Optimización del Payload

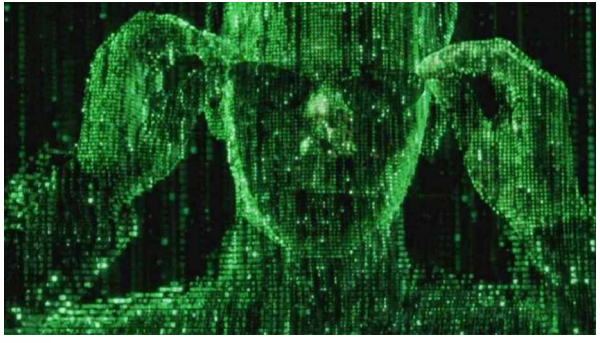
menos es más

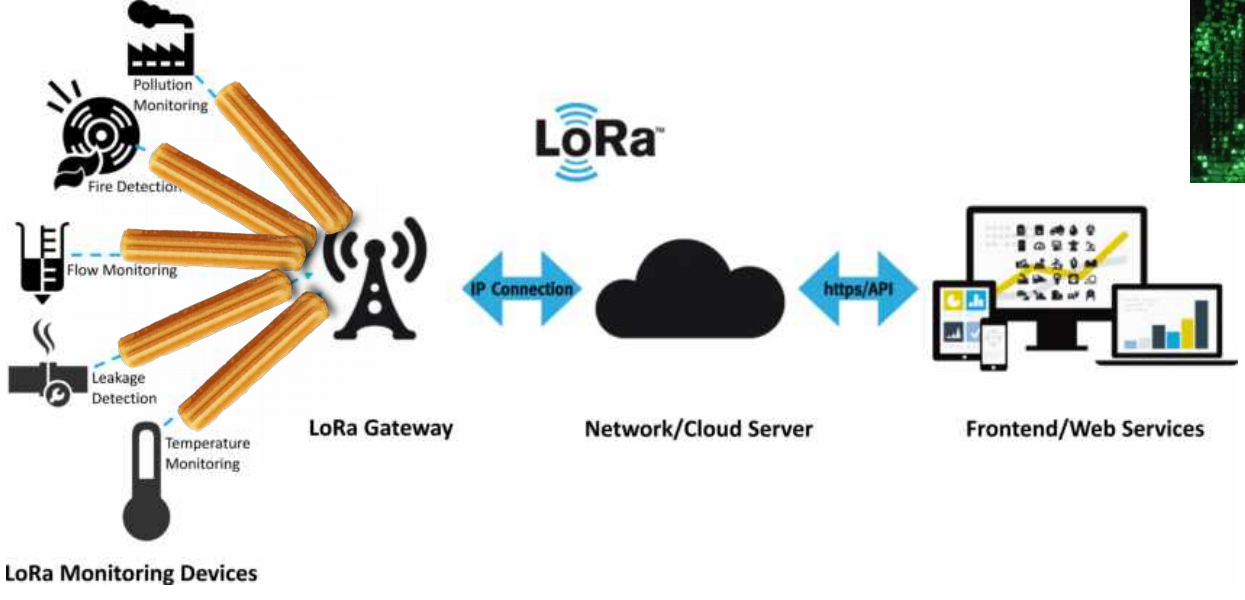
Twitter: @akirasan
Blog: www.akirasan.net
Instagram: @akirasan21h_
GitHub: https://github.com/akirasan

¿PAYLOAD?

Payload

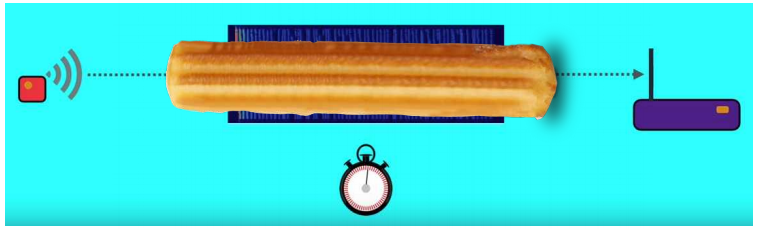
- *“Churro”* de bytes donde viaja la información de nuestro nodo LoRaWAN (**Array de bytes**).
- Algunos lo llaman **Carga Útil**.
- En TTN se representa en **hexadecimal** (HEX)

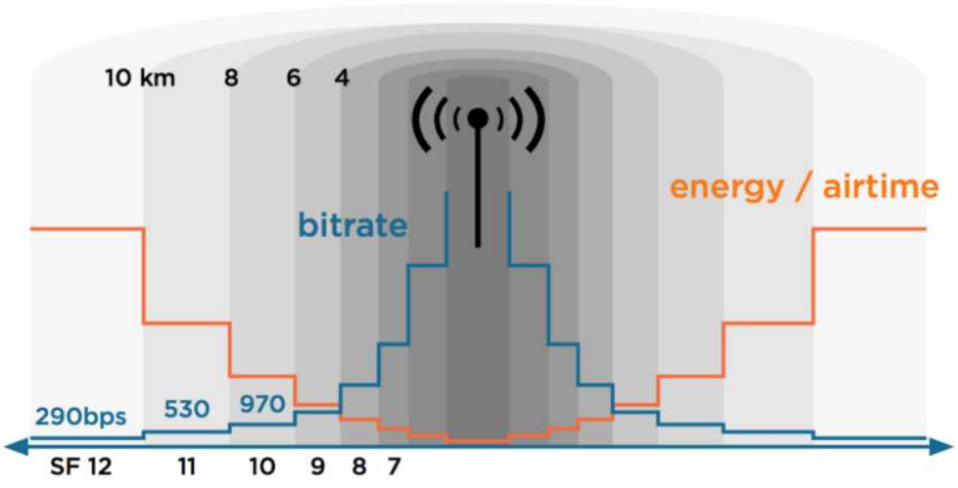


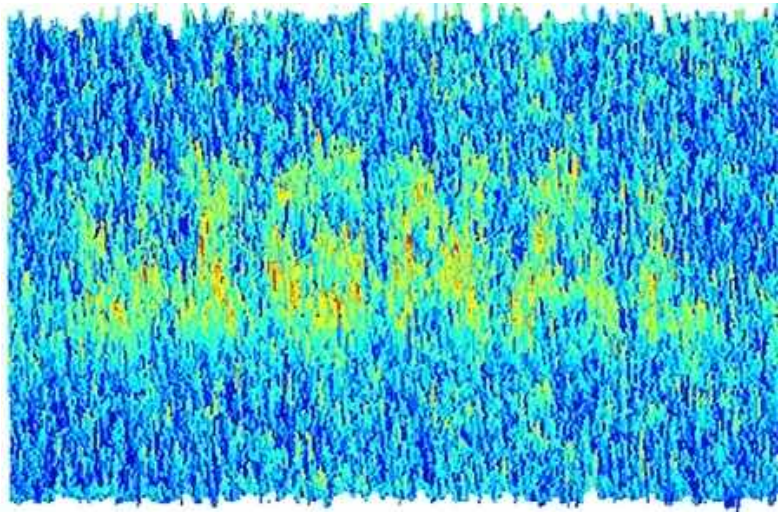


¿POR QUÉ HAY QUE OPTIMIZAR EL PAYLOAD?

