Dispositius LoRaWAN

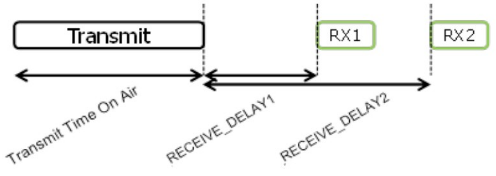
Teoria

Característiques d’un dispositiu LoRaWAN

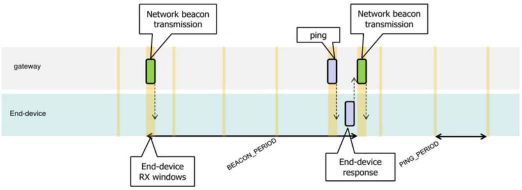
Tipus de dispositius

Tres tipus de dispositius (*device classes*):

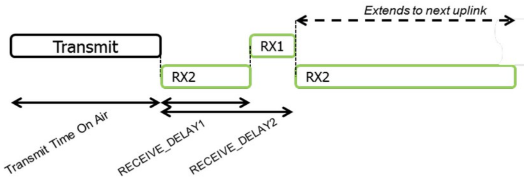
- **Classe A**: Tenen una comunicació bidireccional parcial, donat que només poden rebre dades de la Gateway quan han enviat prèviament un paquet. Aquesta classe és la que menys energia necessita, els dispositius estan normalment dormint. No són temps-real.



- **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 Telecomunications 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*)

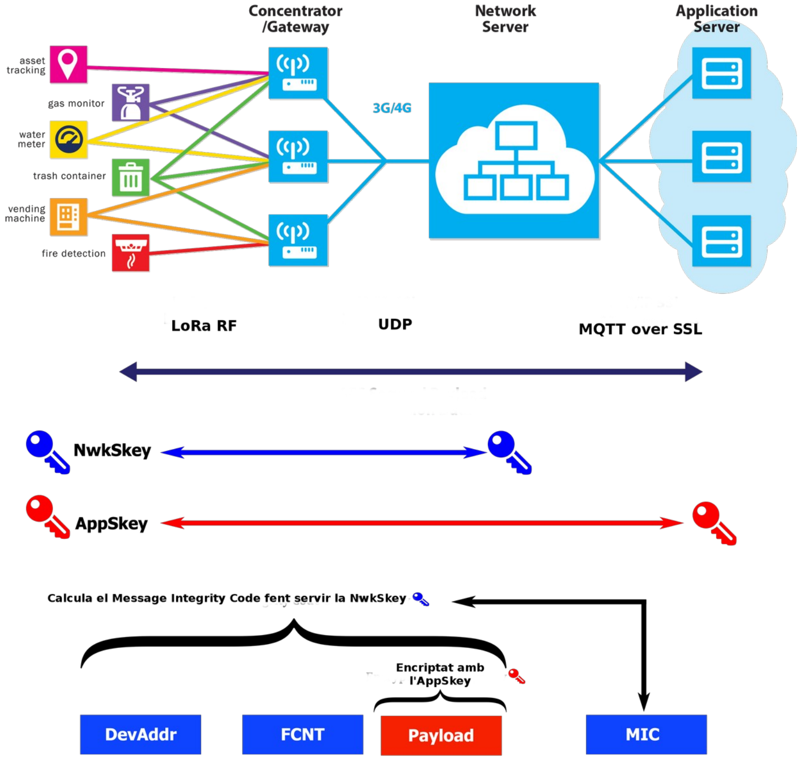
Seguretat

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

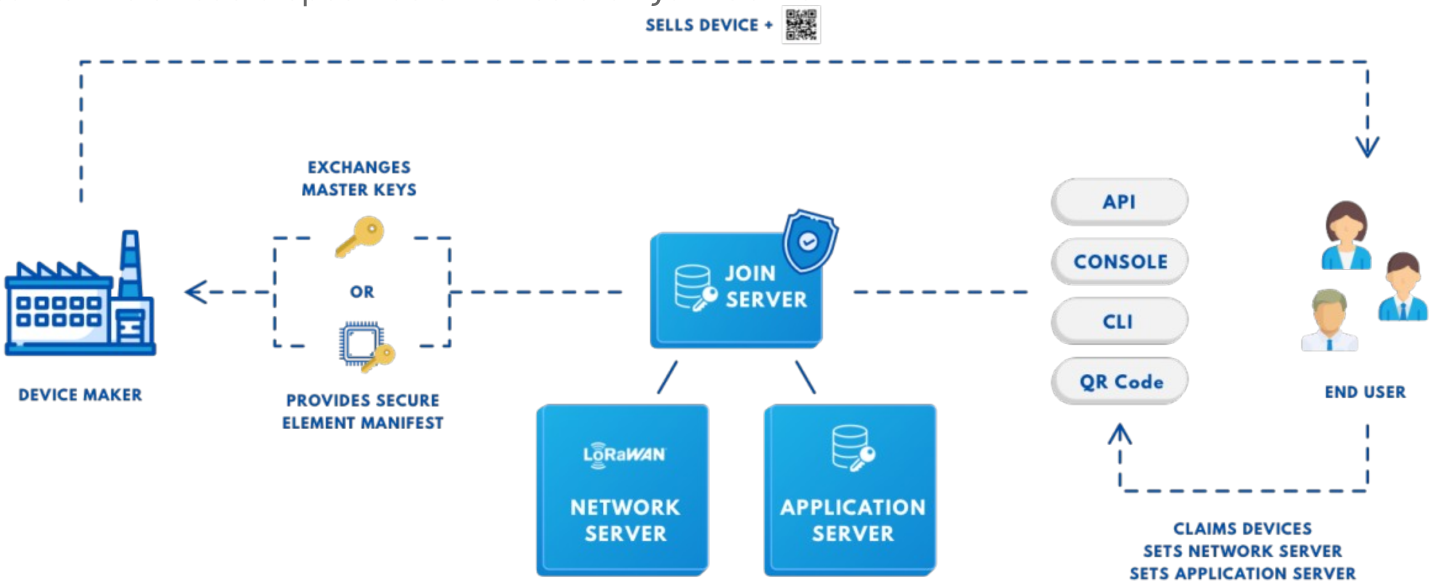
- DevAddr (una adreça)
- NwkSKey (clau de xarxa per la sessió)
- AppSKey (clau d'aplicació per la sessió)

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 proporconar *manifest files* per poder registrar automàticament els teus dispositius a travès 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 compatible amb dispositius basats en SX1276 (137-1020Mhz i SF6-12, tot i que l'ús de SF6 està limitat).

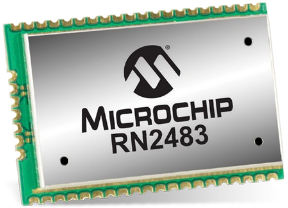
Semtech llicencia la fabricació a altres fabricants. De moment només HopeRF, Microchip i ST fabriquen xips.

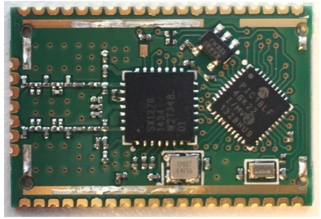
Cada cop hi ha més i més xips i mòduls disponibles i és més i més fàcil integrar LoRa en un projecte.

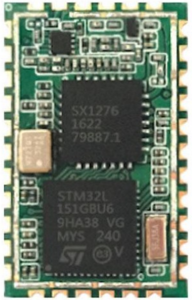
Viladecans

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.

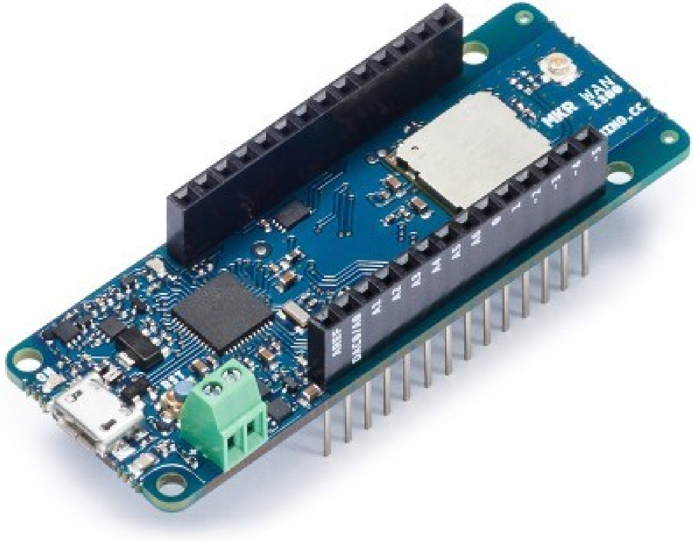
Viladecans

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-programmable
- Arduino IDE compatible
- ~48€

