

## STR22 - STM32WBA (BLE 5.4)

**This course describe the STM32 WBA (BLE 5.4)) architecture and practical examples**

### Objectives

- Understand STM32WBA SoC (Cortex-M33 + single-core BLE stack).
- Bring up CubeWBA projects and verify the BLE stack.
- Build GAP/GATT apps (services, security, notifications).
- Use BLE 5.x features: Extended/Periodic Advertising, Coded PHY, BLE 5.4 (PAwR, EAD).
- Optimize throughput, latency, and low-power with RF active.
- Prepare OTA/DFU, NVM/bonding, keys, and a production checklist.

### 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

#### **SoC & wireless overview**

- Cortex-M33 core (app + BLE stack in single core).
- Memory map & RF shares.
- Radio supply (SMPS/LDO).
- TX power path & limits.
- Board RF layout notes.

*Exercise : Stack/version check*

#### **Project bring-up (CubeWBA)**

- CubeWBA package layout.
- MX config for clocks/GPIO.
- Minimal BLE app skeleton.
- Assert/log policy.
- Build & debug checklist.

*Exercise : App skeleton*

#### **Clocking & RF setup**

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

*Exercise : MCO verify*

#### **BLE GAP basics**

- Roles: peripheral/central.
- Advertising parameters.
- Scan & connect flow.
- PHY select (1M/2M/Coded).
- Conn params update.

*Exercise : Peripheral advert*

#### **GATT basics**

- Services & characteristics.
- UUIDs (16/128-bit).
- Properties & CCCD.
- MTU exchange.
- Read/write ops.

*Exercise : Custom service*

## Security & privacy

- Pairing/bonding (LESC).
- Passkey/Numeric Compare.
- Re-pair vs re-use bonds.
- Privacy (RPA) basics.
- Key store/NVM notes.

*Exercise : Bond & resume*

## Day 2

## Notifications & throughput

- Notify vs indicate.
- ATT\_MTU & data length.
- App buffering strategy.
- Connection interval impact.
- Error/retry counters.

*Exercise : Notify meter*

## Extended & Periodic Advertising

- Extended ADV sets.
- PHY/Tx power per set.
- Periodic ADV (PA sync).
- Sync loss handling.
- App timing notes.

*Exercise : Periodic scan*

## BLE 5.4 features (focus)

- PArR concept & roles.
- Subevents & responses.
- EAD (encrypted ADV).
- Scheduling constraints.
- Practical use cases.

*Exercise : PArR demo*

## PHY & range options

- 1M vs 2M trade-offs.
- Coded PHY (S=2/S=8).
- TX power steps.
- RSSI/SNR hints.
- Basic link budget.

*Exercise : Coded PHY walk*

## Central role (scanner/client)

- Filtered scanning.
- Auto-connect policy.
- GATT discovery.
- Client reads/writes.
- Multi-link basics.

*Exercise : Simple central*

**Day 3****Power profiles with RF**

- Idle vs advertising vs connected.
- Conn interval/latency effects.
- PHY & Tx power impact.
- Sleep policies & wake.
- Measurement method.

*Exercise : Power sweep*

**OTA/DFU workflow**

- App OTA over BLE.
- Image slots & versioning.
- Rollback basics.
- Failure recovery plan.
- Minimal release notes.

*Exercise : OTA update*

**NVM & keys**

- Bond/key storage.
- Privacy data handling.
- App params in Flash.
- Wear considerations.
- Backup/erase policy.

*Exercise : Persist check*

**RF & production notes**

- Antenna keep-outs.
- Match network hints.
- Crystal accuracy.
- Tx power/regulatory.
- Coexistence basics.

*Exercise : RSSI sweep*

**Robustness checklist (wrap-up)**

- Stack version fixed.
- BD\_ADDR policy set.
- Error counters logged.
- Low-power numbers saved.
- Version/CRC tags added.

*Exercise : Self-audit sheet*

**Renseignements pratiques**

**Renseignements : 3 jours**