

## STR10 - STM32F7

*This course describe the STM32F7 architecture and practical examples*

### Objectives

- Grasp the Cortex-M7 core, pipeline, I/D-caches, FPU, SIMD, and MPU.
- Configure clocks (HSI/HSE/PLL) and prescalers.
- Use timers (PWM, capture, encoder) and time bases confidently.
- Build fast, safe DMA paths and handle cache coherency; intro DMA2D.
- Acquire analog data with ADC + DMA; basics of DAC.
- Implement USART, SPI/I<sup>2</sup>S/SAI, I<sup>2</sup>C with robust error handling.
- Bring up storage/memory: SDMMC + FatFS, QSPI XIP, FMC SDRAM.
- Enable connectivity: Ethernet (LwIP ping) and USB OTG FS/HS (CDC).
- Apply low-power modes; measure wake latency.
- Set up boot & Option Bytes, watchdogs, and reset-cause logging for production.

### 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 ramène 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.

# Plan du cours

## Day 1

### Cortex-M7 overview (core)

- Programmer's model (R0–R15, xPSR)
- MSP/PSP, exception entry/return
- Pipeline & branch prediction
- I-Cache / D-Cache basics
- ITCM / DTCM usage
- FPU
- SIMD
- MPU regions (intro)

**Exercise :** Core & cache sanity

### SoC & memory map

- AXI matrix, AHB/APB bridges
- Flash, SRAM1/2/3 layout
- ITCM/DTCM address zones
- Peripheral regions (APB1/APB2)
- QSPI mapped memory (XIP)
- UID / Flash size registers

### RCC & power & boot

- HSI/HSE/PLL sources
- PLL M/N/P/Q settings
- AHB/APB1/APB2 prescalers
- OverDrive (216 MHz) (variants)
- Boot pins, Option Bytes
- Clock security (CSS)

**Exercise :** Clock profiles

### GPIO / EXTI / SYSCFG

- Modes: PP/OD, pulls
- Speed/drive strength
- AF mapping rules
- EXTI lines & priorities
- Debounce choices
- Safe I/O at reset

**Exercise :** GPIO / EXTI

### Timers (adv/gen/basic) + LPTIM

- PWM edge/center
- One-pulse mode
- Input capture
- Encoder interface
- Master/Slave triggers
- LPTIM (if present)
- Break/dead-time (adv)

**Exercise :** PWM + capture

## DMA / DMA2 & DMA2D

- DMA1/DMA2 streams/channels
- FIFO & burst modes
- Mem2mem / P2M / M2P
- Circular/HT/TC/TE IRQs
- Coherency with D-Cache
- DMA2D blit (variants)

**Exercise :** UART RX DMA ring

## Day 2

## ADC & DAC

- ADC1..3 (12-bit)
- Regular vs injected
- Sampling time, ranks
- Timer-triggered ADC
- DMA coupling
- DAC dual channel

**Exercise :** ADC + DMA stream

## USART / UART

- 8/9-bit, parity/stop
- Oversampling 16/8
- Blocking / IRQ / DMA
- RX ring with idle detect
- Error handling (FE/ORE)
- Wake from Stop (if used)

**Exercise :** Robust UART

## SPI / I<sup>2</sup>S / SAI

- SPI mode CPOL/CPHA
- Data sizes, NSS
- Full-duplex DMA
- I<sup>2</sup>S basic audio path
- SAI blocks (TX/RX)

**Exercise :** SPI loopback DMA

## I<sup>2</sup>C (and SMBus)

- Sm/Fm/Fm+ speeds
- Addr 7/10-bit
- Filters (analog/digital)
- Timeouts & bus-clear
- Clock stretching
- Error recovery

## Storage & external memory

- SDMMC 1/2
- FatFS basics
- QSPI XIP mapping
- FMC SDRAM/NOR/NAND

- Cache maintenance (SCB)
- Buffer alignment rules

**Exercise :** SD card + FatFS

## **Ethernet MAC (optional)**

- MII/RMII PHY link
- Descriptors & rings
- DMA settings
- LwIP minimal config
- Link/ARP/ping tests

**Exercise :** Eth bring-up

## **USB OTG FS/HS**

- Device/Host roles
- FS internal / HS via ULPI
- EP/FIFO sizing
- CDC/MSC quick paths
- Low-power suspend/resume

# **Day 3**

## **Caches, TCM & MPU (deep-dive)**

- I-Cache enable/invalidate
- D-Cache clean/invalidate
- Cache pitfalls with DMA
- ITCM code placement
- DTCM data placement
- MPU regions & attrs

**Exercise :** TCM vs AXI bench

## **Graphics & Camera (optional)**

- LTDC layers/timings
- Framebuffer in SDRAM
- DMA2D color fill/blit
- DCMI capture basics
- Simple UI primitives

**Exercise :** Color-bar FB

## **Low-power & PWR**

- Sleep/Stop/Standby
- OverDrive vs Stop trade-off
- Wake sources (EXTI/RTC)
- Clock gating checklist
- Retention notes

**Exercise :** Stop + wake

## **Crypto & integrity**

- CRC unit
- RNG TRNG
- HASH (SHA-1/256)
- CRYPT (AES/TDES)

- Key storage basics

**Exercise :** AES or CRC check

## **Boot, Option Bytes & update**

- Boot ROM interfaces
- OB: RDP/WRP/BOR
- Dual-bank (variants)
- QSPI/SD boot ideas
- Watchdogs IWDG/WWDG
- Reset causes log

**Exercise :** IWDG + reset log

## **Production checklist (wrap-up)**

- Clocking & wait-states
- Cache/MPU policy
- External memory proof
- Comms robustness list
- UID/serial/versioning
- Error counters & logs

**Exercise :** Self-audit sheet