



FORMATIONS 2019 / 2020



Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

SOMMAIRE

Présentation :

A propos de Cynetis Embedded	3
Objectifs et Méthodes de Formation	4
Tarifs des Formations	5
Informations Pratiques	6

Plans détaillés

Formation Microcontrôleur (MCU) à Cœur ARM Cortex-M	7
Formation MCU STM32 (Cœur ARM Cortex-M & Périphériques)	8
Formation Bootloader sur MCU (STM32)	9
Formation RTOS (Noyau Temps Réel) sur MCU (STM32)	10
Formation MPU (Protection Mémoire) avec RTOS sur MCU (STM32)	11
Formation File System FAT & Connectivité USB sur MCU (STM32)	12
Formation Connectivité TCP/IP sur MCU (STM32)	13
Formation Protocole Sécurité SSL/TLS sur MCU (STM32)	14
Formation Protocoles IoT MQTT / CoAP / HTTP sur MCU (STM32)	15

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

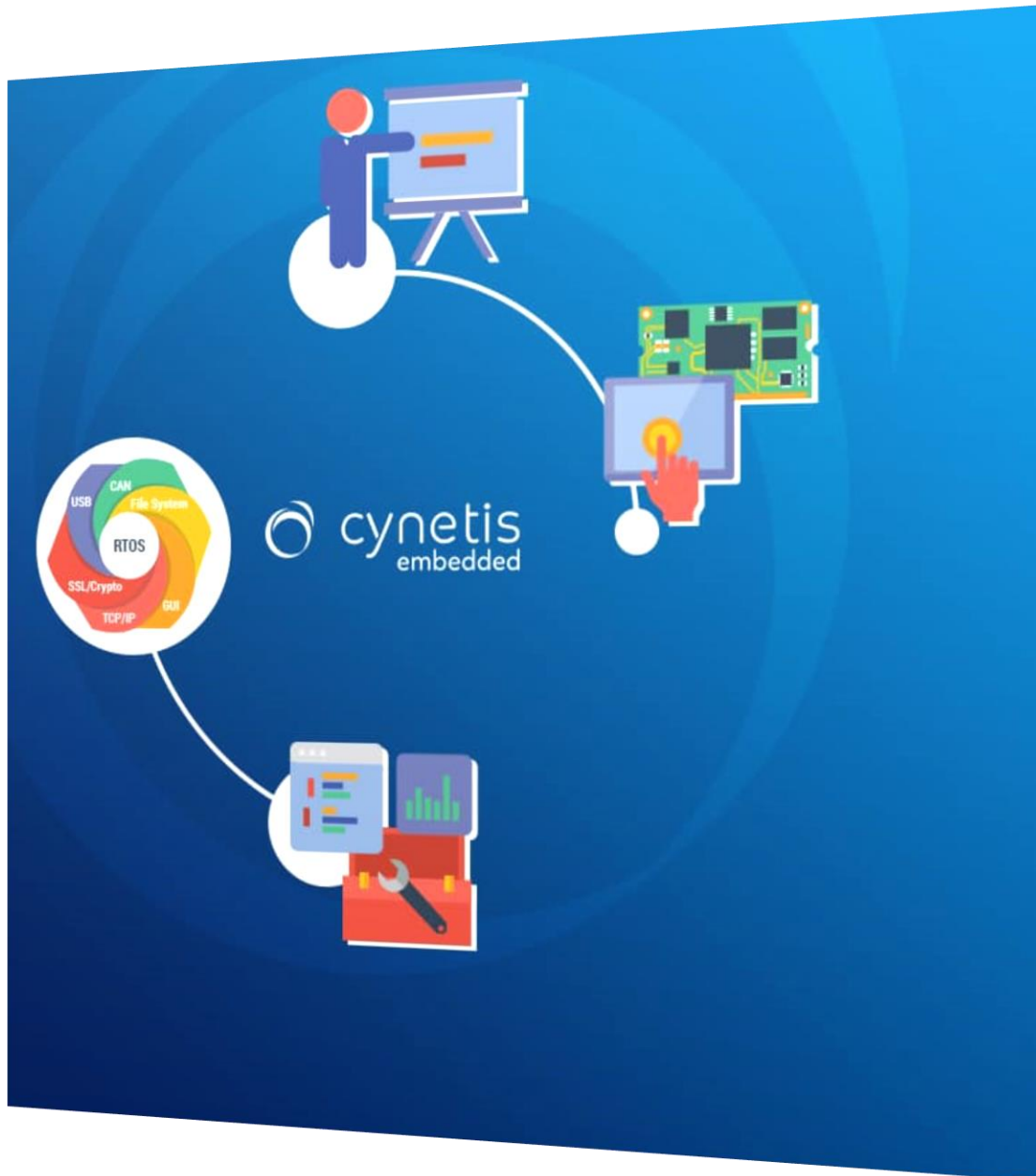
(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