Arduino MKRWAN 1300

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

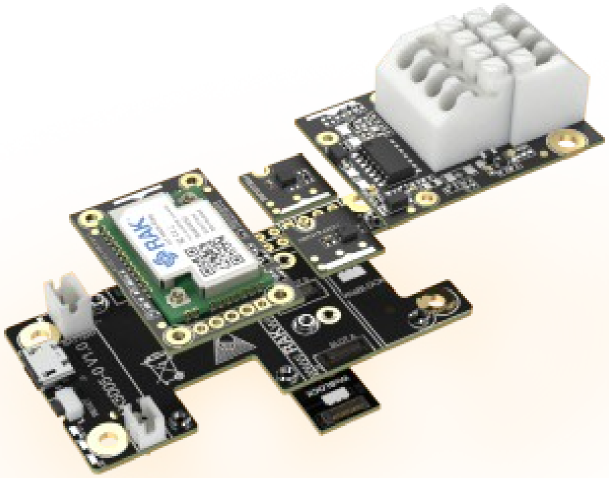


BastWAN

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

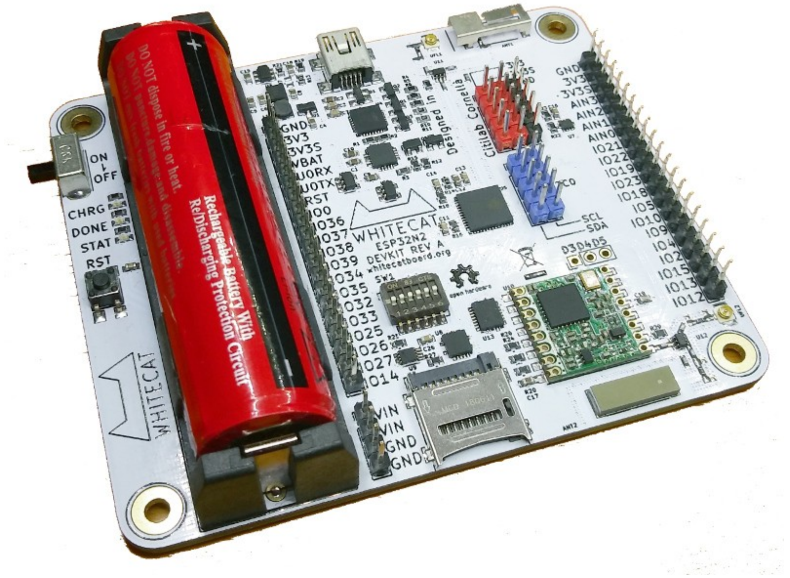
PyCom LoPy4

- 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 programable
- ~35€

Viladecans

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€



Viladecans

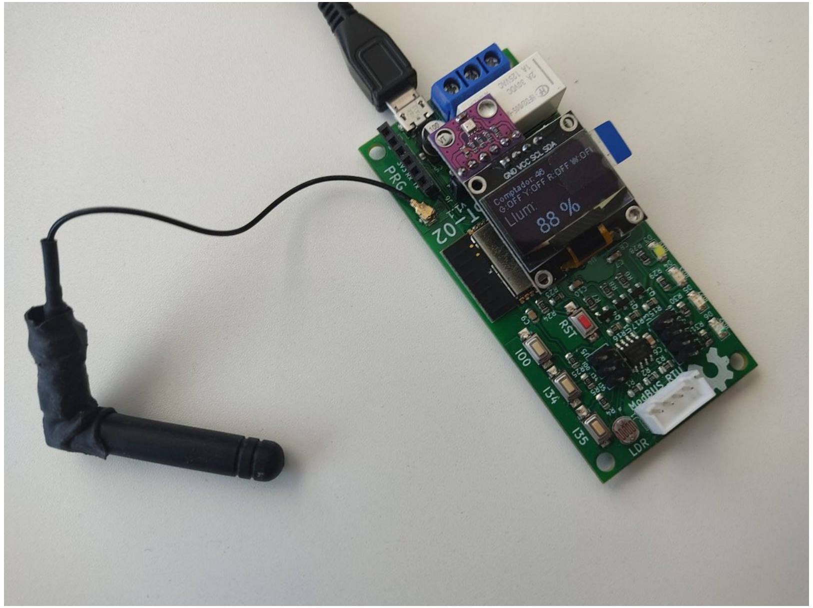
TTGO / HELTEC LoRa32

- 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€

Viladecans

Kit IoT-02

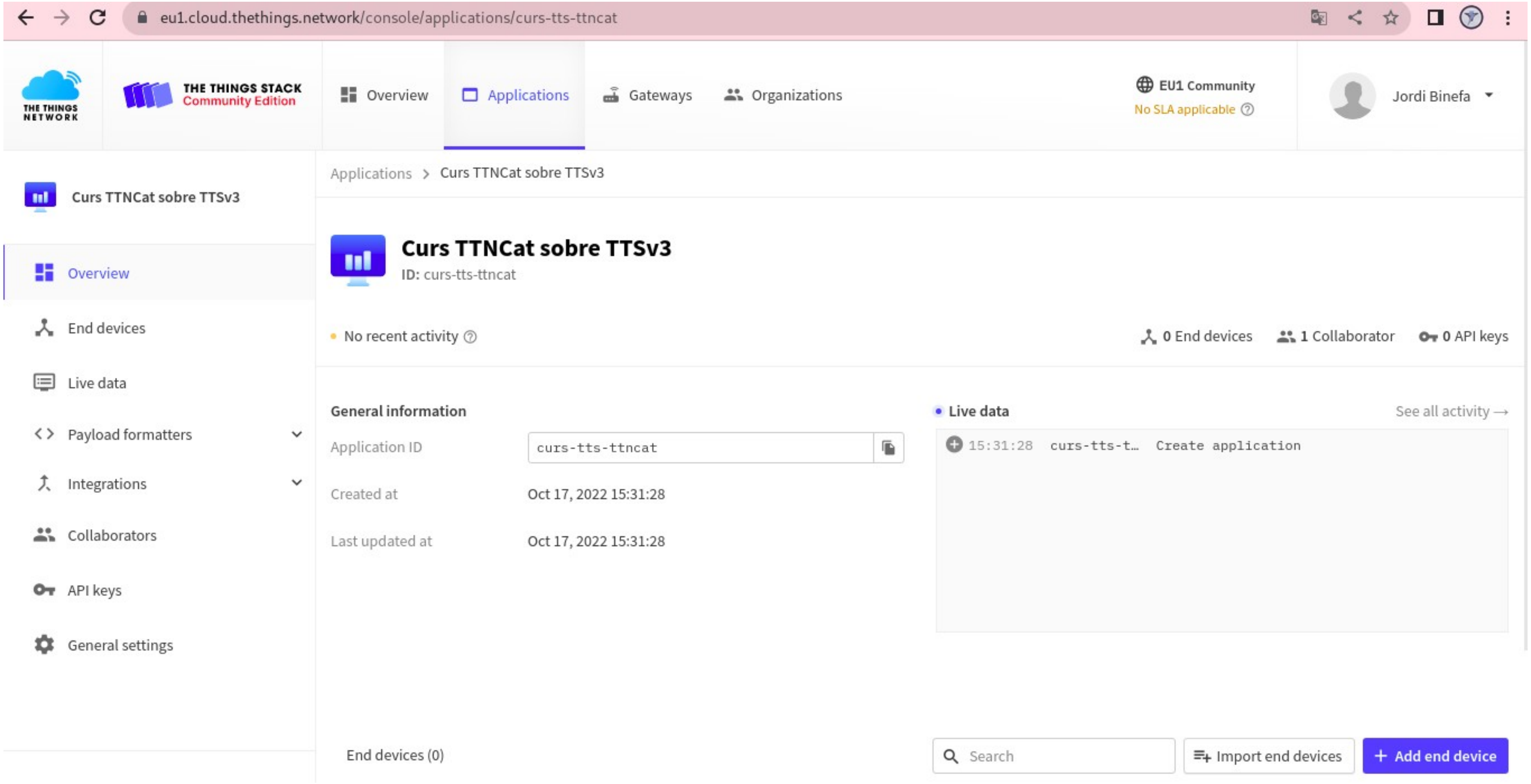
- Espressif ESP32 based
  - Xtensa dual-core 32-bit LX6
  - 240 MHz
  - 4MB external flash
  - 512Kb RAM
- Several radios
  - WiFi (embedded antenna)
  - Bluetooth LE (embedded antenna)
  - LoRa + antenna
- SX1276
  - SPI interface
- 3 user buttons, 4 leds, LDR
- Latching relay
- 3V3 UART board + mini USB cable
- I2C OLED
- I2C BME280
- MODBUS RTU + USB / RS485 +cable
- C
- Arduino IDE compatible
- Micropython
- ~58€



Pràctica

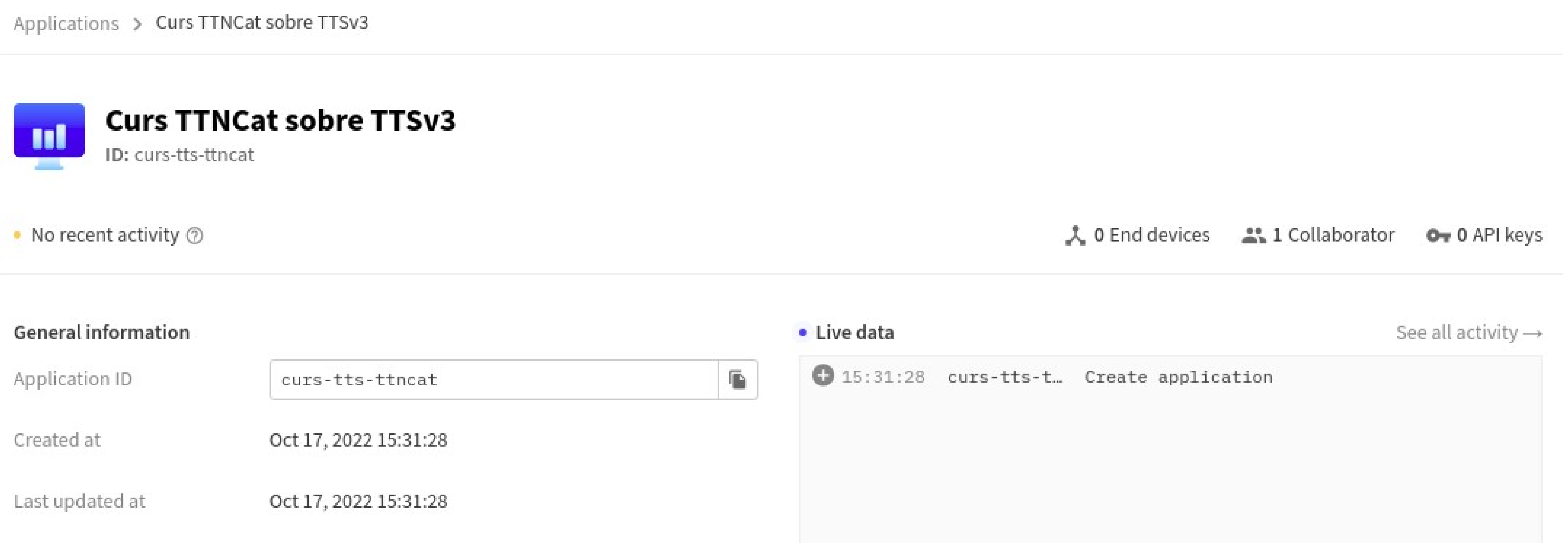
Alta de dispositius OTAA

Alta OTAA (1)



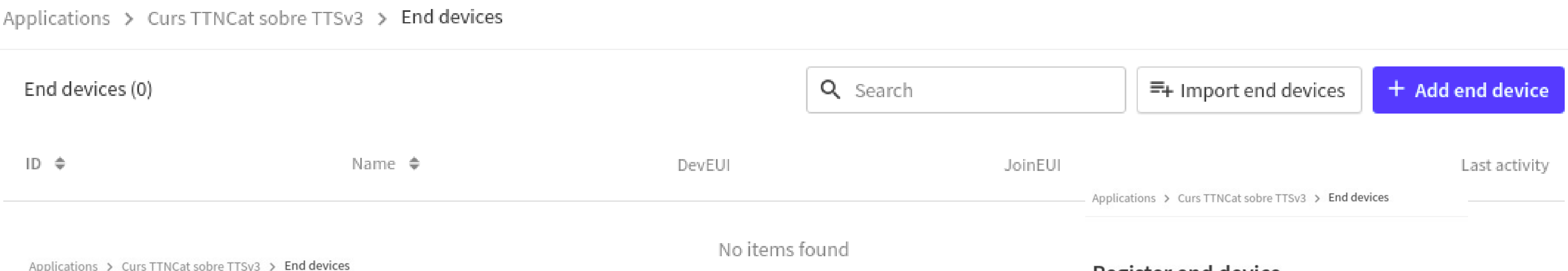
eu1.cloud.thethings.network/console/applications/curs-tts-ttncat
THE THINGS NETWORK
THE THINGS STACK
Community Edition
Overview
Applications
Gateways
Organizations
EU1 Community
No SLA applicable
Jordi Binefa
Curs TTNCat sobre TTSv3
Overview
End devices
Live data
Payload formatters
Integrations
Collaborators
API keys
General settings
Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3
Curs TTNCat sobre TTSv3
ID: curs-tts-ttncat
No recent activity
0 End devices
1 Collaborator
0 API keys
General information
Application ID
curs-tts-ttncat
Created at
Oct 17, 2022 15:31:28
Last updated at
Oct 17, 2022 15:31:28
Live data
See all activity →
15:31:28 curs-tts-t… Create application
End devices (0)
Search
Import end devices
+ Add end device

Alta OTAA (2)

