CAP'TRONIC
Systèmes électroniques et logiciel embarqué

CATALOGUE DES FORMATIONS 2026

+ Thématiques techniques ou métiers

+ En présentiel ou à distance

+ Sur catalogue ou sur-mesure

IoT, Réseaux, Communication

Conception, Industrialisation

Méthodologie, Gestion de projet

Gestion de l'énergie, Batteries & Thermique

Normes, Règlementation

IA, Traitement de l'image & du signal

Cybersécurité

Logiciel embarqué, Programmation

A PROPOS DE CAP'TRONIC

L'expertise "systèmes électroniques" au service de l'innovation de vos produits et de vos process de production.

Le programme CAP'TRONIC, porté par l'association **JESSICA France**, a été fondé **il y a 30 ans** par le **CEA** (Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives) et **Bpifrance** (Banque Publique d'Investissement).
La mission de CAP'TRONIC, **en qualité d'expert en électronique reconnu, est d'accompagner les entreprises françaises dans la transformation numérique de leurs produits et process de production grâce aux systèmes électroniques connectés.**
Elle est mise en œuvre par une équipe d'ingénieurs et de gestionnaires formation, répartis sur **tout le territoire national**, au plus près des entreprises locales et bénéficie du **soutien des dispositifs régionaux**.

Cette mission se décline en deux types de services :

L'ACCOMPAGNEMENT : réalisé par les ingénieurs-conseils CAP'TRONIC, présents en région, il porte sur les produits (**CAP'PRODUIT**) ou les process de production (**CAP'PROCESS**) des entreprises françaises.

Exemples : consolider la problématique initiale, identifier les verrous techniques ou technologiques d'un projet, étudier la faisabilité, constituer un dossier de consultation et d'industrialisation, effectuer le suivi technique et opérationnel d'un projet...

L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC vous conseille dans la construction de votre projet de mise en œuvre de solutions électroniques aussi bien sur un plan technique que sur un plan économique.
L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC vous orientera également vers les aides à l'innovation les plus adaptées à votre projet.

LES FORMATIONS (CAP'COMPÉTENCES) : organisme certifié QUALIOPI pour ses actions de formations, CAP'TRONIC dispense chaque année plus de 120 sessions partout en France et à distance. L'offre de formation, orientée électronique et logiciel embarqué, est composée de **thématiques techniques** (Machine Learning, LoRaWAN, Bluetooth Low Energy, Risc-V, cybersécurité...) et **métiers** (méthode agile, Test Driver Development, aide à la rédaction d'un cahier des charges...).

Organisées sous forme de **sessions pratiques de 2 à 3 jours assurées par des experts du domaine**, les formations CAP'TRONIC s'adressent soit aux ingénieurs, techniciens électroniciens ou logiciel embarqué qui souhaitent monter en compétence sur la mise en œuvre de solutions spécifiques, soit aux dirigeants et chefs de projets qui souhaitent mieux appréhender les spécificités d'un projet d'innovation incluant des systèmes électroniques.

CAP'COMPÉTENCES

CAP'COMPÉTENCES, LES THÉMATIQUES DE FORMATIONS

Les formations CAP'TRONIC répondent à plusieurs besoins. Vous pourrez notamment monter en compétence sur des **aspects purement techniques liés aux systèmes électroniques**. Vous pourrez également prendre en compte de **nouvelles notions** telles que la cybersécurité, les sources d'énergie ou encore vous mettre à jour sur la connectivité radiofréquence et les normes et règlementations (CEM, RED, marquage CE.). Vous pourrez monter en compétence sur des **problématiques métiers**, liées à la gestion d'un projet d'innovation allant de la formation méthodologique de conduite de projet (méthode TDD pour "Test Driven Development", méthode Agile, création de valeur avec l'IoT…), jusqu'à des formations plus ciblées sur des problématiques de conception ou d'industrialisation.

Mêlant **théorie et pratique**, les formations CAP'TRONIC sont construites à partir de remontées terrain, au plus proche des besoins et projets actuels des entreprises françaises.

CAP'COMPETENCES, EN CHIFFRES

LES FORMATIONS SUR CATALOGUE

Le catalogue de formations a été spécialement conçu pour vous donner une **vue claire et exhaustive de toute l'offre de formations CAP'TRONIC**. Tous les programmes détaillés des formations inter-entreprises sont disponibles sur le catalogue et sur notre site Internet. Si toutefois vous avez une question pratique ou technique, une équipe dédiée répond à vos demandes.

Une réduction est accordée aux adhérents de notre association. Pour en savoir plus sur les avantages adhérents, rendez-vous à la fin du catalogue.

LES FORMATIONS INTRA-ENTREPRISES

Toutes les formations du catalogue sont disponibles en intra-entreprises. Au plus près des besoins et problématiques des entreprises françaises, nous pouvons également vous proposer des formations intra-entreprises, **sur-mesure**, pour vous et vos équipes.

LES FORMATIONS À DISTANCE

Nous proposons une large offre de formations à distance, à l'aide d'outils de travail collaboratifs performants et toujours réalisées avec le support de nos ingénieurs-conseils.

Nous mettons tout en œuvre pour rendre ces **formations interactives** à travers des travaux pratiques et des études de cas réalisées même à distance. L'offre à distance permet de suivre des formations où que vous soyez en France, vous permettant de réaliser ainsi des économies sur les frais de déplacement.

CERTIFICATION QUALIOPI

Notre certification QUALIOPI vous garantit un process certifié sur nos actions de formation, et permet un financement des formations CAP'TRONIC par votre Opérateur de Compétences (OPCO).

Qualiopi processus certifié
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :
ACTIONS DE FORMATION

ILS NOUS FONT CONFIANCE

SOMMAIRE

METHODOLOGIE, GESTION DE PROJET, METHODE AGILE, SCRUM

Achat de composants électroniques : Sécurisation des approvisionnements et gestion de risque 15
Les 3 et 4 juin 2026
Formation à distance

Développer un IoT : spécification, conception et industrialisation 17
Les 9 et 10 juin 2026
Formation à distance

Gestion des achats techniques pour la maitrise des coûts de mon produit électronique 19
Les 6 et 7 octobre 2026
Formation à distance

Gestion de projet pour la conception des systèmes embarqués 21
Du 2 au 4 juin 2026
Formation à distance

Introduction à l'Industrie 4.0 23
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Maîtrisez le TDD (Test Driven Development) pour votre logiciel embarqué 25
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Méthode Agile : découverte de SCRUM 27
Le 1er octobre 2026
Formation à distance

Méthodologies pour fiabiliser son code embarqué et le rendre testable 29
Les 7 et 8 octobre 2026
Formation à distance

Rédiger un document de spécifications pour systèmes embarqués : bonnes pratiques 31
Les 20 et 21 mai 2026
Formation à distance

IOT, PROTOCOLES DE COMMUNICATION, LORAWAN, 5G, BLUETOOTH, BUS CAN

Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons, base de données et analyse 33
Les 7 au 8 juillet 2026
Formation à distance

Concevoir l'antenne d'un objet connecté IoT : Caractérisation, mesure, optimisation 35
2ème semestre 2026
Formation à distance

Connectez vos objets : les clés des protocoles IoT 37
Du 2 au 5 juin 2026
Formation à distance

Créer de la valeur avec l'Internet des objets : pourquoi pas moi ? 39
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Découvrez les évolutions RF, LPWAN, 5G et cybersécurité pour l'IoT 41
Les 11 et 12 juin 2026
Formation à distance

Design et mesure RF - Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique 43
Du 2 au 4 juin 2026
Villefontaine (38)

Intégration d'antennes dans le monde de l'IoT 45
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Introduction à la conception d'un système radiofréquence 47
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Introduction à Mioty®, un standard radio LPWAN robuste pour l'IoT 49
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Introduction et Sensibilisation aux plateformes IOT 51
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

La 5G pour l'IoT industriel 53
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

LoRaWAN : de l'objet connecté à l'application 55
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Mise en œuvre de Bluetooth Low Energy 57
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Protocole LIN, couche physique, Base de données et analyse 59
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

Protocole UDS ISO 14229, Protocole de Transport ISOTP et Analyse - Protocole ETHERNET Automotive SOMEIP et DoIP 61
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

Réglementations des fréquences radio pour l'IoT : Disponibilités et contraintes 63
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Ultra Wide Band : Maîtriser le transfert de données sans fil et la géolocalisation UWB 65
Du 28 au 30 septembre 2026
Toulouse Blagnac (31)

CONCEPTION, ECOCONCEPTION, INDUSTRIALISATION, ACHATS, OBSOLESCENCE

Anticipez l'obsolescence, pérennisez vos équipements électroniques ! 67
Les 20 et 21 octobre 2026
Formation à distance

Atelier 2 TONNES® 69
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel ou à distance.

Brasage manuel..... 71
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Comment faire du routage dans les règles de l'art 73
Du 7 au 9 juillet 2026
Labège (31)

Comprendre les contraintes de l'industrialisation pour réussir la conception de vos cartes électroniques 75
Du 17 au 19 novembre 2026
Formation à distance

Conception des circuits imprimés (PCB) pour les assemblages électroniques Normes IPC2221, IPC2222, IPC 7351, IPC2612, IPC4761 77
Du 22 au 24 septembre 2026
Montpellier (34)

Concevoir un boîtier, une protection pour l'intégration de votre carte électronique 79
Le 10 juin 2026
Formation à distance

FreeCAD pour maîtriser le Design 3D 81
Les 19 et 20 mai 2026
Formation à distance

Indices de réparabilité et de recyclabilité des équipements électroniques..... 83
Le 29 septembre 2026
Formation à distance

Industrialisation des systèmes et cartes électroniques : de la conception au maintien en condition opérationnelle 85
Les 26 et 27 mai 2026
Formation à distance

Intégrer de l'électronique à vos designs mécaniques 87
Le 30 juin 2026
Angers (49)

Introduction à la conception de cartes pour signaux High Speed 89
Les 11 et 12 juin 2026
Montpellier (34)

La démarche d'éco-conception appliquée aux systèmes électroniques et services numériques associés 91
Les 6 et 7 octobre 2026
Formation à distance

Les bases de l'électronique, la gestion de projet, l'industrialisation et le marquage CE 93
Les 9 et 10 décembre 2026
Formation à distance

Les bases de l'impression 3D avec Prusa Slicer 95
Le 27 mai 2026
Formation à distance

Techniques modernes de traitement numérique du signal pour systèmes embarqués 97
Du 2 au 4 juin 2026
Formation à distance

LOGICIEL EMBARQUE, PROGRAMMATION, C++, FREERTOS, STM32, QT, LINUX, YOCTO, PYTHON

Android pour smartphones et tablettes 99
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

C++ pour l'embarqué avec Visual Studio sous Windows 101
Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Concevoir un système embarqué Linux avec YOCTO 103
Du 16 au 18 juin 2026
Formation à distance

Développement rapide de prototypes d'application Android en NO-CODE 105
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Développez un Système embarqué sur SoC FPGA 107
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Développer vos applications mobiles/web avec FLUTTER 109
2ème semestre 2026
Formation à distance

Initiation algorithmique et langage C 111
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Initiation au langage Python 113
2ème semestre 2026
Formation à distance

Initiez-vous au framework multimédia Gstreamer sur cible ARM 115
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Introduction à ROS 117
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Le langage C pour l'embarqué 119
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

Le langage C++ pour l'Embarqué 121
Du 16 au 18 juin 2026
Formation à distance

Le langage C++ pour l'Embarqué, perfectionnement 123
Du 22 au 24 septembre 2026
Formation à distance

Le langage Java 125
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

Le Langage VHDL 127
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Le Microcontrôleur STM32 par la pratique 129
Du 15 au 17 juin 2026
Villefontaine (38)

Linux – Les bases de la programmation système 131
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Linux Temps Réel 133
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Maitriser le test du logiciel embarqué 135
Du 25 au 27 novembre 2026
Formation à distance

Microcontrôleur et programmation modulaire en Langage C 137
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Mise en œuvre de FreeRTOS sur STM32 ..... **139**
Du 19 au 21 mai 2026
Formation à distance

Noyau Linux et développement de drivers **141**
Du 13 au 15 octobre 2026
Formation à distance

Process et conception d'interfaces graphiques multi-plateformes avec MicroEJ **143**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Process et conception de plateformes virtuelles embarquées avec MicroEJ **145**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Qt Quick pour votre IHM **147**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Qt Widgets pour votre IHM **149**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

ROS et la fusion de données **151**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation en présentiel

Techniques en radio logicielle (SDR) **153**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Présentiel

Traitement numérique du signal en C++ (temps réel) **155**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Présentiel

UML/SysML pour la modélisation d'un système **157**
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Présentiel ou distanciel

Zephyr pour l'IOT et les applications embarquées **159**
Du 30 juin au 2 juillet 2026
Formation à distance

IA, MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING

Découvrir l'IA appliquée à l'industrie : Comprendre pour la mettre en œuvre **161**
Le 12 juin 2026
Formation à distance

IA : comprendre et pratiquer le Machine Learning appliqué à l'industrie **163**
Du 23 au 26 juin 2026
Formation à distance

Initiation au Deep learning et IA génératives 165
Du 15 au 18 septembre 2026
Formation à distance

MicroPython : un langage objet haut niveau pour coder rapidement et efficacement sur microcontrôleur . 167
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

Python pour l'instrumentation de capteurs 169
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
En présentiel

Python pour la Data Science et l'intelligence Artificielle - Mise en œuvre sur les séries temporelles 171
Du 9 au 12 mars 2027
Formation à distance

Tester et fiabiliser les systèmes d'IA : méthodes, outils et pratiques avancées pour une IA de confiance 173
Les 3 et 4 novembre 2026
Formation à distance

Traitement d'image par IA..... 175
Du 29 septembre au 1er octobre
A Toulouse (31)

NORMES, CERTIFICATION, CEM, ATEX, SECURITE FERROVIAIRE, DISPOSITIFS MEDICAUX, IEC62304

CEM : les perturbations électromagnétiques sur sites industriels 177
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

Certification d'un système électronique pour le marquage CE et à l'International 179
9 et 10 juin 2026
Formation à distance

Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système 181
Du 13 au 15 octobre 2026
Formation à distance

Conformité aux directives DBT / RED : application de la norme EN 62368-1 183
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

De la Directive Machine au Règlement Machine : Évolutions de la Réglementation 185
Les 28 et 29 septembre 2026
En présentiel à Toulouse (31) ou à distance (places limitées)

Dispositifs électro-médicaux : du développement à la certification 187
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance

IEC 62304 : Maîtriser le cycle de vie du logiciel pour dispositifs médicaux..... 189
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

Introduction aux concepts de la certification ATEX : zoom sur la sécurité intrinsèque 191
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

La CEM par la pratique : comprendre des phénomènes complexes à l'aide de montages simples 193
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

Mesures CEM - Préqualification 195
Les 19 et 20 mai 2026
Formation à distance

RSE : La démarche et les normes ISO 26000 et 20400 (achats responsables) 197
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

Sécurité électrique des appareils de mesure, régulation et de laboratoire selon la norme EN 61010-1/A1 .. 199
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
A distance ou en présentiel

Sécurité FERROVIAIRE : les normes EN 50126, 50128, 50657 et 50129 et leurs évolutions 201
Les 9 et 10 décembre 2026
Formation à distance

Sensibilisation et protection contre les décharges électrostatiques (ESD) 203
Le 31 mars 2027
Formation à distance

GESTION DE L'ENERGIE, THERMIQUE, BATTERIES, PILES

Batteries lithium, BMS, chargeurs et autres solutions d'alimentation avec stockage pour les systèmes autonomes 205
Les 23 et 24 septembre 2026
Formation à distance

Batteries lithium : Eco-conception , recyclabilité et règlementation 207
Le 3 novembre 2026
Formation à distance

Dimensionner les composants magnétiques : Transformateurs et inductances 209
Les 1er et 2 juillet 2026
Formation à distance

Gestion Sécurisée du stockage et du transport routier des batteries lithium- ADR 1.3 211
Les 10 et 11 juin 2026
Formation à distance

La thermique pour l'électronique 213
Du 12 au 16 octobre 2026
Formation à distance

ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

Asservissement et commande moteur brushless 215
Les 30 juin et 1er juillet 2026
Formation à distance

Conception d'une Chaine de Traitement sous faible Bruit 217
Du 24 au 26 novembre 2026
Villefontaine (38)

Electronique analogique : l'amplificateur opérationnel en instrumentation 219
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Apport des technologies GaN et SiC 221
Le 19 mai matin 2026
A Toulouse (31) ou à distance ***(places limitées)***

Électronique de puissance : apport du GaN et du SiC : Topologies et spécifications des convertisseurs, choix des composants 223
Du 19 après-midi au 21 mai 2026
Toulouse (31)

L'électronique de puissance pour la conversion d'énergie : Hacheur DC/DC et onduleur DC/AC 225
Les 24 et 25 juin 2026
Formation à distance

Introduction au contrôle des systèmes asservis industriels 227
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

FIABILITE, SURETE DE FONCTIONNEMENT

Fiabilité des assemblages électroniques en environnements sévères : Optimisation de la conception pour une meilleure durabilité 229
Les 21 mai 2026
Formation à distance

Fiabilité des composants électroniques 231
Les 24 et 25 novembre 2026
Formation à distance

Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique 233
Les 14 et 15 octobre 2026
Formation à distance

CYBERSECURITE, SECURITE, DIRECTIVE RED, IEC 62443

Cybersécurité des systèmes embarqués et des objets connectés (IoT) – Conformité CRA 235
Le 6 octobre 2026
Formation à distance

Cybersécurité des systèmes embarqués pour les développeurs : Rappel des normes EN18031 et Cyber Resilience Act 237
Du 9 au 11 juin 2026
En présentiel à Labège ou à distance (places limitées).

Cybersécurité des systèmes industriels : IEC 62443 - Comprendre la norme pour sécuriser son architecture 239
Du 7 au 9 juillet 2026
Formation à distance

Cybersécurité en conception de systèmes embarqués : la revue de code 241
Les 25 et 26 novembre 2026
Formation à distance

Cybersécurité et analyse des risques des systèmes embarqués - Découverte de la méthode EBIOS RM 243
Le 3 février ou le 16 juin 2026
Formation à distance

Cybersécurité et conformité automobile - ISO 21434 245
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise
Formation à distance ou en présentiel

Cybersécurité et conformité IoT à la Directive RED - Introduction aux normes EN 18031 et EN 303 645 247
Les 23 et 24 juin 2026
Formation à distance

Cybersécurité : sécurisation des systèmes Linux embarqués 249
Du 14 au 16 octobre 2026
Formation à distance

Hacking et contre-mesure : Protégez votre réseau informatique 251
Du 13 au 15 octobre 2026
Formation à distance

Introduction à la Cybersécurité Industrielle – IEC62443 et conformité CRA 253
Le 29 septembre 2026
Formation à distance

Sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés. Comprendre les attaques hardware/software pour se prémunir 255
Du 9 au 11 juin 2026
Formation à distance

CONTACTEZ-NOUS POUR TOUTES INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES FORMATIONS INTRA-ENTREPRISES : FORMATION@CAPTRONIC.FR

Qualiopi processus certifié
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :ACTIONS DE FORMATION

Achat de composants électroniques : Sécurisation des approvisionnements et gestion de risque

Les crises géopolitiques, sanitaires et énergétiques fragilisent fortement les chaînes d'approvisionnement, en particulier dans l'électronique. Face à ces risques, les entreprises doivent sécuriser leurs achats pour préserver leur production.
Cette formation apporte méthodes et outils pour construire une stratégie Achat performante et un plan de gestion des risques adapté aux approvisionnements électroniques.

OBJECTIFS
Identifier les enjeux et difficultés actuelles liés aux achats techniques (composants, cartes, sous-ensembles, matières premières).
Maîtriser une démarche et des outils de gestion des risques appliqués aux approvisionnements.
Bâtir une stratégie Achat performante, sécurisée et durable pour l'électronique.

PUBLIC VISE
Responsables achats, Responsables de projets, Ingénieurs et Techniciens impliqués dans la conception d'un produit souhaitant sécuriser l'approvisionnement des composants.

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur conseil et formation spécialisation achat et supply chain, plus de 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Exercices. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 3 et 4 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ACHAT DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES : SECURISATION DES APPROVISIONNEMENTS ET GESTION DE RISQUE

Jour 1

Tour de table

Introduction

Des marchés désorganisés au niveau mondial

Conjonction des crises sanitaires, géopolitiques, énergétiques.
Des marchés extrêmement perturbés, impactant tous les principaux secteurs industriels.
Des effets non seulement conjoncturels, mais aussi structurels.

Les perturbations de la Supply Chain électronique

Les impacts spécifiques sur le secteur électronique.
Les composants électroniques : une fabrication mondialisée.
Pièces mécaniques standards ou sur plan : des problèmes liés aux matières premières.
Une logistique internationale perturbée.
Les canaux de vente des composants électroniques, marchés parallèles et contrefaçon.

Bâtir une Stratégie Achat

Une approche en 6 étapes :

La segmentation des achats
Connaître ses besoins
Connaître les marchés fournisseurs
Modéliser ses achats
Analyser la situation actuelle
Définir le plan d'action pour mettre en place la stratégie définie.

Jour 2

Les enjeux de la maîtrise des risques Achats

Les grands principes de la gestion des risques.
La gestion des risques appliquée aux processus Achats de l'entreprise.
Les principaux risques.

Mise en place d'un plan de gestion des risques

Une approche du risque par segment d'achat.
Plan de Gestion du Risque Fournisseurs : définition, mise en place, suivi des indicateurs d'alerte.
Intégrer le plan de gestion des risques Achats dans une démarche d'amélioration continue.
Exercice – Management du risque Achats – Structure de l'équipe

La prévention du risque Approvisionnement

Anticiper les difficultés d'approvisionnement dès les phases de conception.
Aspect Juridique des commandes et des contrats d'achat : quelles protections en attendre, quelles sont les précautions minimums à prendre ?
Définir une politique de stock adaptée.
Sécuriser le panel fournisseurs.

Mise en application individuelle.

Conclusion / questions diverses

Tour de table

Développer un IoT : spécification, conception et industrialisation

La réussite de l'industrialisation d'un produit électronique connecté dit « IoT », implique la maitrise de différentes étapes du processus. Cette formation a pour objectif de vous fournir une vision globale et pratique des différentes étapes de la création d'un produit connecté. À travers des exemples concrets et des outils pratiques, cette formation aborde les spécifications techniques, le dimensionnement et le choix du réseau de communication, la conception du produit au niveau du matériel (Hard) et du logiciel embarqué (soft) ainsi que sur les enjeux liés à l'industrialisation et la certification du système complet.

OBJECTIFS

Acquérir une vision synthétique des multiples étapes pour les différentes technologies qui constituent la réalisation d'un produit IoT.

Apprendre les connaissances ainsi que le vocabulaire nécessaire pour exprimer son besoin, apprécier les offres des intervenants du secteur de l'embarqué (bureau d'études, fabricants, assembleurs…) pour dialoguer avec eux, et piloter son projet.

PUBLIC VISE

Formation pour des débutants en IoT : Direction, Chef de Projet, Consultant, Développeur logiciel, Concepteur électronique, ...

PREREQUIS

Première expérience en gestion de projet préférable mais non indispensable.

Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur électronicien CAP'TRONIC, expérimenté en gestion de projet IoT, formateur IoT.

Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 9 et 10 juin 2026

LIEU

Formation à distance

Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32

Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DEVELOPPER UN IOT : SPECIFICATION, CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION

Jour 1

Tour de table

LA PHASE DE DEFINITION ET DE SPECIFICATION

Expression du besoin et définition des exigences

Présentation générale du projet, les besoins et les exigences

Particularité de l'IIoT : spécifier le matériel et le logiciel.

La spécification technique du besoin logiciel (STBL).

LA PHASE DE CONCEPTION

Quelle pratique de pilotage et de réalisation du projet

Les méthodes agiles (SCRUM, ASD, BDD...), le Cycle en V

Notion d'expérience utilisateur (UX).

Consulter les prestataires

Le dossier de consultation

Savoir lire un devis

La faisabilité

Etat de l'art et spécificité de l'IIoT

Les différentes formes de preuve de concept (matériel, UX expérience)

Identifier les points critiques (à risques)

Les différentes maquettes (matérielles, d'usage, maquette dynamique des IHM…)

Les plateformes matérielles de développement (Arduino, Rasbery pi, modules SigFox, LoRa)

Notions et concepts logiciels : de VM (machine virtuelle), de conteneur et de docker.

Le prototypage

Valider les fonctionnalités du produit incluant côté matériel, le design, la mécanique, l'électronique et les logiciels embarqués et back office

Les différents démonstrateurs, le prototypage rapide

Jour 2

Le développement détaillé

Conception / design DFM (Design for Manufacturing) / DFT (Design for testability)

Règles de conception et de fabrication du Circuit imprimé

Notion ESD (Electrostatic Sensitive Device) et CEM (Compatibilité ElectroMagnétique)

Règles de conception du logiciel, TDD (Test-Driven Development), contraintes liées à la cybersécurité, le versioning : une spécificité du développement logiciel.

Typologie du process d'assemblage / contraintes de fabrication

Moyens de contrôle et de test – stratégie de test : électronique et logiciel

Le dossier de définition produit

LA PHASE D'INDUSTRIALISATION

La fabrication

Le dossier de fabrication : que doit-il contenir ?

PCB, assemblage (description d'une ligne d'assemblage), présérie, …

Le banc de test (Contrôle fonctionnel et in situ)

La notice d'utilisation

Le logiciel et la gestion des mises à jour :

Testabilité du logiciel

LA CERTIFICATION

La classification d'un produit

Les normes et directives (basse tension, CEM, RED, Atex…)

Les indices de protection

Le marquage (CE, recyclage…)

Tour de table

Gestion des achats techniques pour la maitrise des coûts de mon produit électronique

La croissance d'une entreprise repose autant sur une gestion efficace des achats que sur les ventes. Maîtriser les coûts des composants et pièces essentielles à la fabrication permet d'améliorer la marge. Cette formation vous permettra de comprendre les enjeux des achats techniques (composants, sous-ensembles, pièces sur plan), d'acquérir une méthode et des outils pour construire une stratégie Achats adaptée, et de passer sereinement du prototype à la production en série, tout en intégrant une approche de coût global.

OBJECTIFS

Bâtir une stratégie d'achat pour la production série de votre produit innovant
S'approprier une méthodologie
Mettre en place des outils de gestion des fournisseurs.

PUBLIC VISE

Responsable achats, Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit souhaitant maîtriser la fonction achat.

PREREQUIS

Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil et formation spécialisation achat et supply chain, plus de 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 6 et 7 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

GESTION DES ACHATS TECHNIQUES POUR LA MAITRISE DES COUTS DE MON PRODUIT ELECTRONIQUE

Jour 1

Tour de table

Les achats techniques, des marchés complexes

Au-delà de la complexité technique, des structures économiques particulières.

Fournisseurs et clients : des tailles d'entreprises souvent peu équilibrées.

Des marchés extrêmement dynamiques et délocalisés.

Les Contraintes liées aux Achats techniques

Une pérennité des systèmes et équipements difficile à garantir : comment gérer au mieux le cycle de vie des composants et sous-ensembles ?

Les canaux de vente des composants électroniques, marchés parallèles et contrefaçon.

Pièces sur plan : propriété des outillages, estimation des coûts objectifs.

Contraintes environnementales (ROHS, REACH…) et règlementaires (ITAR/ECCN, positions douanières…)

Les actions de prévention des risques majeurs liés aux marchés techniques (en phase de conception, de production, d'après-vente).

Jour 2

Bâtir une Stratégie Achat

Une approche en 6 étapes :

- la segmentation des achats
- connaître ses besoins
- connaître les marchés fournisseurs
- modéliser ses achats
- analyser la situation actuelle
- définir le plan d'action pour mettre en place la stratégie définie.

Bien définir son besoin : notions de cahier des charges technique, fonctionnel…

Susciter l'offre : consultation, appel d'offre...

Analyser les réponses aux consultations :

- grilles d'évaluation
- processus de sélection des fournisseurs.

La négociation Achat et la contractualisation du besoin.

La commande d'achat et son suivi : le processus Approvisionnement.

Etude de cas : sélection de fournisseur.

Une approche « coût global », du prototype à la série

Les phases de développement, le cycle en V, les coûts associés.

Conception, industrialisation, fabrication : les relations et les contrats entre Bureau d'Etudes et EMS ou sous-traitants.

Anticiper le coût série de vos sous-ensembles.

Raisonner en coût global, ou en coût total de possession.

Etude de cas : gestion des risques et coût global –sous-traitance de carte suivant plusieurs hypothèses de localisation de sous-traitance (Chine, Europe, France)

Tour de table

Gestion de projet pour la conception des systèmes embarqués

Cette formation vous permet de développer votre efficacité en gestion de projet pour faire de vous un chef de projet compétent dans une variété de projets, quels que soient leur taille, leur portée ou leur budget. Les différentes approches agiles et classiques vous permettront de vous adapter en permanence aux contextes industriels et ainsi donner une grande visibilité à vos clients.

OBJECTIFS
Être capable de comprendre les différentes méthodes de gestion de projet : classiques et Agiles.
Planifier les projets.
Gérer les risques.
Etablir une analyse fonctionnelle.
Utiliser des outils de pilotage.

PUBLIC VISE
Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes.

PREREQUIS
Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en modélisation et développement logiciel. Enseignant dans plusieurs écoles.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Etudes de cas. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 2 au 4 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
1750 € HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

GESTION DE PROJET POUR LA CONCEPTION DES SYSTEMES EMBARQUES

Jour 1

Tour de table

Définition
Pourquoi un projet ?
Pourquoi la gestion de projet ?
Normalisation
Les parties prenantes
Définition des termes du métier

Organisation du projet
Structure de répartition :
- Product Breakdown Structure
- Work Breakdown Structure
- Organizational Breakdown Structure

Approche Bottom Up
Approche Top down
Différente type de projet

Les cinq phases d'un projet
Identification du besoin, normalisation AFNOR
Faisabilité : coût, délais, risques
Conception
Phase de réalisation
Réception

Ingénierie des exigences
Principe de l'analyse des exigences
Analyse fonctionnelle
Modélisation UML
Modélisation FAST
Modélisation PIEUVRE
Modélisation VOLERE

Jour 2

Méthodes classiques
Processus des méthodes classiques
Le modèle du cycle en cascade
Le modèle du cycle en V
Le modèle du cycle en Y
La méthode du Processus Unifié (PU)
PMBOK (Project Management Body of Knowledge)
Limites des approches classiques
Méthodes classiques et approche agile : Kanban, Scrum, Agile UP
Synthèse des différences fondamentales agile / approche classique

Planification opérationnelle
Objectifs et Caractéristiques
Diagramme Pert
- le Pert potentiel-étapes
- le Pert potentiel tâches
  - Principe
  - Convention
  - Date au plus tôt
  - Date au plus tard
  - Marge totale
- Marge libre
- Optimisation des tâches
- Affectation des ressources
- Nivellement et lissage des ressources

GANTT
- Marge libre totale
- Marge libre au plus tôt
- Marge indépendante
- Marge libre au plus tard

Diagramme Pert probabiliste
- Principe
- Durée moyenne
- Variance
- Ecart type
- Chemin critique
- Densité de probabilité

Jour 3

Gestion des risques
Définition
Mesures des risques
Norme
Démarche en 4 temps

Outils de pilotage
Principe
Méthode de la valeur acquise
La Méthode des courbes en S
- Valeur Acquise (VA)
- Valeur Planifiée (VP)
- Coût Réel (CR):

Courbe cumulative de la valeur acquise
Courbe cumulative de la valeur planifiée
Courbe cumulative du coût Réel

Pour chaque chapitre, mise en œuvre avec des exemples et des exercices sur des études de cas.

Tour de table

Introduction à l'Industrie 4.0

La transformation vers l'industrie 4.0 correspond à une nouvelle façon d'organiser son usine ou son site de production grâce à l'informatique et aux capteurs électroniques. Grâce aux données disponibles dans votre process d'entreprise vous pourrez surveiller et contrôler en temps réel vos machines, votre équipement, votre site et prendre des décisions plus rapidement. Grâce à la technologie numérique vous pourrez augmenter votre productivité et réduire considérablement vos coûts. Le but de cette demi-journée est de transmettre aux participants une culture générale, présenter les fondamentaux, l'intérêt des technologiques avec des exemples d'applications pour se projeter en interne.

OBJECTIFS
Découvrir le concept, l'intérêt, les technologies et les applications de l'industrie 4.0
Comprendre comment ces technologies peuvent créer de la valeur pour les produits et services.

PUBLIC VISE
Cette formation cible les exploitants et mainteneurs de sites et toute personne intéressée par l'innovation, la transformation numérique et les technologies associées ...

PREREQUIS
Dispose d'un PC avec webcam micro et une liaison internet.

INTERVENANT
Ingénieurs CAPTRONIC, experts techniques, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
0,5 jour – 3,5 h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE

INTRODUCTION A L'INDUSTRIE 4.0

Tour de Table

Introduction

Définition et enjeux : cette nouvelle ère est celle des DATAs. Elles sont nécessaires pour construire des informations dont la structuration et la fusion ouvre de nouvelles perspectives pour des process industriels fortement intégré ou des process ouverts et étendus sur toute le chaine de valeur.

Les promesses de l'Industrie du Futur s'appuient notamment sur des briques technologiques mais comment les appréhender et quels en sont les impacts réels ?

Comprendre et suivre les processus de façon durable : des données aux informations valorisables, les niveaux de traitement des données et informations, l'économie de la fonctionnalité, les choix entre Intelligence Artificielle, Edge Computing ou IA embarqués. Quel rôle ont les jumeaux numériques en conception ?

Améliorer la qualité de service des machines ou des « assets » industriels : maintenance préventive ou prédictive, surveillance à distance via des IoT, réalité augmentée, traçabilité.

Aide aux opérateurs : cobotique / robotique, travailler en mobilité, réalité virtuelle.

Les réseaux de transmission sans fil : la nécessité de topologies mixtes, la qualité de service et les aspects de cybersécurité.

Cette formation propose une alternance d'exposés théoriques et d'études de cas avec des références dans plusieurs secteurs industriels.

Tour de table

Maîtrisez le TDD (Test Driven Development) pour votre logiciel embarqué

Apprenez à développer des applications robustes et fiables en C++ en plaçant le test au cœur de votre code. Cette formation TDD vous guide pas à pas vers une meilleure qualité logicielle, les nombreux TP permettent une mise en pratique immédiate sur des cas réels.

OBJECTIFS
Apprendre à développer à partir du test.
Pratiquer le TDD pour assurer la qualité du code embarqué.

PUBLIC VISE
Développeurs de logiciel et ingénieurs en conception informatique.

PREREQUIS
Connaissances en programmation en langage orienté objet tel que langage C++.
L'environnement de développement correspondant au langage choisi doit être installé sur chaque machine avant la formation.

INTERVENANT
Développeur expert en qualité logiciel, formateur.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours – Alternance d'apports théoriques et d'exercices pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MAITRISEZ LE TDD « TEST DRIVEN DEVELOPMENT » POUR VOTRE LOGICIEL EMBARQUE

Jour 1

Tour de table

Introduction : Économie du logiciel. Pourquoi se soucier de la qualité ?

- Code pourri, les conséquences d'une qualité insuffisante
- Le glissement des exigences (Henderson)
- Les lois I&VI de Lehman
- Boucle de rétroaction besoin/produit (Barry Boehm)
- La dette technique et la dette de tests
- Refactoring : impensable sans tests

Tests - Testez proprement avec le Test Driven Development

- Typologie des tests (unitaire, système, etc.)
- Les 3 lois du TDD
- Garder les tests propres
- Langage de test sur un domaine spécifique
- FIRST, les qualités d'un bon test : « Fast », « Independent », « Repeatable », « Self validating » et « Timely »
- Outside-In, STDD, ATDD, BDD : quels apports
- Coverage, Mutation et autres métriques

Point sur l'état de la recherche académique

Tour de chauffe : éditer un code sans tests.

Jour 2

Fil rouge : exercice machine à café : Randori ou binômes selon le nombre de participants

- **Techniques de rédaction des tests**
- Mocks, Stubs et autres doubles de test.
- Builders, Generators et lisibilité des tests
- Exercice muet : communiquer par le code

Co-construction des tests avec le métier

- Gherkin & BDD
- Domain Driven Design
- Limiter ses contextes

Tests avancés

- Tests de performance
- Misuse cases et Defect Testing
- Tests de recette : éviter l'effet démo

Jour 3

Selon les besoins identifiés les 2 jours précédents.

- Lien entre tests et intégration continue
- Extreme Programming
- Initiation à la mise en place de tests sur une codebase dégradée.
- Techniques de contournement quand on ne peut pas tester
- Tests et contractualisation (freelances)

Tour de table

Méthode Agile : découverte de SCRUM

De plus en plus utilisées, les méthodes Agiles offrent une meilleure maîtrise des projets de développement de produits en termes de délais, de coûts et de résultats. SCRUM, en particulier, favorise un travail itératif et une communication fluide entre les différents acteurs, afin d'accroître la crédibilité de la gestion de projet grâce à une meilleure prévisibilité et une satisfaction accrue des utilisateurs. Cette formation vous fournira les connaissances essentielles pour adopter un mode de travail par itérations et optimiser en permanence la démarche engagée.

OBJECTIFS
Comprendre les méthodes Agiles et les principes itératifs afin d'être en mesure de l'adapter à son contexte interne de gestion de projet

PUBLIC VISE
Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes embarqués.

PREREQUIS
Connaissances de base en conduite de projet.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieure développement logiciel expérimentée dans l'utilisation de SCRUM.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Le 1er octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
1 jour – 7 h

PRIX
700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

METHODE AGILE : DECOUVERTE DE SCRUM

Matin

Introduction

Tour de table
Différences entre méthodes traditionnelles/méthodes agiles

SCRUM

Théorie SCRUM
Valeurs

Acteurs SCRUM

Scrum master
Product owner
Equipe de développement

Expression du besoin

Backlog
User stories
Personas
Notion de "fini"

Après-midi

Estimation et planification

Sprint planning
Vélocité
Planification des releases
Planning poker

Pratiques quotidiennes et pilotage

Radiateur d'information
Burndown charts
Standups

Pratiques de fin de sprint

Revues
Rétrospectives

Tour de table

Méthodologies pour fiabiliser son code embarqué et le rendre testable

Vous menez un projet comportant de l'électronique embarquée ? Comment s'assurer de la fiabilité de votre code ? Parmi les approches disponibles, il existe des méthodes basées sur la testabilité du code. Ces méthodes seront présentées dans le détail lors de cette formation.

OBJECTIFS
Maitriser les différentes méthodes de gestion de projet logiciel pour améliorer la testabilité et la qualité du code produit.

PUBLIC VISE
Ingénieurs en conception informatique, développeurs de logiciel embarqué.

PREREQUIS
Bonnes connaissances en programmation langage C.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur CAPTRONIC, expert en logiciel embarqué, en processus de gestion et développement.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 7 et 8 octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

METHODOLOGIES POUR FIABILISER SON CODE EMBARQUE ET LE RENDRE TESTABLE

Tour de table

Jour 1

Introduction et exemples de scénarios types, introduisant la problématique d'un code de qualité, testé et documenté
Approche système
Elaboration d'un document logiciel
Les documents de spécifications et d'exigences
Cas pratique avec prise en compte des tests dès les phases de conception
Les différentes gestions de projet
La qualité de code
Norme de codage
Principe et exemples : Linux coding style, MISRA, google coding style
Métrique, Revue de code et documentation
Travaux pratiques : Rédaction de spécifications et d'exigences

Jour 2

Les documents de vérification et validation
Outils de gestion de configuration
Théorie : Principe, test de non régression, automatisation des tests, testabilité
Différents types de tests
Tests unitaires : Définition et mise en pratique sur outil de test unitaire
Tests d'intégration : Définition et stratégie
Tests de validation : Définition et mise en œuvre
Travaux pratiques : mise en œuvre de Unity
Conclusion/Discussions

Tour de table

Rédiger un document de spécifications pour systèmes embarqués : bonnes pratiques

Des projets bien cadrés commencent par des spécifications bien rédigées. Cette formation vous donne les clés pour structurer clairement vos besoins, éviter les zones d'ombre et gagner en efficacité dans vos développements embarqués. En deux jours, apprenez à produire des documents de qualité, à utiliser UML pour modéliser efficacement, et à intégrer les contraintes réglementaires dès la phase de conception.

OBJECTIFS
Démystifier la rédaction des spécifications systèmes.
Permettre d'obtenir un document de qualité pour concevoir un matériel et un logiciel de qualité.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens, développeurs, architectes systèmes, chefs de projet ou toute personne impliquée dans la rédaction ou la gestion de spécifications pour des systèmes électroniques ou embarqués.

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique et/ou logiciel embarqué.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur CAPTRONIC, expert en logiciel embarque, en processus de gestion et développement.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Présentation d'exemples de mise en œuvre. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 20 et 21 mai 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

REDIGER UN DOCUMENT DE SPECIFICATIONS POUR SYSTEMES EMBARQUES : BONNES PRATIQUES

Jour 1

Tour de table

Introduction

Intérêt des spécifications.
Echange autour des attentes
Rappel sur la gestion de projet : cycle en V et scrum.
Quel type de document et à quel moment ?

La rédaction du cahier des charges.

Les recommandations pour une étude efficace des cas d'usage.
L'analyse du besoin fonctionnel (ABF).
L'expression du besoin fonctionnel (EBF).

La rédaction du cahier de consultation.

Les enjeux de l'appel d'offre.
Les bonnes pratiques.
L'analyse des réponses, la matrice de choix.

Le langage UML

Présentation
Les différents diagrammes utiles pour la rédaction de spécification.

Spécifications fonctionnelles

Objectifs
La notion d'exigences
De la réunion à la spécification, prendre le chemin le plus court
Tester ses exigences.
Exemple de mise en œuvre

.

Jour 2

Spécifications techniques

Objectifs
Liaison avec le document de spécifications fonctionnelles
Exemples de mise en œuvre
Exigences et traçabilité : les outils

Documents d'architecture

Pourquoi un tel document ?
Méthode de rédaction, intérêt de l'UML.

Rédaction du plan de Test

Les différents types de test.
La liaison avec les spécifications

Impact de la réglementation sur la rédaction des spécifications

Impact de la EN62304 et DO178C

Document de recette

Liaison avec les spécifications fonctionnelles.
L'intérêt du RETEX

Conclusion

Bilan de la formation et questions/réponses

Tour de table

Bus CAN, le protocole J1939 et ses déclinaisons, base de données et analyse

Cette formation a pour but de faire une introduction théorique au protocole CAN et son multiplexage. Les points suivants seront détaillés : l'échange d'informations et la technique d'arbitrage.

OBJECTIFS
Présenter le protocole CAN et son multiplexage ;
Découvrir les différentes normes et interprétations telles que le protocole J1939, la prise ODB, ISOBUS ;
Mise en œuvre du protocole par la pratique.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens, chefs de projet souhaitant un premier niveau de connaissance du bus CAN et ses déclinaisons.

PREREQUIS
Notions de base en électronique.
Notions de base sur les réseaux de communication.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieure électronique, formatrice sur les protocoles réseaux et outils pour l'analyse, la simulation, le test des systèmes.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 7 au 8 juillet 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours - 14 h

PRIX
1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

BUS CAN, LE PROTOCOLE J1939 ET SES DECLINAISONS – BASE DE DONNES ET ANALYSE

Jour 1

Tour de table

Présentation du bus CAN
Historique, du point à point au multiplexage
Caractéristiques et propriétés des bus séries et en particulier le CAN, avantages et inconvénients
Adressage, architecture, accès et filtrage, topologie, vitesse et débit
Trame CAN, data CRC et ACK (CAN 2.0A, CAN2.0 B) et gestion des erreurs
Application au bus CAN, Notion sur les routeurs et passerelles
Extensions des applications, limites du CAN et ses alternatives : CANFD et notion de container

Le modèle ISO d'un réseau/bus
Historique, couches ISO ECU Ethernet et simplification couches ISO CAN (distinguer couches basses et applicatifs)
Couche physique et les préconisations du réseau électrique (CAHS et CANLS)
Contrôleur CAN et ses registres (bit time et filtrage)

Travaux pratiques : Base de données CAN et analyse
Créer une base de données réseau CAN (CANDB++)
Analyse du réseau CAN (trames, signaux.)

Jour 2

J1939
Les normes SAE et les documents de chaque couche OSI
Particularité d'un ECU J1939 par rapport au CAN (couches ISO)
Notion d'adresse et Nom d'un ECU, Network Management J1939

Interprétations/compléments du bus CAN
Trame CAN.20 B et J1939
Notions de PGN, SPN, PGN Broadcast et PGN Point à Point
Exemple de PGN J1939 applicatifs (PGN contrôleur moteur…)
Exemple de différents PGN spécifiques (NM, RQST…)
Transport Protocole (Broadcast et Point à Point)
Diagnostic J1939 (DM1, DM2…), DTC et FMI
J1939 Safety et J1939FD
Variante ISO 11783 pour l'agriculture

ODB
Historique, Brochage, ODB et CAN
Les différentes interprétations de l'ODB2

Travaux pratiques : Base de données J1939 et analyse
Créer une base de données réseau J1939 (CANDB++)
Analyse du réseau J1939 (trames, signaux, Diagnostic, TP…)

Tour de table

Concevoir l'antenne d'un objet connecté IoT : Caractérisation, mesure, optimisation

Cette formation vous donnera les clés pour concevoir, intégrer et tester une antenne performante dans un objet connecté IoT. Vous apprendrez à sélectionner la technologie adaptée (Wi-Fi, Bluetooth, GNSS, NB-IoT, LTE-M, LoRaWAN, Sigfox), optimiser l'adaptation d'impédance, réaliser mesures et simulations pour améliorer portée, fiabilité, certification et efficacité radio de vos produits sans fil.

OBJECTIF
Connaitre le fonctionnement de différentes technologies d'antennes et la méthodologie à mettre en œuvre pour réussir l'intégration d'une antenne dans un objet connecté.

PUBLIC VISE
Personnes en charge de la conception d'un objet connecté sans fil.

PREREQUIS
Connaissances générales en conception électronique radiofréquence, physique, électromagnétisme.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Senior RF Engineer, 10 ans d'expérience en radiofréquence.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas et travaux pratiques – Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
2ème semestre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEVOIR L'ANTENNE D'UN OBJET CONNECTE – IOT CARACTERISATION, MESURE, OPTIMISATION

Jour 1

Tour de table

Les bases en Radiofréquence

Propagation des ondes électromagnétique
Bilan de liaison
Principaux équipements de mesure en laboratoire RF : analyseur de réseaux vectoriel : principe et méthode de mesure d'impédance / paramètre S, Analyseur de spectre, Générateur RF…

Les caractéristiques fondamentales d'une antenne

Champ proche et champ lointain
Caractéristiques en champs lointains : polarisation, gain, diagramme de rayonnement, directivité, bande passante
Impédance, coefficient de réflexion et rapport d'ondes stationnaires (T.O.S/R.O.S)
Présentation de l'abaque de Smith

Atelier 1

Mise en œuvre d'un analyseur de réseau pour l'adaptation d'impédance
Comment optimiser l'Adaptation d'Impédance (Smith Chart) : conception du circuit électronique d'adaptation : exemples à 433 MHz, 868/915 MHz, 2.4 GHz.

