

# Dispositius LoRaWAN

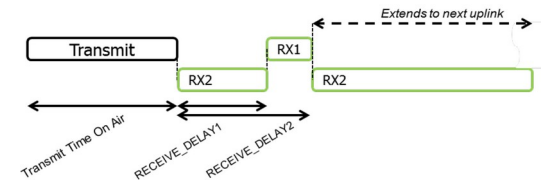
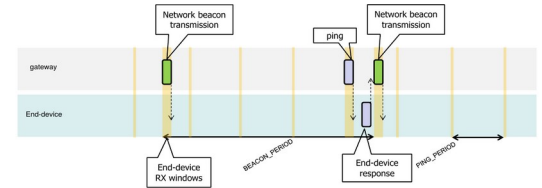
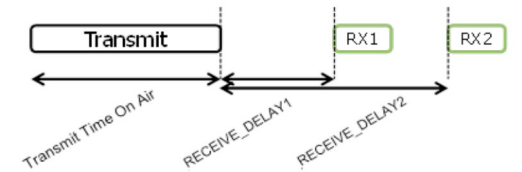
**Teoria**

# Característiques d'un dispositiu LoRaWAN

# Tipus de dispositius

Tres tipus de dispositius (*device classes*):

- **Classe A:** Tenen una comunicació bidireccional parcial, donat que només poden rebre dades de la Gateway quan han enviat prèviament un paquet. Aquesta classe és la que menys energia necessita, els dispositius estan normalment dormint. No són temps-real.
- **Classe B:** Aquesta classe de dispositius estan **sincronitzats** amb la Gateway corresponent de manera que poden rebre paquets de dades des de la Gateway a certs intervals pre-negociats (*beacons*) sense la necessitat d'haver enviat un paquet prèviament. No són temps-real, però són previsibles.
- **Classe C:** Els dispositius d'aquesta classe estan permanentment en disposició de rebre paquets des de la Gateway (sempre que no estigui enviant). Aquesta classe és la que més energia consumeix. Són temps-real.



# Velocitat adaptativa (ADR)

Hi ha dues maneres d'arribar més lluny: cridar més o parlar més a poc a poc. Ambdues, però, consumeixen més energia. La xarxa s'autogestiona per optimitzar consum i congestió:

- Si ADR està activat, la xarxa ajusta el **SF** i **potència TX** del dispositiu:
  - Si bona cobertura → Disminueix SF (més ràpid, menys consum, menys rang)
  - Si mala cobertura → Augmenta SF (més lent, més consum, més rang)
- Millora el funcionament de la xarxa
  - Reduint el temps en aire → **menys col·lisions**
  - Reduint els dispositius que una passarel·la ha de gestionar → **més capacitat**

Pot haver-hi **situacions on no es recomana ADR**:

- Dispositius mòbils
- Dispositius amb entorn molt variable

# Cicle de treball

El cicle de treball (**duty cycle**) màxim està regulat per l'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Aquest defineix per la banda 868 MHz:

- Ocupació de l'1% del temps
- 1% de 3600 segons → 36 segons per hora
- Mòduls ràdio fan càlcul automàtic i no permeten sobre-passar-lo

A sobre d'aquest, diferents xarxes poden imposar cicles més restrictius. TTN defineix una «política de joc net» (**Fair Access Policy**) que imposa:

- Enviar: 30 segons cada 24 hores (*uplink*)
- Rebre: 10 missatges cada 24 hores (*downlink*)

