

STR21 - STM32WL (Sub-GHz/LoRa)

This course describe the WL (Sub-GHz/LoRa) architecture and practical examples

Objectives

- Understand STM32WL SoC (Cortex-M4 + integrated Sub-GHz radio).
- Bring up CubeWL projects (SubGHz_Phy, LoRaWAN middleware).
- Configure RCC, RF clocks, SMPS/VDDPA, and RF paths.
- Build LoRa PHY links (SF/BW/CR, CAD, RX/TX).
- Deploy LoRaWAN Class A (OTAA/ABP), ADR, MAC cmds, downlinks.
- Apply low-power with radio; measure and tune current.
- Handle keys/NVM, region params, production RF checks.

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

Day 1

STM32WL SoC & radio overview

- Cortex-M4 core basics.
- Radio subsystem blocks.
- RFO_LP vs RFO_HP paths.
- SMPS / VDDPA roles.
- RF pins & routing.

Exercise : SoC & RF map

Project bring-up (CubeWL)

- Package structure (Drivers/MW).
- SubGHz_Phy vs LoRaWAN.
- Board/clock templates.
- Minimal UART/LED setup.
- Build & debug checks.

Exercise : App skeleton

RCC & RF clocking

- HSE/LSE choices.
- PLL to SYSCLK.
- RF timing sources.
- CCIPR selectors.
- MCO for verification.

Exercise : Clock profiles

RF front-end & power

- TX power config steps.
- RFO_LP/H Pout ranges.
- DC-DC vs LDO impact.
- Antenna match notes.
- PA ramp & duty cycle.

Exercise : TX power table

LoRa PHY basics

- SF / BW / CR fields.
- Preamble & sync word.
- CAD / RX timeout.
- Payload length limits.
- CRC/Invert IQ flags.

Exercise : PHY ping-pong

SUBGHZ driver & events

- Radio state machine.
- IRQs: TX done / RX done.
- Timeouts & errors.
- TX/RX scheduling.
- Simple CLI prints.

Exercise : Event logger

Day 2

LoRaWAN stack (Class A)

- Project layout (MW/LmHandler).
- Join flow OTAA.
- ABP fallback basics.
- RX1/RX2 windows.
- Confirmed vs unconfirmed.

Exercise : Join + uplink

Regions & channels

- EU868 vs US915 notes.
- Channels & sub-bands.
- Dwell time/duty cycle.
- LinkADRReq handling.
- Data rate plan.

Exercise : Region switch

ADR & downlinks

- ADR enable/disable.
- SNR/RSSI reporting.
- Rx win params tuning.
- Confirmed retry policy.
- App port mapping.

Exercise : Downlink LED

Security & keys

- Keys & key derivation.
- DevEUI policy (from UID).
- NVM/bond storage.
- Reset and rejoin rules.
- Basic key hygiene.

Exercise : Key store check

Sensors & payloads

- Simple sensor interface.
- Payload encode/FRMPayload.
- FPort selection.
- Uplink interval policy.
- Error counters.

Exercise : Temp uplink

Day 3**Low-power with radio**

- Sleep/Stop policies.
- Radio sleep/standby.
- RTC tickless scheme.
- Wake sources & latency.
- Measurement method.

Exercise : LP profiles

Range & link budget

- RSSI/SNR basics.
- SF/BW impact.
- Antenna orientation.
- TX power vs battery.
- Simple path-loss model.

Exercise : Range walk

FSK mode (alt PHY)

- Freq dev & bit-rate.
- Preamble & filter.
- Packet format.
- CRC settings.
- Sensitivity trade-off.

Exercise : FSK ping

Downlink control & MAC cmds

- LinkADRReq/DevStatusReq.
- DutyCycleReq basics.
- RXParamSetupReq.
- NewChannelReq.
- Error handling.

Exercise : MAC trace

OTA/DFU workflow

- Boot/slots concept.
- Image versioning.
- Failure recovery.
- Rollback notes.
- Basic script use.

Exercise : App OTA (demo)

Production checklist (wrap-up)

- Region & channels fixed.
- TX power & duty policy.
- Keys/NVM procedure.
- RF test points noted.
- UID/serial/CRC tags.

Exercise : Self-audit

Renseignements pratiques

Renseignements : 3 jours