UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

Visualització de dades del producte 2Grid: monitoratge en temps real amb Grafana

Treball de Fi de Grau

Grau en Empresa i Tecnologia

Autor: Joan Viñallonga Butjosa

Tutor: Miquel Trilla de Bruguera

Data d'entrega: 26/05/2026

Agraïments

Vull agrair molt sincerament al meu tutor, Miquel Trilla de Bruguera, el seu suport i dedicació durant tot el procés d'elaboració. La seva guia ha estat essencial per enfocar correctament el projecte i per avançar amb seguretat durant el treball.

També vull donar les gràcies al meu supervisor i company dins l'empresa, Joan Villalta, per la seva disponibilitat i pels seus consells durant les pràctiques. La seva experiència m'ha ajudat a entendre millor l'entorn professional.

Finalment, gràcies a la meva família i als meus amics pel seu suport constant i per haver-me acompanyat en aquest camí. Sense vosaltres, res d'això hauria estat possible.

Acknowledgments

I would like to sincerely thank my tutor, Miquel Trilla De Bruguera, for his support and dedication throughout the entire development of this project. Their guidance has been essential in properly focusing on the work and progressing confidently through each stage.

I am also grateful to my company supervisor, Joan Villalta, for his availability and valuable advice during the internship. His experience has greatly contributed to my understanding of the professional environment and to the direction of this project.

Finally, I would like to thank my family and friends for their constant support and for being by my side throughout this journey. Without you, none of this would have been possible.

Resum

Aquest treball de fi de grau s'ha dut a terme en col·laboració amb Smilics Technologies SL, en el marc de les pràctiques curriculars. El projecte es centra en el desenvolupament d'un sistema de visualització de dades en temps real per al producte 2Grid, un dispositiu dissenyat per monitorar paràmetres energètics que dissenya i fabrica l'empresa.

L'objectiu principal ha estat crear una prova pilot funcional que permeti a Smilics demostrar als clients el valor real del producte. Mitjançant panells desenvolupats amb la plataforma Grafana, s'ofereix una representació clara i entenedora de les dades recollides pel dispositiu, ajudant així a reforçar la confiança del client en la solució tecnològica. Aquest sistema permet validar en entorns reals que el dispositiu funciona correctament i aporta valor, facilitant-ne així la comercialització.

Paraules clau: POC (Prova de concepte), IoT (Internet de les coses), AWS EC2 (Núvol de càlcul elàstic), VPC (Núvol privat virtual), EFS (Sistema de fitxers elàstics), DSO (Operadors de distribució d'energia), TLS (seguretat de la capa de transport), MQTTs (Transport de telemetria per missatgeria segur), Telegraf, InfluxDB, Grafana, Backup.

Abstract

This project has been carried out in collaboration with Smilics Technologies SL, within the framework of an internship program. The project focuses on the development of a real-time data visualization system for the 2Grid product, a device designed to monitor energy parameters that the company manufactures and configures.

The main objective has been to create a functional pilot system that allows Smilics to demonstrate the real value of the product to leads. Through dashboards developed using the Grafana platform, a clear and understandable visual representation of the data collected by the device is offered, helping to strengthen leads trust in the technological solution. This system enables the validation of the device's performance in real-world environments, proving its functionality and added value, and therefore facilitating its commercialization.

Key words: POC (Proof of Concept), IoT (Internet of things), AWS EC2 (Elastic Compute Cloud), VPC (Virtual Private Cloud), EFS (Elastic File System), DSO (Distribution System operator), TLS (Transport layer security), MQTTs (Message queuing telemetry transport secure), Telegraf, InfluxDB, Grafana, Backup.

Índex d'il·lustracions i taules

Il·lustració 1: Producte 2Grid Compact i Feeder (Font: Banc d'imatges internes de Smilics Technologies SL) 9
Il·lustració 2 : Producte 2Grid Feeder (Font: Banc d'imatges internes de Smilics Technologies SL) 10
Il·lustració 3 : Interfície InfluxDB (Font: Elaboració pròpia) 14
Il·lustració 4 : Interfície InfluxDB 2 (Font: Elaboració pròpia) 14
Il·lustració 5 : Diagrama de la infraestructura de monitoratge IoT (Font: Elaboració pròpia) 15
Il·lustració 6 : GeoMap dels dispositius 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 19
Il·lustració 7 : % CPU utilitzada del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 19
Il·lustració 8 : Temperatura de la CPU del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 20
Il·lustració 9 : % RAM utilitzada del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 20
Il·lustració 10 : voltatge per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 21
Il·lustració 11 : Intensitat per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 21
Il·lustració 12 : freqüència per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 21
Il·lustració 13 : Potència del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 22
Il·lustració 14 : Factor de potència del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 22
Il·lustració 15 : Energia activa i reactiva per quadrants del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 22
Il·lustració 16 : Voltatge entre fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 23
Il·lustració 17 : Harmònics de voltatge del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 23
Il·lustració 18 : Harmònics de intensitat del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 23
Il·lustració 19 : Taula d'alarmes del sistema amb estats ON/OFF (Font: Elaboració pròpia amb Grafana) 24
Il·lustració 20 : Notificació per correu electrònic d'alarma en estat OFF (Font: Elaboració pròpia amb Gmail) 25
Il·lustració 21 : Notificació per correu electrònic d'alarma en estat ON (Font: Elaboració pròpia amb Gmail) 25

Taula 1 : Planificació i fases del projecte (Font: Elaboració pròpia) 8
Taula 2: Resum sobre els buckets InfluxDB utilitzats (Font: Elaboració pròpia) 15
Taula 3 : Cost total del POC en AWS EC2 (Font: Smilics Technologies SL) 16
Taula 4 : Serveis de la implementació (Font: Smilics Technologies SL) 17
Taula 5 : Cost operatiu de la implementació (Font: Smilics Technologies SL) 17
Taula 6 : Ús d'espai per bucket a InfluxDB (Font: Elaboració pròpia) 26

Taula de continguts

1. INTRODUCCIÓ 6

1.1 Context i necessitat 6

1.2 Objectius 7

1.3 Metodologia i planificació 8

2. PRODUCTE 2GRID 9

2.1 Característiques principals 10

2.2 Especificacions tècniques rellevants 10

3. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE MONITORATGE 11

3.1 Arquitectura general 11

3.2 Capa Ingest 12

3.2.1 2Grid Feeder 12

3.2.2 Telegraf 12

3.3 Capa Dataview 13

3.3.1 InfluxDB 13

3.3.2 Grafana 15

3.4 Gestió de dades i seguretat 16

3.5 Model econòmic i gestió financera del POC 16

4 EINA DE VISUALITZACIÓ DE DADES : GRAFANA 18

4.1 Introducció i rellevància 18

4.2 Tipus de visualitzacions implementades 18

5 RESULTATS 26

5.1. Rendiment del sistema 26

5.2. Feedback de l'usuari 27

5.3. Limitacions 28

6 CONCLUSIONS 30

6.1 Prospectiva i línies futures de desenvolupament 31

7 BIBLIOGRAFIA 32

8 ANNEXOS 34

8.1 Configuració de les consultes Flux 34

8.2 Fitxa tècnica del 2Grid Feeder 39

8.3 Grafana operations manual 45

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Context i necessitat

El sector energètic actual requereix solucions IoT fiables per optimitzar el consum i mantenir estàndards d'eficiència. No obstant això, les empreses energètiques es troben amb un dilema fonamental: la necessitat urgent de tecnologies de monitoratge intel·ligent xoca amb la seva reticència a integrar dispositius externs en les seves infraestructures i xarxes internes, especialment en fases inicials d'avaluació.

Aquesta resistència és a causa de diversos factors:

1. Riscos de seguretat: Les xarxes industrials gestionen dades sensibles i processos crítics. La connexió directa de dispositius IoT externs representa un potencial d'atac o vulnerabilitat.
2. Complexitat tècnica: Moltes organitzacions manquen de les habilitats necessàries per a una integració al seu centre de transformació sense dificultats durant el camí.
3. Incertesa sobre beneficis: La dificultat per visualitzar el valor concret del producte abans de la implementació completa.

En aquest escenari, el 2Grid de Smilics Technologies una família de dispositius dissenyat per monitorar i analitzar paràmetres energètics en temps real s'enfronta a una paradoxa comercial:

- D'una banda, la seva tecnologia puntera per a la gestió energètica digital.
- De l'altra, els clients potencials demandaven proves de funcionament abans de permetre qualsevol accés als seus sistemes.

Aquesta situació va motivar el desenvolupament d'una solució pont:

1. Proof of Concept (POC) en entorn controlat: Una infraestructura cloud independent que permetés demostrar totes les capacitats del dispositiu sense necessitat d'accés a xarxes industrials.
2. Visualització intuïtiva: Un sistema que transformés dades tècniques en insights accessibles per a la presa de decisions.

3. Validació progressiva: Un camí d'adopció gradual que comencés amb dades reals però aïllades de la seva xarxa, evolucionant cap a integracions completes.

1.2 Objectius

Objectiu principal:

- Desenvolupar una prova de concepte funcional per al dispositiu *2Grid Feeder* que permeti **visualitzar més de 70 dades energètiques en temps real per dispositiu** i **demostrar el valor del producte davant de clients potencials**, reforçant la seva confiança en la solució tecnològica i contribuint a la seva futura comercialització.

Objectius secundaris:

- Dissenyar dashboards interactius amb Grafana orientats a perfils no tècnics, incorporant visualitzacions en temps real, geolocalització dels dispositius i accés simplificat a informació tècnica crítica.
- **Integrar-se en l'entorn professional** de Smilics Technologies SL, participant en reunions amb clients i entre departaments per comprendre les seves necessitats i traduir-les en millores concretes de la interfície i funcionalitat del sistema.
- Millorar les meves **competències professionals** dins del marc de les pràctiques, especialment en comunicació tècnica, presentació de resultats i gestió del temps en un entorn empresarial real.
- Elaborar **documentació tècnica i de suport** que faciliti l'ús i la futura ampliació del sistema per part de l'empresa o dels clients.

1.3 Metodologia i planificació

El desenvolupament d'aquest treball s'ha estructurat seguint una **metodologia iterativa i incremental**, combinant elements de les metodologies àgils (SCRUM), amb les particularitats d'un projecte aplicat en entorn empresarial. Aquesta aproximació ha permès adaptar-se als canvis en els requisits del client i incorporar el seu feedback de manera contínua.

El projecte s'ha organitzat en **cinc fases principals**, cadascuna amb objectius específics i associats, tal com es mostra resumit en la següent taula:

Nº Fase	Període	Objectius	Activitats
1	Juliol	Familiarització amb el producte 2Grid i arquitectura.	Reunions amb equip Smilics, anàlisi documentació tècnica del dispositiu, comprensió del TIG Stack i infraestructura AWS.
2	Agost	Definir requisits amb client.	Reunions per recollir necessitats funcionals, identificació de paràmetres a visualitzar, definició de criteris d'èxit del POC.
3	Setembre	Implementació i entrega del primer prototip.	Desenvolupament del primer prototip de dashboards, presentació al client (23/09/25).
4	Octubre	Desenvolupament iteratiu i validació amb client.	Modificació de disseny basats en feedback (creació main screen), presentació nou disseny (23/10/25), validació amb client.
5	Novembre - Desembre	Documentar, analitzar resultats i entrega d'ells a client.	Proves de rendiment (30/10/25), anàlisi d'ocupació i latència, elaboració manual operacions (Annex 8.3), lliurament versió definitiva (07/11/25) i servei post entrega.

Taula 1 : Planificació i fases del projecte (Font: Elaboració pròpia)

2. PRODUCTE 2GRID

Dins de l'empresa Smilics Tecnologies SL, existeix una família de productes anomenada 2Grid, la qual s'adapta a qualsevol mena de centre de transformació, oferint una solució completa de monitoratge i control per a DSO. Cada dispositiu ha estat dissenyat per garantir:

- Precisió en mesuraments (classe 0.5S segons IEC 62053-22).
- Alts estàndards de ciberseguretat (comunicacions xifrades via MQTTs i TLS).
- Flexibilitat d'instal·lació (no intrusiva, amb opcions d'alimentació autònoma).



Il·lustració 1: Producte 2Grid Commpack i Feeder (Font: Banc d'imatges internes de Smilics Technologies SL)

Els productes que té aquesta família de dispositius IoT són:

1. 2Grid Gate
2. 2Grid Feeder
3. 2Grid Bulker
4. 2Grid Green
5. 2Grid BCPS
6. 2Grid Commpack PM1 i GM4

En el marc d'aquest treball, ens centrem en el **2Grid Feeder**. Ja que ha estat escollit per un client real, degut a la seva capacitat per monitorar infraestructures energètiques complexes, sent ideal per validar el nostre sistema de visualització sense necessitat d'accés directe a xarxes industrials dels clients.

2.1 Característiques principals

El dispositiu IoT 2Grid Feeder està especialitzat en monitoratge de subestacions, centres de transformació i línies de distribució amb:

- Càlcul de paràmetres: Voltatge, intensitat, potències (activa, reactiva, aparent), factor de potència, energia, entre altres.
- Connectivitat segura: Opcions 4G / Ethernet amb xifratge MQTTs.
- Detecció d'incidències: curtcircuits, sobrecàrregues i fallades d'alimentació.