A propos de Cynetis Embedded

Cynetis offre des solutions complètes pour le développement de logiciel embarqué et la mise au point d'applications temps réel à base d'architecture mono ou multicœurs, 32 bit ou 64 bit. Nous sommes particulièrement actifs sur le marché des microcontrôleurs (MCU type ARM Cortex-M) et microprocesseurs (MPU type ARM Cortex-A) avec la fourniture d'outils de développement et de test, de briques logicielles ou encore de solutions matérielles prêtes à l'emploi (cartes SBC, modules SoM, écrans tactiles).



Nous proposons un accompagnement technique de qualité pour toutes ces solutions (preuves de concept, support technique, maintenance) et nous pouvons vous aider à accélérer la prise en main de ces technologies grâce à un ensemble formations techniques réalisées en interne. En particulier, notre expertise en connectivité & sécurité embarquée sur MCU nous permet d'accompagner de nombreuses PME et grands comptes dans la réalisation de leurs produits connectés.

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

Objectifs et Méthodes de Formation

L'utilisation de microcontrôleurs 32 bit à cœur ARM Cortex-M ne cesse de croître dans la réalisation d'applications électroniques embarquées. Lorsque des critères tels que la vitesse d'exécution, le besoin de connectivité, une taille mémoire limitée ou encore une consommation optimisée sont déterminants, l'utilisation de composants comme le STM32 semble particulièrement adaptée. A cela s'ajoute une complexité logicielle croissante (multitâches, tâches prioritaires ou temps réel, utilisation de piles de communication) pouvant nécessiter la mise en place d'un noyau temps réel (RTOS) pour simplifier l'architecture logicielle. Tout cela implique de nombreux changements de méthodologie qu'il vaut mieux connaître avant de se lancer. Nos formations visent donc à accélérer la prise en main de ces microcontrôleurs du type STM32 et des nouveaux concepts de programmation liés à l'utilisation d'un RTOS comme FreeRTOS et du middleware associé (TCP/IP, SSL/TLS, USB, File System...)

Selon la formation choisie, vous apprendrez comment

- Fonctionne le cœur ARM Cortex-M
- Se décline la famille STMicroelectronics STM32
- Utiliser la librairie logicielle CMSIS (*ARM Cortex Microcontroller Software Interface Standard*)
- Exploiter les périphériques proposés sur un MCU comme le STM32
- Prendre en main un Noyau Temps Réel (RTOS) avec comme exemple FreeRTOS
- Aborder concrètement une étude de cas d'une application sans OS à migrer vers un RTOS
- Mettre en place des briques logicielles middleware de connectivité, de sécurité ou de gestion de fichiers (TCP/IP, SSL/TLS, MQTT / CoAP / HTTP, USB, File System FAT...)
- Utiliser un environnement de développement et de débogue JTAG / SWD et/ou Trace ETM



Application
TLS
TCP
IP

A qui s'adressent ces stages

Ces stages s'adressent aux ingénieurs et techniciens en développement électronique et/ou logiciel embarqué qui souhaitent mettre en œuvre concrètement un microcontrôleur à cœur ARM Cortex-M conjointement avec un RTOS et/ou du middleware. La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable.

Exercices Pratiques

Chaque participant apportera un ordinateur portable avec un environnement Windows. Cynetis fournit les logiciels à installer sur votre ordinateur, les supports de cours & la documentation, la sonde de débogue USB - JTAG/SWD et la carte d'évaluation à base de composant STM32 nécessaires pour les travaux pratiques. Notre formation est essentiellement basée sur des exercices pratiques de mise en œuvre.



