

# Solució IoT de gestió de flotes pel transport frigorífic

Autor: **David Moreno Cabruja**  
Consultor: **Juan Antonio Ortega Redondo**

**Màster universitari d'Enginyeria de Telecomunicació**  
**Smart Cities**  
**Gener de 2022**



# Índex

---

- Introducció
- Estat de l'art
- Arquitectura del sistema
- El node físic
- Els nodes simulats
- La plataforma Cloud
- Demostració
- Conclusions
- Línies de futur



# Introducció

Context

Objectius

*“Els errors logístics de control de temperatura suposen*

**35 bilions de  
dòlars anuals**

*a la indústria farmacèutica \*1”*



**IoT =** **Supervisar**  
**Rastrear**  
**Interactuar**



Cadenes de subministrament

**+ Ràpides**   **+ Flexibles**   **+ Previsibles**   **+ Autònomes**   **+ Segures**



**+ Eficiència operativa**   **+ Visibilitat**   **+ Qualitat del servei**

\*1 Font: IQVIA Institute



# Introducció

Context

Objectius

Solució IoT de gestió de flotes de vehicles de transport frigorífic per carretera.

## 1. Sistema de captació i actuació (node físic)

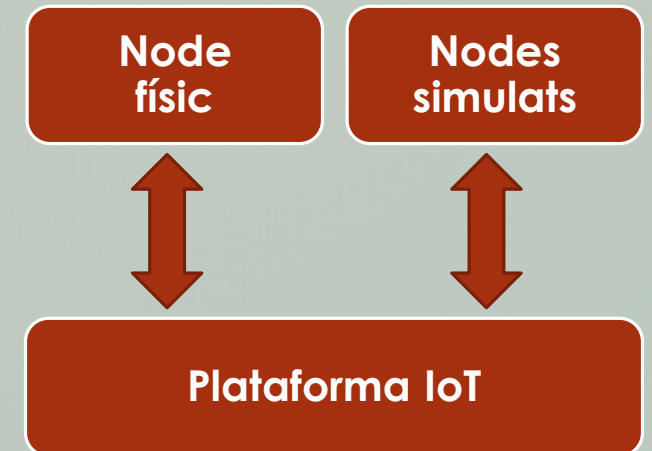
- Muntatge d'un prototip.
- Obtenció de dades del vehicle (temperatura, ubicació, detecció de porta oberta...).
- Enviament/recepció de dades cap a/des de la plataforma IoT en temps real.
- Control de l'equip refrigerador.

## 2. Simulador software (nodes simulats)

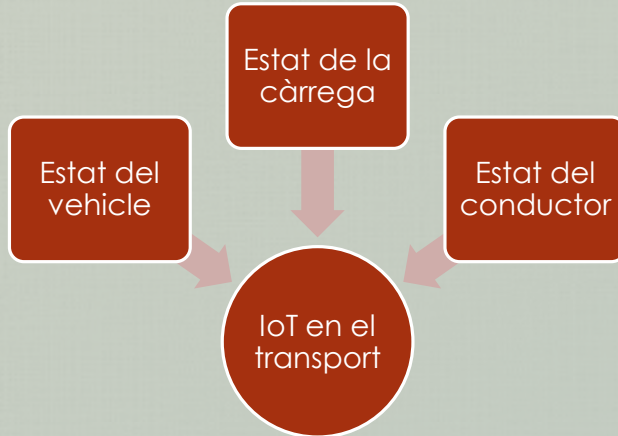
- Creació de vehicles i rutes simulades.
- Obtenció de dades dels vehicles (similars al prototip).
- Enviament/recepció de dades cap a/de de la plataforma IoT en temps real.

## 3. Plataforma IoT

- Creació *dashboard* de temps real.
- Creació *dashboard* d'anàlisi forense.
- Recepció/enviament de dades des de/cap als dispositius en temps real.