2.2 Especificacions tècniques rellevants

- Dimensions: 109,83 x 157,53 x 59 mm
- Temperatura d'operació: -25 °C a +70 °C.
- Protecció: IP40.
- Freqüència nominal: 50/60 Hz.

Per més detalls veure l'Annex 8.2: Fitxa tècnica.

Aquest dispositiu ens permet demostrar el valor del monitoratge IoT sense comprometre la seguretat dels sistemes dels clients, aspecte fonamental en el POC.



Il·lustració 2 : Producte 2Grid Feeder (Font: Banc d'imatges internes de Smilics Technologies SL)

3. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE MONITORATGE

3.1 Arquitectura general

La infraestructura del POC s'ha desplegat en AWS EC2, el servei de núvols de càlcul elàstic d'Amazon que permet escalar recursos segons demanda. L'arquitectura es compon de dues capes principals allotjades en instàncies EC2 independents (capa Ingest i capa Dataview) i sota el concepte teòric del **TIG Stack** (Telegraf, InfluxDB, Grafana), una plataforma de codi obert especialitzada en dades de sèries temporals. Aquest stack ofereix integrabilitat, escalabilitat i orientació cap a entorns IoT, essent ideal per al cas d'ús del 2Grid Feeder.

L'entorn està encapsulat en una VPC que garanteix l'aïllament del sistema, amb security groups que restringeixen els ports oberts als estrictament necessaris (22 per SSH, 443 per HTTPS i 8086 per a InfluxDB). Aquesta estructura permet assegurar tant l'alt rendiment com la seguretat de les dades.

Tot i que l'arquitectura basada en el TIG Stack desplegada sobre infraestructura cloud compleix adequadament els requisits del present POC, existeixen alternatives tecnològiques rellevants dins de l'àmbit de l'IoT industrial. Per exemple, plataformes gestionades com **Azure IoT Hub** ofereixen funcionalitats integrades de gestió de dispositius, seguretat i escalabilitat automàtica, mentre que solucions open-source com **ThingsBoard** proporcionen un entorn unificat per a la ingestió de dades i la visualització.

Aquestes opcions podrien resultar especialment adequades en escenaris amb un volum molt elevat de dispositius o amb requisits avançats de gestió remota. No obstant això, en el context d'un pilot amb un nombre moderat d'equips i amb una arquitectura ja estandarditzada a l'empresa, la seva adopció hauria implicat un increment de complexitat i temps de desplegament. Per aquest motiu, la solució implementada es considera coherent amb els objectius de validació i rapidesa d'execució del projecte.

3.2 Capa Ingest

Aquesta etapa és la primera en el flux de dades, responsable de la **col·lecció i processament** d'aquestes dades generades pels dispositius.

3.2.1 2Grid Feeder

Dispositiu IoT que mesura paràmetres elèctrics i envia dades via MQTTs, ModBus i/o API. Aquest protocol de missatgeria MQTTs és molt lleuger, dissenyat per a la comunicació màquina a màquina i per a entorns IoT, on els dispositius solen disposar de recursos limitats o connexions de xarxa intermitents.

3.2.2 Telegraf

És un agent de recopilació i enviament de mètriques desenvolupat per InfluxData. La seva funció principal és extreure dades de múltiples fonts, com sistemes operatius, bases de dades, aplicacions, API's o dispositius IoT (en el nostre cas) i enviar-les a sistemes d'emmagatzematge i anàlisi, principalment InfluxDB, tot i que també és compatible amb altres destins.

Està basat en un sistema de plugins que faciliten tant la captació de dades (*inputs*) com el seu processament (*processors, aggregators*) i la seva sortida (*outputs*). Aquesta arquitectura modular li atorga una gran flexibilitat per integrar-se en mecanismes de monitoratge, actuant com el primer esglaó de la cadena de recopilació de dades.

En el context del projecte:

1. Capta les dades provinents del broker MQTTs.
2. Les transforma i etiqueta per una sèrie de tòpics perquè la BBDD les guardi d'una manera concreta i coherent.
3. Les envia a InfluxDB a través del format JSON per al seu emmagatzematge i posterior visualització.

3.3 Capa Dataview

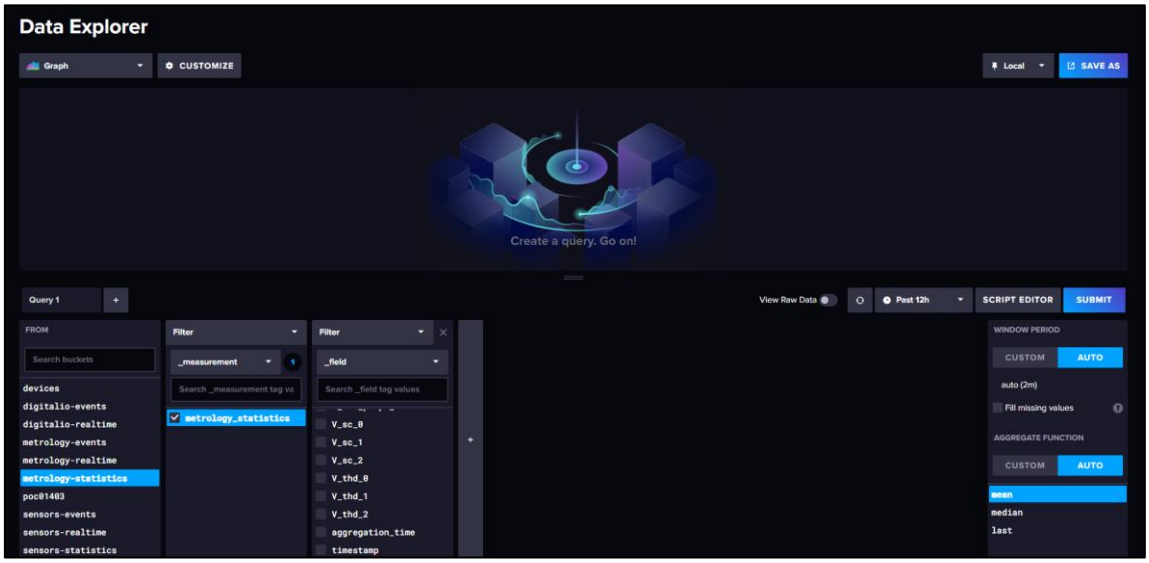
Aquesta segona capa és el nucli del sistema, on **les dades s'emmagatzemen i es representen gràficament** per a la presa de decisions.

3.3.1 InfluxDB

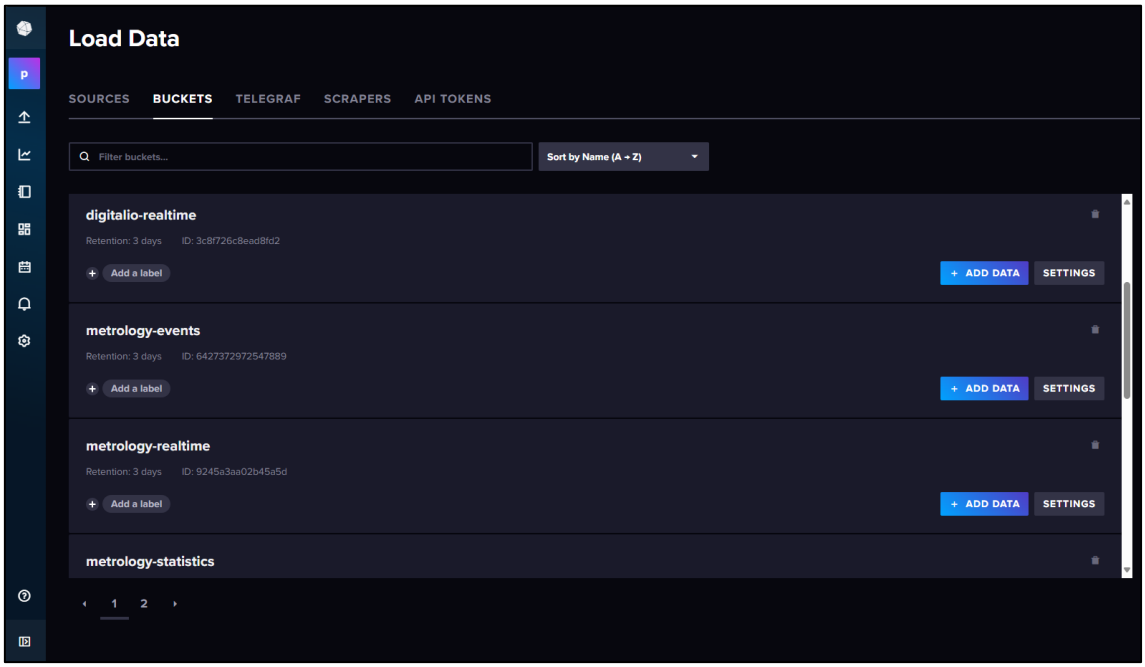
És una base de dades open-source especialitzada en sèries temporals, optimitzada per a l'emmagatzematge i anàlisi eficient de dades generades per dispositius IoT, aplicacions i sistemes de monitoratge. En el nostre projecte, l'estructura d'aquesta retenció de dades es descompon en:

- 1 bucket per la localització (retenció: sempre)
  - Guarda per sempre les coordenades de cada dispositiu les quals estan en un fitxer csv que només es carrega un cop.
- 8 buckets per a dades en temps real (retenció: 3 dies):
  - Alta freqüència d'actualització.
  - Emmagatzematge curt per evitar saturacions.
- 2 buckets per a dades històriques (retenció: 3 anys – 1095 dies):
  - Baixa freqüència d'actualització.
  - Dades estadístiques.
  - Conservació a llarg termini per anàlisi de tendències.

A continuació es mostren dues imatges dels buckets “carpetes” de InfluxDB i taula resum amb la informació de cadascun:



Il·lustració 3 : Interfície InfluxDB 1 (Font: Elaboració pròpia)



Il·lustració 4 : Interfície InfluxDB 2 (Font: Elaboració pròpia)

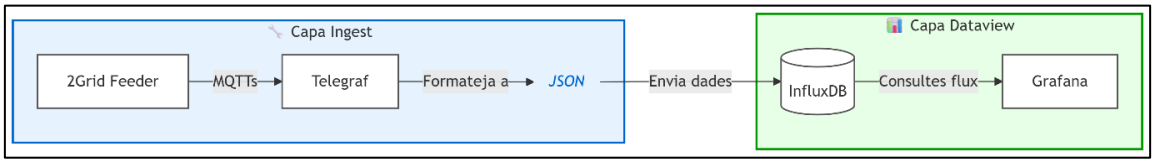
Nº	Nom bucket "carpeta"	Retenció	Contingut del Feeder
1	devices	Sempre	Localització (latitud, longitud).
2	Digitalio-realtime	3 dies	Estats dels relés (ON/OFF), entrades/sortides digitals.
3	Digitalio-events	3 dies	Alarmes sobre Digitalio-realtime.
4	Metrology-realtime	3 dies	Intensitats (stat), Voltatges (stat), potencies (stat), factor de potencia de les 3 fases (stat), etc.
5	Metrology-events	3 dies	Alarmes de metrology (ex: sobretensió, curtcircuit, interrupció de l'alimentació...).
6	Metrology-statistics	3 anys – 1095 dies	Historial (time series) voltatges, intensitats, potencies, factor de potencia, etc.
7	Sensors-realtime	3 dies	Temperatura exterior, pressió i temperatura de l'oli, etc.
8	Sensors-events	3 dies	Alarmes sobre sensors-realtime.
9	Sensors-statistics	3 anys – 1095 dies	Historial (time series) de temperatura, humitat, pressió i altres dades ambientals.
10	System-realtime	3 dies	Memòria RAM %, CPU %, temperatura CPU, etc.
11	System-events	3 dies	Alarmes sobre system-realtime.

Taula 2: Resum sobre els buckets InfluxDB utilitzats (Font: Elaboració pròpia)

3.3.2 Grafana

Eina de visualització que mostra dashboards interactius i permet configurar alertes de paràmetres.

En la següent imatge es pot veure un esquema visual d'aquesta infraestructura:



Il·lustració 5 : Diagrama de la infraestructura de monitoratge IoT (Font: Elaboració pròpia)

3.4 Gestió de dades i seguretat

Per gestionar aquestes dades s'ha implementat un sistema de còpies diàries automatitzades per a la màquina Dataview, garantint la recuperació davant possibles incidències. Això es complementa amb EFS que s'adapta dinàmicament a les necessitats d'emmagatzematge.

Aquestes còpies es gestionen mitjançant scripts python que monitoren constantment l'ocupació del disc, activant automàticament una expansió del 20% de la capacitat quan se supera el llindar del 80% d'ús. Aquesta aproximació no només optimitza els recursos sinó que també garanteix la continuïtat del servei fins i tot en escenaris de creixement sobtat de dades o possibles fallades del sistema.