Les différents types d'antennes pour les objets connectés : (PARTIE I)

Les antennes externes au boîtier : sur connecteur
Les antennes internes/intégrées : imprimées, à souder sur le PCB (de type céramiques, …)
Critères de sélection d'une antenne et lecture de datasheet

Jour 2

Les différents types d'antennes pour les objets connectés : (PARTIE II)

Quelle antenne pour quelle application radio ? de la définition du besoin à la sélection (antennes omnidirectionnelles, antennes directives/Satellitaires…)
Comment optimiser l'intégration d'une antenne dans les règles de l'art suivant l'application radio, les contraintes du produit (encombrement, environnement)

Influence du milieu de propagation Indoor/Outdoor
Influence du boîtier de l'objet, du circuit imprimé, de l'environnement proche du boîtier
Démonstration d'une modélisation et simulation d'une antenne imprimée sur PCB pour application à 2.4 GHz avec le logiciel SONNET

Atelier 2 : Mesures rayonnées et comparaison de différentes antennes

Certification et caractérisation du rayonnement produit
Cohabitation Systèmes/Antennes

Atelier 3 : Modélisation et Simulation d'antenne : exemples avec le logiciel gratuit 4NEC2

Tour de table

Connectez vos objets : les clés des protocoles IoT

Choisir le bon protocole de communication est aujourd'hui crucial pour tout projet IoT. Cette formation vous plonge au cœur des technologies de transmission actuelles, des communications radiofréquences courte portée (Bluetooth, ZigBee, Matter, WiFi…) aux réseaux cellulaires avancés (LTE-M, NB-IoT, 5G RedCap). En 4 demi-journées obtenez les clés pour naviguer dans l'architecture complexe des communications IoT modernes et faire des choix techniques éclairés pour vos déploiements.

OBJECTIFS
Acquérir ou enrichir le vocabulaire de l'IoT.
Découvrir les principales technologies radio pour l'IoT, ses caractéristiques et ses perspectives.
Comprendre l'utilité des protocoles applicatifs IoT.
Être capable d'établir le lien entre cas d'application et réseaux IoT optimal.
Découvrir l'écosystème des opérateurs IoT.

PUBLIC VISE
Chefs de projet, Responsables de service, Dirigeants, Développeurs et intégrateurs de solutions IoT

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique et/ou logiciel embarqué. Notions de communications sans fil
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Experte en protocole de communication
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Méthode pédagogique alternant théorie et pratique au travers d'études de cas ou de travaux dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 2 au 5 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
4 demi-journées – 14 h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONNECTEZ VOS OBJETS : LES CLES DES PROTOCOLES IOT

Jour 1

Introduction et tour de table

Pourquoi la connectivité est un enjeu stratégique en IoT

- Vocabulaire et enjeux industriels de l'IoT
- Architectures (edge , local, réseaux privés, publics, UNS…)

Cybersécurité & réglementation

- Utilisation du spectre radiofréquences et Directive RED : obligations sur les interfaces radio
- Cyber Resilience Act (CRA) et RED Delegated Act (RED DA) : implications sur la chaîne de conception (matériel, firmware, protocoles RF)
- Security by design sur les couches radio (authentification, chiffrement, résistance aux attaques RF)

Présentation des principales technologies radio IoT :

- Panorama des solutions techniques
- Réseaux courte et moyenne portée : RFID/NFC, ZigBee/Thread/Matter, Bluetooth Low Energy, WiFi, LiFi, UWB…

Jour 2

Présentation des principales technologies radio IoT (suite):

- Exercice : comparatif entre protocoles
- Réseaux maillés : Bluetooth Mesh, WiFi Mesh, ZigBee/Thread/Matter, Thread, Wirepas, NeoMesh, LoRa Mesh…
- Exercice : analyse d'un cas d'usage
- Réseaux LPWAN (longue portée) : SigFox, LoRa/Lora+, Wirepas, Mioty…

Jour 3

Présentation des principales technologies radio IoT (suite)

- Réseaux LPWAN longue portée (suite)
- Technologies 3GPP (cellulaire) : LTE-M, NB-IoT, 5G RedCap…
- Autres technologies
- Exercice : comparatif entre protocoles
- Réseaux satellitaires : Constellations LEO pour l'IoT
- Introduction à la géolocalisation

Jour 4

Présentation des principales technologies radio IoT (suite) :

- Exercice : comparatif entre protocoles
- Exercice : analyse d'un cas d'usage

Présentation des principaux protocoles applicatifs IoT :

- Panorama des protocoles et applications
- Protocoles de messagerie et de transfert web : API REST, CoAP, MQTT…
- Rôle d'une plateforme IoT

Vision prospective des technologies et protocoles IoT

- Positionnement des technologies LPWAN vs cellulaires vs mesh
- Technologies émergentes

Clôture et tour de table

Créer de la valeur avec l'Internet des objets : pourquoi pas moi ?

A l'heure du tout connecté, une question doit tout de même se poser : quelle est la valeur apportée par mon produit connecté ? Cette formation a pour but de sensibiliser un public qui découvre l'IoT (l'Internet des Objets) et qui souhaite découvrir comment les objets connectés peuvent créer de la valeur.

OBJECTIFS
Découvrir le monde des objets connectés.
Comprendre comment les objets connectés peuvent créer de la valeur pour vos produits et services.

PUBLIC VISE
Toute personne intéressée par les objets connectés.

PREREQUIS
Si formation à distance, un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT
Formateur expert technique dans le domaine, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence si formation à distance. Méthode pédagogique alternant théorie et pratique au travers d'études de cas ou de travaux dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CREER DE LA VALEUR AVEC L'INTERNET DES OBJETS : POURQUOI PAS MOI ?

Tour de table

Les fondamentaux de l'IoT

Objets connectés, de quoi parle t on

Création de valeur, pourquoi

Exemples de services connectés

Mise en pratique

Créer votre service connecté

IIoT

La récupération de données mais pour quoi faire ?

L'IoT Industriel, c'est quoi réellement ?

Comment faire simplement

Conclusion de la journée

Tour de table

Découvrez les évolutions RF, LPWAN, 5G et cybersécurité pour l'IoT

Actualisez vos compétences en connectivité IoT avec cette formation technique dédiée aux évolutions des protocoles radiofréquences. En 2 demi-journées, faites le point sur les nouveautés LPWAN, mesh, cellulaires, satellitaires et Bluetooth/Wi-Fi, et renforcez votre compréhension des enjeux de cybersécurité et de conformité réglementaire. Une mise à jour essentielle pour faire les bons choix technos dans vos futurs projets.

OBJECTIFS
Identifier les principales évolutions technologiques des protocoles de communication sans fil utilisés en IoT.
Comparer les technologies radio en fonction de critères techniques clés.
Comprendre les impacts réglementaires récents sur la conception et l'exploitation de solutions IoT.

PUBLIC VISE
Chefs de projet, Responsables de service, Dirigeants, Développeurs et intégrateurs de solutions IoT.

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique et/ou logiciel embarqué.
Notions de communications sans fil.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison internet.
La formation « Protocoles de communication pour l'IoT : de la RFID à la 5G » constitue une très bonne base, mais n'est pas indispensable pour suivre ce programme.

INTERVENANT
Experte en protocole de communication.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Méthode pédagogique alternant théorie et pratique au travers d'études de cas ou de travaux dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 11 et 12 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 demi-journées - 7h

PRIX
700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DECOUVREZ LES EVOLUTIONS RF, LPWAN, 5G ET CYBERSECURITE POUR L'IOT

Jour 1 (matin) – Panorama & évolutions technologiques

Tour de table

Pourquoi la connectivité reste un enjeu stratégique en IoT

Nouveaux usages et architectures (edge, local, réseaux privés, publics, UNS…)
Positionnement des technologies LPWAN vs cellulaires vs mesh

Bases techniques des technologies de connectivité

Comparatif structuré : portée, consommation, bande passante, infrastructure, complexité, ...
Rappels des principaux protocoles via des exemples de produits récents (capteurs, gateways, modules RF…)
Focus rapide : LoRa, Sigfox, NB-IoT, BLE, WiFi, Zigbee, LTE-M, etc.

Cybersécurité & réglementation

Directive RED : obligations sur les interfaces radio
Cyber Resilience Act (CRA) et RED Delegated Act (RED DA): implications sur la chaîne de conception (matériel, firmware, protocoles RF)
Security by design sur les couches radio (authentification, chiffrement, résistance aux attaques RF)

Panorama des tendances & technologies émergentes

Mesh : Matter, Thread, Wirepas, NeoMesh, LoRa Mesh, WiFi Mesh – quels cas d'usage ?

Atelier : analyse d'un cas d'usage

Réseau Mesh IoT indoor : choix technologiques, dimensionnement, contraintes RF, sécurité

Jour 2 (matin) – Tendances, innovations & cas d'usage

Panorama des tendances & technologies émergentes

Cellulaire : 5G RedCap – nouvelles options pour l'IoT industriel et nomade
Satellitaire : constellations LEO pour l'IoT
Bluetooth : BLE Audio, Channel Sounding
WiFi : Wi-Fi 6/6E/7, HaLow
Lifi : usages industriels émergents
LPWAN nouvelle génération : Mioty, LoRa+, vers plus de robustesse et densité
Ultra Wide Band (UWB) : géolocalisation de précision et sécurisation de proximité
Quantum communication : introduction et perspectives pour la sécurisation des objets

Atelier : analyse d'un cas d'usage

Solution Long Range: comparaison LPWAN vs cellulaire vs satellite

Comparatif global et mise en perspective

Tour de table

Design et mesure RF- Intégration d'une solution radio dans vos systèmes connectés par la pratique

Dans cette formation seront présentées les bonnes pratiques pour embarquer un moyen radio dans votre produit. Vous disposerez de bases techniques solides grâce aux nombreux retours d'expérience, démonstrations et travaux pratiques proposés afin de mieux appréhender les notions présentées. La formation présentera l'ensemble des éléments essentiels à la conception RF d'un produit connecté et les outils nécessaires à sa mise au point.

OBJECTIFS

Maitriser le référentiel radio (propagation, protocoles, réglementation, Sensibilité, ...).
Mettre en œuvre les outils-équipements de mesures radio
Comprendre ce qu'est un bilan de liaison et ce qui influe sur la propagation et les bases des modulations et du filtrage canal
Connaitre les exigences réglementaires en Europe
Comprendre les paramètres influençant la puissance d'émission et la sensibilité de réception
Appréhender les mesures de pré certification RF classiques.

PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception-développement d'un produit intégrant un module ou un ensemble radiofréquence basé sur des composants pré-intégrés (transceivers intégrés ou modules).

PREREQUIS

Avoir des connaissances en électronique analogique.
Avoir des notions sur les systèmes de communication sans fil.

INTERVENANT

Formateur Spécialiste en conception radiofréquence.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES
Du 2 au 4 juin 2026

LIEU
Villefontaine (38)

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
2100 €HT (1500 €HT pour les adhérents CAP'TRONIC

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DESIGN ET MESURE RF - INTEGRATION D'UNE SOLUTION RADIO DANS VOS SYSTEMES CONNECTES PAR LA PRATIQUE

Cette formation alterne les présentations théoriques avec les TP de mesures destinées à illustrer par la pratique les notions exposées.

Jour 1

Tour de table

Les bases de la RF
Propagation et spectre radio
Le tournevis du radio : l'analyseur de spectre

TP1 : Transmission radio en environnement difficile

TP2 : Le « foin radio » qui nous entoure
Solutions techniques radio & architectures
Optimisons les transferts de puissance
DEMO : Lignes de transmission
…et sa clé à molette : l'analyseur de réseau vectoriel

TP3 : Evaluation de divers filtres RF

TP4 : Gain, pertes et adaptation d'un quadripôle RF
Modulations numériques simples et composées

TP 5&6 : Intérêt des modulations numériques
Couche physique, protocole bas niveau et standards en vigueur

Jour 2

Applications & Réglementation – RED
Directive RED, Normes radio & CEM usuelles & points critiques
Comment choisir sa solution radio ?

TP7 : La simplicité et l'intérêt d'un module complet

TP8 : La flexibilité d'une solution intégrée

Règles de Conception d'un émetteur récepteur RF
Cohabitation Multi-Radio vs Electronique associée

TP9&10 : Criticité d'une conformité radio RED
Développement & Intégration CAO PCB

TP11 : Amplificateur de puissance & harmoniques

TP12 : Intérêt d'un préamplificateur faible bruit
Les solutions IoT SubGiga & cellulaires
Amélioration ultime du bilan : l'étalement de spectre

Jour 3

Compléments techniques & antennes
GNSS, WiFi & Bluetooth

TP13 : Impact de l'environnement sur une antenne

TP14 : Mesure de puissance et sensibilité DSSS
Cas particulier des antennes NFC RFID
Modèle et théorie des antennes radio
Intégration des antennes & impact de leur environnement

TP15 : Adaptations, portées et isolations

TP16 : Mesures des puissances et harmoniques rayonnées

Echanges et questions /réponses

Tour de table

Intégration d'antennes dans le monde de l'IoT

Cette formation vous permettra de savoir choisir, intégrer et adapter une antenne suivant les besoins et les contraintes du système communicant et de mieux anticiper les problématiques de performances et d'intégration d'une antenne grâce à la simulation et aux mesures.

OBJECTIFS

Être capable de prendre en compte les paramètres les plus importants pour choisir une antenne ou rédiger un cahier des charges pour faire réaliser une antenne spécifique.
Appréhender les techniques et l'étude des antennes destinées aux produits et objets communicants.
Savoir réaliser des mesures simples sur les antennes.
Savoir concevoir un PCB permettant de valider l'adaptation d'une antenne.
Savoir adapter une antenne grâce à un outil de simulation et la vérifier avec un analyseur de réseaux vectoriel.
Appréhender le compromis entre performances et contraintes d'intégration.

PUBLIC VISE

Électroniciens de conception, intégrateurs de modules radio, enseignants.

PREREQUIS

Bases en électronique et RF.

INTERVENANT

Formateurs expérimentés, Enseignant-Chercheur spécialisé en radio fréquence intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Démonstrations. Travaux pratiques. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance ou en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

A la demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTEGRATION D'ANTENNES DANS LE MONDE DE L'IOT

Tour de table

Jour 1 : Théorie

Théorie sur les radio-fréquences

Propagation des ondes
Abaque de Smith
Adaptation d'impédance
Principe antenne dipolaire
Paramètres d'une antenne (gain directivité, bande passante...)
Différents types d'antennes (PCB, céramique...)
Influence des paramètres extérieurs d'une antenne (milieu de propagation, obstacles...)
Influence de l'environnement proche (boîtier, plan de masse, accessoire...)
Les moyens de caractérisation des antennes : Analyseur vectoriel, chambre Anechoïque
Prise en main de l'abaque de Smith
Bilan de liaison

Jour 2 : Travaux pratiques

Adaptation d'une antenne (logiciel Smith Chart)
Calibrage d'un VNA
Utilisation d'un VNA
Simulation d'une antenne pour objet connecté
Simulation de la propagation en milieu industriel et bilan de liaison
Mesure du diagramme de rayonnement d'une antenne en chambre anéchoïque. Lexique et définitions de base utilisés en communication radiofréquence

Tour de table

Introduction à la conception d'un système radiofréquence

Vous souhaitez acquérir les bases pour développer un produit radiofréquence et vous initier à la conception RF (radiofréquence) d'un produit connecté, alors cette formation vous donnera satisfaction. Le formateur partage son expérience et les bonnes pratiques.

OBJECTIFS

Acquérir les bases en radiofréquences et la méthodologie de conception.
Comprendre les architectures et apprécier les performances des émetteurs/récepteurs RF.
Identifier les protocoles IOT : LoRaWAN, Sigfox, BLE, Zigbee, Z-Wave...

PUBLIC VISE

Personnes débutantes ou qui souhaitent se remettre à niveau en RF et devant concevoir un système/produit communicant /radiofréquence.

PREREQUIS

Connaissances générales en conception de produits/cartes électroniques.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant RF, Formateur expérimenté, intervenant dans des missions de conseil et d'assistance technique aux entreprises.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstrations. Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance ou en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

A la demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A LA CONCEPTION D'UN SYSTEME RADIOFREQUENCE

Tour de table

Introduction à la radio
Les ondes radiofréquence : la notion de dB, les unités en radiofréquence, bilan de liaison (puissance, sensibilité, notion de SNR...), influence de la fréquence, les pertes en espace libre (Formules de FRIIS...), transfert d'énergie et adaptation d'impédance, limitations normatives, modulation analogique/digitale (LoRa, ASK, 4FSK, QAM, FM...), notion d'orthogonalité, étalement de spectre, lignes de transmission (PCB, câbles...),

Architecture
Architecture des émetteurs/récepteurs RF : Simple, hétérodyne...Boucle à verrouillage de phase/PLL
Principaux paramètres des émetteurs/récepteurs RF ; sensibilité, immunité aux interférences, rayonnement non essentiel, intermodulation, bande passante, pureté spectrale...

Les antennes
L'antenne d'un émetteur/récepteur RF : caractéristiques (bande passante, gain, directivité, polarisation…)
Les différents types d'antennes : antennes extérieures, antennes intégrées (invisibles), choix d'une antenne, intégration et optimisation de performances, techniques de miniaturisation et performances, analyse d'une datasheet...

Conception et matériel RF
Les principaux équipements nécessaires pour développer un produit/système RF : l'analyseur de spectre, l'analyseur de réseau (VNA), les logiciels en RF.
Introduction à la conception d'un circuit imprimé RF : lignes de transmission (microstrip, stripline, lignes coplanaires...), substrat (nature et influence), guide et bonne pratique de routage RF, Stack-up d'un PCB RF…
Énergie et durée de vie/Autonomie : énergie et capacité électrique, profil et mesure de consommation, techniques d'optimisation de la consommation, analyse d'une datasheet d'une pile...

Présentation succincte des protocoles IOT
Les principaux protocoles Radio/IOT : modèle OSI, caractéristiques.
Les protocoles non cellulaires : LoRaWAN, Sigfox, ZigBee, Bluetooth, BLE, Wifi…
Les protocoles cellulaires : LTE-M, NB-IOT
Critères de choix d'une technologie radiofréquence : Coût, application, portée, débit, mobilité, standards Vs protocoles propriétaires...

Marquage et certification
Marquage CE d'un produit communiquant : Cadre réglementaire et marquage, démarches générale et processus de certification, la directive RED 2014/53/UE et les exigences essentielles, up-date de la recommandation pour les produits SRD (Short Range Device, ERC 70-03 :12/02/2021), notions techniques (Duty Cycle, classes de récepteurs, LBT, AFA…), normes harmonisées et évolutions (EN 300 220…)

Démonstrations :
Modulation et mise en œuvre d'un analyseur de spectre : Étude des modulations principales utilisées par les protocoles IOT (AM/FM/PM/ASK/FSK/PSK/QAM…) et impact des paramètres de modulation sur les signaux dans le domaine temporel et fréquentiel.
Mise en œuvre d'un analyseur de réseau (VNA) : Mise en œuvre, calibration et méthodologie de mesure d'impédance.
Adaptation d'impédance/Matching : Introduction aux abaques de Smith et méthodologie d'adaptation d'impédance (433MHz/868MHz/2,4GHz)
Antenne et simulation : Simulation d'une antenne patch 2,4GHz avec le logiciel Sonnet
Impédance et ligne de transmission : Dimensionnement des lignes de transmission RF (pistes PCB) à l'aide de l'outil de calcul de KiCad
- Développer un module radio 433/868MHz from scratch, du choix des composants jusqu'à l'industrialisation

Tour de table

Introduction à Mioty®, un standard radio LPWAN robuste pour l'IoT

Cette formation vous permet de connaître les contraintes des radios LPWAN pour l'IoT ainsi que les principes de la radio Mioty® et son architecture système. A l'issue de cette session, vous saurez exploiter les points forts du Mioty® pour son cas d'usage et dimensionner un projet Mioty® connecté.

OBJECTIFS

Connaître les contraintes des radios LPWAN pour l'IoT.
Connaître les principes de la radio Mioty®et son architecture système.
Savoir exploiter les points forts du Mioty® pour son cas d'usage.
Savoir dimensionner un projet Mioty® connecté.

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens impliqués dans le développement de produits connectés.
Ingénieurs et techniciens déployant des systèmes IoT radio.
Responsable du bureau d'études électronique/logiciel.
Responsable marketing désireux de monter en compétence sur la radio.

PREREQUIS

Connaissance de base sur les réseaux et protocoles de communication et sur la radio.
Si formation à distance, un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT

Expert indépendant en réglementation du spectre et standards radios. Membre actif de comités techniques radio au 3GPP, ETSI/ERM, CEPT, AFNOR et ISO.Rapporteur du protocole LTN (norme Mioty®) à l'ETSI.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence si formation à distance. Méthode pédagogique alternant théorie et démonstrations pratiques sur plateforme Mioty®. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance ou en présentiel

DUREE

2 demi-journées – 7h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A MIOTY®, UN STANDARD RADIO LPWAN ROBUSTE POUR L'IoT

Tour de table

Les technos LPWAN pour l'IoT
- une apparente contradiction
- points forts et limites des techno Sigfox et LoRa
- Mioty®, le meilleur des deux mondes ?

Eléments clé de Mioty®
- normes, alliance et licences mioty®
- caractéristiques techniques
- telegram splitting et séquences temps/fréquence
- canaux radio et spectre de mioty®

Architecture d'un réseau Mioty®
- end-point, base station et service center
- répartition des fonctionnalités standardisées
- mode transparent

Format général d'une trame radio et principes de communication
- identifiants, headers, FEC, clés de cryptage
- procédure d'attachement
- échanges uplink et downlink

Taille des messages et occupation radio
- tailles des données, débits radio
- respect des contraintes réglementaires (DC, FH, puissance radio)

Interfaces externes d'un lien radio Mioty®
- commandes AT
- opérations JSON/
- MQTT

Exemples de cas d'usage liés aux avantages du Mioty®
- industrial IoT et fortes interférences
- smart metering/smart building
- health monitoring

Démonstrations vidéo
- émission/réception d'un message Mioty®
- spectre radio et occupation des canaux du Mioty®
- configuration d'une station de base Mioty®

Tour de table

Introduction et Sensibilisation aux plateformes IOT

Les plateformes sont devenues des outils indispensables pour la gestion au quotidien des objets connectés. Face à l'offre pléthorique de plateforme IoT, comment faire le bon choix : fonctions à implémenter, critères de sélection, acteurs… Cette formation vous permettra de vous orienter dans la jungle des plateformes IoT !

OBJECTIFS
Acquérir une bonne vision des différentes technologies qui constituent la réalisation d'un produit IIoT architecture, transport et traitement des données sur plateforme.
Identifier les éléments importants pour choisir et apprécier les offres de plateforme IoT du marché.

PUBLIC VISE
Direction de Projet, Chef de Projet, Consultant, Développeur logiciel, Concepteur électronique en charge d'un projet IoT.

PREREQUIS
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert des systèmes en réseau, sécurité et développements d'applications en réseau, sur systèmes embarqués, IoT, M2M.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION ET SENSIBILISATION AUX PLATEFORMES IOT

Jour 1

Tour de table

Introduction à l'IoT

Introduction générale sur l'IIOT contexte et objectifs
Grand public : Qui sont les acheteurs ? Quels sont les produits les plus vendus ?
Profil des consommateurs grand public,
Segmentation du marché, exemple avec la santé, le transport,
Comment bien débuter dans le monde de l'IoT ? Quelle stratégie adopter ? Quels outils d'ingénierie utiliser ?

Architectures des systèmes

Architecture globale du cyber-système,
Modèle abstrait d'architecture de l'IoT,
Notion d'architecture système,
Architectures classiques : self, home, city, work, commune,
Les architectures verticales et les évolutions,
Les architectures Cloud, Edge, Fog,
Les services cloud comme solution industrielle : LaaS, PaaS, SaaS, Caas, Daas, Baas,
Les solutions Open Source: notion de l'open source, licence, mise en œuvre, communauté,
Les composants d'une plateforme open source, IoT et design pattern.

Le transport des données dans le système IoT

Les flux de communications dans les systèmes,
Organisation des protocoles de communications dans les réseaux,
La convergence des protocoles,
Protocoles standard de transport réseau : 5G/NB-IoT, Wifi Halow, ZigBee, Thread, 6loWPAN, LoRa, Sigfox,
Protocoles de transport de données : REST, MQTT, CoAP, Websocket, XMPP, AMQP, OPCUA,
Les bus de terrain : BacNET, ModBus, KNX, M-Bus,
Les systèmes multi-protocoles,
Tableau comparatif des protocoles.

Jour 2

Interopérabilité des systèmes, notion de M2M

Notion d'interopérabilité des systèmes,
Architecture interopérable,
WoT Thing Description,
Intérêt des systèmes M2M,
Apport du M2M pour l'interopérabilité,
Les standards M2M en Europe, USA, Asiatique,
Critère de choix pour une plateforme M2M,
Présentation du standard ETSI, projet Européen,
M2M légers pour l'Embarqué – OPC UA,
Impact des standards M2M sur l'électronique et le logiciel.

Choisir une plateforme IoT :

Présentation d'un panorama des outils open source modulables proposés par le marché
Comparatif et critères de choix
Les développements spécifiques à prévoir pour répondre à un besoin spécifique
Les différents offreurs d'hébergement et préparation de la partie cloud

Démonstrations d'une plateforme « Thingsboard »:

Présentation de l'architecture du système « Thingsboard » avec ces deux volets front-END et back-END :

- Bloc fonctionnel du système,
- Interface d'administration,
- Modèle d'architecture de la plateforme.

Scénario de mise en œuvre pratique qui permet de découvrir les éléments suivants dans la plateforme Thingsboard :

Présentation du principe du « Tenant »
Présentation du principe des « Assets »
Répartition des rôles d'administration et de la sécurité
Configuration générale de la plateforme (mail, sms …)
Création des users et attributions à un asset
Sécurisation de la plateforme (certificat, HTTPS, MQTT)

Tour de table

La 5G pour l'IoT industriel

Cette formation de 4 modules présente les généralités de la technologie 5G, l'interface radio, la propagation et les antennes (côté station de base et côté utilisateurs), les modules et puces existantes et adaptées à des cas d'usage de type IoT industriel, ainsi que des illustrations par simulations de cas d'usage.

OBJECTIFS
Découvrir le protocole radiofréquence 5G.
Comprendre la technologie de propagation et le fonctionnement des antennes.
Identifier l'offre 5G appliquée à l'IoT industriel.

PUBLIC VISE
Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés.

PREREQUIS
Les stagiaires devront disposer d'une expérience minimum en développement électronique et radiofréquence.

INTERVENANT
Ingénieur télécom, chercheur en radiofréquence expérimenté
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique – Etudes de cas et démonstrations / simulations.
Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LA 5G POUR L'IOT INDUSTRIEL

Jour 1

Tour de table

Généralités sur la technologie 5G

Rappels de la 4G
Enjeux et applications de la 5G
Indicateurs de performances clés de la 5G : débit de données, efficacité spectrale, mobilité, temps de latence, densité de connexion, capacité de trafic, efficacité énergétique
Standardisation
Infrastructure réseau & services 5G

Interface radio 5G

Bandes de fréquences
Formes d'onde 5G et paramètres associés
Structure des trames 5G : modulations, Blocs de ressources physiques PRB…
QoS : Estimation de débits…
Mise en application sur un cas d'étude

Jour 2

Propagation & antennes

Propagation : généralités, mécanismes, indoor, outdoor, modèles de canaux, …
Réseaux d'antennes
Systèmes MIMO
Formation de faisceau (beamforming)

La 5G appliquée à l'IoT industriel

Puces, modules, radios logicielles disponibles sur le marché : état de l'art, benchmark, avantages/inconvénients, coût, qu'est-ce qu'on peut faire avec ?
Règles de design / report de puces 5G sur PCB
Simulation de systèmes antennaires de station de base et/ou relais et sur les User Equipements (CST MWS)
Simulation de la QoS de liens radio 5G NR en contexte IoT (logiciel de propagation interne développé par CISTEME - WIPS3D + post-traitements Matlab/Octave)

Tour de table

LoRaWAN : de l'objet connecté à l'application

Dans un monde de plus en plus connecté, comprendre les technologies de communication longue portée à faible consommation est essentiel. Cette formation vous plonge dans l'univers du LoRa et du protocole LoRaWAN, pour apprendre à concevoir, configurer et exploiter un réseau IoT performant. En deux jours, alliez théorie et pratique pour bâtir votre propre solution LoRaWAN, de l'objet au traitement des données.

OBJECTIFS

Comprendre le protocole de communication radiofréquence LoRa.
S'exercer par la pratique à la mise en œuvre d'un protocole LoRaWAN exploitant un réseau existant.
Créer son propre réseau - application LoRaWAN.

PUBLIC VISE

Ingénieurs ou Techniciens embarqué impliqués dans le développement de produits connectés

PREREQUIS

Expérience minimale en développement en langage C/C++ (ou Python).
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur en DataScience spécialisé en IA, avec une solide expérience en conception et développement de systèmes électroniques et logiciels embarqués.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours détaillé et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LORAWAN : DE L'OBJET CONNECTE A L'APPLICATION

Jour 1

Tour de table
Introduction à LoRaWAN : Attentes, cas d'usage industriels

LoRa et LoRaWAN
Comprendre la modulation LoRa et le protocole LoRaWAN
Avantages et limites face aux autres technologies LPWAN (Sigfox, NB-IoT, LTE-M)

Architecture d'un réseau LoRaWAN
Composants : objets connectés, passerelles, serveur réseau, applications
Différences entre réseaux opérateurs et réseaux privés
Classes d'objets et modes d'activation

Pratique guidée
Mise en service d'un premier objet connecté LoRaWAN
Activation d'un objet, clés de sécurité, notions de chiffrement
Configuration et premières transmissions messages uplink/downlink

Exploration des aspects techniques
Présentation d'un réseau LoRaWAN communautaire
Gestion d'une passerelle et d'applications
Notions de multi-applications et multi-capteurs

Analyse des trames LoRaWAN
Structure des trames : entêtes, compteurs, payload

Questions / bilan J1

Jour 2

Analyse des trames LoRaWAN
Décodage, formatage et optimisation du payload
Impact des paramètres radio (SF, ADR, puissance, SNR, link budget, ...)

Exemples d'intégration industrielle
Exploiter les données via protocoles standard (MQTT, HTTP, ...)
Illustration de flux de traitement : collecte → stockage → visualisation

Chaîne de valorisation de la donnée
Illustration avec outils type tableaux de bord, supervision, monitoring (stack TIG : collecte / base de données / dashboard)
Intégration possible avec des applications métier (API, supervision, maintenance prédictive)

LoRaWAN privé (notions avancées)
Panorama des solutions pour mettre en place un réseau privé
Illustration d'architectures (serveur local, passerelle intelligente, types de conteneurs, ...)
Présentation des avantages / contraintes par rapport aux réseaux opérateurs
Perspectives et discussion : cybersécurité, IA embarquée, exploitation avancée des données

Clôture
Questions / réponses

Tour de table final

INFORMATIONS IMPORTANTES

Il est important de souligner que les gateways ne sont pas incluses dans le kit de formation.
Pour une expérience optimale, nous recommandons aux participants de prendre en compte les deux options :
- Être situé dans une zone de réception LoRaWAN pour pouvoir utiliser les équipements disponibles localement
- Acquérir une gateway LoRaWAN afin de bénéficier d'une connectivité étendue et d'une plus grande flexibilité lors des travaux pratiques

A noter que disposer d'une gateway facilitera l'exploration et la mise en œuvre complète des fonctionnalités du LoRaWAN lors des activités pratiques de la formation. Nous pouvons vous conseiller sur l'achat si nécessaire.

Mise en œuvre de Bluetooth Low Energy

Au cœur de l'IoT et de votre smartphone, BLE (Bluetooth Low Energy) est une des technologies de connectivité, une norme de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à courte distance. Cette formation vous permettra de comprendre et mettre en œuvre le fonctionnement de BLE et ses évolutions les plus récentes afin de l'intégrer efficacement dans vos produits.
Kit offert pour les travaux pratiques !

OBJECTIFS
Comprendre le protocole de communication radiofréquence Bluetooth Low Energy.
S'exercer par la pratique à la mise en œuvre d'une liaison radio BLE
Découvrir les évolutions des versions 5.0 et 5.2.

PUBLIC VISE
Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés et débutant zn Bluetooth.

PREREQUIS
Les stagiaires devront disposer d'une expérience minimum en développement en langage C.
Disposer d'un PC avec droits d'administrateurs.

INTERVENANT
Spécialiste en conception Radiofréquence, 15 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique - Démonstration et travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MISE EN ŒUVRE BLUETOOTH LOW ENERGY

Tour de table

Jour 1

Introduction

Rappel BLE vs Bluetooth
Overview BLE
Présentation PHY BLE
Link Layer
GAP (Topologie & Timing) : Topologie, timing et consommation associée
Choix d'une antenne
L'Advertising : Contenu, connexion, impact consommation et vitesse de connexion (GAP)

Le protocole, les profils :

L2CAP & ATT
GATT (profile, service, caractéristique) – enregistrements disponibles et cas d'usage
Notion de sécurité en BLE
Qualification auprès de Bluetooth.org
Spécificités du BLE 5.0, 5.1 et 5.2
Synthèse : Bonnes pratiques, pièges à éviter et règles/préconisations.

Jour 2

Mise en œuvre de BLE

TP basée sur un chip Nordic Semiconductor (NRF 52832) sur carte d'évaluation. Environnement de programmation Segger studio.
TP : Différents exemples sur carte d'évaluation (programmation C), connexion au smartphone, transfert de données.
TP : Connexion slave – master
TP et Démonstration sur la partie OTA.
Synthèse et Q/R

Tour de table

Protocole LIN, couche physique, Base de données et analyse

Cette formation a pour but de faire une introduction théorique et pratique au protocole LIN. Les points suivants seront détaillés : l'échange d'informations et la couche physique.

OBJECTIFS
Présenter le protocole LIN et sa couche physique ;
Utiliser un outil pour analyser ce protocole.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens, chefs de projet souhaitant un premier niveau de connaissance du bus LIN.

PREREQUIS
Notions de base en électronique.
Notions basiques des réseaux.
Un PC, pour Installation d'un logiciel d'analyse, avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis pour du distanciel.

INTERVENANT
Ingénieure électronique, formatrice sur les protocoles réseaux et outils pour l'analyse, la simulation, le test des systèmes. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours, outil d'analyse LIN. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence ou d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
1 jour– 7H

PRIX
Sur demande

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE PROTOCOLE LIN, COUCHE PHYSIQUE, BASE DE DONNEES ET ANALYSE

Jour 1

Tour de table

Introduction
L'électronique dans les véhicules, motivation pour les bus séries
Systèmes Bus séries et leur domaine d'application dans les véhicules
Intérêt du LIN, sa position par rapport aux autres protocoles

Couche Physique LIN
LIN hardware interface (LIN UART, LIN-Controller),
LIN transceiver,
Echantillonnage et niveaux de tension

Les Notions Fondamentales du Protocole LIN
Propriétés du Protocole LIN
Architecture d'un réseau LIN, principe de communication
Synchronisation et divers champs de la trame LIN
Différents types de messages
Temps du message LIN « slots time » et ordonnancements

LIN Network Configuration (Diag LIN)
Concept de « LIN slave diagnostics »,
Structure de trame diagnostic
Concept de « LIN slave configuration »
Exercices

Base de données LIN et Analyse
LIN Description Langage, Norme
Base de données : LIN Description File (LDF, NCF)
LDF Explorer : nœuds LIN, trames, signaux, tables de séquencement
Analyse de Trames LIN

Tour de table

Protocole UDS ISO 14229, Protocole de Transport ISOTP et Analyse- Protocole ETHERNET Automotive SOMEIP et DoIP

Cette formation a pour but de faire une introduction théorique et pratique au protocole UDS. Les points suivants seront détaillés : Les services UDS et la couche de Transport.!

OBJECTIFS
Présenter le protocole UDS et de transport ;
Apprendre à utiliser un outil pour analyser ces protocoles.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens, chefs de projet souhaitant un premier niveau de connaissance du protocole UDS.

PREREQUIS
Notions de base en électronique.
Notions basiques des réseaux.
Un PC, pour Installation d'un logiciel d'analyse, avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis pour du distanciel.

INTERVENANT
Ingénieure électronique, formatrice sur les protocoles réseaux et outils pour l'analyse, la simulation, le test des systèmes.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours, outil d'analyse. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence ou d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
2 jours modulaires– 14H

PRIX
Sur demande

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

PROTOCOLE UDS ISO 14229, PROTOCOLE DE TRANSPORT ISOTP ET ANALYSE - PROTOCOLE ETHERNET AUTOMOTIVE SOMEIP ET DOIP

Jour 1

Tour de table

Diagnostic dans les véhicules

Motivation et nécessité du diagnostic

Cas d'utilisation

Protocole UDS on CAN/J1939

Principes de base du diagnostic et Normes

Concept DID, lecture/écriture de données par identifiant

Divers services UDS : Contrôle I/O, contrôle de routine, Session, EcuReset, Accès sécurisé….

Programmation (Flash)

Concept de la couche de transport (ISO TP)

Diagnostic physique et fonctionnel

Normalisation des Timing UDS

UDS pour J1939 dans les industries du transport routier,

Cas J1939: Broadcast Announce Message (BAM) et Connection Mode Data Transfer (CMDT)

Jour 2

Mémoire de Défaut

Services pour la lecture de la mémoire de défaut (0x19), les sous fonctions associées et Status Byte

Structure du DTC et Notion de Snapshot

Remonter tous les DTC (0x19 02)

Remonter Snapshot Record pour un DTC Donné (0x19 04)

Base de données Diagnostic et Analyse

Diagnostic avec le fichier ODX,

Envoie de Requêtes de Diagnostic et Analyse des réponses avec un outil d'analyse

Test des divers services de la « Fault memory » ….

Tour de table

Réglementations des fréquences radio pour l'IoT : Disponibilités et contraintes

Les technologies radio pour l'IoT sont nombreuses et variées. Elles utilisent toutes des bandes de fréquences radio dont les contraintes réglementaires influencent le résultat final. La formation proposée présente les possibilités et les contraintes des réglementations des fréquences radio pour choisir en conséquence la technologie radio de son IoT en fonction de l'usage.

OBJECTIFS

Connaître les principes de la réglementation spectrale en Europe et ailleurs
Connaître les possibilités réglementaires des fréquences radio de l'IoT
Savoir déterminer la(les) bande(s) de fréquence radio adaptée(s) à son IoT

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens impliqués dans le développement de produits connectés ou déployant des systèmes IoT radio. Responsable du bureau d'études électronique/logiciel ou du marketing désireux de monter en compétence sur la radio.

PREREQUIS

La formation utilise une approche top-down qui ne nécessite pas de connaissances pointues en radio. Les quelques notions de base utilisées (puissance en dBm, bilan de liaison, gain d'antenne, latence) seront rappelées.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert indépendant en réglementation du spectre et standards radios. Membre actif de comités techniques radio au 3GPP, ETSI/ERM, CEPT, AFNOR et ISO. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
1 jour – 7h00

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

REGLEMENTATIONS DES FREQUENCES RADIO POUR L'IOT : DISPONIBILITES ET CONTRAINTES

Tour de table

Principes de la réglementation du spectre radio

Spectre radio à licence d'utilisation

Spectre radio à autorisation générale

Mécanismes de partage du spectre DC, FH, LBT ; conséquences sur l'usage

Différences de réglementation entre les régions du monde

Classification spectrale des technologies radio IoT et usages préférentiels :

- IoT cellulaire
- LPWAN sub-gigahertz
- WLAN pour l'IoT
- IoT satellitaire
- IoT temps-réel

Bonnes pratiques et exemples pour les fréquences de son IoT national, européen, transcontinental

- Conteneurs connectés
- Reusable Industrial Packaging
- Industrie 4.0
- Villes intelligentes

Tour de table

Ultra Wide Band : Maîtriser le transfert de données sans fil et la géolocalisation UWB

Cette formation est dédiée à l'exploration des technologies UWB (Ultra WideBand) et des protocoles de ranging. Pendant trois jours d'apprentissage intensif, vous découvrirez les principes fondamentaux de l'UWB, identifierez les algorithmes de localisation et vous exercerez en situation réelle sur une plateforme dédiée.

OBJECTIFS

Découvrir les principes de l'UWB et le protocole de ranging
Identifier les algorithmes de localisation.
S'exercer en contexte réel sur la plateforme UWB mise à disposition.
Mise en évidence des perturbateurs et des impacts sur les performances.

PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs concepteurs / développeurs et intégrateurs de solutions de communication sans fil.

PREREQUIS

Connaissances de base en électronique et/ou logiciel embarqué.
Notions de communications sans fil.

INTERVENANT

Enseignant à l'IUT et chercheur à l'IRIT, expert en réseau de communication et protocoles sans fil pour les réseaux de capteurs sans fil et l'IoT.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Démonstration et Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuille de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

DATES
Du 28 au 30 septembre 2026

LIEU
Toulouse Blagnac (31)

DUREE
2,5 jours – 17h30

PRIX
1750 € HT (1250 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ULTRA WIDE BAND : MAITRISER LE TRANSFERT DE DONNEES SANS FIL ET LA GEOLOCALISATION UWB

Jour 1

Tour de table
Présentation de la formation

Les bases des réseaux sans-fil
- Caractéristiques spécifiques des communications sans fil
- Modulations, fréquences, canaux
- Erreurs de transmission
- Méthodes d'accès
- Terminal caché

Les réseaux sans fil UWB
- Principes de l'UWB
- Spécificités de l'UWB par rapport aux autres technologies de réseaux sans-fil
  - Grandes différences, CDMA
  - Modulations HRP-UWB et LRP-UWB
  - Réponse impulsionnelle du canal
  - Détection des multi-trajets et robustesse (MD)
  - Systèmes multi-antennaires, angle d'arrivée, différence de phase
- Aspects de normalisation : IEEE 802.15.4, 15.4z
- Inputs vers les documents de réglementation et marquage CE

Jour 2

Introduction aux protocoles de ranging
- Principes de l'estampillage temporel (MD)
- Protocoles de ranging dans la littérature
- Caractéristiques et critères de choix
- Perturbateurs de ranging
- Sécurisation du processus de ranging
- Impact énergétique des protocoles de ranging
- Conclusion et perspectives

Les protocoles de ranging en action
- Démonstration et comparaison de plusieurs protocoles de ranging
- Comparaison indicative UWB et BLE
- Évaluation et visualisation de l'erreur de ranging résiduelle
- Mise en évidence des perturbateurs et impact sur les performances : désynchronisation, obstacles, rebonds..

Les algorithmes de localisation
- Cartographie des approches algorithmiques
- Types de données en entrée des algorithmes
- Critères de sélection: complexité vs simplicité, architecture centralisée vs distribuée, caractère embarquable...
- Minimisation de l'erreur de localisation
- Conclusion et perspectives

Les algorithmes de localisation en action
- Démonstration et comparaison de plusieurs algorithmes
- Mise en évidence de l'erreur de localisation
- Mise en évidence des perturbations

Jour 3

TP1 : Prise en main de la plateforme et communications UWB
- Prise en main guidée de la plateforme LocURa4IoT
- Mise en œuvre des nœuds
- Réalisation de communications UWB
- Démonstration d'un protocole

TP2 : Du ranging à la localisation
- Mise en œuvre de protocoles de ranging en contexte réel
- Connexion à des algorithmes de localisation
- Quantification des erreurs de ranging et de localisation

Conclusion de la formation et feedback
Tour de table

Anticipez l'obsolescence, pérennisez vos équipements électroniques !

La durée de vie fonctionnelle des équipements électroniques, souvent supérieure à 10 ans entre en conflit avec celle des composants, souvent plus courte en raison des progrès de la technologie des semiconducteurs des fabricants. La gestion du risque d'obsolescence pour pérenniser la production de votre produit est devenue un levier stratégique de compétitivité. Cette formation vous propose des outils concrets pour anticiper, détecter et traiter l'obsolescence des composants électroniques. Sécurisez vos projets, maîtrisez vos risques et assurez la durabilité de vos systèmes embarqués et équipements.

OBJECTIFS

Appréhender les principes fondamentaux du management de l'obsolescence.
Apprendre à mettre en application au sein de l'entreprise, en fonction des produits et des organisations.
Savoir gérer les conséquences de l'obsolescence et de la pénurie temporaire ou définitive des composants électroniques (stockage, recours au réseau non-franchisé pour l'approvisionnement, nouvelle conception).

PUBLIC VISE

Chefs de projets, Techniciens, Designers et Ingénieurs concepteurs d'équipements et de systèmes embarqués électroniques, Acheteurs, Responsables et Correspondants qualité,

PREREQUIS

Connaissances de base en électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil et formation spécialisation achat et supply chain, plus de 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etudes de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES
Les 20 et 21 octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
2 jours – 14 h

PRIX
1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ANTICIPEZ L'OBSOLESCENCE, PERENNISEZ VOS EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES !

Jour 1

Tour de table

Introduction

Présentation de la formation, tour de table
Autoévaluation de votre management de l'obsolescence via le guide « Prévention, Détection et Traitement »

Risques pour l'entreprise liés à l'absence de management de l'obsolescence

Impact financier
Contrefaçon
Impact juridique
Impact qualité

Principes du management de l'obsolescence

Traiter

ETUDE DE CAS n°1

Eventail des solutions de traitement de l'obsolescence
- Validation d'une solution de remplacement (équivalente ou proche)
- Approvisionnement sur réseau non franchisé et stockage
- Reconception (partielle ou complète)

Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie TRAITER, échanges participatifs

Détecter

ETUDE DE CAS n°2

Evaluation des risques (criticité et probabilité)
Plan de management des obsolescences
Mise en place d'un processus et d'indicateurs (Statut obsolescence, …)
Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie DETECTER, échanges participatifs

Jour 2

Prévenir

Différents canaux de vente des composants électroniques
Pérennité des systèmes et équipements, cycle de vie, …
Contraintes environnementales (RoHS, REACH, …) et réglementaires (exportation, …)
Documents de référence
Mise en place d'indicateur (Pérennité, …)
Analyse globale des réponses des stagiaires sur la partie PREVENIR, échanges participatifs

ETUDE DE CAS n°3

Plan d'action individuel
L'objectif est que chaque stagiaire ressorte avec un plan d'actions prioritaires à déployer dans sa propre entreprise, avec des notions de coût, de besoin en termes de ressources, de temps de déploiement, d'objectifs d'organisation à mettre en œuvre (travailler en mode projet).

Conclusion / questions diverses

Tour de table

Atelier 2 TONNES®

Pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris sur le climat, l'objectif individuel est d'émettre moins de 2 tonnes équivalent CO2 par personne en 2050. L'atelier 2tonnes® est un atelier immersif qui propose de mesurer et de mettre en place des actions concrètes à l'échelle individuelle et collective pour réduire son empreinte carbone en tant que citoyen et professionnel.
L'objectif pour les entreprises industrielles est d'augmenter le pouvoir d'agir de vos équipes, sur la transition écologique... et sur vos produits !

OBJECTIFS
Réaliser son empreinte carbone personnelle
Identifier quelques repères : enjeux, impact
Comprendre certains leviers d'actions afin d'agir pour le climat

PUBLIC VISE
Toute personne souhaitant connaître les leviers d'actions pour diminuer son empreinte carbone. Responsable Qualité, Environnement ou RSE.