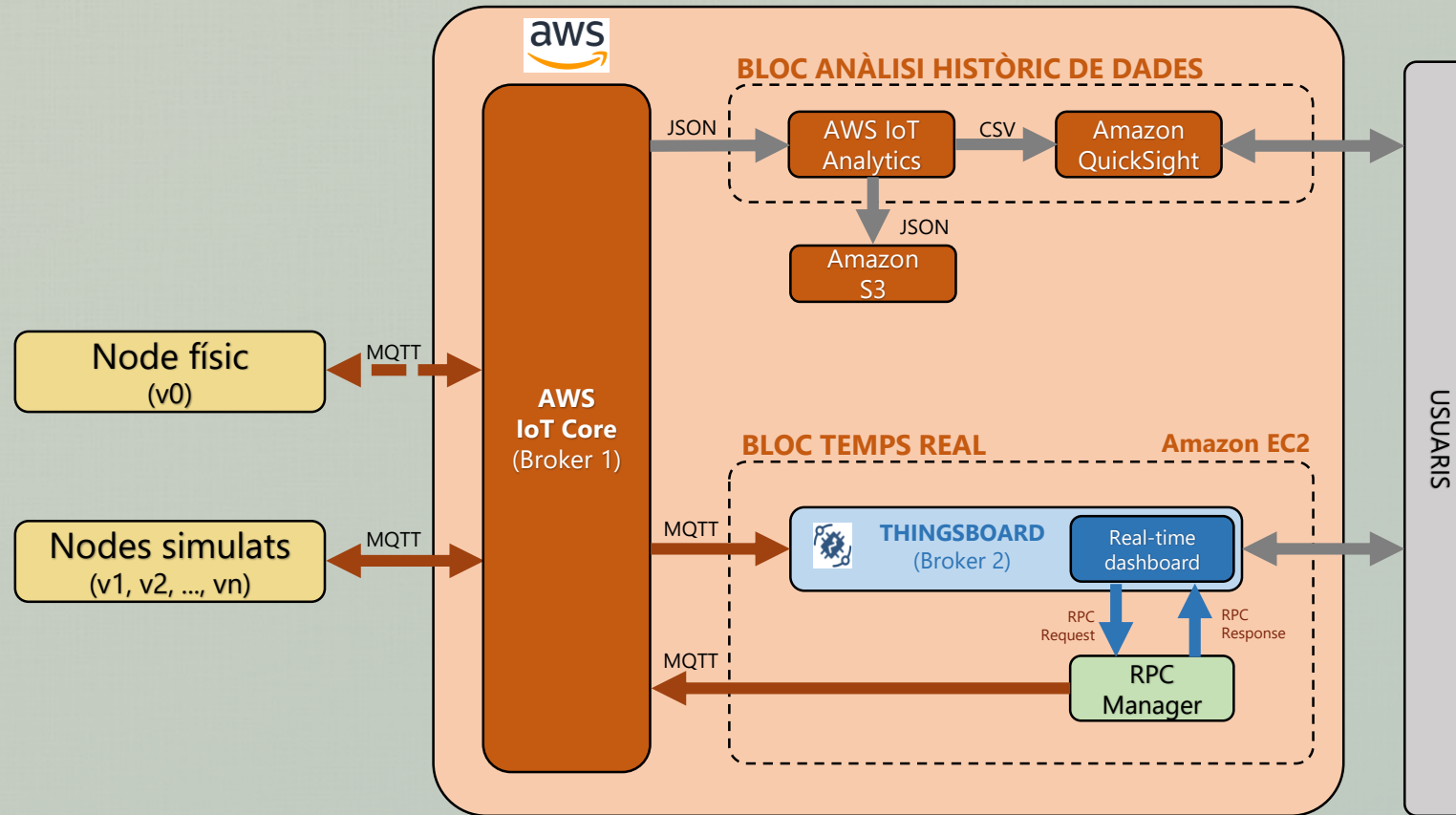


# Estat de l'art



- Sistemes de computació embastats:
  - Arduino, STM32 i Raspberry Pi
- Tecnologies de comunicació en el transport:
  - Xarxes WPAN, WLAN, WWAN, LPWAN i LPGAN
- Protocols de comunicació en IoT:
  - HTTP, MQTT i CoAP
- Riscos i reptes de les solucions IoT:
  - Seguretat, disponibilitat, estàndards, normativa...
- Plataformes IoT:
  - Grans líders tecnològics: AWS IoT, Google Cloud IoT i Microsoft Azure IoT
  - Específiques IoT: Thingsboard, Kaa IoT Cloud i Thinger.io