3.5 Model econòmic i gestió financera del POC

El sistema utilitza un model de facturació clar i eficient basat en comptes AWS independents per a cada POC. Aquesta aproximació ofereix:

- Transparència: Cada DSO paga només pel consum real de recursos (EC2, EFS, etc).
- Aïllament: Entorns completament separats per a cada implementació, assegurant que les dades i serveis de diferents pilots no interfereixin.
- Estandardització: L'estructura és reproduïble, la qual cosa simplifica nous desplegaments i facilita la replicació del POC a altres clients.

Aquest model assegura una gestió econòmica òptima i una facturació precisa per a cada pilot, i això permet a l'empresa avaluar la sostenibilitat i escalar la solució de manera eficient.

En aquest context, i aplicant el model de facturació descrit a un cas real, el cost total del pilot comercial dels dispositius 2Grid desplegats en infraestructura AWS ascendeix a **9.900 €**, distribuït segons els conceptes següents:

Concepte	Import (€)
Serveis	7.800
Operatius de la plataforma AWS EC2	2.100
Total	9.900

Taula 3 : Cost total del POC en AWS EC2 (Font: Smilics Technologies SL)

A continuació una taula detallada sobre els serveis, que corresponen a la configuració inicial de la infraestructura cloud, instal·lació del TIG Stack, configuració de Grafana, integració dels dispositius i seguiment operatiu durant la fase del pilot.

Servei	Temps (h)	Cost (€)
Implementació	24	1.560
Monitorització	56	3.640
Total	80	7.800

Taula 4 : Serveis de la implementació (Font: Smilics Technologies SL)

El cost operatiu associat a la plataforma AWS EC2 inclou principalment els recursos d'infraestructura cloud necessaris per al funcionament del sistema durant el període del pilot.

Operatius de la plataforma AWS EC2	Cost (€)
Consultoria	65/hora
Equips connectats	5/mes*dispositiu
Modem/router	100/unitat
SIM	11/mes
Processador SIM	12/hora

Taula 5 : Cost operatiu de la implementació (Font: Smilics Technologies SL)

Durant la fase comercial, s'han venut **150 dispositius 2Grid Feeder** a un preu unitari de **290 €**, generant un volum d'ingressos de: **43.500€.**

La comparació amb el cost del pilot mostra que el desplegament del POC representa aproximadament el **22,7 %** del valor total de la venda de dispositius.

4 EINA DE VISUALITZACIÓ DE DADES : GRAFANA

4.1 Introducció i rellevància

Grafana és una plataforma de visualització i monitoratge de dades de codi obert. Permet construir dashboards interactius i personalitzables a partir de múltiples fonts de dades, com InfluxDB, Prometheus, Elasticsearch o diverses bases de dades SQL/NoSQL. El seu principal valor rau en la capacitat d'oferir una visió clara i visual de les mètriques en temps real i de les tendències històriques. És àmpliament utilitzada en entorns DevOps, IoT i indústria, ja que permet centralitzar en un únic panell dades provinents de diferents sistemes.

A més, aquesta és la part més important de la infraestructura, perquè Grafana és la interfície amb què **l'usuari final interactua i comprova que el sistema funciona correctament en temps real.** Durant el desenvolupament del projecte, he après profundament sobre aquesta eina, sent la part que he treballat de manera més directa.

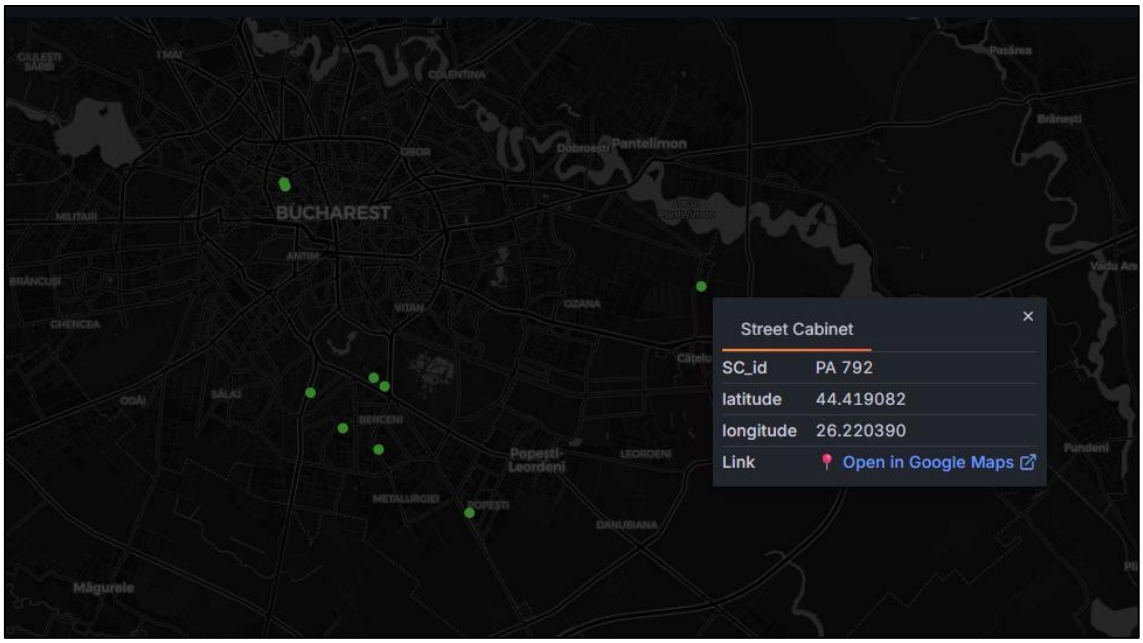
La meva experiència amb Grafana no només m'ha permès entendre com es construeix una visualització efectiva, sinó també com dissenyar interfícies orientades a l'usuari, assegurant que la informació mostrada sigui clara i útil, independentment del perfil tècnic dels clients.

4.2 Tipus de visualitzacions implementades

Els gràfics que es presenten a continuació responen a requeriments específics sol·licitats pel client durant el desenvolupament del projecte. L'objectiu d'aquestes visualitzacions és oferir una representació clara i accessible de paràmetres interns del dispositiu que resulten rellevants per avaluar-ne el rendiment i la fiabilitat en entorns reals.

- Localització

Aquest panell interactiu del tipus Geomap mostra la localització geogràfica de cada dispositiu 2Grid mitjançant cercles de color verd sobre un mapa. Quan l'usuari desplaça el cursor sobre un cercle, es mostra un tooltip amb informació addicional.



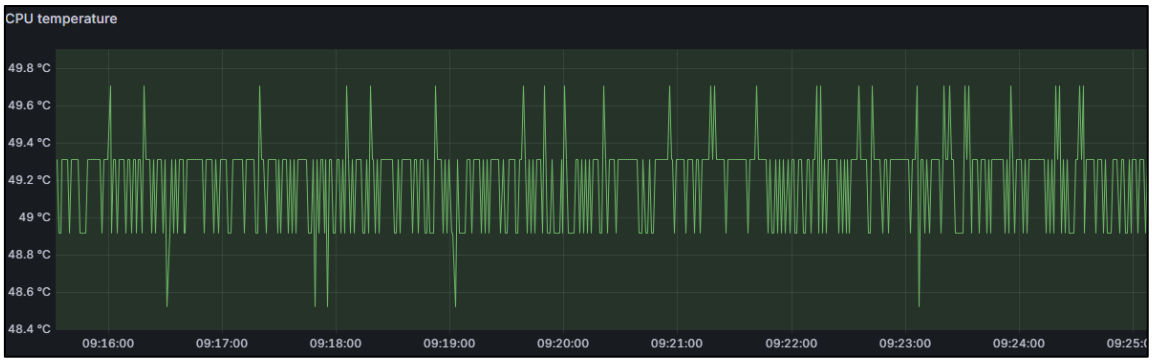
Il·lustració 6 : GeoMap dels dispositius 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

- Sistema

Aquestes visualitzacions del tipus time-series permeten monitorar en temps real diversos paràmetres interns del dispositiu, com són l'ús de la CPU, la memòria RAM i la temperatura interna de la CPU. Aquests indicadors són fonamentals per garantir la fiabilitat i l'estabilitat del sistema, ja que reflecteixen directament la càrrega de treball i les condicions d'operació.



Il·lustració 7 : % CPU utilitzada del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)



Il·lustració 8 : Temperatura de la CPU del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)



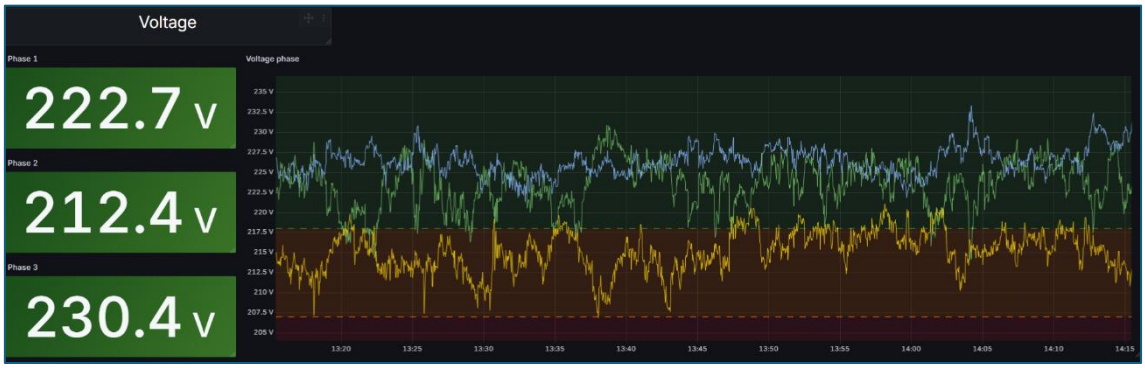
Il·lustració 9 : % RAM utilitzada del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

- Energètics

Les visualitzacions que es mostren a continuació corresponen a les dades energètiques principals del dispositiu, que constitueixen l'eix central del sistema de monitoratge i aporten el major valor afegit per al client. Aquest conjunt d'indicadors permet analitzar en temps real el comportament elèctric de la instal·lació i detectar anomalies que podrien afectar l'eficiència o la seguretat de la xarxa.

En concret, s'hi inclouen els paràmetres de voltatge per fase, voltatge entre fases, intensitat de línia, potència activa, reactiva i aparent, factor de potència, energia acumulada i harmònics tant de voltatge com intensitat. La representació gràfica d'aquestes magnituds no només facilita la comprensió tècnica del funcionament del sistema, sinó que també permet als operadors i responsables de xarxa prendre decisions més fonamentades, optimitzant el consum i garantint l'estabilitat del subministrament elèctric.

Voltatge:



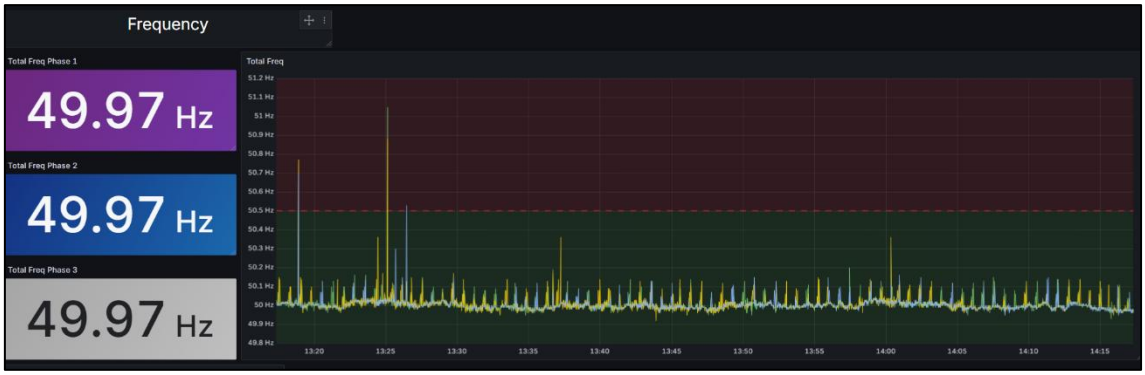
Il·lustració 10 : voltatge per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Intensitat:



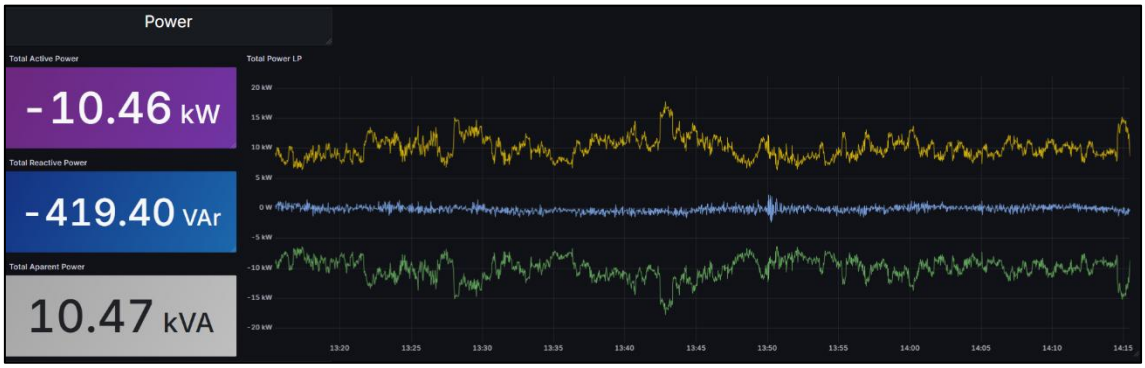
Il·lustració 11 : Intensitat per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Freqüència:



Il·lustració 12 : freqüència per fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Potència activa, reactiva i aparent:



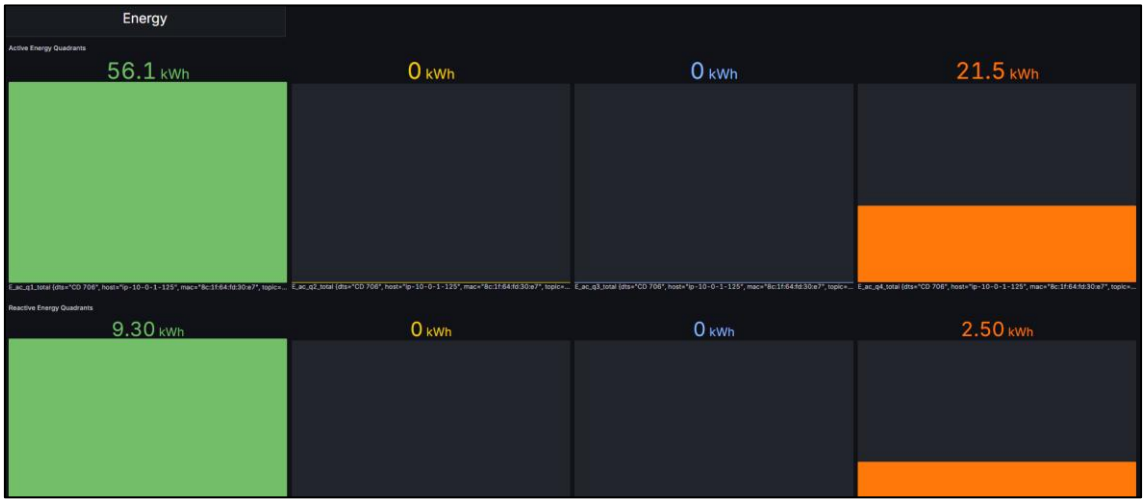
Il·lustració 13 : Potència del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Factor de potència:



Il·lustració 14 : Factor de potència del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Energia activa i reactiva:



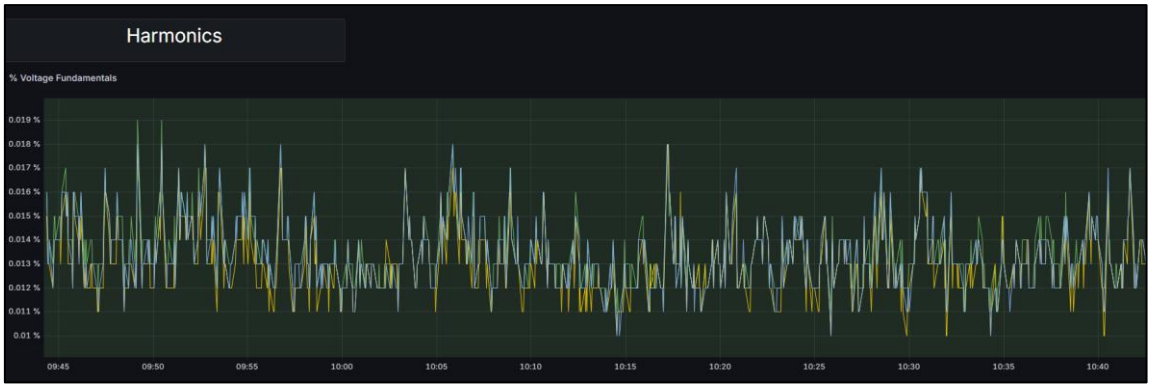
Il·lustració 15 : Energia activa i reactiva per quadrants del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Voltatge entre fases:



Il·lustració 16 : Voltatge entre fases del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Harmònics de voltatge:



Il·lustració 17 : Harmònics de voltatge del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

Harmònics d'intensitat:



Il·lustració 18 : Harmònics de intensitat del dispositiu 2Grid (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

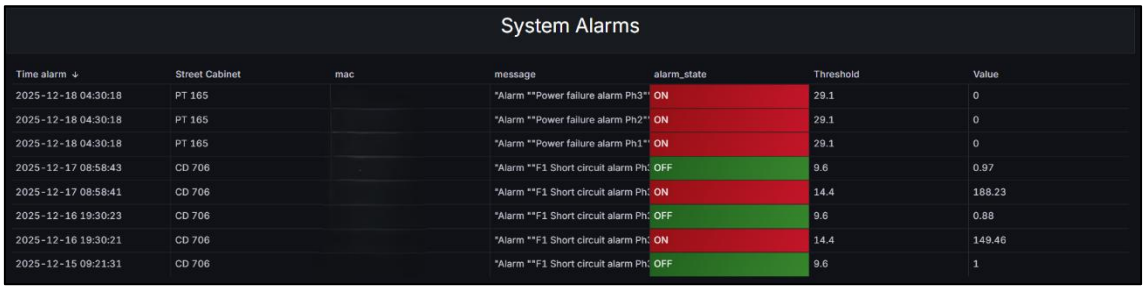
El codi de programació FLUX utilitzat per generar les visualitzacions descrites es detallen a l'Annex 8.1: Configuració de les consultes Flux.

- Alarmes

Un dels elements clau del sistema de monitoratge implementat és el **sistema d'alarmes**, dissenyat per detectar, visualitzar i notificar de manera automàtica qualsevol incidència rellevant que pugui afectar el funcionament del dispositiu o la qualitat del subministrament elèctric. Aquest sistema permet passar d'un model de supervisió passiva a un model **proactiu**, en què les anomalies són identificades i comunicades de forma immediata als responsables.

Tal com es mostra a les figures següents, el sistema d'alarmes es basa en un **dashboard específic dins de Grafana**, on es presenta un registre estructurat de les alarmes generades. Cada alarma inclou informació detallada com la data i hora de l'esdeveniment, el dispositiu afectat, el tipus d'alarma, la fase implicada, el llindar configurat i el valor mesurat que ha provocat l'activació. L'estat de cada alarma es representa de manera visual mitjançant un **codi de colors**, on el color **vermell (ON)** indica una alarma activa i el color **verd (OFF)** indica que la condició anòmala ha desaparegut i el sistema ha tornat a operar dins dels valors normals.

Aquest enfocament visual permet identificar ràpidament situacions crítiques sense necessitat d'interpretar dades numèriques complexes, millorant significativament la capacitat de resposta davant incidències com curtcircuits, sobretensions o fallades d'alimentació.

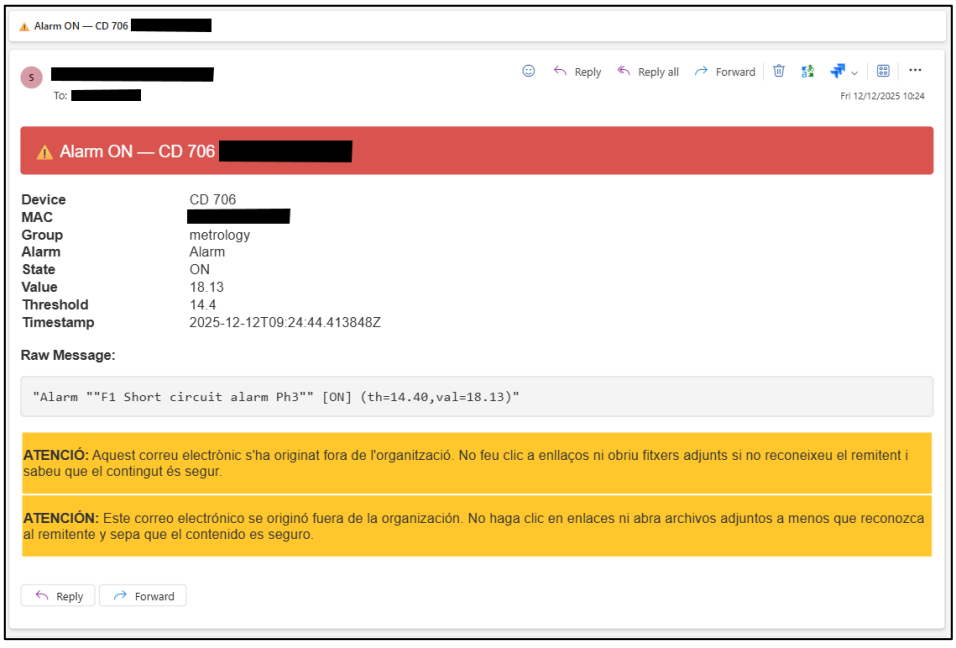


Il·lustració 19 : Taula d'alarmes del sistema amb estats ON/OFF (Font: Elaboració pròpia amb Grafana)

A més de la visualització a Grafana, el sistema incorpora un mecanisme de **notificació automàtica per correu electrònic**, tant quan una alarma passa a estat **ON** com quan es resol i passa a estat **OFF**. Aquests correus inclouen informació detallada de l'esdeveniment, com el dispositiu, la fase afectada, el valor mesurat i el llindar superat, garantint que els responsables disposin del context necessari per actuar amb rapidesa.



Il·lustració 20 : Notificació per correu electrònic d'alarma en estat OFF (Font: Elaboració pròpia amb Gmail)



Il·lustració 21 : Notificació per correu electrònic d'alarma en estat ON (Font: Elaboració pròpia amb Gmail)

En conjunt, aquest sistema d'alarmes reforça la fiabilitat i el valor operatiu de la solució, ja que permet una detecció precoç d'incidències, una gestió eficient dels esdeveniments i una millora clara en la supervisió i manteniment de les instal·lacions monitorades.

5 RESULTATS

5.1. Rendiment del sistema

Durant les proves de rendiment realitzades el dia 30/10/2025 amb **nou dispositius 2Grid Feeder** connectats simultàniament, el sistema va mostrar un comportament estable i eficient. Cada dispositiu transmet **setanta variables diferents** cap a la base de dades InfluxDB, la qual cosa genera un volum elevat de dades en temps real i posa a prova la capacitat del sistema per mantenir un flux constant i fiable.

Cal destacar, però, que **no totes aquestes variables tenen la mateixa rellevància** per al client final. En molts casos, algunes d'elles són utilitzades principalment amb finalitats de diagnosi o manteniment intern, i no aporten informació crítica per al monitoratge operatiu o comercial. Tot i això, s'han inclòs dins el flux de dades per garantir la traçabilitat completa del dispositiu i poder adaptar el sistema a futures necessitats específiques de cada client.

Per analitzar l'impacte d'aquesta activitat sobre l'emmagatzematge, s'ha mesurat l'ocupació dels diferents buckets que conformen la base de dades. A la Taula 6 es mostra la distribució d'espai en disc per a cadascun.

Nº	Nom del bucket	Ocupació
1	devices	188 KB
2	Digitalio-events	76 KB
3	Digitalio-realtime	376 KB
4	Metrology-events	448 KB
5	Metrology-realtime	2,4 GB
6	Metrology-statistics	29 MB
7	Sensors-events	444 KB
8	Sensors-realtime	16 MB
9	Sensors-statistics	2,3 MB
10	System-events	500 KB
11	System-realtime	11 MB
Total		**2,73 GB**

Taula 6 : Ús d'espai per bucket a InfluxDB (Font: Elaboració pròpia)

Com es pot observar, el bucket **metrology-realtime** és el que presenta una ocupació més elevada (2,4 GB), ja que conté les dades elèctriques principals del sistema com són: tensions, corrents, potències i factors de potència, que s'actualitzen cada segon. En canvi, la resta de buckets mantenen un volum reduït, perquè emmagatzemen informació menys dinàmica o relacionada amb alarmes, diagnosi i estadístiques històriques.

El sistema AWS EC2 presenta un ús total de **7,1 GB** sobre un disc de **29 GB** disponibles, és a dir, aproximadament un **26,9 % d'ocupació** del volum total. D'aquest espai utilitzat, només **2,73 GB** corresponen a dades pròpiament emmagatzemades als buckets d'InfluxDB, mentre que la resta, 4,37 GB, s'associa als components del servei Dataview, que inclou tant la base de dades com la plataforma Grafana, així com fitxers del sistema i configuracions del servidor.

La **latència mitjana** entre l'enviament de dades pel dispositiu i la seva visualització a Grafana se situa entre **5 i 10 segons**, un valor adequat per a aplicacions de monitoratge en temps quasi real i coherent amb els objectius del POC.

A més, **no es van detectar valors NaN** ni interrupcions en el flux de dades durant el període d'observació, fet que evidencia una transmissió completa i sense errors entre els diferents components de la infraestructura. En conjunt, aquests resultats confirmen la fiabilitat, estabilitat i escalabilitat del sistema desplegat en el núvol d'AWS, així com la seva idoneïtat per validar el funcionament del 2Grid Feeder en entorns reals.

5.2. Feedback de l'usuari

El procés de validació del sistema es va dur a terme amb un client real amb el qual es va establir un seguiment continuat durant cinc mesos (juliol a novembre de 2025) amb reunions mensuals.