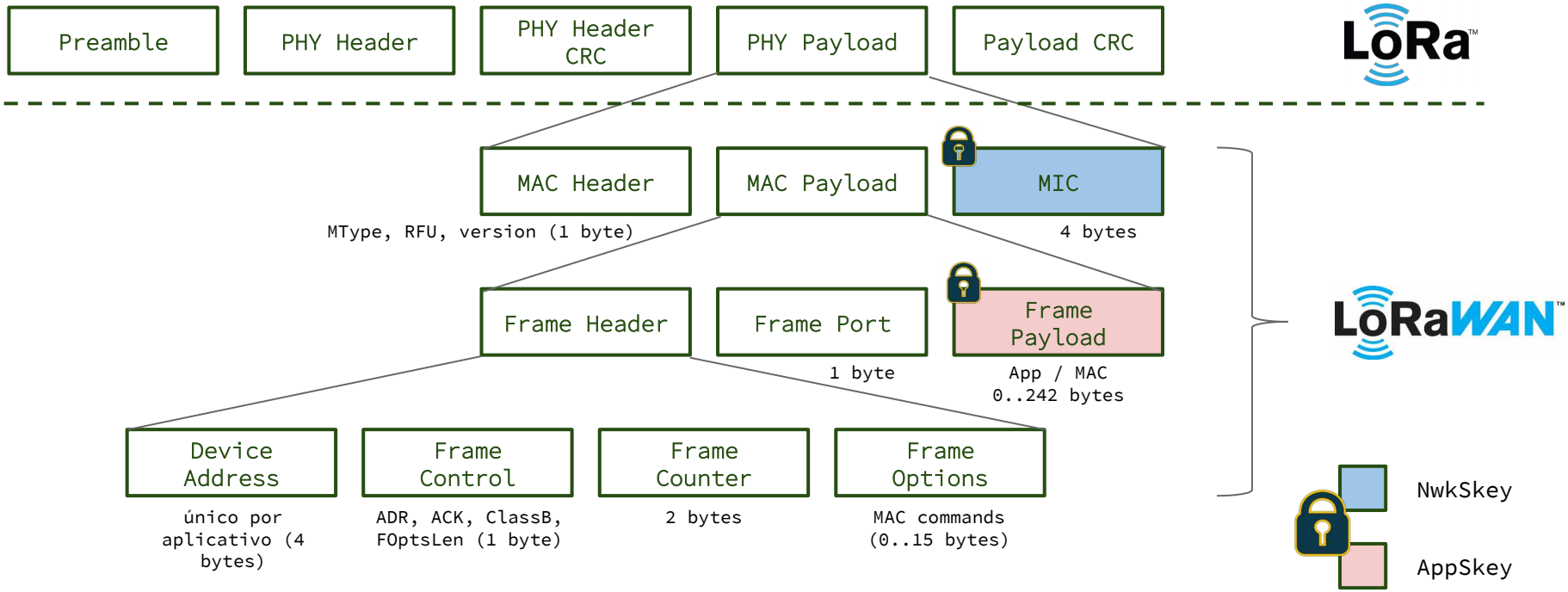
- Reducir *Time on Air.*
- *Fair Play* con el resto de usuarios
- Conseguir **enviar más** paquetes.
- **Menos consumo** de energía.





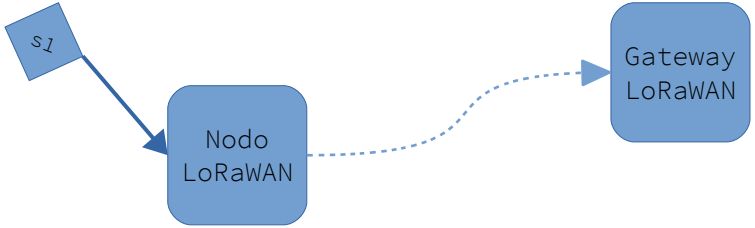


Formato mensaje LoRaWAN

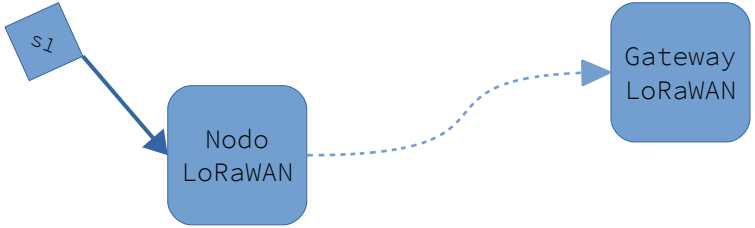


Menos es mas...

¿Cómo reducir payload?



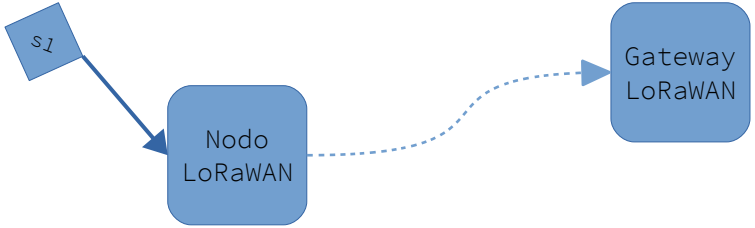
¿Cómo reducir payload?



byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
dato	e	n	c	e	n	d	e	r	Protocolo LoRaWan												

21 bytes: 8 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

¿Cómo reducir payload?