PREREQUIS
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur conseil CAP'TRONIC en charge de l'éco-conception et de l'ACV, animatrice pro de l'Atelier 2Tonnes®.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de simulation de l'évolution de l'empreinte carbone
Jeu pédagogique
Intelligence collective

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel ou à distance.

DUREE
1 demi-journée – 3h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ATELIER 2 TONNES

En amont de la formation, les participants sont invités à documenter leur empreinte carbone personnelle sur l'outil de simulation 2 tonnes® (durée environ 15 minutes)

Jour 1

Tour de table

1) **Quizz autour des enjeux de la transition**

2) **Introduction & règles du jeu**

3) **À partir des empreintes carbones des participants, chacun choisit les leviers individuels et collectifs les plus pertinents pour réduire les impacts par thèmes :**
   - Les enjeux de mobilité et des transports.
   - Les enjeux de conception, écoconception : fabriquer de manière responsable, durables, réparables et recyclables.
   - Les enjeux énergétiques (faible consommation et utilisation des énergie renouvelable)
   - Les enjeux du logement, des infrastructures et de l'industrie.
   - Les enjeux de l'alimentation et de l'agriculture

4) **Debriefing des apprentissages de la simulation et synthèse**

Tour de table

Brasage manuel

Cette formation est essentiellement axée sur la pratique en atelier sur le matériel et composants en intra sur site. Les explications théoriques viennent compléter les manipulations, permettant ainsi une meilleure compréhension des divers procédés et des raisons qui ont poussé à les utiliser. Le découpage proposé ci-après peut être légèrement modifié selon les besoins.

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances et les techniques nécessaires pour un brasage réussi,
S'initier aux propriétés fondamentales, mise en œuvre pour le brasage de composants, câbles, dans les procédés de fabrication d'équipements électroniques,
S'initier au brasage manuel des composants traversants et CMS y compris pour la réparation,
Maîtriser les gestes de base et les répéter,
Être capable de reconnaitre la conformité de l'assemblage réalisé.

PUBLIC VISE

Câbleurs, retoucheurs, contrôleurs et techniciens de production, du services méthodes désirant compléter et/ou actualiser leurs connaissances du brasage manuel, étant amené à braser un composant CMS au fer à souder.

PREREQUIS

Pas de prérequis.

INTERVENANT

Formateur/Expert de l'assemblage et des soudures.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Etude de cas et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence
.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

BRASAGE MANUEL

Tour de table

Notions fondamentales :

Présentation du module

Objectifs
Document de référence
Principaux risques associés au brasage
Risques pour les personnes
Risques pour les produits

Le brasage

Définitions
Brasage ou soudage ?
Brasage tendre / brasage fort
Résultat attendu sur une carte électronique

Les principaux phénomènes physiques

Mouillage
Capillarité
Dissolution
Diffusion
Intermétallique
Impact de l'azote dans le process

Notion de conduction Thermique

Résumé

Les alliages

Définition
Les principaux alliages utilisés en électronique
Caractéristiques significatives

Les flux

Le rôle du flux
Les principaux types de flux

Les principales techniques de brasage

Brasage au fer
Composants traversants
Composants C.M.S
Brasage par convection
Brasage en phase vapeur
Brasage à la vague
Brasage à la vague sélective

Brasage des composants traversants

Présentation du module

Objectifs
Document de référence
Modules de formation associés

Le brasage des composants traversants

Objectif visé pour les classes 1, 2, 3 IPC-A-610
Choix de la panne
Technologie de la panne
Taille de la panne
Choix du fil
Choix de la température
Entretien du fer
Réaliser une brasure sur différents types de composants – Les bons gestes
Cas difficiles
Nettoyage manuel des résidus
Apport supplémentaire de flux
Reprise d'une brasure non conforme

Résume

Les composants montés en surface (C.M.S.) :

Présentation du module

Objectifs
Document de référence
Modules de formation associés

Le brasage des composants traversants

Objectif visé pour les classes 1, 2, 3 IPC-A-610
Choix de la panne
Technologie de la panne
Taille de la panne
Choix du fil
Choix de la température
Entretien du fer
Réaliser une brasure sur différents types de composants – Les bons gestes
Cas difficiles
Nettoyage manuel des résidus
Apport supplémentaire de flux
Reprise d'une brasure non conforme

Résume

Travaux pratiques inclus :

Exercices de retouche sur cartes réelles issues de la production :

Changement de composants traversants
Sélection des techniques appropriées
Contrôle après intervention suivant critères IPC classe 3 - 2

Exercices de retouche sur cartes issues de productions (suite des exercices):

Retouches et reprises à effectuer suivant fiche de travail
Changement de composants traversants
Contrôles après interventions

Tour de table

Comment faire du routage dans les règles de l'art

En électronique, la CAO ou routage de cartes pour la conception d'un circuit imprimé dit PCB (Printed Circuit Board) sur lequel seront brasés les composants est une étape essentielle. Avec la miniaturisation, le nombre de pistes augmente tout comme le nombre de composants. Cette formation vous présente des conseils et une méthodologie pour réaliser un schéma bien pensé pour un routage réussi de vos cartes électroniques. Les travaux pratiques permettent de répondre aux questions : comment aborder un routage de carte ? quels points vérifier avant, pendant et après le routage pour permettre à l'EMS une fabrication de qualité ?

OBJECTIFS
Acquérir une méthodologie pour réaliser un bon schéma de routage de carte électronique.
Avoir les bases métier pour réaliser un schéma et réussir le routage.

PUBLIC VISE
Techniciens débutant en conception électronique en charge de réaliser le schéma et le routage de cartes électroniques.
Les participants devront connaitre au minimum un outil CAO.
Cette formation n'a pas pour objectif de former sur un outil spécifique de CAO.

PREREQUIS
Connaissances en conception électronique.
Connaissances d'outils CAO de routage tels que CAD STAR ou ALTIUM ou KICAD.
Les participants devront apporter leur ordinateur et un outil de routage fonctionnel, à défaut KICAD sera utilisé.

INTERVENANT
Experts en routage de cartes électroniques, spécialistes de la CAO - Implantation et routage de cartes électroniques depuis 30 ans.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours - Etudes de cas – Travaux Pratiques
Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Du 7 au 9 juillet 2026

LIEU
Labège (31)

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
2100 € HT (1500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

COMMENT FAIRE DU ROUTAGE DANS LES REGLES DE L'ART

Jour 1

Tour de table

La conception des PCB : la préparation, les jalons, les règles, les outils logiciels

Réflexion sur la réalisation et la fabrication d'une carte :
- Etude du cahier des charges
- Prise en compte des contraintes mécaniques
- Prise en compte de la classe de fabrication
- Choix des sous-traitants : fabricants PCB, EMS

TP de mise en pratique choix techno et simulation Devis

Jour 2

La définition du stackup (nombre de couches, largeur, épaisseur des pistes)

Les fonctions et les performances des logiciels de routage

Les bonnes pratiques du schéma :
- La saisie de schéma

Les bonnes pratiques du routage :
- Le placement des composants
- La vérification de la mécanique
- La prise en compte de la thermique

TPs de mise en pratique de ces préconisations à partir d'exemples de schémas et PCB de circuits électroniques

Jour 3

Préconisations sur la prise en compte de la CEM et du filtrage

La vérification de l'impédance contrôlée et du high speed
- Le routage de paires différentielles et impédances contrôlées

La vérification du routage réalisé et de la fabricabilité

La génération et la vérification des fichiers batch process : Gerbers, 3D et 2D

L'optimisation du coût de fabrication

TPs de mise en pratique de ces préconisations à partir d'exemples de schémas et PCB de circuits électroniques

Tour de table

Comprendre les contraintes de l'industrialisation pour réussir la conception de vos cartes électroniques

Démarrer un projet électronique nécessite de prendre quelques précautions. En effet, la conception d'un produit électronique comporte des contraintes pour être industrialisable, des exigences normatives et règlementaires pour être certifiable, ainsi que des notions d'obsolescence ou de disponibilité des composants à prendre en compte très en amont. C'est toute cette phase amont de préparation que cette formation vous permettra d'aborder.

OBJECTIF

Comprendre et prendre en compte les contraintes liées à l'industrialisation dès la conception d'un produit électronique.
Avoir une vue d'ensemble des principales exigences dans la conception et fabrication d'une carte électronique.
Acquérir les bonnes pratiques de conception pour l'industrialisation.
Comprendre les contraintes de chaque étape du développement produit et savoir dialoguer avec les experts métiers.
Identifier les risques liés aux choix technologiques, matériels et process.

PUBLIC VISE

NIVEAU DEBUTANT. Techniciens et ingénieurs débutants de bureau d'études électronique, techniciens et ingénieurs débutants dont la mission est de concevoir et développer des produits électroniques industrialisables, électroniciens sans expérience en industrialisation voulant développer un produit électronique, aux chefs de projet et responsables de bureau d'étude.

PREREQUIS

Connaissances générales en électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert conception et industrialisation électronique.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 17 au 19 novembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 demi-journées – 10,5 h

PRIX

1050€ HT (820 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

COMPRENDRE LES CONTRAINTES DE L'INDUSTRIALISATION POUR REUSSIR LA CONCEPTION DE VOS CARTES ELECTRONIQUE

Jour 1

Introduction et tour de table

Introduction

- Intérêt d'une bonne conception
- Notions DFX
- Grandes étapes du développement électronique : de la conception à l'industrialisation

Visite virtuelle de la ligne de production de cartes électroniques

Industrialisation

- Dossier technique
- Processus de production série :
  - Préparation et mise en œuvre
  - Fabrication (sérigraphie, jetting, Pick & place, refusion, vague, reprise manuelle)
  - Test et contrôle (SPI, AOI, AXI, ICT, FCT)

Jour 2

- Processus de production série (suite)
- Certifications et normes en vigueur : RoHS, MSL, ESD
- Ventilation des coûts de fabrication

Encapsulation, résinage, tropicalisation

- Les vernis
- Les résines

Comment choisir ses composants

- Criticité des différents types de boîtiers : traversants et CMS
- Obsolescence des composants / pérennité
- L'encapsulation des composants
- Les familles de connecteurs

Jour 3

Comment choisir son PCB

- Les différents types de carte électronique : simple ou double face, rigide, souple, multicouches, flex-rigide…
- Les principaux matériaux (substrats) et leurs applications
- Les contraintes mécaniques liées aux outils de découpe des cartes électroniques
- Les PCB spéciaux et innovants

Adaptation aux contraintes CEM

Intégration mécanique dans les produits

Clôture et tour de table

Conception des circuits imprimés (PCB) pour les assemblages électroniques Normes IPC2221, IPC2222, IPC 7351, IPC2612, IPC4761

Cette formation offre une approche complète de la conception de circuits imprimés selon les normes IPC. Elle permet de comprendre les contraintes de fabrication, d'intégrer les bonnes pratiques DFM/DFA/DFT, et de concevoir des PCB fiables, testables et optimisés pour la production.

OBJECTIFS
Identifier et comprendre le process de fabrication des PCB et les contraintes associées.
Appréhender les normes IPC de conception pour viser la qualité.
Comprendre les concepts de DFM (Design for Manufacturing), DFA (Design for Assembly) et DFT (Design for Test) pour maitriser les coûts de fabrication des cartes électroniques en production.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs concepteurs et technologues hardware, les routeurs, opérateurs CAO, les responsables industriels, assurance qualité fournisseurs et les acheteurs de PCB.

PREREQUIS
Avoir une première expérience dans l'une des professions qui concernent la conception ou la réalisation de circuits imprimés, ou encore l'assemblage, l'industrialisation, la qualité ou l'achat de cartes électroniques dites « PCB ».

INTERVENANT
Expert routage (CID+), Chef de projet CAO électronique et référent IPC. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Du 22 au 24 septembre 2026

LIEU
Montpellier (34)

DUREE
3 jours - 21 h

PRIX
2100 € HT (1500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEPTION DES CIRCUITS IMPRIMES (PCB) POUR LES ASSEMBLAGES ELECTRONIQUES NORMES IPC2221, IPC2222, IPC 7351, IPC2612, IPC4761

Jour 1

Tour de table

Introduction

Historique IPC et PCB, arborescence des standards. Présence des standards du bureau d'étude jusqu'à l'assemblage des composants

Fabrication d'un circuit imprimé classique

Notion de matière (IPC 4101 et 4103) de résine et de renfort
Paramètre : Tg, Z-axis CTE, Td, Time to Delaminate, Loss tangent
Fabrication d'un feuillard de cuivre électrodéposé
Classification des types de circuits – IPC2221
DFM, DFT, DFA
Réalisation d'un PCB double face
Pressage d'un multicouche, terminaison de l'empilage en « feuillard », ou en « stratifié »
Importance de l'équilibrage des couches – IPC2222
Épaisseur de cuivre avant et après gravure selon l'IPC-6012
Vernis épargne, différentes classes, différents type, épaisseurs selon l'IPC-SM-840
Encre de sérigraphie : différents types selon IPC-4781
Classe de performance d'un circuit imprimé et/ou d'un circuit fini – IPC2221
Niveau de productibilité d'un circuit – IPC2221
Tolérance sur l'empilage d'un PCB selon l'IPC2222
Distance minimum entre la surface conductrice et le bord d'un circuit imprimé, ou d'un trou non métallisé selon l'IPC2221/IPC2222
Distance minimum entre conducteurs en fonction des paramètres de fabrication et fonctionnement (attention, cela ne présage pas de la capabilité du fabricant) selon l'IPC2222
Mire de placement CMS, taille selon l'IPC2222

Jour 2

Création des empreintes de composant selon l'IPC 7351 révision C

Différents types de boitiers de composants
Niveau de complexité/densité d'une carte électronique
Notion de joint de soudure, Heel, Toe, et side
Définition des empreintes en fonction des dimensions et des tolérances – cas particulier le BGA
Empreinte de composants traversants, taille des pastilles
Taille des freins thermiques en fonction de la taille des pads
Diamètre du trou métallisé en fonction de la taille de la broche du composant selon l'IPC2222

Schéma - IPC2612

Chevelu, Netlist, Symboles, Format

Jour 3

Les vias

Ratio épaisseur/diamètre du via en fonction du niveau de productibilité selon IPC2222
Dimensionnement en fonction de la puissance
Protection des via IPC – IPC476

PCB et CEM

Plan de masse et chemin de retour d'un signal électrique
Condensateur de liaison pour les signaux rapides
Empilage pour la CEM
Impédance pour des signaux rapides, signaux RF
Dimensionnement des pistes pour des applications de puissance
Les spécificités des circuits imprimés flexible

Sortie des éléments de fabrication

Gerber, Odb++ et IPC2581

Testabilité

Taille des plages de test et influence sur la testabilité
Répartition des plages de test

CAO et AFNOR

La NFC93-713 de 1989
34 ans après : l'AFNOR SPEC 2212

Tour de table

Concevoir un boîtier, une protection pour l'intégration de votre carte électronique

Votre carte ou équipement électronique a besoin d'un boîtier pour se protéger de l'humidité, de la poussière ou des projections d'eau, tout en assurant l'interface avec l'utilisateur. À la croisée d'exigences fonctionnelles, réglementaires et économiques parfois contradictoires, sa conception nécessite des choix techniques précis. Cette formation vous guide à travers les étapes clés et les procédés de fabrication (prototypage rapide, plasturgie, solutions mécaniques) pour trouver le meilleur compromis et réussir l'intégration de vos produits.

OBJECTIFS

Appréhender les rôles du boîtier de protection.
Découvrir les process existants pour la conception de boîtier.
Identifier les étapes de mise en œuvre pour prototyper sa solution.

PUBLIC VISE

Responsables projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit électronique et débutant en conception et choix d'un boitier.

PREREQUIS

Connaissances de base en électronique.
Dispose d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Designer de formation avec expérience en conception de boîtier pour le secteur électronique.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. - Support de cours. - Présentation d'exemples. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Le 10 juin 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

1 jour – 7h

PRIX

700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEVOIR UN BOITIER, UNE PROTECTION POUR L'INTEGRATION DE VOTRE CARTE ELECTRONIQUE

Tour de table

Matin

Introduction aux boîtiers sur étagère, solutions « standards »

Le cahier des charges d'un boîtier
Les informations nécessaires pour le rédiger
Un échange triparti (entreprise, « concepteur » et injecteur)
Un projet en adéquation avec mes besoins
Les points d'attention (test EMC, étanchéité et normes IPXX, refroidissement, fixations, …)

Les process industriels possibles
L'injection plastique
La tôlerie métallique
L'extrusion aluminium
Les autres process (tôlerie plastique, fonderie)

Après midi

Les différentes étapes de conception d'un boîtier
Les bases du design (ergonomie, esthétique, fonctionnalité…)
UX/UI design
L'éco-conception et benchmark de solutions
Analyse / Observations
Recherches / Conceptualisation (Lien CAO électronique – mécanique, Intégration des différentes éléments (batterie, PCB, PCB flex rigide, IHM, connecteurs ,...)
Développement de la solution
Prototyper sa solution (impression 3D, résine, …)

Le cas spécifique des boîtiers pour l'IoT
Intégrer une antenne dans un *boîtier* plastique

Des exemples concrets de projets réalisés

Tour de table

FreeCAD pour maîtriser le Design 3D

Lors de cette formation dédiée à FreeCAD, un logiciel libre et open source de CAO 3D paramétrique, vous apprendrez à modéliser des pièces mécaniques, des composants, tout en découvrant comment intégrer vos cartes électroniques dans des designs 3D fonctionnels. Grâce à une série d'exercices pratiques, vous passerez de la création de profils simple à des profils de plus en plus complexes, tout en apprenant à placer des côtes et à exporter vos travaux vers d'autres logiciels. Cette formation vous permettra non seulement de maîtriser FreeCAD, mais aussi d'analyser et de concevoir efficacement vos projets avant leur production.

OBJECTIFS

Découvrir FreeCAD et apprendre à modéliser des pièces mécaniques et des composants pour l'électronique.
Analyser la conception des modèles 3D.
Apprendre à manipuler FreeCAD.

PUBLIC VISE

Electroniciens et mécaniciens ayant besoin de modèles 3D en CAO/DAO pour les utiliser dans des projets mécaniques et électroniques.

PREREQUIS

Un PC sous windows 10 avec logiciels préinstallés (Adobe Reader, FreeCAD 1.0.0, Kicad 8.x).
Savoir lire un dessin technique.
Capacité à faire de la représentation dans l'espace.
Connaissance du système métrique. Maitrise souris et raccourcis claviers.
Une connexion internet sera requise pour installer et utiliser certains addons, notamment Fastener, qui est largement utilisé.).

INTERVENANT

Expert en conception électronique, CAO et en modélisation 3D depuis 15 ans.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique et exercices dirigés. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 19 et 20 mai 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14 h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

FREECAD POUR MAITRISER LE DESIGN 3D

Jour 1 :

Tour de table

Découverte de FreeCAD
Licence et téléchargement du logiciel
Installation et configuration initiale
Présentation des ateliers Part Design et Sketcher (éléments graphiques)

Addons et extensions
Installation et utilisation de l'addon Fastener

Atelier Part Design - Exercices
Utilisation des outils de modélisation pour créer des pièces
Exemples de modélisation :
- Modéliser un boîtier 3D autour d'une carte électronique
- Utiliser Fastener pour placer les vis
- Modéliser des boutons

Analyse de pièces et croquis rapide
Méthodologie d'analyse
Dessin rapide

Jour 2 :

Atelier Part Design - Exercices (suite)
Création d'objets complexes :
- Modéliser un TSSOP
- Modéliser un connecteur circulaire à 4 broches

Module si on a le temps KiCAD et FreeCAD
Export composant de FreeCAD vers KiCAD
Importation dans KiCAD d'un composant créé avec FreeCAD
Exportation d'une carte exemple depuis KiCAD vers FreeCAD
Modélisation d'une intégration de carte KiCAD dans FreeCAD

Questions/réponses
Tour de table

Indices de réparabilité et de recyclabilité des équipements électroniques

Face à l'émergence croissante de l'économie circulaire, cette formation propose une approche pragmatique et essentielle pour les entreprises désireuses de renforcer la durabilité de leurs produits. Adaptée aux spécificités et exigences du secteur électronique, cette formation présente les réglementations en vigueur et les méthodes de calcul des indices, en lien avec l'écoconception. Cette formation alternant théorie et pratiques, vous permettra d'acquérir les compétences nécessaires pour intégrer ces enjeux dans vos projets et communiquer efficacement sur vos engagements environnementaux.

OBJECTIFS

Comprendre les principes réglementaires et normatifs.
Appliquer la méthode de calcul de l'indice de réparabilité.
Appliquer la méthode de calcul de l'indice de recyclabilité.
Faire le lien avec l'écoconception et la communication environnementale.

PUBLIC VISE

Concepteurs en électronique et mécatronique, Chef de projets, Ingénieur Qualité des produits, Responsable Qualité, Environnement ou RSE, Responsable des Affaires réglementaires, Responsable Marketing, Direction technique.

PREREQUIS

Aucune connaissance spécifique requise.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil-formateur. Double expertise Electronique (18 ans en développement, management de projets, gestion d'affaires de systèmes électroniques et circuits intégrés) et Environnement (10 ans dans les études et le conseil environnemental dont l'éco-conception auprès d'entreprises industrielles).
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique - Alternance d'apports théoriques et cas pratiques – Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Le 29 septembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

7,00 heures

PRIX

700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INDICES DE REPARABILITE ET DE RECYCLABILITE DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES

Matin

Accueil, tour de table et introduction.

La réglementation relative aux indices de réparabilité et de recyclabilité

- Loi AGEC et décrets associés
- Réglementation européenne ESPR
- Convergence des réglementations

La série de normes EN 4555X

- Cadre global
- EN 45554 : évaluation de la capacité de réparation, réutilisation et amélioration des produits liés à l'énergie
- EN 45555 : évaluation de la recyclabilité et de la récupérabilité des produits liés à l'énergie

Après-midi

L'indice de réparabilité

- Méthode de calcul réglementaire de l'indice obligatoire
- Cas pratique d'un équipement électronique

L'indice ou taux de recyclabilité

- Méthode de calcul
- Cas pratique d'un équipement mécatronique
- Utilisation des informations par les éco-organismes

Liens avec l'écoconception et la communication environnementale

- Intégration des indices dans le processus d'écoconception
- Normes de communication environnementale ISO 1402X (notamment l'encadrement des allégations environnementales et information du consommateur sur les produits)

Tour de table

Industrialisation des systèmes et cartes électroniques : de la conception au maintien en condition opérationnelle

Le pilotage d'un projet intégrant de l'électronique s'appuie sur une méthodologie et des processus spécifiques. Cette formation vous aidera à aboutir à la mise sur le marché de votre système et/ou produit de façon industrielle avec anticipation, maîtrise et sérénité.

OBJECTIFS

Acquérir les bases, identifier et s'approprier les différentes étapes pour la conception et l'industrialisation des systèmes et cartes électroniques.
Comprendre comment construire, mener et sécuriser son projet industriel suivant des objectifs QCDR (Qualité, Couts, Délai et Rentabilité)

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs Méthodes, Qualité, Concepteurs / Développeurs, Chefs de projets / produits.

PREREQUIS

Une première expérience en conception de carte et /ou gestion de projet électronique est préférable.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil et formateur CAP'TRONIC avec 30 ans d'expérience : de la conception au maintien en conditions opérationnelles de systèmes électroniques dans différents secteurs d'activités (automobile, télécoms, identité et sécurité, IoT).
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours avec cas d'usages et retours d'expériences. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 26 et 27 mai 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INDUSTRIALISATION DES SYSTEMES ET CARTES ELECTRONIQUES : DE LA CONCEPTION AU MAINTIEN EN CONDITION OPERATIONNELLE

Jour 1

Tour de table

Introduction
- Objectifs de la formation
- Plan de la formation

Phase amont : stratégie industrielle et faisabilité
- Périmètre & enjeux de l'industrialisation
- Faisabilité technico-économique – Evaluation des coûts
- Choix du partenaire EMS (Electronic Manufacturing Services)

Phase de Conception Préliminaire d'un système électronique
- Rappels sur les règles de conception et sur les différents jalons et phases de conception/développement
- Spécifications du Système/Produit - Cas d'usages et liste des exigences
- Analyse de risques (techniques, règlementaires, AMDEC produit) et stratégie de tests
- Maturité et Prototypages

Phase de Développement détaillé
- Intégration des contraintes de fabrication et de test dans la conception
- DFM (Design for Manufacturing) / DFT (Design for testability)
- Développement des cartes électroniques PCB (carte nue) et PCBA (carte + composants)
- Les différents types de PCB : caractéristiques et applications
- Les différents types de composants électroniques
- Encapsulation et Intégration des cartes électroniques dans la mécanique
- Solutions de protections contre l'humidité, les vibrations et chocs, dissipation thermique et CEM
- Interfaçage (IHM) des périphériques électroniques avec le boîtier mécanique
- Développement et industrialisation du Logiciel
- Le dossier de définition produit

Jour 2

Phase de Validation, Qualification et Certification
- Plan de tests du produit vs son profil de mission
- Vérification de la robustesse et de la fiabilité
- Processus de Certification et de mise en conformité règlementaire du produit/système

Fabrication d'un système électronique
- Le dossier de fabrication : que doit-il contenir ?
- Industrialisation : Les outillages et l'approvisionnement des composants (Gestion de l'obsolescence)
- Processus et moyens de fabrication des PCB et des PCBA jusqu'au conditionnement
- Stratégie de tests et moyens de contrôles en production - Principales défaillances rencontrées
- Qualification d'un process de production
- Gestion des risques ESD

Traçabilité, gestion des changements et MCO
- Prise en compte et maitrise des évolutions du produit (matériel, logiciel, …)
- Process SAV – Gestion des retours clients et réparation
- Qualification et formation du personnel en charge de la production et du contrôle

Tour de table

Intégrer de l'électronique à vos designs mécaniques

Cette formation, destinée aux débutants, vous guidera à travers les étapes clés, du PoC à l'industrialisation, en vous permettant d'acquérir les compétences nécessaires pour réussir l'intégration de cartes électroniques dans un boîtier ou un châssis mécanique. Vous découvrirez les bonnes pratiques de conception et les principales contraintes à prendre en compte pour un design efficace et durable.

OBJECTIFS
Acquérir le langage de l'électronique dans le périmètre de la mécanique.
Découvrir les principales contraintes de l'intégration électronique.
Acquérir les bonnes pratiques de conception mécanique pour l'intégration d'une électronique du PoC au produit industrialisable.

PUBLIC VISE
NIVEAU DEBUTANT souhaitant découvrir l'intégration de systèmes électroniques.
Cette formation s'adresse aux dessinateurs projeteurs débutants, aux techniciens et ingénieurs d'études mécaniques débutants, aux chefs de projets, aux responsables de bureaux d'études.

PREREQUIS
Connaissances générales en mécanique.

INTERVENANT
Expert mécanique et plasturgie.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Le 30 juin 2026

LIEU
Angers (49)

DUREE
1 jour – 7 h

PRIX
800€ HT (620 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTEGRER DE L'ELECTRONIQUE A VOS DESIGNS MECANIQUES

Matin

Introduction et tour de table

Introduction

Rappel sur les différentes étapes de la conception à l'industrialisation de produits intégrant de l'électronique

Les principales caractéristiques mécaniques de l'électronique

- Les principaux types de carte électronique (FR4, SMI, Flex-rigides)
- Méthodes de fixation d'une carte électronique (glissières, visserie, clip, résine…)
- Intégration des contacts de pile, des batteries
- Introduction plastronique
- Protection contre l'humidité, vibrations, chocs, thermique

Après-midi

L'intégration des contraintes de l'électronique dans la conception mécanique

- Interfaçage des périphériques avec le boîtier mécanique
  - Comment transporter la lumière
  - Intégration d'interrupteurs et commutateurs
  - Connecteurs
- Mise en œuvre des capteurs
- Dissipation thermique
- Contraintes de Compatibilité Electromagnétique
- Intégration d'antenne radiofréquence et impact du boitier mécanique

Clôture et tour de table

Introduction à la conception de cartes pour signaux High Speed

Afin d'évoluer vers des routages à plusieurs Gbps voire plusieurs dizaines de Gbps (DDR, PCIE, USB3, HDMI …) il faut réussir le routage de la carte électronique. Cette formation présente les protocoles de communication rapide et les règles de bonnes pratiques pour faire un bon routage. Cette formation passe en revue les points clefs et les différentes étapes de conceptions.

OBJECTIFS
Découvrir la problématique des signaux rapides.
Acquérir les bonnes pratiques du routage, et définir un bon stackup.
Identifier les protocoles électriques et les bus rapides (DDR, PCIE USB3…)

PUBLIC VISE
Ingénieurs techniciens concepteurs de produits amenés à traiter les signaux rapides.

PREREQUIS
Avoir une première expérience dans le routage de paires différentielles.

INTERVENANT
Consultant expérimenté en signaux rapides.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours et démonstrations de routage et de simulation via ANSYS. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Les 11 et 12 juin 2026

LIEU
Montpellier (34)

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1400 € HT (1000 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A LA CONCEPTION DE CARTES POUR SIGNAUX HIGH SPEED

Jour 1

Tour de table

Processus de conception concernant les signaux rapides.
Quel est le processus de conception et quand est-il nécessaire de simuler ? Qu'est-ce qu'un signal rapide ?

Les différents types de signaux rapides et les protocoles high speed.
LVDS/LVPECL/HCSL/HSTL/CMOS/POD/NRZ/PAM4 eMMC/DDR/PCIE/USB2&3/HDMI/DP/RGMII

Les technologies de PCB, et les meilleurs choix adaptés aux signaux rapides.
Différences entre les PP, Rugorité, ...
Les bons et les mauvais choix de structure et de stack-up.
Exemples de matériaux disponibles sur le marché.

Routage & stratégies de routage, exemples typiques.
Stratégie de routage, Stubs, et couches à utiliser.
Retrait face au plan & impédance de plan
Vias de signaux et via de masse.
Introduction aux paramètres S
Impédances & discontinuités
Crosstalk

Skew, Jitter & UI
Introduction au skew, au jitter, et à l'unit interval.
Equalizers & Dembeding.
Gestion des skews avec le firmware.
Horloges

Jour 2

La simulation des cartes
Introduction générale, présentation des outils. Première expérience avec fichier paramètre S.
Démonstration de routage, mauvais, bon, et excellent.
Approfondir les paramètres S, et l'utilité de la simulation.
Simulation, diagramme de l'œil, démonstration si possible sur une carte.

Méthodologie
Guide et méthode pour réussir !

Réponses aux questions
Echange et réponses aux différents retours d'expérience des participants.

Tour de table

La démarche d'éco-conception appliquée aux systèmes électroniques et services numériques associés

Cette formation vous apportera une compréhension approfondie des enjeux environnementaux liés à la conception de produits électroniques, tout en vous initiant aux méthodes d'analyse du cycle de vie et aux principaux outils disponibles. Vous apprendrez à intégrer concrètement l'éco-conception dans vos projets, à anticiper les contraintes réglementaires et à mettre en place des pratiques durables tout au long du cycle de vie produit.

OBJECTIFS

Comprendre les enjeux et concepts du développement durable appliqués aux produits électroniques et services numériques.
Maîtriser les concepts d'éco-bilan, l'analyse du cycle de vie et les impacts environnementaux.
Connaître les principales lois et réglementations applicables aux équipements électroniques.
Appréhender les principes de l'éco-conception et l'éventail des outils à disposition des processus métiers.
Faire le lien avec les référentiels normatifs ISO 26000, 9001 et 14001.

PUBLIC VISE

Concepteurs en électronique et logiciel embarqué.
Concepteurs d'applications web associées.
Chef de projets et direction techniques.
Responsable Marketing, Qualité, Environnement ou RSE

PREREQUIS

Connaissances générales en électronique et/ou développement logiciel applicatif.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil double expertise, Electronique (18 ans en développement de cartes et circuits intégrés) et Environnement (10 ans dans le conseil écoconception auprès d'entreprises industrielles).

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique - Alternance d'apports théoriques et d'exercices pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 6 et 7 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACTS

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LA DEMARCHE D'ECO-CONCEPTION APPLIQUEE AUX SYSTEMES ELECTRONIQUES ET SERVICES NUMERIQUES ASSOCIES

Jour 1

Tour de table

Les enjeux environnementaux du développement durable

- Définitions et concepts
- Historique du développement durable
- L'empreinte écologique (exercice personnel)
- Chiffres clé de l'industrie électronique et des technologies numériques

Le cycle de vie des produits et services

- Définitions et généralités
- Description détaillée des différentes étapes
- Typologies de produits
- Le cas des services
- Exercice (test de 10 questions)

Les impacts environnementaux

- Définitions
- Grandes catégories d'impacts (exercice ludique)
- Quantification et méthodes de calculs

Les principales lois et réglementations applicables aux produits électroniques

- Rappel de la hiérarchie légale
- Lois européennes et françaises (directive éco-conception/ErP, RoHS/DEEE, REACH...)

Jour 2

L'Analyse du Cycle de Vie

- Définitions et synonymes
- Types d'ACV
- ISO 14040, la norme de référence
- Bases de données
- Logiciels de modélisation
- Exemples de résultats d'ACV
- Etude de cas : écobilan d'un produit simple avec électronique (modélisation avec la plateforme Bilan Produit de l'ADEME)

L'éco-conception de produits électroniques et services numériques

- Définition, lien avec l'économie circulaire
- Bénéfices de l'éco-conception pour les entreprises
- Panorama des normes
- Boite à outils pour la conception électronique (gestion des substances, composition en matériaux, gestion énergétique, conception pour la durée de vie...)
- Bonnes pratiques de l'éco-conception logicielle de service numérique
- Exercice (test de 20 questions)

Les bases pour intégrer l'éco-conception dans l'entreprise

- L'approche « Processus »
- Etapes d'un projet avec éco-conception
- Liens avec les normes de systèmes de management
- Eléments de communication environnementale

Clôture et tour de table

Les bases de l'électronique, la gestion de projet, l'industrialisation et le marquage CE

Cette formation présente les étapes de la conception d'un produit électronique jusqu'à l'industrialisation. Elle s'adresse à un public non diplômé en électronique mais qui doit dans ses fonctions, gérer un projet avec des modules électroniques et échanger avec un sous-traitant BE ou EMS.

OBJECTIFS

Avoir une vue d'ensemble sur les bases de l'électronique.
Comprendre les contraintes des différentes étapes du développement, savoir dialoguer avec les experts métiers.
Comprendre et prendre en compte les contraintes de l'intégration, et de l'industrialisation.
Comprendre et prendre en compte les contraintes de la certification.

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs Méthodes, Qualité, Chefs de projets / produits

PREREQUIS

Connaissances de base en conduite de projet.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil CAP'TRONIC avec 30 ans d'expérience en conception et industrialisation électronique dans différents secteurs d'activités
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours avec cas d'usages et retours d'expériences. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 9 et 10 décembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACTS

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LES BASES DE L'ELECTRONIQUE, LA GESTION DE PROJET, L'INDUSTRIALISATION ET LE MARQUAGE CE

Jour 1

Matin :

Tour de table

Introduction

Bases de l'électronique et éléments de langage

Notion temporelle, analogique, numérique
Composants, les différents types : Passifs, actifs, Antenne, pile – batterie, connectique, …
CMS (Composants Montés en Surface) et Traversants, modules
Types de boitiers
Conditionnement et contraintes de stockage
Les principaux capteurs (et grandeurs physiques associées)
PCB (circuit imprimé) : Typologie, Matériaux, Empilage, Découpe, Finitions
Notion de couts composants, obsolescence

Après-midi :

Enjeux du développement et de l'industrialisation :

Phases et jalons d'un projet
Définir son besoin
Faisabilité
Cahier des charges – spécifications
Documents de consultation
Analyse de risques
Conception électronique
Intégration des contraintes industrielles : DFM (Design For Manufacturing) -DFT (Design For Test)
Dossiers carte et PCB (Circuit imprimé)
Process d'assemblage carte électronique (PCBA)
Outils et stratégie de test
Consultation et sélection d'un partenaire EMS (fabricant carte électronique)

Jour 2

Matin :

Intégration électronique

Méthodes de fixation
Vernissage – Tropicalisation – Encapsulation
Plastronique, Circuits spéciaux / innovants

Contraintes d'intégration cartes électroniques

Mécaniques
Risque ESD (décharges électrostatiques)
CEM (compatibilité électromagnétique)
Tension et isolation électrique
Radio (diélectrique matériaux, …)
Batterie

Fabrication d'un système intégrant de l'électronique

Contraintes de test en fonction des étapes d'intégration

Après-midi :

Aspects réglementaires du marquage CE

Principes généraux du marquage CE
Déterminer son statut réglementaire
Déterminer les champs d'applications réglementaires
Réaliser une analyse des risques
Se mettre en règle avec les standards utilisés
Informer (Documentation technique, notice d'utilisation, marquage…)
Evaluer la conformité
Maintien de la conformité dans le temps (production, exploitation, évolutions produits et normes)
Données (propriété, RGPD)
Points de vigilance (REX projets accompagnés)
Aspects réglementaires à l'international
Revue documentaire d'un cas concret
Questions – réponses

Tour de table

Les bases de l'impression 3D avec Prusa Slicer

Lors de cette formation dédiée à Prusa Slicer, un logiciel libre et open source de gestion d'impression 3D, vous apprendrez à paramétrer des pièces en vue de les imprimer en 3D. Grâce à une série d'exercices pratiques, vous passerez de l'impression de maillages simples à des impressions plus complexes, tout en apprenant à analyser et réparer les pièces à imprimer. Cette formation vous permettra non seulement de maîtriser Prusa Slicer, mais aussi d'analyser et de paramétrer vos impression 3D efficacement avant leur production.

OBJECTIFS
Découvrir Prusa Slicer.
Analyser les modèles 3D.
Apprendre à manipuler Prusa Slicer. Être autonome sur Prusa Slicer et l'impression 3D.

PUBLIC VISE
Toute personne débutante ayant besoin d'imprimer des modèles 3D.

PREREQUIS
Un PC sous windows 10 avec logiciels préinstallés (Adobe Reader, Prusa Slicer).
Savoir lire un dessin technique.
Capacité à faire la représentation dans l'espace.
Connaissance du système métrique.
Il faut maîtriser la souris et les raccourcis claviers.

INTERVENANT
Expert en conception électronique, CAO et en modélisation 3D depuis 15 ans.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique et exercices dirigés. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Le 27 mai 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
700 €HT (550 €HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Darlane COUTURIER
couturier@captronic.fr
06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LES BASES DE L'IMPRESSION 3D AVEC PULSA SLICER

Matin :

Tour de table

Découverte de Prusa Slicer
Licence et téléchargement du logiciel
Installation et configuration initiale
Présentation de Prusa Slicer

Prusa Slicer
Utilisation des outils de réglage d'impression 3D pour créer des pièces

Les machines à imprimer (FDM / Filament fondu)
Différence entre les matériaux simple (PLA, ABS, PETG)
Différence entre les matériaux techniques (ASA, FLEX, IGILDUR)

Différences entre fichier STEP et fichier STL

Les logiciels de tranchage (Prusa Slicer)
Ajouter une imprimante
Importer un modèle (exemples adaptés à chaque cas)
Régler le plateau (Orientation, Changement d'échelle, Hauteur de couche, Jupe, Support)
Simuler une passe
Exporter le GCode vers une clef USB / Une carte SD…

Après-midi :

Exercices d'impression 3D avec Prusa Slicer

Installation du logiciel (paramétrage d'une imprimante 3D, choix des matériaux standards)
Importation et préparation d'une impression (importer une pièce, régler l'épaisseur de couche, Choisir le matériau et sa couleur, ajuster le taux de remplissage, visualiser la simulation)
Orientation de l'impression (rotation de la pièce)
Gestion des pièces trop grandes (redimensionnement)
Impression multiple (dupliquer plusieurs pièces identiques sur le plateau)
Modification d'une pièce (corriger des parois trop fines, ajouter des perçages)
Utilisation des supports d'impression (éviter l'impression "dans le vide")
Utilisation d'une jupe (limiter le décollement ou la déformation de la pièce)
Ajout de textes et de motifs (texte personnalisé, logo)
Questions/réponses

Tour de table

Techniques modernes de traitement numérique du signal pour systèmes embarqués

Vous planifiez de mener un projet intégrant du traitement numérique du signal ? Vous vous interrogez sur les outils de simulation et l'utilisation des solutions technologiques disponibles ?
Cette formation vous initiera aux outils de simulation et aux technologies de mise en œuvre (STM32, FPGA) pour concevoir, analyser et intégrer des traitements du signal dans vos projets électroniques.

OBJECTIFS
Prendre en main des outils de simulation en traitement numérique du signal.
Comprendre et analyser des traitements du signal.
Identifier et choisir des solutions embarquées adaptées (STM32, FPGA).

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens et développeurs souhaitant concevoir ou intégrer des fonctions de traitement numérique du signal dans leurs projets.

PREREQUIS
Connaissances générales en architectures électroniques et/ou en développement de logiciel embarqué.
Programmation en langage C.
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur logiciel embarqué CAPTRONIC, plus de 20 d'expérience en BE, Doctorat en traitement du signal, formateur en école d'ingénieur.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 2 au 4 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
1750€ HT (1350€ HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

TECHNIQUES MODERNES DE TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL POUR SYSTEMES EMBARQUES

Jour 1

Tour de table

Introduction au traitement numérique des signaux (TNS)

L'échantillonnage et la numérisation des signaux :
- Théorème de Shannon,
- La numérisation des signaux,
- Panorama des différentes technologies des ADC & DAC.
- Exemple de mise en œuvre matérielle, les pièges à éviter.

Notion de base de traitement numérique du signal :
- Aspect temporel, aspect fréquentiel.
- Le produit de convolution.
- Le filtrage numérique FIR et IRR,
- Travaux Pratiques : Synthèse de filtre

Jour 2

Notion de base de traitement numérique du signal (suite):
- La transformée de Fourier
- L'analyse spectrale
- Travaux Pratiques : Identification et caractérisation de signaux, les pièges à éviter de l'analyse spectrale.
- Python, l'outil gratuit pour simuler ses algorithmes de traitement numérique du signal.
- Présentation de Python, rappel des bases de la programmation.

Les bibliothèques Python pour faire du traitement numérique du signal :
- Numpy, Scipy, Matplotlib
- Travaux Pratiques de simulation sous Python :
  - Synthèse de signaux,
  - Design d'un filtre numérique FIR et IIR,
  - L'analyse spectrale de signaux vibratoire et audio

Jour 3

Quelle technologie pour la mise en œuvre du TNS dans l'embarqué.
- MAC, architecture de Harvard, SISD, SIMD, Gestion des flux de données, DMA : les briques matérielles nécessaires au traitement numérique du signal
- Rappel sur l'arithmétique et son impact sur les applications
- Présentation des architectures : DSP, FPGA, STM32
- Comment faire le bon de choix du processeur pour son application
- Exemples de mise en œuvre industrielle.

Tour de table

Android pour smartphones et tablettes

Android est l'OS open source pour système mobile le plus répandu. L'industrie l'utilise comme système multimédia et/ou télécommande d'équipements à distance. Il est modulable et couvre de nombreux domaines applicatifs. Les développeurs ont accès à de nombreux outils de développement et API sans coût supplémentaire, ce qui rend cette plateforme très attractive. A partir d'un simple smartphone ou tablette il est possible de développer des applications très diverses comme le propose cette formation.

OBJECTIFS
Découvrir les concepts de la plateforme Android ;
Connaître des outils de développement ;
Définir une architecture logicielle avec les composants Android ;
Développer et déployer une application sur smartphone ou tablette.

PUBLIC VISE
PMEs, startups ou bureaux d'études qui envisagent de développer une application smartphone/tablette ou qui souhaitent se perfectionner.

PREREQUIS
Connaissance du langage Java et C. Le matériel smartphone et tablette sont fournis pour les TP de la formation.

INTERVENANT
Ingénieur ENSEEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours – Travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ANDROID POUR SMARTPHONES ET TABLETTES

Tour de table

Les composants logiciels Android
- Utiliser et créer les composants logiciels : activité, service, intent, broadcast receiver, content provider, widget
- Connaître le système des intent et de routage des messages asynchrones

Principe de base d'une application Android
- La machine à état - Exécuter la chaîne de production d'une application
- Créer « Hello World ! » et Exécuter un débogage
- Visualiser le système de log et les processus et thread des applications
- Visualiser en mode debug

Le système téléphonique
- Envoyer/recevoir un appel : structure de l'API
- Envoyer/recevoir un SMS : structure de l'API
- Visualiser les actions du modem GSM
- Emulation de la téléphonie et des SMS

L'interface graphique
- Connaître le système graphique d'Android
- Créer une IHM sous Android
- Créer un formulaire et récupérer les données
- Créer une IHM par programmation
- Interface des applications utilisables sur tablette et Smartphone
- Utiliser les fragments d'affichage
- Internationaliser une IHM

Système de stockage de données
- Mémoire interne et stockage externe
- Créer et utiliser une base de données pour le stockage non volatile SQLITE
- Stockage avec XML
- Utiliser la SD card comme support de stockage

APIs Android
- Connaître le système de géolocalisation Google
- Créer une application avec Google Play Service
- Mise en œuvre de l'accéléromètre, la boussole
- Connaître les capteurs NFC et leur utilisation

Interface code natif C/C++
- Connaître le système de cross-compilation
- JNI pour intégrer des codes C/C++
- Connaître les interfaces ABI/EABI supportées
- Générer des lib statiques et dynamiques

Les travaux pratiques réalisés en Java et C.

Présentation et installation des outils : Android Studio et commande de base.

TP1 Installation des outils
- Android Studio : Structure du projet
- Configuration des SDK et NDK
- Configuration des smartphones/tablettes
- Gradle et gestion des dépendances

TP2 Installation des outils
- Développement d'une Activity
- Configuration du Manifest
- Visualisation du binaire
- Traçage dans les logs
- Passage en mode debug / pas à pas
- IHM avec des widgets

TP3 Développement d'un service et d'une activité
- Visualiser le cycle de vie
- Thread dans le service

TP4 Utilisation du système téléphonique
- Envoi d'un SMS par programme
- Gestion des événements téléphoniques
- Emulation du système téléphonique

TP5 Sauvegarde des données
- Création d'un content provider
- Création de sharedpreferences
- Utilisation de la SD Card

TP6 Application avec les API
- Application de géolocalisation
- Application avec les capteurs

TP7 Coder en C/C++
- Application native en C/C++ et JNI
- De Java vers JNI - Génération d'une lib

Tour de table

C++ pour l'embarqué avec Visual Studio sous Windows

Cette formation, vous propose de découvrir le langage C++ avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre. La formation se termine par un mini projet sur carte à microcontrôleur.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts objets.
Découvrir et mettre en œuvre le langage C++ dans les projets.
Acquérir un début d'autonomie dans ce langage.

PUBLIC VISE
Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant un langage de programmation et débutants en C++.

PREREQUIS
Première expérience en développement informatique nécessaire en C.

INTERVENANT
Expert en traitement d'image et informatique embarqués, 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours - Travaux pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande - Formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

C++ POUR L'EMBARQUE AVEC VISUAL STUDIO SOUS WINDOWS

Jour 1

Tour de table

Évolutions et usages du C++
- Contexte global
- C++ en environnement contraint
- Évolution du standard

Compilation croisée avec Visual Studio
- Processus de compilation
- Framework spécifique pour l'embarqué
- Compilation croisée ESP32
- Prise en main de Visual Studio
- Bibliothèques statiques et dynamiques
- Utilisation du debugger de Visual Studio, modes de compilation
- Compilation avec make

TP : impact des modes de compilation, utilisation de make.