En la primera reunió d'entrega que vaig assistir en data de 23/09/25 amb el client es va presentar un prototip inicial de dashboards. Tot i que tècnicament era complet ja que s'havia estat treballant des de juliol, van comentar que la interfície resultava massa complexa i que calia simplificar-ne la navegació per fer-la més intuïtiva. En particular, van destacar la importància de disposar d'una visió global senzilla abans d'endinsar-se en detalls tècnics.

Com a resposta a aquest feedback, es va redissenyar la interfície i es va crear una pantalla principal (main screen) amb una visió resumida dels dispositius:

- Mapa interactiu amb la localització de cada 2Grid i connexió directa amb Google Maps.
- Valors bàsics de voltatge i intensitat mostrats de forma clara i immediata.

Aquest nou disseny presentat el 23/10/25 va permetre al client identificar ràpidament els dispositius amb comportaments anòmals. A partir d'aquí, amb un sol clic sobre el dispositiu afectat, s'accedia a un dashboard específic amb informació tècnica detallada (potències, factor de potència, energia, harmònics i estat intern del sistema).

Això va evidenciar que aquesta combinació de visió executiva i simplificada amb accés a informació tècnica detallada sota demanda era la millor estratègia per garantir usabilitat i confiança. A més, vaig aprendre de la importància del feedback continu i reunions periòdiques amb els clients per portar un seguiment i donar-los més confiança.

Finalment, el 07/11/2025 es va lliurar la versió definitiva del POC, juntament amb tota la documentació tècnica pertinent, per tal que en un futur els clients poguessin desenvolupar o ampliar noves funcionalitats segons les seves necessitats, tal com es detalla a l'Annex 8.3: Grafana operations manual

5.3. Limitacions

1. Enfocament inicial només en visualització:

Un dels principals comentaris dels clients va ser que ells esperaven disposar d'un software complet i específic per a la seva operativa diària. Tanmateix, aquest POC estava concebut únicament per mostrar les dades en un primer moment, validant el funcionament del dispositiu i la seva integració amb una plataforma de visualització. Per tant, no inclou totes les funcionalitats que els clients podrien requerir a llarg termini (actualització del firmware a gran escala per tots els dispositius de manera simultània, integració amb altres sistemes SCADA, informes automatitzats, etc.).

2. Absència d'anàlisi predictiva:

El sistema és molt útil per a la visualització en temps real i per a l'anàlisi històrica de dades, però no incorpora mecanismes d'intel·ligència que permetin anticipar possibles incidències o optimitzar el comportament del sistema. La manca de models predictius impedeix detectar patrons anòmals, preveure sobrecàrregues o anticipar possibles fallades. En conseqüència, la plataforma actual té un caràcter principalment descriptiu, però no predictiu.

3. Escalabilitat no validada en entorns massius:

El POC s'ha desplegat amb un volum limitat de dispositius (nou unitats), la qual cosa no permet validar completament el comportament del sistema en escenaris de gran escala. Aspectes com la latència en entorns amb centenars de dispositius, la càrrega sobre la base de dades o el rendiment dels dashboards no han estat testejats en condicions extremes. Això implica que, tot i que l'arquitectura és funcional, la seva robustesa en un entorn massiu requeriria proves addicionals.

4. Limitació temporal del projecte:

El projecte s'ha desenvolupat dins d'un marc temporal associat a les pràctiques acadèmiques, la qual cosa ha condicionat l'abast funcional i la profunditat d'algunes implementacions. Amb un període més extens, hauria estat possible aprofundir en aspectes com l'automatització del desplegament o la realització de proves d'estrès i seguretat més completes.

6 CONCLUSIONS

El desenvolupament d'aquest sistema de visualització per al 2Grid Feeder ha permès crear una eina de **validació comercial eficaç**, capaç de superar les barreres inicials de confiança dels clients. Mitjançant una arquitectura cloud completa desplegada a AWS, s'han integrat amb èxit dispositius IoT, bases de dades temporals i visualitzacions interactives, demostrant que és possible oferir POC's funcionals.

Els resultats obtinguts durant el procés de validació mostren que el sistema és estable, escalable i fiable. Amb nou dispositius 2Grid Feeder connectats simultàniament i prop de **setanta variables** per dispositiu, el flux de dades es va mantenir constant, amb una latència **mitjana de 5 a 10 segons** i sense pèrdues ni valors invàlids (*NaN*). L'ocupació total de la base de dades InfluxDB va ser de **2,73 GB,** sobre un total de **7,1 GB** utilitzats a la instància EC2, confirmant una gestió eficient dels recursos i una arquitectura capaç de suportar un increment de dispositius i conseqüentment un augment en el volum de dades.

El feedback del client va ser determinant per a la millora de la interfície, donant lloc a una versió final més intuïtiva i funcional. La incorporació d'una pantalla principal amb la localització dels dispositius i valors essencials de voltatge i intensitat, així com l'accés directe a informació tècnica detallada, va augmentar significativament la usabilitat i la confiança dels usuaris finals. Aquesta experiència ha posat de manifest la importància del treball iteratiu amb el client i de l'adaptació de la visualització segons el perfil i les necessitats de cada usuari.

Tot i que el POC es va centrar exclusivament en la visualització de dades en temps real, el projecte ha evidenciat un alt potencial de creixement. A més de la manca d'anàlisi predictiva, s'han identificat altres limitacions rellevants. En primer lloc, l'enfocament inicial orientat únicament a la validació tècnica ha deixat fora funcionalitats avançades com la gestió massiva de dispositius o l'actualització remota de firmware. En segon lloc, el desplegament en un entorn reduït no ha permès validar completament el comportament del sistema en escenaris d'escalabilitat massiva, especialment pel que fa a rendiment i càrrega de dades.

A més, el marc temporal del projecte ha condicionat el nivell d'automatització i profunditat de les proves.

En definitiva, aquest projecte confirma la **viabilitat d'una aproximació en núvol per a la validació de dispositius IoT industrials**, combinant protocols de comunicació segurs amb eines avançades de visualització. L'arquitectura dissenyada, estructurada en capes Ingest i Dataview, estableix una base sòlida, reutilitzable i escalable.

Aquesta iniciativa constitueix un model reproduïble i estratègic per a la implementació de projectes IoT industrials dins de Smilics Technologies, oferint un punt de partida per a desplegaments comercials reals i per a la integració progressiva de noves funcionalitats orientades a la predicció eficient de dades energètiques.

6.1 Prospectiva i línies futures de desenvolupament

De cara al futur, aquest projecte pot evolucionar cap a una solució més completa i intel·ligent, ampliant el seu abast més enllà de la simple visualització de dades. Una de les línies de desenvolupament més rellevants seria la **incorporació d'anàlisi predictiva**, mitjançant tècniques de machine learning aplicades a les sèries temporals emmagatzemades a InfluxDB. Això permetria anticipar anomalies o ineficiències en el funcionament dels dispositius, incrementant la seva fiabilitat i valor operatiu.

Alhora, el sistema podria integrar-se amb altres plataformes industrials, com **SCADA o ERP**, per oferir una visió global del rendiment energètic i facilitar la presa de decisions en temps real. També es podria desenvolupar una **interfície d'usuari personalitzada segons el rol** (tècnic, cap o comercial), millorant encara més la usabilitat i la capacitat d'anàlisi.

En conjunt, aquestes línies prospectives situen el projecte com una base sòlida per a futures evolucions cap a una plataforma integral de gestió energètica IoT, alineada amb les necessitats actuals i futures del sector industrial.

7 BIBLIOGRAFIA

Afrin, S., Rafa, S. J., Kabir, M., Farah, T., Alam, M. S. B., Lameesa, A., Forruque Ahmed, S., & Gandomi, A. H. (2025). *Industrial Internet of Things: Implementations, challenges, and potential solutions across various industries*. *Computers in Industry, 170*, 104317. https://doi.org/10.1016/j.compind.2025.104317

Amazon Web Services (AWS). (2023). *Amazon Elastic Compute Cloud user guide*. AWS. https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/UserGuide/concepts.html

Amazon Web Services (AWS). (2023). *Amazon Virtual Private Cloud documentation*. AWS. https://docs.aws.amazon.com/vpc/latest/userguide/what-is-amazon-vpc.html

Amazon Web Services (AWS). (2023). *Amazon Elastic File System (EFS) user guide*. AWS. https://docs.aws.amazon.com/efs/latest/ug/what-is-efs.html

Ananthanarayanan, R., Gupta, K., Kandula, S., Greenberg, A., & Schopf, J. (2009). *Cloud analytics: Do we really need to reinvent the storage stack?* In Proceedings of the 1st USENIX Workshop on Hot Topics in Cloud Computing (HotCloud'09). USENIX Association. http://usenix.org/event/hotcloud09/tech/full_papers/ananthanarayanan.pdf

Arnika, R., Tyagi, P., Kumar, P., Sagar, P. K., Saraswat, M., & Bansal, A. (2024). Real-time monitoring and fault detection in smart grids using IoT sensors and deep learning algorithm. A *2024 4th International Conference on Advancement in Electronics & Communication Engineering (AECE)* (p. 1128-1132). IEEE. https://doi.org/10.1109/AECE62803.2024.10911820

Chang, F., Dean, J., Ghemawat, S., Hsieh, W. C., Wallach, D. A., Burrows, M., Chandra, T., Fikes, A., & Gruber, R. E. (2006). *Bigtable: A distributed storage system for structured data*. In Proceedings of the 7th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI '06) (pp. 205–218). USENIX Association. https://www.usenix.org/conference/osdi-06/bigtable-distributed-storage-system-structured-data

Freecodecamp.org. (2023). *InfluxDB tutorial for beginners*. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=EfcKAHMWCjM

Grafana Labs. (2023). *Grafana documentation*. Grafana. https://grafana.com/docs/grafana/latest/

Grafana Labs. (2023). *Grafana alerting: Create, manage and test alerts*. Grafana. https://grafana.com/docs/grafana/latest/alerting/

IEC. (2020). IEC 62053-22:2020 Electricity metering equipment - Particular requirements - Part 22: Static meters for AC active energy (classes 0,1S, 0,2S and 0,5S) (2nd ed.). International Electrotechnical Commission. https://webstore.iec.ch/en/publication/29987

InfluxData. (2023). *InfluxDB OSS documentation*. InfluxData. https://docs.influxdata.com/influxdb/v2.7/

InfluxData. (2023). *Telegraf plugin system overview*. InfluxData. https://docs.influxdata.com/telegraf/v1.28/

MQTT.org. (2022). *MQTT protocol essentials: All core concepts explained*. MQTT.org. https://mqtt.org/getting-started/

Smilics Technologies SL. (2023). *2Grid: IoT energy monitoring platform*. Smilics. https://smilics.com/2grid/

Domínguez, Eduard. (2025). *Pla d'empresa de PeintAI* [Treball de fi de grau, Universitat Autònoma de Barcelona]. Dipòsit Digital de Documents de la UAB. https://ddd.uab.cat/record/321193?ln=ca

8 ANNEXOS

8.1 Configuració de les consultes Flux

En aquest annex es recullen totes les consultes escrites per mi, en llenguatge Flux utilitzades a Grafana per a la construcció dels panells de visualització descrits al capítol 4.2: Tipus de visualitzacions implementades.

- Localització en el Geomap

```
from(bucket: "devices")
  |> range(start: -5y)
  |> filter(fn: (r) => r._measurement == "device_params")
  |> filter(fn: (r) => r.param_name == "latitude" or r.param_name == "longitude" or
r.param_name == "Adress")
  |> group(columns: ["CT_id", "param_name"])
  |> last()
  |> pivot(rowKey: ["CT_id"], columnKey: ["param_name"], valueColumn: "_value")
  |> keep(columns: ["CT_id", "Adress", "latitude", "longitude"])
  |> group()
```

- Sistema

% CPU:

```
from(bucket: "system-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "system_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "cpu_use")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${Device}/system/real_time")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Temperatura CPU:

```
from(bucket: "system-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "system_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "cpu_temp")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${Device}/system/real_time")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

RAM:

```
from(bucket: "system-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "system_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "mem_1" or r["_field"] == "mem_0")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${Device}/system/real_time")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

- Energètics

Voltatge:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "V_rms_0" or r["_field"] == "V_rms_1" or r["_field"] ==
"V_rms_2")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Intensitat:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "I_rms_0" or r["_field"] == "I_rms_1" or r["_field"] ==
"I_rms_2")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Freqüència:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "V_f_zc_0" or r["_field"] == "V_f_zc_1" or r["_field"] ==
"V_f_zc_2")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
```

```
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Potència:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/feeder1/real_time")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "P_ac_total" or r["_field"] == "P_reac_total" or r["_field"] == "P_ap_total")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Factor de potència:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "P_pf_0" or r["_field"] == "P_pf_1" or r["_field"] == "P_pf_2")
  |> aggregateWindow(every: 1s, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Energia activa:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "E_ac_q1_total" or r["_field"] == "E_ac_q2_total" or r["_field"] == "E_ac_q3_total" or r["_field"] == "E_ac_q4_total")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Energia reactiva:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "E_reac_q1_total" or r["_field"] == "E_reac_q2_total" or r["_field"] == "E_reac_q3_total" or r["_field"] == "E_reac_q4_total")
```

```
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Voltatge entre fases:

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] == "V_rms_ph2ph_0" or r["_field"] == "V_rms_ph2ph_1" or
r["_field"] == "V_rms_ph2ph_2")
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${Device}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "mean")
```