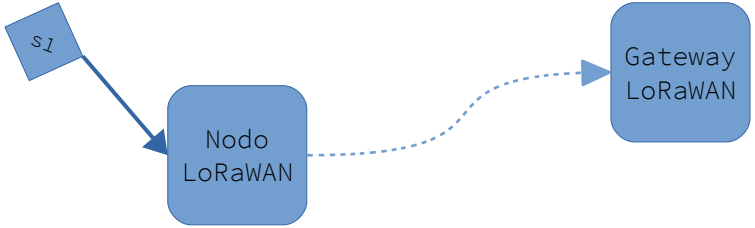
byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
dato	e	n	c	e	n	d	e	r	Protocolo LoRaWan												

21 bytes: 8 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
dato	o	n	Protocolo LoRaWan												

15 bytes: 2 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

¿Cómo reducir payload?



byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
dato	e	n	c	e	n	d	e	r	Protocolo LoRaWan												

21 bytes: 8 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

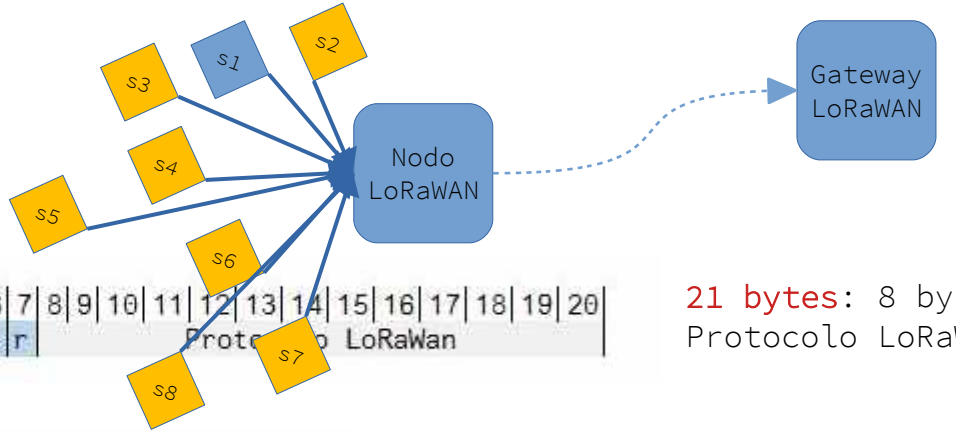
byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
dato	o	n	Protocolo LoRaWan												

15 bytes: 2 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dato	1	Protocolo LoRaWan												

14 bytes: 1 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

¿Cómo reducir payload? WTF!!!



byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
dato	e	n	c	e	n	d	e	r					Proto		o	LoRaWan					

21 bytes: 8 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

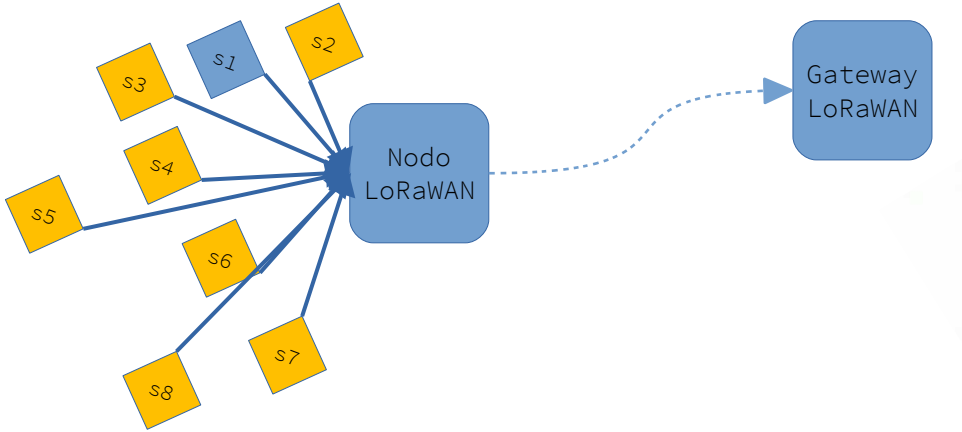
byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
dato	o	n													

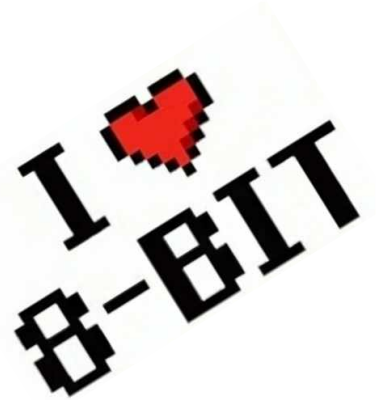
15 bytes: 2 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dato	1													

14 bytes: 1 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

¿Cómo reducir payload? Pensando...





byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
dato	78	Protocolo LoRaWAN												

14 bytes: 1 bytes mensaje + 13 bytes Protocolo LoRaWAN

bit	0	1	2	3	4	5	6	7	
valor	0	1	0	0	1	1	1	0	= 78
	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	

Trabajar a nivel de BITs

Impacto en nuestro time-on-air

LoRa Spreading Factors (125kHz bw)

Spreading Factor	Chips/symbol	SNR limit	Time-on-air (10 byte packet)	Bitrate
7	128	-7.5	56 ms	5469 bps
8	256	-10	103 ms	3125 bps
9	512	-12.5	205 ms	1758 bps
10	1024	-15	371 ms	977 bps
11	2048	-17.5	741 ms	537 bps
12	4096	-20	1483 ms	293 bps

