

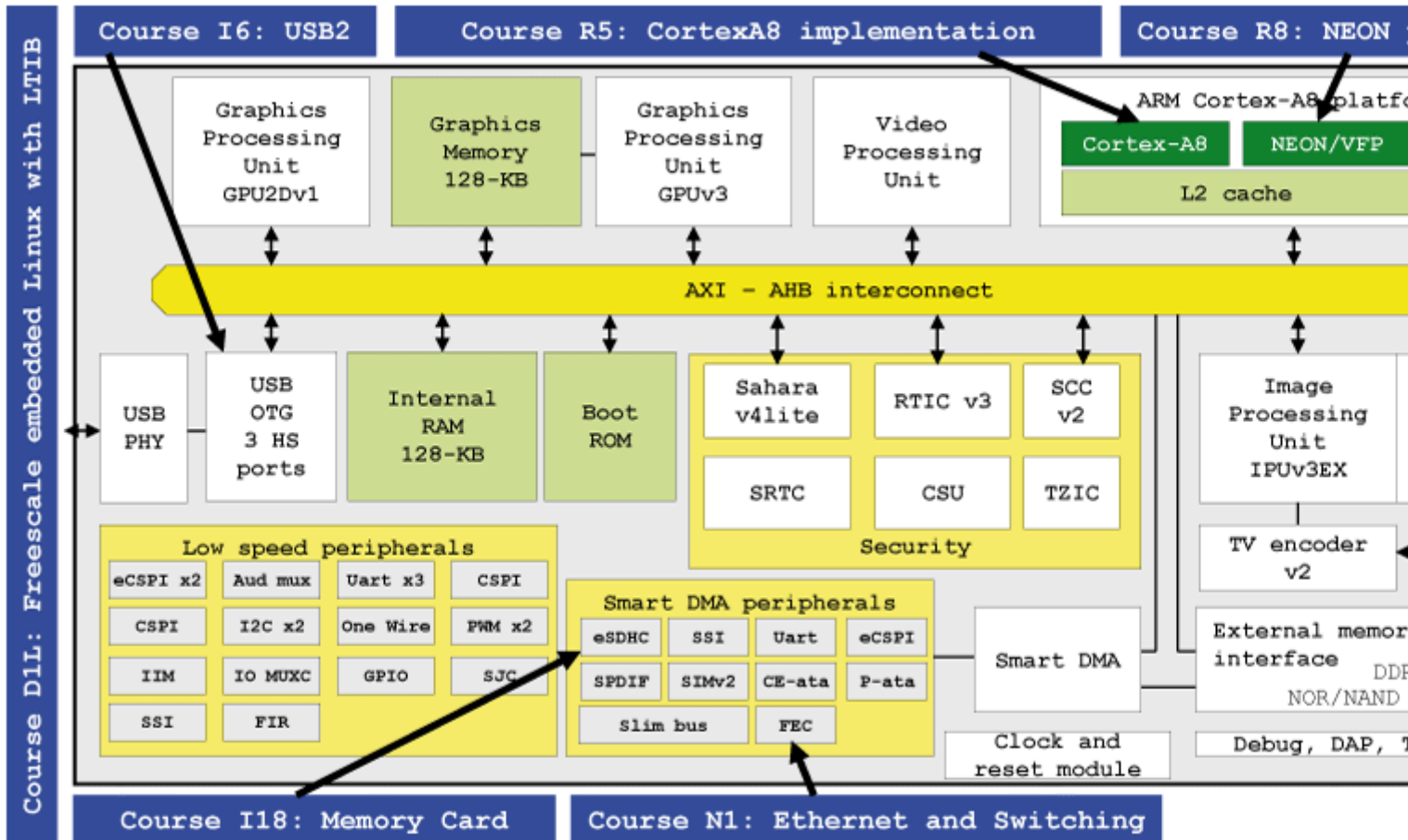


## This course describes the i.MX51 multimedia processor and Linux Target Image Builder tool

### Course objectives

- The course details the hardware implementation of the MCIMX51 microcontroller.
- The course focuses on the boot sequence, the clocking and the power management strategies.
- The course explains all parameters that affect the performance of the system in order to easily perform the final tuning.
- The multiple complex units involved in multimedia stream management are covered in depth.
- An overview of the Cortex-A8 core helps to understand issues caused by cache and MMU.
- The course ends with practical labs explaining how to generate a Linux image as well as a Root File System, by using a tool called LTIB [Linux Target Image Builder]
- Products and services offered by ACSYS:
  - ACSYS has developed FFTs (floating-point and fixed-point) optimized for ARM cores, based on SIMD instructions supported by the Cortex-A8.
  - Contact [formation@ac6-formation.com](mailto:formation@ac6-formation.com) to obtain informations about the performance of these FFTs.
  - ACSYS is able to assist the customer by providing consultancies. Typical expertises are done during board bringup, hardware schematics review, software debugging, performance tuning.
  - ACSYS has also an expertise in programming the SDMA, a simple OS-agnostic driver has been developed to explain how to manage scripts.

### Related courses



## Prerequisites

- Knowledge of ARM architecture is recommended
- Knowledge of Linux basics is recommended

## Documentation

- Training manuals will be given to attendees during training both in pdf and in print. Precise and easy to use, those notes can be used as a reference afterwards.

## 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
- Activités pratiques
  - Les activités pratiques représentent de 40% à 50% de la durée du cours
  - Elles permettent de valider ou compléter les connaissances acquises pendant le cours théorique.
  - Exemples de code, exercices et solutions
  - Pour les formations à distance:
    - ▶ Un PC Linux en ligne par stagiaire pour les activités pratiques, avec tous les logiciels nécessaires préinstallés.
    - ▶ Le formateur a accès aux PC en ligne des stagiaires pour l'assistance technique et pédagogique
    - ▶ Certains travaux pratiques peuvent être réalisés entre les sessions et sont vérifiés par le formateur lors de la session suivante.