Harmònics (voltatge):

```
from(bucket: "metrology-realtime")
  |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
  |> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
  |> filter(fn: (r) => r["_field"] =~ /^V_har_[0-2]_[1-9][0-9]*$/)
  |> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
  |> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
  |> yield(name: "espectre_sense_fonamental")
```

Harmònics (intensitat):

```
from(bucket: "metrology-realtime")
|> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
|> filter(fn: (r) => r["_measurement"] == "metrology_realtime")
|> filter(fn: (r) => r["_field"] =~ /^I_har_[0-3]_[4-9][0-9]*$/)
|> filter(fn: (r) => r["topic"] == "${CT}/metrology/real_time/${Feeder}")
|> aggregateWindow(every: v.windowPeriod, fn: mean, createEmpty: false)
|> yield(name: "espectre_sense_fonamental")
```

- Alarmes

```
base =
  from(bucket: "metrology-events")
    |> range(start: v.timeRangeStart, stop: v.timeRangeStop)
    |> filter(fn: (r) =>
      r._measurement == "metrology_events" and
```

```
    (
      r._field == "alarm_state" or
      r._field == "threshold" or
      r._field == "value" or
      r._field == "msg"
    )
  )
  |> map(fn: (r) => ({ r with _value: string(v: r._value) }))

pivoted =
  base
    |> pivot(
      rowKey: ["_time", "dts", "mac"],
      columnKey: ["_field"],
      valueColumn: "_value",
    )
    |> map(fn: (r) => ({ r with SC: r.dts }))

pivoted
  // NOMÉS files amb alarm_state = "ON" o "OFF"
  |> filter(fn: (r) =>
      exists r.alarm_state and (r.alarm_state == "ON" or r.alarm_state == "OFF")
    )
  |> keep(columns: [
      "_time",
      "SC",
      "mac",
      "alarm_state",
      "threshold",
      "value",
      "msg"
  ])
  |> group()
```

8.2 Fitxa tècnica del 2Grid Feeder

Feeder

Technical data specifications

V0



ESP

Descripción del producto

Un dispositivo de medición y monitorización de parámetros eléctricos es esencial para garantizar una operación eficiente y segura en la distribución de baja tensión.

El equipo **2Grid Feeder** proporciona una medición y monitoreo continuo de todos los parámetros eléctricos, lo que permite detectar problemas potenciales o anomalías al inicio de la red de distribución de baja tensión.

ENG

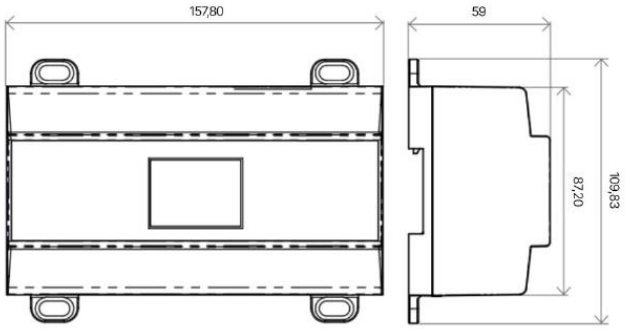
Product Description

An electrical parameter measuring and monitoring device is essential to ensure efficient and safe operation in low voltage distribution.

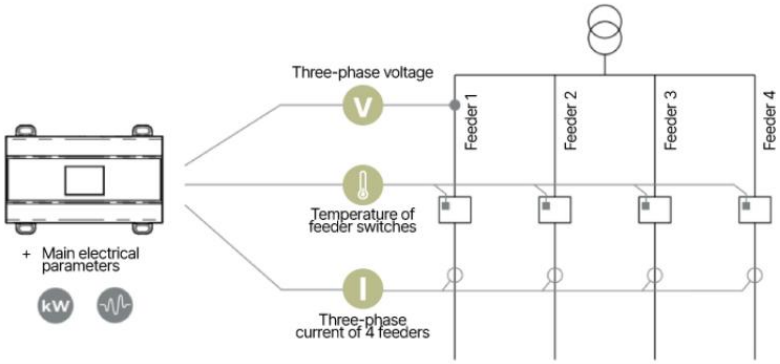
***2Grid Feeder** equipment provides continuous measuring and monitoring of all the electrical parameters, allowing potential problems or anomalies to be detected at the beginning of the low voltage distribution network.*

Advertencias de seguridad	***Safety instructions and warnings***
Este documento contiene información esencial para garantizar una instalación un funcionamiento seguros y adecuados del equipo. Léalo detenidamente antes de utilizar el equipo.	*This document contains essential information to ensure safe and proper installation and operation of the equipment. Please read it carefully before using the equipment*
Antes de instalar - No instale o utilice el equipo si tiene alguna razón para pensar que su funcionamiento no es correcto o que el producto es defectuoso, y póngase en contacto con su proveedor. Abstenerse de instalar si observa irregularidades en la sección del núcleo. - No exponga el equipo a ambientes agresivos o explosivos. - El equipo debe ser instalado y utilizado por personal cualificado y según las medidas de seguridad habituales de la instalación y las pautas detalladas en este documento. - Para su instalación sobre conductores no aislados, utilice el equipo de protección personal apropiado.	***Before installing*** - *Do not install or use the equipment if you have any reason to believe that it is malfunctioning or that the product is defective and contact your supplier. Refrain from installation if you notice irregularities in the core section.* - *Do not expose the equipment to aggressive or explosive environments.* - *The equipment must be installed and operated by qualified personnel and according to the usual installation safety measures and guidelines detailed in this document.* - *For installation on non-insulated conductors, use appropriate personal protective equipment.*
Durante la instalación - Con el equipo conectado, los bornes pueden ser peligrosos al tacto. La apertura de cubiertas o manipulación de elementos puede dar acceso a partes peligrosas al tacto. - El equipo no debe ser utilizado hasta que haya finalizado por completo su instalación.	***During installation*** - *With the equipment connected, the terminals can be dangerous to touch. The opening of covers or manipulation of elements can give access to parts that are dangerous to touch.* - *The device must not be used until it has been completely installed.*
Tras la instalación - Si se observan daños visibles durante su funcionamiento debe desconectar la alimentación y ponerse en contacto con un técnico cualificado. - Si el equipo se ha instalado de una forma no especificada por el fabricante, la medida puede resultar comprometida.	***After installation*** - *If visible damage is observed during operation, you should disconnect the power supply and contact a qualified technician.* - *If the equipment has been installed in a manner not specified by the manufacturer, the measurement may be compromised.*

Dimensiones	*Dimensions*



Aplicación del producto	*Product application*



Características principales	*Key Features*

- Medición de voltajes trifásicos.
- Medición de corriente trifásica. (Hasta 4 alimentadores)
- Medición de corriente neutral: (Hasta 4 neutrales)
  - Directa, calculada y homopolar.
- Cálculo de cantidades eléctricas derivadas:
  - Potencia, factor de potencia, cosΦ, potencia activa / reactiva / aparente, energía activa por cuadrante, componentes simétricas y frecuencia.
- Medición y registro de parámetros eléctricos.
- Registro de eventos.
- Alarmas:
  - Cortocircuito, sobrecarga, fallo de energía y personalizadas por el usuario.
- Servidor web interno para monitoreo y configuración.
- Protocolos encriptados compatibles:
  - HTTPS (API / WEB), MQTTS, MODBUS TCP TLS.
- Cumplimiento con altos estándares de ciberseguridad.
- Instalación rápida y fácil:
  - Accesorios con conectores precableados.
  - Opción de configuración personalizada de fábrica.
	- *Triphasic Voltages measurement.*
	- *Triphasic Current measurement (up to 4 Feeders with Neutral)*
	  - *Neutral Current measurement: Direct, calculated, and homopolar.*
	- *Derived electrical quantities calculation:*
	  - *Power, power factor, cosΦ, active / reactive / apparent power, active energy per quadrant, symmetrical components, and frequency.*
	- *Measurement and recording of electrical parameters.*
	- *Event registering.*
	- *Alarms:*
	  - *Short-circuit, overload, power failure and user customized.*
	- *Internal web server for monitoring and configuration.*
	- *Supported encrypted protocols:*
	  - *HTTPS (API / WEB), MQTTS, MODBUS TCP TLS.*
	- *Compliance with high cybersecurity standards.*
	- *Quick and easy installation:*
	  - *Connectorized and pre-wired accessories.*
	  - *Customized factory configuration option.*

Ciberseguridad	*Cybesecurity*
- Acelerador de hardware criptográfico TPM 2.0 - Instalación de firmware segura (SFI). Servicios de seguridad integrados para autenticar y proteger las Propiedades Intelectuales de software mientras se realiza la programación inicial. - Coprocesador criptográfico con almacenamiento seguro de claves basado en hardware: Arranque seguro Actualización segura del firmware (SBSFU). **Funciones criptográficas**: AES-128: Encriptar/Desencriptar, Multiplicar en el Campo de Galois para funciones GCMn y HASH, SHA-1 y SHA-2 (algoritmos de HASH seguros), MD5, HMAC.	- *TPM 2.0 Cryptographic hardware accelerator* - *Secure Firmware Install (SFI). Embedded security services to authenticate and protect the software IPs while performing initial programming.* - *Cryptographic Co-processor with Secure Hardware-based Key Storage: Secure Boot Secure Firmware Update (SBSFU).* ***Cryptographic functions:*** *AES-128: Encrypt/Decrypt, Galois Field Multiply for GCMn And HASH functions, SHA-1 and SHA-2 (secure HASH algorithms), MD5, HMAC.* - *Antitamper detection.*

- Detección de antimanipulación. - Comunicaciones cifradas: HTTPS, MQTTS, MODBUS TCP TLS.	- *Encrypted communications: HTTPS, MQTTS, MODBUS TCP TLS.*

Registro	*Logging*
Almacenamiento estadístico de sensores y medidas metrologías	*Statistical storage of sensors and metrology measures*
Eventos de sensores, metrología y sistema	*Sensors, metrology, and system events*
Almacenamiento local de registros (hasta 200 registros)	*Local storage of logs (up to 200 logs)*
Registros enviados por MQTT a la nube.	*Logs sent by MQTT to the cloud.*
Registros accesibles por HTTP (Web/API)	*Logs accessible by HTTP (Web/API)*
Gestión de seguridad de la información y eventos.	*Security information and event management.*
Alarmas	*Alarms*
Umbral de alarmas ajustables, histéresis, mensaje y filtro de eliminación de rebotes	*Settable alarms threshold, hysteresis, message and debounce filter*
Alarmas de temperatura del aceite/magnética del transformador	*Independent alarms by phase*
Alarmas de temperatura infrarroja	*Short-circuit alarms resolution in <10ms*
Alarmas de temperatura interior	*Overload detection*
Alarmas de humedad interior	*Power failure detection*
Alarmas de nivel de ozono	*Breaker's temperature alarm*

Comunicaciones (Interfaz de comunicaciones)		*Communications (Communications Interface)*	
Tipo	Ethernet 10/100 Base TX	*Type*	*Ethernet 10/100 Base TX*
Conector	RJ45 blindado	*Connector*	*RJ45 Shielded*
Protocolos de comunicación	MODBUS TCP, MQTT, HTTP (Web/API), NTP, DHCP CLIENT.	*Communication Protocols*	*MODBUS TCP, MQTT, HTTP (Web/API), NTP, DCHP CLIENT.*

Características técnicas	***Technical features***	
Características eléctricas	*Electrical features*	
Alimentación	*Power*	2.5 W
Voltaje de entrada	*Input voltage*	24 V
Frecuencia nominal	*Rated frequency*	50/60 Hz
Rango de entrada de voltaje	*Voltage input range*	0 - 450 Vrms
Rango de medición de corriente	*Current measurement range*	0 - 4000 A
Medición de corriente de cortocircuito	*Short circuit current measurement*	Up to 4000 A
Precisión del dispositivo*	***Device accuracy****	
Voltaje VLN (línea-neutro)	*VLN Voltage*	±0.2%
Corriente	*Current*	±0.2%
Temperatura	*Temperature*	0,5ºC
Características mecánicas	*Mechanical features*	
Dimensiones	*Dimensions*	109,83 x 157,53 x 59 mm | 9 modules
Material	*Material*	Plastic PA66 / Heat and flame resistant UL94 V0 / CTI ≥ 500
Grado de protección	*Protection rating*	IP40
Instalación	*Installation*	DIN rail 35 mm Wall mount with 2 / 4 dowels (6 mm)
Condiciones ambientales	*Ambient conditions*	
Temperatura (operativa y de almacenamiento) *	*Temperature (operating & storage) **	-25ºC up to +70ºC
Humedad relativa	*Relative humidity*	0% up to 93%
Presión	*Pressure*	70 up to 106 kPa
Altitud máxima	*Maximum altitude*	2000 m
Grado de contaminación	*Pollution degree*	PD3