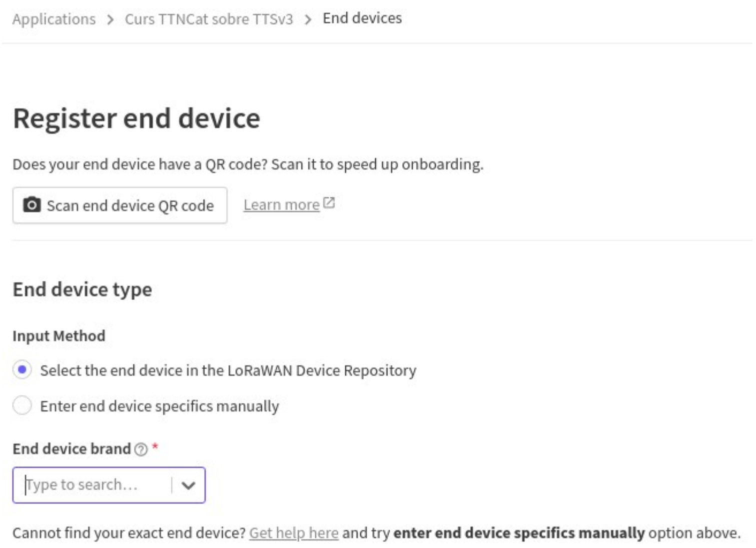


Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3
Curs TTNCat sobre TTSv3
ID: curs-tts-ttncat
No recent activity
0 End devices
1 Collaborator
0 API keys
General information
Application ID
curs-tts-ttncat
Created at
Oct 17, 2022 15:31:28
Last updated at
Oct 17, 2022 15:31:28
Live data
See all activity →
15:31:28 curs-tts-t… Create application

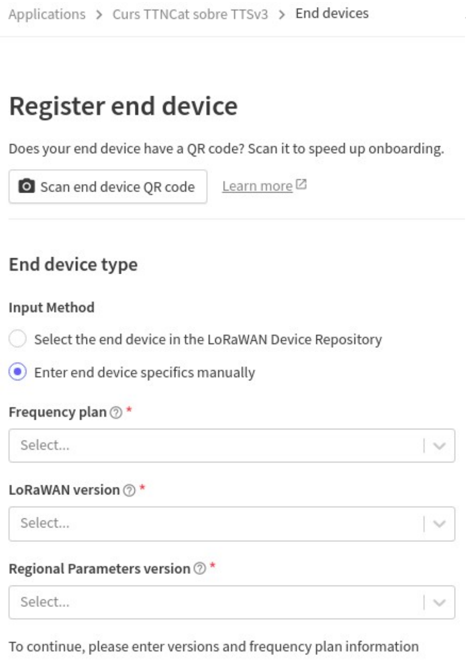
Alta OTAA (3)



Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
End devices (0)
Search
Import end devices
+ Add end device
ID
Name
DevEUI
JoinEUI
Last activity
No items found



Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
Register end device
Does your end device have a QR code? Scan it to speed up onboarding.
Scan end device QR code
Learn more
End device type
Input Method
Select the end device in the LoRaWAN Device Repository
Enter end device specifics manually
End device brand *
Type to search...
Cannot find your exact end device? Get help here and try enter end device specifics manually option above.



Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
Register end device
Does your end device have a QR code? Scan it to speed up onboarding.
Scan end device QR code
Learn more
End device type
Input Method
Select the end device in the LoRaWAN Device Repository
Enter end device specifics manually
Frequency plan *
Select...
LoRaWAN version *
Select...
Regional Parameters version *
Select...
To continue, please enter versions and frequency plan information

Alta OTAA (4)

Register end device

Does your end device have a QR code? Scan it to speed up onboarding.

Scan end device QR code

Learn more

End device type

Input Method

- ○ Select the end device in the LoRaWAN Device Repository
- ● Enter end device specifics manually

Frequency plan *

Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommended)

LoRaWAN version *

LoRaWAN Specification 1.0.2

Regional Parameters version *

RP001 Regional Parameters 1.0.2

Show advanced activation, LoRaWAN class and cluster settings

● Enter end device specifics manually

Frequency plan *

Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommended)

LoRaWAN version *

LoRaWAN Specification 1.0.2

Regional Parameters version *

RP001 Regional Parameters 1.0.2

Show advanced activation, LoRaWAN class and cluster settings

Activation mode *

- ● Over the air activation (OTAA)
- ○ Activation by personalization (ABP)
- ○ Define multicast group (ABP & Multicast)

Additional LoRaWAN class capabilities

None (class A only)

Network defaults

- [x] Use network's default MAC settings

Cluster settings

- [ ] Skip registration on Join Server

Alta OTAA (5)

Show advanced activation, LoRaWAN class and cluster settings ^

Activation mode ⓘ *

- (•) Over the air activation (OTAA)
- ( ) Activation by personalization (ABP)
- ( ) Define multicast group (ABP & Multicast)

Additional LoRaWAN class capabilities ⓘ

None (class A only)

Network defaults ⓘ

- [x] Use network's default MAC settings

Cluster settings ⓘ

- [ ] Skip registration on Join Server

Provisioning information

JoinEUI ⓘ *

81 1A DE CA 75 00 00 01 | Confirm

To continue, please enter the JoinEUI of the end device so we can determine onboarding options

Provisioning information

JoinEUI ⓘ *

81 1A DE CA 75 00 00 01 | Reset

This end device can be registered on the network

DevEUI ⓘ *

70 B3 D5 7E D0 05 68 B7 | Generate | 1/50 used

AppKey ⓘ *

56 3B EC E8 F1 94 65 9D 9F 94 7C 4E 40 69 FF 3E | Generate

End device ID ⓘ *

ttncat-otaa-01

This value is automatically prefilled using the DevEUI

After registration

- (•) View registered end device
- ( ) Register another end device of this type

Register end device

Alta OTAA (6)

Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices > ttncat-otaa-01

ttncat-otaa-01

ID: ttncat-otaa-01

↑ n/a ↓ n/a • No activity yet

Overview | Live data | Messaging | Location | Payload formatters | Claiming | General settings

General information

End device ID	ttncat-otaa-01
Frequency plan	Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recom…
LoRaWAN version	LoRaWAN Specification 1.0.2
Regional Parameters version	RP001 Regional Parameters 1.0.2
Created at	Oct 17, 2022 15:40:18

Activation information

AppEUI	81 1A DE CA 75 00 00 01
DevEUI	70 B3 D5 7E D0 05 68 B7
AppKey	•• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• ••

Session information

This device has not joined the network yet

• Live data

See all activity →

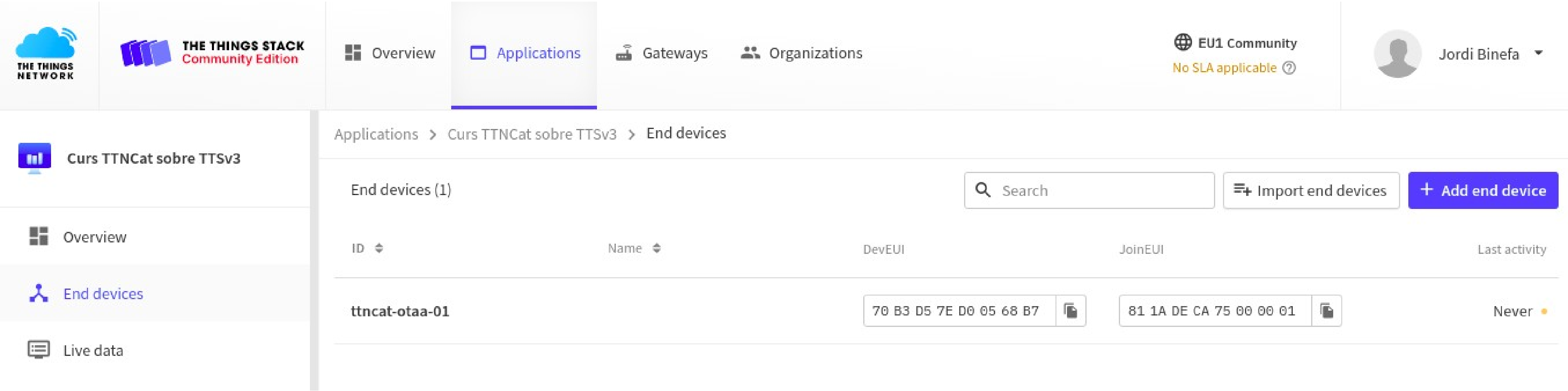
15:41:33 Update end device ["locations"]

15:40:18 Create end device

Location

Change location settings →

Alta OTAA (7)


THE THINGS NETWORK
THE THINGS STACK
Community Edition
Overview
Applications
Gateways
Organizations
EU1 Community
No SLA applicable
Jordi Binefa
Curs TTNCat sobre TTSv3
Overview
End devices
Live data
Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
End devices (1)
Search
Import end devices
+ Add end device
ID
Name
DevEUI
JoinEUI
Last activity
ttncat-otaa-01
70 B3 D5 7E D0 05 68 B7
81 1A DE CA 75 00 00 01
Never

Alta OTAA (8)

Viladecans

ttncat-otaa-01

ID: ttncat-otaa-01

↑ n/a ↓ n/a • No activity yet

Overview | Live data | Messaging | Location | Payload formatters | Claiming | General

General information

End device ID	ttncat-otaa-01
Frequency plan	Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommen…
LoRaWAN version	LoRaWAN Specification 1.0.2
Regional Parameters version	RP001 Regional Parameters 1.0.2
Created at	Oct 17, 2022 15:40:18

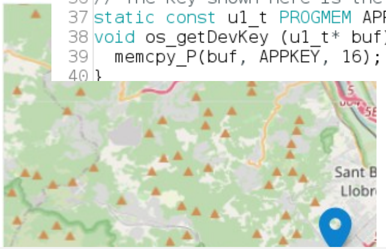
Activation information

AppEUI	0x01, 0x00, 0x00, 0x75, 0xCA, 0x… lsb
DevEUI	0xB7, 0x68, 0x05, 0xD0, 0x7E, 0x… lsb
AppKey	0x56, 0x3B, 0xEC, 0xE8, 0xF… msb

Session information

• Live

Locati



IoT-02-23_ttn-otaa_3_int_bme280_01 | Arduino 1.8.15

Fitxer Edita Esbós Eines Ajuda

IoT-02-23_ttn-otaa_3_int_bme280_01 | IoT-02_bme280.cpp | IoT-02_bme280.h | IoT-02_common.cpp | IoT-02_common.h

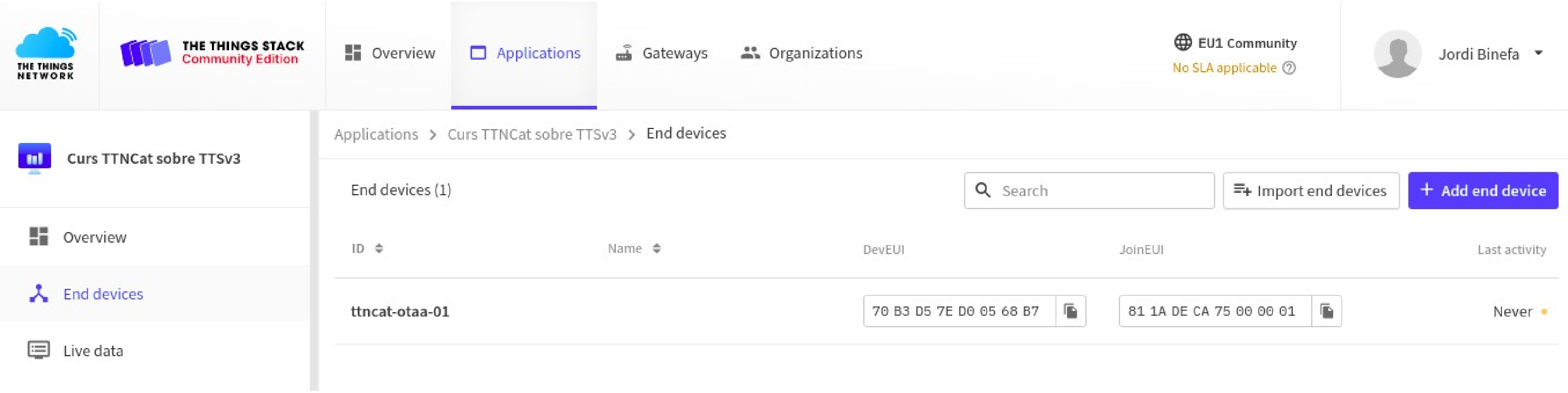
```
SSD1306  display(0x3c, I2C_SDA, I2C_SCL);

float fT,fP,fRH;

// This EUI must be in little-endian format, so least-significant-byte
// first. When copying an EUI from ttnctl output, this means to reverse
// the bytes. For TTN issued EUIs the last bytes should be 0xD5, 0xB3,
// 0x70.
static const u1_t PROGMEM APPEUI[8] = { 0x01, 0x00, 0x00, 0x75, 0xCA, 0xDE, 0x1A, 0x81 };
void os_getArtEui (u1_t* buf) {
  memcpy_P(buf, APPEUI, 8);
}

// This should also be in little endian format, see above.
static const u1_t PROGMEM DEVEUI[8] = { 0xB7, 0x68, 0x05, 0xD0, 0x7E, 0xD5, 0xB3, 0x70 };
void os_getDevEui (u1_t* buf) {
  memcpy_P(buf, DEVEUI, 8);
}

// This key should be in big endian format (or, since it is not really a
// number but a block of memory, endianness does not really apply). In
// practice, a key taken from ttnctl can be copied as-is.
// The key shown here is the semtech default key.
static const u1_t PROGMEM APPKEY[16] = { 0x56, 0x3B, 0xEC, 0xE8, 0xF1, 0x94, 0x65, 0x9D, 0x9F, 0x94,
void os_getDevKey (u1_t* buf) {
  memcpy_P(buf, APPKEY, 16);
}
```