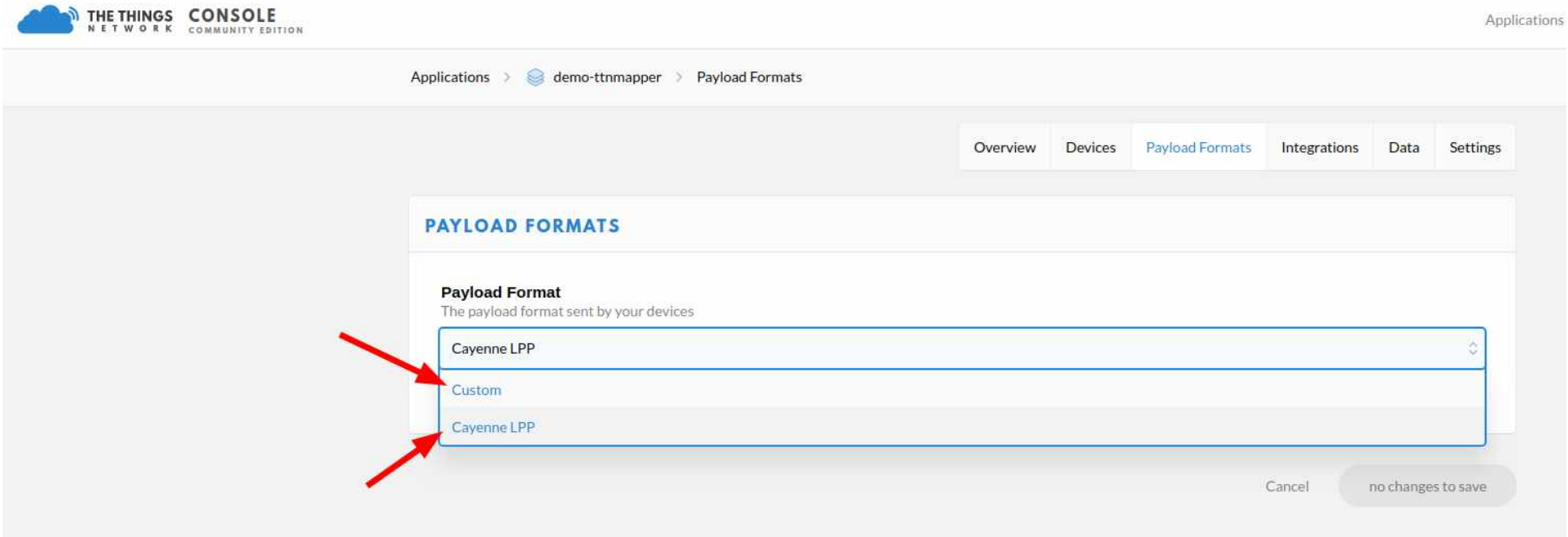
10 bytes vs SF vs Time-On-Air

https://www.loratools.nl/#/

Formatos de payload en The Things Network

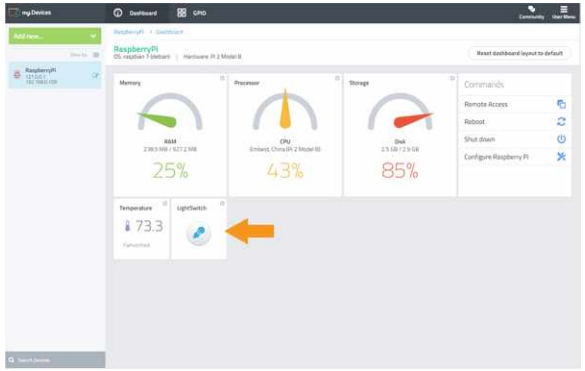
Tipos de formatos

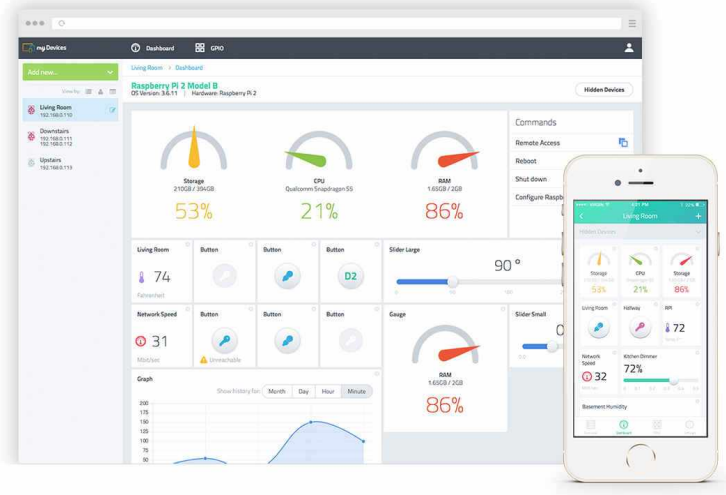
- Cayenne LPP
- Custom



Cayenne LPP (Low Power Payload)

- Plataforma IoT myDevices
- Fácil y cómodo
- Diferentes datos de sensores en un único mensaje
- Cada dato se identifica con una cabecera:
  - Data Channel: Identificación única del sensor
  - Data Type: Tipo de dato
- Dashboards





Cayenne LPP (Low Power Payload)

API

Propósito general

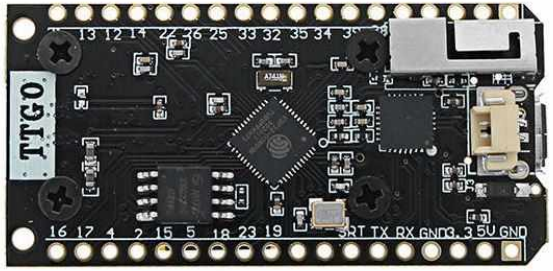
```
addDigitalInput(uint8_t channel, uint8_t value);
addDigitalOutput(uint8_t channel, uint8_t value);

addAnalogInput(uint8_t channel, float value);
addAnalogOutput(uint8_t channel, float value);
```

Específicos

```
addLuminosity(uint8_t channel, uint16_t lux);
addPresence(uint8_t channel, uint8_t value);
addTemperature(uint8_t channel, float celsius);
addRelativeHumidity(uint8_t channel, float rh);
addAccelerometer(uint8_t channel, float x, float y, float z);
addBarometricPressure(uint8_t channel, float hpa);
addGyrometer(uint8_t channel, float x, float y, float z);
addGPS(uint8_t channel, float latitude, float longitude, float meters);
```

Cayenne LPP (Low Power Payload)

EJEMPLO Cayenne

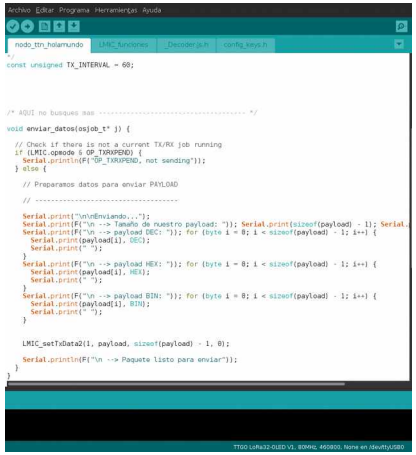


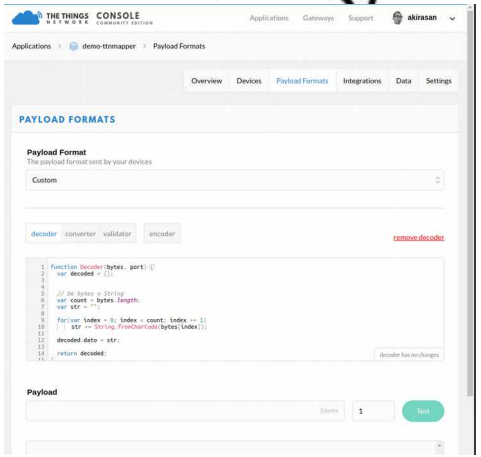
TTGO LORA32 868/915Mhz SX1276 ESP32
Operating voltage: 3.3V to 7V
Operating temperature range: -40 ° C to + 90 ° C
Support for Sniffer software protocol analysis, Station, SoftAP, Bluetooth and Wi-Fi Direct modes
Data rates: 150 Mbps ' 11n HT40., 72 Mbps ' 11n HT20, 54 Mbps ' 11g, 11 Mbps ' 11b
transmit power: 19.5 dBm ' 11b, 16.5 dBm ' 11g, 15.5 dBm ' 11n
receiver sensitivity up to -98 dBm
UDP sustained throughput of 135 Mbps

Custom

Yo me lo guiso, yo me lo como

Codificar: Definimos qué y cómo enviamos nuestros “*churros*” de bytes





Decodificar: Damos sentido a los “*churros*” de bytes

Custom

EJEMPLO “hola mundo”

Byte a byte...Bit a bit

Los típicos tipos de datos ("teóricos")

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Enviar números grandes

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Técnica de la Indexación (enviar la variación)

Podemos tener un número grande, pero si la variación que sufre es pequeña, podemos enviar únicamente esa variación.

