



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
**BARCELONATECH**

---

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,  
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

---

# **DISSENY D'UN SISTEMA DE MONITORITZACIÓ INTEL·LIGENT D'UNA MICRO-XARXA ELÈCTRICA**

---

## **Annexes**

Escola Superior d'Enginyeria Industrial, Aeroespacial i Audiovisual  
de Terrassa

**Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica**

**Data:** 30/06/2020

**Estudiant:** Oriol Hinojo Comellas

**Director:** Álvaro Luna Alloza

## INDEX

|   |    |
|---|----|
| ANNEX 1: INTRODUCCIÓ AL PME .....                 | 4  |
| 1.1.    Programes core de PME .....               | 4  |
| ANNEX 2: LA INFORMÀTICA EN EL NÚVOL .....         | 9  |
| ANNEX 3: CONFIGURACIÓ DE LA MÀQUINA VIRTUAL ..... | 11 |
| ANNEX 4: TEORIA DE BASES DE DADES .....           | 12 |
| 4.1. Introducció .....                            | 12 |
| 4.2. Classificació de dades .....                 | 12 |
| 4.2.1. Dades estructurades .....                  | 12 |
| 4.2.2. Dades semi estructurades .....             | 13 |
| 4.2.3. Dades no estructurades .....               | 16 |
| 4.3. Exemples de selecció de bases de dades ..... | 17 |
| 4.3.1. Dades del catàleg de productes .....       | 17 |
| 4.3.2. Fotografia i vídeos .....                  | 17 |
| 4.3.3. Dades empresarials .....                   | 17 |
| 4.4. Resum .....                                  | 18 |
| ANNEX 5: CODI D'AZURE SQL .....                   | 19 |
| 5.1. Codi SQL per valors generals .....           | 19 |
| 5.2. Codi SQL per harmònics de voltatge A-N ..... | 20 |
| 5.3. Codi SQL per harmònics de voltatge B-N ..... | 21 |
| 5.4. Codi SQL per harmònics de voltatge C-N ..... | 22 |
| 5.5. Codi SQL per harmònics de corrent A .....    | 23 |
| 5.6. Codi SQL per harmònics de corrent B .....    | 24 |
| 5.7. Codi SQL per harmònics de corrent C .....    | 25 |
| ANNEX 6: MAPA MODBUS PM 8000 .....                | 26 |
| ANNEX 7: CODI NODE RED .....                      | 36 |
| ANNEX 8: DASHBOARDS GRAFANA .....                 | 37 |
| ANNEX 9: POWER BI DESKTOP .....                   | 38 |

## Llista de figures i taules

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Logotip PME.....                                      | 4  |
| Figura 2. Pantalla de configuració del Management Console ..... | 5  |
| Taula 1. Parts del Manage Console .....                         | 5  |
| Figura 3. Interfície Vista de PM 8000.....                      | 6  |
| Taula 2. Integrants d'una interfície Vista .....                | 6  |
| Taula 3. Recursos de la caixa d'eines .....                     | 6  |
| Figura 4. SCADA vista PME.....                                  | 7  |
| Figura 5. Visualització de tendències a les 18:45 h .....       | 8  |
| Figura 6. Configuració de la màquina virtual.....               | 11 |
| Figura 7. Exemple base de dades relacional .....                | 12 |
| Taula 4. Direccions Modbus Generals .....                       | 26 |
| Taula 5. Direccions Modbus Harmònics Voltatge A-N .....         | 27 |
| Taula 6. Direccions Modbus Harmònics Voltatge B-N .....         | 29 |
| Taula 7. Direccions Modbus Harmònics Voltatge C-N.....          | 30 |
| Taula 8. Direccions Modbus Harmònics Corrent A.....             | 31 |
| Taula 9. Direccions Modbus Harmònics Corrent B.....             | 32 |
| Taula 10. Direccions Modbus Harmònics Corrent C.....            | 34 |

## ANNEX 1: INTRODUCCIÓ AL PME

El *Power Monitoring Expert* és una aplicació de monitorització i anàlisi especialitzada per solucions de gestió energètica. El software recull i organitza les dades procedents dels equips de mesura de la instal·lació i els presenta de manera útil a través de la interfície Web. Comparteix la informació amb col·laboradors clau o amb tota la companyia per informar i influir en canvis de comportament que puguin proporcionar estalvis en l'àmbit energètic.



Figura 1. Logotip PME

La arquitectura oberta del software admet protocols estàndard de la indústria i una ampla gama de dispositius de Schneider Electric i de tercers. Aprofiti i optimitzi la infraestructura existent. Integració amb altres sistemes de gestió i automatització (per exemple, SCADA) o serveis Web.

Entre les seves característiques destaquen la interfície de client web intuïtiva, la monitorització en temps real mitjançant llibreries de pantalles definides de fabrica per lectura d'informació del dispositiu audiovisuals, la creació d'informes energètics estàndard i avançats per l'anàlisi de consum i gestió de costos, registre de dades en base de dades Microsoft SQL (Configuració automàtica per dispositius nadius), compatibilitat completa amb tecnologia ION.

Aquest software és especialment interessant per aquest projecte degut a la seva capacitat de gestió de qualitat elèctrica, disponibilitat i fiabilitat, juntament amb la optimització del us de la seva infraestructura i actius elèctrics. A més, facilita el impulsar iniciatives d'eficiència energètica i millora del rendiment financer reduint també costos energètics i operacionals.

### 1.1. Programes core de PME

El PME consta de diferents subprogrames els quals treballen de forma coordinada, cadascun té una funcionalitat concreta, per tant, és important conèixer i diferenciar les possibilitats de tots ells.