Du C vers le C++
- Entrées-Sorties clavier
- Types, constantes symboliques, variables
- Portée selon la déclaration, directives pré-processeur
- Opérateurs relationnels et binaires
- Initialisation
- Types construits
- Structures de contrôle et précautions pour l'embarqué

Gestion de blocs de code et de données
- Fonctions et spécificités pour l'embarqué
- Sécurisation du code et recours aux références et aux pointeurs
- Tableau : utilisation et précautions
- Espaces de nom
- Allocation dynamique et fragmentation
- Initiation à la gestion des erreurs
- Introduction aux Vector
- Programmation modulaire avec Visual Studio
- Surcharge des fonctions

TP : utilisation des fonctions, références et pointeurs, allocation dynamique, vector et espace de nommage

Programmation Orientée Objet
- Programmation OO vs Procédurale
- Classes et instanciations
- Encapsulation et variable d'instance
- Modes d'accès aux attributs
- Constructeur
- Destructeur
- Opérateur "This"

TP : encapsulation, surcharge, constructeurs et destructeurs.

Jour 2

Héritage
- Mécanisme d'instanciation de classes dérivées
- Classe virtuelle
- Fonctions et classes Amies
- Héritage simple et multiple

TP : mise en place de différents modes d'héritage

Modèles de fonctions et de classes
- Notion de programmation générique
- Template de fonction
- Template de classe

TP : programmation générique via templates

Conteneurs utiles dans la STL
- Vector : approfondissement
- Map
- List
- Pile
- Utilisation de la bibliothèque algorithm

TP : utilisation des divers conteneurs et applications d'algorithmes sur ceux-ci.

Introduction à l'architecture du code, spécificités de l'embarqué
- Indications pour la structuration du code
- Récapitulatif et compléments sur l'usage du C++ en embarqué

Jour 3

Programmation sur carte microcontrôleur
- Configuration des paramètres adaptés à la carte dans le framework.
- Configuration de l'IDE.
- Principes de programmation sur carte microcontrôleur :
- Organisation générale d'un code microcontrôleur
- Programmation de la configuration et de l'initialisation de la carte
- Programmation temps réel avec FreeRTOS : multitâche, multi-cœurs.
- Accès aux fonctionnalités de la carte.

TP : développement d'un mini-Projet sur carte microcontrôleur.

Tour de table

Concevoir un système embarqué Linux avec YOCTO

Vous envisagez de concevoir un système embarqué sous Linux et souhaitez explorer Yocto ? Cette formation vise à vous initier au développement de systèmes embarqués avec Yocto. Structurée sur trois jours, elle alterne théorie et exercices pratiques pour vous offrir une immersion complète dans le domaine.

OBJECTIFS

Configurer et construire un système Linux embarqué avec Yocto.
Être capable d'écrire et d'étendre des recettes, pour ses propres paquets et pouvoir les personnaliser sur des architectures embarquées.
Acquérir les bonnes pratiques pour des besoins industriels en s'exerçant avec des exercices.

PUBLIC VISE

Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent concevoir de futurs produits basés sur des cartes électroniques sous Linux.

PREREQUIS

Maîtrise des bases de Linux embarqué
Maîtrise des commandes de base GNU/Linux.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison internet. Un deuxième écran est fortement conseillé. Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

INTERVENANT

Ingénieur expert en conception de systèmes embarqués, formateur Linux / Yocto.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours en anglais. Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 16 au 18 juin 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

1 750€ HT (1 350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEVOIR UN SYSTEME EMBARQUE LINUX AVEC YOCTO

Jour 1

Introduction aux systèmes de build Linux embarqué

Présentation du projet Yocto et du système de référence Poky

Utilisation de Yocto - notions de base

Mise en place du répertoire de build et de l'environnement
Configurer le système de build
Construire une image rootfs
Structure du dossier de build

Première compilation du projet Yocto

La distribution de référence Poky
Configurer le système de compilation
Compilation d'une image système et flashage sur carte

Exercices

Configurer la carte pour qu'elle démarre par NFS
Ajouter un paquet à l'image
Options de la commande bitbake

Jour 2

Écrire des recettes – les bases

Exercices

Écrire et déboguer une recette pour nInvaders
Ajout de nInvaders à l'image finale

Rédaction de recettes – notions avancées

Investigation des problèmes des recettes
Configuration de l'utilisation du réseau par BitBake

Les layers

Créer un layer personnalisé

Exercices

Écrire son propre layer et l'utiliser
Déplacer la recette nInvaders dans ce nouveau **layer**

Jour 3

Personnaliser une recette

Exercices

Étendre la recette du noyau pour ajouter des correctifs
Configurer le noyau pour compiler le pilote du **joystick**
Ajouter des patchs et jouer à nInvaders

Écrire un BSP

Introduction aux layers BSP
Ajout d'une nouvelle machine et configuration du bootloader

Exercices

Créer une nouvelle configuration de machine
Construire une image pour la nouvelle machine

Layers de distribution

Écrire une recette d'image
Écrire et utiliser des packagegroups

Exercices

Ajouter une recette d'image
Sélectionner les fonctionnalités de l'image et les paquets
Ajouter un groupe de paquets personnalisés
Ajouter une variante d'image pour le débogage

Écrire des recettes - aller plus loin

Le sysroot par recette
Utiliser du code Python dans les métadonnées
Les variable flags
Fonctionnalités des paquets et PACKAGECONFIG
Séparation des paquets et gestion des dépendances

Octroi de licences

Gérer les licences open source

Le SDK du projet Yocto

Construire et utiliser un SDK

L'outil de développement devtool

Présentation de devtool et ses cas d'usages

Exercices

Générer / modifier une nouvelle recette

Automatiser la gestion des layers

Exercices

Introduction aux gestionnaires de paquets
Configuration du build
Configuration du serveur de paquets
Configuration sur la cible

Tour de table

Développement rapide de prototypes d'application Android en NO-CODE

Cette formation, vous propose de découvrir le développement d'application Android en « NO CODE ». De nombreux exercices basés sur App Inventor illustrent chaque chapitre.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts de base du NO-CODE1.
Découvrir et mettre en œuvre les composants de base.
Acquérir un début d'autonomie par des exercices et un mini projet.

PUBLIC VISE
Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant ou non un langage de programmation.

PREREQUIS
Une connaissance sommaire en algorithmique serait un plus, mais n'est pas indispensable (les bases seront revues).

INTERVENANT
Expert en traitement d'image et informatique embarqués, 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours - Travaux pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours –14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DEVELOPPEMENT RAPIDE DE PROTOTYPES D'APPLICATION ANDROÏD EN NO-CODE

Tour de table

Jour 1

Introduction à la programmation événementielle par blocs

Comparaison avec d'autres méthodes
Configuration et lancement de l'IDE Offline
Prise en main de App Inventor : palette de composants pour le design de l'appli catégories de blocs création et import/export d'un projet ; génération d'un apk Androïd
Extensions

Notions de base

Logique de programmation générale Androïd
Principe de la programmation événementielle
Blocs de base : variables, logique, structures de contrôle, math, etc.

TP : mise en œuvre des composants et des blocs de base.

Données textuelles

Lecture/écriture de fichiers texte
Blocs de manipulation de textes : listes, dictionnaires.

TP : mise en œuvre de composants, fichiers et blocs de manipulation de texte.

Données multimédias et timers

Médias (sons, images) et synthèse vocale : composants et blocs associés.
Manipulation des timers et procédures.

TP : mise en œuvre de composants et blocs de manipulation de médias.

Jour 2

Export de données

Configuration et renseignement d'une Google Sheet
Association de la Google sheet à l'aide de blocs spécifiques et d'une liste
Envoi automatique de courriel

TP : configuration des outils Google, mise à jour automatique de la Google sheet et envoi de mail.

TP : Mini-projet d'appli Androïd

Tour de table

Développez un Système embarqué sur SoC FPGA

Certains projets de systèmes embarqués impliquent du traitement d'image. Les SoC FPGA sont adaptés à ce type de situations, ils embarquent sur une même puce un processeur et un FPGA. Les deux unités de calcul communiquent via un bus de communication accessible depuis l'espace utilisateur, ou plus simplement par un partage d'une zone de la RAM. Cette formation a pour but de présenter la méthodologie pour embarquer Linux sur le processeur pour les tâches de communication et développer en VHDL vos applicatifs dédiés au traitement d'image sans pénaliser le CPU.

OBJECTIFS

Identifier les cas où l'utilisation d'un SoC FPGA rend un projet réalisable.
Comprendre les types d'opérations optimisées par la programmation FPGA.
Évaluer l'effort nécessaire pour déployer une architecture SoC FPGA.
Acquérir une expérience concrète de mise en œuvre sur SoC FPGA.

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs concepteurs de systèmes embarqués.
Pas d'expérience requise en développement sur FPGA

PREREQUIS

Avoir des notions de C et connaitre les lignes de commande sous Linux. Les notions de base en VHDL ou Verilog ne sont pas nécessaires pour cette formation.
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT

Docteur en informatique et système embarqué. Développeur FPGA. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. La formation alternera des exposés théoriques et des travaux pratiques sur kit TP en réseau. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance ou en présentiel

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

A la demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DEVELOPPEZ UN SYSTEME EMBARQUE SUR SOC FPGA

Jour 1 : Mise en œuvre du SoC FPGA de10-nano

Tour de table

Introduction
Du cahier des charges du projet à l'architecture réseau
De l'architecture réseau aux contraintes sur les unités de calcul embarquées
Puissance de calcul embarquée, les problématiques classiques : autonomie énergétique, réactivité, calcul algorithmique, compilation de statistiques, réseau de neurones artificiels, traitement du signal, capteurs et communications.
Le SoC FPGA une proposition de résolution du problème d'occupation CPU.

Comment programmer un SoC FPGA chez Intel
Comment un FPGA réalise l'implémentation d'un algorithme de traitement du signal
Programmer un FPGA en HDL (VHDL / Verilog)
Communication entre un le HPS et le FPGA chez Intel : AXI, Avalon MM, port parallèle, accès à la RAM
Quartus ii et Platform Designer
Mettre en œuvre la distribution Linux fournie
Récupérer l'image de la carte SD fournie par Terasic
Démarrer la carte de prototypage et prendre le contrôle du SoC en UART
Identifier dans la documentation du SoC les informations pour piloter des Leds depuis le HPS
Les outils de développement : Quartus ii, Soc EDS, Linaro
Communication entre le HPS et le FPGA, piloter les Leds depuis Linux en envoyant au FPGA une commande sur un port parallèle, le FPGA se chargeant du pilotage des Leds

[Pour ceux qui sont en avance] Mettre en œuvre sa propre distribution Linux pour SoC Intel
Le bootloader, le Noyau Linux et la distribution Linux sur un SoC FPGA Intel
Configurer et compiler u-boot
Récupérer et compiler les sources du noyau Linux fourni par Altera
Configurer une distribution Linux
Créer une carte SD avec Linux
Démarrer sur la nouvelle distribution Linux
Activer la communication entre Linux et le FPGA (avec un device tree)

Jour 2 : Décharger le CPU d'une opération

Décharger le CPU d'une opération en un port classique
Ouvrir et configurer le squelette de projet fourni par Terasic
Développer une opération parallèle sur FPGA
Configurer Platform Designer que le HPS communique avec le FPGA via un bus Avalon
Appeler la procédure du FPGA depuis l'espace utilisateur Linux en transférant les paramètres via le port parallèle Avalon.
Limitations du bus de communication parallèle, avantages d'utiliser la RAM.
Décharger le CPU en utilisant la RAM
Réserver une zone de RAM aux échanges entre HPS et FPGA
Configurer Platform Designer
Appeler la procédure du FPGA avec les données en RAM

JOUR 3 : Cas d'application en traitement d'image

Décharger le CPU : seuillage d'image sur FPGA
Préparer l'envoi d'une image (formats d'image en OpenCV)
Configurer Platform Designer
Compiler la procédure de seuillage de pixel pour FPGA
Appeler la procédure de seuillage sur FPGA avec les données en RAM

Conclusion
Avantages/difficultés du déchargement du CPU en utilisant un SoC FPGA
Rappel des étapes de développement
A venir dans une formation complémentaire : communication entre le HPS et le CPU via un module noyau (fichier caractère), utiliser les ports d'entrée-sortie du FPGA pour le pilotage de capteurs/actionneurs en temps-réel. Utiliser un écran tactile pour obtenir une tablette dédiée au traitement du signal embarqué.

Tour de table

Développer vos applications mobiles/web avec FLUTTER

Cette formation vous présente le langage, les outils, la méthodologie pour développer des applications mobiles / web avec Flutter. Elle vous permettra de maîtriser les opportunités offertes par Flutter pour développer une app mobile, notamment dans le domaine de l'IoT.

OBJECTIFS

Comprendre les bases de Flutter et Dart pour créer des applications mobiles performantes.
Maîtriser la gestion d'UI, navigation, état et communication avec des API. Découvrir les intégrations avancées : stockage, webview, plugins natifs.
Approcher le développement mobile orienté IoT avec Bluetooth.

PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs en charge du développement d'applications mobiles/web.

PREREQUIS

Aucun prérequis indispensable pour ce public visé.
Installation des outils nécessaires avant la formation.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et connexion internet

INTERVENANT

Formateur expérimenté, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours et Travaux pratiques préparés (ateliers).
Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

2ème semestre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14 h

PRIX

1 200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DEVELOPPER VOS APPLICATIONS MOBILES/WEB AVEC FLUTTER

JOUR 1 - Bases et fondamentaux

Matin
Tour de table

Introduction générale au développement mobile
Mobile : écosystèmes, spécificités, contraintes.
Stores : App Store, Google Play, process de publication.
Avantages technos cross-platform (React Native, Flutter) Vs Natif.

Présentation de Flutter

Mise en place de l'environnement
Installation Flutter SDK, IDE, émulateurs.
Premier projet Flutter : Hello World.

Après-midi
Développement Flutter standard
Widgets de base & création d'écrans.
Navigation simple.
Gestion d'état (setState, Provider).
Consommation d'une API HTTP (fetch & affichage liste).
Cycle de vie d'une app Flutter.

--> Atelier fil rouge : création d'une mini-app de catalogue produit connecté à une API publique (ex: liste de films, vélos, capteurs fictifs).

JOUR 2 – Approfondissement et IoT

Matin
Développement Flutter avancé
Conception et architecture d'un projet Flutter (structuration projet, abstraction,..)
State management (présentation BLoC).

--> Atelier fil rouge : enrichir la mini-app avec state management

Après-midi
Développement Flutter avancé
Intégration de fonctionnalités natives (accès caméra / GPS).
Routing avancé.
Stockage local (SharedPreferences, SQLite).

--> Atelier : enrichir la mini-app avec une fonctionnalité spécifique (ex: stockages local des favoris, intégration caméra,..)

Flutter et IoT – Bluetooth
Introduction à FlutterBlue / flutter_reactive_ble.
Scanner des périphériques Bluetooth.
Connexion simple à un device et récupération de données.

Problématiques des projets spécifiques

Clôture & perspectives
Q&R + Bilan

Tour de table

Initiation algorithmique et langage C

L'algorithmique est la base de tous les systèmes informatiques. C'est une notion de base qui permet de construire des programmes compréhensibles pour un ordinateur. Un programme simple ou complexe est basé sur un algorithme, c'est donc un passage incontournable dans les systèmes informatiques. Cette formation propose une initiation à l 'algorithmique afin de poser les bases, puis de façon progressive l'apprentissage à un langage de programmation.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts de l'algorithmique.
Savoir créer une application.
Mettre en œuvre les développements dans les projets.
Acquérir une vraie autonomie dans les développements logiciels.

PUBLIC VISE
Débutant en développement logiciel.

PREREQUIS
Aucun.

INTERVENANT
Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant le numérique dans plusieurs écoles.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstrations. Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2,5 jours – 17,5 h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INITIATION ALGORITHMIQUE ET LANGAGE C

Jour 1 :

Tour de table

Introduction sur les fondements de l'informatique

Algorithmique
- Le formalisme / L'algorithme sous forme de texte
- Le formalisme / Représentation graphique
- La complexité
- Les langages d'implémentation
- Classifications des langages
- Classifications des langages / Compilé ou interprété
- La variable
- La variable / Déclaration
- La variable / Les types
- La variable / Affectation
- La variable / Saisir
- Les constantes
- Opérateurs et Calculs
- Opérateurs et Calculs / Priorité

Opérateurs arithmétiques unaires

Les opérateurs booléens

Les opérateurs de comparaison
- L'égalité
- La différence
- Inférieur, supérieur
- Les caractères
- Les chaînes de caractères

Jour 2 :

Les tests et conditions
- Tests SI - Forme simple
- Tests SI - Forme complexe
- Tests SI – Imbriqués

Choix multiples / "Selon que"
- **Boucle de programm**
- Tant Que
- Répéter ... Jusqu'à
- Pour ... Fin Pour

Format des données
- Scalaire
- Tableau – utilisation
- Tableau dynamique

Tableau n dimensions

Algorithmes simples / Recherche d'un élément

Algorithmes avancés
- Le tri
- Le tri par sélection
- Le tri à bulles
- Le tri par insertion
- Le tri Shell
- Recherche par dichotomie

Sous--programme
- Déclaration et définition
- Appel
- Procédures
- Fonctions

Jour 3 :

Variables locales et globales

Les paramètres de procédure et fonction

Les paramètres / Les tableaux

Les sous-programmes récursifs

Les fichiers
- Format binaire, texte
- Les enregistrements
- Utilisation d'un fichier / Ouverture, fermeture
- Utilisation d'un fichier / Lecture
- Utilisation d'un fichier / Ecriture
- Utilisation d'un fichier / Structure

Notion de pointeur

Les listes linéaires chaînées
- Création, ajout, suppression
- Parcours de la liste

Les arbres
- N-Aire
- Binaire

TP: 10 exercices sont prévus pour illustrer tous les chapitres de cette formation. Certains exercices sont prévus en langage C afin de mettre en application les aspects algorithmiques vu en cours

Tour de table

Initiation au langage Python

Langage accessible et puissant, Python s'impose aujourd'hui comme un outil de référence en développement logiciel et en calcul scientifique. Cette formation vous permettra de maîtriser les bases du langage et d'explorer ses bibliothèques principales (NumPy, SciPy, Matplotlib) à travers des mises en pratique adaptées aux besoins techniques.

OBJECTIFS
Se former au langage Python et à l'utilisation des librairies principales.
Mettre en œuvre le langage dans des exercices d'application.
Acquérir une large vision de ce qu'il est possible de faire en Python.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et Techniciens impliqués dans le développement logiciel d'acquisition, d'analyse et de traitement de l'information en entreprise.

PREREQUIS
Savoir coder dans un langage informatique, hors Python.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet. Un deuxième écran est fortement conseillé.

INTERVENANT
Ingénieur et chef de projet en conception et développements de systèmes embarqués électroniques - Formateur pour le CNRS et les industriels.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
2ème semestre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
1750 € HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INITIATION AU LANGAGE PYTHON

Jour 1

Tour de table

Fondamentaux de Python et Environnement de Développement

Gestion de projet en Python : arborescence, fichiers, bonnes pratiques
Création et gestion d'environnements virtuels avec uv (ou pdm, ou poetry)
Syntaxe de base : indentation, commentaires, conventions de nommage
Scripts vs modules Python : structure, point d'entrée, importabilité,
Guide d'exploration, notion d'introspection
Types de données de base : entiers, flottants, booléens, None...
Chaînes de caractères : concaténation, f-strings, slicing
Entrées et sorties : input(), print()
Structures de contrôle : if, for, while, break, enumerate(), zip() et notion de "truthy / falsy"
TRAVAUX PRATIQUES *: Création d'un environnement Python, manipulation des types de données*

Jour 2 :

Programmation Avancée et Interactions Système

Structures de données : listes, tuples, ensembles, dictionnaires (pourquoi et quand ?)
Compréhensions de listes et de dictionnaires : principes et cas d'usage,
Définition de fonctions : paramètres, retour,
Définition de fonctions : paramètres, retour, portée, *args, **kwargs
Organisation du code en modules : importation, factorisation
Manipulation de fichiers : ouverture, lecture, écriture avec open()
Le mot-clé with et le contexte
Gestion des erreurs : try, except, raise, else, finally
Introduction à la programmation orientée objet : classes, méthodes, attributs
TRAVAUX PRATIQUES *: mise en pratique des concepts OO, Créer un générateur de signaux*

Jour 3

Applications Scientifiques et Visualisation de Données

Approfondissement en POO : héritage, surcharge, méthodes spéciales, décorateurs
Introduction aux bibliothèques scientifiques : NumPy, Pandas, Matplotlib
Traitement de données, Manipulation de DataFrames et visualisation simple de courbes
Notions de communication série (USB) et réseau (TCP) en Python
Simulation logicielle de périphériques et échanges entre processus
TRAVAUX PRATIQUES *: Visualisation des données générées par un générateur, exercices de synthèse*

Tour de table

Initiez-vous au framework multimédia Gstreamer sur cible ARM

Gstreamer est framework graphique permettant la manipulation de sons et d'images. Cette formation propose de s'initier à l'utilisation de GSTREAMER et de découvrir les principales fonctionnalités de la bibliothèque de modules standards et les implémenter sur une plateforme embarquée.

OBJECTIFS
S'initier à l'utilisation de GSTREAMER. La syntaxe et les principaux mécanismes y seront abordés.
Découvrir les principales fonctionnalités de la bibliothèque de modules standards et les implémenter sur une plateforme embarquée.

PUBLIC VISE
Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens.

PREREQUIS
Connaître un langage de programmation (C de préférence) et être confortable avec l'utilisation d'un système GNU/Linux et son environnement.

INTERVENANT
Expert consultant en logiciels libres, Expert Systèmes audio et vidéo.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours en pdf, Etude de cas et mis en œuvre. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INITIEZ-VOUS AU FRAMEWORK MULTIMEDIA GSTREAMER SUR CIBLE ARM

Jour 1

Tour de table

Concepts de base en vidéo

- Qu'est-ce qu'un codec ?
- Qu'est-ce qu'un container ?
- Qu'est-ce qu'un demuxer ?

Introduction de Gstreamer

- Qu'est-ce que Gstreamer ?
- Les principes de design
- Les fondations

Principes théoriques pour construire une application

- Initialisation de Gstreamer
- Les « éléments », unité de base utilisé dans la framework Gstreamer
- Les « bins », container permettant d'encapsuler des éléments
- Le « bus », outil de communication entre les processus internes de Gstreamer
- Les « pads » et « capabilities », port de communication hors des composants Gstreamer
- Les « buffers » et « events », outil de synchronisation évènementiel

Les outils en ligne de commandes

- gst-inspect
- gst-launch

Écriture du helloworld

- shell
- C ou python

Ecriture d'un pipeline dynamique

Jour 2

La deuxième journée sera consacrée à la mise en œuvre d'exemples

- Concepts et exemple de playback
- Concepts et exemple de multithreading
- Concepts et exemple de streaming RTP / RTSP
- Concepts et exemple d'utilisation de hardware decoders sur plateforme embarqué

Tour de table

Introduction à ROS

Cette formation permettra aux participants de comprendre les fonctionnalités du middleware ROS 1 et l'architecture des packages ROS, d'interagir avec un système robotique ROS, et de lancer des simulations d'environnement robotique.

OBJECTIFS
Comprendre les fonctionnalités du middleware ROS 1 (Robot Operating System) et l'architecture des packages ROS.
Maîtriser les commandes permettant d'interagir avec un système robotique ROS.
Être capable de lancer des simulations d'environnement robotique avec Gazebo et CoppeliaSim en interaction avec ROS.

PUBLIC VISE
Techniciens et Ingénieurs en charge du développement d'applications appliqués à la robotique sous ROS.

PREREQUIS
Maîtriser un environnement Linux et l'utilisation d'un terminal.
Connaître la syntaxe et les bases du langage Python.
Disposer d'un ordinateur Ubuntu 20.04 avec accès root, et préinstallé avec ROS Noetic ou permettant le boot sur une clé USB qui sera fournie pour les TP.

INTERVENANT
Spécialiste en robotique et développement sous ROS.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
1 jours – 7h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A ROS

Tour de table

Introduction

Concepts et particularités du middleware
Commandes pour interagir avec un système ROS

Simulation

Concepts et particularités de Gazebo
TP1 : Démarrage de la téléopération et du SLAM du Turtlebot dans Gazebo
TP2 : Concepts et particularités de CoppeliaSim dans ROS : test rapide d'un robot roulant de la bibliothèque et communication via les topics ROS
Survol rapide d'autres simulateurs compatibles ROS : Unity, Webots, ...
T-HM : ROS est un framework modulaire

Tour de table

Le langage C pour l'embarqué

C fait partie des langages indétrônables, le classement TIOBE le positionne depuis des années dans les langages les plus utilisés dans l'industrie. Ceci s'explique par la puissance du langage, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution. Le langage C est disponible sur toutes les plateformes et également dans l'embarqué. Cette formation, vous propose dans un premier temps l'apprentissage du langage avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts du langage C.
Mettre en œuvre le langage C dans les projets.
Acquérir une vraie autonomie dans ce langage.

PUBLIC VISE
Concepteurs, Développeurs d'applications logicielles débutants en C.

PREREQUIS
Première expérience en développement informatique ou algorithmie.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant dans plusieurs écoles.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE LANGAGE C POUR L'EMBARQUE

Jour 1

Tour de table

Le langage C - introduction
Historique
Comparaison aux autres langages
Utilisation de ce langage dans l'industrie
Norme et version de C
Nommage des fichiers sources
Un exemple de programme en langage C

Compilateur
Compilateur open source GCC
Compilateur croisé x86/ARM
Processus de génération d'un binaire
Linkage dynamique et statique
Débogage avec gdb
Makefile
Structure dans l'embarqué

TP sur un premier exemple de programme avec GCC

Règles de programmation
Formatage des codes sources
Convention de nommage. Convention syntaxique.
Utilisation des commentaires dans le code source

JOUR 2

Types, Constantes, Variables
Affichage avec printf
Les types (entier, flottant, char)
Les constantes
Tableau : déclaration, initialisation
Chaîne de caractères
Saisir une variable
Pointeurs
Allocation dynamique / Gestion de la mémoire
Opérateur

TP sur les pointeurs, allocation dynamique, saisie

Les structures de contrôle
Les blocs d'instructions (notion de Début... Fin).
Les sélections alternatives (si, si-alors-sinon...).
Les boucles itératives
Imbrication des instructions

TP de mise en œuvre sur toutes les structures

Fonction
Principe d'une fonction
Déclaration, portée
Passage de paramètre par valeur et adresse

TP sur l'utilisation des procédures et fonctions

Test unitaire
Définir les tests unitaires
Exécuter les tests unitaires

TP tests unitaires

Références

Tour de table

Le langage C++ pour l'Embarqué

Dans le classement des langages informatiques (TIOBE) le C++ arrive sur le podium des langages les plus utilisés dans l'industrie. Ceci s'explique par la puissance du langage objet, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution.
Cette formation, vous propose de découvrir le langage avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts objets.
Découvrir et mettre en œuvre le langage C++ dans les projets.
Acquérir un début d'autonomie dans ce langage.

PUBLIC VISE
Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant un langage et débutants en C++.

PREREQUIS
Première expérience en développement informatique. La connaissance du « langage C » est un plus mais n'est pas obligatoire.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau - Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Travaux pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 16 au 18 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
2,5 jours – 17,5h

PRIX
1500 € HT (1200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE LANGAGE C++ POUR L'EMBARQUE

Jour 1

Tour de table

Le langage C++ - introduction
- Historique
- Comparaison aux autres langages
- Utilisation de ce langage dans l'industrie
- Norme et version de C++ (C++98 • C++03 • C++11 • C++14 • C++17 • C++20)
- Nouvelles fonctionnalités du langage

Compilateur
- Compilateur open source GCC/G++
- Compilateur croisé x86/ARM
- Linkage dynamique et statique
- Débogage
- Makefile

TP : utilisation du compilateur (ligne de commande, option, création d'un make, débogage de code)

Types, Constantes, Variables
- Références et Pointeurs
- Déclaration, portée
- Initialisation
- Tableau : déclaration, initialisation
- Espace de nommage
- Allocation dynamique

TP sur les références et pointeurs, allocation dynamique, espace de nommage

Jour 2

Notion d'objet
- Du C vers C++
- Classes et Objets
- Protection
- Accès
- Variable d'instance
- Constructeur
- Destructeur
- Surcharge
- Opérateur "This"

TP sur l'héritage, la sécurité, les constructeurs et destructeurs

Classes dérivées
- Héritage et instanciation
- Classe Amis
- Héritage multiple

TP : utilisation de l'héritage simple et multiple

Principe sur les templates
- Notion de programmation générique
- Classe de modèles
- Fonctions de modèles

TP de programmation template

Jour 3

Structure de données et STL
- Vecteur
- Map
- List
- Pile
- Algo standard

TP : utilisation des Vecteurs, Map, List, Pile et algorithme standard

Particularité du C++ embarqué
- Librairie std
- Compilation et linkage
- Règles de codage spécifique
- Classe virtuelle

Tour de table

Le langage C++ pour l'Embarqué, perfectionnement

C++ fait partie des langages indétrônables, le classement TIOBE le positionne depuis des années dans les langages les plus utilisés dans l'industrie. Ceci s'explique par la puissance du langage objet, sa polyvalence, et par ses performances d'exécution.
Cette formation vous propose d'approfondir vos connaissances sur le langage avec un focus sur son utilisation spécifique sur les systèmes embarqués. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts objets et mettre en œuvre les fonctions avancées du langage C++ dans les projets
Découvrir les nouveautés du langage
Acquérir une autonomie dans ce langage.

PUBLIC VISE
Concepteurs, Développeurs d'applications connaissant déjà le C++ et souhaitant se perfectionner.

PREREQUIS
Première expérience en C++ nécessaire ou avoir suivi la formation C++ débutant est impératif pour suivre cette formation.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau - Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Travaux pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 22 au 24 septembre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2,5 jours – 17,5 h

PRIX
1500 € HT (1200 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE LANGAGE C++ POUR L'EMBARQUE, PERFECTIONNEMENT

Jour 1

Tour de table

Rappel sur le langage C++

Surcharge des opérateurs

Opérateur Functions
Surcharge, Fonction amie, Classe amie
TP sur la surcharge des opérateurs

Exceptions

Principes, lancement, Capture, Spécification d'une exception
Interception
TP : utilisation des exceptions standards, création d'une exception

Particularité du C++ embarqué

Librairie std, Compilation et linkage
Règles de codage spécifique
Classe virtuelle

Multithreading

Attribut thread_local, Classe thread, Gestion de la concurrence, Classe mutex
Sémaphore vs Mutex
Conditions, Verrous, future et promise
Opérateurs et opérations atomique
TP : Structure d'un programme multithread, section critique, opérateur atomique, variable partagée

Smart Pointers

Dépréciation de auto_ptr
unique_ptr,, shared_ptr, weak_p
TP : mise en œuvre des smart pointer avec plusieurs exercices

Jour 2

Templates (modèles)

Template et compilateur
Notion de programmation générique, Classe de modèles, Fonctions de modèles
Templates imbriqués
TP de programmation template

Nouveaux conteneurs de la librairie standard

Array tuple - pair
unordered_multimap, unordered_multiset, unordered_map, unordered_set
TP de mise en œuvre sur les nouveaux conteneurs

Fonctions avancées du langage

Classe virtuelle, Fonction membre virtuelle pure, Destructeur virtuel
Outre passage virtuel et non virtuel
Passage de fonction à fonction, Vecteurs de fonction, STL et passage de fonction
Déclaration préalable de classe, Classes imbriquées
TP : passage de fonction à fonction, vecteurs de fonction, déclaration préalable

Le RTTI (RunTime Type Identification)

Identification dynamique de types
Opérateur typeid, Métaclasse type_info, Transtypage dynamique, l'opérateur dynamic_cast
Fonctionnement avec les types pointés, Fonctionnement avec les types référencés
TP : Mise en œuvre des principes

Jour 3

Opérateurs de transtypages (non liés au RTTI)

L'opérateur const_cast, L'opérateur static_cast
L'opérateur reinterprete_cast
TP : Mise en œuvre des principes

Modélisation POO

Modélisation UML avec C++
Génération de code à partir de modèle
Reverse engineering
Design avec les patterns C++

Tour de table

Le langage Java

Java est un langage de programmation orienté objet, polyvalent et largement utilisé, à la fois puissant et portable, permettant le développement d'applications sur diverses plateformes. Cette formation intensive sur Java est conçue pour vous immerger dans les fondamentaux de ce langage incontournable. Pendant trois jours, vous explorerez les concepts clés, des bases aux fonctionnalités avancées, tout en développant des compétences pratiques pour intégrer Java dans vos projets.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts de base de Java.
Mettre en œuvre Java dans les projets.
Acquérir une vraie autonomie dans ce langage.

PUBLIC VISE
Développeurs d'application objet, architectes logiciel.

PREREQUIS
Connaissance d'un langage comme C ou C++ - Notions de langage objet nécessaires
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation, enseignant le numérique dans plusieurs écoles.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstrations. Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE LANGAGE JAVA

Jour 1

Tour de table

Présentation générale
- Pourquoi utiliser Java ?
- Principes fondateurs de l'Objet
- Présentation générale : le langage, les outils, la bibliothèque.
- Les distributions de Java.
- Le compilateur Java
- La machine virtuelle Java

Bases du langage
- Premier exemple de programme en Java
- Conventions d'écriture.
- Commentaires et mise en forme
- Types primitifs de Java
- Initialisation et constantes
- Structure de contrôle
- Opérateurs sur les types primitifs
- Affectation, recopie et comparaison
- Les tableaux en Java.

Classes et objets
- Classe et définition
- Classe et notation UML
- Classe et visibilité des attributs
- Distinction entre attributs et variables
- Objet et définition
- États des objets
- Affectation et comparaison
- Structure des objets
- Cycle de vie d'un objet
- Création d'objets : déroulement
- Création d'objets : réalisation
- Constructeur sans arguments
- Constructeurs multiples
- Accès aux attributs
- Envoi de messages : appel de méthodes
- Envoi de messages : passage de paramètres
- L'objet « courant » This
- L'objet « courant » : attributs et méthodes
- UML et codage d'une classe: composition, agrégation
- Destruction et ramasse-miettes
- Gestion des objets
- Surcharge
- Encapsulation : visibilité des membres d'une classe
- Les chaînes de caractères « String »
- Les Chaînes modifiables « StringBuffer »
- Les chaînes décomposables « StringTokenizer »
- Variables de classe
- Constantes de classe
- Variables et Constantes de classe
- Méthodes de classe
- Les tableaux en Java : application Objets
- Varargs : passage de paramètres en nombre indéfini

Jour 2

Héritage
- Définition et intérêts
- Classes et sous-classes
- Classes et sous-classes : terminologie
- Généralisation et Spécialisation
- Héritage et Java
- Héritage à plusieurs niveaux
- Surcharge et redéfinition
- Redéfinition avec réutilisation
- Usage des constructeurs: suite
- La classe Object
- Droits d'accès aux attributs et méthodes
- Méthodes et classes finales

Héritage et Polymorphisme
- Définition du polymorphisme
- Polymorphisme : pourquoi faire ?
- Polymorphisme et Java : surclassement
- lien dynamique
- bilan
- downcasting
- La méthode « equals() »
- Classes abstraites : intérêts
- Notion d'interface
- Syntaxe associée aux interfaces
- Implémentation et extensions multiples d'interfaces.
- Classes abstraites versus interfaces
- L'interface « Cloneable »
- Les classes internes « Inner Classes »

Les exceptions
- Définition
- Mécanisme
- Les exceptions courantes
- Lancer et capturer une exception
- Modélisation
- Transmission d'information
- Exception : finally
- Exception : pour ou contre

Jour 3

Les indispensables en Java
- Les packages
- Javadoc et les commentaires
- Construction d'une archive avec Jar

Les flux
- Définition des flux de données
- Hiérarchies de classes pour gérer les flux
- Les flux de caractères
- Les flux binaires
- La classe File
- Les collections
- Les collections : les génériques Java
- Les collections : Iterator
- LinkedList
- ArrayList
- HashSet

TP1: Installation des outils de développement et de débogage
TP2: Développement d'une première application de base et découverte de la syntaxe du langage
TP3: Développement d'une première application avec des classes et des objets
TP4: Développement d'une première application avec la notion d'héritage
TP5: Mise en oeuvre des exceptions
TP6: Exercice sur les package, la documentation, les archives de déploiement
TP7: Gestion des flux
Mini projet: Développement d'une application en autonomie

Tour de table

Le Langage VHDL

Cette formation vous présente le langage nécessaire au développement de FPGA. Vous pourrez acquérir des compétences générales dans la pratique du VHDL et développer votre premier projet VHDL sur des exemples simples en lien avec le filtrage et le traitement du signal. La formation alterne apports théoriques et applications pratiques sur cible Xilinx.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts et la syntaxe du VHDL.
Mettre en œuvre le process flow VHDL depuis le codage jusqu'à la configuration.
Acquérir un début d'autonomie et une bonne méthodologie de conception.
Découvrir les techniques de filtrage sur FPGA.

PUBLIC VISE
Technicien ou ingénieur en électronique ayant une bonne connaissance de l'électronique numérique (circuit logique, bascule, FIFO…) et maîtrise des outils informatiques.

PREREQUIS
Avoir une bonne connaissance de l'électronique numérique (circuit logique, bascule, FIFO...).
Les PC seront mis à disposition avec les outils de développement.

INTERVENANT
Formateur expérimenté, intervenant dans des missions de conseil et d'assistances techniques en entreprise.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours et Travaux pratique sur PC et plateforme fournie.
Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LE LANGAGE VHDL

Jour 1

Tour de table

Introduction aux technologies des composants,
Ressources internes FPGA exemple famille de quelques fabricants

Les principes d'une conception VHDL
Les Objets VHDL
Les Opérateurs VHDL
Assignation concurrente
Assignation séquentielle

Travaux Pratiques
Le but est de réaliser les premiers codes VHDL de base sur des fonctions simples jusqu'à la simulation des blocs réalisés

Jour 2

Code Générique
Compléments sur les Testbenchs
Les règles de conception
Les machines d'états

Travaux Pratiques

Le but est de passer en revue la totalité du process flow VHDL depuis le codage jusqu'à la configuration.
Le stagiaire utilisera les outils de synthèse, de simulation, de placement routage sur un design existant puis sur un code à écrire sur la base d'un cahier des charges.
Une mise en œuvre des designs sera enfin réalisé sur carte d'évaluation Zybo7-20 (une part stagiaire).

Jour 3

Travaux Pratiques

Utilisation des ressources de la carte Zibo7-20 avec interfaçage de convertisseur analogique/numérique
Mise en place des briques de bases à des applications de traitement du signal

Tour de table

Le Microcontrôleur STM32 par la pratique

L'architecture ARM du STM32 allie performance et faible consommation, dominant le marché de la mobilité. Cette formation explore les microcontrôleurs STM32 de STMicroelectronics, leur architecture interne et les outils de développement. Des exercices pratiques permettent d'acquérir les compétences essentielles en programmation C. À l'issue de cette formation, les stagiaires sauront développer une application faisant appel à l'ensemble des périphériques de base à l'aide des outils de développement STMicroelectronics : STM32CubeIDE (IDE Eclipse), STM32CubeMX et HAL.

OBJECTIFS
Découvrir la famille de Microcontrôleurs STM32.
Explorer leurs fonctionnalités principales.
Maitriser les outils de développement STM32 proposés par ST.
Être à même de développer sa propre application en s'appuyant sur la suite logicielle ST.

PUBLIC VISE
Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception-développement d'un produit souhaitant maîtriser un développement sur un microcontrôleur de la famille des STM32.

PREREQUIS
Connaissance d'un langage évolué, idéalement le Langage C.
Chaque participant possède un ordinateur sur lequel est installé la dernière version du logiciel STMCubeIDE.

INTERVENANT
Enseignant-chercheur en électronique, maitrisant les outils STM32.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours. Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence

DATES
Du 15 au 17 juin 2026

LIEU
Villefontaine (38)

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
2200 €HT (1600 €HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE

(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)

LE MICROCONTROLEUR STM32 PAR LA PRATIQUE

Jour 1

Tour de table

INTRODUCTION

Tour d'horizon du composant et de ses outils

Présentation de la famille STM32
- Les Cortex M
- Le découpage des fonctionnalités en sous familles
- Les spécialités

Présentation de la HAL
- Les points forts de la librairie
- Low Layer ou HAL ?
- La portabilité

Présentation de l'IDE / CUBE
- Gestion de l'environnement Eclipse
  - Présentation de l'environnement
  - Parcourir les fonctions efficacement
  - Renommage, raccourcis et nettoyage de code
  - Les options du projet
- Générer un projet STM32
  - Choisir un composant
  - Paramétrer son composant
  - Garder le lien entre le CubeMx et le code

Pratique sur carte : générer un projet type

THEORIE ET MISE EN ŒUVRE DES CONSTITUANTS DE BASE D'UN STM32

Le debug
- Breakpoint, vue mémoire et variables
- Les traces, UART ou ITM

Pratique sur carte : débuguer un projet simple

IO de base
- GPIO théorie et Mise en œuvre avec Cube

Pratique sur carte : mise en œuvre des GPIO
- UART théorie sur les bus série asynchrones et mise en œuvre avec le CubeMx

TP : UART avec un périphérique audio MP3

Jour 2

- SPI
  - Théorie sur les bus série synchrones
  - Mise en œuvre avec le CubeMx

Pratique sur carte : mise en œuvre d'un bus SPI avec un afficheur LED 8x8
- I^2C
  - Théorie sur le bus I^2C
  - Mise en œuvre avec le CubeMx

Pratique sur carte : mise en œuvre d'un bus I^2C avec un accéléromètre 3 axes

L'arbre d'horloge
- Découverte de l'arbre d'horloge
- Mise en œuvre avec le CubeMx

Les interruptions et les callbacks de la HAL
- Interruptions externes
- Paramétrage des BUS en IT

Pratique sur carte : mise en œuvre des interruptions externes avec un interrupteur, gestion du rebond

Jour 3

Le timer
- Découverte des timers STM32
- Mise en œuvre dans 2 utilisations types
  - Pour générer des interruptions

TP : clignotement périodique
  - Pour générer un signal PWM

TP : variation d'un niveau lumineux

LES FONCTIONS AVANCEES

Les fonctions analogiques
- L'ADC
  - Découverte des fonctions ADC STM32
  - Mise en œuvre avec le CubeMx

TP : capteurs analogiques simples et multiples
- Le DAC
  - Découverte des fonctions DAC STM32

La flash interne
- Principe d'utilisation d'une mémoire flash
- Mise en œuvre avec la HAL

Pratique sur carte : compteur de temps d'utilisation

L'économie d'énergie
- La RTC
- S'endormir et se réveiller

Pratique sur carte : mise en veille d'un système simple et mesure de l'impact sur la consommation

Bootloader
- Théorie et mise en œuvre

Ouverture sur le reste du monde
- RTOS
- Besoins spécifiques exprimés par les participants

Tour de table

Linux – Les bases de la programmation système

Linux est aujourd'hui considéré comme l'un des systèmes d'exploitation open source le plus performant et sécurisé. Cette formation, vous propose dans un premier temps l'apprentissage du langage de base pour la programmation. De nombreux exercices illustrent chaque chapitre afin de mettre en pratique les notions abordées en cours.

OBJECTIFS
Assimiler les concepts de développement sous Linux.
Savoir développer une application multi processus sous Linux.
Mettre en œuvre les développements dans les projets.
Acquérir une vraie autonomie dans les développements systèmes.

PUBLIC VISE
Développeurs d'application débutants à intermédiaires en développement système

PREREQUIS
Une connaissance du langage C est obligatoire.

INTERVENANT
Ingénieur de Recherche au CNRS - 30 ans d'expérience en développement logiciel et modélisation. Enseignant le numérique dans plusieurs écoles.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Démonstrations. Assistance pédagogique sur le cours assuré par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
3 jours - 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LINUX – LES BASES DE LA PROGRAMMATION SYSTEME

Tour de table

Introduction

Structure de Linux : noyau, espace suer et kernel
Environnement de développement
Librairie : structure, librairie partagée
Compilateur C/C++
Outils de debug

Les processus

Concept de processus, identifications
Création, terminaison d'un processus et exécution
Scheduler sous Linux
Affinité avec les processeurs
Problèmes de sécurité
TP: Création de processus

Les threads Posix

Principe des threads Posix.1c.
Machine à états d'un thread.
Synchronisation des threads : utilisation des mutex, sémaphores et des variables conditions.
Notion de section critique : protocoles d'entrée et sortie
Variables atomiques, sections atomiques
Gestion de la priorité d'un thread
Détacher un thread
Les attributs pour les threads
Les différents paradigmes : producteurs / consommateurs, lecteur écrivain
Thread périodique et gestion du temps
TP : Création de thread, synchronisation avec sémaphore et thread, utilisation des variables atomiques, mise en oeuvre producteurs / consommateurs, lecteur écrivain. Gestion du temps

Communications entre processus IPC

Files de messages : principe. Files de messages System V et Posix.
Mémoire partagée : création, partage, accès partagé.
Synchronisation des accès : sémaphores Posix.
Tubes de communication : création d'un tube et tubes nommés.

TP : Echange de données en processus avec la mémoire partagée, pipe et pipe nommé, mailing.

Gestion de la mémoire

Principes de la mémoire virtuelle : espace d'adressage et mémoire physique. Segmentation et pagination. Fautes de page.
Allocation de la mémoire : fonctions classiques, exploration de l'espace d'adressage, réussite et échec d'allocation.
Utilisation de la mémoire : projection, configuration, détection des fuites et débordements mémoire.

Signaux

Principe des signaux sous Linux, les différents signaux.
Gestion des signaux : émission et réception de signaux, masque de signaux, attente.
Signaux temps réel : principes. Emission et réception.
TP : Mise en œuvre des signaux avec masque, émission et réception.

Communiquer sur le réseau

Appels système fondamentaux : résolution de noms, de services, création de sockets.
Communication TCP/IP et UDP/IP : serveurs multi-processus et multithreads, clients TCP.
Transmission unicast, multicast et broadcast.
Notion de l'architecture client serveur
Résolution de nom DNS.
TP : Développement d'un client serveur TCP/IP et UDP/IP et utilisation des threads.

Entrées-sorties classiques et avancées

Descripteurs et flux : concepts, utilisation, paramétrage.
Entrées-sorties avancées : entrées-sorties non bloquantes et multiplexées, asynchronisme.
TP : Création de fichier, écriture, lecture.

Tour de table

Linux Temps Réel

De nombreux systèmes requièrent des performances dites temps réel. En effet, le marché des systèmes embarqués est en pleine croissance et le besoin de solutions embarquées temps réel augmente en conséquence dans certains secteurs industriels automobile, aéronautique santé. CAP'TRONIC vous propose une formation concrète et pragmatique pour maîtriser le temps réel sous Linux.

OBJECTIFS

Maîtriser les composants logiciels permettant à un système Linux de fonctionnement en temps réel (PREEMPT_RT, Xenomai).
Développer des applications temps réel pour Linux
Utiliser des outils de mesure permettant de valider le comportement temps réel du système (cyclictest, hackbench, latency, Ftrace)

PUBLIC VISE

Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent acquérir les compétences nécessaires à la mise en œuvre et au développement de solutions temps réel dur basées sur Xenomai.