Documents

L'ensemble des documents, comprenant les supports de cours, les notes d'application et les programmes étudiés pendant le stage vous sera remis au cours de la formation. Ce support vous apportera une aide précieuse pour exploiter vos connaissances acquises dans vos applications futures.

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

Tarifs des Formations

Type de formation	Tarif Standard HT
Formation INTER-ENTREPRISES chez Cynetis à Paris	700 EUR par jour et par participant
Formation INTRA-ENTREPRISE sur site client	1950 EUR par jour (pour 6 participants maximum, hors frais de mission)

CGV : <https://www.cynetis-embedded.com/societe/conditions-generales-vente.html>

Contactez-nous pour plus d'informations

Téléphone : 01 85 08 70 69

Email : info@cynetis-embedded.com

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

Informations Pratiques

Lieu de la formation

- **INTER-ENTREPRISES** : chez Cynetis Embedded
76 rue des Grands Champs
75020 Paris



- **INTRA-ENTREPRISE** : sur site client avec une session dédiée à l'entreprise

Transports en commun

Nous sommes à proximité immédiate (2 minutes à pied) du métro « **Maraichers** » sur la **ligne n° 9**.

Il est aussi possible d'arriver depuis la station « **Nation** » (Lignes 1, 2, 6, 9, RER A) en marchant 8 minutes.

Enfin, les utilisateurs de la **ligne n° 1** peuvent aussi s'arrêter à la station « **Porte de Vincennes** » qui est à 6 minutes à pied

Accès en voiture

Sortir du périphérique à « **Portes de Vincennes** » ou « **Porte de Montreuil** ». Cynetis dispose d'une place de parking au « 76 rue des Grands Champs » au premier sous-sol. Nous pouvons la mettre à disposition de nos clients en cas de réservation en avance.

Hôtels à proximité

Si vous recherchez un hôtel à proximité immédiate de nos locaux, l'offre est assez fournie.



Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)



CYNETIS EMBEDDED • SARL au capital de 20 000 €
RCS PARIS 809 147 283 • N° TVA : FR80 809147283 • APE : 4651Z
Siège social : 76 rue des Grands Champs, 75020 Paris, FRANCE
Tél. : 01 85 08 70 69 • Email : info@cynetis-embedded.com
www.cynetis-embedded.com

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des microcontrôleurs à cœur ARM Cortex-M.

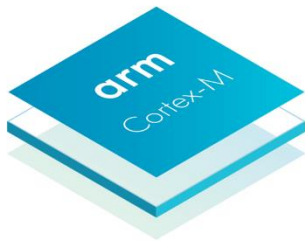
Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable.

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)



1) Architecture ARM Cortex-M

Durée : 4h

- Comparaison des différents cœurs Cortex-M
- Diagram Block
- Plan de la Mémoire
- Les modes de Boot
- DMA & Multi-Bus Matrix
- Registres du cœur
- Le Processeur : Mode, Privilèges, Stack
- Les Interruptions et priorités (NVIC, SCB)
- Le SysTick au cœur des OS
- La protection mémoire MPU (introduction)
- Débogue (JTAG, SWD, Trace ETM)
- Reset & Clock Control, PLLs
- Power Control & Backup Domain
- Les différents modes de consommation (Low power, Sleep, Standby)
- GPIO & External Interrupt

2) Travaux Pratiques

Durée : 4h

- Mise en place des outils de développement et de débogue JTAG/SWD
- Travaux Pratiques :
 - ✓ Comment démarrer un projet
 - ✓ Configuration d'I/O
 - ✓ Mise en place du SysTick

Références pour Formation ARM Cortex-M :

- CTXM-1JP : formation inter-entreprises (1 jour)
- CTXM-1JS : formation intra-entreprise (1 jour)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des microcontrôleurs STM32 à cœur ARM Cortex-M.

Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable.