- Management Console:

El *Management Console* serveix per afegir, eliminar o configurar dispositius al sistema, per exemple elements de mesura sobre els quals es volen llegir dades. Per tant, si es desitja llegir o actuar sobre un dispositiu és necessari haver-lo configurat prèviament en el *Management Console* i així disposar de les seves dades en els altres subprogrames.

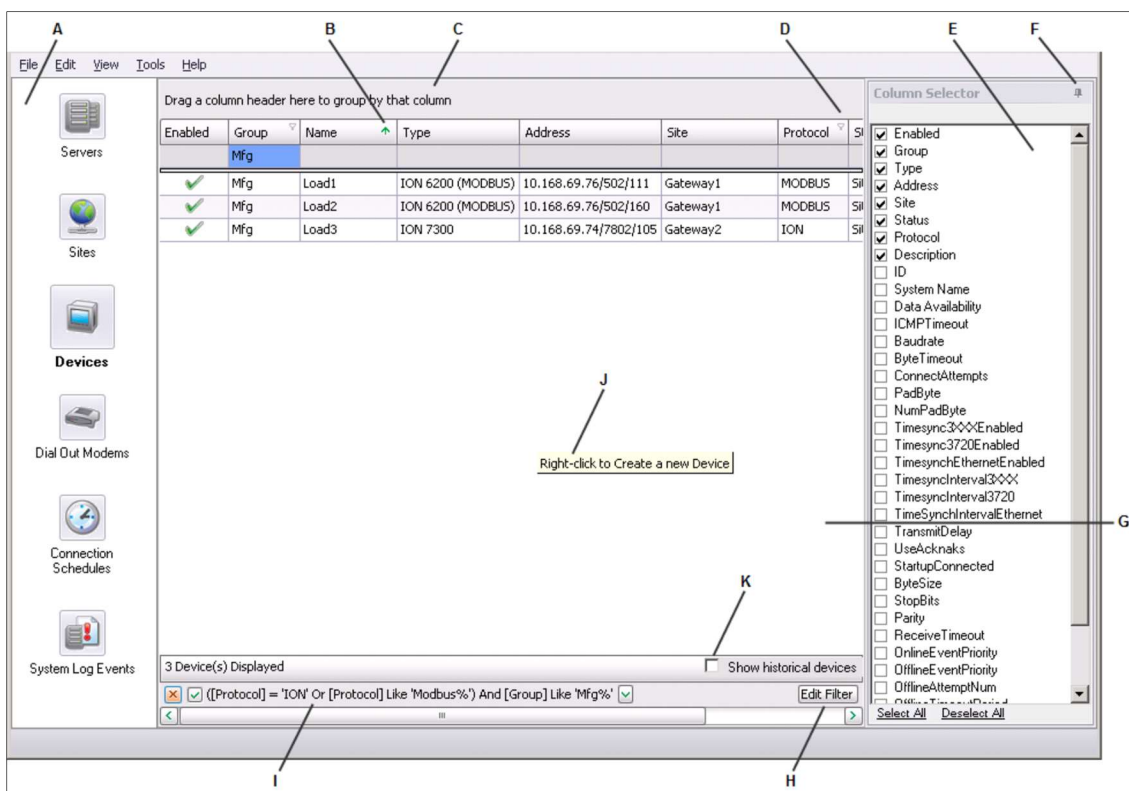


Figura 2. Pantalla de configuració del Management Console

Taula 1. Parts del Manage Console

|   |                           |   |                   |   |                                |   |                         |
|---|---------------------------|---|-------------------|---|--------------------------------|---|-------------------------|
| A | Panell de configuració    | B | Indicador d'ordre | C | Àrea Group Box                 | D | Indicador de filtre     |
| E | Selector de columna       | F | Icona Pin/Unpin   | G | Àrea de visualització          | H | Botó d'edició de filtre |
| I | Filtre aplicat actualment | J | Text informatiu   | K | Modificar filtre de dispositiu |   |                         |

Per afegir un dispositiu s'ha de clicar a la icona *Devices* en el Panell de configuració i acte seguit fer clic dret a l'àrea de visualització, d'aquesta manera apareix un menú on s'ha de seleccionar *New>Ethernet Gateway Site*. En el menú de creació, es requereix d'un Group, grup de recursos al qual es vol assignar, *Name*, nom d'identificació del dispositiu configurat, *Device Type*, tipus dispositiu connectat en aquest cas un PM 8000 ja que és el mesurador del PA 8000 i finalment *IP Address*, la configurada en el dispositiu i dins el domini escollit pel projecte, tant permet una direcció IPv4 com IPv6.

- Vista:

El *Vista* és el component del PME encarregat de la visualització i control del sistema de monitorització de potència. La seva interfície consisteix en una pantalla principal amb una zona

de treball, una barra d'estats, una barra de menú i una caixa d'eines. A continuació, es pot apreciar la interfície Vista concedida per Schneider sobre un PM 8000 [Figura 3].