↑ 00:30:23 Forward uplink data message DevAddr: 26 0B 4E A8 Payload: { humitatRelativa: 53.67, pressio: 1024.97, temperatura: 24.95 } 00 00 09 BF 00 01 90 61 … FPort: 1 Data

Biblioteques (libraries 20220219.zip <- 517,2 MB)

Alta de dispositius ABP

Alta ABP (1)


THE THINGS NETWORK
THE THINGS STACK
Community Edition
Overview
Applications
Gateways
Organizations
EU1 Community
No SLA applicable
Jordi Binefa
Curs TTNCat sobre TTSv3
Overview
End devices
Live data
Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
End devices (1)
Search
Import end devices
+ Add end device
ID
Name
DevEUI
JoinEUI
Last activity
ttncat-otaa-01
70 B3 D5 7E D0 05 68 B7
81 1A DE CA 75 00 00 01
Never

Alta ABP (2)

Select the end device in the LoRaWAN Device Repository

Enter end device specifics manually

Frequency plan *

Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommended)

LoRaWAN version *

LoRaWAN Specification 1.0.2

Regional Parameters version *

RP001 Regional Parameters 1.0.2

Show advanced activation, LoRaWAN class and cluster settings

Activation mode *

Over the air activation (OTAA)

Activation by personalization (ABP)

Define multicast group (ABP & Multicast)

Additional LoRaWAN class capabilities

None (class A only)

Network defaults

Use network's default MAC settings

Cluster settings

Activation by personalization (ABP)

Define multicast group (ABP & Multicast)

Additional LoRaWAN class capabilities

None (class A only)

Network defaults

Use network's default MAC settings

Cluster settings

Skip registration on Join Server

Provisioning information

JoinEUI *

81 1A DE CA 75 00 00 01 Reset

This end device can be registered on the network

DevEUI

70 B3 D5 7E D0 05 68 BA Generate 2/50 used

Device address *

26 0B 36 23 Generate

AppSKey *

CF 51 A9 83 50 E0 95 9D 9A 1F 48 93 58 81 56 5B Generate

Alta ABP (3)

Viladecans

Provisioning information

JoinEUI ⓘ *

81 1A DE CA 75 00 00 01 | Reset

This end device can be registered on the network

DevEUI ⓘ

70 B3 D5 7E D0 05 68 BA | Generate | 2/50 used

Device address ⓘ *

26 0B 36 23 | Generate

AppSKey ⓘ *

CF 51 A9 83 50 E0 95 9D 9A 1F 48 93 58 81 56 5B | Generate

NwkSKey ⓘ *

55 8B 45 49 12 BA AA 15 BA 21 57 4A 3C E4 B3 74 | Generate

End device ID ⓘ *

ttncat-abp-01

This value is automatically prefilled using the DevEUI

After registration

- (●) View registered end device
- ( ) Register another end device of this type

Alta ABP (4)

Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices > ttncat-abp-01

ttncat-abp-01

ID: ttncat-abp-01

↑ n/a ↓ n/a • No activity yet

Overview | Live data | Messaging | Location | Payload formatters | General settings

General information

End device ID	ttncat-abp-01
Frequency plan	Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recom…
LoRaWAN version	LoRaWAN Specification 1.0.2
Regional Parameters version	RP001 Regional Parameters 1.0.2
Created at	Oct 17, 2022 15:46:59

Activation information

AppEUI	81 1A DE CA 75 00 00 01
DevEUI	70 B3 D5 7E D0 05 68 BA

Session information

Session start	Oct 17, 2022 15:46:59
Device address	26 0B 36 23
NwkSKey	•• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• ••

• Live data

See all activity →

15:47:23 Update end device ["locations"]

15:46:59 Create end device DevAddr: 26 0B 36 23

Location

Change location settings →

Alta ABP (5)

Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices > ttncat-abp-01 > General settings

ttncat-abp-01
ID: ttncat-abp-01

↑ n/a ↓ n/a • No activity yet

Overview | Live data | Messaging | Location | Payload formatters | General settings

Basic

Description, cluster information and metadata

Collapse

End device ID *
ttncat-abp-01

AppEUI *
81 1A DE CA 75 00 00 01

DevEUI *
70 B3 D5 7E D0 05 68 BA

End device name
My new end device

End device description

Optional end device description; can also be used to save notes about the end device

organization

Save changes | Delete end device

Network layer

LoRaWAN network-layer settings, behavior and session

Collapse

Frequency plan *
Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommended)

LoRaWAN version *
LoRaWAN Specification 1.0.2

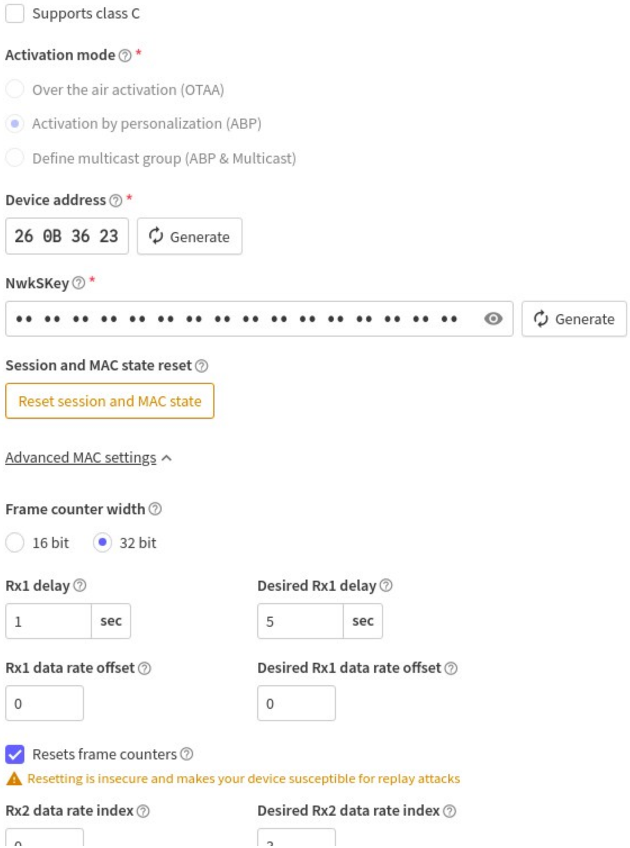
Regional Parameters version *
RP001 Regional Parameters 1.0.2

LoRaWAN class capabilities
- [ ] Supports class B
- [ ] Supports class C

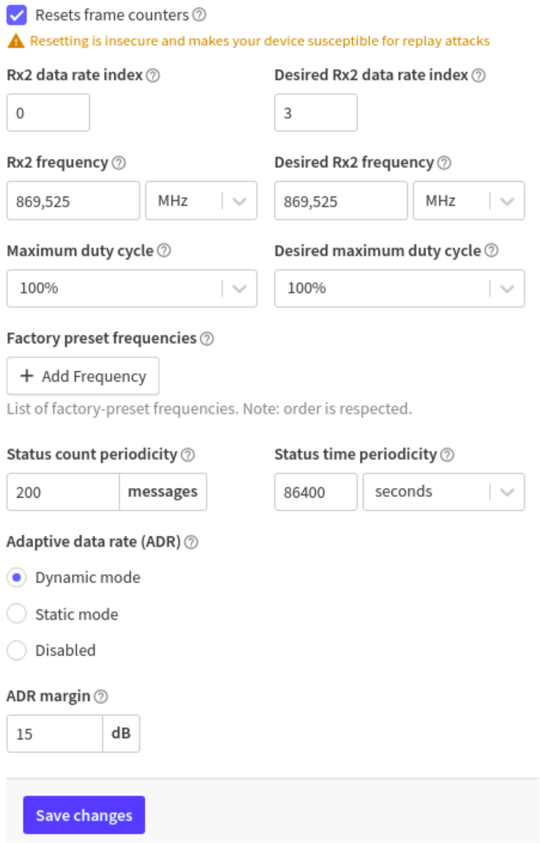
Activation mode *
- ( ) Over the air activation (OTAA)
- (•) Activation by personalization (ABP)
- ( ) Define multicast group (ABP & Multicast)

Device address *
26 0B 36 23 | Generate

Alta ABP (6)