Uso	*Use*	Indoor
General	*General*	
RTC (Reloj en tiempo real)	*RTC*	Ultra-low power consumption / Timekeeper and antitamper detection. UTC format.
Batería RTC**	*RTC battery ** *	CR2032 (210mAh)
Seguridad y EMC	*Safety and EMC*	
Categoría de instalación	*Installation Category*	IV IEC 61010-1
Categoría de seguridad de voltaje de entrada	*Safety category voltage measurement inputs*	IEC 61010-1 CAT IV 300V
Categoría de seguridad de corriente y sensor de temperatura, entrada de 24 V, Ethernet	*Safety category current & temperature sensor, 24 V input, Ethernet*	IEC 61010-1 CAT IV 150V
Aislamiento	*Insulation*	Double
Compatibilidad electromagnética	*Electromagnetic compatibility*	Emission: IEC 61000-6-4 Immunity: IEC 61000-6-2
Prueba	*Test*	Standard
ESD (Descarga electrostática)	*ESD*	IEC EN 61000-4-2
Onda anular	*Ring Wave*	IEC EN 61000-4-12
Ondas oscilatorias amortiguadas	*Damped oscillatory waves*	IEC EN 61000-4-18
Transitorios rápidos / ráfagas	*Fast transient / burst*	IEC EN 61000-4-4
Campo magnético de frecuencia de potencia	*Power frequency magnetic field*	IEC EN 61000-4-8
Campo electromagnético de RF irradiado	*Radiated RF EM field*	IEC EN 61000-4-3
Campo electromagnético de RF irradiado (radioteléfono digital)	*Radiated RF EM field (digital radio teleph.)*	IEC EN 61000-4-3
Nivel de tensión de prueba en la frecuencia principal conducida	*Test voltage level at main freq. conducted*	IEC EN 61000-4-16
Disturbios CM conducidos (0-150Hz)	*Conducted CM disturb. (0-150Hz)*	IEC EN 61000-4-16
Disturbios conducidos	*Conducted disturbances*	IEC EN 61000-4-6
HDMI	*HDMI*	
Panel frontal	*Front panel*	
LEDs	*LEDs*	3 Operation status + 2 Ethernet status
Pantalla	*Display*	Graphic OLED 1.7" 102x64 Display
Botón pulsador	*Push button*	Browser navigation
Servidor web	*Web server*	
Control, medidas, configuración, actualizaciones de firmware, registros	*Control, Measures, Configuration, FW Updates, Logs*	
Identificación NFC	*NFC Identification*	
Tipo	*Type*	Passive RFID
Frecuencia	*Frequency*	13.56 (NFC)
Información	*Information*	Manufacturer, Device type, SN, HW version, MAC, Default IP

* Según la norma IEC61557-12 / *According to IEC61557-12*
** Interna y no removable / *** Internal and not removable*

Sensores y entradas de voltaje	***Sensors and voltage inputs***	
Current Sensor	*Current Sensor*	
Sensor y cable	***Sensor & Cable***	
Tipo	*Type*	Openable Rogowski coil
Fijación	*Internal diameter*	120 / 70 mm
Rango de medición	*Flexible part diameter*	8 mm
Resolución	*Accuracy*	Class 0.5 A1

Precisión	*Short circuit withstand*	25 kA peak
Deriva máxima	*Cable length*	2 m / 3 m / 4 m
Longitud del cable	*Cable type*	Shielded 24 AWG conductors
Tipo de cable	*Protection grade*	IP65
Estructura del cable	*Insulation*	Double
Grado de protección	*Safety*	CAT IV 300V
Conector	***Connector***	
Tipo	*Type*	Pluggable terminal block with screw fixing and cable housing
Paso	*Pitch*	3.81 mm
Grado de protección	*Protection grade*	IP40
Sección transversal del cable	*Cross-sectional area of the cable*	Up to 1.5 mm2
Sensor de temperatura	*Temperature sensor*	
Tipo	*Type*	3 wire PT 100
Fijación	*Fixation*	Adhesive (30 x 14 mm)
Rango de medición	*Measurement range*	-50 °C up to 150 °C
Resolución	*Resolution*	< 0.3 °C
Precisión	*Accuracy*	±0.3°C (Class B)
Deriva máxima	*Maximum drift*	1m°C/yr
Longitud del cable	*Cable length*	3 m
Tipo de cable	*Cable type*	Shielded 24 AWG conductors
Grado de protección	*Protection grade*	IP65
Aislamiento	*Insulation*	Double
Seguridad	*Safety*	CAT IV 300V
Conector	***Connector***	1 ppb
Tipo	*Type*	Pluggable terminal block with screw fixing
Paso	*Pitch*	3.81 mm
Grado de protección	*Protection grade*	IP40
Paso	*Pitch*	Wire cross section
Entrada de Voltaje Trifásico	**3PH Voltage Input**	
Entradas de Voltaje	*Voltage Inputs*	
Cable (opcional)	***Cable (optional)***	
Estructura del cable	*Cable structure*	4 conductors + shield (L1, L2, L3, N, GROUND)
Tipo de cable	*Cable type*	Shielded, 20AWG section of each conductor
Longitud del cable	*Cable length*	3 m
Aislamiento	*Insulation*	Double
Seguridad	*Safety*	440 Vrms
Conector	***Connector***	
Tipo	*Type*	Pluggable terminal block with screw fixing
Paso	*Pitch*	5.08 mm
Grado de protección	*Protection grade*	IP40
Sección transversal del cable	*Wire cross section*	Up to 1.5 mm2
Alimentación	***Power***	
Entrada de alimentación	*Power Input*	
Cable	***Cable***	
Estructura del cable	*Cable structure*	4 conductors + shield (L1, L2, L3, N, GROUND)

Tipo de cable	*Cable type*	Shielded, 20AWG section of each conductor
Longitud del cable	*Cable length*	3 m
Aislamiento	*Insulation*	Double
Seguridad	*Safety*	440 Vrms
Conector	***Connector***	
Tipo	*Type*	Pluggable terminal block with screw fixing
Espaciado	*Pitch*	5.08 mm
Grado de protección	*Protection grade*	IP40
Sección transversal del cable	*Wire cross section*	Up to 1.5 mm2

8.3 Grafana operations manual

Aquest apartat inclou el manual d'operacions elaborat per a un dels clients internacionals durant la fase de validació del projecte. El document descriu de manera detallada el funcionament de l'entorn Grafana, les seves principals funcionalitats i la configuració bàsica dins la infraestructura TIG Stack.

Hi s'hi expliquen aspectes com el registre de nous dispositius i usuaris, la configuració de Telegraf, la connexió MQTTs dels dispositius ja instal·lats, així com una visió general de cadascuna de les pantalles de dashboards, on es detallen les dades i indicadors que s'hi mostren.

Aquest manual es va lliurar al client en anglès per necessitats del projecte.

Table of contents

1. Intro of Grafana environment: Open source SW and key functionalities
2. Register of new devices
3. Register of new users
4. Telegraf configuration
5. Overview of each dashboard screen
6. Grafana – MQTT connection – Topic #DEVICENAME#

1. Intro of grafana environment: Open source SW and key functionalities

Grafana is an open-source platform designed for visualizing, monitoring, and analyzing time-series data collected from various data sources.

It enables users to build dynamic dashboards and analyze system or network performance in real time through a modern, web-based interface.

In this proof of concept, Grafana is integrated with InfluxDB as the primary time-series database. InfluxDB efficiently stores metrics and sensor data with precise timestamps, making it ideal for monitoring IoT devices, network equipment, and infrastructure components.

This setup is part of the **TIG stack**, composed of:

1. Telegraf – a lightweight data collection agent that gathers metrics from devices, systems, or applications and sends them to InfluxDB.
2. InfluxDB – a purpose-built time-series database optimized for storing and querying timestamped data.
3. Grafana – the visualization layer that reads data from InfluxDB and presents it in dashboards, charts, and alerts.

Together, these tools form a flexible and scalable monitoring solution: Telegraf collects → InfluxDB stores → Grafana visualizes**.**

Moreover, Grafana provides real-time visualization and monitoring capabilities with a wide range of powerful features:

1. Interactive Dashboards – Build dynamic dashboards with charts, gauges, tables, and maps to visualize metrics in real time.
2. Multi-Source Integration – Connect to multiple data sources such as InfluxDB, Prometheus, MySQL, or PostgreSQL simultaneously.
3. User and Role Management – Control access through user roles (Viewer, Editor, Admin) and organization-level permissions.
4. Dashboard Variables – Create reusable and dynamic dashboards for different devices, regions, or customers.
5. Plugins and Extensions – Extend functionality by adding new visualization types or data sources from the Grafana Plugin Marketplace.

2. Register of new devices

When Grafana uses **InfluxDB** as its data source, **new devices are registered automatically** through the data they send to InfluxDB — there is **no need to manually add them in Grafana**.

Each device publishes its measurements (for example, **voltage**, **current**, or **temperature**) to InfluxDB, identified by a **unique tag** — typically the device's **MAC address**.

Grafana dynamically detects these new devices using **dashboard variables** that are configured to **query InfluxDB for all available device tags**. As soon as a new device

starts sending data to InfluxDB, it automatically appears in Grafana's dropdown filters as a selectable option.

The variable **Device** is responsible for this process — it automatically searches and retrieves all the **MAC addresses** that InfluxDB is currently receiving. By default, these MAC addresses are displayed directly in the Grafana filter dropdown.

To see the variables, you need to enter a dashboard → select edit → settings → variables.

If you prefer to display a **custom device name** instead of the MAC address, you can create a **new variable** in Grafana and assign it a meaningful name. You will later use this variable in the *Device* variable definition.

Example:

Variable name: MAC_BULKER_1

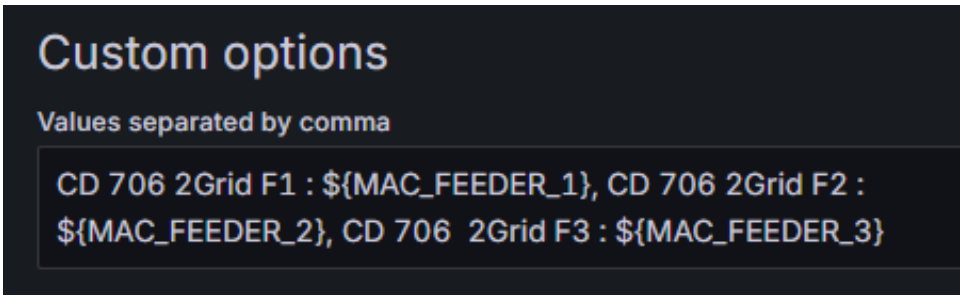
Flux query:

```
from(bucket: "metrology-statistics")
  |> range(start: -72h)
  |> filter(fn: (r) => r._measurement == "metrology_statistics")
  |> filter(fn: (r) => r.mac == "XXXXXXXX")
  |> limit(n: 1)
  |> keep(columns: ["mac"])
  |> map(fn: (r) => ({_value: r.mac, _field: "mac_address", _measurement: "display"}))
  |> yield(name: "mac_from_bucket")
```

Note: Replace the MAC address (XXXXXXXXX) with the new device's MAC address and **hide this variable** from the dashboard view.

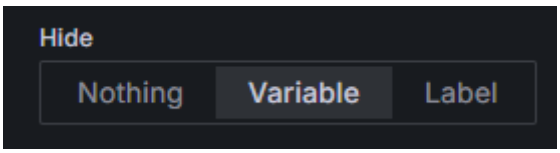
Then, in the **Device variable**, you can define how the name appears in the dropdown using:

NAME YOU WANT TO SHOW ${MAC_BULKER_1}



This configuration allows Grafana to associate a user-friendly device name (for example, *Feeder 1* or *Cabinet A*) with its corresponding MAC address in InfluxDB. This ensures a clear, organized, and easily readable dashboard while maintaining accurate data mapping.

If you want to hide a variable, you go to variables and in hide: variable



If you want to show it in the dashboard you select “Nothing”.

3. Register of new users

To create new users, go to:

Menu → Users and access → Users, and click the blue button **“New user”**.

Then, enter the user’s **name, email, username, and password**, and click **Create**.

Grafana provides three main roles:

Role	**Description**	**Typical Use**
Viewer	Read-only access. Can view dashboards but not modify them.	End-users, management
Editor	Can create and modify dashboards or panels.	Technical staff, network engineers
Admin	Full control over users, data sources, and configuration.	System administrators

Admins can:

- Reset passwords or disable accounts.
- Change user roles.
- Delete users who no longer need access.

4. Telegraf configuration

Please copy the configuration file to the **/etc/telegraf** directory. After copying, carefully review all the entries marked with **XXXXXXXXX**, as these indicate placeholders for IP addresses, passwords, or authentication tokens that must be replaced with the correct values.

Once the file has been updated, **stop and restart the Telegraf service** to apply the changes.
After restarting, the configuration will be active and the system will operate as expected.

5. Overview of each dashboard screen

The Retele Grafana environment is organized into five main dashboards, each focused on a specific aspect of the network and IoT monitoring system.

These dashboards allow users to quickly access key information, detect anomalies, and monitor system performance in real time.

Before explaining every dashboard, in Grafana, dashboards are stored as **JSON files**, which makes it easy to import/export and share them.

