

## AAA - Architecture ARM Cortex-A et R (v7/v8)

### Ce cours explique l'architecture globale ARM Cortex-A et R

#### Objectifs

- Description des profils d'architecture ARM v7 et v8 A et R
- Description des différentes architectures de processeurs ARM Cortex-A et R
- Présentation des possibilités de mise en œuvre matérielle et logicielle pour apprendre à créer des applications basées sur le Cortex-A
- Détailler les fonctionnalités de sécurité (TrustZone) et de virtualisation (Hypervisor) de l'architecture ARMv8
- Ce cours fournit tous les prérequis pour les cours décrivant en détail les différents cœurs et processeurs Cortex-A et Cortex-R

#### Environnement du cours

- Cours théorique
  - Support de cours au format PDF (en anglais) et une version imprimée lors des sessions en présentiel
  - Cours dispensé via le système de visioconférence Teams (si à distance)
  - Le formateur répond aux questions des stagiaires en direct pendant la formation et fournit une assistance technique et pédagogique
- Au début de chaque demi-journée une période est réservée à une interaction avec les stagiaires pour s'assurer que le cours répond à leurs attentes et l'adapter si nécessaire

#### Pré-requis

- Familiarité avec les concepts et la programmation du C embarqué
- Connaissance de base des processeurs embarqués

#### Audience visée

- Tout ingénieur ou technicien en systèmes embarqués possédant les prérequis ci-dessus.

#### Modalités d'évaluation

- Les prérequis indiqués ci-dessus sont évalués avant la formation par l'encadrement technique du stagiaire dans son entreprise, ou par le stagiaire lui-même dans le cas exceptionnel d'un stagiaire individuel.
- Les progrès des stagiaires sont évalués par des quizz proposés en fin des sections pour vérifier que les stagiaires ont assimilé les points présentés
- En fin de formation, une attestation et un certificat attestant que le stagiaire a suivi le cours avec succès.
  - En cas de problème dû à un manque de prérequis de la part du stagiaire, constaté lors de la formation, une formation différente ou complémentaire lui est proposée, en général pour conforter ses prérequis, en accord avec son responsable en entreprise le cas échéant.

#### Plan

## Premier jour

### **Architecture**

- Introduction to ARM and the Architecture
- The AArch32 Programmer's Model
- The AArch64 Programmer's Model
- Exceptions
- Memory Architecture
- Caches

### **Implementations**

- Versions and Implementations
- ARMv4T
- ARMv5TE
- ARMv6
- ARMv7
- ARMv8
- SecurCore
- Architecture Extensions
- Pipelines
- Cycle Counting

## Deuxième jour

### **System features**

- Multi-processing
- Cache maintenance
- Cache coherency hardware
- Interrupt distribution
- Power saving modes
- Memory system hierarchy
- Software storage and upload

### **AArch64 Exception Model**

- Four exception levels
- Exception Link Registers
- Register banking by exception level
- Nesting on the same exception level
- Exception type and exception origin
- Syndrome registers used to provide status information to the exception handler
- Exception return instruction
- AArch64 Exception vector tables

### **Generic Interrupt Controller**

- Generic Interrupt Controller CPU Interface Registers
- Interrupt Virtualization
- Interrupt Handling to support Nesting

## Troisième jour

### **Multicore operation**

- Single Processor / Multi-Task RTOS
- Multi-CPU Exclusive Resource Management
- Wait for Event / send Event
- Wait for Interrupt
- Multi-Processor / Multi-Task RTOS

### **Software Development**

- Embedded Software Development
- Libraries and Linkage
- Target platforms
- Memory ordering models
- Barriers and synchronization
- Cache policies
- Operating system support
- Booting

### **Software Optimization**

- Introduction
- Coding techniques
- Profiling

### **Software debug**

- Debug basics
- Debug hardware
- Invasive Debug
- Non-invasive Debug
- Standard Debug Techniques
- Timing
- Resources

### **CoreSight Debug Components**

- Self-Hosted Debug
- Debug State Instructions
- Linked comparisons for Breakpoint/Watchpoint exception generation
- Software Step exceptions
- Routing debug exceptions
- External debug, cross-triggering
- Embedded Trace Macrocell architecture

## Quatrième jour

### **ARMv8 Memory Management Unit**

- ARMv7 MMU and LPAA compatibility
- LPAA enhancements to adapt to AArch64
- Supporting up to 48 bits of VA per TTBR
- Access permission checking
- Supporting up to 48 bits of IPA and PA spaces
- VMSAv8-64 address translation system

- Memory translation granule size
- Descriptor page table organization, descriptor format
- Hierarchical control of Secure or Non-secure memory accesses

## The ARMv8 Security Model

- Compatibility with ARMv7
- Security model when EL3 is using AArch64
- Trapping to EL3 using AArch64
- Re-entrant mode
- Secure exception management, trapping
- Asynchronous exception routing and control

## Virtualization

- New hypervisor privilege level on non-secure side
- Re-entrant mode
- Virtualization Extension Effect on MMU
  - Second stage MMU
  - I/O MMU
  - Managing external masters programmed by the guest OS without an I/O MMU
- Emulation support
- Hypervisor exception management, trapping
- Asynchronous exception routing and control
- Resource management
- Virtualization modes
  - Para virtualization versus full virtualization
  - Separation kernels
  - Partitioning kernels
  - Operating-system virtualization (containers)
  - Existing hypervisors (Xen, KVM, ...)

## Renseignements pratiques

**Renseignements : 4 jours**

**Prochaines sessions : du 25 au 28 mars 2025 - Online EurAsia (9h-16h CET)**