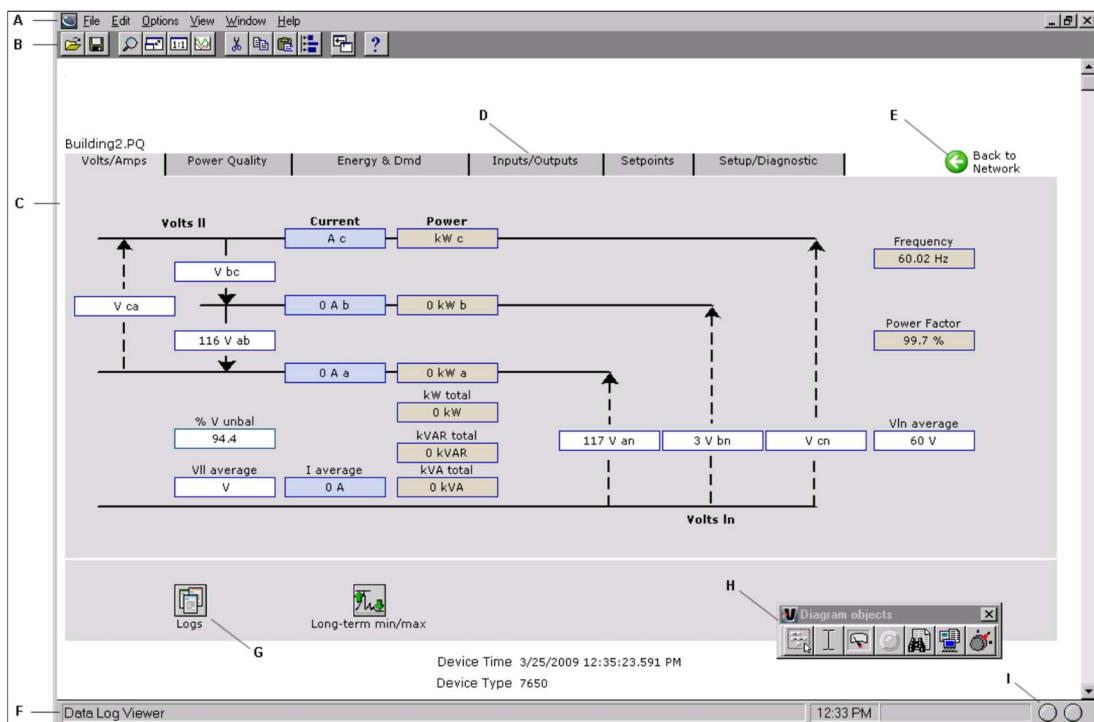


Figura 3. Interfície Vista de PM 8000



Taula 2. Integrants d'una interfície Vista

|   |   |   |  |   |                                  |
|---|---|---|--|---|----------------------------------|
| A | Barra de menú                                     | B | Barra d'eines                              | C | Espai de treball                 |
| D | Clicar pestanya per veure dades                   | E | Clicar per retornar a la pantalla anterior | F | Barra d'estat                    |
| G | Clicar per obrir un grup d'objectes amb més dades | H | Caixa d'eines                              | I | Rebre/Trametre estats indicatius |

Per crear una interfície buida s'ha de clicar *File>New Network* en la barra de menú. Aquesta pot ser emplenada amb els recursos de la caixa d'eines.

La caixa d'eines consta de 7 recursos diferents:

Taula 3. Recursos de la caixa d'eines

|   |   |
|---|---|
|  | <b>Grouping Object</b> , agrupa objectes en una pantalla diferent a la qual dirigeix en ser clicat. Permet modificar el seu aspecte amb imatges a elecció del usuari. |
|  | <b>Text Box</b> , permet visualitzar capçaleres, títols i comentaris en el diagrama.  |

|  |  |
|--|--|
|  | <b>Numeric Object</b> , mostra les dades en temps real la variable que se li indiqui.  |
|  | <b>Status Object</b> , mostra estats o dades binaries, és compatible amb diferents imatges i animacions.   |
|  | <b>Data Log Viewer</b> , permet visualitzar formes d'ona, transitoris emmagatzemats en una base de dades de ION.   |
|  | <b>Event Log Viewer</b> , encarregat de mostrar les alarmes i events emmagatzemats a la base de dades ION.   |
|  | <b>Control Object</b> , Envia comandes a un dispositiu configurat, per exemple neteja l'acumulador d'energia, canvia d'estat un relé, posa a zero un comptador,... |

Fent ús dels esmentats recursos s'ha creat un SCADA amb PME, el qual permet visualitzar tensions, intensitats, potencia, freqüència. També disposa de visualització de THDs i harmònics per comprovar com efectivament es reben valors d'aquestes variables. Es pot concloure la comunicació com a exitosa degut a la coherència dels valors obtinguts via PME amb els visualitzats en la interfície d'usuari del PM 8000.