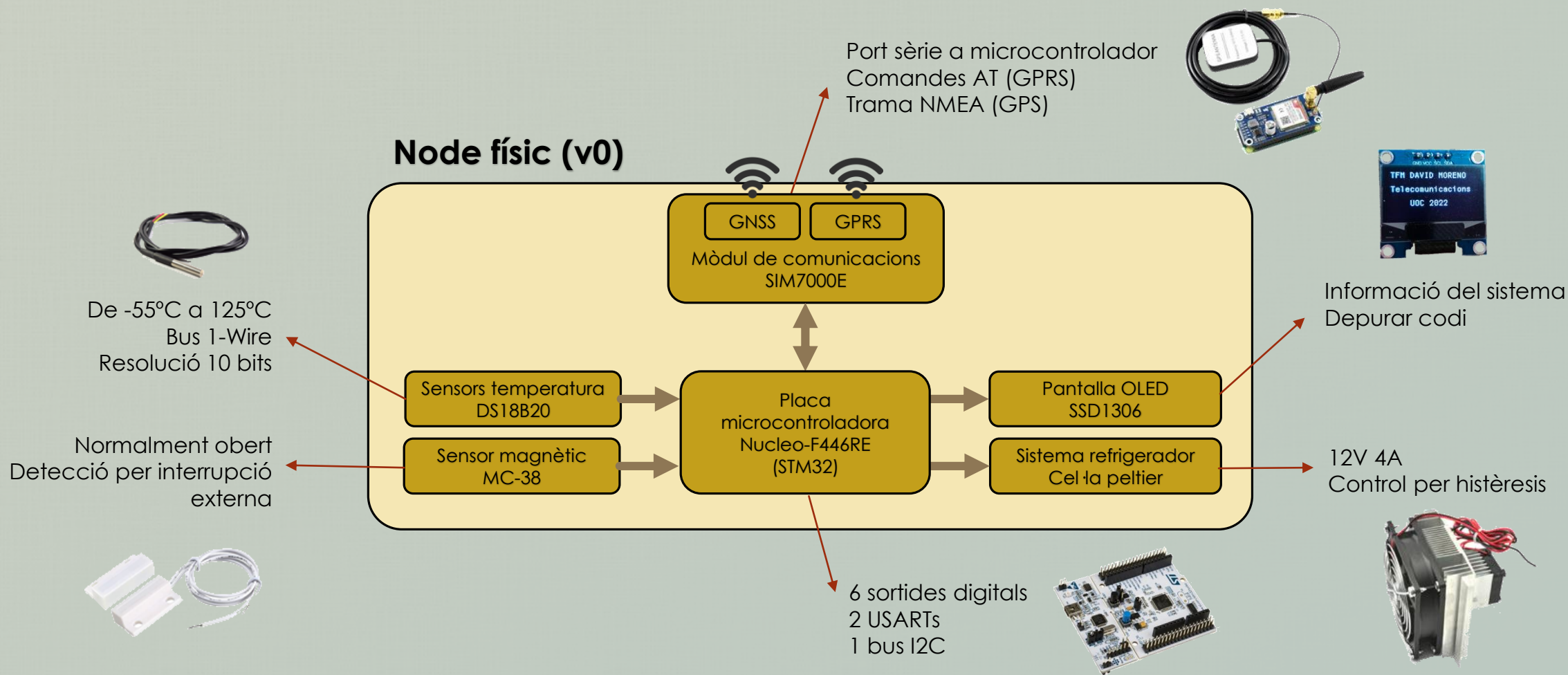
# Arquitectura del sistema



Llegenda: : Flux de dades Pub/Sub del broker 1  
 : Flux de dades Pub/Sub del broker 2