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 2 jours (2 x 8 = 16 heures),
ou 3 jours (3 x 8 = 24 heures) en option



1) Bases théoriques

Architecture ARM Cortex-M / Durée : 4h
Introduction sur la 1^{ère} journée

- Comparaison des différents cœurs Cortex-M
- Diagram Block
- Plan de la Mémoire
- ST ART Accelerator
- Les modes de Boot
- DMA & Multi-Bus Matrix
- Les Registres du cœur
- Le Processeur : Modes, Privilèges, Stack
- Les Interruptions et Priorités (NVIC, SCB)
- Le SysTick au cœur des OS
- La protection mémoire MPU (introduction)
- Débogue (JTAG, SWD, Trace ETM)
- Reset & Clock Control, PLLs
- Power Control & Backup Domain
- Les différents modes de consommation (Low power, Sleep, Standby)
- GPIO & External Interrupt
- Les bibliothèques CMSIS (ARM, DSP, SVD)

Périphériques STM32 / Durée : 2h
Revue des périphériques sur la 2^{ème} journée

- RTC, ADC, DAC, TIMERS, PWM, USART, WATCHDOG
- Embedded Flash Memory, External SRAM

2) Travaux pratiques

Durée : 10h (ou 18h pour la session de 3 jours)

Les participants pourront choisir leurs TP d'un commun accord. Quatre à six TP est une moyenne raisonnable sur 2 jours. D'autres périphériques peuvent être abordés selon les besoins.

- 1 - Programme de base
 - Mise en place projet : LED, LCD, System, Startup
 - Découverte de la librairie CMSIS de ST
- 2 - SysTick
 - Prise en main de la librairie CMSIS
 - Utilisation du SysTick
- 3 - Exercice sur les horloges RCC et la gestion NVIC
 - Mise en place HSE HSI et PLL
 - Mise en place Flag CSS pour déclencher le NMI
 - Mise en place IT RCC pour gestion HSE + PLL
- 4 - Exercice sur les GPIOs et EXTI
 - Configuration ports pour gérer les LEDs et clavier
 - Déclencher une IT à partir du clavier
- 5 - Exercice sur la RTC
 - Mise en place d'un chronomètre
- 6 - Exercice sur l'ADC
 - Mesure d'une tension sur le potentiomètre
 - Mise en place du DMA
- 7 - Exercice sur le DAC
 - Génération d'un signal triangulaire
 - Génération d'un signal sinus avec utilisation DMA
- 8 - Exercice sur les modes basse conso (PWR)
 - Mise en mode Stop, Sleep ou Standby
- 9 - Exercice sur le Timer
 - Génération d'un signal avec Output Compare
 - Capture d'un signal / Génération d'un signal PWM
- 10 – Autres exercices
 - Modification des Privilèges
 - Protection Mémoire avec MPU
 - Gestion de la mémoire Flash interne
 - Gestion d'une SRAM externe

Références pour Formation STM32 :

- **STM32-2JP** : formation inter-entreprises (2 jours)
- **STM32-2JS** : formation intra-entreprise (2 jours)
- **STM32-3JS** : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la mise en place d'un bootloader sur microcontrôleur du type STM32 à cœur ARM Cortex-M.

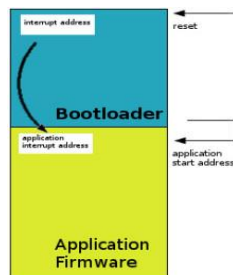
Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances sur le STM32 sont requises (formation réf. STM32-2J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)



1) Bases théoriques sur les Bootloaders

Durée : 2h

Comprendre le nécessité et la complexité d'un Bootloader entre le BSP de votre carte et votre programme applicatif.

- Les besoins d'un Boot pour mise à jour des logiciels applicatifs
- Discussion sur les médias présents sur votre carte (USART, SD, USB, TCP...)
- Complexité du Boot
- Sécurité du Boot
- Sécurité et contrôle des échanges
- Gestion de la mémoire
- Gestion des tables de vecteurs d'interruption
- Conditions d'écriture en mémoire Flash
- Description, contrôle et utilisation d'un fichier HEX