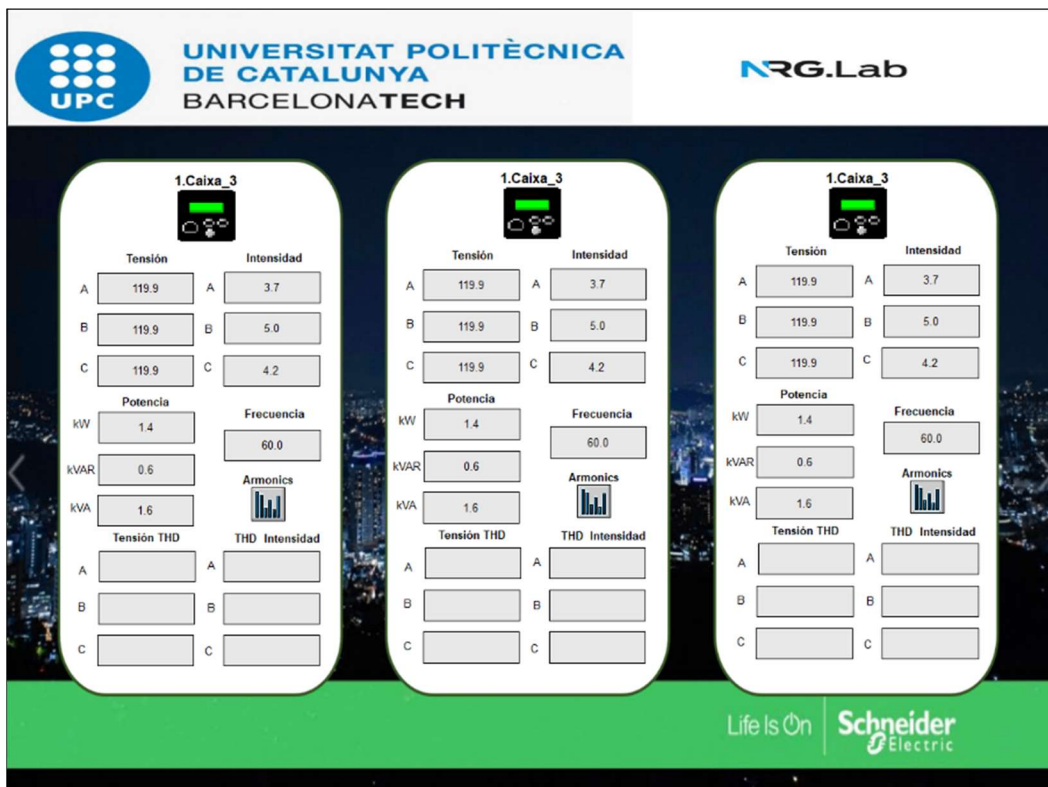


Figura 4. SCADA vista PME

Els diferents SCADA es poden visualitzar en temps real en la pantalla de *Web Application* la qual es troba explicada en el present apartat després de Designer.

- Designer:

El Designer és una eina de programació recomanable només a usuaris avançats. És Requereix de coneixements d'arquitectura de ION ja que es basa en aquesta.

El Designer es tracta d'una interfície gràfica que ajuda a visualitzar una configuració mitjançant nodes. Un node és un bloc caixa negra encarregat de realitzar una funció en concret. Estan pensats per complementar dispositius de la gama ION afegint mesures noves i/o procés de dades no capturats per defecte. A més, en els dispositius ION es requereix de l'ús del Designer per gestionar el *Virtual Processor* i el de *Log Inserter*.

Malgrat ser un producte destinat a la gamma ION, també deixa visualitzar la programació interna dels productes de gamma PM encara que no afegir programació en aquests.

- Web Application:

El *Web Application* és un visualitzador de dades, concretament el visor que s'entrega al client ja configurat i des d'on pot visualitzar les dades recollides dels equips de manera senzilla, entenedora i en temps real.

L'accés consta de diferents nivells o rols els quals delimiten les funcions del usuari. Supervisor correspon al rol mestre el qual no té limitacions, s'usa per manipular els objectes visuals de l'aplicació.

L'explicació es centra en l'apartat de tendències, responsable de monitoritzar les dades directament de la base de dades. La seva interfície és un panell lateral on es poden seleccionar i editar els gràfics actuals, en clicar la creu de baix a l'esquerra es poden afegir noves gràfiques. L'usuari selecciona el període de visualització desitjat a partir del moment actual.

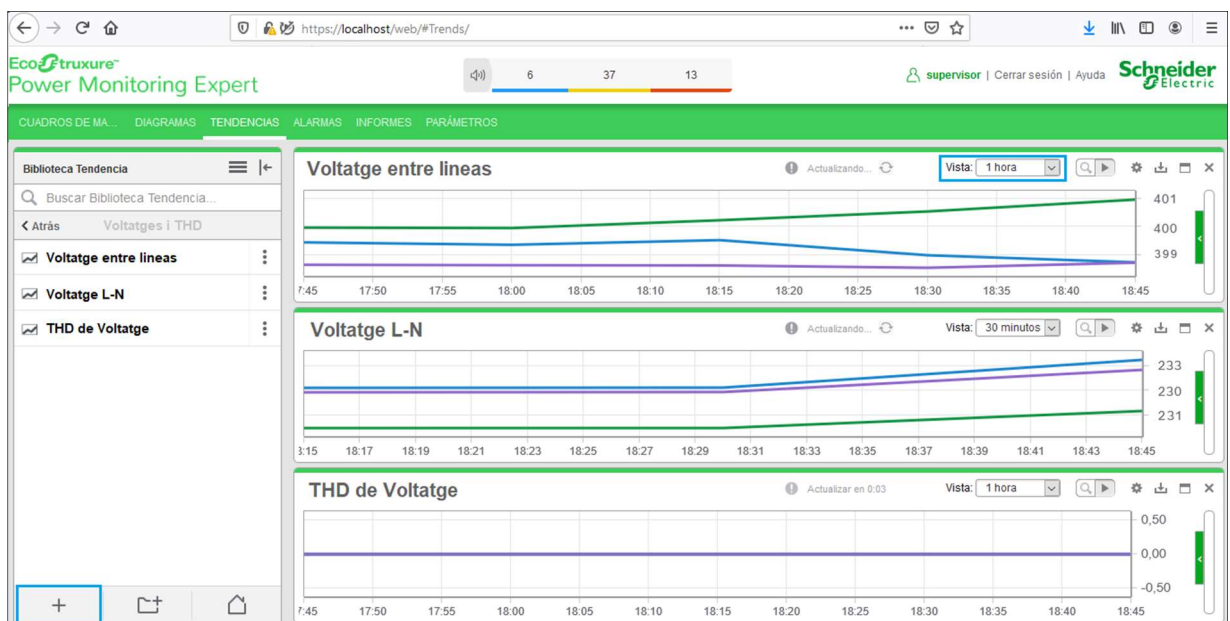


Figura 5. Visualització de tendències a les 18:45 h



La Figura 5, exposa un exemple de tendències creat amb la instal·lació anteriorment introduïda. En obtenir dades coherents de manera constant es pot donar com a vàlida la comunicació.

## ANNEX 2: LA INFORMÀTICA EN EL NÚVOL

La informàtica en el núvol és la prestació de serveis informàtics a través d'Internet mitjançant models de preus escalables en funció del ús. En altres paraules, és una manera de llogar potència de processat i emmagatzematge del centre de dades d'un tercer, pagant sempre només per les prestacions que més s'adeqüin a les necessitats del usuari.