PREREQUIS

Première expérience en développement informatique sous linux.
Yocto - UNIX/Linux user expérience (shell)
Savoir programmer en C
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet. Un deuxième écran est fortement recommandé.

INTERVENANT

Expert spécialisé dans l'intégration de solutions Open Source. Il est également l'auteur d'ouvrages sur "Linux embarqué".
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et un ou des cas pratiques fil rouge et se clôtura par une action de synthèse des concepts et méthodologies clefs. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance ou en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LINUX TEMPS REEL

Jour 1

Tour de table

Introducing real-time

- What is real-time?
- Real-time preemption
- The RMS (Rate Monotonic Scheduler) algorithm
- Priority inversion (and inheritance) *
- Some RTOS examples
- POSIX standard introduction

Using Linux for real-time

- Linux and real-time
- Legacy patches ("low-latency" and "preempt-kernel")
- PREEMPT_RT
- THe co-kernel approach (RTLinux, RTAI, Xenomai)

Jour 2

RT programming with POSIX

- RT programming principles
- Processes
- Threads *
- Signals *
- Timers and Clocks *
- Semaphores and Mutex *
- Conditions *
- POSIX extensions
- Profiling a real-time program with Ftrace *

RT programming with Xenomai

- Xenomai programming principles
- Application architecture and design
- Skins (API)
- Alchemy native API
- The /proc/xenomai directory
- Designing an application
  - "Hello World" POSIX based Xenomai thread*
  - Controlling the Pi 3 GPIO *
  - Xenomai vs Linux scheduling *
  - Xenomai/Linux domain migration *
- RT IPC (XDDP) *
- Kernel programming (RTDM)
  - Linux kernel driver example (reminder) *
  - RTDM task in kernel space *
  - GPIO RTDM driver for the Pi 3 *
  - Sample RTDM driver with "double scheduling" (RT / NRT) *
- Handling IRQ
- UDD (User Device Driver) example *

*Guidelines and exercises about using Linux for RT - Practical work on Raspberry Pi 3 B/B+ board (provided by Smile) - Yocto training is prerequisite (most of time) but Buildroot can be used "standalone" - Linux environment is Ubuntu 16.04 (VirtualBox)

Tour de table

Maitriser le test du logiciel embarqué

Cette formation vise à fournir aux participants une compréhension approfondie des principes et pratiques des tests logiciels. Les participants apprendront à concevoir, exécuter et gérer des tests efficaces pour garantir la qualité des logiciels. Les sujets abordés incluront les différents types de tests, les critères de couverture, et les outils et techniques utilisés dans le domaine des tests logiciels.

OBJECTIFS

Comprendre les principes fondamentaux des Tests Logiciels.
Élaborer un Plan de Tests Efficace.
Mettre en œuvre des stratégies de test dans les systèmes embarqués.
Maîtriser les Techniques de Tests White Box.
Distinguer les Tests Fonctionnels et Non Fonctionnels.
Utiliser les Critères de Couverture Avancés.
Utiliser les Outils et Techniques de Test.
Appliquer les Concepts dans des cas pratiques.

PUBLIC VISE

Concepteurs, Développeurs d'applications logicielles.

PREREQUIS

Connaissance préalable : langage C, ligne de commande Linux de base.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau, développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours numérique et Travaux pratiques Dirigés - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité

DATES

Du 25 au 27 novembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

3 jours –21 h

PRIX INTER

1750 € HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MAITRISER LE TEST DU LOGICIEL EMBARQUE

Jour 1

Tour de table

Introduction
- Historique
- Normes du domaine
- Tests dans l'embarqué
- Pourquoi réaliser des tests ?
- Tests logiciels vs tests embarqués
- Définition des tests

Logique des tests
- Timing des tests dans un projet (Cycle V et Agile)
- Tests statiques et dynamiques
- Notion de preuve formelle
- Tests et analyse fonctionnelle et non fonctionnelle
- Tests et conditions nominales et dégradées

Terminologie pour le code source
- Condition
- Décision
- Code
- Branche

Combinatoire des typages
- Combinatoire booléen
- Combinatoire entier
- Combinatoire flottant

Réduction des ensembles de test
- Calcul des partitions
- Analyse limite et analyse uniforme
- Pairwise testing

TD sur les différents chapitres en langage C

Jour 2

Stratégie de tests black box
- Introduction
- Organisation des tests
- Tests fonctionnels et non fonctionnels
- Test d'intégration
- Rédiger un plan de tests
- Classe d'équivalence
- Analyse des valeurs limites
- Table de décision
- Graphique de cause à effet
- Erreur de supposition
- Tests de recette

TD sur les différents chapitres

Stratégie de test white box
- Introduction
- Rédiger un plan de tests
- Revue de code
- Complexité cyclomatique
- Couverture de fonction
- Analyse des branches
- Couverture de décision/condition (DC)
- Couverture de décision
- Couverture de condition
- Couverture de conditions multiples
- Couverture MC/DC

TD sur les différents chapitres

Jour 3

Outils de test
- Principe des Mocks
- Principe des assertions
- Framework Unity
- Framework Frama-C / PathCrawler
- Code coverage - gcov
- Présentation de Sonarqube
- Présentation de SCADE
- Principe des fonctions weak

TD sur les différents chapitres

Questions/réponses

Tour de table

Microcontrôleur et programmation modulaire en Langage C

Cette formation vise à introduire une méthode efficace et structurée pour concevoir des applications industrielles performantes et sûres, en utilisant le langage C ANSI. Toutes les étapes seront abordées, depuis la sélection du microcontrôleur jusqu'à l'élaboration d'un programme, en revisitant les fondamentaux du langage pour aboutir à un exemple opérationnel concret.

OBJECTIFS
Comprendre la structure des processeurs et leur fonctionnement
Acquérir les mécanismes et les normalisations pour garantir une sécurité de fonctionnement.
Maitriser une méthodologie de développement.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, techniciens et développeurs souhaitant concevoir efficacement des applications industrielles sur microcontrôleur en langage C ou désireux d'acquérir ou de renforcer leurs compétences en programmation C ANSI.

PREREQUIS
Avoir la connaissance d'un langage de programmation (même avec peu de pratique) les notions de base seront réexpliquées au fil des exercices pratiques.
Avoir des connaissances de base en électronique.

INTERVENANT
Expert en automatisme, Enseignant-Chercheur à l'Université, Consultant avec 30 ans d'expérience sur microcontrôleur, et système de contrôle-commande. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours. Démonstrations - Travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation en présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MICROCONTROLEUR ET PROGRAMMATION MODULAIRE EN LANGAGE C

Tour de Table

Jour 1

Rappels techniques sur les microcontrôleurs
Panorama des microcontrôleurs actuels et exemple pratique pour un choix approprié.
Analyse des différentes technologies adaptables à son projet.
La mise œuvre pratique du matériel pour le cœur du système.
Rappel des notions de bases en électronique et en numérique.
Présentation des principales règles pour une programmation de qualité en langage C.
Organisation d'un projet numérique. Introduction à la programmation modulaire, découpage en tâches, organisation d'un programme en langage C,
TP : **Découverte et installation de l'IDE** (environnement de développement) MPLAB-X + XC16.
TP : Traitement des Entrées-Sorties « GPIO »
La gestion du temps de cycle et traitement des entrées-sorties, Initialisations « **GPIO** » et acquisition des entrées par la tâche principale. Mise en œuvre d'un logiciel modulaire.

Jour 2

Liaison série asynchrone « UART » et la gestion des interruptions.
TP Traitement d'évènements par interruption, dialogue avec un PC par échange de messages à l'aide de « UART », **utilisation des pointeurs** et des **tableaux** en langage C.
Interface IHM (Interface Homme Machine) avec un afficheur « LCD ».
Analyse de l'interface « LCD » alphanumérique **(***2 lignes 16 caractères)* gestion de l'objet -**Menu** - ;
mise en œuvre de traitement par tâche de fond des actions qui demandent des délais d'exécution,
Notions sur les machines d'état et le rôle des sémaphores (**Mutex)**.
TP Mise en œuvre d'un outil de mise au point « Debug ». Méthode et réalisation des fonctions de base et évolutives.
TP Réalisation de menu IHM en utilisant les boutons et l'afficheur « LCD ».

Jour 3

La gestion multitâche et les évènements temporels avec « TIMER »
Utilisation d'un « TIMER » pour séquencer précisément le déroulement des tâches (système multitâches),
Génération d'évènements temporels, calcul de consigne pour un asservissement de position de type « PID », pilotage d'actionneur en « PWM ».
TP La conversion Analogique-Numérique « ADC »
Mise en œuvre d'un convertisseur « ADC », ses limites et les traitements possibles des signaux convertis en numérique. Manipulation sur les types.
TP Automatisme séquentiel (Grafcet).
Avec ce dernier TP vous disposerez d'un programme complet en multitâche « Template » adaptable à de nombreuses de vos applications dans l'automatisme industriel.

Tour de Table

Les exercices pratiques seront réalisés sur des cartes de démonstration à base d'un µcontrôleur 16bits performant. La présentation proposée reste suffisamment généraliste pour s'adapter au microprocesseur cible de votre choix.
Tous les programmes utilisés sont gratuitement à disposition des utilisateurs par les fabricants des µcontrôleurs. Une clé USB sera remise à chaque participant avec toute la documentation des matériels employés,ainsi que tous les programmes utilisés (version libre) et tous les exercices corrigés.

L'application complète « Template » sera remise avec tous les droits d'utilisation.

Mise en œuvre de FreeRTOS sur STM32

Cette formation vous guide pas à pas dans la mise en œuvre du noyau temps réel FreeRTOS sur microcontrôleur STM32. Grâce à une approche 100 % pratique, vous apprendrez à créer des applications multitâches, gérer les interruptions, optimiser l'usage des ressources, et tirer parti des périphériques et fonctionnalités du STM32.

OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement de l'OS temps réel FreeRTOS (architecture, service, API)
Apprendre comment configurer et debugger des applications sous FreeRTOS
Savoir utiliser FreeRTOS sur STM32
Programmer et utiliser certains périphériques afin de mettre en évidence les capacités temps réel et multitâche de FreeRTOS

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens, débutant dans l'utilisation du noyau temps réel, FreeRTOS mais connaissant le microcontrôleur STM32 et son environnement de développement STM32CubeIDE.

PREREQUIS

Savoir programmer en langage C
Connaitre les outils STM32CubeIDE.
Un PC, **disposant de l'environnement de développement installé**, avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT

Ingénieur conseil CAP'TRONIC, expérimenté en conception électronique sur STM32.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours - Travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 19 au 21 mai 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

1850 € HT (1450 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MISE EN ŒUVRE DE FREERTOS SUR STM32

Jour 1

Tour de table

Notions clés des systèmes temps réel :
Déterminisme, tâches, ordonnancement, priorité, préemption, changement de contexte

Introduction à FreeRTOS
- Architecture, avantages
- Obtention du code source
- Conventions syntaxiques
- États, vie et mort d'une tâche
- Priorité et autres attributs
- Les Délais

Présentation de la famille STM32 à cœur ARM Cortex-M

Les outils de travail
- Présentation de la carte pour les travaux pratiques
- STM32CubeMX, STM32CubeIDE
- Intégration du code FreeRTOS
- Génération de code et d'exécutable
- Debugger

Travaux Pratiques :
- *Ma première application avec FreeRTOS :*
- *Faire clignoter des LEDs*
- *Maitriser le temps à la milliseconde près avec les délais*
- *Variante avec des timers*

Rappel sur le port série
- Utiliser l'UART

Jour 2

FreeRTOS
- Architecture détaillée, fichier de configuration
- Gestion de la mémoire
- Pile, dimensionnement, sécurité

Interruptions et priorité
- Point de vue ARM
- Point de vue STMicroelectronics
- Point de vue FreeRTOS

Evènements externes, ou interruptions matérielles
Travaux Pratiques : *Gestion d'une interruption matérielle*

Communication entre tâches : Sémaphores
Travaux Pratiques : *Sémaphores*
Travaux Pratiques : *gestion de périphériques avec FreeRTOS*
Travaux Pratiques : *ADC sans DMA*

Les DMA pourquoi… comment
Travaux Pratiques :
ADC avec DMA
Plusieurs périphériques, DMA, sémaphores, interruptions

Jour 3

Partage des ressources et priorité des tâches : les Mutex

Travaux Pratiques :
Création de conflit entre tâches sans Mutex
Résolution des conflits avec Mutex
Jouer avec les priorités

Communication entre tâches : queues et notifications
Travaux Pratiques :
Les Queues entre tâches
Notification de tâche

Fonctions support : assert, traces d'exécution, outils de debug, printf, état de la pile, watchdog

Travaux Pratiques : *complètent les éléments vus dans les précédents TP*

Et pour aller plus loin…

Les bibliothèques de FreeRTOS : FreeRTOS-Plus-xxx

Tour de table

Noyau Linux et développement de drivers

Le support pour les périphériques est assuré sous Linux par des pilotes (drivers) dont le code se déroule dans le noyau du système d'exploitation. Il est donc nécessaire pour le développeur amené à écrire ou à tester des pilotes de périphériques de maîtriser les concepts propres à la programmation noyau. Cette formation vous permettra de concevoir, développer et déployer un pilote de périphérique pour le noyau Linux.

OBJECTIFS
Permettre à des ingénieurs de développement maîtrisant la programmation en C de concevoir, développer et déployer un pilote de périphérique pour le noyau Linux

PUBLIC VISE
Concepteurs, techniciens et ingénieurs de développement et chefs de projets techniques qui souhaitent concevoir de futurs produits basés sur des cartes ARM sous Linux.

PREREQUIS
La maîtrise du langage C. et les commandes de base GNU/Linux.
Les commandes de base sont indispensables et une première expérience sur Linux est recommandée.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert spécialisée dans l'intégration de solutions Open Source. Il est également l'auteur d'ouvrages sur "Linux embarqué"
Le Programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours en anglais. La formation alternera des exposés théoriques et un ou des cas pratiques fil rouge et se clôturera par une action de synthèse des concepts et méthodologies clefs. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 13 au 15 octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
1750€ HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE

(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)

NOYAU LINUX ET DEVELOPPEMENT DE DRIVERS

Jour 1

Tour de table

Introduction à Linux
Présentation du projet Linux
Licences
Architecture Linux (espace utilisateur/noyau)
Sysylnit vs »systemd »
- Utilisation des sources du noyau Linux
- Obtention du code source
- Configuration
- Compilation native (x86) et croisée (ARM)*

Les modules du noyau
Ecriture d'un module « Hello World" *
- Les fonctions "init" et "exit »
- Le fichier Makefile *
- Compilation
- Chargement et déchargement du module (insmod et rmmod)

Dépendances entre les modules*
Passage de paramètres à un module*

Pilotes en mode caractère
Module vs pilote
Les catégories de pilotes (caractère, réseau et bloc)
Appels système d'un pilote en mode caractère (open, close, read write, ioct !)
Enregistrement d'un pilote en mode caractère *
Utilisation des « classes » du noyau *
Utilisation de l'interface CDEV*
Fonctions de verrouillage (spinlock et mutex) *
Gestion du matériel
- Allocation de la mémoire *
- Gestion des interruptions *
- Ports d'E/S et accès et *
- Mappage mémoire (l'appel système mmap) *
- Introduction au DMA *

Jour 2

Pilotes en mode caractère
Ecriture d'un pilote PCI générique *
Ecriture d'un pilote USB simple (HID) *
Utilisation de l'API "platform" pour les systèmes embarqués
- Présentation du « device tree » (DT) avec la cible QEMU/ARM
- Syntaxe et exemples de DT *
- Utilisation de « configfs » pour charger un « device tree overlay » *

Jour 3

Pilotes en mode réseau
Utilisation du réseau Linux
Présentation des pilotes réseau
Les structures « net device » et « net device ops »
Le stocket buffer (SKB)
Ecriture et test du pilote réseau « faketh » *

Pilotes en mode bloc
Pilote en mode bloc vs caractère
Le nouveau framwork « blk-mg » (noyau Linux 5.x)
Ecriture d'un pilote simple (en utilisant un ramdisk)*

Mise au point et profilage du noyau et des pilotes
Utilisation de GBD pour l'espace noyau (exemple avec QEMU/ARM)
Déblogage du noyau statique et d'un module (ko)
Profilage du noyau et des pilotes avec Ftrace (en utilisant debugfs et trace-cmd)

Tour de table

Un travail pratique est disponible pour chaque item avec une « étoile » (*).

Process et conception d'interfaces graphiques multi-plateformes avec MicroEJ

La formation introduit le SDK MicroEJ, les outils de prototypage, les bibliothèques graphiques et leur interface aux composants matériels.

OBJECTIFS
Développer des interfaces utilisateur graphiques modernes, simples ou complexes
Créer des Virtual Devices pour simuler des produits et leur interfaces graphiques.
Interfacer les éléments électroniques aux éléments graphiques.
Organiser les développements pour la réutilisation des investissements logiciels sur plusieurs plateformes matérielles

PUBLIC VISE
Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens.

PREREQUIS
Une connaissance du langage Java (ou C++) est nécessaire.
Formation réalisée en présentiel mais un système de visioconférence est à prévoir pour les personnes non présentes sur site.

INTERVENANT
MicroEJ.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

PROCESS ET CONCEPTION D'INTERFACES GRAPHIQUES MULTI-PLATEFORMES AVEC MICROEJ

Tour de table

Présentation générale de MicroEJ
- Java embarqué et MicroEJ
- Architecture du système
- Bibliothèques disponibles
- Outils de développement
- Outils de mise au point

Développement MicroEJ
- MicroEJ SDK
- Notion de Plateforme MicroEJ
- Processus de production du firmware MicroEJ
- Simulateur MicroEJ et Mock
- Projet MicroEJ, déploiement et exécution
- Mise en œuvre de la trace

MicroEJ Runtime
- Bibliothèques « buildin » vs « addon »
- Bibliothèques EDC, B-ON, ECOM, NLS

Bibliothèque Graphique
- Architecture « MicroUI »
- Displayable et objet Display, GraphicContext
- Gestion des événements
- Développement d'une application graphique réactive
- Utilisation des Images
- Mise en œuvre des animations avec Timer

Bibliothèque Widget
- Architecture « Widget »
- Page et navigation
- Contrôle et Conteneur, Conteneur Split
- Mise en œuvre des Boutons et Labels
- Style sheet, Gestion des règles de style, Application aux boutons
- Gestion des modes de navigation
- Conteneurs Grid et Dock, Conteneurs List et Scroll
- Conteneur Canvas, Pictogrames vs Images

Bibliothèque HAL
- La classe GPIO
- Mise en œuvre GPIO Numérique
- Mise en œuvre GPIO Analogique et PWM

Echanges avec le code Natif en SNI
- Mécanisme SNI, Types SNI
- Convention d'appel SNI
- Mise en œuvre de SNI

Echanges avec le code Natif en « Shielded Plug » (SP)
- Mécanisme Shielded Plug
- API SP en Java, API SP en C
- Description de la base SP en XML
- Outil de génération des stubs
- Mise en œuvre de SP

Tour de table

Process et conception de plateformes virtuelles embarquées avec MicroEJ

La formation introduit le MICROEJ SDK pour la création d'une plateforme virtuelle MICROEJ VEE pour microcontrôleur d'architecture ARM Cortex M.

OBJECTIF
Introduction au concept de plateforme virtuelle MICROEJ VEE.
Création d'une plateforme pour une architecture de processeur
Benchmarking (performance, utilisation mémoire, etc.)
Test et qualification d'une plateforme MICROEJ VEE

PUBLIC VISE
Chefs de projet, Ingénieurs et Techniciens.

PREREQUIS
Une connaissance du langage C est nécessaire (Java optionnelle).
Formation réalisée en présentiel mais un système de visioconférence est à prévoir pour les personnes non présentes sur site.

INTERVENANT
MicroEJ.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence si formation à distance. Support de cours. Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

PROCESS ET CONCEPTION DE PLATEFORMES VIRTUELLES EMBARQUEES AVEC MICROEJ

Tour de table

Introduction à MICROEJ Virtual Execution Environement (VEE)

Flot de développement en mode mono sandbox et multi sandbox (i.e. multi app)
Flow de build d'une plateforme (C + Java)
Architecture de plateformes supportées par VEE
Concept de plateforme
Outils développement : simulateur, launcher, debugger, heap dumper, memory map inspector, code coverage, module manager.
Versioning
Ressource en ligne
Raccourcis utiles du SDK

TP : modification d'une plateforme existante, ajout d'une API pour piloter de l'électronique simple comme une LED
Interface du Java avec le monde C (appel, échanges de données)

Tour de table

Qt Quick pour votre IHM

Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d un unique code source.
Cette formation se concentre sur la technologie Qt Quick, un des modules de Qt et le langage QML qui permettent de créer rapidement des applications pouvant être exécutées sur PC, mobile ou tablette.

OBJECTIFS
Mener à bien un projet Qt Quick.
Réaliser des interfaces graphiques modernes et animées.
Exécuter une application sur un smartphone (Android ou iOS).
Déboguer une application.
Packager et distribuer une application.
Utiliser des bibliothèques C ou C++ dans une application Qt Quick.
Utiliser des objets C++ dans une application Qt Quick.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et Développeurs d'interfaces graphiques.

PREREQUIS
Notions de C/C++ et de programmation objet indispensable.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert en génie logiciel et cybersécurité, développeur professionnel C et C++ et spécialisé sur Qt.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
4 demi-journées – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

Qt QUICK POUR VOTRE IHM

Tour de table

Présentation de Qt
- Histoire
- Capacités
- Exemples
- Comparaison avec d'autres outils (Visual Studio, C++ Builder, Xcode)
- Technologies Widget et Quick
- Modules de Qt
- Licences de Qt

Qt Creator
- Présentation
- Les Kits de Qt
- Le fichier projet
- L'écran principal
- L'éditeur de code
- Le designer
- Le débogueur
- La documentation

Découverte de Quick
- Organisation d'un projet
- Première scène
- Les items
- Gérer les états
- Programmation asynchrone

Graphismes avancés avec Qt
- Le positionnement
- Les layouts
- Les états et les transitions
- Les animations
- Projet

Découverte des principales API
- Types Qt de base
- Multimédia
- Positionnement et cartographie
- Quick controls et thèmes graphiques
- WebView
- Projet : cartographie GPS avec visio

Conception avancée
- Modèle-Vue

Quick en multiplateforme
- Organiser son projet
- Application responsive
- Projet sur Android et iOS

Packager une application
Distribuer une application
Déboguer une application à distance

Tour de table

Qt Widgets pour votre IHM

Qt est un outil de développement multiplateforme permettant de créer des applications à partir d'un unique code source. Avec Qt, tout élément de la fenêtre est appelé un widget.
Cette formation se concentre sur l'utilisation des Widgets pour la création d'applications pour ordinateurs de bureau.

OBJECTIFS
Créer des applications de bureau complètes avec Qt Widgets.
Utiliser la run-loop de Qt.
Utiliser les chaines de caractères (QString) et les tableaux d'octets (QByteArray).
Traduire une application.
Déboguer une application.
Packager et distribuer une application.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et Développeurs d'interfaces graphiques.

PREREQUIS
Maitrise de C/C++11 et de programmation objet indispensable.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert en génie logiciel et cybersécurité, développeur professionnel C et C++ et spécialisé sur Qt.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
4 demi-journées – 14h

PRIX
Sur demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

QT WIDGETS POUR VOTRE IHM

Tour de table

Présentation de Qt
- Histoire
- Capacités
- Exemples
- Licences de Qt
- Comparaison avec d'autres outils (Visual Studio, C++ Builder, Xcode)
- Technologies Widget et Quick
- Modules de Qt
- Framework, toolkit et API
- Modèle d'abstraction

Qt Creator
- Présentation
- Les Kits de Qt
- Le fichier projet
- L'écran principal
- L'éditeur de code
- Le designer
- Le débogueur
- La documentation

Utilisation du Designer
- Création d'un menu
- Création d'une barre d'outils
- Utilisation des layouts
- Utilisation des ressources
- Personnalisation des composants graphiques en CSS

Le modèle-vueQObject
- ListView
- TableView
- TreeView

Programmation asynchrone
- Asynchronisme et non-bloquant
- Run-loop
- Affinité de thread
- Signal et slot
- Timers
- Boucle for non bloquante
- Pause non bloquante
- Fonctions longues non bloquantes
- Appels asynchrones
- Utilisation d'une bibliothèque C en asynchrone
- Cycle de vie des objets

Threads
- Contrôleur de thread
- Bonne pratique : Worker
- Pool de threads
- Tâche différée

Chaines de caractères
- QString
- Conversion d'encodage
- QByteArray

Internationalisation (i18n)

Bonnes pratiques de conception
- Héritage de QObject
- Modes d'instanciation (dynamique vs automatique)
- Organisation du code (design-patterns)
- Cast avec QObject

Conteneurs optimisés
- Type Qt
- Technique de la copie à l'écriture
- Technique du pointeur partagé
- Les conteneurs de Qt
- Utiliser ses propres objets avec Qt

Tour de table

ROS et la fusion de données

Cette formation permettra aux participants de comprendre la théorie de la localisation, du SLAM, des filtres à particules et de Kalman, de maîtriser 3 méthodes d'implémentations de la fusion de données dans ROS, d'être capable de configurer un package ROS pour son besoin.

OBJECTIFS

Comprendre la théorie de la localisation, du SLAM, des filtres à particules et de Kalman.
Maîtriser 3 méthodes d'implémentations de la fusion de données dans ROS.
Être capable de configurer un package ROS pour son besoin via les launch files, paramètres, et l'usage de topics et services optionnels.

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge du développement d'applications appliqués à la robotique sous ROS.

PREREQUIS

Avoir suivi la formation « Introduction à ROS ».
Disposer d'un ordinateur Ubuntu 20.04 préinstallé avec ROS Noetic ou permettant le boot sur une clé USB fournie.
Disposer d'un point d'accès wifi unique par robot (type partage de connexion smartphone avec abonnement 4G).

INTERVENANT

Spécialiste en robotique et développement de projets sous ROS.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Etude de cas. Démonstration et travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ROS ET LA FUSION DE DONNEES

Tour de table

Quizz de rappel sur les commandes de base
Rappels sur le rôle du ROS master, exemples concrets et savoir changer de master
TP1 : Téléopération d'un Turtlebot, mise en évidence des topics importants (joystick et twist), plot avec rqt_plot
Théorie sur l'odométrie, les filtres à particules (AMCL) et le SLAM, et leurs limites (couloirs, absence d'obstacles, dérive de l'odométrie ...)

Méthodes de SLAM : gmapping et cartographer
TP2 : cartographie pour le Turtlebot avec gmapping et cartographer
Pratique : mise en évidence de la fusion de données odométrie / LIDAR du SLAM Turtlebot et ajustement de divers paramètres
T-H M : les méthodes de SLAM de ROS effectuent la fusion des données de localisation pour nous

TP3 : Mise en œuvre de robot_localization avec : odométrie, UWB, caméra, IMU
T-HM : Il existe différents packages ROS pour faire de la fusion, avec des points forts et faibles

Théorie sur le filtre de Kalman
TP4 : Créer son propre package de fusion de données avec un noeud fusionnant des données de l'UWB et de l'odométrie en Python

T-HM : ROS est modulaire : lorsqu'un module montre ses limites pour notre application, il est possible de le remplacer par une autre implémentation

Sont fournis pour les TP : 3 robots Turtlebot (1 pour 2 apprenants), des capteurs UWB et caméras RGB-D

Tour de table

Techniques en radio logicielle (SDR)

Avec la montée en puissance des systèmes de traitement numériques (PC, DSP, microcontrôleurs, FPGA), la démodulation logicielle des signaux radio est maintenant la méthode de choix pour obtenir les meilleures performances à la fois en termes de sensibilité et de coût d'implémentation. Néanmoins, le fait de démoduler les signaux de manière purement logicielle entraîne des architectures radicalement différentes des structures traditionnellement utilisées en démodulation analogique (boucle de Costa, PLL, etc.).

OBJECTIFS
Transmettre aux participants une vue d'ensemble sur les techniques les plus utilisées en radio logicielle (an anglais Software Defined Radio / SDR), pour des implémentations finales sur microcontrôleur, DSP, FPGA ou même PC.
Les méthodes seront mises en pratique via des T.P. avec Scilab (équivalent gratuit de Matlab).

PUBLIC VISE
Ingénieurs en traitement du signal / télécommunications /informatique embarquée.

PREREQUIS
Notions en télécommunications.
PC portable sous Linux ou Windows, avec Scilab installé, pour pouvoir faire les exercices pratiques.

INTERVENANT
Ingénieur ENSEEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique - Démonstration et travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

TECHNIQUES EN RADIO LOGICIELLE (SDR)

Tour de table

PARTIE 1 - PRÉTRAITEMENTS

Dans cette première partie, nous commencerons par essayer d'avoir une vue d'ensemble sur les composants nécessaires pour réaliser une chaîne de démodulation, puis nous étudierons les techniques de pré-traitement, dans le but d'extraire le (les) canal(aux) radio(s) utile(s).

Introduction : description des architectures de démodulation radio classiques (super-hétérodyne, FI nulle, FI basse).

Conversion en bande de base : notion de signal I/Q. Méthode classique (downconversion, puis suppression de l'image) et à base de filtre de Hilbert.

Déséquilibre I/Q, décalage DC : détection et compensation**.**

DDS (réalisation d'oscillateurs numériques) : LUT, CORDIC, oscillateur harmonique.

Filtrage canal : filtres polyphases, filtres CIC.

Canalisation multivoies : bancs de filtres modulés (via des filtres polyphases et FFT)

PARTIE 2 - FORMES D'ONDE ET MODULATIONS

Dans cette partie, nous allons d'abord faire un tour d'horizon des différentes modulations numériques (formes d'onde) classiques, puis nous aborderons différentes techniques permettant la démodulation en bande de base.

Formes d'ondes classiques : FSK / GFSK, BPSK, QPSK / OQPSK, QAM

Mise en forme des symboles : filtre adapté, filtres NRZ, Gaussiens, RC /SRRC.

PARTIE 3 - DÉMODULATION

Dans cette partie, nous allons d'abord faire un tour d'horizon des différentes modulations numériques (formes d'onde) classiques, puis nous aborderons différentes techniques permettant la démodulation en bande de base.

Démodulation incohérente : discrimination polaire (FSK) / démodulation différentielle (PSK).

Recouvrement de porteuse : détection d'erreur de phase (boucle quadratique et ses variantes, détection MAP), filtre de boucle (premier ordre et second ordre)

Recouvrement d'horloge : architecture d'une boucle de correction (PLL), détecteurs : Early / late gate, Gardner, Mueller & Muller, techniques d'interpolation : Lagrange (Farrow), interpolation polyphase (LUT).

Calage initial des boucles : corrélation par OLA (OverLap and Add).

Tour de table

AUTRES THÉMATIQUES (SUR DEMANDE)

Simulation de canal (canaux AWGN et dispersifs), égalisation de canal, modulation OFDM, codes correcteurs d'erreur (convolutifs, polaires, etc.), traitement du signal RADAR.

Traitement numérique du signal en C++ (temps réel)

Durant cette formation, vous aurez l'occasion de découvrir (ou re-découvrir) les techniques les plus utiles en traitement numérique du signal, via une approche concrète fondée sur de nombreux cas et travaux pratiques. Le stagiaire pourra s'approprier chacune de ces techniques de manière intuitive et ludique, grâce à des travaux pratiques issus de cas réels. Ces travaux pratiques seront réalisés en langage C++ et avec des librairies open source, pour une applicabilité directe sur des systèmes temps réels.

OBJECTIF
Acquérir des compétences de base sur les méthodes les plus utiles en traitement numérique du signal.

PUBLIC VISE
Ingénieurs en informatique, électronique ou télécommunications, chercheurs souhaitant progresser en traitement numérique du signal, en particulier sur la mise en œuvre pour des traitements en temps réel.

PREREQUIS
Connaissances de base en traitement du signal et en informatique (C ou C++) nécessaires.
PC portable (Linux /Ubuntu ≥ 20.04 ou Windows 10). Les TP seront réalisés en langage C++, avec les librairies Eigen et libtsd.

INTERVENANT
Ingénieur ENSEEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique - Démonstration et travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Présentiel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL EN C++ (TEMPS REEL)

Tour de table

PARTIE 1 - SIGNAUX NUMÉRIQUES

Dans cette première partie, nous allons voir comment manipuler, visualiser et faire des traitement simple sur les signaux numériques, avec la librairie C++ Eigen.

Librairie C++ Eigen : vectorisation automatique des calculs (« comme Matlab »)
Figures : visualisation des signaux (temporel, fréquentiel, etc.)
Signaux utiles : génération de signaux périodiques, aléatoires, intervalles temporels, etc.
Travaux pratiques : calculs vectorisés avec Eigen, affichage et rééchantillonnage d'un signal

PARTIE 2 - FILTRAGE DES SIGNAUX

Nous allons étudier diverses techniques de filtrage linéaire, permettant de séparer différentes composantes d'un signal (par exemple suppression de signaux parasites).

Notion de filtre : équation aux différences, fonction de transfert
Analyse d'un filtre : réponses impulsionnelle et fréquentielle, temps de groupe, pôles et zéros
Synthèse RIF : design par fenêtrage, équiondulation, structures particulières (CIC, CS…)
Synthèse RII : filtres de Butterworth, Chebyshev…
Travaux pratiques : analyse et mise en œuvre d'un filtre CIC pour le filtrage d'un signal audio issu d'un convertisseur sigma-delta, mise en œuvre d'une filtre en cosinus surélevé pour le filtrage d'un signal modulé, filtrage d'un électrocardiogramme

PARTIE 3 - TRANSFORMÉE DE FOURIER

Dans cette partie, nous allons voir comment la transformée de Fourier discrète (TFD) va pouvoir se montrer très utile tant pour l'analyse des signaux (estimation spectrale, calcul de délais, de fréquences, etc.) que pour le filtrage efficace des signaux.

Transformée de Fourier discrète : définition et intuition pratique
Analyse spectrale : spectre de puissance, zéro-padding, moyennage.
TFD et convolution : convolutions et corrélations rapide par FFT.
Quelques applications : estimation de fréquence, de délais, transformée de Hilbert
Travaux pratiques : calcul de délais entre deux signaux, déconvolution, démodulation AM par détection d'enveloppe.

PARTIE 4 - TRAITEMENTS TEMPS RÉEL

Dans cette partie, nous verrons différentes techniques permettant de traiter des signaux en temps-réel, au fil de l'eau (« en streaming »).

Implémentation des filtres linéaires : formes générales, factorisation en sections du second ordres (filtres RII), formes polyphases (pour l'interpolation /la décimation), structures spéciales (moyennes glissantes, filtres CIC).
Filtres spéciaux : bufferisation des données, adaptation de rythme, FFT et technique OLA (filtrage en temps réel rapide), transformée de Hilbert.
Travaux pratiques : filtrage demi-bande (décimation), transposition de fréquence et suppression d'un signal image, filtrage RIF par OLA.

Tour de table

AUTRES THÉMATIQUES (SUR DEMANDE)

Filtrage de Kalman (fusion de capteurs), filtrage adaptatif (égalisation, annulation d'écho, etc.), transformée en ondelette (compression des signaux)

UML/SysML pour la modélisation d'un système

UML apporte un support de modélisation pendant toutes les phases d'un projet et guide les acteurs du projet pas à pas dans les choix stratégiques. Au-delà de la modélisation des systèmes, UML vous servira également dans la conduite de projet que ce soit un cycle en V ou une méthode agile. En suivant cette formation, découvrez UML / SysML et apprenez à modéliser un projet de bout en bout.

OBJECTIFS
Modéliser un projet de bout en bout, Traduire des exigences clients en exigences fonctionnelles et opérationnelles.
Découvrir UML / SysML dans l'analyse conceptuelle, fonctionnelle, applicative.

PUBLIC VISE
Développeurs, Architectes système, Chefs de projet.

PREREQUIS
La connaissance d'un langage orienté objet est recommandée pour suivre cette formation.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau, Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M, Expert des systèmes spatiaux : analyse et développements des systèmes spatiaux nanosatellites, Expert en développement de systèmes mobiles, Modélisation des systèmes.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Présentiel ou distanciel

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

UML/SysML POUR LA MODELISATION D'UN SYSTEME

Jour 1

Tour de table

Introduction
- Découvrir l'OMG et UML2
- Historique des langages de modélisation
- Le langage semi-formel UML et ses profils
- Découverte des outils mis à disposition
- Entreprise Architecte
- TTools

Approche systémique et UML
- Définition de la systémique et apport de UML
- UML dans le cycle de production industriel

UML et développement logiciel
- UML et notion d'objet
- Notion de patron de conception
- UML et langage itératif
- UML et le cycle en V, cascade

Diagrammes UML
- Structuration des diagrammes
- Les diagrammes dynamiques et statiques
- Types de diagrammes et éléments communs
- Stéréotypes
- Paquetages
- Relations

Jour 2

Diagrammes structurels ou Diagrammes statiques (UML Structure)
- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme de composants
- Diagramme de déploiement
- Diagramme de paquetages
- Diagramme de structures composites

Diagrammes comportementaux ou Diagrammes dynamiques
- Diagramme de cas d'utilisation (Use case)
- Diagramme d'activités
- Diagramme d'états-transitions

Diagrammes d'interaction
- Diagramme de séquence
- Diagramme de communication
- Diagramme global d'interaction
- Diagramme de temps

Découverte de SysML
- Les Diagrammes SysML
- Apport de SysML vs UML
- Architecture avec SysML

Un sujet le "Contrôleur de température et pression" vous permettra de mettre en œuvre toutes les notions présentées dans les différents chapitres.

Jour 3

Analyse conceptuelle :
- Définition des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles
- Définition des exigences dérivées
- Orchestration dans un use case
- Description dynamique et statique

Analyse fonctionnelle :
- Définition des fonctions du système à partir de l'analyse conceptuelle
- Matrice de couverture
- Diagramme d'architecture et des patrons de conception

Analyse applicative :
- Diagramme de classe et d'objet
- Diagramme d'état
- Génération de code et simulation

Tour de table

Zephyr pour l'IOT et les applications embarquées

Zephyr est un RTOS libre conçu pour des applications frugales et connectées. Cette formation vous présente les bases pour comprendre et utiliser l'OS temps réel ZEPHYR ainsi que les outils nécessaires pour prendre des décisions en matière de conception architecturale. Vous découvrirez comment configurer efficacement Zephyr et produire facilement un logiciel de qualité industrielle. Vous exploiterez les puissantes fonctionnalités intégrées de Zephyr, notamment sa sécurité, sa gestion de l'énergie et sa connectivité.

OBJECTIFS

Découvrir et avoir une vue d'ensemble de l'OS Zephyr.
Construire votre première application sur un dispositif embarqué.
S'exercer à la mise en œuvre et la configuration des interfaces typiques (SPI, I2C, WiFi, etc.)

PUBLIC VISE

Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés temps réel qui doivent construire des applications efficaces et sécurisées sur des appareils aux ressources limitées.

PREREQUIS

Expérience en développement de systèmes embarqués sur microcontrôleur nécessaire.
Connaître un langage de programmation (C de préférence) et être confortable avec l'utilisation d'un système GNU/Linux et son environnement.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur maitrisant la conception de systèmes embarqués, expert en développement logiciel.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours en anglais Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité

DATES

Du 30 juin au 2 juillet 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

3 jours – 21h

PRIX INTER

1750 € HT (1350 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE

(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)

ZEPHYR POUR L'IOT ET LES APPLICATIONS EMBARQUEES

Jour 1 : Introduction et noyau

Tour de table

Introduction
- Pourquoi et quand utiliser un RTOS
- Pourquoi choisir Zephyr
- Comparaison de Zephyr et ses alternatives

Travailler avec Zephyr
- Développer avec Zephyr : toolchain et structure de projet
- L'outil `west` : manifestes et usages
- Étendre Zephyr : SoC, boards et modules

Introduction au noyau Zephyr
- Les services du noyau
- Gestion de la mémoire
- Mode utilisateur
- Structure de données

Exercices :
- Installer la chaîne d'outils Zephyr.
- Construire un exemple d'application et développement d'un exemple d'application Zephyr.

Jour 2 : Services OS et connectivité

Services de Zephyr
- Liste des services disponibles
- Gestion de flotte
- Gestion de la consommation
- APIs disponibles

Connectivité
- Architecture de la stack réseau
- Options disponibles : Bluetooth, LoRa / LoRaWAN, Modbus, USB, IP

Exercices :
- Utilisation des APIs shell et settings pour étendre l'application précédemment développée
- (Option) Extension avec certaines APIs : Zbus, traces et logs, stockage en mémoire.
- Ajout de connectivité à l'application, possiblement avec chiffrement.

Jour 3 : Usages avancées de Zephyr

Le système de construction de Zephyr
- CMake, Devicetree, Configuration du noyau
- Outil Sysbuild

Modèle de sécurité
- Process de développement
- Design sécurisé
- Certification

Contribuer à Zéphyr
- Bonnes pratiques de code
- Contributions externes et blobs binaires

Exercices :
- Utilisation de sysbuild

Tour de table

Découvrir l'IA appliquée à l'industrie : Comprendre pour la mettre en œuvre

L'objectif de cette formation est de transmettre aux participants une culture générale de l'intelligence artificielle, de présenter les fondamentaux, les enjeux technologiques et des exemples d'applications, afin de leur permettre de se projeter sur les concepts de l'IA et la conduite du changement à engager au sein des start-up et PME.

OBJECTIFS
Comprendre les notions/définitions et les implications de l'IA et de ses composantes.
Evaluer efficacement les besoins en matière d'IA
Identifier quels sont les prérequis avant de s'engager dans un projet intégrant de l'IA et comment définir une feuille de route R&D.

PUBLIC VISE
Décideurs, Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens impliqués dans les entreprises en charge de concevoir des produits.

PREREQUIS
Aucun prérequis n'est nécessaire pour suivre cette formation.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur en informatique expérimenté dans l'industrie, accompagnant les entreprises dans la mise en œuvre de projets d'intelligence artificielle, pour en faire un outil concret et opérationnel.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Présentation d'exemples - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Le 12 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
700 HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DECOUVRIR L'IA : COMPRENDRE POUR LA METTRE EN ŒUVRE

Matin

Tour de table

De la donnée… à la valorisation des données
La donnée, ses utilisations
Architecture de traitement des données

Définition de l'IA
Les approches de l'IA
De nombreuses technologies

IA et Entreprises
Les grands domaines de l'IA
Une convergence IT/OT de plus en plus prononcée
Opportunité et adoption de l'IA par les entreprises

Après-midi

Processus de l'IA
Différentes étapes d'un projet IA
Les principaux verrous
Les bonnes pratiques
Prérequis et points de vigilance

Le machine Learning et les différentes approchent d'apprentissage

Le cas du Edge computing

Etude de cas

Questions/réponses

Tour de Table

IA : comprendre et pratiquer le Machine Learning appliqué à l'industrie

Cette formation vous guidera de la théorie sur les grands principes du Machine Learning à la pratique sur les principales familles d'algorithmes IA pour transformer les données en informations exploitables afin d'automatiser des tâches complexes ou prédire le futur. Grâce à des exemples pré-codés et des exercices pratiques, vous apprendrez à évaluer et comparer différents modèles, à préparer vos données de manière efficace et à sélectionner les méthodes les plus adaptées à vos besoins industriels.

OBJECTIFS

Se familiariser et maîtriser les règles de base du Machine Learning.
Connaître les familles d'algorithmes et en développer pour appréhender le travail sur les variables et l'optimisation des erreurs de modélisation.
Comprendre ce que représente le Machine Learning en termes de possibilités et de savoir-faire.
Discerner les besoins de son entreprise, là où elle peut faire monter en compétences ses équipes et où il sera plus efficace de faire appel à de l'expertise externe.

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en bureau d'études ou toute autre personne utilisant de la modélisation de données.

PREREQUIS

Connaissance en programmation Python, savoir écrire un script.
Mathématiques (moyenne, médiane, variance, calcul de distances, dérivées, etc.), savoir faire des opérations sur des données dans un tableur.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Data scientist / expert du Machine Learning.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etudes de cas et TP. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 23 au 26 juin 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

4 demi-journées – 14h

PRIX

1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

IA : COMPRENDRE ET PRATIQUER LE MACHINE LEARNING APPLIQUE A L'INDUSTRIE

Jour 1

Tour de table

Définitions - Big Data et Intelligence Artificielle
Présentation et description des concepts
Big Data : la base, le media, le codage, les 6V, des exemples emblématiques du big data
IA : les objectifs, la complexité, le niveau d'intelligence

Les enjeux économiques, sociaux, environnementaux et de souveraineté
Les entreprises data-driven
L'open-source et l'open-data
Les architectures informatiques
La régulation européenne – RGPD – DMA/DSA et l'IA Act
L'humain augmenté et les univers virtuels

Organisation de projet ML
L'évaluation de la maturité d'une organisation
La démarche agile
Le MLOps

Jour 2

Les grands principes du Machine Learning
Les étapes de construction d'un modèle
La nature statistique des données et leurs dimensions
Les modélisations supervisées, non-supervisées et par renforcement
Les classifications et les régressions
L'évaluation des modèles, les biais et les erreurs

La préparation des variables
Les librairies python performantes
- Détecter les données aberrantes
- Rééchantillonner des variables
- Réduire le set de variables pour un modèle, faire avec les multi-colinéarités
- Traiter les classes rares

Jour 3

Les modèles de Machine
Des modèles de Machine Learning
Régression linéaire simple, multiple, polynomiale.
Régression logistique Classification hiérarchique et non hiérarchique (K-means)
Classification par arbres de décision et ensemble Random ForestMachines à vecteurs supports
Gradient Boosting

Un aperçu des modèles de Deep Learning (une autre formation y est consacrée)

Chaque modèle est accompagné d'un exemple d'algorithme pré-codé en python.

Jour 4

Prise en main des codes préparés
Modélisation sur des nouveaux jeux de données
Optimisation des différents algorithmes

Tour de table

Initiation au Deep learning et IA génératives

Le Deep Learning est très présent dans les propositions de traitements automatiques des données complexes. Cette formation alternera théorie et exercices pour comprendre connaître les principes de fabrication des IA, connaître des algorithmes, et faire des choix entre le Machine Learning, le Deep Learning et les IA génératives.

OBJECTIFS
Comprendre le fonctionnement du Deep Learning.
Connaître tous les aspects d'un projet Deep Learning.
Connaître plusieurs familles de modèles.
Construire des algorithmes avec les outils de référence.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et techniciens en bureau d'études ou toute autre personne devant manipuler des données volumineuses telles que les images, ayant besoin de mieux comprendre ce que représente le deep learning en termes de possibilité et de savoir-faire.