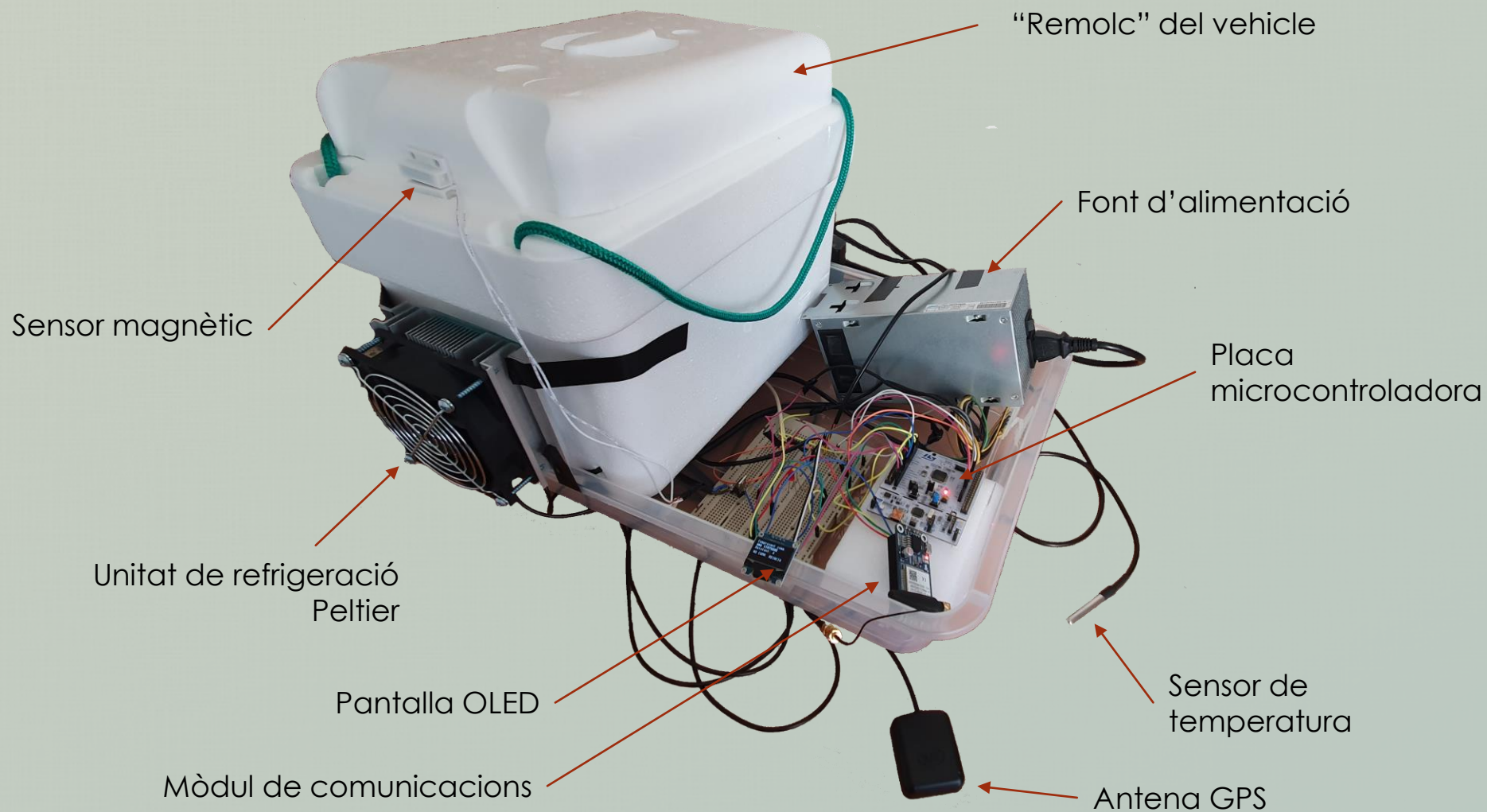
# Node físic

Maquinari Programari



# Node físic

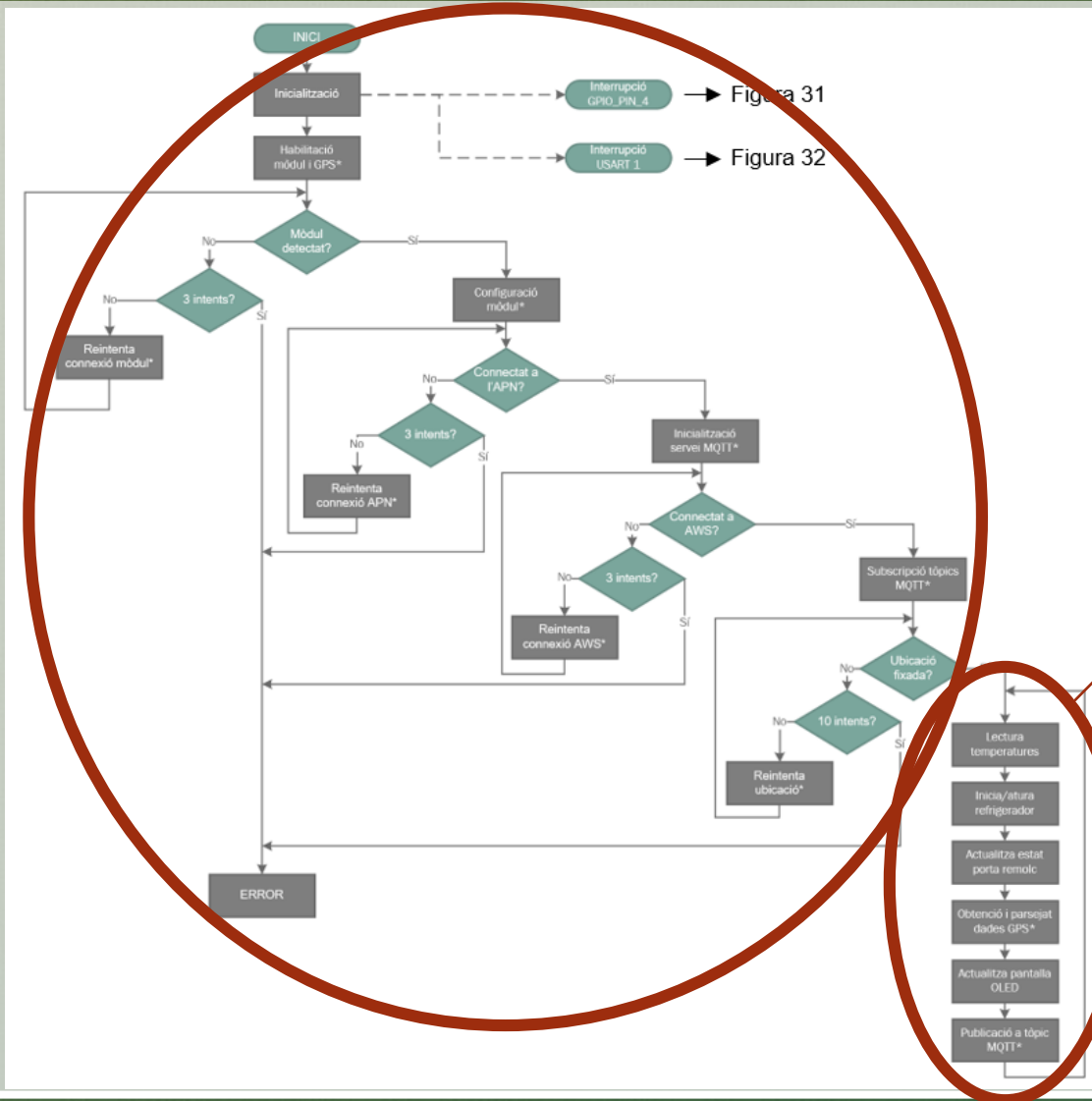
Maquinari Programari





# Node físic

Maquinari Programari



## OBTENCIÓ DE LES DADES DEL VEHICLE

- Lectura sensors de temperatura:
  - **Temperatura interior**
  - **Temperatura exterior**
- Consigna i estat interruptor plataforma IoT:
  - **Engegar/aturar l'equip refrigerador**
- Obtenció i parsejat dades GPS:
  - **Ubicació (latitud i longitud)**
  - **Velocitat**
- Interrupció externa PIN microcontrolador:
  - **Detecció porta oberta**

# Nodes simulats

Simulador Dades