Ejemplo: Valores entre 3400 y 3600
- Sin indexar 2 bytes
- Con indexación 1 byte

Código de encode

```
int myVal = 3456;
const int myBase = 3400;
byte payload[] = { myVal - myBase };
```

1. Restamos valor leído con valor mínimo conocido.
2. Enviamos el resultado de la resta.

Código de decode

```
var myBase = 3400;
decoded.myVal = bytes[ ] + myBase;
```

1. Al valor recibido le sumamos el valor mínimo conocido

Enviar números grandes

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Técnica del Redondeo

Si podemos permitirnos cierto margen de error, podríamos enviar nuestro valor con una aproximación válida.

Ejemplo: Valor a enviar 300
- Sin redondeo 2 bytes
- Con redondeo 1 byte (con margen de error)

Código de encode

```
int myVal = 300;
int errorMargin = 2
byte payload[] = { round(myVal / errorMargin) };
```

1. Dividimos el valor por 2.
2. Enviamos parte entera división.

Código de decode

```
var errorMargin = 2;
decoded.myVal = bytes[0] * errorMargin;
```

1. Al valor recibido lo multiplicamos por 2.

Enviar números grandes +1 byte

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Números de 2 bytes (0..65.535) o mas!!!

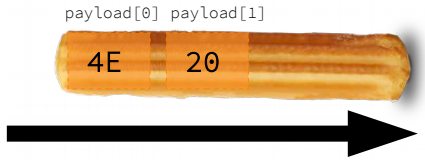
Tenemos un valor entre 0 y 65.535 que internamente se guarda en 2 bytes. Tenemos que partirlo para enviarlo en bytes individuales.

Ejemplo: Valor a enviar 20.000 → HEX **4E 20** → BIN 01001110 00100000

Código de encode

```
int myVal = 20000;
byte payload[2];
payload[0] = highByte(myVal);
payload[1] = lowByte(myVal);
```

```
var myVal = 20000;
var bytes = [];
bytes[0] = (myVal & 0xFF00) >> 8;
bytes[1] = (myVal & 0x00FF);
```



Código de decode

```
decoded.myVal = (bytes[0] << 8)
              + bytes[1];
```

Enviar números grandes +1 byte

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Números mas grandes...de 4 bytes

Tenemos un valor entre 0 y 4.294.967.295 que internamente se guarda en 4 bytes. Tenemos que partirlo para enviarlo en bytes individuales.

Ejemplo: Valor a enviar 200.000

Código de encode

```
long lng = 200000L;
byte payload[4];
payload[0] = (byte) ((lng & 0xFF000000) >> 24 );
payload[1] = (byte) ((lng & 0x00FF0000) >> 16 );
payload[2] = (byte) ((lng & 0x0000FF00) >> 8  );
payload[3] = (byte) ((lng & 0X000000FF)       );
```

1. Desplazamiento de bits a la derecha.
2. Asignamos 1 byte a un posición del array de bytes.

Código de decode

```
decoded.myVal = ((long)(bytes[0]) << 24 )
              + ((long)(bytes[1]) << 16 )
              + ((long)(bytes[2]) << 8  )
              + ((long)(bytes[3]));
```

1. Sumamos cada posición del payload, desplazando a la izquierda el byte a su posición.

Enviar números decimales

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

Números float

Un número decimal normalmente se guarda en 4 bytes. Si es posible, podemos reducir su tamaño en el momento del envío.

Ejemplo: Valor a enviar 1,22
- Sin conversión 4 bytes
- Con conversión 1 byte

Código de encode

```
float myVal = 1.22;
byte payload[1];
payload[0] = round(myVal * 100);
```

1. Eliminamos los decimales **multiplicando** por potencia de 10.
2. Redondeamos el valor (quitamos decimales 0)

Código de decode

```
decoded.myVal = bytes[0] / 100;
```

1. **Dividimos** por la misma potencia que en origen.

Enviar números negativos

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

La diferencia es 1 bit

La única diferencia con la representación de los tipos de datos sin signo, es el primer bit (el de mas a la izquierda).

Aplicamos las mismas estrategias que en resto de tipos.

Custom

EJEMPLO “números negativos”

Una historia basada en hecho reales...

TTN MAPPER: PROYECTO COLABORATIVO

Objetivo: Generar un mapa global de cobertura de LoRaWan para The Things Network

- Datos abiertos (Open Data Commons)
- OpenSource (pendiente…)

JP Meijers
@jpmeijers

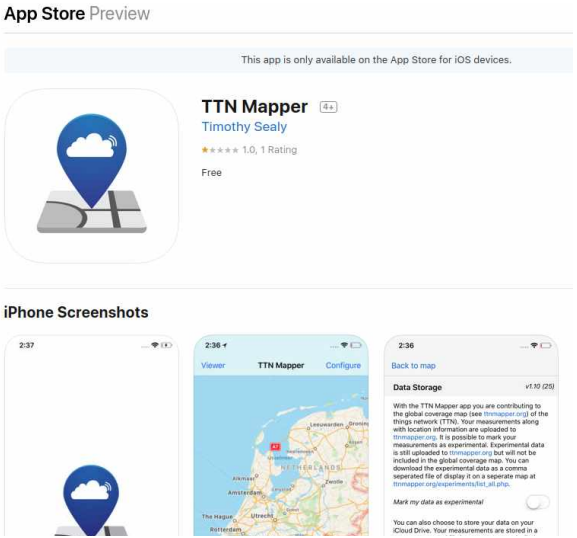
URL: https://ttnmapper.org
Twitter: @ttnmapper
Github: https://github.com/ttnmapper

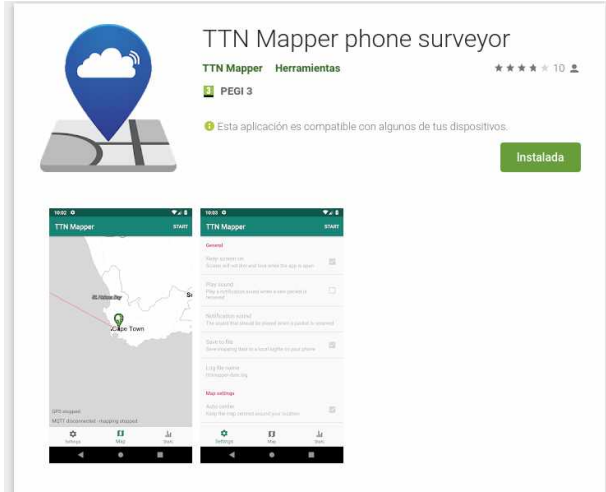
¿Cómo podemos contribuir?