2) Travaux pratiques et mise en œuvre

Durée : 6h

- Ecriture dans la Flash du microcontrôleur
- Configuration et modification du fichier de script du linker
- Ecrire un Boot et lancer une application simple (configuration du Scatter File, fichier LD)
- Contrôle d'un programme reçu à partir d'un UART, puis écriture en flash
- Debug d'un programme d'application avec l'IDE
- Appel et utilisation d'une API du Boot à partir de l'application :
 - ✓ Modification des fichiers de script linker
 - ✓ Gestion de zone mémoire commune entre un Boot et une Application
- Utilisation d'un Boot UPG avec interpréteur et Dump mémoire
- Discussions & Echanges :
 - ✓ Discussion sur un Boot chargeant une application à partir d'Ethernet
 - ✓ Discussion sur le Boot interne d'un microcontrôleur
 - ✓ Comment faire une mise à jour d'un système composé de plusieurs cartes par USART, Bus CAN...
- Bootloader intégré au STM32 : Le *System Memory* interne du microcontrôleur est un pseudo Bootloader. Comment communiquer avec le protocole du *System Memory* Boot0=1, Boot1=1, et comment l'utiliser dans un système complexe multiprocesseur pour faire des mises à jour des programmes ?
 - ✓ Mise en place de fonctions de commandes pour se familiariser avec le protocole
 - ✓ Utiliser le *System Memory* à partir d'une application pour reprogrammer une zone de la Flash

Références pour Formation BOOTLOADER :

- BL-1JP : formation inter-entreprises (1 jour)
- BL-1JS : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation STM32 + BOOTLOADER :

- STM32-BL-3JP : formation inter-entreprises (3 jours)
- STM32-BL-3JS : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des nouveaux concepts de programmation liés à l'utilisation d'un noyau temps réel (RTOS) sur microcontrôleur.

Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable.

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 2 jours (2 x 8 = 16 heures)



1) Bases théoriques sur les RTOS

Durée : 2h

- Notions de base sur les OS
- Le temps réel
- Les tâches et leurs états
- Gestion du temps dans l'OS
- Le Scheduler & les différents algorithmes
- La communication entre les tâches

2) Aperçu des APIs de FreeRTOS

Durée : 2h

- Semaphore
- Mutex
- MailBox
- Events
- Timers
- ...

3) Travaux pratiques avec les APIs

Durée : 6h

- Mise en place de l'OS & Création de tâches : Contrôle des tâches & Utilisation d'outils d'analyse et de débogue
- Comparaison des algorithmes : Round Robin, Préemptif, Coopératif
- Les Evènements : Déclencher une tâche avec des événements
- Les Mutex : Leur utilité, Protection des ressources
- Les Sémaphores : Gestion d'une file d'attente par sémaphores
- Les Events & Synchronisation de plusieurs tâches
- Les Boîtes aux lettres & Gestion d'une pile de messages
- Gestion mémoire & Boîte aux lettres : Echange de données entre tâches asynchrones
- Les Timers & Utilisation pour une mise en veille

4) Etude de cas RTOS (Application Multimètre)

Durée : 6h

- Portage sur un OS (FreeRTOS) d'une application conçue initialement sans OS
- Discussion et stratégie sur la mise en place des différentes APIs
- Mise en place des APIs avec la stratégie étudiée

Références pour Formation RTOS :

- RTOS-2JP : formation inter-entreprises (2 jours)
- RTOS-2JS : formation intra-entreprise (2 jours)

Références pour Formation STM32 + RTOS :

- STM32-RTOS-4JP : formation inter-entreprises (4 jours)
- STM32-RTOS-4JS : formation intra-entreprise (4 jours)

Référence pour Formation ARM Cortex-M + RTOS :

- CTXM-RTOS-3JS : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des concepts de protection mémoire liés à l'utilisation de la MPU avec un noyau temps réel (RTOS) sur microcontrôleur.

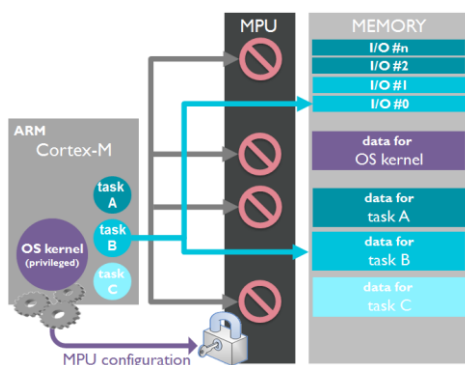
Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances sur les RTOS sont requises (formation réf. RTOS-2J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)



2) Exercices de prise en main MPU avec un RTOS

Durée : 6h

Nous voulons comprendre le fonctionnement d'un OS avec les configurations de privilèges, de stack user, de MPU dans le but d'avoir une sécurité logicielle accrue.