1. Núm. de vehicles de la flota

2. Ordres a realitzar

3. Inicia màquina virtual i passa  
núm. de vehicles com a variable  
(AWS EC2)

Inicialitza la llista  
de vehicles i ordres

Núm. vehicles a simular: 5 OK

Introduir nova ordre: Order4 OK

Vehicles disponibles:  
v1  
v2  
v3  
v4  
v5

Comandes pendents:  
Order1  
Order2  
Order3

GO Start Stop Reset

4. Envia dades vehicle-Ordre

v1 → Order1  
v2 → Order2  
v3 → Order3  
...

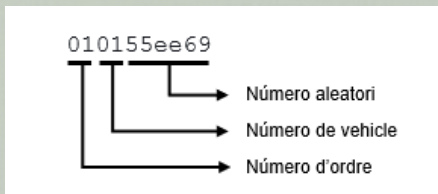
5. Atura màquina virtual  
(AWS EC2)

# Nodes simulats

Simulador Dades

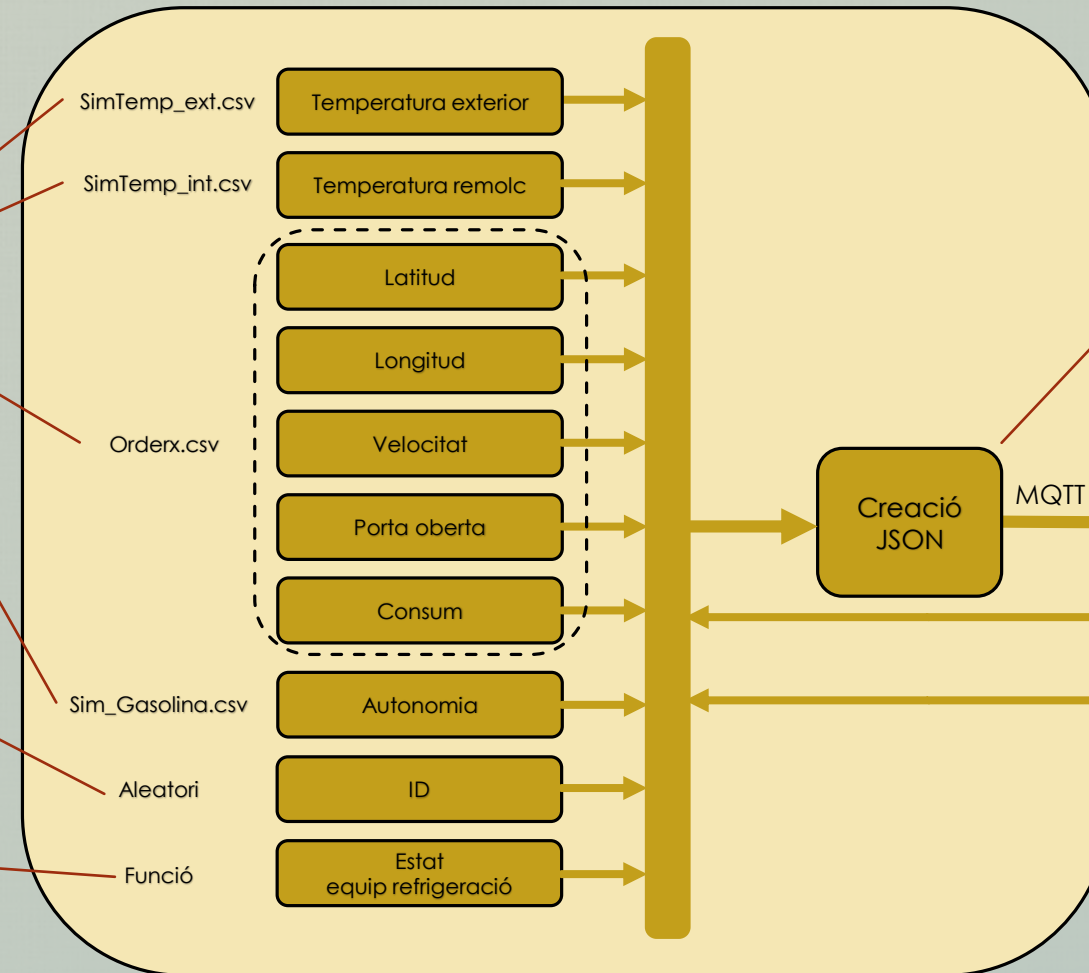
## Nodes simulats (v1, v2, ..., vn)