- **Método 1.** Usando un nodo+aplicación TTN y una aplicación para móvil
- **Método 2.** Usando un nodo con GPS y una aplicación conectada a TTNMapper

Nodo + App TTN + App móvil

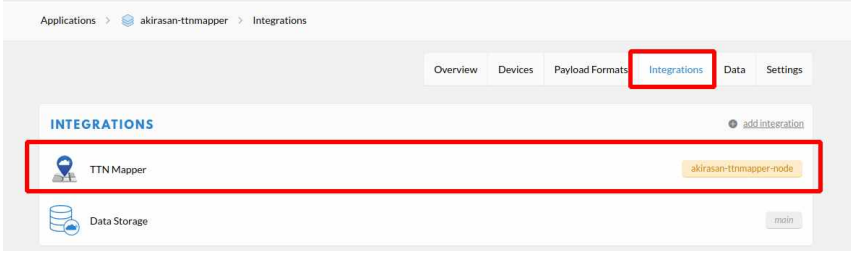
- Método fácil de implementar
- Aplicación disponible para Android/iOS
- Siempre juntos: Nodo + Aplicación TTN
- Vincular la app móvil con Aplicación TTN
- No es necesario enviar datos, solo un paquete

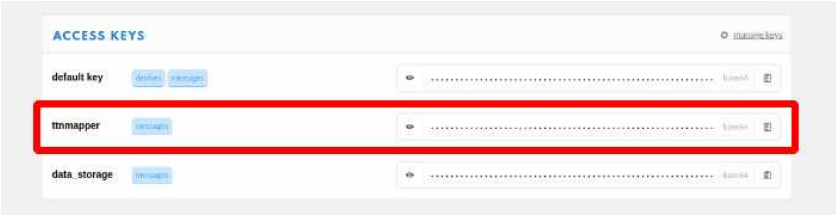




Nodo con GPS + App TTN + integración ttnmapper

- Nodo con GPS integrado
- Aplicación integrada con TTNMapper
- Gestionar información GPS:
  - Objeto **JSON** con las keys:
    - "*latitude*"
    - "*longitude*"
    - "*altitude*"
    - "*hdop*" o "*accuracy*" o "*sats*" (calidad de los datos)
  - Enviar en formato **Cayenne LPP o Custom**



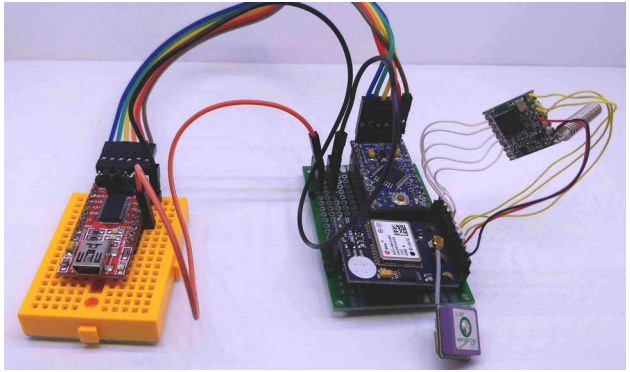


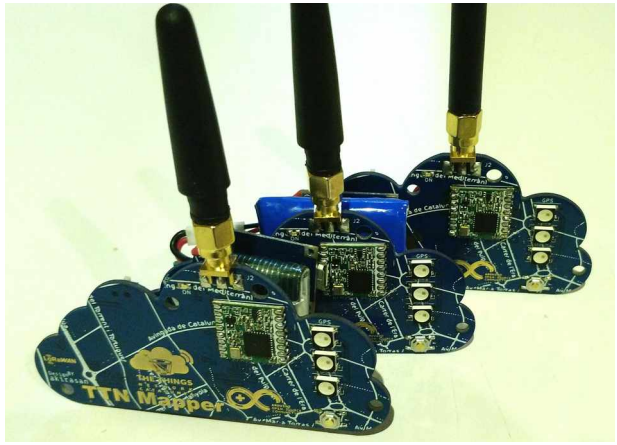
Proyecto nube ttnmapper

Proyecto nube TTNMapper

- Nodo TTN con GPS
- Aplicación en TTN integrada con TTNMapper
- Gestionar información GPS
- 100% Opensource

- Diseño con Inkscape y KiCAD
- Arduino Mini Pro 3.3V
- Módulo GPS Ublox NEO-6M
- Módulo RFM95W 868Mhz