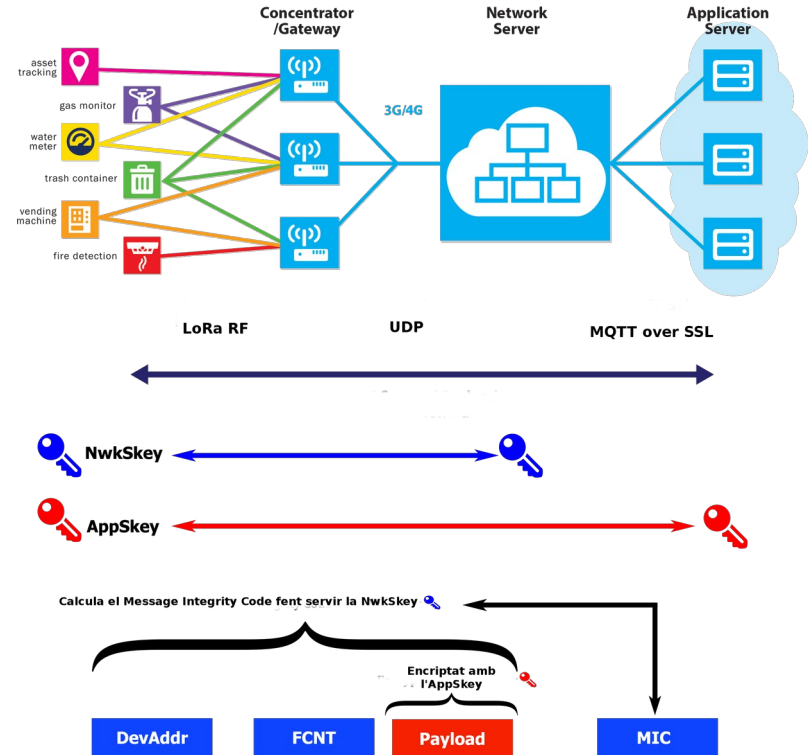
# Seguretat

Les dades del sensor (**payload**) estan encriptades amb l'AppSkey (AES128).

El missatge està signat amb el MIC (**codi d'integritat del missatge**), que es calcula amb el *payload*, el *devaddr*, el *fcnt* i fent servir la NwkSkey.

La xarxa "no pot saber" què s'està enviant, només l'aplicació.

TTN permet descodificar el missatge en el *backend*, per tant es recomana fer servir un *handler* segur per connectar-se (MQTT sobre SSL).



# Activació

Un dispositiu connectat a una xarxa LoRaWAN ha de emmagatzemar els següents valors:

- DevAddr (una adreça)
- NwkSKey (clau de xarxa per la sessió)
- AppSKey (clau d'aplicació per la sessió)

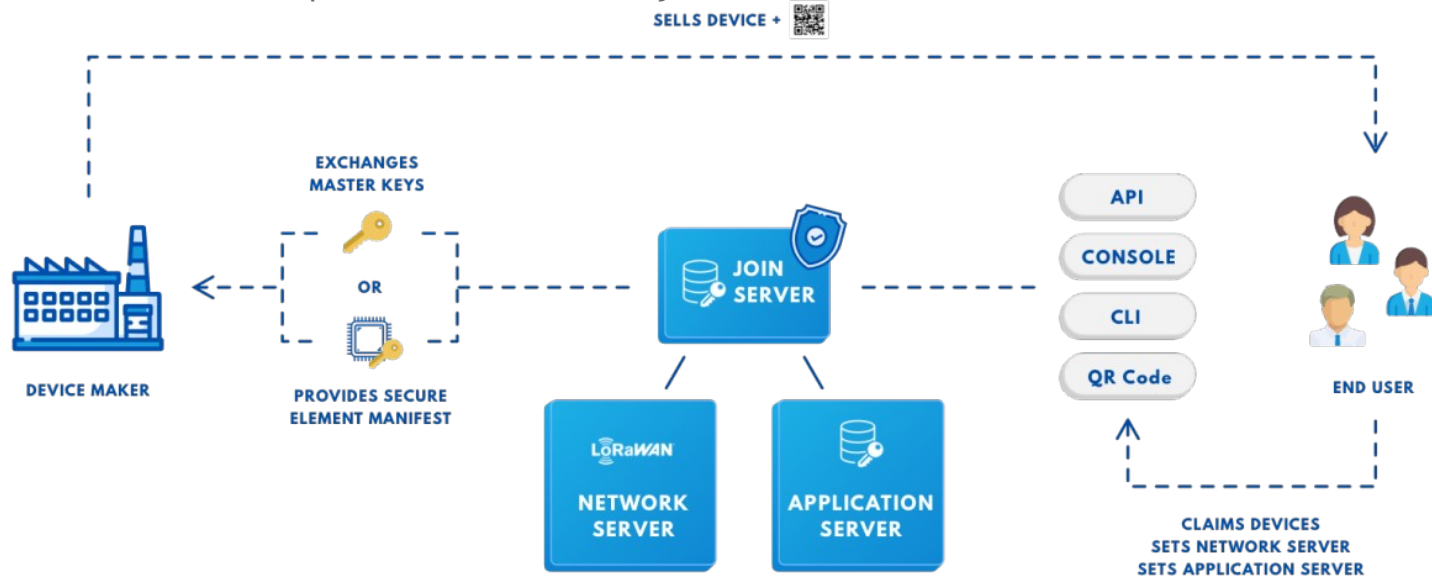
LoRaWAN defineix dos mètodes per disposar d'aquestes dades:

- **ABP** (*Activation By Personalization*): Cada dispositiu porta les aquest valors (identificador i claus) pre-programades. En general és més insegur (les claus estan al dispositiu) però té l'avantatge que no cal negociació prèvia.
- **OTAA** (*Over The Air Activation*): Cal una negociació prèvia per cada sessió de connexió. És més segur i és el que normalment fan servir els dispositius comercials. Per realitzar aquesta negociació el dispositiu necessita:
  - DevEUI (identificador únic del dispositiu)
  - AppEUI o JoinEUI (identificador de l'aplicatiu en el qual el dispositiu està registrat)
  - AppKey (clau única de registre)



# Activació (manifest file)

Alguns fabricants (com Microchip) comencen a proporcionar *manifest files* per poder registrar automàticament els teus dispositius a través d'un *Join Server*.



# Components

# Circuits integrats

Semtech fabrica *transceivers* (ràdios) per nodes: SX1276, SX1277, SX1278 i SX1279...

Aquestes ràdios estan preparades per diferents freqüències i *spreading factors* i orientades a diferents mercats.

TTN a Europa és comparable amb dispositius basats en SX1276 (137-1020Mhz i SF6-12, tot i que l'ús de SF6 està limitat).

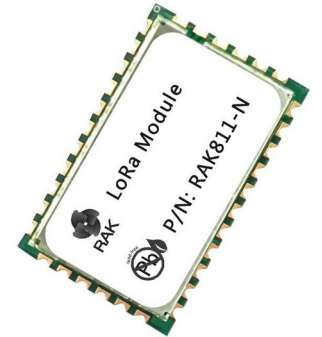
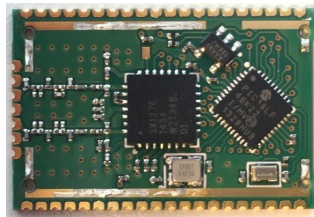
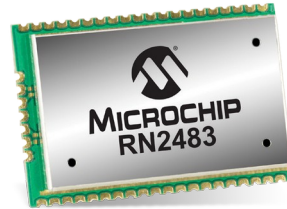
Semtech llicencia la fabricació a altres fabricants. De moment només HopeRF, Microchip i ST fabriquen xips.

Cada cop hi ha més i més xips i mòduls disponibles i és més i més fàcil integrar LoRa en un projecte.