Export a Dashboard

1. Open the dashboard you want to export.
2. Click **“Export”** tab --> **“Export as JSON”.**

Import a Dashboard

1. In Grafana’s sidebar, go to **Dashboards → New → Import**.
2. Upload .Json file

- Dashboard 1: Main screen

The Main Screen provides a global visualization of the entire environment. It serves as the main entry point for users to observe the network layout and access detailed dashboards for each component.

At the top of the screen, a map displays all Street Cabinets, each identified by:

- **ID** – unique identifier of the cabinet.

Latitude and Longitude – precise geographical coordinates for easy geolocation.

- **Maps link** – to open the localization in Google Maps.

In addition to the map, the main screen also includes:

- **Summary tiles** for voltage, current, and general system condition across every 2Grid devices of every Street cabinet.
- **Navigation links** to the next dashboards: *Street Cabinet Status* by clicking "CD X" or "PA X" and *2Grid Status* by clicking "2Grid Feeder X".
- **Color-coded indicators** (green for normal, orange and red for warnings) provide an at-a-glance understanding of the overall system state.

Variables:

Variable name	**Meaning / Purpose**
SC	Represents the *Street Cabinet* identifier. It defines the location or cabinet group from which the real-time metrology data is collected. Used as the root context in queries (${SC}/...).
Device1	The first device (MAC address) associated with the selected Street Cabinet. It's retrieved dynamically from InfluxDB (offset 0) and used in Flux queries to fetch voltage measurements.
Device2	The second device (MAC address) linked to the same Street Cabinet. It uses the same query as Device1 but with offset 1, returning the next MAC in sorted order.

Variable name	Meaning / Purpose
Device3	The third device (MAC address) tied to the Street Cabinet. Retrieved with offset 2 from the same tagValues query, representing the third feeder/metrology device.

That means the dashboard **does not filter or switch between devices**, as happens in the next dashboard.

Instead, it **shows the three devices simultaneously**, so the user can monitor all feeders in parallel on the same screen — for example, **voltage, current, Vmax, Vmin, and Imax** for each device.

IMPORT THE DATA IN GEOMAP:

To display the **circles on the Geomap panel** in Grafana, you need to prepare and load geographic device data into InfluxDB. You must first prepare an Excel file containing device information such as ID, latitude, longitude, and other relevant attributes, then save it as a CSV file. A Python script is used to read this CSV and upload the data into an InfluxDB bucket named **"devices."** This script must be executed from an environment such as **Visual Studio Code**, and before running it, you need to update the directory path of the CSV file inside the script to match its actual location on your system. It is important to ensure that the column names in the Excel or CSV file exactly match those expected by the script; otherwise, the data will not load correctly into InfluxDB and the Geomap circles will fail to appear.

I suggest writing in the excel file and then in any converter file website change it to .CSV

Once the script runs successfully, the device coordinates and attributes are stored in the **devices** bucket, allowing Grafana to visualize each device as a circle on the Geomap in real time. Because **Grafana reads them directly** through its configured data source.

- Dashboard 2: Street Cabinet status

This dashboard provides a **real-time visualization of the electrical parameters** and general health of each **street cabinet** in the monitoring network. It is connected to the **InfluxDB bucket metrology-realtime**, from which it retrieves live measurements for voltage, current, power, and harmonics across the three electrical phases of each feeder.

Main structure:

- **Header section:** A large centered title *"DigMon LV"* in orange, accompanied by a header image and section titles such as *"Lighting Panel Status," "Voltage," "Current," "Power,"* and *"Harmonics."* These help visually separate the main measurement categories.
    - **Voltage panels:** Three *stat panels* (Phase 1, 2, 3) and a *time-series graph* show RMS voltage values (V_rms_0, V_rms_1, V_rms_2).
    - Thresholds are color-coded:
        - **Dark red:** critical (below 207 V or above 253 V)
        - **Dark orange:** warning zones (207–218 V / 241–253 V)
        - **Dark green:** nominal range (218–241 V).
    - **Current panels:** Similar layout for current RMS values (I_rms_0, I_rms_1, I_rms_2) with a trend graph *"Current phases."* These visualize load distribution across the three lines in amps.
    - **Power panels:** Indicators for total active (P_ac_total), reactive (P_reac_total), and apparent (P_ap_total) power, as well as a time-series chart *"Total Power LP."* Units are shown in kW, kVAR, and kVA, respectively, helping operators assess efficiency and power factor.
    - **Harmonics section:** Two line charts showing voltage (V_har_*) and current (I_har_*) harmonic distortion in %, with thresholds
        - **Green:** < 5 %
        - **Dark yellow:** warning (5–8 %)
        - **Dark red:** critical (> 8 %).

This helps detect waveform distortion that could affect equipment lifespan.

Variables**:** Dynamic filtering (templating variables)

At the top, several dropdown variables make the dashboard interactive:

- **Street cabinet (SC):** Populated from the devices bucket (SC_id tag).
- **Device:** Refers to the selected **device (MAC address)** within the chosen Street Cabinet. Retrieved dynamically from InfluxDB based on the selected SC. Unlike the previous dashboard, this variable allows the user to **filter and visualize one device at a time**.
- **Feeder:** Indicates the **feeder channel** (or output line) of the device to display. It's a manual selection with predefined options (feeder1–feeder4)

These variables ensure that selecting a cabinet or feeder automatically updates all panels with the relevant data.

- Dashboard 3: 2Grid Feeder status

A real-time and historical view of a **single 2Grid feeder**: daily extremes (min/max) of current and voltage, live voltage/current by phase, total/active/reactive/apparent power, grid frequency, power factor per phase, energy (active/reactive) by quadrants, and phase-to-phase voltages. It's designed to spot undervoltage/overvoltage, unbalance, overloads, PF issues, and harmonic/quality problems on a selected feeder.

Data source & scope:

- **InfluxDB bucket:** metrology-realtime (all measurements come from _measurement = "metrology_realtime").
- **Topic filter:** ${SC}/${Device}/metrology/real_time/${Feeder} (set by variables).
- **Time range:** defaults to **last 1 hour** (now-1h → now) unless the user changes it.

Variables**:** Dynamic filtering (templating variables).

At the top, several dropdown variables make the dashboard interactive:

- **Street cabinet (SC):** Populated from the devices bucket (SC_id tag).
- **Device:** Refers to the selected **device (MAC address)** within the chosen Street Cabinet. Retrieved dynamically from InfluxDB based on the selected SC. This variable allows the user to **filter and visualize one device at a time**.

- **Feeder:** Indicates the **feeder channel** (or output line) of the device to display. It's a manual selection with predefined options (feeder1–feeder4)

These variables ensure that selecting a cabinet or feeder automatically updates all panels with the relevant data.

Layout & key panels:

- **Daily Summary – V & I Extremes (Phase 1–3):**

  Six *Stat* tiles report **Max/Min Current** (I_rms_0/1/2) and **Max/Min Voltage** (V_rms_0/1/2) over the chosen time range.

- **Voltage section:**
  - Three *Stat* tiles for per-phase voltage (P1–P3) with thresholds: **dark red** (<207 V or >253 V), **dark orange** (207–218 V, 241–253 V), **dark green** (218–241 V).
  - One *Time series* "Voltage Phase" plotting V_rms_0/1/2.
- **Current section:**
  - Three *Stat* tiles for **per-phase current** I_rms_0/1/2.
  - One *Time series* "Current Phases" plotting I_rms_0/1/2.
- **Power section:**
  - *Stat* tiles for **Total Active Power** (P_ac_total), **Reactive** (P_reac_total), **Apparent** (P_ap_total) with short lookback (some use range(start: -1m) and 1 s window).
  - *Time series* "Total Power LP" plotting **active, reactive, apparent** together over the dashboard time range.
- **Frequency section:**
  - *Stat* tiles for **per-phase frequency** (V_f_zc_0/1/2).
  - *Time series* "Total Freq" plotting the three phase frequencies with **green band** 49.5–50.5 Hz and **red outside** this previous target.

- **Power Factor (PF):**
    - *Stat* "Total PF" (uses P_pf_1).
    - *Time series* PF per phase (P_pf_0/1/2) with thresholds: **red** <0.85, **green** ≥0.95 (amber in between).
- **Energy:**
    - Two *Bar gauge* groups for **Active Energy Quadrants** (E_ac_q1…q4) and **Reactive Energy Quadrants** (E_reac_q1…q4)—useful for import/export detection and PF compensation analysis.
- **Voltage between phases (line-to-line):**
    - Three *Stat* tiles for **V12/V23/V13** (V_rms_ph2ph_0/1/2).

Time series "Voltage Btw Phases" plotting the three line-to-line voltages with a **green** nominal band (≥360 V) and **red** >440 V (3-phase 230/400 V system.

Why this dashboard is useful

1. **Operations at a glance:** choose **Device** and **Feeder** to get immediate health KPIs.
2. **Quality & compliance:** frequency banding and PF thresholds expose grid issues and compensation needs.
3. **Protection & capacity:** min/max V/I detect sags/swells and overloads; L-L voltages surface unbalance.

- Dashboard 4: Feeders status

This dashboard provides a **real-time and historical view of electrical current behavior** for each **2Grid feeder**. It allows operators to monitor load distribution, detect unbalanced phases, and evaluate the overall performance of the street cabinet's feeders.

Key variables.

- **Device:** Device 1, Device 2, Device 3 (like dashboard 1: Main screen)

Feeder: feeder1–feeder4 (**only for the intensity time series graph.**

Main sections:

1. **Current (RMS) by phase.**

Stat panels for Phase 1, Phase 2, and Phase 3, showing RMS current values (I_rms_0, I_rms_1, I_rms_2).

2. **Time-series current.**

This panel displays a **time-series chart** that plots the **current of all three electrical phases** together, allowing users to easily observe **load balance** and how current varies over time.

- **Units:** The measurement is expressed in **amperes (A)**.
- **Color coding:** Each phase has a **distinct fixed color**, making it easy to distinguish between them immediately.

There are **12 measurement lines** (4 feeders × 3 current phases)

Line	Device	Feeders shown
1–4	Device 1	feeder1 → feeder4
5–8	Device 2	feeder1 → feeder4
9–12	Device 3	feeder1 → feeder4

Ir → Phase R (I_rms_0)

Is → Phase S (I_rms_1)

It → Phase T (I_rms_2)

and one for **In** (the neutral current)

- Dashboard 5: 2Grid Bulker status

The 2Grid Bulker Status Dashboard provides real-time monitoring of environmental data from the IoT Bulker device. Unlike the 2Grid Feeder, which includes metrology data, the

Bulker focuses solely on sensor-based measurements such as temperature, humidity, ozone, and flood detection.

Monitored Parameters:

• Indoor Temperature

Displays the device's internal temperature over time. The graph includes three data series — *average*, *minimum*, and *maximum* — derived from the int_temp_1 field. It helps visualize temperature variations and overall thermal behavior of the monitored environment.

• Indoor Humidity

Shows humidity readings from the same device. Like the temperature panel, it plots *average*, *minimum*, and *maximum* values from the humidity_1 field, enabling comparison of humidity trends within the monitored area.

• Ozone

Represents the ozone sensor readings (ozone_1 field) as a time-series curve. This panel currently displays average ozone levels collected by the sensor, offering insight into ambient air composition.

• Flood

Illustrates the readings from the flood detection sensor (flood_1 field). The graph shows the average sensor value over time, allowing observation of possible changes in water presence or moisture conditions. (1: disconnected, 2: dry, 3: flood)

- Dashboard 6: System

The System Status Dashboard provides real-time visibility into the operational performance of all monitored devices, focusing on three critical system metrics: **CPU usage, CPU temperature, and RAM utilization.**

Monitored Parameters:

- **CPU Usage (%)**
  Displays the processor load of each device over time.

- **Green:** Normal operation (0–89%)
- **Red:** Critical load (≥90%)
  These thresholds help quickly identify overloaded devices that may require optimization or maintenance.

- **CPU Temperature (°C)**
  Shows the real-time temperature of each device's CPU, allowing early detection of thermal issues.
  - **Green:** Safe (<60 °C)
  - **Orange:** Warning (60–75 °C)
  - **Red:** Critical (>75 °C)

This setup enables preventive actions before overheating impacts device stability.

6. Grafana – MQTT connection – Topic #DEVICENAME#/

1. Go to **NETWORK → MQTT**
   Enter the following data:

- **Server:** XXXXXXXX
- **Port:** XXXX
- **TLS:** ON
- **Authentication:** OFF

The **"Connection Status"** button will appear **red**.

2. **Certificates**

Go to **System → Configuration**
Upload the certificates, clicking the **Send** button each time a file is uploaded.

XXXXX

3. Check Connection Status

Go back to NETWORK → MQTT.
The “Connection Status” button should now appear green, indicating that the device is successfully sending data.

4. #DEVICENAME#/ topic

Go to System –> Configuration --> Device nickname

And write the name of the Street Cabinet.

Then scroll down to MQTT Topics.

And in every text box (Metrology, system and sensors) write #DEVICENAME#/ in fort of the #m:a:c#.

Take care that metrology could have up to 4 feeders, so its 16 times to write #DEVICENAME#/.

So automatically the #DEVICENAME#/ will change to the nickname of the previous step.