  - Pour les formations en présentiel::
    - ▶ Un PC (Linux ou Windows) pour les activités pratiques avec, si approprié, une carte cible embarquée.
    - ▶ Un PC par binôme de stagiaires s'il y a plus de 6 stagiaires.
  - Pour les formations sur site:
    - ▶ Un manuel d'installation est fourni pour permettre de préinstaller les logiciels nécessaires.

- ▶ Le formateur vient avec les cartes cible nécessaires (et les remporte à la fin de la formation).
- Une machine virtuelle préconfigurée téléchargeable pour refaire les activités pratiques après le cours
- Au début de chaque session (demi-journée en présentiel) 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

### **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 de deux façons différentes, suivant le cours:
  - Pour les cours se prêtant à des exercices pratiques, les résultats des exercices sont vérifiés par le formateur, qui aide si nécessaire les stagiaires à les réaliser en apportant des précisions supplémentaires.
  - Des quizz sont proposés en fin des sections ne comportant pas d'exercices pratiques pour vérifier que les stagiaires ont assimilé les points présentés
- En fin de formation, chaque stagiaire reçoit une attestation et un certificat attestant qu'il 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**

### **Architecture of MCIMX51**

- Clarifying the internal data paths : AXI interconnect, AHB bus, peripheral buses
- Highlighting the purpose of the 2 central interconnect units : MAX and M4IF
- Organization of a board based on MCIMX51
- Mapping

### **The ARM Cortex/A8 Core - Overview**

- Operating modes : user, system, super, IRQ, FIQ, undef and abort
- ARM vs Thumb-2 instruction sets, interworking
- Access to memory-mapped locations, addressing modes
- Stack management
- Branch instructions, implementation of C call and return statements
- Level1 cache operation
- Level2 cache operation
- Memory management unit, TLB
- C-to-Assembly interface
- Exception mechanism, handler table

### **Reset and Clocking**

- Clock distribution
- DVFS support
- Power Gating Controller
- Low power modes, wake-up detector
- Global reset vs warm reset
- System boot mode selection
- eFUSE configuration

### **System Control**

- GPIO module

- General Purpose Input interrupt request capability

## **The Cortex/A8 Platform**

- MAX parameterizing
- ARM Vector Interrupt Controller
- Integrated timers EPIT, GPT, WDT