# Mòduls

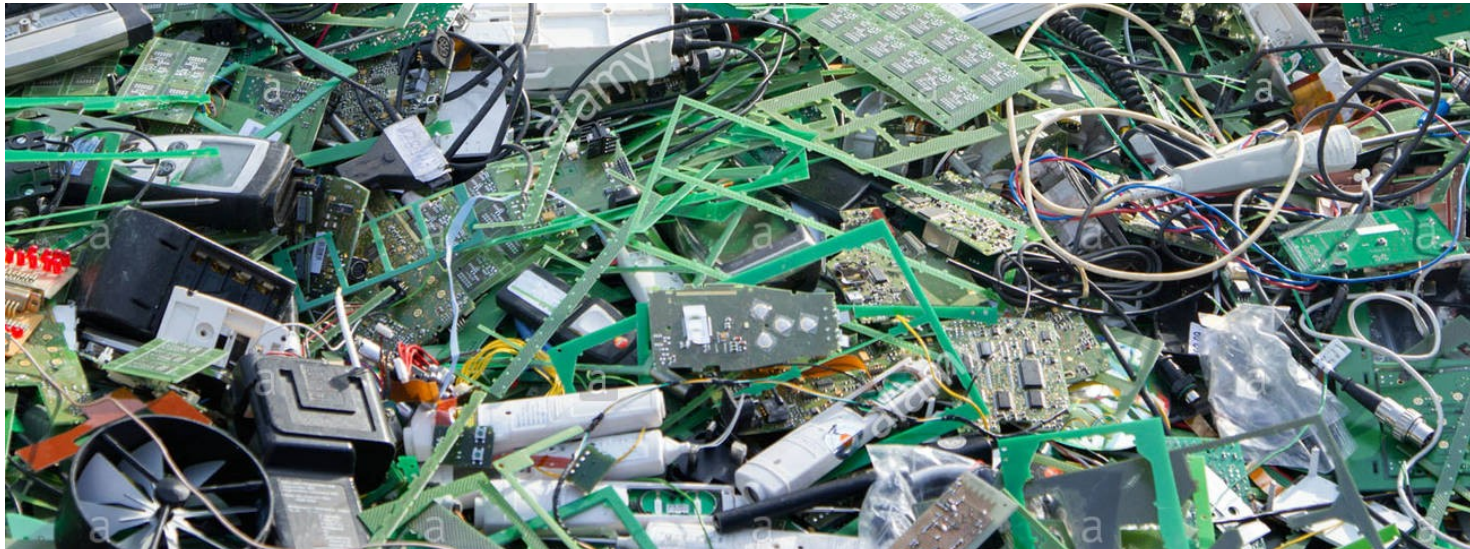
Una aproximació habitual a l'hora d'integrar LoRaWAN en un projecte és fer servir mòduls. Aquest mòduls inclouen un microcontrolador encarregat de la pila LoRaWAN i un xip LoRa per la transmissió i recepció. Habitualment implementen un protocol sèrie per interaccionar amb el controlador principal del producte.



# Dispositius de desenvolupament

# Plaques de desenvolupament

Més enllà de les plaques d'avaluació i desenvolupament dels fabricants (cares i orientades a un mercat molt professional) hi ha moltes opcions de plaques de desenvolupament pensades per proves de concepte i, algunes, per desplegaments petits.



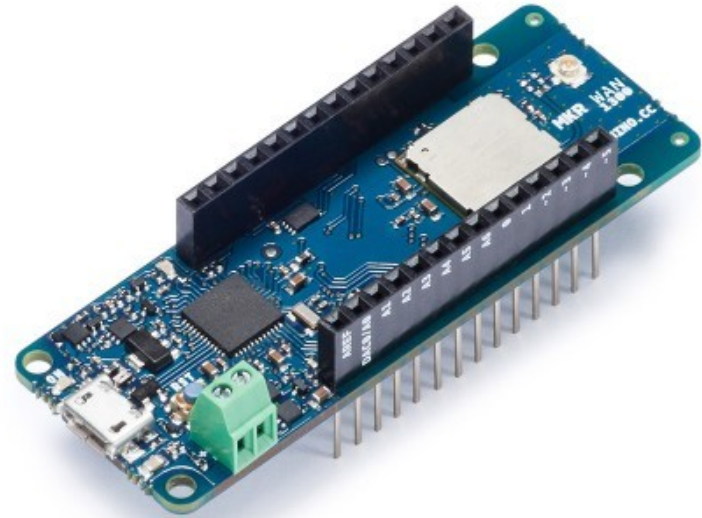
# The Things Uno

- Arduino Leonardo compatible board
- Microchip Atmel ATMEGA32U4
  - 8-bit AVR RISC-based
  - 32KB flash
  - 2.5KB SRAM
  - 1KB EEPROM
- Microchip RN2483 LoRaWAN
  - PIC-based
  - UART interface
- C-programable
- Arduino IDE compatible
- ~48€



# Arduino MKR WAN 1300

- Arduino MKR family
- Microchip Atmel SAMD21G
  - Cortex M0+ 32bits
  - 48MHz
  - 256Kb flash
  - 32Kb SRAM
- Murata CMWX1ZZABZ LoRaWAN module
  - STM32-based
  - UART interface
- C-programable
- Arduino IDE compatible
- ~35€





# BastWAN

- RAK4260
  - Microchip SAMR34 (ARM Cortex M0-
  - 48 MHz
  - 256Kb Flash
  - 32Kb RAM
- LoRa radio in module based on SX127X
- ATECC608A crypto chip
- C
- Arduino IDE compatible
- Designed by Electronic Cats a OSHW
- Manufactured by RAKwireless
- ~12€