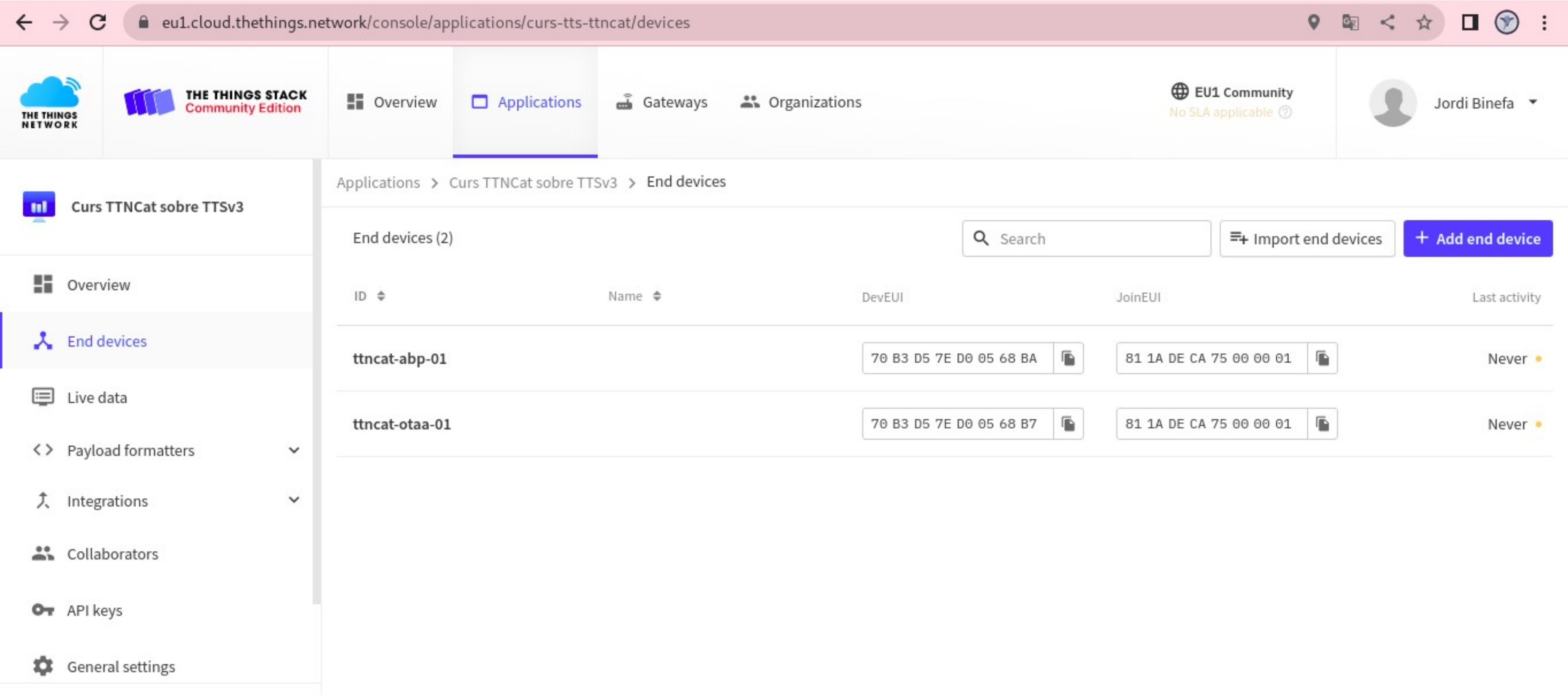


Supports class C
Activation mode ? *
Over the air activation (OTAA)
Activation by personalization (ABP)
Define multicast group (ABP & Multicast)
Device address ? *
26 0B 36 23
Generate
NwkSKey ? *
•• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• •• ••
Generate
Session and MAC state reset ?
Reset session and MAC state
Advanced MAC settings
Frame counter width ?
16 bit
32 bit
Rx1 delay ?
1
sec
Desired Rx1 delay ?
5
sec
Rx1 data rate offset ?
0
Desired Rx1 data rate offset ?
0
Resets frame counters ?
Resetting is insecure and makes your device susceptible for replay attacks
Rx2 data rate index ?
Desired Rx2 data rate index ?

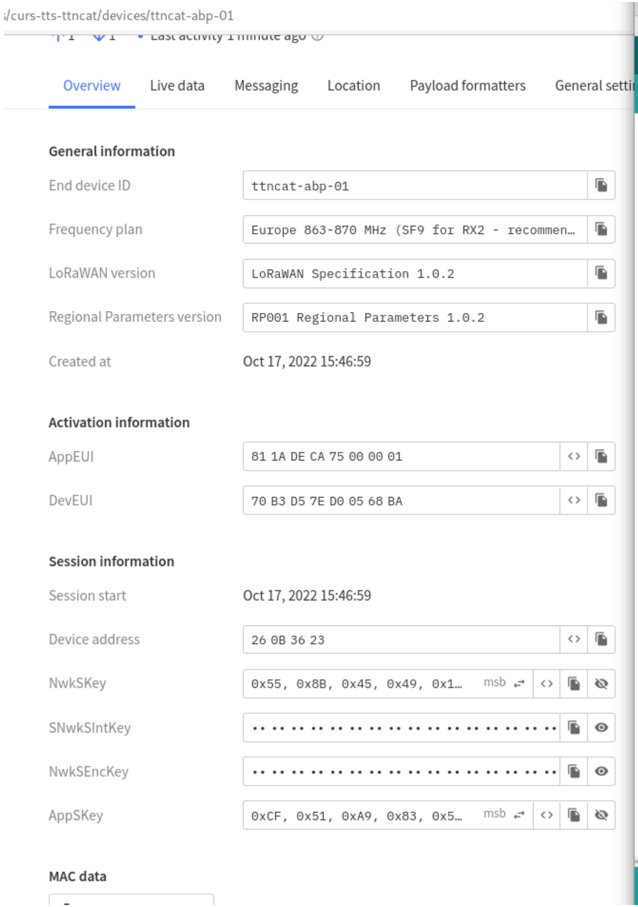


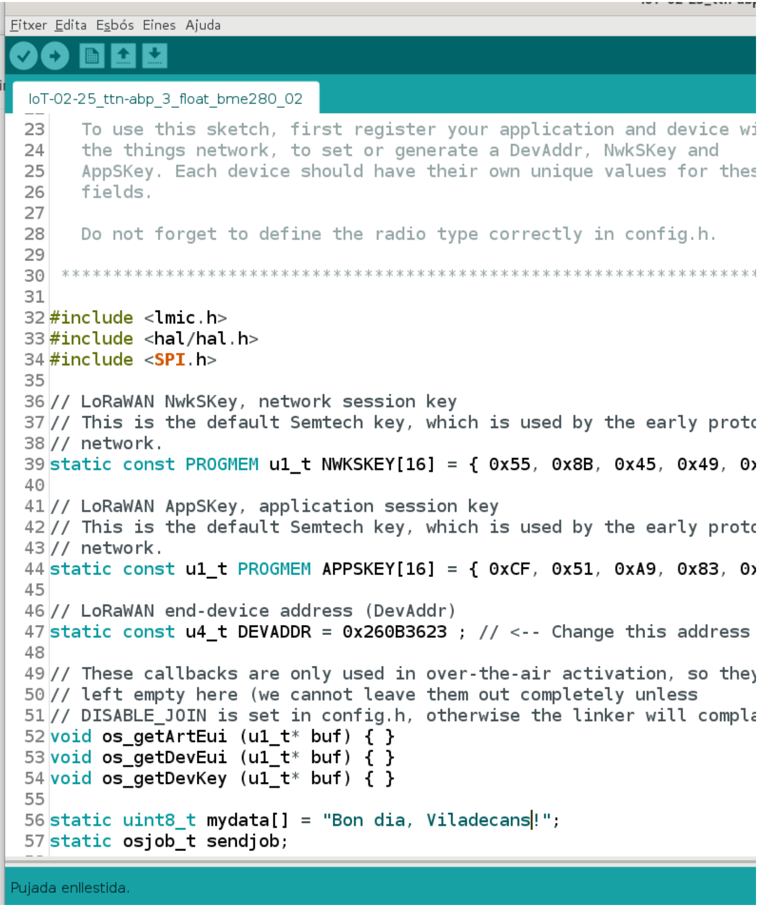
Resets frame counters ?
Resetting is insecure and makes your device susceptible for replay attacks
Rx2 data rate index ?
0
Desired Rx2 data rate index ?
3
Rx2 frequency ?
869,525
MHz
Desired Rx2 frequency ?
869,525
MHz
Maximum duty cycle ?
100%
Desired maximum duty cycle ?
100%
Factory preset frequencies ?
+ Add Frequency
List of factory-preset frequencies. Note: order is respected.
Status count periodicity ?
200
messages
Status time periodicity ?
86400
seconds
Adaptive data rate (ADR) ?
Dynamic mode
Static mode
Disabled
ADR margin ?
15
dB
Save changes

Alta ABP (7)


eu1.cloud.thethings.network/console/applications/curs-tts-ttncat/devices
THE THINGS NETWORK
THE THINGS STACK
Community Edition
Overview
Applications
Gateways
Organizations
EU1 Community
No SLA applicable
Jordi Binefa
Curs TTNCat sobre TTSv3
Overview
End devices
Live data
Payload formatters
Integrations
Collaborators
API keys
General settings
Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > End devices
End devices (2)
Search
Import end devices
+ Add end device
ID
Name
DevEUI
JoinEUI
Last activity
ttncat-abp-01
70 B3 D5 7E D0 05 68 BA
81 1A DE CA 75 00 00 01
Never
ttncat-otaa-01
70 B3 D5 7E D0 05 68 B7
81 1A DE CA 75 00 00 01
Never

Alta ABP (Arduino IDE)





Seqüència per passar a mode programació a la placa IoT-02:

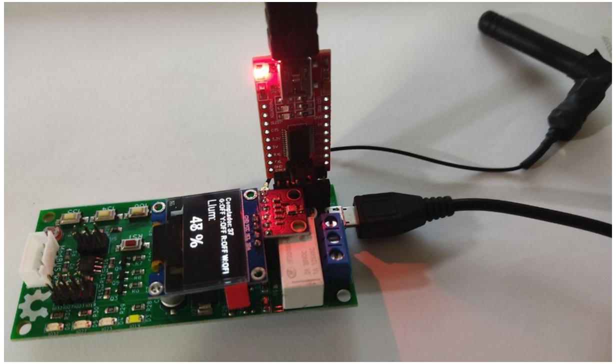
Viladecans

* Premeu el botó vermell (***RST***)

* Premeu el botó blanc ***IO0***

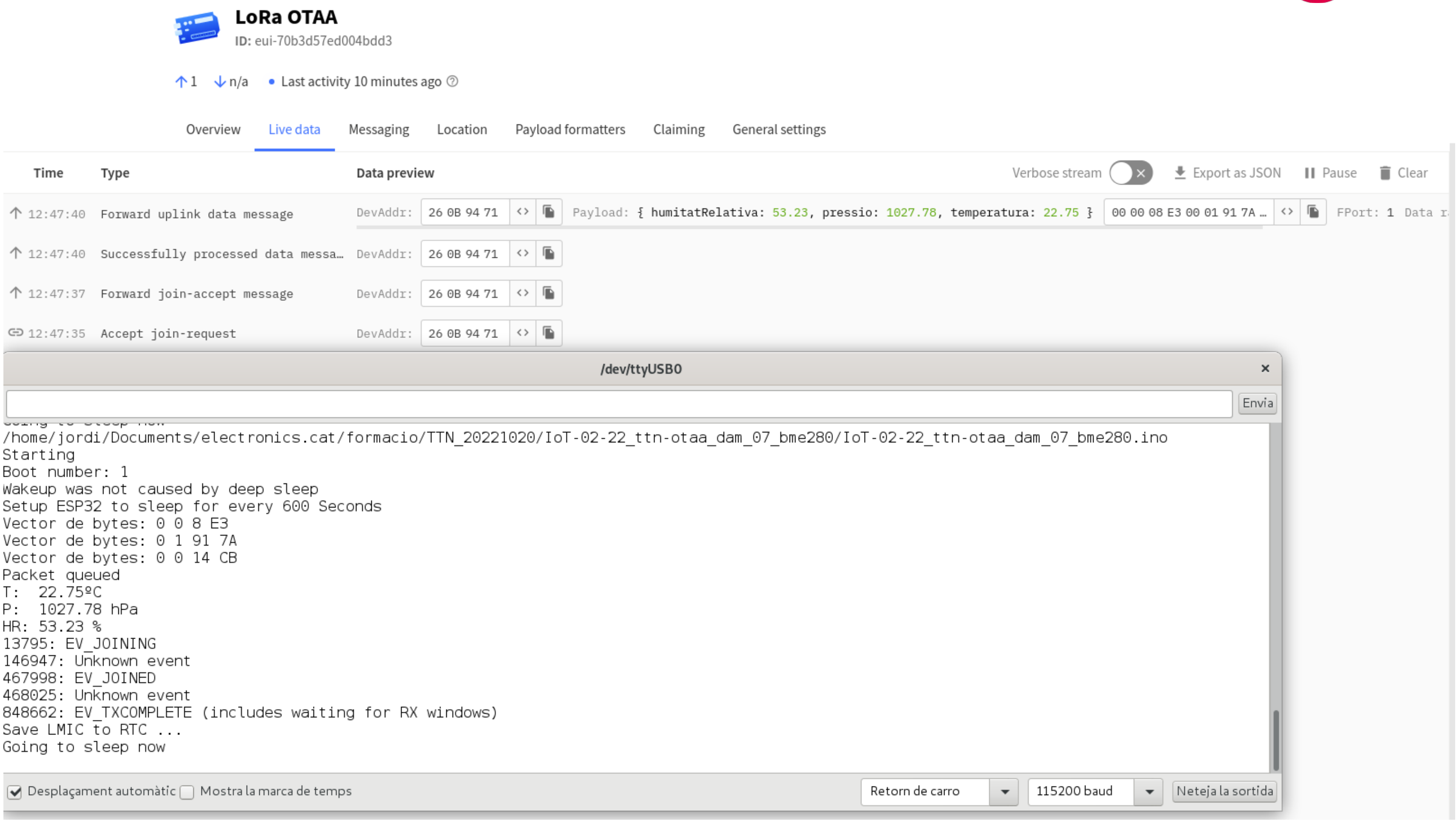
* Deixeu de prémer el botó vermell (***RST***)