Dans un premier temps, nous simulons l'OS pour comprendre les fonctionnements des privilèges et de la MPU. Nous chercherons ensuite à comprendre comment FreeRTOS s'y prend pour protéger la mémoire. Puis, nous chercherons à mettre en place le fonctionnement de la MPU à partir d'un programme déjà fonctionnel.

Quels sont les problèmes rencontrés et comment y remédier ?

A l'aide d'exercices progressifs, nous essayerons de comprendre les enjeux de la sécurité et les outils nécessaires à la mise en place de cette sécurité.

- Exercice 1 : Sur les stacks et privilèges
- Exercice 2 : Sur le fonctionnement de la MPU
- Exercice 3 : Configurer les sections du script linker
- Exercice 4 : Mise en place concrète sur une application FreeRTOS

Références pour Formation MPU :

- MPU-1JP : formation inter-entreprises (1 jour)
- MPU-1JS : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation RTOS + MPU :

- RTOS-MPU-3JP : formation inter-entreprises (3 jours)
- RTOS-MPU-3JS : formation intra-entreprise (3 jours)

1) Prise en Main de la MPU

Durée : 2h

- Rappel sur les principes de sécurité liés aux OS
- Rappel sur les notions de privilège
- Rappel sur la configuration de la MPU
- Gestion de la MPU sur FreeRTOS

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des nouveaux concepts de programmation liés à l'utilisation d'un gestionnaire de fichier (File System) type FAT, et d'une stack USB sur microcontrôleur.

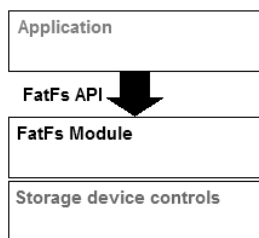
Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances sur les RTOS sont requises (formation réf. RTOS-2J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)



1) Prise en Main du File System FatFs

Durée : 4h

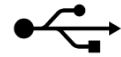
Bases théoriques (1 heure)

- Aperçu sur le système FAT 12/16/32
- Les APIs de FatFs
- Aperçu sur les drivers
Exemple d'un driver de carte SD
- Mise en place de FatFs
Interaction avec un RTOS
- Configuration de FatFs

Travaux pratiques (3 heures)

- Lecture, écriture sur une carte SD
- Mise en place du système de fichiers FatFs
- Utilisation du système de fichier FatFs (création, lecture et écriture de fichiers)
- Utilisation d'un interpréteur de commandes

2) Prise en main d'une stack USB



Durée : 4h

Bases théoriques (1 heure)

- Aperçu sur le système USB Device / Host
- Les descripteurs, les Class, les protocoles
- Enumération, système de transfert
- Comprendre le descripteur Report HID
- Les APIs des différentes Class
- Mise en place et configuration d'un programme

Travaux pratiques (3 heures)

Les travaux pratiques sont réalisés autour de la pile de communication USB embarquée open source et gratuite fournie par STMicroelectronics pour les composants STM32.

Selon le temps restant, il s'agira de choisir 1 ou 2 exercices dans la liste suivante :

- Exercice 1 : Etude d'un système descripteur HID
- Exercice 2 : Simulation d'un joystick sur PC (Class HID Device)
- Exercice 3 : Lecture sur SD carte à partir d'un PC (Class MSC Device)
- Exercice 4 : Lecture du contenu d'une clé USB (Class MSC Host)
- Exercice 5 : Etude d'un système de report HID avec un cas custom. Communication d'une carte avec un PC : Commutation des LEDs sur la carte & Lecture de l'ADC de la carte

Références pour Formation FAT & USB :

- **FAT-USB-1JP** : formation inter-entreprises (1 jour)
- **FAT-USB-1JS** : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation RTOS + FAT & USB :

- **RTOS-FAT-USB-3JP** : formation inter-entreprises (3 jours)
- **RTOS-FAT-USB-3JS** : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des nouveaux concepts de programmation liés à l'utilisation d'une pile de communication TCP/IP sur microcontrôleur.

Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances sur les RTOS sont recommandées (formation réf. RTOS-2J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)

1) Bases théoriques TCP/IP

Durée : 2h

- Présentation du modèle OSI
- Présentation des couches protocolaires TCP/IP
- Ethernet et la gestion de collisions
- Adresse MAC et adresse IP
- Notion de routage
- Protocole ARP
- Utilisation des sockets en mode connecté (TCP)
- Utilisation des sockets en mode non connecté (UDP)
- Notions de Ports et notions de Sockets
- Connexion Client – Serveur

2) Travaux pratiques TCP/IP

Durée : 6h

Les travaux pratiques sont réalisés autour d'une pile de communication TCP/IP embarquée open source (ORYX CycloneTCP) sur carte à base de STM32.

- Prise en main d'une pile TCP/IP avec FreeRTOS sur STM32
- Fonctions de base d'un contrôleur Ethernet
- Mise en place d'un DHCP
- Interaction de la stack TCP/IP avec le RTOS FreeRTOS
- Découverte des sockets UDP et TCP au travers d'une application de tchat
- Mise en place d'un serveur Web avec contenu dynamique (CGI et Ajax)
- Etablir une communication socket avec un PC

HTTP	HTTP/2	MQTT	MQTT-SN	CoAP	FTP	7 - Application
SMTP	SNTP	DNS	NetBIOS	SNMPv3	TFTP	
WebSocket	mDNS	DNS-SD	DHCP	DHCPv6		
Socket						5 - Session
TCP		UDP		RAW		4 - Transport
IPv4			IPv6			3 - Network
ARP	Auto-IP	NDP	SLAAC			
ICMP	IGMPv2	ICMPv6	MLDv1			
Ethernet	Wi-Fi	PPP	USB/RNDIS	G3-PLC	2 - Data Link	



Références pour Formation TCP/IP :

- TCP-1JP : formation inter-entreprises (1 jour)
- TCP-1JS : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation RTOS + TCP/IP :

- RTOS-TCP-3JP : formation inter-entreprises (3 jours)
- RTOS-TCP-3JS : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main des nouveaux concepts de programmation liés à l'utilisation de connectivité TCP/IP et sécurité SSL/TLS sur microcontrôleur.

Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances des protocoles TCP/UDP sont requises (formation réf. TCP-1J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M4.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)

HTTP	HTTP/2	MQTT	MQTT-SN	CoAP	FTP	SMTP	7 - Application
TLS Handshake Protocol	TLS Change Cipher Spec Protocol	TLS Alert Protocol	Application Data				6 - Presentation
TLS Record Protocol			DTLS Record protocol				5 - Session
Socket							



1) Introduction à la Sécurité sur Ethernet

Bases théoriques

Durée : 2h

- Historique de SSL 3.0 à TLS 1.2 & TLS 1.3
- Pile de protocoles de sécurisation SSL/TLS
- Encryption / Intégrité / Authentification
- Suites cryptographiques TLS • Algorithme d'échange de clés
- Cryptographie symétrique
- Cryptographie asymétrique
- Fonctionnement du handshake TLS
- Chaîne de certificats
- Format X.509
- Les certificats avec OpenSSL

2) Travaux pratiques TLS

Durée : 6h

Les travaux pratiques sont réalisés autour d'une pile de communication TCP/IP et SSL/TLS embarquée open source (ORYX CycloneTCP + CycloneSSL) sur carte à base de STM32. Les participants pourront choisir leurs TP d'un commun accord et selon le temps disponible.

Exercices généraux :

- Configuration et utilisation de Wireshark
- Authentification par Identifiant et Password
- Création de certificats OpenSSL au format X.509

Mise en place d'un serveur HTTPS sur STM32

- Installation d'une pile TLS sur une cible embarquée du type ARM Cortex-M
- Authentification du certificat serveur par un client PC (Navigateur Windows)
- Contrôle sur votre PC par un organisme de confiance
- Etude des échanges Full TLS Handshake entre client et serveur

Mise en place Socket TLS pour un Client embarqué

- Rappel sur une connexion non-sécurisée d'un client à un serveur
- Installation de la couche de sécurité TLS sur le client embarqué
- Interrogation d'un serveur pour obtention d'une page HTML en mode sécurisé
- Contrôle d'authentification du serveur par le client
- Authentification du client en cas de demande de contrôle par le serveur
- Sauvegarde et restauration de session