En lloc de mantenir les CPU i emmagatzematge l'arrendatari, ho fa el arrendador. D'aquesta manera, l'usuari pot gaudir de tota la potència contractada sense haver de preocupar-se de mantenir l'estructura subjacent.

Els recursos del núvol, un cop llogats, es poden fer servir com si fossin d'un centre de dades propi. Tanmateix, un cop l'usuari ja no requereixi d'aquests recursos els pot retornar sense compromís, pagant únicament per l'ús donat fins el moment.

De tota manera, el veritable poder del núvol és la possibilitat de solucionar ràpidament reptes empresarials importants, com podria ser dotar de Internet de les coses de manera senzilla la seva estructura.

### Per què hauríem de migrar al núvol?

El núvol ajuda a moure's amb rapidesa i a innovar de maneres que abans eren quasi bé impossibles.

Per entendre millor les avantatges del núvol és interessant introduir les tendències del món digital en constant evolució en el qual ens trobem. Actualment, distingim entre principalment dues tendències; Els equips ofereixen noves característiques als usuaris de manera molt veloç per no quedar obsoletes i els usuaris finals esperen una experiència cada vegada més ampla i global amb els seus dispositius i firmware.

Les versions de software abans es programaven en períodes de mesos o fins i tot anys. Avui en dia en canvi, els equips llencen característiques en lots més petits. Fins i tot, apareixen versions diàriament o setmanalment.

Moltes interaccions amb dispositius que avui en dia es veuen com a trivials eren impensables en un passat. Gran quantitat de dispositius poden reconèixer cares, respondre a comandaments de veu. La realitat augmentada canvia la forma que tenim d'interactuar amb la realitat. Fins i tot els electrodomèstics comencen a actuar de forma intel·ligent. Aquestes tecnologies son només alguns exemples, y molts es desenvolupen en el núvol. Per exemple, els assistents domèstics com el Google Home requereixen de comunicació a Internet per a funcionar.

Per desenvolupar els serveis i oferir experiències d'usuari innovadores de forma més veloç, el núvol proporciona accés a petició per: grups quasi il·limitats de components de processat,



emmagatzematge i xarxes sense processar, reconeixement de veu juntament amb altres serveis cognitius molt de moda actualment. Finalment, serveis d'anàlisi que permeten dotar de sentit a les dades de telemetria que retornen el software i els dispositius.

## ANNEX 3: CONFIGURACIÓ DE LA MÀQUINA VIRTUAL

Inicio > Nuevos > Marketplace > Windows Server > Crear una máquina virtual

### Crear una máquina virtual

✓ Validación superada

Datos básicos | Discos | Redes | Administración | Opciones avanzadas | Etiquetas | **Revisar y crear**

#### DETALLES DEL PRODUCTO

Standard D2s v3 por Microsoft Se aplican créditos de suscripción ⓘ  
**0,0355 USD/h**  
[Términos de uso](#) | [Directiva de privacidad](#) | [Precios de otros tamaños de máquinas virtuales](#)

#### TÉRMINOS

Al hacer clic en "Crear", (a) acepto los términos legales y las declaraciones de privacidad relacionados con cada oferta de Marketplace que se enumeró previamente; (b) autorizo a Microsoft a facturar con mi método de pago actual las cuotas relacionadas con las ofertas, con la misma frecuencia de facturación que mi suscripción de Azure; y (c) autorizo a Microsoft a compartir mi información de contacto y los datos de transacción y uso con los proveedores de dichas ofertas. Microsoft no proporciona derechos sobre ofertas de terceros. Para obtener información adicional, consulte los [Términos de Azure Marketplace](#).

**⚠ Ha establecido los siguientes puertos abiertos para Internet: RDP.** Esto solo se recomienda para las pruebas. Si quiere cambiar esta configuración, vuelva a la pestaña de aspectos básicos.

| Datos básicos   |  |
|---|--|
| Suscripción   | Suscripción de Azure 1                           |
| Grupo de recursos   | Monitorizacion_microred_PM8000                   |
| Nombre de máquina virtual   | seer-microre-vm                                  |
| Región  | Oeste de EE. UU.                                 |
| Opciones de disponibilidad  | No se requiere redundancia de la infraestructura |
| Nombre de usuario   | AdminUser  |
| ¿Ya tiene una licencia de Windows?  | No   |
| Azure Spot  | Sí (Detener o desasignar)                        |
| Precio máximo de Azure Spot   | Capacidad  |
| Discos  |  |
| Tipo de disco del sistema operativo   | SSD Premium                                      |
| Usar discos administrados   | Sí   |
| Discos de datos   | 1  |
| Usar disco de SO efímero  | No   |
| Redes   |  |
| Red virtual   | (nuevo) Monitorizacion_microred_PM8000-vnet      |
| Subred  | (nuevo) Subred-vm (172.16.1.0/24)                |
| IP pública  | (nuevo) seer-microre-vm-ip                       |
| Redes aceleradas  | Desactivado                                      |
| ¿Quiere colocar esta máquina virtual como No subyacente respecto a una solución de equilibrio de carga existente? | No   |
| Administración  |  |
| Diagnósticos de arranque  | Activado   |
| Diagnósticos del SO invitado  | Desactivado                                      |
| Azure Security Center   | Básico (gratis)                                  |
| Cuenta de almacenamiento de diagnóstico (nuevo)   | monitorizacionmicroredpm                         |
| Identidad administrada asignada por el  | Desactivado                                      |

**Crear** < Anterior | Siguiente > | [Descargar una plantilla para la automatización](#)

Figura 6. Configuració de la màquina virtual

## ANNEX 4: TEORIA DE BASES DE DADES

### 4.1. Introducció

Les dades tenen mides i formes diferents, conseqüentment, no hi ha un únic mètode que d'emmagatzematge que s'adapti a qualsevol tipus de dada. Per exemple, una pàgina web minorista té dades de catàleg de productes, fitxers multimèdia (fotos i vídeos) i dades financeres de l'empresa. Cada conjunt de dades té uns requisits diferents, per tant, cada cas d'emmagatzematge s'ha d'estudiar per a robar la millor solució.