* Deixeu de prémer el botó blanc ***IO0***

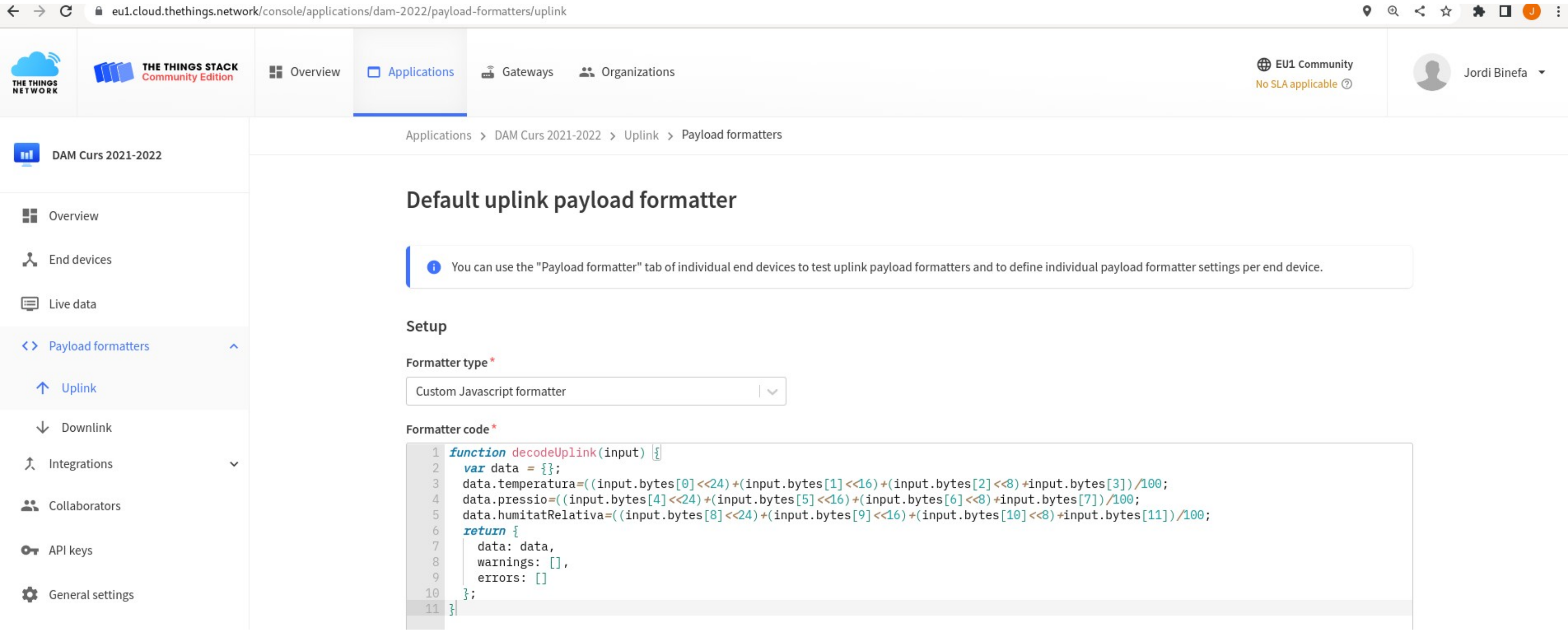


Formatador de dades rebudes 1

Viladecans



Formatador de dades rebudes 2



Formatador de dades rebudes 3

Viladecans

Formatter type *

Custom Javascript formatter

Formatter code *

```
function decodeUplink(input) {
  var data = {};
  data.temperatura=((input.bytes[0]<<24)+(input.bytes[1]<<16)+(input.bytes[2]<<8)+input.bytes[3])/100;
  data.pressio=((input.bytes[4]<<24)+(input.bytes[5]<<16)+(input.bytes[6]<<8)+input.bytes[7])/100;
  data.humitatRelativa=((input.bytes[8]<<24)+(input.bytes[9]<<16)+(input.bytes[10]<<8)+input.bytes[11])/100;
  return {
    data: data,
    warnings: [],
    errors: []
  };
}
```

Formatador de dades rebudes 4

arjanvanb Arjan — 3 ✎ ↪ arjanvanb — Jan '17

When sending 3 bytes, we're basically not sending the 4th byte of each integer, which should be `0xFF` for negative numbers. Like for New York (40.712784, -74.005941, which would be sent as integers 407127 and -740059) we would send:

- For LSB: `0x573606 25B5F4` instead of `0x57360600 25B5F4FF` (Least Significant Bit/Byte first 16, to match @JohanAdriaans' encoding example above).
- For MSB: `0x063657 F4B525` instead of `0x00063657 FFF4B525`.

When decoding these 6 bytes back into two 32 bits signed integers, we need to compute the missing 4th and 8th bytes ourselves, to make JavaScript properly convert the negative values for us. Those bytes should be `0xFF` if the most significant bytes have their "high bit" set, which is called "sign extending 13":

```
// LSB, Least Significant Bit/Byte first
// Sign-extend the 3rd and 6th bytes into a 4th and 8th byte:
lat = (b[0] | b[1]<<8 | b[2]<<16 | (b[2] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0)) / 10000;
lng = (b[3] | b[4]<<8 | b[5]<<16 | (b[5] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0)) / 10000;
```

```
// MSB, Most Significant Bit/Byte first
// Sign-extend the 1st and 4th bytes into leading bytes:
lat = ((b[0] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0) | b[0]<<16 | b[1]<<8 | b[2]) / 10000;
lng = ((b[3] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0) | b[3]<<16 | b[4]<<8 | b[5]) / 10000;
```

Alternatively, shift the most significant byte 8 bits too far to the left, and then shift it back, which will do the sign extension on the fly, as the bitwise operator >> is the sign-propagating right shift 9:

```
lat = (b[0]<<24>>8 | b[1]<<8 | b[2]) / 10000;
lng = (b[3]<<24>>8 | b[4]<<8 | b[5]) / 10000;
```

Meanwhile, for the new production environment, payload functions should also include the function name, `Decoder`. So, to support 6 byte coordinates with possible negative values:

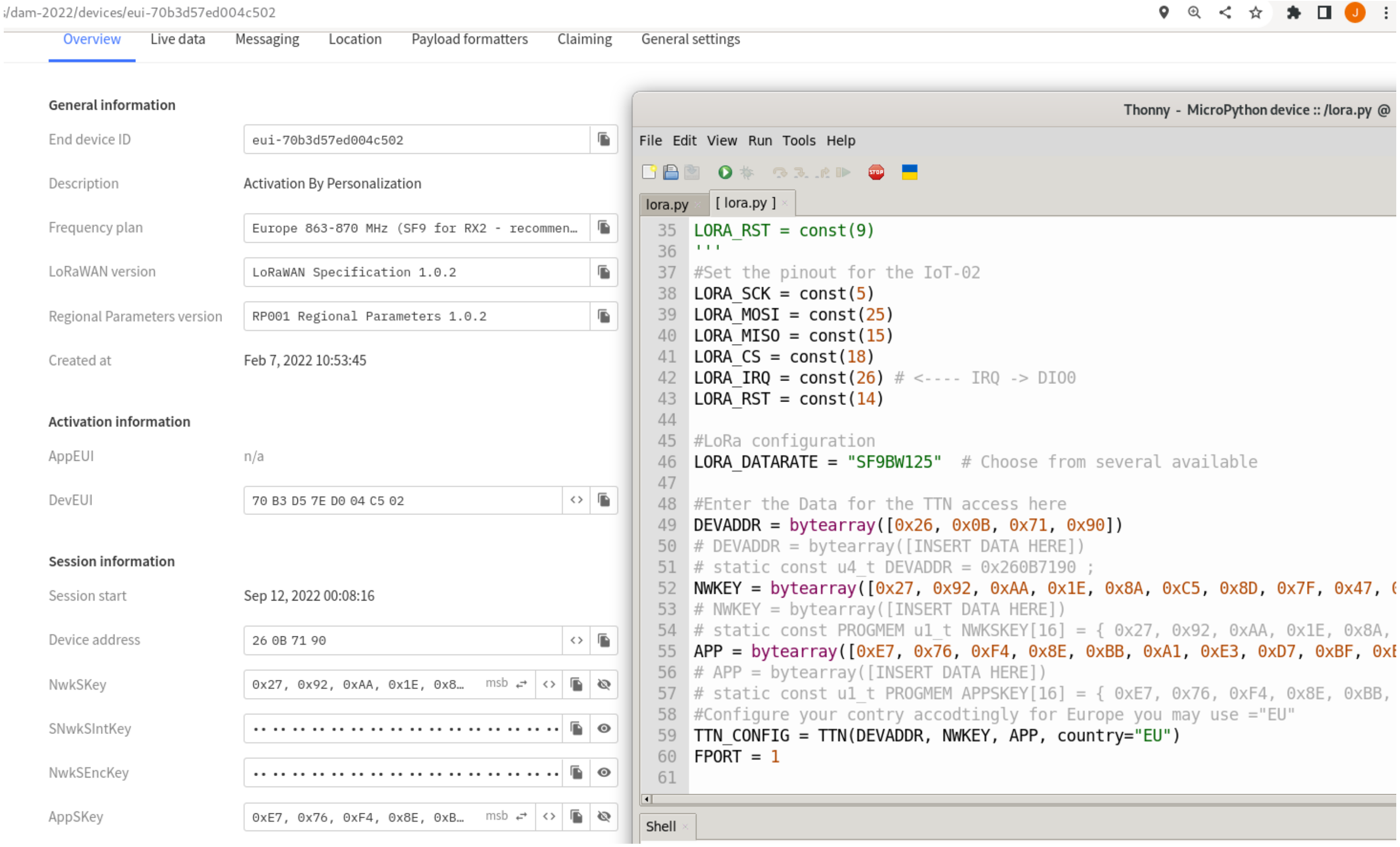
```
function Decoder(b, port) {

  // Amsterdam: 52.3731, 4.8924 = MSB 07FDD3 00BF1C, LSB D3FD07 1CBF00
  // La Paz: -16.4896, -68.1192 = MSB FD7BE0 F59B18, LSB E07BFD 189BF5
  // New York: 40.7127, -74.0059 = MSB 063657 F4B525, LSB 573606 25B5F4
  // Sidney: -33.8688, 151.2092 = MSB FAD500 17129C, LSB 00D5FA 9C1217

  // LSB, Least Significant Bit/Byte first! Your node likely sends MSB inste

  // Sign-extend the 3rd and 6th bytes into a 4th and 8th byte:
  var lat = (b[0] | b[1]<<8 | b[2]<<16 | (b[2] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0)) / 100
  var lng = (b[3] | b[4]<<8 | b[5]<<16 | (b[5] & 0x80 ? 0xFF<<24 : 0)) / 100

  return {
    location: {
      lat: lat,
      lng: lng
    },
    love: "TTN payload functions"
  };
}
```

Alternatively, as coordinates in decimal degrees are -90…+90 for latitude, and -180…+180 for longitude: one could add 90 to the latitude and 180 to the longitude before sending, then send the positive values, and reverse that in the payload function.