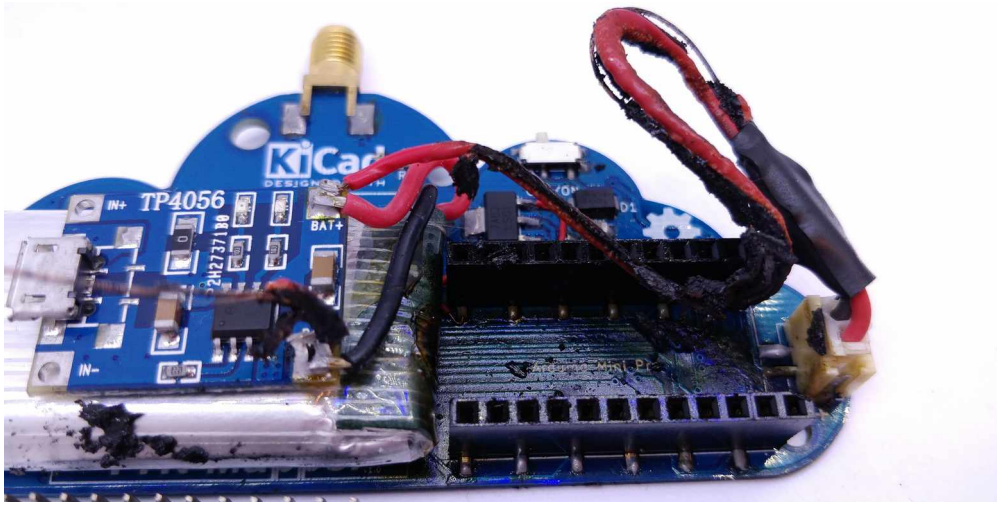


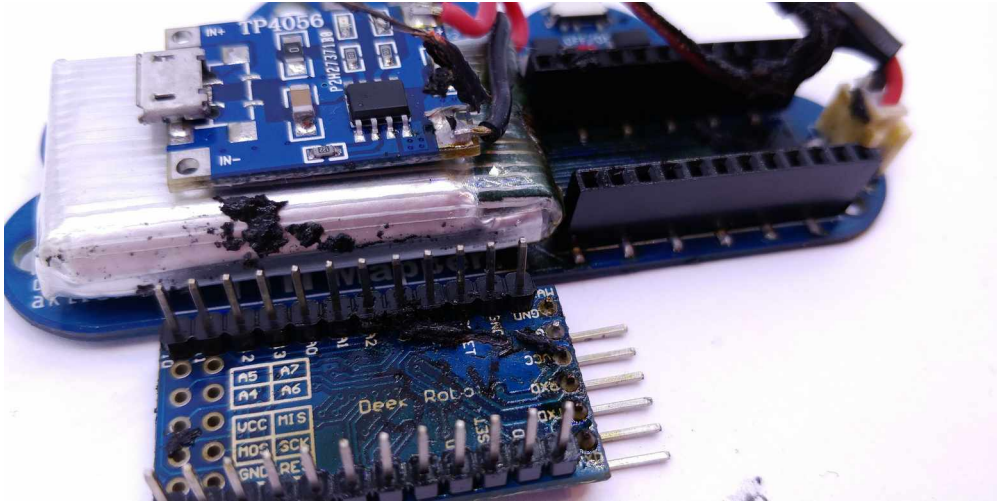
https://github.com/akirasan/LoRaWAN-tracker-TTNmapper

Proyecto nube TTNMapper

Crear una **NUEVA versión** Nodo multifuncional *(Work In Progress)*

Proyecto nube TTNMapper



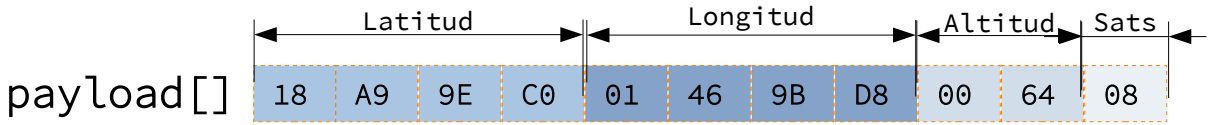


¿Cómo enviamos datos complejos de un GPS?

Formando un churro de datos

Enviar **múltiples datos** en el mismo payload:

- *Latitud*
- *Longitud*
- *Altitud*
- "*hdop*" o "*accuracy*" o "*sats*"



Trabajo con bits – tamaño de los datos

Codificar datos de un GPS

La *Longitud* tiene un valor entre -180º y 180º con una precisión de 7 decimales.

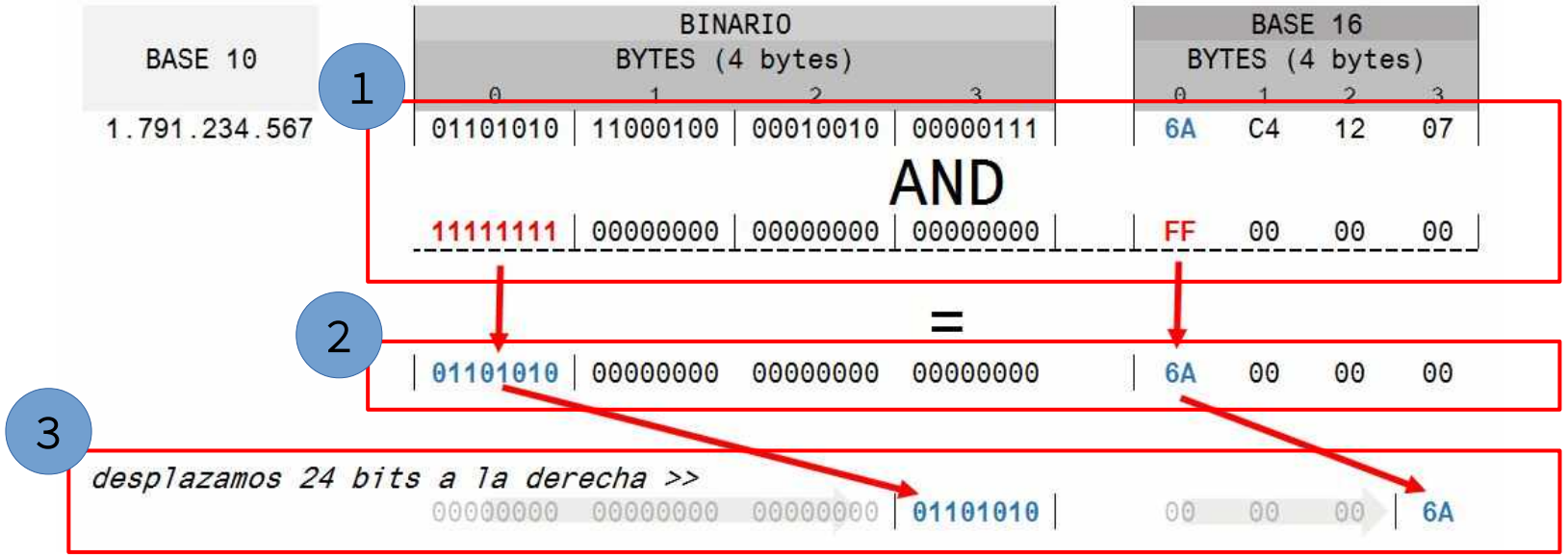
Ejemplo: 179,1234567

Eliminando decimales = 1.791.234.567

TIPO DE DATO	TAMAÑO EN MEMORIA	RANGO DE VALORES
byte	1 byte / 8 bits	0..255
char (con signo)	1 byte / 8 bits	(7 bits) -128..127
word	2 bytes / 16 bits	0.. 65.535
int (con signo)	2 bytes / 16 bits	(15 bits) -32.768.. 32.767
unsignedlong	4 bytes / 32 bits	0.. 4.294.967.295
long	4 bytes / 32 bits	(31 bits) -2,147,483,648..2,147,483,647

BASE 10	BINARIO (32 bits)	BYTES (4 bytes)			
		0	1	2	3
1.791.234.567	01101010110001000001001000000111	01101010	11000100	00010010	00000111
-1.791.234.567	11101010110001000001001000000111	11101010	11000100	00010010	00000111