### 4.2. Classificació de dades

En tenir diferents tipus de dades, cada dada pot beneficiar-se d'un emmagatzematge diferent en funció de les seves propietats. Les dades es classifiquen en 3 tipus:

- Estructurades
- Semi-estructurades
- No estructurades

#### 4.2.1. Dades estructurades

Les dades estructurades, de vegades anomenades dades relacionals, són dades que s'ajusta a un esquema estricte, per la qual cosa té tots els mateixos camps i propietats. L'esquema compartit fa consultes molt més fàcils utilitzant aquest tipus de dades amb consultes SQL. Això fa que sigui ideal per utilitzar en sistemes CRM, reserves i gestió d'inventari.

Les dades estructurades normalment s'emmagatzemen en taules de base de dades amb files i columnes, amb columnes clau que permeten fer una única cerca d'un objecte mentre creen més taules amb elles per a una estructura més robusta.

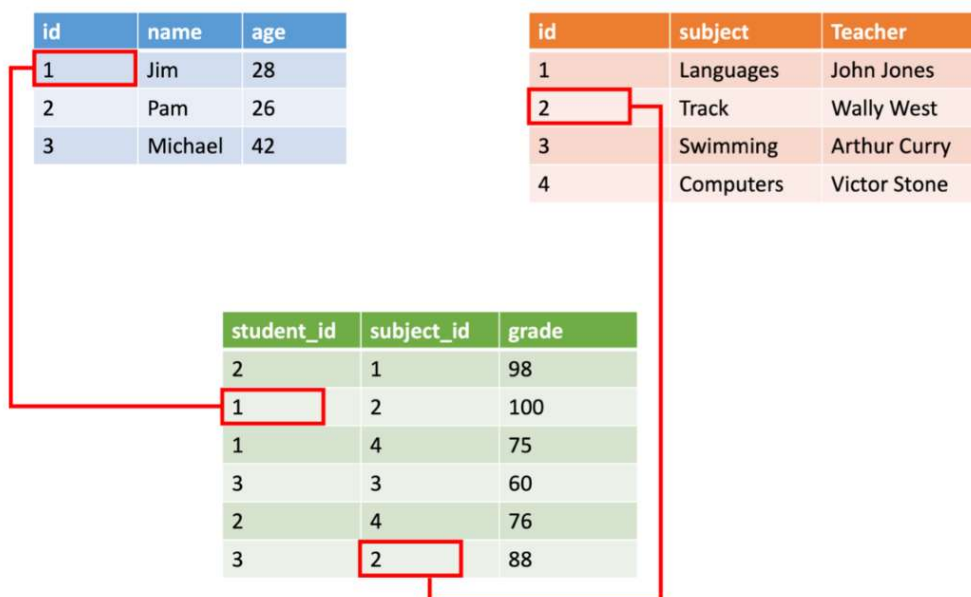


Figura 7. Exemple base de dades relacional

En l'exemple següent és una base de dades sobre les notes de l'estudiant en cada tema (taula verda), en això podem veure que només hi ha l'ID de l'estudiant, paraula clau en la taula d'estudiants (taula blava), i el tema ID, paraula clau a la taula de tema (taula taronja). Podem veure com tenim un únic DNI per estudiant amb el nom associat i l'edat, al mateix temps, només tenim un DNI per assignatura amb l'assignatura de l'assignatura i el professor que l'ensenya relacionada. D'aquesta manera, podem buscar de diferents maneres i de molt poder, podem saber quina nota un estudiant ha pres en una assignatura, sigui o no estigui matriculat en una assignatura, el professor que l'ensenya, quants temes imparteix el mateix professor, quants alumnes tenen el mateix nom i les seves notes, gràfiques corbes d'edat dels alumnes Etc.

Les dades estructurades són senzilles perquè és fàcil d'escriure i d'analitzar. Totes les dades segueixen el mateix format. Però forçar una estructura consistent també significa que l'evolució de les dades és més difícil, ja que cada registre ha de ser actualitzat per adaptar-se a la nova estructura.

#### **4.2.2. Dades semi estructurades**

Les dades semi-estructurades estan menys organitzades que les dades estructurades i no s'emmagatzemen en format relacional, perquè els camps no encaixen fàcilment en taules, files i columnes. Les dades semi-estructurades contenen etiquetes que fan que l'organització i la jerarquia de les dades siguin evidents (per exemple, els parells clau-valor). Les dades semi-estructurades també es coneixen com a dades relacionals o dades NoSQL. L'expressió i l'estructura de les dades d'aquest estil estan definides per un llenguatge de serialització.

Els llenguatges de serialització de dades són importants per als desenvolupadors de programari, ja que es poden utilitzar per escriure dades emmagatzemades a la memòria a un fitxer, ser enviats a un altre sistema, analitzat i llegit. El remitent i el receptor no necessiten saber detalls sobre l'altre sistema; sempre que s'utilitzi el mateix llenguatge de serialització, els dos sistemes comprendran les dades.

#### *Llenguatges de serialització de dades*

Els llenguatges de serialització de dades són una de les maneres més eficients d'intercanviar dades semi-estructurades entre sistemes. L'ús de la sintaxi estàndard ben estructurada permet que aquests idiomes intercanviïn dades entre diferents sistemes, com ara entre un telèfon i una pàgina web.