## **Debug Architecture**

- Introduction to CoreSight, DAP features
- System Secure Controller SJC
- Embedded Trace Macrocell
- Cross Triggering Interfaces

## **Smart DMA Controller**

- Mapping DMA requests to channels
- Channel priority definition
- Scheduler
- Instruction description
- PCU states
- Context switching
- Reference clocks and low power modes
- Debug support
- Profiling unit

## **Accessing External Memories**

- Description of the Master Arbitration and Buffering [MAB] unit
- Description of the M4IF arbitration [M3A] unit
- Introduction to DDR2/LPDDR SDRAM
- Enhanced DDR2 SDRAM controller
- NAND flash controller, boot from flash

## **System Security**

- Security Controller
  - Protecting information and data from unauthorized access
  - A dedicated AES cryptographic engine
  - High Assurance Boot
- SAHARA4 security coprocessor
  - Random number generator
  - Encryption / decryption sequences
  - Restricted access to potentially sensitive information
  - ARM TrustZone support
- Run-Time Integrity Checker
  - SHA-1 and SHA-256 message authentication
  - Segmented data gathering
  - One-time hash mode vs continuous hash mode
- IC Identification Module

## **Standard Parallel Interfaces**

- ATA controller
  - Pinout
  - PIO mode
  - Ultra DMA mode
- Enhanced SDHC
  - Interface to SD, MMC, SDIO and CE-ATA cards
  - Transfer protocol, single block, multiple block read and write

- Internal and external DMA capabilities
- Error management

## Video Processing Units

- Video Processing Unit
  - Codec hardware
  - Encoding pipeline
  - Video Codec processing buffer requirement
- Image Processing Unit v3
  - Video acquisition
  - Image Signal Processor, processing captured images
  - Processing chain description
  - Display processor, processing chain
  - Video de-interlacer
  - Image converter
  - Image rotator
  - Display port
- Graphics Processing Unit 2D
  - 2D bitmap graphics
  - Vector graphics
  - Connection to DMA controller
- Graphics Processing Unit 3D
  - Sophisticated shader support
  - Graphics core
  - Graphics memory
  - Pixel blender
  - Integrated MMU
- TV encoder
  - Supported TV standards, SD/HD modes
  - TV signal processor
  - Cable detection circuit

## Audio Related Interfaces

- SSI interfaces
  - Connection of Codecs or DSPs
  - I2S mode
  - AC97 support
- Digital audio multiplexor
  - Connecting host interfaces to peripheral interfaces
  - Internal network mode
- SPDIF transmitter
  - Selecting the clock
  - Transmit FIFO operation

## Communication Controllers

- 1-wire interface
- Configurable SPI, enhanced CSPI
  - SPI protocol basics
  - Transfer sequence
- High Speed I2C and I2C interfaces
  - I2C protocol basics
  - Transfer sequence
- Fast Infrared Interface [FIRI]
  - MIR packet structure, MIR modulation
  - FIR packet structure, FIR modulation
- UART
  - Individual baud rate generators

- Flow control
- USB
  - Explaining what is OTG
  - The 3 USB ports
  - High-speed operation
  - EHCI support
  - ULPI bypass mode
- Fast Ethernet Controller [FEC]
  - Ethernet basics
  - Incoming frame filtering mechanisms, hash tables
  - Flow control in Full Duplex mode
  - VLAN support
- SIM
  - Introduction to IEC / ISO 7816
  - Transferring packets

## Generating the Linux Kernel Image

- Introducing the tools required to generate the kernel image
- What is required on the host before installing LTIB
- Common package selection screen
- Common target system configuration screen
- Building a complete BSP with the default configurations
- Creating a Root File Systems image
- Re-configuring the kernel under LTIB
- Selecting user-space packages
- Setup the bootloader arguments to use the exported RFS
- Debugging Uboot and the kernel by using Trace32
- Command line options
- Adding a new package
- Other deployment methods
- Creating a new package and integrating it into LTIB

*Exercise : Several labs will help explain the usage of LTIB*

## Renseignements pratiques

**Renseignements : 5 jours**