Mise en place Socket TLS pour un Serveur embarqué

- Rappel sur une connexion non-sécurisée d'un serveur à un client
- Installation de la couche de sécurité TLS sur le serveur embarqué
- Contrôle des certificats serveur par un client
- Contrôles du client PC par le serveur embarqué

Références pour Formation SSL/TLS :

- **SSL-1JP** : formation inter-entreprises (1 jour)
- **SSL-1JS** : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation TCP/IP + SSL/TLS :

- **TCP-SSL-2JP** : formation inter-entreprises (2 jours)
- **TCP-SSL-2JS** : formation intra-entreprise (2 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)

Objectif pédagogique :

Accélérer la prise en main de protocoles IoT du type MQTT / CoAP / HTTP sur microcontrôleur.

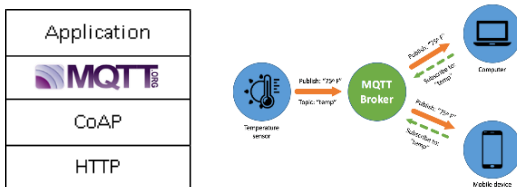
Prérequis :

La pratique du langage C et de sa mise en œuvre dans des applications à base de microcontrôleur est indispensable. De bonnes connaissances des protocoles TCP/UDP et des couches de sécurité SSL/TLS sont requises (formations réf. TCP-1J et SSL-1J).

Méthode :

Manipulation sur PC avec des outils de développement (IDE, Compilateur GCC, Débogueur), une sonde JTAG/SWD sur carte d'évaluation à base de STM32 à cœur ARM Cortex-M7.

Durée : 1 jour (1 x 8 = 8 heures)



1) Bases théoriques MQTT / CoAP / HTTP

Durée : 2h

- Présentation du protocole MQTT
 - Historique
 - Infrastructure (Client/Agent vs Broker)
 - Fonctions (Topic / Publish / Subscribe / Quality of Service / Retained / Last Will Testament)
- Présentation du protocole CoAP
 - Historique
 - Infrastructure (Client vs Server)
 - Fonctions (Synchrone / Asynchrone / Methods / Options / Observe / Block / Quality of Service)
- Présentation du protocole HTTP
 - Historique
 - Infrastructure (Client vs Server)
 - Fonctions (Methods / Header Field)
- Comparaisons entre ces trois protocoles IoT

2) Travaux pratiques

Durée : 6h

Les travaux pratiques sont réalisés autour d'une pile de communication TCP/IP et SSL/TLS embarquée open source (ORYX CycloneTCP + CycloneSSL) sur carte à base de STM32. Les participants pourront choisir leurs TP d'un commun accord et selon le temps disponible.

- Mise en place d'un client MQTT sur STM32
 - Connexion à un broker MQTT
 - Publication / souscription de données
 - Sécurisation des échanges avec une pile TLS
 - Analyse des trames émises/reçues
- Mise en place d'un client CoAP sur STM32
 - Connexion à un serveur CoAP
 - Envoi/réception de requête/réponse au/du serveur
 - Sécurisation des échanges avec une pile DTLS
 - Analyse des trames émises/reçues
- Mise en place d'un client HTTP sur STM32
 - Connexion à un serveur HTTP
 - Envoi/réception de requête/réponse au/du serveur
 - Sécurisation des échanges avec une pile TLS
 - Analyse des trames émises/reçues

Quelques démos avancées :

- Client MQTT sécurisé (Sensor avec capteur T°, Accéléromètre, LED, boutons) + WebSocket + Modem cellulaire + Application Web
→ Broker MQTT dans le Cloud
- Client CoAP sécurisé (télécommande)
→ Gateway domotique + Ampoule connectée

Références pour Formation IoT :

- IOT-1JP : formation inter-entreprises (1 jour)
- IOT-1JS : formation intra-entreprise (1 jour)

Références pour Formation TCP/IP + SSL/TLS + IoT :

- TCP-SSL-IOT-3JP : formation inter-entreprises (3 jours)
- TCP-SSL-IOT-3JS : formation intra-entreprise (3 jours)

Numéro de déclaration d'activité de formation n° 11 75 53750

(Cet enregistrement ne vaut pas agrément de l'Etat, en application de l'article L6352-12 du code du travail)