PREREQUIS
Connaissance en programmation Python, savoir écrire un script.
Savoir faire des opérations sur des données dans un tableur.
Des connaissances en Machine Learning sont préférables.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Data scientist / experte en Machine et Deep Learning.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etudes de cas et TP. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 15 au 18 septembre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
4 demi-journées – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INITIATION AU DEEP LEARNING ET IA GENERATIVES

Jour 1

Tour de table

Les définitions et les concepts dans l'IA

- IA : les objectifs, la complexité, le niveau d'intelligence
- Les grandes familles d'usage de l'IA en entreprise

L'écosystème de l'IA

- Les fournisseurs de l'IA, les emblèmes, le marché
- Les architectures informatiques
- Les enjeux sociétaux et éthiques, et la régulation européenne

Organisation de projet IA

- La démarche agile
- Les étapes de construction d'un modèle
- Les modélisations supervisées, non-supervisées, par renforcement
- L'évaluation des modèles et le traitement des erreurs

Jour 2

Différents algorithmes de Deep Learning

- Les réseaux complètement connectés (DNN)
- Les réseaux convolutifs (CNN)
- Les autoencoders (AE)
- Les Generative Adversarial Networks (GAN)
- Mise en pratique

Jour 3

Différents algorithmes de Deep Learning

- Les réseaux récurrents (LSTM, GRU)
- Les Transformers
- Les Generative Pre-Trained Transformers (GPT)
- Mise en pratique

Jour 4

Mise en pratique

Tour de table

MicroPython : un langage objet haut niveau pour coder rapidement et efficacement sur microcontrôleur

Cette formation vous propose une immersion pratique et complète dans l'univers de ce langage optimisé pour les microcontrôleurs. Elle a pour objectif de vous familiariser avec les principes fondamentaux de MicroPython, d'explorer les protocoles de communication pour capteurs et instruments, et de maîtriser la gestion des données et des événements concurrents dans un environnement embarqué.

OBJECTIFS

Se former au langage MicroPython et à l'utilisation des librairies principales.
Mettre en œuvre le langage dans des exercices d'application.
Acquérir une large vision de ce qu'il est possible de faire en MicroPython.

PUBLIC VISE

Ingénieurs et Techniciens impliqués dans le développement logiciel d'acquisition, d'analyse et de traitement de l'information en entreprises.

PREREQUIS

Connaissances de base en Python ou en programmation embarquée dans un langage informatique.
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis. Un Kit matériel pour les TP sera envoyé aux participants avant la formation.

INTERVENANT

Ingénieur et chef de projet en conception et développements de systèmes embarqués électroniques - Formateur pour le CNRS et les industriels.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée pendant 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap..

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MICRO PYTHON : CODEZ EFFICACEMENT SUR MICROCONTROLEUR

Jour 1 :

Tour de table

MicroPython (uPython) vs Python (base du langage, bonnes pratiques, et comparaison)

- Présentation rapide du Raspberry PiPico et de l'IDE Thonny (à télécharger)
- Principes de uPython (prompt, script, lanceur / exécutable)
- Types de "base" simple : nombres, booléens, ...
- Introspection, usb/uart / Ecran et Clavier
- Conteneurs : chaine de caractères, tuples, listes, dictionnaires, set, ...
- Structures de contrôle, Fonctions et Modules
- Gestion des Exceptions

Gestion de projet

- Travailler de manière structurée au niveau des packages, modules et script principal
- Penser à documenter et versionner

Jour 2 :

Programmation Orientée Objet

- Attributs et méthodes
- Constructeur
- Surcharge
- Héritage
- Méthodes spéciales

Appréhendez la bibliothèque upy

- Interagir avec son système embarqué
- Gérez les interfaces de l'ordinateur (USB, GPIO, uart, i2c, ...)
- Exercices dirigés

Jour 3

Modules Scientifiques pour des calculs

- Alternatives à NumPy
- Exercices dirigés

Gestion de la concurrence :

- Programmation multi-cœur
- Exercices dirigés

Vectorisation (notion introduite au fur et à mesure dans le programme)

Tour de table

Python pour l'instrumentation de capteurs

Python est un langage de programmation interprété facile à utiliser et puissant pour justifier son utilisation dans de nombreux programmes grâce à ses multiples bibliothèques.
Cette formation vous initiera au langage informatique Python dédié à l'électronique et/ou l'instrumentation en utilisant les bonnes pratiques telles que : l'installation, le partage et les environnements de développement Découvrez le langage Python et les librairies principales avec des exercices pour sa mise en œuvre.

OBJECTIFS

Savoir mettre en place des protocoles de communication pour dialoguer avec des instruments et des capteurs du type : (GPIO, I2C/SPI) *, USB-SERIE, TCP/IP sockets
Savoir manipuler des données (modules numpy, scipy, matplotlib, pandas) et gérer les enregistrements (fichiers .csv, base de données SQLite)
Savoir identifier et gérer la concurrence des évènements sous Python (acquérir, enregistrer, lire, parser et visualiser les données)
Être capable de choisir une solution adaptée pour préparer, manipuler, visualiser et interagir avec des données
Être capable de créer une interface graphique pour la collecte et l'enregistrement de données

PUBLIC VISE

Ingénieurs et Techniciens impliqués dans le développement logiciel d'applications pour l'instrumentation de capteurs.

PREREQUIS

Connaissance d'un langage informatique, hors Python.

INTERVENANT

Ingénieur, chef de projet en conception de systèmes embarqués électroniques - Formateur pour le Cnrs.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours - Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

En présentiel

DUREE

4 jours – 28h

PRIX

Sur demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

PYTHON POUR L'INSTRUMENTATION DE CAPTEURS

Tour de table

Jour 1 :

Tour de table

Prendre en main l'écosystème Python pour développer seul ou à plusieurs :

Installation avec Anaconda

Gestion des projets par environnements

Outils de développement (Jupyter Lab, Spyder ou pycharm)

Maîtriser les fondamentaux et comprendre le mécanisme du langage Python : types, structures, boucles, fonctions, classes, modules

Aperçu des modules analyse, organisation et manipulation de données : numpy, scipy, pandas

Jour 2 :

Mettre en place et utiliser les principaux protocoles de communication : (GPIO, UART, I2C, SPI)*, TCP/IPsockets, USB-SERIE, NI-VISA

Manipuler des fichiers de données .csv (.xml)

Jour 3 :

Représentation des données statiques pour réaliser des rapports reproductifs et interactifs sous Jupyter Lab :

matplotlib : personnaliser (à l'infini) le traçage rapide d'une ou plusieurs variables

pandas : analyser et offrir une d'une sélection de données

Jour 4 :

Représentation des données dynamiques

Qt / PyQt / PyQtGraph : réaliser son interface graphique permettant de visualiser en temps réel tous types de données

"BoKeh : réaliser une application serveur afin de visualiser et d'interagir en temps réel avec des données

Mise en place de librairies pour Interface avec Epics (https://blueskyproject.io/)

Accompagnement pour communiquer avec des capteurs exemple : Beckhoff, Oscilloscope, Analyseur de réseaux, puissance-mètre, carte National instrument…

** port inaccessibles directement sur un ordinateur (démo ou TP possible que via une interface par exemple sous raspberry, arduino, ou autre)*

Tour de table

Python pour la Data Science et l'intelligence Artificielle- Mise en œuvre sur les séries temporelles

Python est le langage le plus utilisé pour l'IA. Cette formation est l'occasion de découvrir les librairies principales dans le traitement des données (collecte, caractérisation, préparation, analyses). Vous disposez d'une série de données indexées par le temps issues de divers capteurs, les algorithmes du machine Learning vous aident pour l'analyse et la prédiction ce qui permet de dire que prédire une série temporelle c'est prédire le futur !

OBJECTIFS
Se familiariser avec les librairies python dans le traitement des données les règles de base du Machine Learning.
Connaître et mettre en œuvre quelques algorithmes pour appréhender le travail sur les variables et l'optimisation des erreurs de modélisation.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et techniciens en bureau d'études utilisant de la modélisation de données.

PREREQUIS
Savoir programmer en C, première expérience en algorithmique, Connaissances en mathématiques niveau Bac+2
Disposer d'un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet. Un deuxième écran est fortement recommandé.

INTERVENANT
Data scientist / expert du Machine Learning.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas – Démonstration et/ou travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité

DATES
Du 9 au 12 mars 2027

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
4 demi-journées – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

PYTHON POUR LA DATA SCIENCE ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : MISE EN ŒUVRE SUR LES SERIES TEMPORELLES

La formation intégrera :
La collecte, la caractérisation et la préparation des données sur des séries temporelles et des données catégorielles et les modélisations avec du code déjà préparé et commenté.
1 journée pour des travaux pratiques sur des jeux de données.

Tour de table

Jour 1 : Intro python pour la data science :

Les données et les types
Les opérateurs efficaces
Les données structurées
Focus sur les séries temporelles
Création de données synthétiques

Jour 2 : Mise en pratique

Manipulation et préparation de jeux de données hétérogènes, volumineux, éparses

Jour 3 : Intro Machine Learning

Les grands principes
Les modélisations supervisées, non-supervisées et par renforcement
Les étapes de construction d'un modèle
L'évaluation des modèles
Les algorithmes
Présentation de modèles
Régression linéaire simple, multiple, polynomiale.
Régression logistique Classification hiérarchique et non hiérarchique (K-means)
Classification par arbres de décision et ensemble Naïve Bayes, Random Forest
Machines à vecteurs supports, Méthodes à noyaux, Réseau neuronal

Jour 4 : Intro Machine Learning

Mise en pratique

Chaque modèle est accompagné d'un exemple pré-codé. Les exercices s'intercalent dans la présentation pour permettre à chaque équipe de tester les modèles sur leur propre jeu de données.

Tour de table

Tester et fiabiliser les systèmes d'IA : méthodes, outils et pratiques avancées pour une IA de confiance

À mesure que l'IA s'impose au cœur des produits, services et processus métiers, notamment dans des usages critiques, la maîtrise de ses risques devient stratégique. Fiabilité, qualité des données, robustesse, explicabilité et conformité dépassent le cadre du test logiciel classique. Cette formation propose une approche structurée et opérationnelle du test des systèmes d'IA, des modèles de Machine Learning aux modèles de langage (LLMs). Elle combine fondements théoriques, méthodes éprouvées et mises en pratique pour garantir une IA de confiance.

OBJECTIFS

Comprendre les spécificités du test logiciel appliqué à l'IA.
Identifier les risques et les principales vulnérabilités de l'IA.
Connaître et mettre en œuvre les méthodes d'évaluation, de test et de vérification pertinentes. Intégrer les bonnes pratiques de développement en IA et de MLOPS pour une IA fiable.

PUBLIC VISE

Chefs de projet et responsables techniques. Ingénieurs et développeurs en IA. Profils souhaitant renforcer leurs compétences en qualité des systèmes d'IA.

PREREQUIS

Connaissance des fondamentaux en IA et du langage de programmation Python nécessaire.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Doctorante spécialisée en test pour l'IA.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours numérique. Exercices pratiques. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 3 et 4 novembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

REUSSIR LE TEST POUR DEVELOPPER UNE IA DE CONFIANCE

Jour 1

Tour de Table

Les enjeux du test de l'IA
Qu'est-ce que le test logiciel ?
Pourquoi a-t-on besoin de tester l'IA ?
Quelle(s) différence(s) avec les logiciels classiques ?

Propriétés d'une IA de confiance
Qu'est-ce qu'une IA de confiance ?
Qualité des données
Ethique et équité
Explicabilité, interprétabilité
Sécurité, sureté et robustesse

Travaux pratiques : mise en œuvre d'outils pour l'équité et l'explicabilité

Méthodes et outils de test
Les étapes de conception des tests
Oracles de test
Méthodes de test
Test métamorphique

Travaux pratiques : exercices d'identification des relations métamorphiques

Attaques des systèmes basés IA

Travaux pratiques : exercices d'injection de prompts sur LLM + démo sur llama 3.1 8b

Fuzzing ou test à données aléatoires
Tests combinatoires
Bilan : avantages et inconvénients des méthodes
Evaluer la qualité des tests
Métriques de couverture
Tests de mutation

Travaux pratiques : mise en œuvre des méthodes de test métamorphique et d'attaques adverses

Jour 2

Méthodes de vérification formelle
Qu'est-ce qu'une méthode formelle ?
Propagation des limites : approximation linéaire et interprétation abstraite
Solveurs : SMT et MILP
Méthode de branch-and-bound
Bilan : comparaison des méthodes

Démonstration : mise en œuvre de méthodes de vérification formelle

Développer une IA de confiance
Règlementation européenne : AI Act
Environnement normatif pour l'IA
Bonnes pratiques et MLOps
Bonnes pratiques de sécurité

Tour de table

Traitement d'image par IA

Cette formation propose un tour d'horizon des principales techniques de Deep learning appliquées au traitement d'image, notamment les problèmes de classification d'images, de détection d'objets, de détection de pose, de segmentation d'image, de génération de descripteurs uniques, etc.
La formation alternera explications théoriques afin de bien comprendre les différents constituants des réseaux de neurones modernes, et travaux pratiques durant lesquels les participants pourront eux-mêmes concevoir et tester leurs propres réseaux.

OBJECTIFS
Comprendre le fonctionnement des architectures classiques de deep learning pour le traitement d'image.
Être capable de concevoir son propre réseau sur des problèmes simples de traitement d'image.

PUBLIC VISE
Ingénieurs en traitement du signal et développement informatique.
Ne convient pas aux débutants en traitement d'image.

PREREQUIS
Intérêt pour le traitement d'image. Quelques notions basiques en probabilités et en calculs matriciels sont recommandées (niveau licence minimum).
PC Windows 10 ou 11 (si possible performant), avec les droits administrateurs pour installer un logiciel (pour les TP, nous utiliserons un outil graphique pour designer et tester les réseaux).

INTERVENANT
Ingénieur ENSEEIHT, Expert en traitement du Signal, traitement d'image, formateur expérimenté.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours - Travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Du 29 septembre au 1er octobre

LIEU
A Toulouse (31)

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
2 100 € HT (1 500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

TRAITEMENT D'IMAGE PAR IA

Jour 1

Tour de table

Apprentissage supervisé

Apprentissage supervisé : problèmes de classification, de régression

Notions de probabilités : lois usuelles, probabilités conditionnelles

Évaluation : performance d'un classifieur, d'un régresseur. Matrice de confusion, métriques classiques, partitionnement en différents jeux.

Quelques algorithmes classiques : k plus proche voisins, classification Bayésienne (normale), régression logistique.

Travaux pratiques *: mise en œuvre et comparaison des différents algorithmes.*

Jour 2

Réseaux de Neurones Artificiels (RNA)

Réseaux de neurones : structure en couches, optimisation par Descente de Gradient Stochastique (SGD), propagation arrière du gradient.

Fonctions de coûts classiques : problèmes de régression (EQM, EAM), problèmes de classifications (Entropie Croisée Catégorielle).

Couches classiques : couches complétement connectées, non linéarités, …

Couches de sortie : softmax, logistique

Travaux pratiques (1) *: résolution d'un problème de classification simple*

Techniques avancées : descente adaptative (Adam), taux d'apprentissage variable, critères d'arrêt, régularisation (L2, par lot).

Travaux pratiques (2) *: classification d'images médicales.*

Jour 3

Réseaux Convolutifs

Architecture des réseaux convolutifs : convolutions 2d, réductions spatiales.

Réseaux classiques pour la classification : historique et évolution des réseaux : LeNet, AlexNet, VGG16, GoogleNet, ResNet, etc.

Travaux pratiques (1) *: reconnaissance de chiffres manuscrits (base MNIST).*

Mise en œuvre avec OpenCV : API, exemples. Chargement de réseaux pré entrainés.

Travaux pratiques (2) *: classification d'image avec un réseau pré-entrainé sur ImageNet (Inception).*

Apprentissage par transfert : adaptation d'un réseau pré-entrainé sur une nouvelle tâche (classes spécifiques à un nouveau problème).

Travaux pratiques (3) *: classification d'images par transfert sur une petite banque d'images (à partir d'un réseau pré-entrainé Inception). Les participants pourront adapter ce TP avec leurs propres images / classes d'objets.*

Réseaux Spécialisés

Détection et localisation d'objets : famille d'algorithmes RCNN (RCNN, fast RCNN, faster RCNN, Mask RCNN), détection avec pose.

Apprentissage de descripteurs : réseaux siamois, triplets, pour l'apprentissage avec peu d'exemples

Travaux pratiques (1) *: entrainement de descripteurs avec la base MNIST.*

Segmentation sémantique : réseaux FCN, FPN

Travaux pratiques (2) *: segmentation d'images sur un exemple simple.*

Quelques autres applications : détection de contours, colorisation automatique, transfert de style, amélioration de la résolution, etc.

Tour de table

CEM : les perturbations électromagnétiques sur sites industriels

Les perturbations électromagnétiques (CEM) représentent un risque majeur pour la performance et la sécurité des installations industrielles, pouvant affecter le fonctionnement de machines, de robots ou d'installations électriques, jusqu'au blocage complet d'un processus de fabrication industriel. Cette formation vous permettra de comprendre les phénomènes de CEM, leurs sources, et les bonnes pratiques pour protéger vos systèmes contre ces nuisances, tout en vous assurant du respect des normes et réglementations en vigueur. Découvrez les techniques de blindage, de filtrage et de câblage pour garantir la fiabilité et la sécurité de vos installations.

OBJECTIFS

Comprendre les perturbations CEM et les modes de couplages.
Connaître sources de perturbations CEM.
Connaitre les effets des perturbations sur les systèmes.
Connaître les notions de terre et de masse.
Connaitre les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion.
Connaitre les règles de bonne conception et leurs remèdes.

PUBLIC VISE

Installateurs, Intégrateurs et exploitants d'installation électrique et de contrôle commande

PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique ni en mathématique n'est indispensable.
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT

Consultant CEM, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours – exemples. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
A distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CEM : LES PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES SUR SITES INDUSTRIELS

Jour 1

Tour de table

Introduction
Les grandes dates de l'électronique
Compatibilité Electromagnétique
Les modes de couplage
Problématique de la CEM des installations
Equations simples en CEM
Basse fréquence / Haute fréquence
Fréquence équivalente des impulsions
Les modes de propagation en conduction
Causes et effets des champs électromagnétiques

Couplages CEM /principes de protection
Couplages sur un système industriel
Couplage par impédance commune
Equipotentialité
Impédance d'un conducteur de cuivre
Impédance d'un maillage
Comparaison des impédances
Diaphonie dans les câbles
Diaphonie capacitive paire à paire
Diaphonie inductive paire à paire
Diaphonie capacitive câble à câble
Diaphonie inductive câble à câble
Couplage champ à boucle
Atténuation des câbles torsadés
Réduction du couplage champ à câble par plan de masse

Installation industrielle : Risque CEM
Sensibilité des systèmes électroniques
Talkie-Walkie / Emetteur radio
Contacts secs
Convertisseurs à découpage
Variateurs de vitesse
Taux de panne lié à la foudre
Le phénomène foudre
La foudre en chiffre : norme EN 62305
Effets de la foudre
Statistiques du risque foudre
Le risque ESD humain
Creux de tension
Régimes de neutre et CEM
Directive travailleurs 2013/35/UE

Terre et masses
Le mythe de la bonne terre
Mesure de la résistance d'une terre
Protection Foudre – Structure de collecte / Descente / Terre
Principe du réseau de terre
Principe du réseau de masse
Principe de raccordement des masses
Maillage des masses : zonage armoire et mise à la masse des équipements
Maillage des masses : Interconnexion des armoires et salle technique

Jour 2

Câblage
Les 3 boucles de câblage
Masse en étoile vs Maillage des masses
Classification des câbles
Ségrégation des câbles
Règles de câblage

Câbles blindés et Effets réducteurs
Impédance de transfert des câbles blindés
Atténuation de blindage / Effet réducteur des câbles blindés
Effet du raccordement par queue de cochon
Mise en œuvre des câbles blindés
Exemple raccordement de blindage « industriels »
Mise en œuvre des connecteurs blindés
Règle pratique de raccordement des blindages
Principe de l'effet réducteur
Efficacité des effets réducteurs
Mise en œuvre des chemins de câbles

Filtrage et protections
Principe de filtrage
Filtres d'alimentation
Montage des filtres d'alimentation
Filtrage du mode commun par ferrite
Technologies des parafoudres
Type de parafoudres
Principe de coordination des parafoudres
Méthodologie : Installation des parafoudres
Montage des parafoudres
Parafoudres Signaux

Synthèse
Exemple de protection d'une salle technique
Exemple de protection d'un site radio

Tour de table

Certification d'un système électronique pour le marquage CE et à l'International

Découvrez les étapes clés de la certification d'un système électronique, du marquage CE aux démarches internationales. Cette formation aborde les réglementations, normes applicables, analyses de risques et stratégies de conformité avec un focus sur la documentation technique et les exigences par pays. Une approche concrète pour sécuriser vos mises sur le marché.

OBJECTIFS
Acquérir la méthodologie pour la certification d'un système ou d'un produit électronique pour une commercialisation en Europe et/ou à l'International
Comprendre les mécanismes du marquage CE et/ou de la certification à l'International.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs impliqués dans la conception, le développement de produits électroniques, chefs de projets.

PREREQUIS
Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieurs conseil CAPTRONIC expérimentés en conception électronique et certification.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Enseignement théorique, exemples et retours d'expériences. Support de cours - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
9 et 10 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CERTIFICATION D'UN SYSTEME ELCTRONIQUE POUR LE MARQUAGE CE ET A L'INTERNATIONAL

Jour 1

Tour de table

Classification d'un produit – Environnement règlementaire

Méthodologie de certification applicable au marquage CE et à l'International

Déterminer les champs d'applications réglementaires

Présentation des principales directives et des normes européennes applicables : compatibilité électromagnétique (CEM), Basse Tension (DBT), Equipement radioélectriques (RED incluant la cybersécurité), Règlement machine, ROHS...

Exercice 1: déterminer le champ réglementaire d'un produit (périmètre Europe)

Méthodologie de certification applicable au marquage CE et à l'International (Suite)

Réaliser une analyse de risques

Evaluer la conformité

Exercice 2 : démontrer la conformité d'un produit, et mise à jour de l'analyse de risques règlementaires

Jour 2

Exercice 2 (Suite et fin)

Tour de table : Comment démontrez-vous la conformité de votre système ?

Méthodologie de certification applicable au marquage CE et à l'International (Suite et fin)

Informer (Documentation technique, notice d'utilisation, marquage…)

Être en règle avec les standards utilisés

Assurer un maintien de la conformité en production.

La certification à l'international :

CB Scheme

Spécificités pour les pays UK, US, Canada, Japon, Australie et Nouvelle-Zélande

Stratégie de certification et application

Exercice 3 : déterminer le champ réglementaire d'un produit (périmètre US Canada Japon)

Questions et échanges sur des problématiques de certification

Tour de table

Conception CEM des équipements électroniques : du PCB au système

Cette formation intensive s'adresse à tous les ingénieurs et techniciens qui conçoivent, interconnectent ou intègrent des cartes ou modules électroniques et souhaitent maîtriser les perturbations électromagnétiques. En 2,5 jours, découvrez des méthodes concrètes pour concevoir des systèmes fiables, optimiser vos PCB et appliquer les meilleures pratiques de blindage, filtrage, câblage et mise à la masse.

OBJECTIFS

Comprendre les perturbations CEM et les modes de couplages.
Connaître les effets des perturbations sur les composants.
Connaitre les règles de bonne conception et leurs remèdes.
Optimiser l'implantation et le tracé des cartes.
Découvrir les règles de blindage, de filtrage, de câblage, d'interconnexion et de mise à la masse.

PUBLIC VISE

Les techniciens et ingénieurs concepteurs de matériel électroniques, les implanteurs de circuits imprimés et routeurs de cartes électroniques.

PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique et en mathématiques n'est indispensable.
Dispose d'un PC avec webcam, micro et une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Démonstrations pédagogiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 13 au 15 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2,5 jours – 17h30

PRIX

1500€ HT (1125 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEPTION CEM DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES – DU PCB AU SYSTEME

Jour 1

Tour de table

Introduction
Les grandes dates de l'électronique
Définition de la CEM
Le « triptyque » CEM
Mode Commun / Mode différentiel
Définition et utilisation des dB
Equations simples en CEM
Domaine temporel / Domaine fréquentiel
Définition des champs électromagnétiques

Réglementation
Principe des directives nouvelles approches
Responsabilités des acteurs
Normes harmonisées
Veille réglementaire
Dossier technique
Marquage CE
Déclaration de conformité
Directive CEM 2014/30/UE
Directive RED 2014/53/UE
Directive DBT 2014/35/UE
Autres directives

Couplages CEM
Couplage par Impédance Commune
Equipotentialité
Couplage capacitif CPB / Environnement
Diaphonie capacitive / Diaphonie Inductive
Couplage champ / boucle
Couplage champ / câble
Rayonnement des PCB
Rayonnement des câbles

CEM des composants
Impédance des conducteurs
Eléments parasites des composants passifs
Impédance d'un condensateur
Détection d'enveloppe
Marge de bruits des circuits numériques
Fréquence équivalente des circuits numériques
Emission conduite d'un convertisseur
Filtrage d'un convertisseur
Mode Commun en sortie de convertisseur

Jour 2

CEM des PCB
Impédance d'un plan de cuivre
Retour des courants HF
Fente dans un plan de masse
Mise en œuvre des plans de masse
Cas des PCB simples
Problématique des connecteurs
Principe de découplage
Mise en œuvre des condensateurs de découplage
Maîtrise des courants d'alimentation
Placement et routage des cartes mixtes
Stack up des PCB
Couplage capacitif des pistes sensibles
Capacité parasite d'un PCB
Anneau de garde et remplissage de masse
Masse électrique – Masse mécanique
Diaphonie des PCB
Diaphonie des connecteurs
Spectre des clocks
Réduction du rayonnement des PCB
Couplage PCB / câbles
Réduction du rayonnement des câbles

Intégrité du signal
Circuit « ordinaire » ou ligne ?
Modélisation d'une ligne sans perte
Paramètres des lignes
Paramètres « physiques » des lignes
Réflexion en bout de ligne
Exemple de comportement des lignes en temporel
Exemple de comportement des lignes en fréquentiel
Adaptation vs longueur des lignes
Maîtrise des désadaptations
Routage des lignes différentielles

Filtrage et protections
Ondes de surtensions
Caractéristiques et choix des varistances
Caractéristiques et choix des transzorbs
Filtre BF par montage différentiel
Déséquilibrage par filtrage
Isolement galvanique
Principe de filtrage HF
Eléments parasites des filtres
Montage des filtres
Filtres de traversées
Montage des filtres sur connecteur
Montage des filtres sur PCB
Utilisation des ferrites

Câblage
Les 3 boucles de câblage
Torsades
Réduction du champ par plan de masse
Diaphonie des câbles MD / MC
Règles de câblage

Jour 3

Câbles blindés
Impédance de transfert
Atténuation de blindage
Raccordement des blindages
Effet d'une queue de cochon
Mise en œuvre des connecteurs blindés
Raccordement des blindages aux extrémités

Blindage
Principe de blindage
Calcul de la réflexion et de l'absorption
Blindages réels
Effet d'une fente dans un blindage
Traitement des fentes
Joints conducteurs
Métallisation des plastiques
Problématique des câbles
Mise en œuvre pratique d'un blindage
Blindage local sur PCB

Tour de table

Conformité aux directives DBT / RED : application de la norme EN 62368-1

Obligatoire pour le marquage CE et l'export à l'international (USA et Canada), la norme harmonisée EN 62368-1 couvre la sécurité électrique d'une large gamme d'appareils (équipements audio/vidéo, informatiques, de télécommunications ainsi que les systèmes d'alimentation et de stockage d'énergie). Cette formation vous apportera les clés pour comprendre et appliquer efficacement les exigences de sécurité électrique, en vous guidant pas à pas dans leurs mises en œuvre.

OBJECTIFS
Comprendre les exigences de la norme pour les appliquer lors de la conception de son produit. Maitriser les aspects de la sécurité électrique en termes de protection contre le feu et le risque électrique, ainsi que les exigences mécaniques.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et techniciens R&D (électronique, électrotechnique, mécanique), chef de projet.

PREREQUIS
Avoir des connaissances en électronique et en marquage CE.

INTERVENANT
Experte en sécurité électrique, 15 ans d'expérience. Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique – Etudes de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise .

DUREE
1 jour – 7 h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONFORMITE AUX DIRECTIVES DBT / RED : APPLICATION DE LA NORME EN 62368-1

Matin

Tour de table

Domaines d'application de la directive sécurité DBT 2014/35/UE :
Les chapitres des exigences essentielles de la directive

Principes de la norme EN 62368-1 :
La norme EN 62368, quelle édition ?
Domaine d'application
Comprendre les exigences de la norme pour les appliquer lors de la conception de son produit :
- La nouvelle terminologie et définitions
- Classification des sources d'énergie et des personnes
- Les moyens de protections

Exigences générales :
Chocs électriques
Protection contre la propagation du feu
Substances dangereuses
Dangers mécaniques
Dangers thermiques
Rayonnements
Explosion

Après-midi

L'importance des annexes
- Annexe B : Essais en conditions normales et en conditions de défaut
- Annexe F : Marquages et instructions
- Annexe G : Composants critiques
- Annexe L : Dispositifs de déconnexion
- Annexe M : Batterie
- Annexe O : Lignes de fuite et distances dans l'air
- Annexe Q : Source à puissance limitée
- Annexe T : Essais de résistance mécanique
- Annexe V : Détermination des parties accessibles

Etude d'un cas pratique

Tour de table

De la Directive Machine au Règlement Machine : Évolutions de la Réglementation

Anticipez l'évolution réglementaire avec cette formation dédiée à la Directive Machines 2006/42/CE et au nouveau Règlement européen 2023/1230. En deux jours, maîtrisez les exigences de conformité CE actuelles et découvrez les principaux changements à venir. Une formation essentielle pour les professionnels de la conception, de l'utilisation ou de la maintenance des machines.

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances nécessaires à la compréhension de la directive machine 2006/42/CE.
Comprendre les enjeux liés à la certification CE.
Comprendre les évolutions du nouveau Règlement machine (Règlement Machine 2023/1230).

PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs impliquées dans la conception, l'utilisation et la maintenance des machines.

PREREQUIS

Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.

INTERVENANT

Expert en de la sécurité machine en entreprise et spécialiste en certification CE, 20 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Enseignement théorique, exercices, étude de cas pratique Support de cours - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence ou d'assiduité.

DATES
Les 28 et 29 septembre 2026

LIEU
En présentiel à Toulouse (31) ou à distance (places limitées)

DUREE
2 jours - 14h

PRIX
1400 € HT (1000 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DE LA DIRECTIVE MACHINE AU REGLEMENT MACHINE : ÉVOLUTIONS DE LA REGLEMENTATION

Tour de table

Jour 1

Historique sur la directive
Présentation des différents types de normes
Cas des directives complémentaires
Le principe du Marquage CE
La déclaration de conformité CE
Les exigences de la notice d'instructions
Evolutions de la Directive (Règlement 2023/1230 de 2027)
Tableau de correspondances des chapitres (Directive vs Nouveau Règlement)

Mise en pratique :
Exercice de compréhension
Etude de cas

Jour 2

Le cas des modifications de machines
Les différentes exigences essentielles de santé et de sécurité
Utilisation des équipements de travail (VGP)

Mise en pratique :
Exercice de compréhension
Etude de cas

Tour de table

Dispositifs électro-médicaux : du développement à la certification

Développer un dispositif électro-médical nécessite d'intégrer dès le départ les exigences réglementaires et normatives pour viser le marquage CE. Cette formation vous guide à travers les étapes clés du développement, de la conception à la certification, en vous aidant à structurer votre démarche, identifier les normes applicables et constituer un dossier technique conforme.

OBJECTIFS
Identifier les normes techniques pertinentes
Initier et structurer la documentation technique attendue.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et techniciens en conception produit et industrialisation, chef de projet, responsables qualité, dirigeants.

PREREQUIS
Expérience en conception produit préférable.
PC avec webcam et liaison internet.

INTERVENANT
Ingénieure R&D, spécialisée Développement de dispositifs médicaux, 17 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique. Exposés théoriques et analyse de cas pratiques proposés par l'entreprise (d'autres exemples seront aussi présentés).
Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours ou 4 demi-journées– 14h

PRIX
Formation INTRA (voir devis)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DISPOSITIFS ELECTRO-MEDICAUX : DU DEVELOPPEMENT A LA CERTIFICATION

JOUR 1

Tour de table

Méthodologie de développement des dispositifs médicaux

- Processus de marquage CE et certification
- Réglementation en vigueur
- Classification des dispositifs médicaux
- Evaluation clinique
- Les organismes de réglementation

Normes techniques applicables aux dispositifs médicaux

- Identification des normes
- Série de normes IEC 60601

Système de management de la qualité (ISO 13485)

- Qu'est-ce qu'un système de management de la qualité ?
- Vue d'ensemble de la norme ISO 13485

Sécurité de base (IEC 60601-1)

- Vue d'ensemble
- Les définitions essentielles
- Revue des différents chapitres et bonnes pratiques

Aptitude à l'utilisation (IEC 62366-1)

- Présentation de la démarche
- Évaluations formatives et sommatives
- Documentation pour le dossier technique

JOUR 2

Analyse de risques (ISO 14971)

- Comment réaliser une analyse des risques ?
- Mise en application sur un cas pratique

Développement logiciel médical (IEC 62304)

- Champs d'application
- Classification des logiciels dispositifs médicaux
- SOUP
- Développement logiciel
- Maintenance des logiciels
- Gestion des risques logiciels
- Outils et bonnes pratiques

Cybersécurité

- Aperçu des normes et guides cybersécurité

Tour de table

IEC 62304 : Maîtriser le cycle de vie du logiciel pour dispositifs médicaux

Cette formation vous permet de comprendre et d'appliquer la norme IEC 62304, liée au développement logiciel des dispositifs médicaux. Vous découvrirez les exigences de la norme, apprendrez à structurer vos processus, afin de garantir la conformité réglementaire de vos logiciels.

OBJECTIFS

Comprendre le contexte réglementaire.
Identifier le champ d'application de la norme IEC 62304.
Comprendre la classification des logiciels (A, B, C).
Découvrir les processus du cycle de vie logiciel.
Mettre en œuvre la gestion des risques liés au logiciel(ISO 14971).
Appliquer les bonnes pratiques de développement, maintenance et traçabilité.
Identifier les normes complémentaires (ISO 13485, IEC 62366, ISO 14971).

PUBLIC VISE

Chefs de projet et ingénieurs impliqués dans le développement de logiciels de dispositifs médicaux.
Responsables qualité, responsables réglementaires ou affaires cliniques.
Développeurs, concepteurs ou intégrateurs souhaitant comprendre les exigences de conformité.

PREREQUIS

Connaissances de base en développement logiciel ou en gestion de projet technique.
Une première approche du cadre réglementaire des dispositifs médicaux (Rgt UE 2017/745) est un plus, mais non indispensable.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieure Développement logiciel expérimentée, Développement de dispositifs médicaux.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Cas pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
A distance ou en présentiel

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

IEC 62304 : MAITRISER LE CYCLE DE VIE DU LOGICIEL POUR DISPOSITIFS MEDICAUX

Jour 1

Matin :

Tour de table

Introduction et contexte réglementaire européen

- Règlement UE 2017/745 et rôle des normes harmonisées
- Responsabilités du fabricant et exigences générales de sécurité

Présentation de la norme IEC 62304

- Champ d'application et définitions clés
- Classification logicielle (A, B, C) et impact sur le développement
- Intégration des autres normes (ISO 14971, IEC 62366, ISO 13485)

Développement logiciel

- Cycle en V, plan de développement et traçabilité
- Spécification, conception, tests et validation
- Gestion de la configuration

Après-midi :

Maintenance du logiciel

- Plan de maintenance et gestion des modifications
- Gestion des anomalies et communication réglementaire

Gestion des risques logiciels (ISO 14971)

- Méthodologie d'analyse des risques
- Spécificités des risques logiciels
- Détermination de la classe des logiciels

Boîte à outils et bonnes pratiques

- Outils de gestion de configuration, tests, traçabilité et ticketing
- Conseils pour la conformité et la documentation technique

Échanges et cas pratiques

- Discussion autour d'exemples concrets de mise en conformité

Tour de tableTour de table

Introduction aux concepts de la certification ATEX : zoom sur la sécurité intrinsèque

Cette formation vous propose de découvrir les principes de base de la Directive, le processus de certification d'un équipement ATEX et les modes de protection produit.

OBJECTIFS
Découvrir les principes de base de la Directive ATEX.
Evaluer le risque d'explosion par l'analyse d'une carte électronique
Comprendre la classification en zones et les moyens de protection produit.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs en charge de la règlementation ATEX en conception de produit.

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert en certification ATEX et en conception de cartes électroniques.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours. Etude de cas - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
A distance ou en présentiel

DUREE
1 jours – 7h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A LA CERTIFICATION ATEX : ZOOM SUR LA SECURITE INTRINSEQUE

Jour 1

Tour de table

Introduction au phénomène de l'explosion

Caractérisation des risques d'explosion dans un environnement

Caractérisation des équipements installés en atmosphères explosible

Adéquation des équipements à leur environnement

Introduction aux modes protections des équipements

Marquage des équipements

Processus de certification d'un équipement ATEX

Obligations pour les fabricants

Obligations pour les utilisateurs finaux

Zoom sur le mode de protection Ex i

Cas d'application – Mise en œuvre de la sécurité intrinsèque sur un circuit électronique

Tour de table

La CEM par la pratique : comprendre des phénomènes complexes à l'aide de montages simples

Cette formation comporte de nombreuses démonstrations pratiques pour mettre en évidence les phénomènes CEM les plus courants. Puis les participants visualiseront les effets des protections potentielles dont les comportements seront expliqués à l'aide de la théorie électromagnétique.

OBJECTIFS
Acquérir les connaissances nécessaires pour améliorer les caractéristiques CEM des produits électroniques.
Connaître les bonnes pratiques permettant de préserver une bonne immunité CEM ainsi que les pratiques à éviter.

PUBLIC VISE
Personnes chargées du développement et de la qualification CEM de produits électroniques. Personnels de maintenance des systèmes électroniques.

PREREQUIS
Aucun prérequis particulier n'est nécessaire pour le suivi de cette formation pour ce public visé.

INTERVENANT
Experts du laboratoire d'essais CEM COFRAC.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours – Démonstrations – Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
A distance ou en présentiel

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LA CEM PAR LA PRATIQUE : COMPRENDRE DES PHENOMENES COMPLEXES A L'AIDE DE MONTAGES SIMPLES

Jour 1

Tour de table

La vérité sur les composants : présence des éléments « parasites »

Démo sur le comportement réel des composants passifs

Les couplages

Les différents modes de couplage
Démo sur la diaphonie inductive
Mise en évidence des paramètres influents

Les câbles blindés

A quoi sert un blindage et comment fonctionne-t-il ?
Démo sur le Zt de plusieurs types de câbles
Les différentes « zones » du Zt

Les blindages

Démo sur les ouvertures dans les boîtiers (fente, grille, guide, …)
Ce qu'il faut éviter de faire

Les protections foudre

Pourquoi une protection foudre ?
Démo des différentes protections et de leurs effets, souhaités ou pas

Le filtrage

Perturbations de Mode Différentiel et de Mode Commun : Comment les identifier ?
Démo sur le rôle du filtre et de chacun de ses composants
Démo sur la mise en œuvre d'un condensateur de traversée
Démo sur la mise en œuvre d'une ferrite
Les pièges à éviter

Tour de table

Mesures CEM- Préqualification

Vous concevez, des produits, des cartes ou modules électroniques et vous souhaitez vérifier les performances CEM en vue du marquage CE ? Cette formation, dédiée à la compréhension des phénomènes physiques et à la mise en œuvre des tests de préqualification en CEM, vous permettra d'acquérir une connaissance approfondie des enjeux réglementaires et des différents essais associés. Vous découvrirez également comment effectuer des préqualifications simples en interne pour garantir la conformité de vos produits.

OBJECTIFS

Connaitre les enjeux de la réglementation.
Comprendre les différents types d'essai.
Connaître les principes des mesures CEM.
Connaître les difficultés des mesures CEM.
Connaître le principe des appareils de mesure utilisés en CEM.
Savoir mettre en œuvre des tests de préqualification simples.

PUBLIC VISE

Concepteurs de produits et Technicien qualification et test.

PREREQUIS

Aucune connaissance de base en compatibilité électromagnétique et en mathématique n'est indispensable.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant, formateur, expert en conception CEM et routage de cartes électroniques, 30 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Démonstrations pédagogiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 19 et 20 mai 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

MESURES CEM – PREQUALIFICATION

Jour 1

Tour de table

Introduction
- Définition de la CEM
- Principe des qualifications CEM
- Grandeurs physiques en CEM
- Unités CEM
- Définition et utilisation des dB
- Domaine temporel / Domaine fréquentiel
- Définition des champs électromagnétiques

Normes et réglementation
- Principe des directives nouvelles approches
- Responsabilités des acteurs
- Normes harmonisées
- Normes d'essai
- Dossier technique
- Marquage CE
- Déclaration de conformité
- Directives européennes
- Normes et essais automobiles
- Normes et essais militaires
- Normes et essais aéronautiques

Gestion / Qualification CEM
- Le coût de la CEM
- Planification des essais
- Plan de qualification
- Critères d'aptitude en immunité
- Marges CEM

Analyse spectrale
- Principe analyseur de spectre
- Réglage des analyseurs de spectre
- Modes de détection
- Utilisation d'un analyseur en mise au point
- Qualification des composants avec un analyseur de spectre
- Qualification d'un câble avec un analyseur de spectre

Emission Conduite
- Principe de mesure d'émission conduite
- Mise en œuvre d'un test d'émission conduite civil
- Mise en œuvre d'un test d'émission conduite aéro / militaire
- Principe et utilisation d'un RSIL
- Préqualification en émission conduite
- Difficulté de mesure

Jour 2

Emission rayonnée
- Principe de mesure d'émission rayonnée
- Mise en œuvre d'un test d'émission rayonnée civil
- Mise en œuvre d'un test d'émission rayonnée aéro / militaire
- Problématique des cages de Faraday
- Principe des mesures de préqualification
- Mesure des courants de mode commun
- Définition des paramètres d'une pince de courant
- Utilisation d'une pince de courant
- Détermination des niveaux tolérables à la pince de courant
- Application aux mesures civiles / aéro / militaires

Immunité conduite
- Principe des tests d'immunité conduite
- Définition des paramètres en temporel
- Définition des paramètres en fréquentiel
- Immunité conduite norme civile
- Immunité conduite en BCI aéro – militaire
- Principe des RCD
- Différentes normes d'immunité conduite
- Immunité aux transitoire rapides en salves – EN 61000-4-4
- Mise en œuvre du test
- Niveaux tolérables selon la norme EN 61000-4-4
- Essais de surtension

Immunité rayonnée
- Principe de mesure en immunité rayonnée
- Difficulté de préqualification en immunité rayonnées
- Immunité rayonnée aéro / Militaire
- Utilisation des CRBM / TEM / GTEM / Stripline

Immunité ESD
- Principe des tests ESD
- Difficulté des tests ESD
- Risques des tests ESD

Plusieurs démonstrations sur des chapitres différents permettent de voir l'utilisation des appareils de mesure et les bonnes pratiques.

Tour de table

RSE : La démarche et les normes ISO 26000 et 20400 (achats responsables)

Intégrer la RSE, c'est répondre aux enjeux environnementaux, sociaux et économiques tout en renforçant sa compétitivité. Cette formation vous permet de comprendre les normes ISO 26000 et 20400, de structurer une démarche d'achats responsables et de valoriser votre engagement dans une stratégie durable et anticipatrice.

OBJECTIFS

Comprendre le développement durable, la RSE et les Achats responsables ainsi que les enjeux externes et internes.
Appréhender la norme ISO 26000 RSE.
Appréhender la norme ISO 20400 Achats Responsables.
Identifier la mise en œuvre avec un plan d'action RSE.
Apprendre à valoriser et communiquer la politique RSE.

PUBLIC VISE

Responsable Marketing, Qualité, Environnement ou RSE, Chef de projets, Direction, Concepteurs de produits, Acheteurs

PREREQUIS

Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultante - 20 ans d'expérience professionnelle en Achats – Management – RSE.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outils de visioconférence - Support de cours numérique - Alternance d'apports théoriques et d'exercices pratiques – Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou de présence

DATES

Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU

A distance ou en présentiel

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

A la demande

CONTACT

Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

RSE : LA DEMARCHE ET LES NORMES ISO 26000 ET 20400 (ACHATS RESPONSABLES)

Jour 1

Tour de table

La RSE, trois piliers, sept questions, sept principes
Contexte et enjeux de la RSE
Le cadre légal de la RSE.
Les différents labels généralistes et par secteur d'activité
Présentation des normes ISO 26000 et 20400.
Gouvernance et RSE
Le diagnostic, le système de management et le reporting environnemental
Le bilan carbone l'analyse du cycle de vie et l'écoconception
Mettre en place une démarche d'achats responsables
Les 6 étapes pour réaliser un diagnostic et structurer une stratégie Achats RSE

Jour 2

Mettre en place une démarche d'achats responsables
Les fondamentaux Achats et Diagnostic Achats RSE :
Identifier l'ensemble des enjeux et la nouvelle raison d'être des Achats dans les organisations,
Identifier les principes fondamentaux de structuration d'un service Achats vers l'atteinte de l'excellence organisationnelle et le leadership en triple performance, (Cartographie Pareto)
Environnement des Achats Responsables & RSE :
Maîtriser l'environnement RSE et Achats responsables,
Savoir utiliser et connecter une dynamique Achats RSE à la norme ISO26000,
Savoir utiliser et intégrer la norme ISO20400 à votre dynamique Achats RSE,

Étude de cas - Définir sa raison d'être et la modéliser au travers d'une politique

Étude de cas - Stratégie Achats RSE - Mise en situation - Diagnostic à 360° d'un service Achats et définition de votre plan d'action.

Piloter et mettre en œuvre une politique RSE
Valoriser et communiquer sur la politique RSE

Clôture et tour de table

Sécurité électrique des appareils de mesure, régulation et de laboratoire selon la norme EN 61010-1/A1

Tout produit électronique ou électrique doit répondre aux exigences du marquage CE pour être commercialisé. Cette formation se concentre sur la norme EN 61010-1/A1, issue de la Directive Basse Tension (DBT), qui garantit la sécurité des appareils de mesure, de régulation et de laboratoire. Cette formation présente une analyse approfondie de cette norme essentielle et les étapes pour sa mise en œuvre.

OBJECTIFS
Comprendre les exigences de la norme pour les appliquer lors de la conception de son produit.
Maitriser les aspects de la sécurité électrique en termes de protection contre le feu et le risque électrique, ainsi que les exigences mécaniques.

PUBLIC VISE
Ingénieurs et techniciens R&D (électronique, électrotechnique, mécanique), chef de projet en charge de la certification des produits.

PREREQUIS
Avoir déjà des connaissances en électronique et en marquage CE.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Experte en sécurité électrique, 15 ans d'expérience.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours numérique – Etudes de cas - Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
A distance ou en présentiel

DUREE
1 jours – 7h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LA SECURITE ELECTRIQUE DES APPAREILS DE MESURE, REGULATION ET DE LABORATOIRE SELON LA NORME EN 61010-1/A1

Matin

Tour de table

Introduction
Fondamentaux du marquage CE
Domaine d'application
Comprendre les exigences de la norme pour les appliquer lors de la conception de son produit
Maitriser les aspects de la sécurité électrique en termes de protection contre le feu et le risque électrique, ainsi que les exigences mécaniques :
Définitions
Essais
Marquage et documentation

Les exigences de sécurité selon la norme 61010-1
Chocs électriques
Dangers mécaniques
Protection contre la propagation du feu
Dangers thermiques

Après-midi

Dangers des fluides
Radiation
Explosion
Composants
Systèmes de verrouillage
Dangers résultants de l'application, analyse de risque
Essais individuels de série
Modification majeure de l'amendement A1
Applications sur des cas pratiques

Tour de table

Sécurité FERROVIAIRE : les normes EN 50126, 50128, 50657 et 50129 et leurs évolutions

Cette formation vous propose une compréhension claire et opérationnelle des normes essentielles de la sécurité ferroviaire : EN 50126, EN 50128, EN 50657 et EN 50129. Vous explorerez leurs évolutions récentes, ainsi que les méthodes associées à travers des études de cas tirées d'applications industrielles réelles.