And life can be made easy using libraries such as https://github.com/thesolarnomad/lora-serialization 161 (though that one does not support 3 byte coordinates).

Alta ABP (Thonny)

Viladecans



Instal·lant MicroPython a la placa IoT-02

Cal tenir instal·lat el Python al vostre sistema

```
pip install esptool
```

```
esptool.py --port /dev/ttyUSB0 erase_flash
```

Poseu la placa IoT-02 en mode de programació

*Premeu el botó vermell (***RST***)
* Premeu el botó blanc ***IO0***
* Deixeu de prémer el botó vermell (***RST***)
* Deixeu de prémer el botó blanc ***IO0***

```
esptool.py --chip esp32 --port /dev/ttyUSB0 write_flash -z 0x1000 esp32-ota-20220618-v1.19.1.bin
```

Explicació a la pàgina oficial de MicroPython

Gestió de fitxers a un dispositiu amb MicroPython

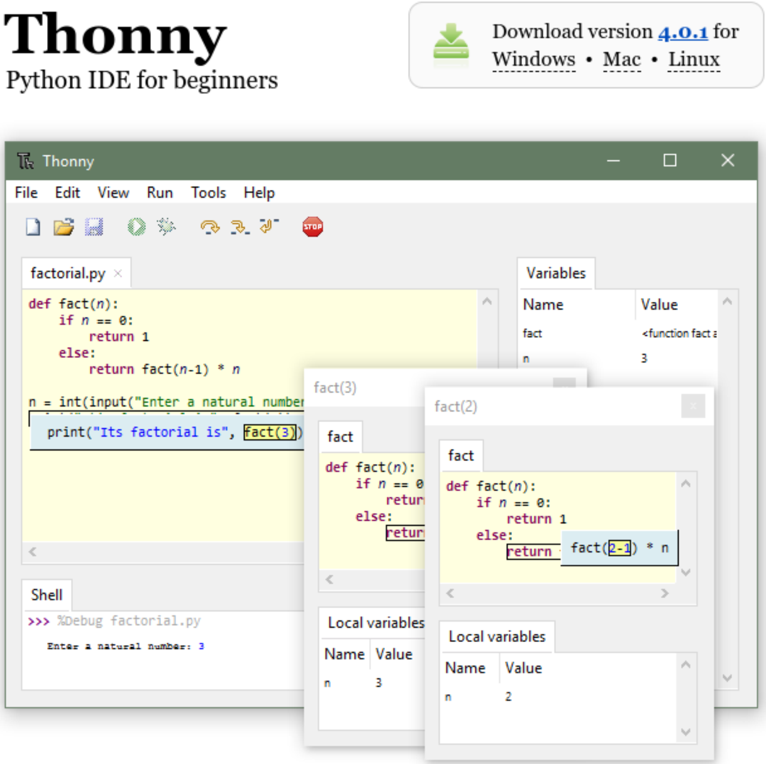
```
pip install adafruit-ampy

ampy --help

ampy --port /serial/port run test.py

ampy --port /serial/port put test.py

ampy --port /serial/port put /directori/altre_test.py

ampy --port /serial/port get main.py

ampy --port /serial/port get boot.py placa_boot.py

ampy --port /serial/port mkdir nom_directori

ampy --port /serial/port mkdir /nom_directori/subdirectori

ampy --port /serial/port ls

ampy --port /serial/port rm fitxer.py

ampy --port /serial/port rmdir /ruta/absoluta
```

MicroPython Basics: Load Files & Run Code
feta per Adafruit Industries

Gestió de fitxers a un dispositiu amb MicroPython

```
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ls -ls
total 80
12 -rw-r--r-- 1 jordi jordi 10044 21 ag. 20:08 BME280.py
 4 -rw-r--r-- 1 jordi jordi   196 11 set. 22:55 boot.py
 4 -rw-r--r-- 1 jordi jordi  3982 18 oct. 14:01 lora.py
 4 -rw-r--r-- 1 jordi jordi    40 11 set. 22:55 main.py
 8 -rw-r--r-- 1 jordi jordi  5494 21 ag. 20:09 ssd1306.py
 4 -rw-rw-r-- 1 jordi jordi  1656 29 juny 10:31 ttn_as.py
 4 -rw-rw-r-- 1 jordi jordi  1658 29 juny 10:31 ttn_au.py
 4 -rw-r--r-- 1 jordi jordi  1658 11 set. 22:55 ttn_eu.py
 4 -rw-rw-r-- 1 jordi jordi  1659 29 juny 10:31 ttn_usa.py
16 -rw-r--r-- 1 jordi jordi 14160 11 set. 22:56 ulora_encryption.py
16 -rw-r--r-- 1 jordi jordi 12536 11 set. 22:56 ulora.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put BME280.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put boot.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put lora.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put main.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ssd1306.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ttn_as.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ttn_au.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ttn_eu.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ttn_usa.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ulora_encryption.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put ulora.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ ampy --port /dev/ttyUSB0 ls
/BME280.py
/boot.py
/lora.py
/main.py
/ssd1306.py
/ttn_as.py
/ttn_au.py
/ttn_eu.py
/ttn_usa.py
/ulora.py
/ulora_encryption.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_01$ cd ../prj_lora_abp_02
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_02$ ampy --port /dev/ttyUSB0 put lora.py
(base) jordi@ecat-XPS13:~/Documents/electronics.cat/formacio/TTN_20221020/codes/micropython/prj_lora_abp_02$
```

Gestió gràfica de fitxers a un dispositiu amb MicroPython



Annex

Tramesa de nombres reals

Tramesa de nombres reals

Viladecans

binefa.com/index.php/Transmissió_d%27un_número_real_de_tipus_IEEE-754_(4_bytes)_i_llur_recuperació_a_NodeRED

Pàgina | Discussió

Pàgina principal
Canvis recents
Pàgina a l'atzar
Ajuda de MediaWiki

Eines

Què hi enllaça
Canvis relacionats
Puja un fitxer
Pàgines especials
Versió per a impressora
Enllaç permanent
Informació de la pàgina
Cita aquesta pàgina

Transmissió d'un número real de tipus IEEE-754 (4 bytes) i llur recuperació a NodeRED

Contingut [amaga]

Transmissió d'un nombre real en format IEEE-754 [modifica]

Representació d'un nombre real (tipus *float* en C de 4 bytes) en format IEEE-754 [modifica]

IEEE Standard 754 Floating Point Numbers

How to convert decimal numbers from base ten to 32 bit single precision IEEE 754 binary floating point standard

Enllaç a un codificador / descodificador de nombres reals IEEE-754 (Codi a GitHub d'en Ray Toal)

IEEE 754 Decoder

Hexadecimal	C144CCCD
Binary	11000001010001001100110011001101
Exact Value	$-(1.10001001100110011001101)_2 \times 2^3$
Printed Decimal Value (may be approximate)	-12.300000190734863
Exact Decimal Value	-12.30000019073486328125

IEEE 754 Encoder

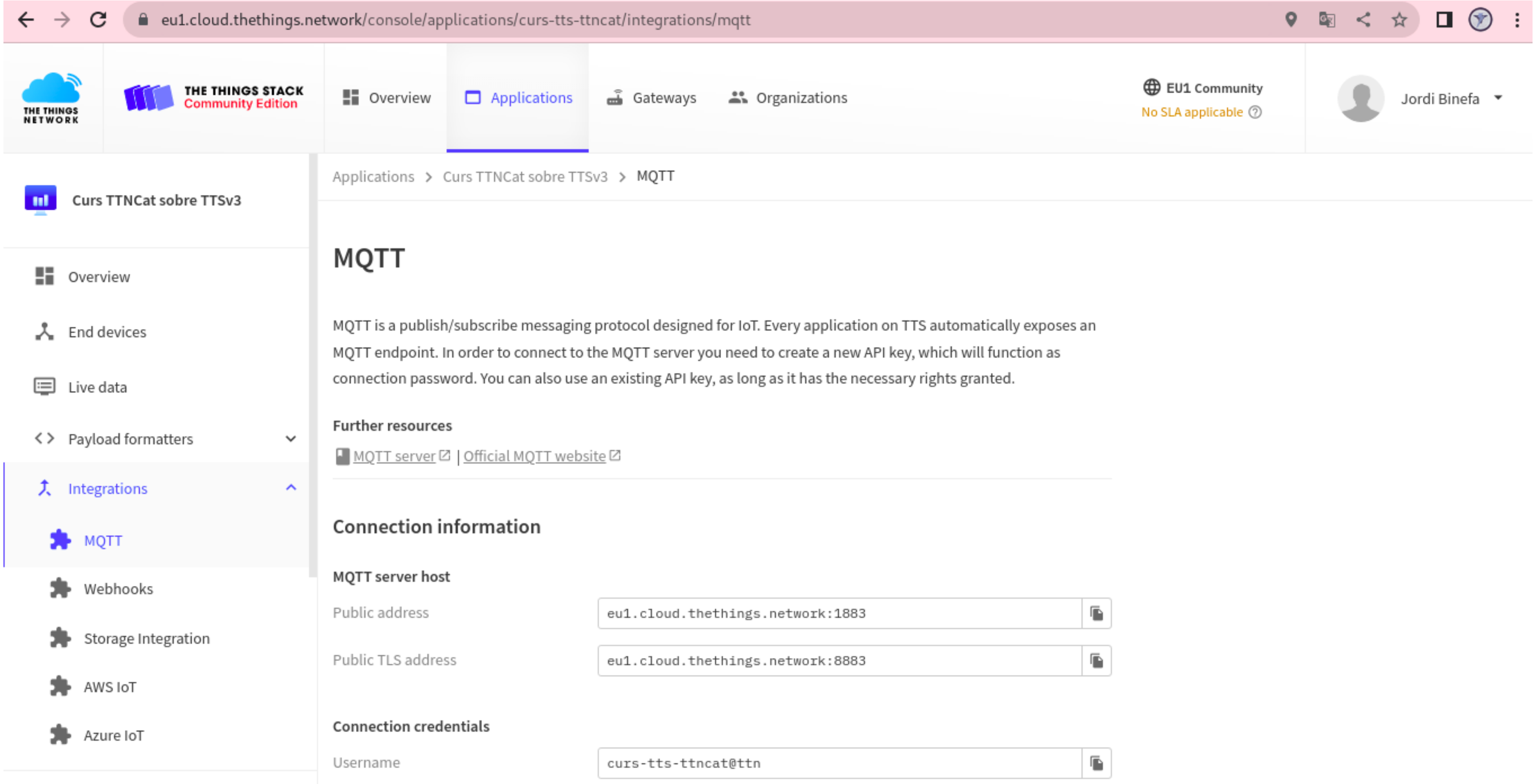
Decimal Value	-12.3
32-bit Hex	c144cccd
64-bit Hex	c02899999999999a
Printed Decimal Value (may be approximate)	-12.3

https://www.binefa.com/index.php/Fitxer:Ieee754.png

Transmissió d'un número real de tipus IEEE-754 (4 bytes) i llur recuperació a NodeRED

Connectivitat MQTT

Connectivitat MQTT (1)



Connectivitat MQTT (2)

Viladecans

Applications > Curs TTNCat sobre TTSv3 > MQTT

MQTT

MQTT is a publish/subscribe messaging protocol designed for IoT. Every application on TTS automatically exposes an MQTT endpoint. In order to connect to the MQTT server you need to create a new API key, which will function as connection password. You can also use an existing API key, as long as it has the necessary rights granted.