	A	B	C	D	E	F
1	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Temp5	Temp6
2	10,6	11,1	10,8	7,1	7,8	7,4
3	10,6	11,2	10,9	7,7	7,7	8
4	10,2	11,3	10,1	7,5	255	7,8
5	10,1	11,4	255	7,5	7,6	7,8
6	11	11,5	255	8	7,7	7,6
7	10,1	10,5	255	6,8	255	7,9
8	10,8	10,9	255	6,7	255	7,3
9	10,5	10,1	10,2	6,6	255	7,4
10	10,1	10,7	11	6,5	7,9	7,8
11	11,2	10,4	10,3	6,5	8	8
12	11,4	11,2	11,6	6,4	255	8
13	11,3	11,4	11,7	6,7	255	7,7
14	11,2	11,6	11,5	6,8	255	7,4
15	11,1	11,7	11,4	6,9	255	7,1
16	11	11,5	10,2	7,7	7,7	7,3
17	10,9	11,4	10,7	7,7	7,3	7,8
18	10,1	10	11	7,6	7,9	7,3
19	10,7	10,3	11,5	7,4	7,6	7,1
20	10,5	10,2	11,6	7,6	255	7,7
21	10,8	10,7	10,2	7,2	255	7,6
22	10,3	10,2	10,4	7,6	7,6	7,4



**Refrigerador ON**  
 Interruptor ON i temp\_int > consigna +1

**Refrigerador OFF**  
 Interruptor OFF o  
 Interruptor ON i temp\_int < consigna -1

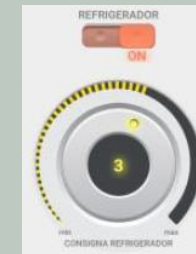


```
{
  "temp_int": 10.9,
  "temp_ext": 23.1,
  "latitude": 41.92957634825612,
  "longitude": 2.8042231207644357,
  "speed": 50,
  "openDoor": 0,
  "setpoint": 6,
  "fans": 1,
  "refrig": 1,
  "id": "0101819135",
  "consum": 22.4,
  "gasol": 330
}
```

MQTT

Cap a AWS IoT Core

Provenen de  
RPC Manager



# Plataforma Cloud

Temps real    Històric registrat

UOC Fleet Management Dashboard

🕒 Realtime - last 5 minutes

🕒 Realtime - last 30 seconds

Entity name	Temp remolc	Consigna	Interruptor	Estat refrig.	Velocitat	Consum	Combustible	Porta	latitudo
v0	19.4 °C	21 °C	OFF	OFF	0 km/h	0 %	CLOSED	41.97625	
v1	10.2 °C	6 °C	ON	ON	0 km/h	30.5 l/100	26 %	OPEN	41.930324512931