OBJECTIFS

Comprendre les exigences des normes.
Identifier les activités de sécurité à chaque phase du cycle de vie.
Apporter des preuves de conformité aux niveaux de sécurité requis (SIL1 à SIL4).
Utiliser des méthodes éprouvées de sûreté de fonctionnement.
Intégrer les normes dans une démarche qualité adaptée aux projets industriels.

PUBLIC VISE

Ingénieurs ou Techniciens supérieurs avec de l'expérience dans un des domaines abordés.
Responsables qualité.

PREREQUIS

Notions de statistiques et de probabilité nécessaires pour une bonne assimilation de la formation.
Notions de déploiement des processus qualité sont un plus.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas. Démonstration. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 9 et 10 décembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

SECURITE FERROVIAIRE : LES NORMES EN 50126, 50128, 50657 ET 50129 ET LEURS EVOLUTIONS

Jour 1

Tour de Table

Positionnement des normes dans les référentiels transports ferrés et urbains Le principe de la démarche avec la norme EN50126

- Positionnement vis-à-vis du cadre normatif
- Applicabilité pour les systèmes ferroviaires
- Comprendre les niveaux de SIL, TFFR et THR
- Les phases de vie et les contraintes associées
- Les activités système et celles des équipementiers…

Le logiciel et les normes EN50128 et EN50657

- Pourquoi une approche spécifique pour les logiciels
- Les contraintes spécifiques du logiciel
- Analyse des méthodes et outils

Jour 2

Les contraintes de développement et le Dossier de sécurité (Norme EN50129)

- Les contraintes déclinées dans le développement
- Les analyses de contrainte sur les modes de défaillance
- La constitution des preuves
- Le dossier de sécurité

Les fondamentaux

- Notions de Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité
- Fondamentaux de la fiabilité (taux de défaillance, MTBF…)
- Notions de pannes dangereuses ou non sûres
- Notions de taux de couverture
- Mise en œuvre

Le déploiement en phase avec le système Qualité

- Analyse des requis qualitatifs des normes
- Contraintes en fonction des phases de vie
- Le plan de management de ces activités spécifiques

Les méthodes de Sûreté de Fonctionnement

- Les analyses de risques
- Les AMDEC
- Les arbres de défaillances

Tour de table

Sensibilisation et protection contre les décharges électrostatiques (ESD)

Cette formation de sensibilisation présente, pour les appliquer, les règles de protection au risque ESD (décharge électrostatique) pour toute personne entrant dans une Zone Protégée contre les ESD (EPA) Les moyens de mesure, prévention et de protection sont présentés pour devenir référent ESD de votre entreprise.

OBJECTIFS
Être sensibilisé aux effets des phénomènes électrostatiques et de leurs conséquences.
Identifier, mettre en place et appliquer les procédures de lutte contre les décharges électrostatiques.

PUBLIC VISE
Personnels des services qualité, méthodes, production, BE, chargés d'appliquer ou de respecter les procédures de lutte contre les ESD.

PREREQUIS
Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT
Expert en brasage, certifié IPC, formateur.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours. Apport d'éléments théoriques et démonstrations par le biais d'expériences permettant d'illustrer les phénomènes. Illustrations par photos de dommages sur les composants. Présentation des symboles et étiquettes. Visite de l'environnement de travail du formateur afin d'identifier avec les participants les zones sensibles et les moyens de protection mis en œuvre. Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Le 31 mars 2027

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
700€ HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

SENSIBILISATION ET PROTECTION CONTRE LES DECHARGES ELECTROSTATIQUES (ESD)

Matin

Tour de table

Visite d'un site et des zones de manipulation des assemblages électroniques

Comment se crée l'électricité STATIQUE ?
Le mécanisme d'apparition de charges.

Comment les personnes peuvent t elles se charger ?
Les effets des ESD sur les composants électroniques Illustration par quelques photos de dommages sur les composants.
Les niveaux de criticité des composants.

Les moyens de prévention et de protection
Identifier les zones sensibles.
Les moyens de Protection individuelle (Vêtement, talonnettes, blouses…)

Comment s'équiper et procédures de test des équipements ESD.
Les méthodes de protection des cartes et composants
Symboles d'étiquetage sur les emballages.
Précautions de manipulation des cartes électroniques

Après-Midi

Démonstrations de manipulation des assemblages électroniques en respectant les règles ESD.
Retour sur les zones sensibles dans les locaux du formateur pour mesurer les améliorations possibles en matière de lutte contre Le risque ESD.

Tour de table

Batteries lithium, BMS, chargeurs et autres solutions d'alimentation avec stockage pour les systèmes autonomes

Cette formation vous permettra de maîtriser les principales technologies de stockage d'énergie, avec un focus sur les batteries lithium, leur sécurité, leur gestion via le BMS et les lois de charge et de décharge qui influencent leur durée de vie. Vous apprendrez à dimensionner des batteries pour des systèmes autonomes et découvrirez des solutions complémentaires : piles non rechargeables, supercondensateurs, Energy Harvesting et piles à combustible.

OBJECTIFS

Identifier les principales technologies de stockage d'énergie électrique et leurs contraintes afin de choisir la solution la plus adaptée à une application.
Comprendre le fonctionnement des batteries lithium, leurs lois de charge et de décharge, ainsi que le rôle du BMS dans la sécurité et la durée de vie.
Découvrir des solutions complémentaires de stockage d'énergie : piles non rechargeables, supercondensateurs, Energy Harvesting et piles à combustible / hydrogène.

PUBLIC VISE

Responsables de projets, Ingénieurs, Techniciens en charge de la conception d'un produit et/ou de la qualité du développement des systèmes électroniques souhaitant maîtriser l'utilisation des batteries et des sources d'énergie embarquées.

PREREQUIS

Avoir des notions de base en électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Enseignant-Chercheur spécialisé en Électronique de puissance, CEM, Batteries industrielles, composants magnétiques et Energy Harvesting.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 23 et 24 septembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

BATTERIES LITHIUM, BMS, CHARGEURS ET AUTRES SOLUTIONS D'ALIMENTATION AVEC STOCKAGE POUR LES SYSTEMES AUTONOMES

Jour 1

Tour de table et introduction

Batteries : introduction – généralités

Bref historique
Moyens comparés du stockage de l'électricité
Évolution du marché des batteries
Comparaison des technologies industrielles – Applications
Constitution des batteries
Caractéristiques – Spécification

Batteries au lithium

Constitution
Réactions électrochimiques de charge / décharge
Différents types (Li-ion, Li-Po, Li métal)
Propriétés comparatives Li-ion (cobalt, manganèse, aluminium, NMC, fer-phosphate, titane…)
Formats industriels des cellules
Principes de charge des LCO, LMO, NCA et NMC
Profils et courbes de décharge des batteries LFP (lithium fer-phosphate)
Tension et courant de charge en fonction de la température
Courbes de décharge – Jauge électrique
Vieillissement en cyclage
Autodécharge
Précautions d'utilisation / Sécurité
Emballement thermique – Protections
Batteries Li-Po – Principe – Propriétés
Batteries lithium-métal polymère (LMP)
Voies de recherche sur les batteries lithium
Batterie sodium-ion

BMS – PCM

Définitions – Rôle du BMS / PCM
Fonctions du BMS
Exemple de jauge électrique
Présentation de circuits BMS : TI, AD (LT), Maxim, NXP…
BMS sans fils

Chargeurs

À base de convertisseurs non isolés (buck, boost…)
De type flyback (PC, USB…)
Sans contact
De forte puissance VE (convertisseurs, PFC…)

Applications – Dimensionnement

Spécification des applications : charge de sortie, batterie, chargeur
Exemples de dimensionnement d'une batterie / calcul d'autonomie…

Jour 2

Piles non rechargeables usuelles

Introduction – Propriétés
Piles alcalines
Piles au lithium
Autres piles
Caractéristiques comparées

Energy Harvesting

Sources de l'EH
Convertisseurs DC/DC pour l'EH
Exemples de circuits dédiés

Normes batteries

Applicables aux accumulateurs nickel et lithium
Sécurité des piles et batteries au lithium durant le transport
Sécurité des piles et batteries au lithium pour le marché Nord-Américain

Super condensateurs

Diagramme de Ragone batteries – supercondensateurs
Caractéristiques comparées batteries – supercondensateurs
Constitution – Propriétés – Précautions
Applications
Différents types de supercondensateurs : EDLC, LIC
Propriétés des supercondensateurs EDLC
Dimensionnement
Équilibrage des cellules
Circuits spécifiques de charge et d'équilibrage
Hybridation avec batterie et PAC

Piles à Combustible – Hydrogène

Constitution – Principe de fonctionnement
Différents types de PAC
Densité énergétique comparée de l'hydrogène
Applications
Production de l'hydrogène

Recyclage des batteries

Composition et ACV d'une batterie lithium
Empreinte carbone d'un VE type
Enjeux du recyclage des batteries lithium
Présentation de différentes solutions et projets de recyclage

Tour de table

Les batteries au plomb et au nickel ne sont évoquées qu'à titre comparatif mais l'étude de leurs propriétés pourraient faire l'objet de formations particulières à la demande.

La formation inclut des exemples sur comment calculer une autonomie et dimensionner une batterie lithium pour une application.

Batteries lithium : Eco-conception , recyclabilité et règlementation

A l'issue de cette formation, vous serez en mesure d'optimiser vos choix techniques et organisationnels pour réduire l'impact environnemental des batteries lithium que vous utilisez, en prenant en compte l'ensemble de leur cycle de vie : fabrication, utilisation et fin de vie.

OBJECTIFS
Comprendre les impacts environnementaux liés aux batteries lithium.
Identifier les actions à mettre en œuvre pour minimiser ces impacts.
S'approprier les clés pour gérer efficacement les batteries en SAV, sous garantie ou en maintenance.
Prendre connaissance des nouvelles exigences règlementaires.

PUBLIC VISE
Ingénieurs, Techniciens en charge de la gestion, l'intégration, du diagnostic des batteries et les responsables RSE, QHSE, qualité.

PREREQUIS
Aucune connaissance spécifique requise pour ce public.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur électronicien, fondateur d'une société de conseil et d'ingénierie spécialisée dans le cycle de vie des batteries Lithium.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours numérique. Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Le 3 novembre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
1 jour – 7h00

PRIX
700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

BATTERIES LITHIUM-ION : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, ECO-CONCEPTION ET RECYCLABILITE

Matin

Tour de table

Les impacts environnementaux
- Analyse du cycle de vie d'une batterie
- Constituants d'une batterie et métaux critiques
- Bilans écologiques selon les technologies (chimies)
- Réduire l'impact environnemental de sa batterie (Design to recycle)

Fonctionnement et vieillissement d'une batterie lithium-ion
- Principes de base
- Les facteurs de dégradation
- Bonnes pratiques pour préserver une batterie
- Prévenir les risques

Après-midi

Traitement des batteries usagées
- Les indicateurs clé (SoC, SoH, SoP, RUL)
- Diagnostiquer une batterie
- Transport et stockage de batteries usagées
- Recyclage et 2nde vie

Le Règlement UE 2023/1542
- La « Responsabilité Elargie du Producteur » (REP)
- Marquages obligatoires et déclaration de conformité CE
- Le passeport numérique batterie (DPP = Digital product passeport)
- Autres dispositions à connaître

Tour de table

Dimensionner les composants magnétiques : Transformateurs et inductances

Dans le cadre des systèmes de conversion d'énergie, cette formation pratique vous apprend à dimensionner efficacement les transformateurs et les inductances à partir des spécificités de votre application. À travers une approche méthodique, vous saurez choisir le type de circuit magnétique, calculer les enroulements, optimiser les pertes et la matière utilisée.

OBJECTIFS

Connaître les différents types de matériaux et circuits magnétiques.
Étudier les propriétés des différentes familles de matériaux magnétiques doux.
Découvrir la technologie des bobinages.
Apprendre à dimensionner les inductances et les transformateurs.
Calculer les pertes magnétiques et électriques en vue de les réduire.
Étudier et dimensionner différents exemples d'inductances et de transformateurs.

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens en charge de spécifier, concevoir et développer les convertisseurs AC/DC et DC/DC des alimentations des appareils électroniques, ainsi que de mettre ces équipements en conformité avec les exigences.

PREREQUIS

Maîtriser les bases de l'électricité et de l'électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Enseignant-Chercheur spécialisé en Electronique de puissance, Compatibilité électromagnétique, Batteries industrielles, Energy Harvesting et Composants magnétiques
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Exemples - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATE

Les 1er et 2 juillet 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14 h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

DIMENSIONNER LES COMPOSANTS MAGNETIQUES : TRANSFORMATEURS ET INDUCTANCES

Jour 1

Tour de table

Technologie des matériaux et composants magnétiques

Applications du magnétisme et des circuits magnétiques
Bobinage : supports, fils, isolants, imprégnation…
Spécification des circuits et matériaux magnétiques : formes, propriétés magnétiques, influence d'un entrefer, pertes par hystérésis et courants de Foucault, influence de la température et de la fréquence.

Matériaux magnétiques doux

Tôles laminées en fer-silicium
Céramiques magnétiques : les ferrites
Matériaux à base de poudre
Alliages amorphes
Nanocristallins

Jour 2

Dimensionnement

Inductances :
- Choix technologiques
- Inductances sur circuit magnétique ferrite
- Inductances sur tore de poudre

Transformateurs :
- Relation de Boucherot
- Choix technologiques
- Courant magnétisant
- Inductance de fuite : calcul, mesure, réduction

Exemples de dimensionnements

Inductance de 100 µH ; 7 A
- Sur circuit magnétique ETD
- Sur tore de Kool Mu
- Sur tore de poudre de fer
- Sur poulie ferrite

Transfo convertisseur Flyback DCM de 30 W
Transfo convertisseur Flyback CCM de 200 W
Transfo de poste à souder MMA de 3,5 kW ; 120 A
Filtrage des bruits de MD et de MC
Inductancemètre avec mesure de la saturation

Spécifications

Circuits magnétiques ferrites
Fils de bobinage ronds en cuivre
Fils triple isolés

Tour de table

Gestion Sécurisée du stockage et du transport routier des batteries lithium-ADR 1.3

Avec cette formation vous allez acquérir les connaissances de base pour stocker et expédier des batteries lithium de façon sécurisée. Vous allez aussi vous conformer à l'obligation de formation dite ADR 1.3, qui concerne tout intervenant expédiant et transportant des batteries par voie routière.

OBJECTIFS
Découvrir la règlementation et les règles de base pour préparer l'expédition et le transport de batteries lithium par voie routière, conformément à la réglementation ADR.
Mettre en place de bonnes pratiques pour stocker et gérer de façon sécurisée vos produits avec batteries lithium.

PUBLIC VISE
Cette formation cible les responsables QHSE, qualité, hygiène, sécurité, Ingénieurs, Techniciens en charge de l'intégration, de la manipulation et de l'expédition des batteries.

PREREQUIS
Aucune connaissance spécifique requise.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert/Formateur spécialiste de la sécurité des batteries lithium.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours numérique. Cas pratique
Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 10 et 11 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
1,5 jour – 10,5 h

PRIX
900 € HT (675 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

GESTION DES BATTERIES LITHIUM – EMBALLAGE, STOCKAGE ET TRANSPORT PAR VOIE ROUTIERE ADR 1.3

Jour 1 Matin

Tour de table

Les risques associés aux batteries lithium
- L'emballement thermique
- Les risques humains et matériels

Les profils de batteries lithium

Stockage et manutention
- Réglementation
- Stockage actif et stockage passif
- Focus sur la charge des batteries
- Sécurisation du stockage et de la manutention
- Organisation et protocoles de sécurité spécifiques

Cas pratique « stockage »

Jour 1 Après-midi

Transport
- **R**églementation
- Focus transport routier (selon le profil des stagiaires)
- Types d'emballages et d'équipement de transport

Cas pratique « Transport »

Check list des bonnes pratiques de stockage et de transport

Jour 2

L'ADR 1.3
- Sa structure
- Intervenants et responsabilités
- Classification des marchandises dangereuses
- Le tableau A
- Les allègements et exemptions réglementaires
- Emballage, étiquetage et marquage
- Gestion administrative de l'expédition
- Le transport : unité de transport et équipage

Tour de table

.

La thermique pour l'électronique

Avec l'augmentation des puissances dissipées, la maîtrise des techniques de refroidissement des équipements électroniques devient indispensable dès les phases initiales des études, afin d'éviter des corrections coûteuses en cours de développement. Cette formation explique les phénomènes thermiques au sein des dispositifs électroniques et fournit les outils nécessaires pour dimensionner efficacement les procédés de refroidissement utilisés lors de la conception.

OBJECTIFS
Acquérir une connaissance précise des phénomènes physiques liés aux transferts de chaleur au sein des dispositifs électroniques.
Connaitre les différents procédés techniques d'évacuation de la chaleur dans ces systèmes.
Apprendre à dimensionner avec précision les procédés thermiques adaptés à la conception des équipements électroniques ou électriques.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs en électronique.

PREREQUIS
Bases mathématiques niveau bac, utilisation d'un tableur.
Quelques notions théoriques nécessitent un niveau mathématique Bac+2 pour être totalement assimilés.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Expert indépendant en Thermique-Energétique et Fluidique auprès des PME, Chercheur au laboratoire de l'Institut des Matériaux de Nantes (IMN).
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence. Support de cours. Etude de cas et TP. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 12 au 16 octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
5 demi-journées – 17,5h

PRIX
1500€ HT (1125 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

LA THERMIQUE POUR L'ELECTRONIQUE

Jour 1

Tour de table

1. Modes de transfert de la chaleur

Transfert par conduction
- Flux de chaleur, résistance thermique
- Résistance de contact, résistance de constriction
- Fiches techniques de fournisseurs
- Capacité thermique, constante de temps, diffusivité thermique

Transfert par convection
- Convection libre et forcée
- Coefficient d'échange thermique
- Exemples de calcul de flux convectif
- Efficacité d'ailette
- Calculs de dimensionnement

Transfert par rayonnement
- Rayonnement du corps noir, lois fondamentales (Planck, Wien, Stefan, Lambert)
- Emissivité, corps gris
- Echanges radiatifs entre corps (facteur de forme)
- Coefficient d'échange radiatif
- Exemples de calcul

Jour 2

2. Dispositifs d'évacuation de la chaleur

Thermique des interfaces, films et pâtes

Méthodes classiques de refroidissement
- Diffuseurs
- Dissipateurs
- Echangeurs
- Drains thermiques

Méthodes élaborées de refroidissement
- Matériaux à changement de phase
- Caloduc, boucle diphasique
- Module Peltier
- Immersion liquide diélectrique
- Boucle froide

Analyse critique et comparative des méthodes, conseils d'utilisation, pièges à éviter

Jour 3

3. Méthodes de calcul et simulation des transferts thermiques

Méthode de dimensionnement thermique et application à des cas pratiques
- Dimensionnement thermique des pistes de PCB, norme IPC 2152
- Méthodes de calcul de la température d'un composant sur PCB, abaques Thermodel

- Analyse thermique d'un dispositif et simplification
- Calcul analytique élémentaire de dimensionnement
- Analyse critique du résultat et recherche d'une optimisation

Exercices d'application

Méthodologie de la simulation
- Que calcule-t-on, comment et pour quoi faire ?
- Equation de la chaleur et équation d'advection, équation de transfert des fluides
- Méthodes de résolution (analytiques, numériques), initiation aux logiciels de calcul avec étude d'un exemple

Jour 4

4. Mesurage des grandeurs thermiques et fluidiques
- Mesurage de température (thermistance, thermocouple, sonde platine, thermographie infrarouge)
- Autres mesurages thermophysiques (flux d'air ou de liquide, flux de chaleur, capacité thermique, conductivité thermique, émissivité radiative, efficacité d'un dissipateur, résistance thermique d'interface)

Jour 5

5. Formulaires et données numériques

Outils de calcul (tableur)
- Coefficients de transfert
- Efficacité d'ailette
- Résistance de constriction

Tables de données : grandeurs thermophysiques et fluidiques des matériaux

Unités, Formules utiles

6. Etude de cas pratiques

Discussion libre autour des différentes situations proposées par les stagiaires

Tour de table

Asservissement et commande moteur brushless

Cette formation vous permettra de maîtriser les principes de l'asservissement, de dimensionner des machines électriques et de modéliser des systèmes complexes. Grâce à des activités pratiques, vous apprendrez à simuler des commandes moteur en temps réel, acquérant des compétences précieuses pour optimiser vos projets.

OBJECTIFS

Revoir les principes de l'asservissement des moteurs électriques.
Comprendre la modélisation et la structuration nécessaires pour dimensionner la chaîne de commande d'un moteur électrique.
Définir un modèle équivalent dans le but de concevoir une structure de commande adaptée.

PUBLIC VISE

Ingénieurs et techniciens concepteurs ou utilisateurs de systèmes faisant intervenir des actionneurs électriques et désirant en appréhender précisément les fonctionnements statiques et dynamiques.

PREREQUIS

Connaissances de bases en électricité.
Pour la modélisation des moteurs électriques, connaissance de la dynamique des systèmes préférable.
Notions d'asservissement.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Professeur agrégé des Sciences de l'Ingénieur, ancien cadre chez General Electrique en dimensionnement des structures de puissance pour variateurs de vitesse.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de Cours et démonstrations pédagogiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 30 juin et 1er juillet 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200€ HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE

(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)

ASSERVISSEMENT ET COMMANDE MOTEUR BRUSHLESS

Jour 1

Tour de table

Modélisation : étude temporelle et fréquentielle des systèmes asservis
Méthode générale d'étude des systèmes asservis.
Identification des systèmes : étude de cas motorisation électrique.

Introduction à l'asservissement et synthèse de correcteurs
Étude et mise en place d'une architecture de commande pour amélioration des performances d'un système.
Introduction à l'asservissement et la régulation : notion de régulateur industriel, notion de boucle de régulation.
Présentation de la notion de correction et des correcteurs PID et méthode industrielle
Principe de synthèse des correcteur P et PI
Application VAL 206.

Jour 2

Principe de fonctionnement, modélisation et commande des moteurs brushless AC et DC
Constitution et principe de fonctionnement.
Modélisation du régime transitoire dans le domaine de Park.
Modélisation des moteurs brushless AC et DC et structuration d'une architecture de commande
Structuration d'un variateur de vitesse pour le pilotage du moteur.
Structure de commande en vitesse.

Activités pratiques
Simulation de l'asservissement du moteur brushless DC sous scilab et présentation du banc pour la commande en temps réel.

Activités pratiques
Simulation de l'asservissement du moteur brushless AC sous matlab : autopilotage scalaire et vectoriel.

Tour de table

Conception d'une Chaine de Traitement sous faible Bruit

Cette formation vous permettra d'évaluer la performance d'une chaine de mesure ou de traitement de signal en présence d'un Bruit et de comprendre les enjeux liés à la conversion A-N. Cette formation intègre un module relatif au « Traitement du Signal ».

OBJECTIFS

Revoir les outils Mathématiques en Traitement du Signal.
Revoir les Variables Aléatoires.
Notion de Fonctions aléatoires (intro. au Bruit).
Identifier les bruits et leur origine physique : Johnson, Shot, Burst, Fliker… (aspect technologique).
Simuler le rapport Signal/Bruit (SNR).
Étudier le facteur de Bruit (composant et chaîne).
Etudier un 1er étage de lecture à faible bruit.
Etudier le filtrage analogique et numérique.

PUBLIC VISE

Ingénieurs ou Techniciens en charge de spécifier ou de concevoir des produits devant intégrer une électronique analogique.

PREREQUIS

Maîtrise des bases en Électronique et quelques notions en Traitement du Signal.
Un PC avec droit administrateur pour installer des logiciels de simulation. Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés (notons que les PC devront être équipés du tableur Excel).

INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents aspects de l'électronique analogique. Professeur à l'UGA en Électronique Analogique et en Mathématiques.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours, travaux dirigés et exercices pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES
Du 24 au 26 novembre 2026

LIEU
Villefontaine (38)

DUREE
3 jours - 21 heures

PRIX
2100 € HT (1500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CONCEPTION D'UNE CHAINE DE TRAITEMENT SOUS FAIBLE BRUIT

Jour 1

Tour de table
Éléments du Traitement du Signal
Rappel sur les bases du Traitement du Signal
Les transformées : de Fourier de Laplace et en « Z » (appli. filtrage)
Variables Aléatoires (appli. aux signaux)
Fonctions aléatoires (stationnarité et ergodicité)

Jour 2

« SOURCES DE BRUIT »
Introduction au bruit dit « blanc » et son origine thermique
Sources de bruits (Johnson, Shot, Fliker, …)
Illustrations acoustiques (approche physiologique : temporelle et spectrale)
Principaux bruits en Électronique (Johnson, Shot, Fliker, …)
« SNR »
Contribution au bruit de divers éléments dans un circuit (méthodologie)
Densité spectrale de bruit
Évaluation du SNR (définition et conventions)

Jour 3

« LOW NOISE DESIGN »
Facteur de bruit
Bruit intrinsèque des composants (modélisation)
Amplificateurs de tête → le 1ier étage d'une Chaine (critère de conception)
« TRAITEMENT NUMERIQUE DU BRUIT »
Dimensionnement d'un ADC
Filtre RIF, RII (rappel)

La formation sera couverte par des Exemples durant l'exposé, des TD (Exercices pratiques dirigés) et des TP (Modélisations et Simulations) avec divers outils possibles en particulier : Tina, Scilab

Jour 1 :
TD 1.1 : Transmission imparfaite #1 : donnée binaire erronée
TD 1.2 : Transmission imparfaite #2 : codage binaire erroné
TD 1.3 : Transmission imparfaite #3 : densité de parasites (spikes)
TP #1 : Réduction du Bruit BF par CDS
Jour 2 :
TD 2.1 : Calcul d'un bruit et prise en main de « TINA »
TD 2.2 : Bruit en sortie d'un OpA en montage inverseur
TD 2.3 : Source de Bruit prépondérante dans un circuit
TD 2.4 : SNR avec filtre RC
TP #2 : SNR en sortie d'une Sonde d'oscilloscope
Jour 3 :
TD 3.1 : Contribution en bruit de divers composants actifs
TD 3.2 : Analyse de spécifications
TP #3 : Filtrage numérique (transformation d'un filtre Analogique en Numérique)
TP #4 : Étude et simulation d'un ampli. trans-impédance (conception)

Tour de table

Electronique analogique : l'amplificateur opérationnel en instrumentation

Cette formation vous permettra de revoir les bases de l'utilisation des composants analogiques dans les fonctions principales associées aux capteurs, à l'amplification et au filtrage, en instrumentation.

OBJECTIFS

Revoir le fonctionnement de base des composants analogique : diodes, transistors, amplificateurs opérationnels.
Découvrir les fonctions principales analogiques : l'amplification et le filtrage.
Concevoir une chaine de mesure pour l'instrumentation.
S'exercer à la simulation des fonctions de bases.

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs en charge de spécifier et de concevoir des produits devant intégrer une électronique analogique.

PREREQUIS

Disposer de connaissances de base en électronique (diodes et transistors).
Un PC avec droit administrateur pour installer le logiciel de simulation LTSPICE. Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés.

INTERVENANT

Expert industriel expérimenté dans les différents aspects de l'électronique analogique.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours et exercices pratiques en simulation. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

L'ELECTRONIQUE ANALOGIQUE : L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN INSTRUMENTATION

Jour 1

Tour de table

Introduction

Rappels sur la conductivité des semi-conducteurs,
La diode à jonction PN, Le transistor bipolaire, Les montages fondamentaux à transistor

Les amplificateurs opérationnels idéaux et réels

Interpréter les datasheets des amplificateurs réels

Travaux pratiques sous LTSPICE :

Simulation d'un amplificateur opérationnel à partir de transistors bipolaires

Jour 2

Les montages fondamentaux à amplificateurs opérationnels

Amplificateur inverseur, non inverseur et leur simulation
Le Filtrage du premier et du second ordre

Travaux pratiques sous LTSPICE :

Simulation de filtres du premier et du second ordre

Les autres composants actifs et leurs applications

Les générateurs de signaux
Modulation / démodulation

Chaine de mesure / conditionnement, acquisition et traitement des signaux de mesure.

Bien gérer la frontière entre analogique et numérique.

Tour de table

Apport des technologies GaN et SiC

Grâce à cette introduction venez découvrir l'apport du GaN et du SiC afin de maîtriser les fondamentaux de ces technologies pour les développements de projet en électronique de puissance.

OBJECTIFS
Comprendre les enjeux des composants GaN et SIC
Découvrir les secteurs applicatifs et les topologies principales qui en tirent profit.

PUBLIC VISE
Décideur, chef de projet, responsable de BE, Techniciens et Ingénieurs support applicatif, BE et/ou R&D en charge de spécifier et de concevoir des cartes devant intégrer une électronique dite de puissance.

PREREQUIS
Connaissances de base en électronique
Pour la formation à distance, un PC, avec webcam, haut-parleur, micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT
Industriel, ingénieur électronique de puissance « senior », 25 ans d'expérience, formateur.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Exemples. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation de présence ou attestation d'assiduité.

DATES
Le 19 mai matin 2026

LIEU
A Toulouse (31) ou à distance (places limitées)

DUREE
0,5 jours – 3h30

PRIX
400 € HT
310 € HT (pour les adhérents CAP'TRONIC et des membres du consortium d'ASTEERICS)

Formation gratuite pour les entreprises éligibles* dans le cadre du projet ASTEERICS (subvention EU et FR).

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

*Renseignements ASTEERICS :
Béatrice PRADARELLI
✉ pradarelli@captronic.fr

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

APPORT DES TECHNOLOGIES GAN ET SIC

Matin de 9h00 à 12h30

Tour de table

L'électronique de puissance dans :

- L'automobile,
- Les véhicules lourds,
- Les avions
- Le solaire et l'éolien
- L'hydrogène
- La défense
- Les data-centers IA
- Les enjeux du SiC et de GaN dans ces métiers

Exemple SiC pour la traction automobile (Tesla model 3)

Exemple On Board Chargeur automobile (Tesla Cybertruck)

Exemple GaN pour pile à combustible aéronautique (Axid)

Tour de table

Électronique de puissance : apport du GaN et du SiC : Topologies et spécifications des convertisseurs, choix des composants

Grâce à cette formation, maîtrisez les fondamentaux de l'électronique de puissance : identifiez les principales topologies de convertisseurs (buck, boost, LLC…), apprenez à lire les datasheets des composants clés (transistors, selfs, condensateurs) et spécifiez efficacement vos architectures. Formation pratique pour ingénieurs et techniciens souhaitant optimiser leurs conceptions et découvrir l'apport du GaN et du SiC.

OBJECTIFS

Savoir lire et comprendre les datasheets des composants
Comprendre les enjeux des composants GaN et SiC
Découvrir les topologies principales buck, boost, onduleur, et convertisseurs dont le DC/DC type LLC
Être capable de spécifier un convertisseur de puissance et de dimensionner son besoin en termes de composants et architecture

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs support applicatif, BE et/ou R&D en charge de spécifier et de concevoir des cartes devant intégrer une électronique dite de puissance.

PREREQUIS

Connaissances de base en électronique (utilisation des condensateurs et transistors)
Suivre la formation « Apport des technologies GaN et SiC »

INTERVENANT

Industriel, ingénieur électronique de puissance « senior », 25 ans d'expérience, formateur.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Ateliers - Support de cours - Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuilles de présence signées par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence.

DATES
Du 19 après-midi au 21 mai 2026

LIEU
Toulouse (31)

DUREE
2,5 jours – 17,30 h

PRIX
1 750 € HT
1 250 € HT (pour les adhérents CAP'TRONIC et les membres du consortium d' ASTEERICS)

Formation gratuite pour les entreprises éligibles* dans le cadre du projet ASTEERICS (subvention EU et FR).

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

*Renseignements :
Béatrice PRADARELLI
✉ pradarelli@captronic..

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE : APPORT DU GaN ET DU SiC. TOPOLOGIES ET SPECIFICATION DES CONVERTISSEURS, CHOIX DES COMPOSANTS

Jour 1

Tour de table

Atelier de « reverse ingénierie » : découverte des composants de puissance

- Alimentation de PC
- Convertisseur DC/DC
- Buck GaN
- Tout produit apporté par les stagiaires sera analysé

Jour 2

Topologies

- Rappel des topologies de base (buck, boost, onduleur, DAB, LLC, ...)
- Boîtiers de transistors (minuscules GaN, SiC, D2PAck, TO247, modules ...) et calculs thermiques
- Topologies avant-gardistes sur base SiC et GaN (chargeur OBC automobile)

Atelier de décryptage des datasheets de composants de puissance

- Datasheet de transistor de puissance (Mosfet, GaN, SiC)
- Datasheet de condensateur et compréhension des technologies en fonction des fréquences de switching (polypropylène, électrochimique, ...)
- Datasheet de self

Jour 3

Les spécificités et enjeux de l'électronique de puissance (PCB, CEM)

- Le codage micro embarqué temps réel (high résolution PWM, interruptions, DMA, ADC …)
- Le design des PCB de puissance (forts courants, fortes tensions, diélectriques élevés, clearance, creepage, extraire les calories de petits packages, CEM,…)
- Les challenge du SiC et du GaN
- Comparaison des topologies à commutation « dure » et commutation « douce »
- Spécificités de la CEM en électronique de puissance, étude du cas d'un onduleur de datacenters de plusieurs kW embarquant 3 convertisseurs (AC/DC, DC/DC, DC/AC)
- Exemple d'un buck GaN
- Introduction rapide aux normes applicables aux convertisseurs de puissance (sécurité, performance, CEM, environnement)

Exercice : étude de cas complète sur la réalisation d'un convertisseur DC-DC résonnant LLC (isolé, commutation douce, fréquence élevée, rendement >98%)

- Explication du fonctionnement de cette topologie « moderne »
- Les étapes de dimensionnement (selfs, transistors, condensateurs, transformateur)
- La fréquence de switching (possible jusqu'à 1MHz !)
- Détails de routage
- La cellule de commutation optimale, inductances parasites en HF

Tour de table

L'électronique de puissance pour la conversion d'énergie : Hacheur DC/DC et onduleur DC/AC

Cette formation offre une immersion complète dans l'électronique de puissance appliquée à la conversion d'énergie. À travers hacheurs DC/DC et onduleurs DC/AC, elle permet de comprendre les technologies, analyser les signaux et dimensionner les composants. Idéale pour techniciens et ingénieurs souhaitant concevoir des systèmes intégrant des structures de puissance modernes.

OBJECTIFS
Connaitre les différentes technologies (hacheur / onduleur) de la conversion d'énergie en électronique de puissance.
Savoir caractériser les signaux électriques et dimensionner les composants lors des simulations.

PUBLIC VISE
Techniciens et Ingénieurs en charge de spécifier et de concevoir des produits devant intégrer une électronique dite de puissance.

PREREQUIS
Disposer des connaissances de base en électronique (diodes et transistors) et électrocinétique (lois de Kirchhoff).
Un PC avec webcam, haut-parleur, micro, liaison Internet et droits administrateurs sont requis (installation du logiciel de simulation Psim). Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés.

INTERVENANT
Professeur agrégé, ancien cadre chez General Electrique en dimensionnement des structures de puissance pour variateurs de vitesse.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence, Support de cours et exercices. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité

DATES
Les 24 et 25 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

L'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE POUR LA CONVERSION D'ENERGIE : HACHEUR DC/DC ET ONDULEUR DC/AC

Jour 1

Tour de table

Introduction

Présentation de l'électronique de puissance et des innovations de composants et d'architecture.
Présentation des règles de base de l'électronique de puissance.
Apport des nouvelles générations de semiconducteurs, dites « grand gap » SiC et GaN » en termes de performance (densité de puissance, rendement)
Présentation d'architectures industrielles innovantes (IFA, bornes de recharge, VAL 206, …).

Les hacheurs : convertisseurs DC/DC

Convertisseur Buck
Convertisseur Boost
Convertisseur Buck-Boost
Architectures principales des alimentations à découpage
Etude de cas : Etude d'un compresseur à vis, dimensionnement des interrupteurs de puissance sur un hacheur Buck, choix de l'inductance de lissage.

Travaux pratiques sous Psim :

Etude du variateur de vitesse pour ascenseur association « redresseur + hacheur + Moteur à courant continu »

Jour 2

Les onduleurs : convertisseurs DC/AC

Introduction à la conversion DC/AC
Différentes stratégies de pilotage industriel : commande pleine onde, commande décalée et Modulation par Largeur d'Impulsion
Structure de l'onduleur triphasé

Travaux pratiques sous Psim :

Etude de différentes stratégies de commande d'un onduleur triphasé pour le pilotage d'un moteur Bruchless.

Notion de thermique des composants

Modèle électrique équivalent
Pertes dans les composants
Bilan de puissance dans un convertisseur de puissance

Tour de table

Introduction au contrôle des systèmes asservis industriels

Cette formation aborde les deux types de systèmes asservis : la régulation, qui vise à maintenir une grandeur constante malgré les perturbations (par exemple, la température de chauffage), et l'asservissement, qui vise à faire suivre une loi à une grandeur physique (par exemple, un radar ou la poursuite d'une trajectoire). Elle vous fournira la méthodologie nécessaire pour étudier et simuler ces systèmes asservis.

OBJECTIFS
Comprendre l'automatique et les systèmes linéaires.
Définir les structures de commande d'un système.
S'exercer à la simulation des systèmes automatiques.

PUBLIC VISE
Ingénieurs exerçant leur activité dans tous les secteurs industriels, non-initiés à la pratique des asservissements.

PREREQUIS
Formation en mathématiques et en physique correspondant à un niveau bac+2. (Connaissance des nombres complexes, des concepts de transformation de Laplace, de représentation fréquentielle du comportement des systèmes.
Un PC avec droit administrateur pour installer le logiciel de simulation Scilab ou Matlab Simulink. Des liens de logiciels utiles pour ces simulations seront proposés. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT
Professeur agrégé, ancien cadre chez General Electrique en dimensionnement des structures de puissance pour variateurs de vitesse.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de Cours et exercices pratiques en simulation. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité ou de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION AU CONTROLE DES SYSTEMES ASSERVIS INDUSTRIELS

Jour 1

Tour de table

Etude des performances temporelles et fréquentielles d'un Système Linéaire Continu Invariant SLCI

Méthode générale d'étude d'un SLCI
Analyser le comportement temporel des systèmes du 1er et du 2nd ordre
Méthode pour tracer les diagrammes de Bode (gain et phase) d'un SLCI complexe

Travaux dirigés

Evaluer le comportement temporel et fréquentiel des SLCI : Etude d'un radar d'avion.

Travaux pratiques sous Scilab ou Matlab :

Simulations de SLCI analyse des performances en boucle ouverte : régulation de la température d'un four.

Jour 2

Etude des correcteurs et de la structuration de l'asservissement

Introduction à l'asservissement et la régulation : notion de régulateur industriel, notion de boucle de régulation.
Présentation de la notion de correction et des correcteurs PID et méthode industrielle
Principe de synthèse des correcteur P et PI
Introduction à l'asservissement échantillonné pour les systèmes industriels numériques : application à la commande numérique d'un moteur à courant continu
Principe de la mise en place de la structuration de commande et introduction à la Représentation énergétique Macroscopique développée en recherche industrielle (Valeo, PSA, …).

Travaux dirigés

Evaluer les performances (précision, rapidité et stabilité) des systèmes asservis : asservissement en vitesse du VAL 206 (métro automatique sans conducteur)

Travaux pratiques sous Scilab ou Matlab :

Simulation d'un système asservi : application à la commande d'un rétroviseur électrique et asservissement de la tension d'une ASI (Alimentation Sans Interruption)

Tour de table

Fiabilité des assemblages électroniques en environnements sévères : Optimisation de la conception pour une meilleure durabilité

Boostez la fiabilité de vos produits électroniques grâce à une formation experte dédiée à la conception de cartes pour environnements sévères. Optimisez vos choix de composants, maîtrisez les contraintes thermiques, mécaniques et climatiques, et améliorez la tenue des brasures pour des performances durables. Cette formation vous permettra de réduire les risques et de concevoir des cartes électroniques robustes, sûres et conformes aux exigences environnementales.

OBJECTIFS

Maîtriser les enjeux liés aux environnements climatiques, thermiques et vibratoires.
Concevoir des équipements fiables et adaptés à leur profil d'utilisation.
Minimiser les erreurs de conception, les coûts de développement et les retours en service.

PUBLIC VISE

Techniciens et Ingénieurs Méthodes, Qualité, Concepteurs / Développeurs, Chefs de projets / produits.

PREREQUIS

Première expérience en conception de carte et /ou gestion de projet électronique est préférable. Un PC avec webcam, haut-parleur et micro et une liaison Internet sont requis.

INTERVENANT

Ingénieur, Expert en Assemblage Electronique.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cours avec cas d'usages et retours d'expériences. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 21 mai 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

1 jours – 7 h

PRIX

700 € HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

FIABILITE DES ASSEMBLAGES ELECTRONIQUES EN ENVIRONNEMENTS SEVERES : OPTIMISATION DE LA CONCEPTION POUR UNE MEILLEURE DURABILITE

Matin

Tour de Table

Introduction générale
Enjeux de la fiabilité des assemblages électroniques en environnements sévères
Présentation des principaux modes de défaillance
Notion de profil de vie des équipements

Principes de conception pour la tenue en environnement

Conception des équipements
Fonction de transfert des boîtiers
Règles de conception de premier niveau

Conception des cartes électroniques
Conformité aux réglementations environnementales
Introduction à la tenue thermomécanique des brasures
Critères de choix des composants
Propriétés des circuits imprimés : matériaux, structure des couches, etc.

Après-midi

Contraintes physiques et environnementales

Contraintes thermiques
Dissipation thermique

Contraintes thermomécaniques
Métallurgique des brasures
Initiation aux calculs de tenue des brasures aux contraintes thermomécaniques

Contraintes mécaniques
Vibrations et chocs : principes de conception pour la tenue mécanique
Flexion statique des cartes

Contraintes climatiques
Humidité, corrosion, gel/dégel, etc.

Technologies complémentaires de robustification
Collage, underfill, enrobage, matelas conducteurs, etc.

Conclusion
Synthèse des bonnes pratiques
Pistes d'amélioration continue en conception

Questions/réponses
Tour de table

Fiabilité des composants électroniques

La fiabilité des composants électroniques est essentielle pour assurer la sûreté de fonctionnement et la sécurité fonctionnelle, permettant d'anticiper et d'éviter les défaillances des systèmes et garantissant ainsi la pérennité des produits électroniques. Cette formation a pour objectifs de comprendre les principes et les calculs de fiabilité électronique, d'acquérir l'autonomie dans leur analyse, et de savoir les utiliser.

OBJECTIFS

Comprendre les calculs de fiabilité électronique.
Être capable de les analyser en vue de devenir autonome.
Comprendre comment ces données sont utilisables dans les activités de Sûreté de Fonctionnement et de Sécurité Fonctionnelle.
Comprendre l'utilisation des outils de calcul de fiabilité.

PUBLIC VISE

Personnes ayant une formation équivalente à celle d'une école d'ingénieur et techniciens supérieurs avec de l'expérience dans un des domaines abordés.
Les personnes des services qualité sont également ciblées car elles sont les garantes des démarches.

PREREQUIS

Connaissance en électronique et en technologie des composants.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 24 et 25 novembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14 h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

FIABILITE DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES

Jour 1

Tour de Table

Les grands principes de la fiabilité électronique (lois, mise en œuvre, applications,)

La présentation des différents paramètres de fiabilité ainsi que les lois appliquées permettront de mieux appréhender les notions de fiabilité, de taux de défaillance, de MT BF, …

Les essais accélérés

Une présentation de ces types d'essais permettra de comprendre comment les fabricants de composants mettent à disposition des données de fiabilité constatée. Les approches permettront également de comprendre comment il est envisageable de définir un programme de déverminage au travers de l'exploitation de données d'essais réalisés.

Les recueils de calcul (MIB HDBK 217, IEC62380, les guides FIDES 2009 et 2022…)

La présentation de différents guides de prédiction permettra de comprendre les grands principes de base et leurs évolutions au cours des années de sorte à être au plus près de la réalité du terrain.

Jour 2

Guide FIDES (Principes et Pi Process)

Une présentation du guide Fides et du principe de calcul du Pi Process sera faite de sorte à être en mesure d'utiliser l'outil de calcul associé.

Utilisation de l'outil Expertool

En séance, une exploitation de l'outil sera faite. Une présentation des modifications envisageables sur le profil de mission, au niveau des composants sera faite pour démystifier l'utilisation de l'outil

Travaux pratiques

Utilisation de l'outil expertool (soit par le formateur soit par les stagiaires)

Utilisation des données de fiabilité dans les démarches de » Sûreté de fonctionnement et de Sécurité Fonctionnelle

Au travers de cette généralisation, l'importance des données de fiabilité sera déclinée au travers leur exploitation dans les concepts de sûreté de fonctionnement et de sécurité fonctionnelle.

Tour de table

Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique

Cette formation explore la FMDS (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité), la Sûreté de Fonctionnement et la Sécurité Fonctionnelle dans les systèmes embarqués. Vous y découvrirez les enjeux, les prérequis et les opportunités du marché. Elle vous aidera à assurer la conformité de vos produits (SIL, PL, ASIL, DAL…) grâce aux méthodologies de SdF et aux démarches qualité. Renforcez vos compétences et assurez la qualité et la sécurité de vos innovations !

OBJECTIFS

Avoir une vue d'ensemble cohérente des concepts sûreté et sécurité fonctionnelle.
Identifier et démystifier les différentes réglementations qui s'appliquent.
S'exercer sur des études de cas industriels.

PUBLIC VISE

Techniciens et ingénieurs concepteurs et développeurs de systèmes embarqués, Architectes système, Chefs de projet, Responsables qualité.

PREREQUIS

Des notions de statistiques et de probabilité sont nécessaires pour une bonne assimilation de la formation.
Avoir des notions de déploiement des processus qualité est un plus.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Consultant Sécurité Fonctionnelle, Sûreté de fonctionnement et Maîtrise des Risques.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 14 et 15 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14h

PRIX

1200 € HT (900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

SECURITE FONCTIONNELLE ET SURETE DE FONCTIONNEMENT EN CONCEPTION ELECTRONIQUE

Jour 1

Tour de table

Les fondamentaux

- Notions de Fiabilité, Maintenabilité et Sécurité
- Fondamentaux de la fiabilité (taux de défaillance, MTBF…)
- Notions de pannes dangereuses
- Notions de taux de couverture,
- Mise en œuvre

Le déploiement en phase avec le système Qualité

- Analyse des requis qualitatifs des normes
- Contraintes en fonction des phases de vie
- Le plan de management de ces activités spécifiques

Les méthodes de Sûreté de Fonctionnement

- Les analyses de risques
- Les AMDEC
- Les arbres de défaillances

Jour 2

Positionnement des différentes normes (CEI61508, CEI61511, CEI61513, CEI62061, ISO26262, ISO13849…)

- Positionnement de ces normes,
- Applicabilité pour les systèmes électroniques de commande,
- Restriction d'utilisation…

Introduction & bases

- Appréciation des niveaux de risque,
- Définition des niveaux de SIL, PL, ASIL...
- Relation entre ces différentes notions

Contrainte architecturale

- Interprétation des requis des normes,
- Déclinaison vers les différents contributeurs
- Mise en œuvre
- Notions de preuve…

Des études de cas illustreront les présentations théoriques tout au long de la formation

Tour de table

Cybersécurité des systèmes embarqués et des objets connectés (IoT) – Conformité CRA

Cette formation au format court propose une sensibilisation au sujet de la cybersécurité des systèmes embarqués qui vous permettra d'avoir un premier niveau de connaissance pour comprendre les enjeux, les normes et la notion d'analyse des risques potentiels en cybersécurité sur les produits.