Quan es guarden les dades, està escrit en un llenguatge senzill, això té avantatges severos; Les dades són més fàcils de llegir utilitzant eines d'edició de text, és elegible humà, i els usuaris de llengües de serialització el poden desplegar a maquinari mínimament de recursos i microcontroladors. Per a desenvolupadors de programari és especialment perquè poden utilitzar dades emmagatzemades en memòria i passar-lo a un arxiu, llavors enviar-lo a un sistema tractar-lo i estalviar-lo altra vegada al mecanisme nou. A més, el remitent i el remitent no necessiten conèixer els detalls de l'altre, només l'idioma utilitzat.

Els tres llenguatges més utilitzats són:

- XML (eXtensible Markup Language): del primer a rebre un ampli suport. Es pot trobar en gairebé totes les aplicacions amb llenguatges de serialització. Consisteix en delimitar text amb < >. A causa d'aquesta nomenclatura, de vegades és difícil d'entendre amb l'ull nu i els missatges esdevenen innecessàriament llargs.
- JSON (notació d'objectes de JavaScript): requereix... per indicar estructures de dades. Comparat amb XML, és més curt i més fàcil de llegir missatges per als éssers humans. Molt popular entre els desenvolupadors i freqüentment utilitzat amb serveis de descans per retornar dades.
- YAML (YAML Ain't Markup Language): és un llenguatge relativament nou que ha guanyat popularitat per no tenir delimitadors de text i separar les estructures de dades amb pestanyes i espais, el que fa que sigui més fàcil per als humans llegir.

Tots aquests llengües faciliten el transport de dades entre equips i processos.

### Formats comuns

Com es va esmentar anteriorment, actualment hi ha tres llenguatges de serialització que estem segurs de trobar

XML (Extensible Markup Language) va ser una de les primeres llengües a rebre suport generalitzat. Es basa en el text, que facilita la lectura humana i mecànica. A més, els analitzadors d'aquesta llengua es poden trobar en gairebé totes les plataformes de desenvolupament més conegudes. XML permet expressar relacions i té estàndards d'esquema. transformació i fins i tot la visualització web.

Aquest és un exemple d'una persona amb aficions expressades en XML.

```
<Person Age="23">
  <FirstName>John</FirstName>
  <LastName>Smith</LastName>
  <Hobbies>
    <Hobby Type="Sports">Golf</Hobby>
    <Hobby Type="Leisure">Reading</Hobby>
    <Hobby Type="Leisure">Guitar</Hobby>
  </Hobbies>
</Person>
```

XML expressa la forma de les dades mitjançant Etiquetes. Aquestes etiquetes tenen dos formularis: elements, com ara <FirstName>, i atributs que es poden expressar en text, com ara l'edat "23". Aquests elements poden tenir fills per expressar relacions, com ara l'etiqueta <Hobbies> Above, que expressa una col·lecció d'elements hobby.

L'XML és flexible i pot expressar dades complexes amb facilitat, però tendeix a ser més detallada, fent que els resultats que s'hagin d'emmagatzemar, processar o passar per una xarxa siguin més voluminosos. És per això que altres formats s'han tornat més populars.

JSON (notació d'objectes de JavaScript) té l'especificació lleugera i utilitza claus per indicar l'estructura de les dades. Comparat amb XML, és menys detallat i més fàcil que els usuaris llegeixin. Els serveis web utilitzen freqüentment JSON per retornar dades.

```
{
  "firstName": "John",
  "lastName": "Doe",
  "age": "23",
  "hobbies": [
    { "type": "Sports", "value": "Golf" },
    { "type": "Leisure", "value": "Reading" },
    { "type": "Leisure", "value": "Guitar" }
  ]
}
```

S'ha de tenir en compte que aquest format no és tan formal com l'XML. És més proper a un model de parell clau-valor que a una expressió de dades formal. Com es pot deduir del nom, JavaScript té incorporat suport per a aquest format, el que fa que sigui molt popular per al desenvolupament web. Com XML, altres llenguatges d'analitzador que es poden utilitzar per treballar amb aquest format de dades, el desavantatge de JSON és que tendeix a ser més orientat al programador, el que dificulta que els usuaris puguin llegir i modificar sense coneixements tècnics.

YAML (no un altre llenguatge de marcatge), és un llenguatge relativament nou que cada vegada és més conegut, degut en part a la seva facilitat d'ús. L'estructura de dades es defineix separant les línies de signat, i es redueix la dependència de caràcters estructurals, com ara parèntesis, comes i claudàtors.

Aquesta és la mateixa persona, expressada en YAML.

```
firstName: John
lastName: Doe
age: 23
hobbies:
  - type: Sports
    value: Golf
  - type: Leisure
    value: Reading
  - type: Leisure
    value: Guitar
```

Aquest format és més llegible que JSON, i s'utilitza sovint amb fitxers de configuració que els usuaris han d'escriure, però els programes analitzen. Malgrat tot, YAML és l'últim format de dades de tots i no té tant suport en llenguatges de programació com JSON i XML.

### Què són dades NoSQL o semi estructurades?

Inicialment, aquestes bases de dades relacionals van ser utilitzades per la lògica, però amb el temps es va fer evident que aquests presentaven alguns problemes. Per exemple, la recuperació d'un objecte amb totes les dades pertinents pot portar consultes complexes. I les consultes SQL no estan ben adaptades a estructures de dades orientades a objectes.

Això resulta en un mal acompliment en la consulta de grans quantitats de dades. Per tant, NoSQL va ser creat.

NoSQL pren un enfocament una mica diferent quan es pensa en bases de dades. per començar, no és una base de dades relacional, no és basada en taules ni basada en SQL. En el seu lloc, ofereix un conjunt de models de dades diferents per gestionar de forma flexible les necessitats de les dades. i s'ha tornat molt popular per la seva escalabilitat i perquè és fàcil d'utilitzar. Així que anem a analitzar tres models de dades NoSQL: clau-valor, gràfic i document. Cadascuna d'elles té diferents casos d'ús i cadascuna destaca en una àrea diferent.