Further resources

MQTT server | Official MQTT website

Connection information

MQTT server host

Public address: `eu1.cloud.thethings.network:1883`

Public TLS address: `eu1.cloud.thethings.network:8883`

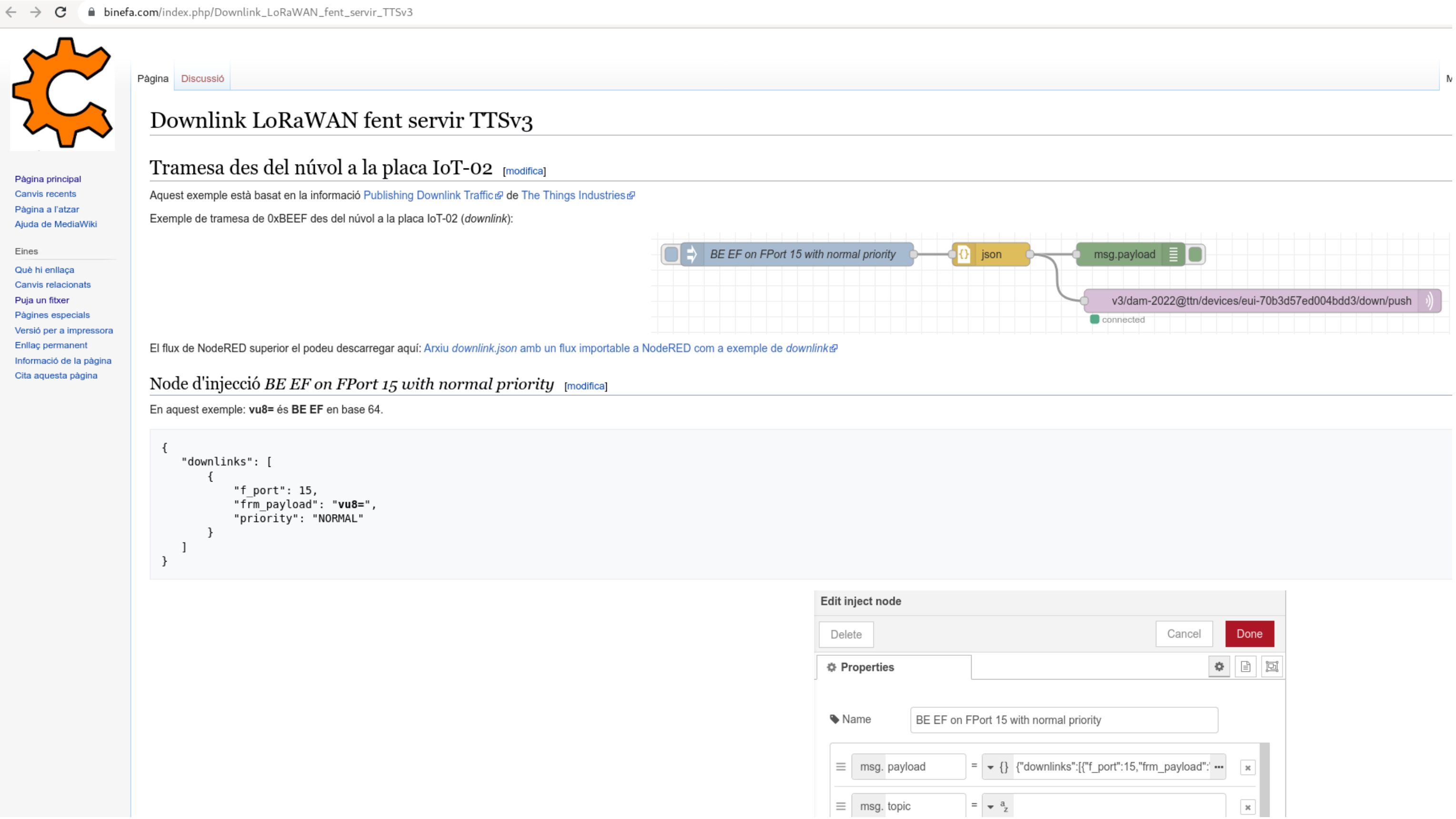
Connection credentials

Username: `curs-tts-ttncat@ttn`

Password: Generate new API key | Go to API keys

Downlinks a TTSv3

Downlink LoRaWAN TTSv3



binefa.com/index.php/Downlink_LoRaWAN_fent_servir_TTSv3

Pàgina Discussió

Pàgina principal
Canvis recents
Pàgina a l'atzar
Ajuda de MediaWiki

Eines
Què hi enllaça
Canvis relacionats
Puja un fitxer
Pàgines especials
Versió per a impressora
Enllaç permanent
Informació de la pàgina
Cita aquesta pàgina

Downlink LoRaWAN fent servir TTSv3

Tramesa des del núvol a la placa IoT-02 [modifica]

Aquest exemple està basat en la informació Publishing Downlink Traffic de The Things Industries

Exemple de tramesa de 0xBEEF des del núvol a la placa IoT-02 (*downlink*):

BE EF on FPort 15 with normal priority
json
msg.payload
v3/dam-2022@ttn/devices/eui-70b3d57ed004bdd3/down/push
connected

El flux de NodeRED superior el podeu descarregar aquí: Arxiu *downlink.json* amb un flux importable a NodeRED com a exemple de *downlink*

Node d'injecció *BE EF on FPort 15 with normal priority* [modifica]

En aquest exemple: **vu8=** és **BE EF** en base 64.

```
{
   "downlinks": [
       {
           "f_port": 15,
           "frm_payload": "vu8=",
           "priority": "NORMAL"
       }
   ]
}
```

Edit inject node
Delete Cancel Done
Properties
Name BE EF on FPort 15 with normal priority
msg. payload = {} {"downlinks":[{"f_port":15,"frm_payload":
msg. topic =

Downlink LoRaWAN fent servir TTSv3

MicroPython als dispositius PyCom

MicroPython a PyCom

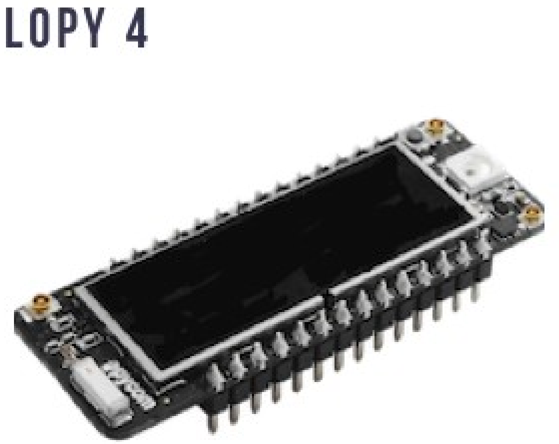
Viladecans

Programació de dispositius amb el MicroPython de PyCom:

* LoRaWAN amb ABP

* LoRaWAN amb OTAA

pycom



Alguns dispositius LoRaWAN en producció

Casos pràctics

- **Dispositius dissenyats a mida**

* Disseny d’un dispositiu lector de ModBus RTU / LoRaWAN

* Exemple de definició de trames personalitzades

- **Integració de dispositius comercials**

* Ús de les dades generades pels sensors LoRaWAN i arquitectura del sistema a Rubí

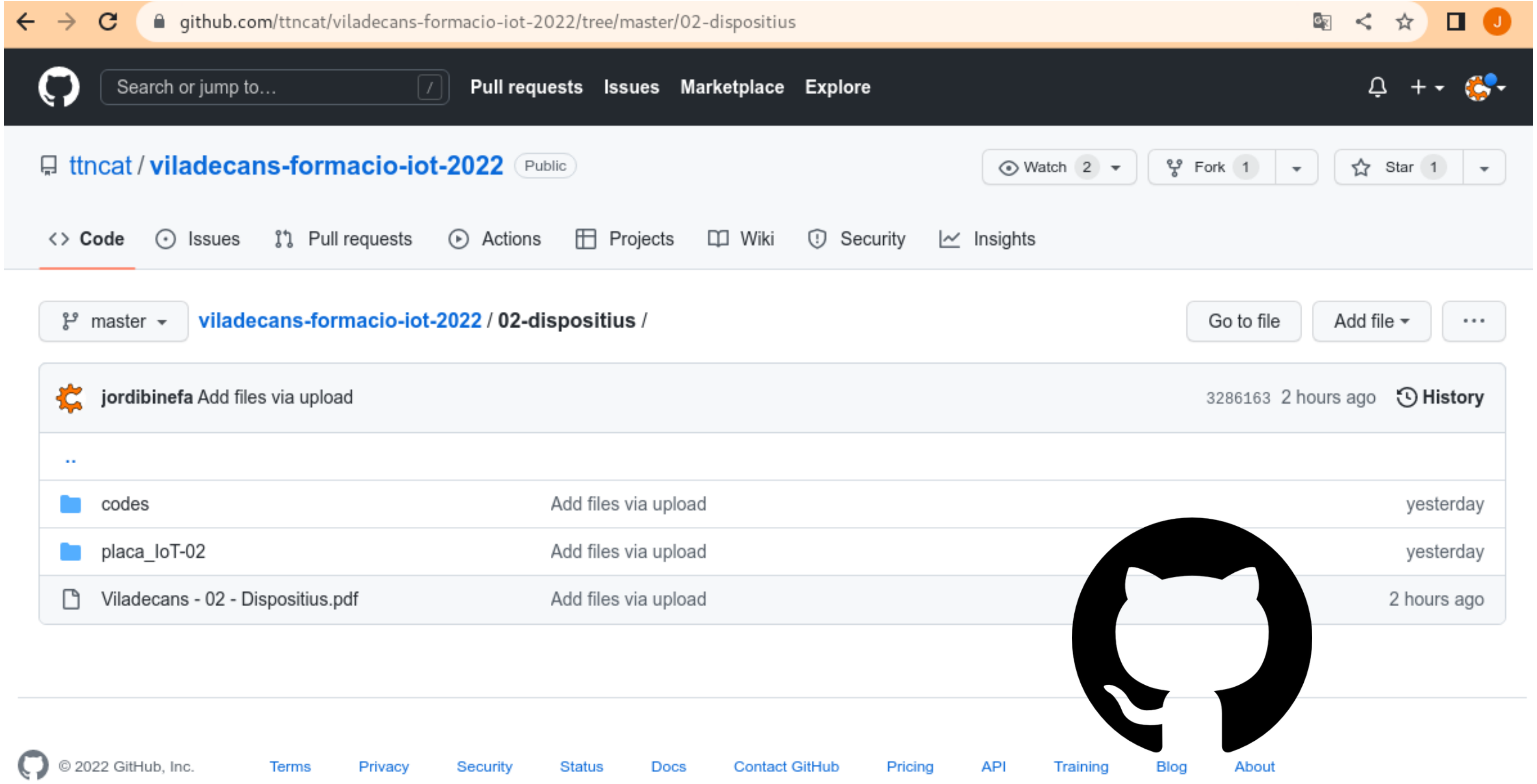
- **Xerrada / vídeo**

* Monitorització de la qualitat de l'aire mesurant CO_2 i VOC amb LoRa

Repositori d’aquest curs al GitHub

Repositori a GitHub

https://github.com/ttncat/viladecans-formacio-iot-2022/tree/master/02-dispositius



Viladecans

Moltes gràcies!