UOC Fleet Management Dashboard > v4

🕒 Realtime - last 5 minutes

IDENTIFICADOR TRAJECTE

050452e0f9

OBERTURA PORTA



TEMP. EXTERIOR

24.1 °C

NIVELL COMBUSTIBLE

14%

CONSUM

25.2 l/100 km



ESTAT REFRIGERADOR

ON



CONSIGNA

3 °C

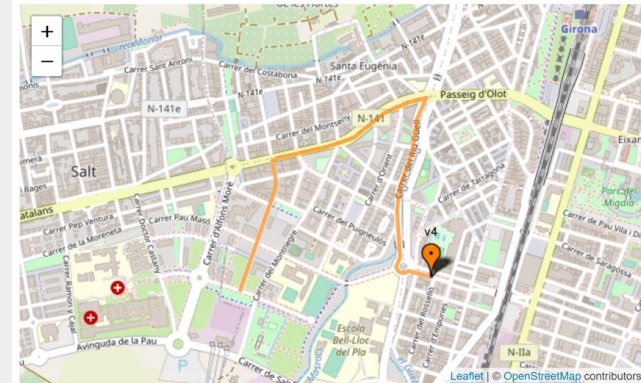
VELOCITAT

44 km/h

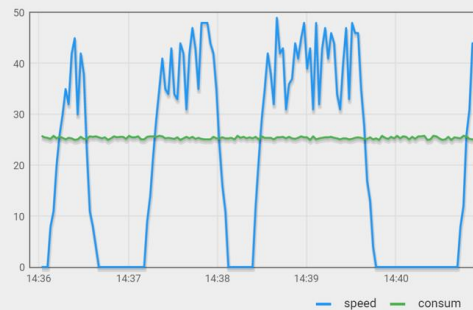
TEMP. INTERIOR

7.1 °C

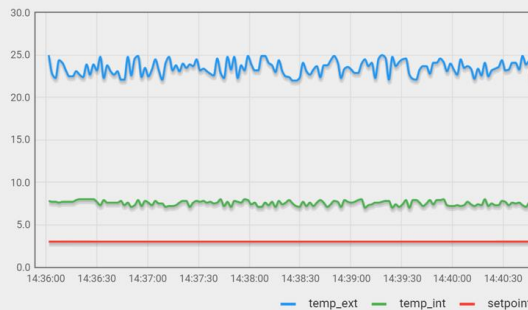
Ruta



Velocitat vehicle



Temperatures



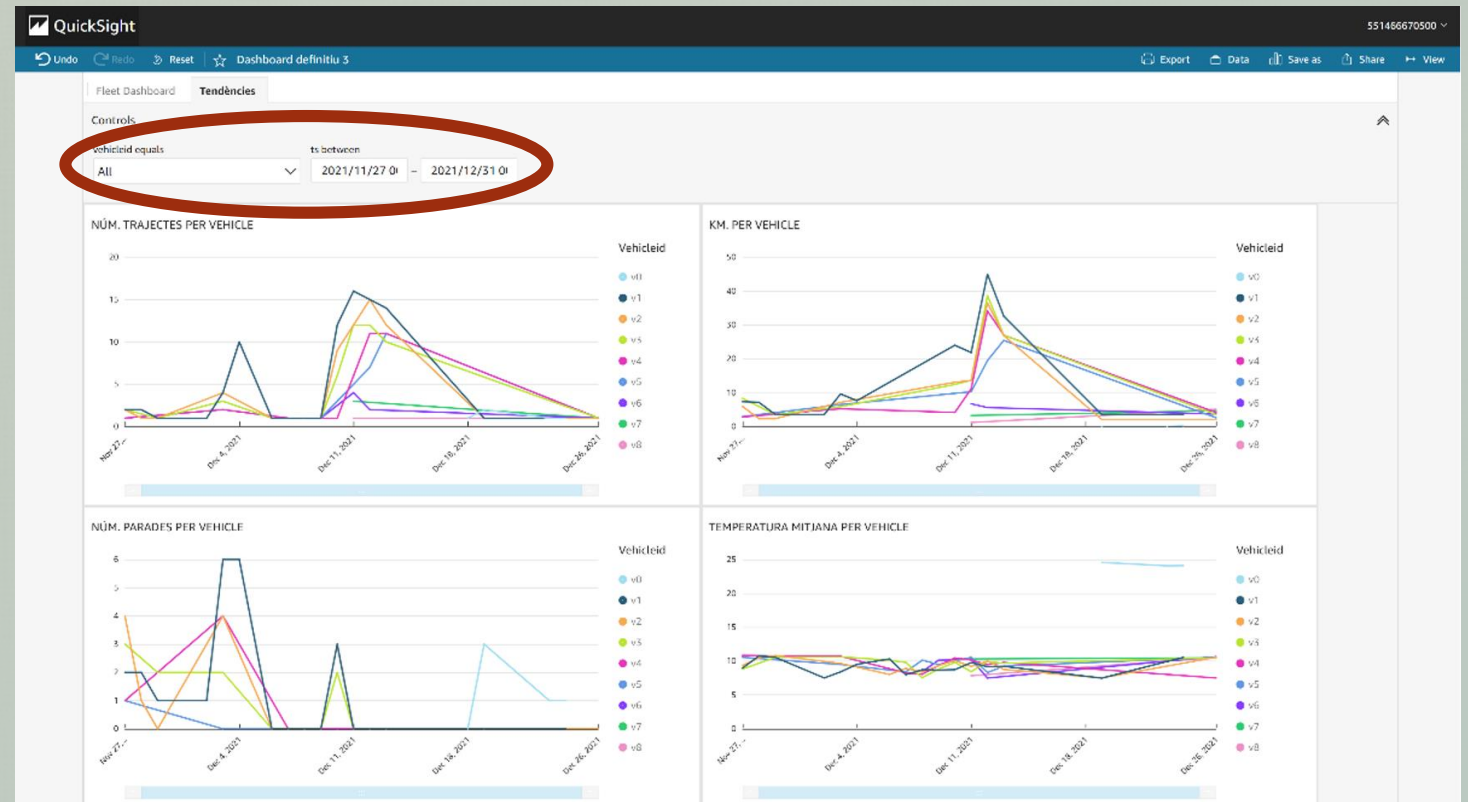
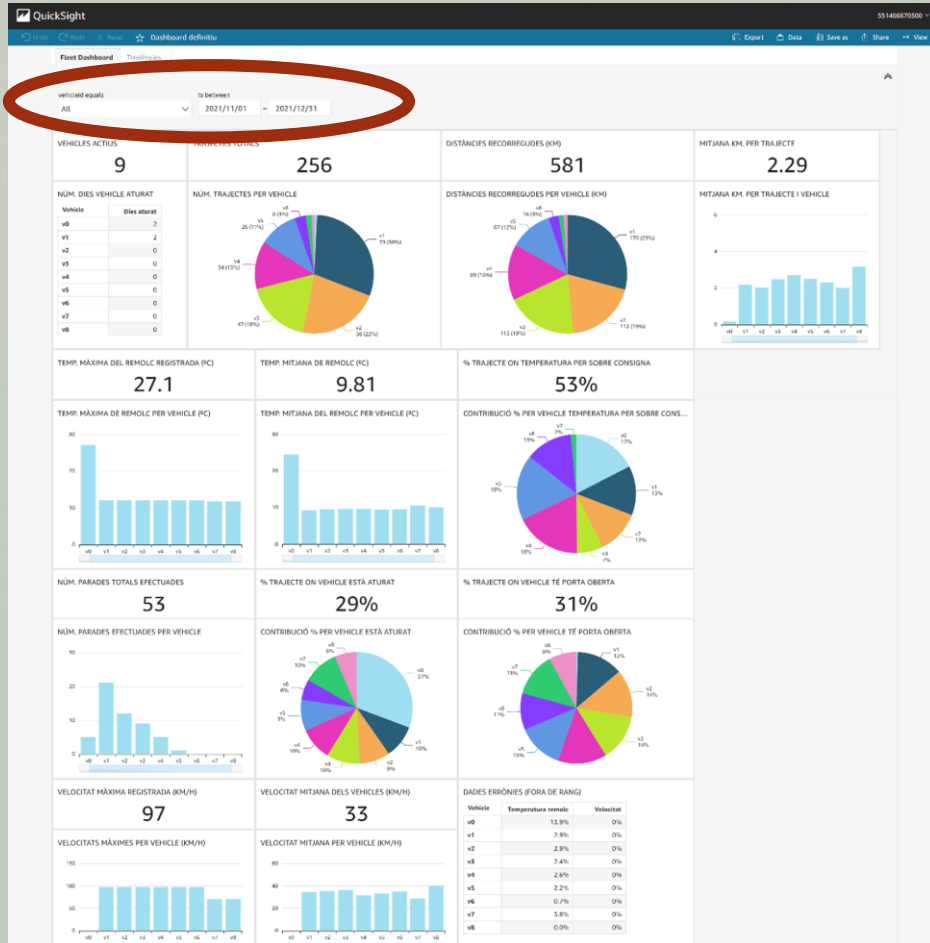
Alarms