OBJECTIFS
Fournir les clés et des connaissances de base en cybersécurité.
Comprendre les enjeux, les processus et méthodes de protection.
Evaluer pour le maitriser, le risque cyber spécifique à l'industrie et à l'IoT en particulier.
Disposer d'une vision globale de la règlementation.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs qui doivent monter en compétences en cybersécurité industrielle.

PREREQUIS
Connaissances générales en conception électronique ou sur un système d'information ou une supervision de production.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur conseil expérimenté, référent du diagnostic cybersécurité CAP'TRONIC.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Retour d'expérience.
Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATE
Le 6 octobre 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
1 jour – 7h

PRIX
700€ HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES ET DES OBJETS CONNECTES (IOT) – CONFORMITE CRA

Matin

Tour de table

Introduction
Le contexte de la cybersécurité pour les systèmes embarqués.

Pourquoi se préoccuper la de cybersécurité des systèmes embarqués
Exemple d'attaques : de l'IoT à l'industrie 4.0
Panorama des principaux vecteurs d'attaque

Les fondamentaux de la cybersécurité
Protection des données
Mythes et légendes en matière de cybersécurité
La « mécanique » de l'attaque

Après- Midi

Bonnes pratiques : **la gestion des risques**
Stratégie de la gestion des risques cyber
La gestion du risque cyber en 6 objectifs
Principes d'une analyse du risque cyber : la méthode EBIOS
Exemples

Bonnes pratiques : la gestion des vulnérabilités

Bonnes pratiques : la revue de code

Bonnes pratiques : la cybersecurité dès la conception
Le cycle du « secure by design »
Les principes
Exemples

La vision règlementaire en cybersécurité pour l'Iot et l'industrie
Normes identifiées : RED / EN 18031, Nouveau règlement machine, Cyber Resilient Act Europeen

Tour de table

Cybersécurité des systèmes embarqués pour les développeurs : Rappel des normes EN18031 et Cyber Resilience Act

Cette formation vous présente les principales vulnérabilités matérielles et logicielles d'un système embarqué, et vous apprend à mettre en place des stratégies de défense efficaces. Au programme : introduction à la sécurisation cryptographique, mise en œuvre de l'approche Secure by Design pour les architectures ARM, et rappels essentiels sur les normes EN 18031 et le Cyber Resilience Act. Renforcez la sécurité de vos projets embarqués et assurez leur conformité réglementaire.

OBJECTIFS

Découvrir les vulnérabilités possibles d'un système embarqué.
Découvrir les bonnes pratiques de sécurisation cryptographique
Découvrir l'approche secure by design ARM.
Anticiper les risques d'attaques dès la conception et penser la sécurité du système dans son ensemble pour préparer sa défense.

PUBLIC VISE

Développeurs intéressés par les aspects de sécurité des produits connectés : ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué.
Pour les architectes systèmes embarqués, les responsables en charge de cybersécurité qui ne développent plus, les TP sont accessibles et guidés par le formateur.

PREREQUIS

Une expérience en développement de systèmes embarqués sur MCU et/ou MPU est nécessaire. Les TP de mise en œuvre sont en langage C.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert en cybersécurité en conception de cartes et programmes embarqués.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Support de cours. Démonstrations - Travaux pratiques - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation. Feuille de présence signée par chaque stagiaire et le formateur par demi-journée de formation en présentiel.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation de présence ou attestation d'assiduité.

DATES

Du 9 au 11 juin 2026

LIEU

En présentiel à Labège ou à distance (places limitées).
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

2 500 € HT (1 900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES POUR LES DEVELOPPEURS : RAPPEL DES NORMES EN18031 ET CYBER RESILIENCE ACT

Tour de table

Jour 1: Introduction à la cyber sécurité des systèmes embarqués

Module 1 : Etat des lieux de la cyber sécurité des systèmes embarqués
Top 10 des menaces les plus courantes
Pourquoi sécuriser son système embarqué
- Protéger l'infrastructure réseau
- Protéger les biens ou la sécurité physique du client final
- Protéger la propriété intellectuelle

Niveau de maturité des produits embarqués actuels en matière de sécurité
Sécurité des systèmes à base de MCU vs MPU
Verrous techniques et contraintes liées à la sécurisation des produits embarqués

Module 2 : Taxonomie des attaques contre les systèmes embarqués à base de MCU
L'analyse préliminaire d'un produit :
- Recherche de vulnérabilités publiques
- Techniques et outils de rétro-ingénierie matérielle
- Techniques et outils de rétro-ingénierie logicielle

La découverte de vulnérabilités
- Méthodes passives : écoute réseau, probing et side-channel
- Méthodes actives : le fuzzing aux interfaces et ports de debug

Exploitation de vulnérabilités :
Attaques RF par SDR (spoofing GPS, répéteur RF, sécurité du GSM, etc.)
- Attaques sur le réseau
- Attaques logicielles du type Buffer/Int overflow.
- Attaques side-channel avec et sans accès physique au produit
- Attaques par glitches électriques

Cas pratique : Analyse de sécurité de la clé de chiffrement Wookey de l'ANSSI

Module 3 (partie 1) : TP mise en place d'un mécanisme de FOTA et démarrage sécurisé
Présentation de MCUboot
- Les modes de mises à jour
- L'anti rollback
- Le chiffrement du firmware

Configuration et déploiement de MCUboot avec Zephyr OS

Jour 2 : Préparer sa défense

Module 4 : Analyse de risque et cadre réglementaire
Cadre réglementaire (EN18031, Cyber Resilience Act, certification CSPN..)
Définir son problème de sécurité
- Bien, menaces, modèle d'attaquant, hypothèses

Analyser le risque de façon simple
Evaluer la gravité d'une attaque (selon la méthode ANSSI CSPN)
Cas pratique : Rédaction d'une ébauche de cible de sécurité pour tracking d'assets ou smart meter ou caméra connectée

Module 5 : Notions de cryptographie
Cryptographie symétrique authentifiée ou non
- AES et ses modes de chiffrement

Cryptographie à clè publique et PKI
- RSA et ECDSA
- Négociation de clès cryptographiques
- Introduction au concept de PKI

Algorithmes de hachage et de MAC
- SHA, HMAC, CMAC

Diversification des clès cryptographiques et génération d'aléa

Module 3 (partie 2) : TP mise en place d'un mécanisme de FOTA et démarrage sécurisé
Suite et fin du TP

Module 6 (partie 1) : TP mise en place d'une connexion TLS avec MbedTLS et Zephyr OS
Développement d'un serveur echo non sécurisé
Génération d'une infrastructure PKI avec Open SSL
Développement d'un serveur echo sécurisé avec TLS

Jour 3 : L'approche Secure by Design

Modules 7 : Développer de façon sécurisée
Les bonnes pratiques
Processus de développement
Etude de cas pratiques : recherche de vulnérabilités, durcissement de code.

Module 8 : Mécanismes de sécurité génériques
Cycle de vie pour la sécurité, Attestation
Démarrage sécurisé, Mise à jour sécurisée
Communications sécurisées
Partitionnement logique
Binding

Module 9 : Sécurité avancée avec ARM TrustZone
Zoom sur l'extension de sécurité
TrustZone pour Cortex M23 et M33
Présentation générale du TF-M
Les services de sécurité offerts par le TF-M
Le problème du provisionning des clés à grande échelle

Module 6 (partie 2) : TP mise en place d'une connexion TLS avec MbedTLS et Zephyr OS
Suite et fin du TP.

Tour de table

Cybersécurité des systèmes industriels : IEC 62443- Comprendre la norme pour sécuriser son architecture

Cette formation vise à sensibiliser les architectes de systèmes et de produits aux préoccupations, problèmes, contraintes et défis en matière de cybersécurité qui peuvent avoir un impact sur leurs responsabilités actuelles, leurs livrables et leur travail quotidien.
Les produits ou systèmes industriels ne sont globalement pas toujours à l'épreuve d'attaques souvent basiques. Une entreprise doit prendre en compte la gestion des risques associés à ces menaces. L'architecture des produits et des systèmes doit ensuite être repensée pour intégrer la dimension cybersécurité.

OBJECTIFS
Sensibiliser les participants aux principaux risques cyber et aux attaques classiques afin de concevoir des produits et des systèmes industriels plus robustes
Découvrir les principes de sécurité en profondeur, la cryptologie
Identifier et comprendre les normes liées à l'analyse des risques ISO 27002, ISO 27005 et IEC62443.

PUBLIC VISE
Ingénieurs ou architectes en charge de la conception d'un produit ou système communicant ainsi que les professionnels de la sécurité IT responsables en sécurité industrielle, consultants, auditeurs en sécurité industrielle.

PREREQUIS
Aucune expérience en sécurité industrielle n'est nécessaire. Néanmoins des connaissances en systèmes industriels ainsi quelques notions en informatique, électronique, logiciel embarqué sont souhaitables.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Auditeur, formateur expérimenté en cyber sécurité.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours - Ateliers - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Du 7 au 9 juillet 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
3 jours – 21h

PRIX
2500 € HT (2150 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE DES SYSTEMES INDUSTRIELS – IEC 62 443 COMPRENDRE LA NORME AFIN DE SECURISER SON ARCHITECTURE

Jour 1

Tour de table

Introduction

Cybersécurité dans le monde industriel
Comprendre la cybersécurité dans le contexte industriel
Menaces et méthodologies d'attaques
Divergence et convergence IT / OT

Norme ISA/IEC 62443
Comprendre les concepts de la norme
Processus d'évaluation des risques
Évaluation initiale des risques détaillés
Acceptation et comparaison des risques

Ateliers
WS1 – Définir le système considéré
WS2 – Effectuer l'évaluation initiale des risques
WS3 – Partitionnement des Zones et conduits

Jour 2

Norme ISA/IEC 62443
Processus d'évaluation détaillée des risques

Défense en profondeur
Systèmes - Sécurité physique
Systèmes – Sécurité périmétrique
Systèmes - Sécurité interne des réseaux

Démonstration
Cas classique de Mifare
Attaque par Brute force WPA2 et usurpation ARP
Crypto : Mauvaise implémentation du chiffrement

Cryptographie
Symétrique et asymétrique • Certificat et PKI (Infrastructure à clés publiques)
Fonction de hachage avec "sel" et "poivre"

Ateliers
WS4 – Évaluation des risques détaillée (1/2) – Scénarios de menaces

Jour 3

Norme ISA/IEC 62443
Cycle de vie du développement d'un produit sécurisé
Exigences fondamentales

Défense en profondeur
Produit – Sécurité de l'hôte
Produit – Sécurité des applications
Produit – Sécurité des données

Démonstration
Rubber Ducky – Attaque USB
Radiofréquence – Attaque par rejeu

Ateliers
WS5 – Évaluation des risques détaillée (2/2) – Estimation des risques
WS6 – Définition des niveaux de sécurité
WS7 – Spécification des exigences de cybersécurité

Détails sur les vulnérabilités
MCS, CVE & CVSS

Tour de table

Cybersécurité en conception de systèmes embarqués : la revue de code

Cette formation vous permettra de protéger vos systèmes embarqués à travers des exemples de démonstration sur des failles réelles, des exercices pratiques de revue de code et l'exploration approfondie des cadres normatifs (CERT C, OWASP, EN 18031, ETSI EN 303 645, CRA…). Cette formation vous apportera une vision opérationnelle de la gouvernance cyber, des clés pour aligner vos projets sur les meilleures pratiques et réglementations, et la capacité à anticiper et répondre efficacement aux défis de la cybersécurité.

OBJECTIFS

Comprendre l'importance de la cybersécurité dans les systèmes embarqués et les risques associés.
Se familiariser avec les normes et cadres essentiels (par exemple, CERT C, OWASP, ETSI).
Réaliser des audits de code source de base et appliquer des pratiques de codage sécurisé.
Disposer des outils et des connaissances nécessaires pour initier et maintenir des projets axés sur la sécurité, conformément aux réglementations industrielles.

PUBLIC VISE

Ingénieurs impliqués dans le développement ou la gestion de systèmes embarqués. Ne convient pas au débutant en conception.

PREREQUIS

Connaissances générales en conception électronique et logiciels.
Expériences de la production industrielle.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert en cybersécurité.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Exercices pratiques et étude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Les 25 et 26 novembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

2 jours – 14 h

PRIX

1700€ HT (1400 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE EN CONCEPTION DE SYSTEMES EMBARQUES : LA REVUE DE CODE

Jour 1

Tour de table

Introduction
Vue d'ensemble des objectifs de la formation et des résultats attendus.

Cybersécurité dans les Systèmes Embarqués :
Menaces clés, vulnérabilités et exemples réels de violations.

Méthodologie de Revue de Code Source :
Principes, priorisation des risques et exercice pratique d'analyse de code.

Cadres de Développement Sécurisé :
Introduction à CERT C, OWASP Embedded Application Security, ETSI EN 303 645, et cartographie des vulnérabilités aux normes.

Jour 2

Outils Avancés pour les Audits de Code :
Vue d'ensemble des techniques manuelles et des outils automatisés, suivie d'un exercice pratique utilisant un outil d'analyse statique.

Étude de Cas :
Identification des vulnérabilités dans un scénario réel ou simulé et discussions collaboratives sur les mesures d'atténuation.

Projets Axés sur la Sécurité :
Intégration du codage sécurisé dans le SDLC et élaboration d'une feuille de route stratégique pour la cybersécurité.

Gouvernance et Conformité :
Alignement avec les réglementations et meilleures pratiques pour une amélioration continue.

Tour de table

Cybersécurité et analyse des risques des systèmes embarqués- Découverte de la méthode EBIOS RM

Face aux risques croissants liés aux technologies connectées, cette formation a pour objectif de fournir les clés pour maîtriser les risques cyber et garantir la sécurité des produits lors de leur conception. À travers la méthode EBIOS RM, les participants apprendront à sécuriser leurs produits tout en se préparant aux exigences du Cyber Resilient Act Européen.

OBJECTIFS
Obtenir les clés et des connaissances de base en cybersécurité.
Evaluer pour le maitriser, le risque cyber spécifique aux systèmes embarqués
Découvrir la méthode EBIOS RM
Se préparer à la mise en place du CYBER RESILIENT ACT Européen.

PUBLIC VISE
Techniciens et ingénieurs qui doivent monter en compétences en cybersécurité en conception de produits.

PREREQUIS
Connaissances générales en conception électronique.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT
Ingénieur conseil expérimenté, référent du pré-diagnostic cybersécurité CAP'TRONIC, formé à la méthode EBIOS RM (Certification ISO ASTON Institut).
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Support de cours – Retour d'expérience et exercices. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité

DATES
Le 3 février ou le 16 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE
1 jour - 7 h

PRIX
700,00 € HT (550,00 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Bérénice RABIA
✉ rabia@captronic.fr
✆ 06 09 86 49 44
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE ET ANALYSE DES RISQUES DES SYSTEMES EMBARQUES - DECOUVERTE DE LA METHODE EBIOS RM

Jour 1

Matin

Tour de table

Introduction

Le contexte de la cybersécurité pour les systèmes embarqué et l'IoT

La vision règlementaire en cybersécurité pour l'IoT et l'industrie

Présentation des principales Normes identifiées : NIS2, IEC 62443, ETSI 303645, 18031 et RED, Cyber Resilient Act Europeen

Bonnes pratiques : la gestion des risques

Stratégie de la gestion des risques cyber

Principes d'une analyse du risque cyber : la méthode EBIOS

Après- Midi

Exemples

Exercice sur l'analyse de risque

Bonnes pratiques : la cybersécurité dès la conception

Le cycle du « secure by design »

Les principes

Exemples.

Tour de table

Cybersécurité et conformité automobile- ISO 21434

Cette formation présente les fondamentaux de la cybersécurité et les problématiques associées au domaine automobile. Elle vise à comprendre comment mener à bien une politique de sécurité cohérente et efficace.

OBJECTIFS

L'objectif est de comprendre et se sensibiliser au travers de la norme ISO/SAE 21434 ce qu'est :
Une politique de cyber sécurité, les règles et processus spécifiques.
L'instauration et le maintien d'une culture cyber sécurité.
La gestion et l'évaluation du risque.
L'intégration de la cyber sécurité au sein des phases du cycle de vie.

PUBLIC VISE

Professionnels intervenants sur une ou plusieurs étapes du cycle de vie des systèmes automobiles mais aussi développeurs, architectes, intégrateurs, concepteurs, chefs de projet ou manager.

PREREQUIS

Aucune expérience en sécurité embarquée nécessaire. Néanmoins des notions sur les infrastructures automobiles sont souhaitables.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert en cybersécurité automobile.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours – Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité ou attestation de présence.

DATES
Sur demande – formation dispensée en intra-entreprise

LIEU
Formation à distance ou en présentiel

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
A la demande

CONTACT
Sébastien SALAS
✉ salas@captronic.fr
✆ 06 87 83 32 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap..

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE ET CONFORMITE AUTOMOBILE - ISO 21434

Tour de table

Introduction à la cybersécurité :
- Vocabulaire et définition
- Pourquoi c'est important ?
- Comprendre le besoin et son évolution au fil du temps
- La notion de « surface d'attaque »

Fondamentaux de la cybersécurité :
- Sécurité, sûreté et cybersécurité
- Aspects légaux, réglementaires et normatifs
- Comment protéger la donnée
- Valeur de nos données

Le risque en cybersécurité :
- Définitions et concepts
- Casser les idées reçues
- Nouvelles technologies, nouvelles menaces
- L'analyse de risque

Mesures de cybersécurité :
- Principes d'authentification et d'autorisation
- Le chiffrement
- Principes de cybersécurité dès la conception
- L'audit et le test d'intrusion

La norme ISO 21434 :
- Introduction / Définitions
- Gestion CS organisationnelle
- Gestion CS sur projet
- Activités distribuées de la CS
- Activités de CS continues
- Phase de concept
- Analyse de risque
- Développement du produit
- Validation de la CS
- Production
- Opération et maintenance
- Décommissionnement

Tour de table

Cybersécurité et conformité IoT à la Directive RED- Introduction aux normes EN 18031 et EN 303 645

Le secteur industriel est comme pour le grand public, sujet aux attaques et aux cybermenaces qui sont toujours plus nombreuses. Les normes de cybersécurité servent à guider les entreprises dans la mise en œuvre de bonnes pratiques pour sécuriser les objets connectés.
Cette formation permettra d'avoir une introduction à la cybersécurité et un décryptage de la directive RED en lien avec la nouvelle réglementation pour vos équipements radio et IoT selon l'EN 18031 et l'ETSI EN 303 645.

OBJECTIFS
Comprendre les bases et principes fondamentaux de la cybersécurité.
Connaitre la réglementation directive RED et sa norme harmonisée EN 18031.
Identifier la norme ETSI EN 303 645, son guide d'implémentation ETSI TR 103 621 et la méthodologie d'évaluation ETSI TS 103 701.
Apprendre à préparer au mieux la certification de son produit.

PUBLIC VISE
Personnes travaillant dans le milieu des objets connectés et notamment qui participent à des projets devant être en conformité avec la nouvelle directive RED.

PREREQUIS
Aucune expérience en cybersécurité nécessaire. Néanmoins des connaissances sur les réseaux et les architectures d'objets connectés sont souhaitables.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet. (Les outils Teams et Klaxoon seront utilisés).

INTERVENANT
Expert en cybersécurité IoT et embarqué.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES
Outil de visioconférence - Support de cours – Plateforme web interactive (Klaxoon)- Travaux pratiques. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION
Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION
Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION
Attestation d'assiduité.

DATES
Les 23 et 24 juin 2026

LIEU
Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE
2 jours – 14h

PRIX
1800€ HT (1500 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT
Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE ET CONFORMITE IOT A LA DIRECTIVE RED - INTRODUCTION AAUX NORMES EN 18031 ET EN 303 645

Jour 1

Tour de table

Introduction à la cybersécurité :
- Pourquoi la cybersécurité ?
- « Internet of Things »

***TP** : Définir l'architecture d'une serrure biométrique connectée*

Fondamentaux de la cybersécurité :
- La triforce des critères de protection
- Nouvelles technologies, nouvelles menaces

Le risque en cybersécurité :
- Marché de la cybersécurité
- Les mécanismes de sécurité

***TP** : Définir la surface d'attaque d'une serrure biométrique connectée*

Cybersécurité dès la conception :

Etude de cas
- 12 principes de cybersécurité

La directive RED :
- Aspects légaux, réglementaires et normatifs
- La protection des réseaux 3(3)(d)
- La protection des données personnelles et de la vie privée 3(3)(e)
- La protection contre la fraude 3(3)(f)

***TP** : Identifier les vulnérabilités potentielles d'une serrure biométrique connectée*

La norme harmonisée EN 18 031 :
- Périmètre d'application
- Les exigences de la norme EN 18031-1
- Les exigences de la norme EN 18031-2
- Les exigences de la norme EN 18031-3
- Fonctionnement de l'évaluation

Jour 2

La norme ETSI EN 303 645 :
- Périmètre d'application
- Les 13+1 exigences de la norme
- Le guide d'implémentation : ETSI TR 103 621
- Fonctionnement de l'évaluation : ICS & IXIT

Le guide d'implémentation cybersécurité IoT :
- Analyse de risque et évaluation de la sécurité
- Cycle de développement de la sécurité des produits (SDLC)
- Les implémentations proposées

Le Cyber Resilience Act :
- Contexte réglementaire et objectifs principaux
- Obligations des fabricants, importateurs et distributeurs
- Les exigences de cybersécurité dans le CRA
- Conséquences juridiques en cas de non-conformité

Pour aller plus loin :
- U.S. Cyber Trust Mark
- Certification ioXt
- Norme EN 17927 – SESIP

Tour de table

Cybersécurité : sécurisation des systèmes Linux embarqués

Cette formation aborde les principes essentiels de la cybersécurité appliqués aux systèmes Linux embarqués. Dans un contexte de multiplication des menaces et d'exigences réglementaires croissantes, elle permet d'identifier les vulnérabilités, de maîtriser les bonnes pratiques de protection et de mettre en œuvre des mécanismes de sécurité efficaces à tous les niveaux du système — du matériel au réseau — afin d'assurer la fiabilité et la conformité des dispositifs embarqués.

OBJECTIFS

Découvrir les vulnérabilités possibles d'un système embarqué.
S'approprier les bonnes pratiques de sécurisation cryptographique.
Mettre en œuvre un démarrage sécurisé. Mettre en œuvre une distribution de manière sécurisée. Découvrir la sécurité d'un réseau.
Développeurs intéressés par les aspects de sécurité des produits. Ingénieurs et techniciens hardware / logiciel embarqué.

PUBLIC VISE

Développeurs intéressés par les aspects de sécurité des produits. Ingénieurs et techniciens hardware / logiciel embarqué.

PREREQUIS

Pratique de l'environnement de commande en ligne GNU/Linux. Expérience avec les distributions Linux embarquées (Yocto recommandé). Anglais technique, lu. Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert en cybersécurité en conception de cartes et programmes embarqués.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outils de visioconférence. Support de cours. Exercices - Assistance pédagogique assurée par le formateur 1 mois après la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par la remise d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 14 au 6 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

2500€ HT (1900 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Darlane COUTURIER
✉ couturier@captronic.fr
✆ 06 37 46 07 65
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

CYBERSECURITE : SECURISATION DES SYSTEMES LINUX EMBARQUES

Jour 1

Tour de table
Matin
Introduction à la cyber sécurité des SE
Panorama de la surface d'attaque d'un système Linux
Principes de sécurité et de durcissement
Exercice :
Mise en place d'un projet Yocto

Notions de cryptographie
Algorithmes de chiffrement symétriques et asymétriques
Robustesse des mots de passe et des clés
Infrastructure à clé publique (PKI)
Outils de test d'intrusion cryptographique

Sécurité matérielle
Accélérateurs cryptographiques
Espionnage de bus et Études de cas : Xbox, Spectre et Meltdown, Attaques par canaux auxiliaires (side-channel), Stockage des secrets : TPM et PUF
Environnements d'exécution de confiance (Trusted Execution Environment - TEE)
Mises à jour firmware

Après-midi
Démarrage sécurisé (Trusted boot)
Secure boot depuis le BIOS
Chaîne de confiance du bootloader
Authentification et chiffrement du rootfs

Jour 2

Matin
Renforcement de la toolchain
Composants de la chaîne de compilation
Rétro-ingénierie et suppression des symboles de debug
Vulnérabilités de corruption mémoire
Débordements de pile
Durcissement des options de compilation
Analyse statique, dynamique, Fuzzing
Bonnes pratiques de codage
Langages de programmation sûrs pour la mémoire
Exercices :
Utilisation de l'Address Sanitizer de gcc pour détecter une implémentation non sûre
Exploitation et correction d'une vulnérabilité logicielle
Déclenchement d'une injection shell

Après-midi
Assemblage d'une distribution Linux sécurisée
Minimisation des paquets, des fonctionnalités
Autorités de cybersécurité nationales
Compréhension du support long terme (LTS)
SBOM (Software Bill of Materials) Suivi des CVE
Attaques sur la chaîne d'approvisionnement
Fiabilité et sécurisation des mises à jour
Système de logs et audit
Exercices :
SBOM et manifeste CVE dans un projet Yocto
Revue de CVEs avec VulnScout
Définition d'une règle auditd

Durcissement du noyau Linux
Sources du noyau, Maintien à jour du noyau
Options sysctl, Durcissement du bootloader
Exercices :
Activation des configurations de sécurité du noyau, sysctl, Test des configurations avec cukinia

Jour 3

Matin
Durcissement du userspace Linux
Permissions Unix, Partitionnement des systèmes de fichiers et options de montage
Modules PAM (Pluggable Authentication Modules)
Recommandations sur la gestion des utilisateurs
Linux Security Modules (LSM)
Exercices :
Manipulation des accès fichiers, login shell
Test sécurité du rootfs et des fichiers avec cukinia

Durcissement des services
Mécanismes de durcissement des services
Durcissement d'un service systemd
Durcissement de service avancé
Exercices :
Utilisation de systemd-analyze pour détecter des configurations de service non sûres
Restriction des capacités d'un service

Après-midi
Sécurité réseau
Principes de sécurité réseau
Isolation réseau, Pare-feux
Protocoles de communication sécurisés
Frameworks d'authentification réseau
Tests d'intrusion réseau
Exercices :
Audit et sécurisation d'un service réseau

Questions/réponses – Tour de table

Hacking et contre-mesure : Protégez votre réseau informatique

La sécurité des systèmes et réseaux est devenue une préoccupation majeure pour les entreprises. Dans ce domaine, il est important de comprendre les technologies utilisées par un hacker pour justement mettre en œuvre des contre-mesures bien adaptées. Cette formation vous présentera les risques et les menaces portant atteinte à la sécurité du système d'information.

OBJECTIFS

Connaître les principaux scénarios d'attaques des hackers.
Découvrir les contres mesures des principaux scénarios d'attaques des systèmes et réseaux.
Connaître les outils d'évaluation de la sécurité système et réseau
Évaluer la sécurité de votre système et maintenir un niveau de sécurité.
Sensibiliser les utilisateurs aux risques.
Découvrir les nouveaux problèmes de sécurité liés à l'IoT.

PUBLIC VISE

Administrateurs, architectes systèmes et réseaux, développeurs d'infrastructure IoT. **Ne convient pas aux débutants dans ces fonctions.**

PREREQUIS

Connaissances de base sur les réseaux et systèmes informatiques (TCP/IP).
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Expert des systèmes en réseau : infrastructure de réseau, sécurité, développements d'application en réseau - Expert des systèmes embarqués : développements d'application sur systèmes embarqués, IoT, M2M.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence. Support de cour. Travaux pratiques Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 13 au 15 octobre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise

DUREE

2,5 jours – 17h30

PRIX

1700€ HT (1325 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

HACKING ET CONTRE-MESURE : PROTEGEZ VOTRE RESEAU INFORMATIQUE

Jour 1

Tour de table

Introduction
- Le hacking – définition
- Qui sont les hackers ?
- Les motivations du hacker
- Terminologie liée au hacking
- Les formations officielles de hacking
- Les limites du hacking dans les systèmes
- Découverte des outils de support de cours

Notions de bases

Rappel sur le principe des réseaux
- Couche OSI
- Réseau local
- Réseau Internet
- Protocoles TCP/UDP IP
- Structuration des réseaux
- Plan d'adressage
- Routeur
- Switch
- VLAN
- Protocole de routage
- Protocole d'administration
- Firewall et proxy

Réseau sans fil Wifi

Le rôle du DNS

Structuration d'un système

Système d'exploitation
- Application
- Interconnexion
- Hardware

Comment les hackers trouvent leur cible ?
- Utilisation du protocole ICMP
- Identification d'une organisation
- Identification d'une architecture
- Connaître la distance dans le réseau
- Identifier les OS à distance

Jour 2

Comment les hackers structurent leurs attaques ?
- Trouver les failles des systèmes
- Référence des applications RFC
- Identifier les applications distantes
- IRC warez channels
- Social-Engineer Toolkit (SET)

Les outils des hackers
- Scanner passif
- Scanner actif
- Notion d'exploit
- Kit de hacking
- Principe du rootKit

Jour 3

Les attaques
- Spoofing
- Man-in-the-middle
- DoS
- Crack des mots de passe
- Exploit système
- Buffer overflow
- Cassage matériel
- Injection de données
- IP sourcing
- Blocage de compte et hameçonnage
- DoS site web
- Web : Injection de code, sniffer
- Hacking des IoT
- Social Engineering

Les contre-mesures
- Organiser une riposte immédiate
- Politique de sécurité
- Sécurité physique
- Veille technologique
- Architecture des systèmes
- Outils d'analyse
- Piratage éthique
- Travaux pratiques

Travaux pratiques

DNS
- Identification d'une organisation
- Résolution de nom
- Outil de requête DNS
- Analyse du contenu DNS
- DNS transfert de zone

Protocole ICMP
- Vérifier la présence d'une machine sur le réseau
- Découvrir la route vers une organisation
- Envoyer des paquets ICMP variables
- DOS attaque IP flooding d'un serveur
- Backdoor ICMP

Scanner
- Utilisation d'un scanner en mode passif
- Utilisation d'un scanner en mode actif
- Test de firewall
- Détection d'OS

Faille de sécurité
- Brute force - Attaque de dictionnaire
- Buffer overflow
- Analyse de code
- Recherche de faille de sécurité système
- Utilisation des outils intégrés de hacking

Tour de table

Introduction à la Cybersécurité Industrielle – IEC62443 et conformité CRA

La transition vers l'Industrie du Futur s'accompagne inévitablement de nouveaux enjeux en matière de cybersécurité. La connexion des unités de fabrication ouvre la voie à des risques jusqu'alors méconnus pour de nombreuses entreprises françaises. Cette formation au format court vous sensibilisera à la cybersécurité industrielle et vous permettra de faire un premier niveau de mesure des risques auxquels votre unité de production, et plus largement votre entreprise, est exposée.

OBJECTIFS

Comprendre les enjeux, les processus et méthodes actuels de la cybersécurité pour les unités de production qui deviennent hyperconnectées.
La formation détaillera des processus et des méthodes qui permettent d'évaluer et de maitriser le risque cyber spécifique à l'industrie.

PUBLIC VISE

Techniciens ou Ingénieurs en charge du réseau informatique de l'entreprise ou de l'usine, responsables en sécurité industrielle, chefs de projet qui doivent monter en compétences en sécurité industrielle.

PREREQUIS

Connaissances générales sur un système d'information ou une supervision de production.
Expériences de la production industrielle.
Disposer d'un PC avec webcam, micro et d'une liaison Internet.

INTERVENANT

Ingénieur conseil expérimenté, référent du diagnostic cybersécurité CAP'TRONIC.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - Etude de cas. Une assistance pédagogique sur le cours sera assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Le 29 septembre 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

1 jour – 7h

PRIX

700€ HT (550 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Dorothée WALLART
✉ wallart@captronic.fr
✆ 06 30 92 27 32
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap.

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

INTRODUCTION A LA CYBERSECURITE INDUSTRIELLE - IEC62443 ET CONFORMITE CRA (CYBER RESILIENCE ACT)

Matin

Tour de table

Introduction
- La cybersécurité, c'est quoi ?
- Chronologie de la cyberattaque NotPetya

Les réseaux, protocoles et infrastructure pour l'industrie 4.0
- Terminologie et définitions (OT, ICS, DCS, SCADA,..)
- Architecture et réseaux
- Evolution des systèmes industriels
- Protocoles et bus de terrain

Stratégie de mise en œuvre
- Sécuriser dans un environnement 4.0
- Exemples d'incidents
- La cybersécurité d'un système industriel (des mythes, des légendes et de la confusion)
- La cybersécurité industrielle, par où commencer ?

Qu'est-ce qu'une surface d'attaque ?
- Impact des technologies réseau
- Vecteurs d'attaque spécifique aux équipements ICS
- Les principales vulnérabilités
- La « mécanique » de l'attaque

Après- Midi

Bonnes pratiques : la gestion des risques
- Stratégie de la gestion des risques cyber
- La gestion des risques, une affaire de méthode
- Manager la cybersécurité
- Principes d'une analyse du risque cyber

Ebios : une METHODOLOGIE FRANCAISE, une référence internationale
- Cadrage et socle de sécurité
- Sources de risque
- Scenarii stratégiques et opérationnels
- Traitement des risques
- Etude d'un cas

De l'AMDEC à la cyber AMDEC
- AMDEC et CYBER..pas toujours en phase

IEC 62443 la cybersécurité pour l'industrie
- Approche
- Exigence et niveau de sécurisation
- Zones et conduits
- Interconnexions et cloisonnement des réseaux
- Le cas de la télémaintenance
- Maturité et capitalisation
- Etude d'un cas

Gestion de crise
- Se préparer
- Détecter et identifier
- Traiter un incident
- Confiner, éradiquer, rétablir
- Communication pendant un incident
- Suivi et clôture

Tour de table

Sécurité des systèmes embarqués et des objets connectés. Comprendre les attaques hardware/software pour se prémunir

Cette formation vous permettra d'identifier les attaques ciblant le hardware et le software de vos produits et de mettre en place des contremesures adaptées. À travers une approche alliant théorie, outils et travaux pratiques, vous explorerez les failles potentielles, de l'électronique aux infrastructures web, en passant par les liaisons filaires et sans fil. Vous pratiquerez également des techniques d'attaque pour mieux comprendre et prévenir les vulnérabilités.

OBJECTIFS

Maitriser les techniques d'attaque utilisées par les pirates pour savoir comment limiter les impacts.
Comprendre les faiblesses de sécurité des systèmes embarqués dits IoT (Internet of Things).
Apprendre à sécuriser les systèmes embarqués dès les phases de conception.
Identifier les vulnérabilités pour pouvoir ensuite limiter les risques.

PUBLIC VISE

Ingénieurs ou techniciens hardware / logiciel embarqué impliqués dans le développement de produits connectés ainsi que les professionnels de la sécurité IT.

PREREQUIS

Connaissances de l'environnement LINUX (débutant).
Prévoir un PC avec Internet avec les droits d'administration pour installer des logiciels (ex : Remmina, RemoteNG, VNC player Putty…)

INTERVENANT

Auditeur, formateur expérimenté en cyber sécurité.
Le programme CAP'TRONIC aide, chaque année, 400 entreprises à monter en compétences sur les technologies liées aux systèmes électroniques et logiciel embarqué.

MOYENS PEDAGOGIQUES

Outil de visioconférence - Support de cours - travaux pratiques - Assistance pédagogique sur le cours assurée par le formateur pendant 1 mois à l'issue de la formation.

MOYENS PERMETTANT D'APPRECIER LES RESULTATS DE L'ACTION

Evaluation de l'action de formation par l'envoi d'un questionnaire de satisfaction à chaud à l'issue de la formation, puis d'un questionnaire à froid quelques semaines après la formation.

MOYEN PERMETTANT DE SUIVRE L'EXECUTION DE L'ACTION

Evaluation des connaissances via un questionnaire avant et après la formation.

SANCTION DE LA FORMATION

Attestation d'assiduité.

DATES

Du 9 au 11 juin 2026

LIEU

Formation à distance
Les accès à un outil informatique en ligne adapté seront fournis au stagiaire avant le démarrage de la formation. Aucun logiciel spécifique n'est à installer. Seule une connexion à Internet est requise.

DUREE

3 jours – 21h

PRIX

2500 € HT (2150 € HT pour les adhérents CAP'TRONIC)

CONTACT

Sophie BASSE-CATHALINAT
✉ cathalinat@captronic.fr
✆ 06 79 49 15 99
Pour toute question y compris les conditions d'accès pour les publics en situation de handicap

PROGRAMME DETAILLE *(Le découpage de la formation est proposé à titre indicatif et pourra être adapté.)*

SECURITE DES SYSTEMES EMBARQUES ET DES OBJETS CONNECTES. COMPRENDRE LES ATTAQUES HARDWARE/SOFTWARE POUR SE PREMUNIR

Jour 1

Tour de table

MODULE 1 : Les bases du Hardware Hacking

Revue historique des attaques sur les objets connectés
Revue des vulnérabilités et des aspects offensifs et défensifs
Rappel des connaissances fondamentales en électronique

MODULE 2 : Comment les pirates accèdent au Hardware ?

Présenter des outils et méthodes disponibles pour auditer un produit
Extraire des données sensibles avec les outils d'audit (HardSploit) après avoir réalisé une prise d'information
Acquérir les signaux électroniques, outils et démonstration

MODULE 3 : Comment accéder au logiciel ?

Présentation des différents types d'architecture (Microcontrôleur, FPGA), accès direct au logiciel via les interfaces d'E/S (JTAG / SWD, I2C, SPI, UART, RF bande ISM, etc.)
Présentation d'accès au logiciel via des attaques à canal latéral (analyse de puissance)
Accès au Firmware par différentes interfaces

MODULE 4 : Attaques sur un système embarqué particulier, l'objet connecté (IoT)

Réaliser un audit complet appliqué à notre système embarqué vulnérable :
TP : Identifier les composants électroniques et analyser les protocoles
TP : Modifier et extraire un firmware via les fonctions de débogage SWD avec HardSploit
TP : Réaliser un fuzzing simplifié des interfaces externes pour détecter des vulnérabilités basiques sur l'embarqué
TP : Exploiter des vulnérabilités (dépassement de mémoire tampon) durant un audit de sécurité hardware en identifiant les caractères de fin de copie de tampon (bad char)

JOUR 2

MODULE 5 : Comment sécuriser votre matériel

Découvrir la cryptographie et les différents moyens de sécuriser son système et ses communications
Conception sécurisée et cycle de vie de développement (SDLC)
Examen des meilleures pratiques de sécurité matérielle pour limiter les risques
Limiter les accès JTAG et les vulnérabilités logicielles au niveau de l'embarqué

MODULE 6 : SDR Hacking

Méthodologie d'audit SDR (capture / analyse / exploitation avec radio logiciel)
Présentation des outils (GNU Radio, etc.)
TP : rétro-ingénierie d'un protocole sans fil à partir à partir des émissions radio capturées dans les aires (communication sans fil d'un panneau à LED)

JOUR 3

MODULE 7 : Exercice « CTF : Road to Botnet » :

Apprendre les notions d'attaque web
Présenter un scénario pratique d'attaque d'une solution de IIoT (Industriel Internet Of Things)
Compromettre la solution IIoT et prendre le contrôle du serveur
Apprendre les techniques couramment employées par les attaquants pour mieux comprendre les faiblesses et ainsi les atténuer voire les supprimer

Tour de table

CONDITIONS GENERALES D'INTERVENTION

OBJET ET CHAMP D'APPLICATION
Toute commande de formation implique l'acceptation sans réserve par l'acheteur et son adhésion pleine et entière aux présentes conditions générales de vente qui prévalent sur tout autre document de l'acheteur, et notamment sur toutes conditions générales d'achat.

DOCUMENTS CONTRACTUELS
JESSICA FRANCE fait parvenir au client, en double exemplaire, une convention de formation professionnelle continue telle que prévue par la loi.
Le client s'engage à retourner dans les plus brefs délais à JESSICA FRANCE un exemplaire signé et portant son cachet commercial.
Une attestation de présence est adressée au Service Formation du client après la session de formation.

PRIX, FACTURATION ET REGLEMENTS
Tous nos prix sont indiqués hors taxes. Ils sont à majorer de la TVA au taux en vigueur.
Tout stage ou cycle commencé est dû en totalité.
Les factures sont payables, sans escompte et à l'ordre de JESSICA France.
Les repas ne sont pas compris dans le prix du stage.

REGLEMENT PAR UN OPCO – Organisme financeur
Si le client souhaite que le règlement soit émis par l'Organisme financeur dont il dépend, il lui appartient :
• de faire une demande de prise en charge avant le début de la formation et de s'assurer de la bonne fin de cette demande ;
• de l'indiquer explicitement sur son bulletin d'inscription ou sur son bon de commande ;
• de s'assurer de la bonne fin du paiement par l'organisme qu'il aura désigné.
Si l'Organisme financeur ne prend en charge que partiellement le coût de la formation, le reliquat sera facturé au client.
Si JESSICA FRANCE n'a pas reçu la prise en charge de l'Organisme financeur au 1er jour de la formation, le client sera facturé de l'intégralité du coût du stage.
Le cas échéant, les avoirs sont remboursés par JESSICA FRANCE après demande écrite du client accompagnée d'un RIB original

PENALITES DE RETARD
Toute somme non payée à l'échéance donnera lieu au paiement par le client de pénalités de retard fixées à une fois et demie le taux d'intérêt légal (C.Com. Art. 441-6 al 3). Tout retard de paiement est de plein droit débiteur à l'égard du créancier d'une indemnité forfaitaire de 40 € pour frais de recouvrement, en sus des indemnités de retard (décret d'application n° 2012-1115 du 2 octobre 2012). Ces pénalités sont exigibles de plein droit, dès réception de l'avis informant le client qu'elles ont été portées à son débit.

REFUS DE COMMANDE
Dans le cas où un client passerait une commande à JESSICA FRANCE, sans avoir procédé au paiement de la (des) commande(s) précédente(s), JESSICA FRANCE pourra refuser d'honorer la commande et de délivrer les formations concernées, sans que le client puisse prétendre à une quelconque indemnité, pour quelque raison que ce soit.

CONDITIONS D'ANNULATION ET DE REPORT
Toute annulation par le client doit être communiquée par écrit.
Pour toute annulation, fût-ce en cas de force majeure, moins de 15 jours francs ouvrables avant le début du stage, le montant de la participation restera immédiatement exigible à titre de dédommagement.

DROIT DE PROPRIETE
Tous les supports de la formation ne bénéficient que d'un droit d'usage unique et ne peuvent en aucune façon être reproduits ou communiqués à d'autres stagiaires ou tiers en dehors de la formation contractualisée.

INFORMATIQUE ET LIBERTES
Les informations à caractère personnel qui sont communiquées par le client à JESSICA FRANCE en application et dans l'exécution des commandes et/ou ventes pourront être communiquées aux partenaires contractuels de JESSICA FRANCE pour les besoins desdites commandes. Conformément à la réglementation française qui est applicable à ces fichiers, le client peut écrire à JESSICA FRANCE pour s'opposer à une telle communication des informations le concernant. Il peut également à tout moment exercer ses droits d'accès et de rectification dans le fichier de JESSICA FRANCE.

RENONCIATION
Le fait pour JESSICA FRANCE de ne pas se prévaloir à un moment donné de l'une quelconque des clauses des présentes, ne peut valoir renonciation à se prévaloir ultérieurement de ces mêmes clauses.

LOI APPLICABLE
Les Conditions Générales et tous les rapports entre JESSICA FRANCE et ses clients relèvent de la loi française.

ATTRIBUTION DE COMPETENCES
En cas de litige survenant entre le client et JESSICA FRANCE à l'occasion de l'exécution d'un contrat, il sera recherché une solution à l'amiable et, à défaut, le règlement sera du ressort du Tribunal de Commerce de GRENOBLE (lieu du Siège Social de JESSICA FRANCE).

ELECTION DE DOMICILE
L'élection de domicile est faite par JESSICA FRANCE à son siège social au 17, rue des Martyrs Bât. 51D - 38054 GRENOBLE Cedex 9.

LES AVANTAGES ADHÉRENTS

Grâce à votre adhésion CAP'TRONIC,
vous bénéficiez de multiples avantages

L'ingénieur-conseil CAP'TRONIC de votre région à vos côtés

Echangez avec votre interlocuteur privilégié et bénéficiez de conseils et de mises en relation qualifiées pour consolider vos projets d'innovation.

Remise de 50% sur le Pré-diagnostic écoconception -1000 € HT

Réalisé par un ingénieur-conseil CAP'TRONIC, il consiste à passer en revue les bonnes pratiques et à proposer des opportunités d'amélioration adaptées au produit et à l'entreprise.

Remise de 50% sur le Pré-diagnostic cybersécurité -1000 € HT

Un ingénieur-conseil CAP'TRONIC réalisera pour vous un pré-diagnostic de vos produits connectés, projets ou process pour évaluer votre niveau de cybersécurité.

Tarifs préférentiels pour exposer sur les salons professionnels

CAP'TRONIC s'associe à plusieurs salons professionnels en France et dispose de villages sur lesquels vous pouvez exposer à tarif réduit.

Tarif préférentiel sur votre abonnement au magazine ElectroniqueS -125€

Grâce à votre adhésion CAP'TRONIC, profitez de votre abonnement annuel au magazine ElectroniqueS au prix de 220 €TTC au lieu de 345 €TTC.

Tarifs préférentiels sur les formations -25% en moyenne

En inter-entreprises, en présentiel ou à distance, bénéficiez de tarifs réduits sur plus de 100 sessions de formations techniques et métiers.

L'appartenance au réseau CAP'TRONIC

Votre adhésion vous permet de gagner du temps dans la recherche d'experts grâce au réseau CAP'TRONIC qui sera accessible via votre ingénieur conseil.

Mini formations techniques offertes 50€ HT pour les non-adhérents

Organisées à distance plusieurs fois dans l'année, ces mini-formations techniques vous donneront un aperçu des innovations technologiques et des nouvelles normes du secteur électronique à connaître absolument.

Promotion de vos actualités à travers les supports de communication digitale CAP'TRONIC offerte

Vous lancez un nouveau produit? Vous décrochez un nouveau marché? Faites-le nous savoir et nous relayerons votre actualité sur notre site Internet, nos lettres d'informations et les réseaux sociaux.

Promotion de vos offres d'emplois et de stage sur le site Internet CAP'TRONIC

CAP'TRONIC

www.captronic.fr

contact@captronic.fr

CONTACTS

✉ formation@captronic.fr

Pour toutes questions concernant la formation et les situations de handicap, contactez notre référent, Sébastien SALAS - salas@captronic.fr - 06 87 83 32 32