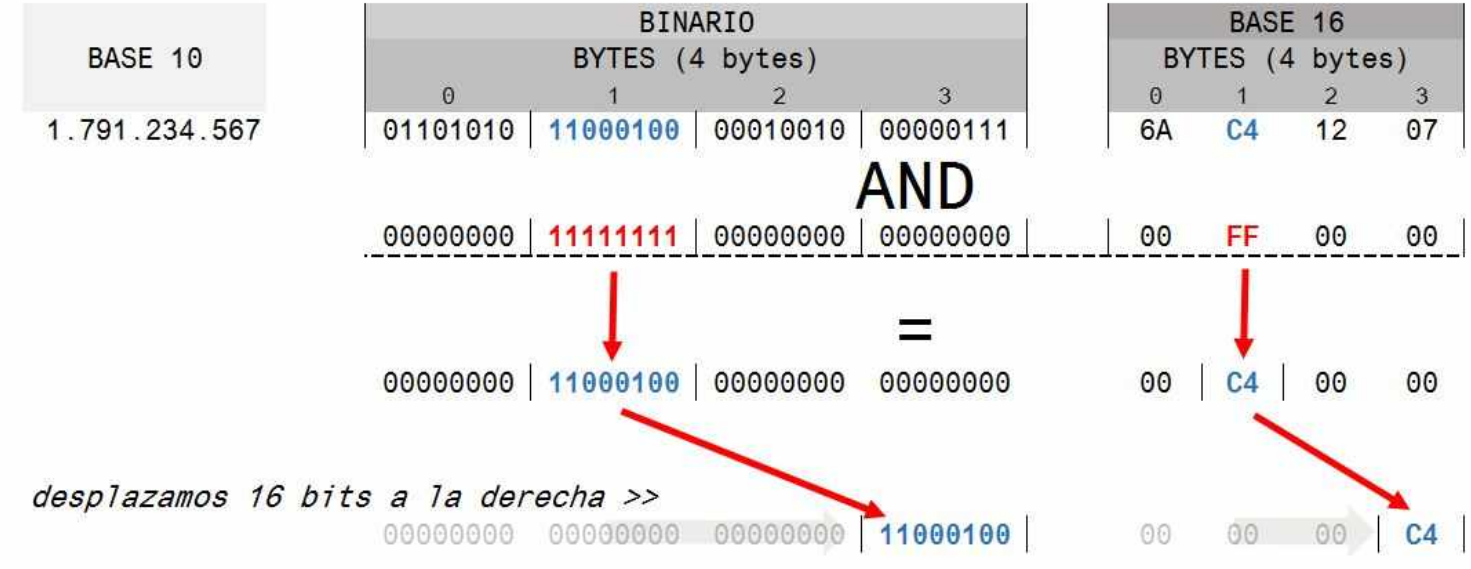
Trabajo con bits – troceando byte a byte



BASE 10	BINARIO (1 byte)	BASE 16 (1 byte)
106	01101010	6A

payload
0
6A

Trabajo con bits – troceando byte a byte



BASE 10	BINARIO (1 byte)	BASE 16 (1 byte)
196	11000100	C4

payload	
0	1
6A	C4

Trabajo con bits – troceando byte a byte

```
static uint8_t payload[4];
float f_longitud = 179.1234567;

long longitud = f_longitud * 10000000;
Serial.println(longitud);
// [0..3] 4 bytes
payload[0] = (byte) ((longitud & 0xFF000000) >> 24 );
payload[1] = (byte) ((longitud & 0x00FF0000) >> 16 );
payload[2] = (byte) ((longitud & 0x0000FF00) >> 8 );
payload[3] = (byte) ((longitud & 0X000000FF));
// payload = 6AC41207
```

THE THINGS NETWORK CONSOLE COMMUNITY EDITION

```
1  function Decoder(bytes, port) {
2      // Decode an uplink message from a buffer
3      // (array) of bytes to an object of fields.
4    var decoded = {};
5    longitud_decode = ((bytes[0]) << 24)
6    + ((bytes[1]) << 16)
7    + ((bytes[2]) << 8)
8    + ((bytes[3]));
9    decoded.longitud_gps = longitud_decode / 10000000;
10   return decoded;
11   }
```

payload			
0	1	2	3
6A	C4	12	07

Custom

EJEMPLO GPS

¿Y AHORA QUE?

Referencias javascript

THE THINGS NETWORK CONSOLE COMMUNITY EDITION

JavaScript

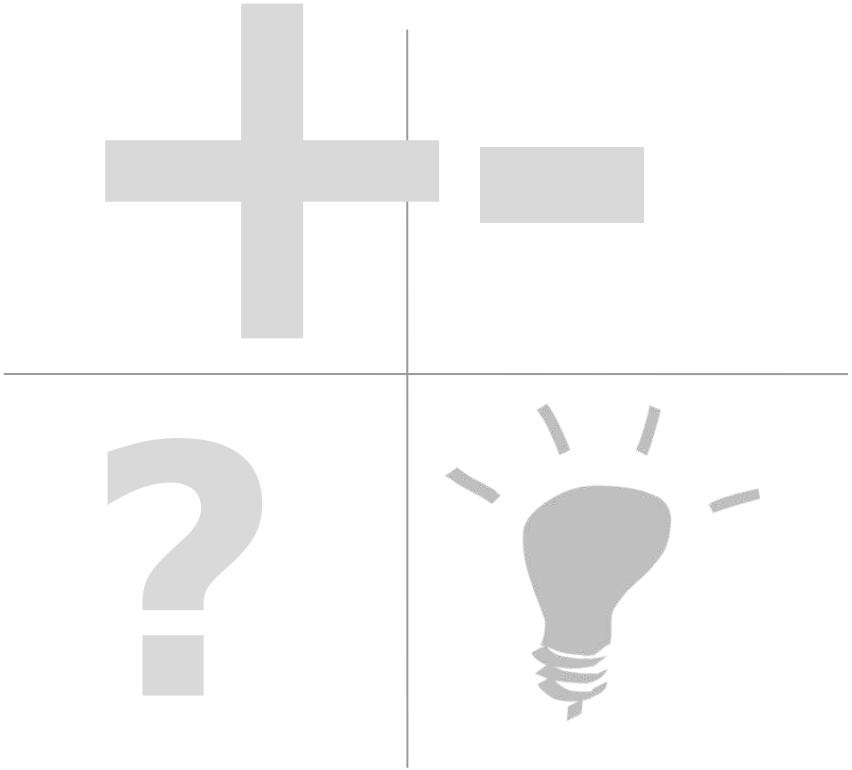
Operator precedence

Level	Operators	Notes
1	() [] .	call, member (including typeof and void)
2	! ~ - ++ --	negation, increment
3	* / %	multiply/divide
4	+ -	addition/subtraction
5	<< >> >>>	bitwise shift
6	< <= > >=	relational
7	== !=	equality
8	&	bitwise AND
9	^	bitwise XOR
10	|	bitwise OR
11	&&	logical AND
12	||	logical OR
13	?:	conditional
14	= += -= *= /= %= <<= >>= >>>= &= ^= |=	assignment
15	,	comma

Receta para un buen "churro de bytes"

- Inventarnos un **código basado en bits**
- En mente el *Time on Air* y *Spreading Factor*
- "Texto" **PROHIBIDO**
- **Descomponer en bytes**: números grandes, negativos, decimales,…
- **Enriquecer la información en la aplicación**: decoder(), converter(), validator()

GRACIAS



@akirasan
http://akirasan.net