Created time	Type	Severity	Status
No alarms found			

Powered by Thingsboard v.3.3.2PE

# Plataforma Cloud

Temps real Històric registrat



# Demostració

Vídeo demostració de funcionament  
del node físic i dels nodes simulats

# Conclusions

- ✓ Creació de les 3 parts de la solució IoT: **prototip, simulador i plataforma IoT**.
  - Simulador: millorar dades amb més variabilitat i més realistes.
  - Thingsboard: certes limitacions pels paràmetres no preestablerts i amb els tòpics MQTT propis.
  - AWS: procés llarg de familiarització.
- ✓ **Nous coneixements i conceptes:**
  - HTTP → MQTT (més lleuger i específic per IoT) + TLS (xifratge de dades)
  - Arduino → STM32 (més potent, interrupcions, prioritats...)
  - Programació amb Python (interfície gràfica, fils d'execució, MQTT...)
  - Plataforma AWS (EC2 , IoT Core, IoT Analytics, QuickSight, Lambda...)
- ✓ **Seguiment de la planificació:**
  - Canvi de tecnologia LPWAN (NB-IoT, LTE Cat-M) a GPRS per problemes de connexió.
  - Més temps del previst en alguns punts (programació simulador, comunicació mòdul de comunicacions i AWS)



# Línies de futur

## **A nivell de prototip:**

- Addició d'altres sensors: supervisar estat del conductor i del vehicle → nous paràmetres d'anàlisi
- Sensors sense fils: eliminar limitacions de cablejat.
- Actualització OTA (Over the air) del dispositiu: noves funcionalitats, renovar certificats TLS...

## **A nivell de plataforma IoT:**

- Afegir noves funcionalitats: delimitació de les regions de circulació, enviament automàtic d'SMS, generació d'informes automàtics...
- Millorar l'anàlisi de dades aplicant tècniques com Machine Learning (*Amazon SageMaker*).





# Solució IoT de gestió de flotes pel transport frigorífic

Autor: **David Moreno Cabruja**  
Consultor: **Juan Antonio Ortega Redondo**

Màster universitari d'Enginyeria de Telecomunicació  
Smart Cities  
Gener de 2022