# WisBlock

- Modular prototyping, PoC, production ready platform
- LPWAN Module
  - Nordic nRF52840 (ARM Cortex M4F)
  - 64 MHz
  - 1MB flash
  - 256Kb RAM
- Several radios
  - Bluetooth LE
  - LoRa
- SX1272
  - SPI interface
- C
- Arduino IDE compatible
- ~30€ (base + LPWAN module)



# CubeCell

- ASR6052
  - ARM Cortex M0+
  - 48 MHz
  - 128Kb flash
  - 16Kb SRAM
- SX1276
  - SPI interface
- C
- Arduino IDE compatible
- ~12€



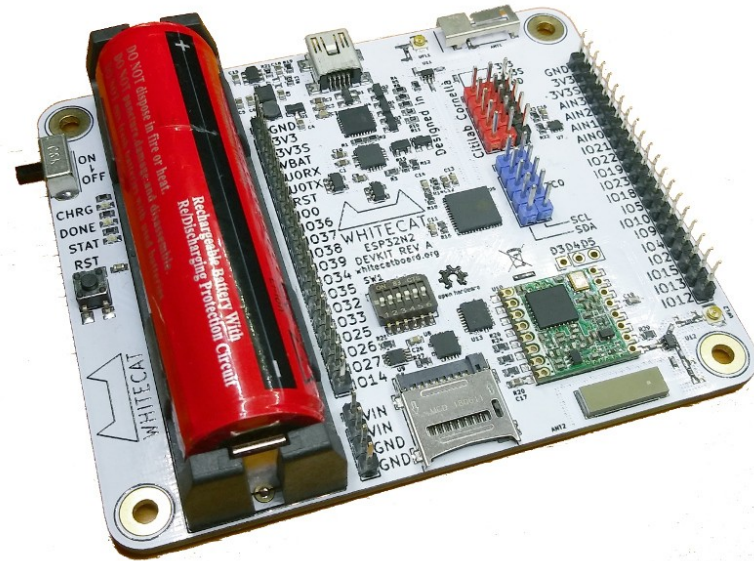
# PyCom LoPy4

- Espressif ESP32 based
  - Xtensa dual-core 32-bit LX6
  - 240 MHz
  - 4MB external flash
  - 512Kb RAM
- Several radios
  - WiFi
  - Bluetooth LE
  - LoRa
  - Sigfox
- SX1276
  - SPI interface
- MicroPython programmable
- ~35€



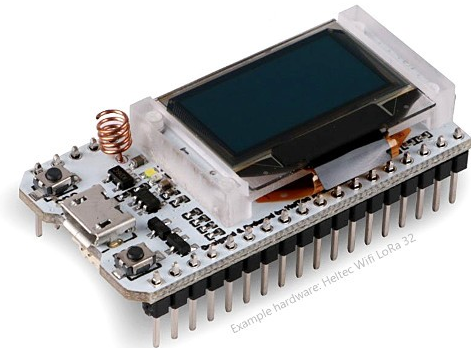
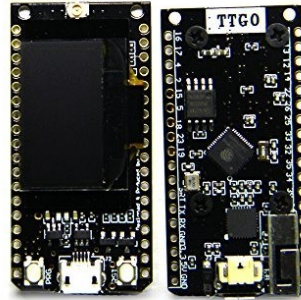
# WhiteCatBoard N2

- Espressif ESP32 based
  - Xtensa dual-core 32-bit LX6
  - 240 MHz
  - 4MB external flash
  - 512Kb RAM
- Several radios
  - WiFi
  - Bluetooth LE
  - LoRa
- Integrates a HopeRF95 (SX1276)
  - SPI interface
- KM0 (designed at the Citilab Cornellà)
- Lua o Blockly
- ~40€



# TTGO / HELTEC LoRa32

- Espressif ESP32 based
  - Xtensa dual-core 32-bit LX6
  - 240 MHz
  - 4MB external flash
  - 512Kb RAM
- Several radios
  - WiFi
  - Bluetooth LE
  - LoRa
- SX1276
  - SPI interface
- C
- Arduino IDE compatible
- ~12€



# Pràctica