Comencem amb bases de dades de valor clau:

- Magatzem de bases de dades de valor clau en parells clau-valor, que fa que el procés de consulta sigui més ràpid. Amb les bases de dades de valor clau, no s'utilitza un llenguatge de consulta, sinó ordres més senzilles com GET, PUT i DELETE.
- Les bases de dades gràfiques utilitzen nodes que contenen registres que apunten a altres nodes. Això crea vincles de relació, que ajuda a accelerar els temps de consulta.
- Finalment, una base de dades de documents emmagatzema les dades mitjançant un llenguatge de marcatge com JSON o XML. I és per això que pots emmagatzemar qualsevol dada que vulguis en qualsevol estructura que desitgis. Això és molt beneficiós a causa de la seva gran flexibilitat.

Tot i que la bases de dades relacionals s'han anat executant durant molt de temps, cauen curtes quan es tracta de resoldre problemes moderns. Com a resultat, NoSQL és cada vegada més popular gràcies a la seva capacitat per gestionar eficaçment grans quantitats de dades. A més del fet que és molt fàcil d'utilitzar.

#### 4.2.3. Dades no estructurades

L'organització de dades no estructurades és ambigua. Les dades no estructurades sovint es lliuren a fitxers, com ara fotos o vídeos. L'arxiu de vídeo en si pot tenir una estructura general i incloure metadades semi-estructurades, però les dades que componen el vídeo en si no està estructurat. Per tant, les fotos, els vídeos i altres fitxers similars es classifiquen com a dades no estructurades.

Exemples de dades no estructurades són:

- Fitxers multimèdia, com ara fotos, vídeos i fitxers d'àudio
- Arxius d'oficina, com documents de paraula
- Arxius de text
- Fitxers de registre



Ara que coneixem les diferències entre cada tipus de dades, veurem els dades utilitzats en una empresa de venda al detall en línia i classificar-lo.

### 4.3. Exemples de selecció de bases de dades

#### 4.3.1. Dades del catàleg de productes

Les dades del catàleg de productes d'un negoci al detall en línia estan ben estructurades per la naturalesa, ja que cada producte té un SKU, una descripció, una quantitat, un preu, opcions de mida, opcions de color, una foto i, possiblement, un vídeo. Per tant, aquesta dada sembla relacional per començar, perquè tots tenen la mateixa estructura. Però quan incorporeu nous productes o diferents tipus de productes, és possible que eventualment vulgueu afegir altres camps. Per exemple, les noves sabatilles que estiguen comercialitzant estan habilitades per Bluetooth per transmetre dades del sensor de calçat a una aplicació de fitness al telèfon de l'usuari. Això sembla ser una tendència cada vegada més gran i vol permetre als clients per filtrar les sabates "Bluetooth-enabled" en el futur. No vol haver de tornar i actualitzar totes les dades de calçat existents amb la propietat habilitada per Bluetooth, només voleu afegir-lo a noves sabates.

Amb l'addició de la propietat habilitada per Bluetooth, les dades de calçat ja no són homogènies, ja que s'han introduït diferències en l'esquema. Si aquesta és l'única excepció que espereu trobar, podeu tornar enrere i normalitzar les dades existents per tal que tots els productes incloguin un camp "Bluetooth enabled" per mantenir una organització relacional estructurada. Però això és només un de molts camps d'experiència que planeja admetre en el futur; per tant, la classificació de les dades és semi-estructurada. Les dades s'organitzen mitjançant etiquetes, però cada producte del catàleg pot contenir camps únics.

Classificació de les dades: **semi-estructurat**

#### 4.3.2. Fotografia i vídeos

Les fotos i els vídeos que es mostren a les pàgines de producte són dades no estructurades. Tot i que el fitxer multimèdia pot contenir metadades, el cos del fitxer multimèdia no està estructurat.

Classificació de les dades: **dades no estructurades**

#### 4.3.3. Dades empresarials

Els analistes de negoci volen implementar intel·ligència de negoci per realitzar avaluacions de canonada d'inventari i Ressenyes de dades de vendes. Per tal de realitzar aquestes operacions, les dades de diversos mesos s'han d'afegir conjuntament i després es va consultar. A causa de la necessitat d'agregar dades similars, les dades s'han d'estructurar de manera que un mes es pugui comparar amb la següent.

Classificació de les dades: **estructurada**

#### 4.4. Resum

Les dades es poden classificar de tres formes diferents: estructurades, semi-estructurades i no estructurades. Entendre les diferències perquè pugueu classificar les vostres pròpies dades us ajudarà a triar la solució d'emmagatzematge adequada.

En resum, les dades estructurades són dades organitzades que s'adapten fàcilment a files i columnes de taules. Les dades semi-estructurades encara estan organitzades i tenen propietats i valors clars, però hi ha diversitat en les dades. Les dades no estructurades no encaixen fàcilment en taules, ni tenen un esquema.

## ANNEX 5: CODI D'AZURE SQL

En l'apartat 3. ESTRUCTURA EN EL NÚVOL: AZURE de la memòria, es crea una base de dades tipus AZURE SQL. En l'actual annex es troba la programació d'aquesta en llenguatge SQL. Es distingeixen 7 taules diferents, una per cada codi de Node-Red els quals ja havien estat filtrats segons dades generals(1 taula) i harmònics de voltatges i corrents(6 taules).

### 5.1. Codi SQL per valors generals

```

/* Taula de valors generals */
CREATE TABLE [dbo].[Valores_Instantaneos] (
  [ID_Equipo]          FLOAT (53)      NOT NULL, /* ID del equip */
  [Fecha]             DATETIME2 (7)  NOT NULL, /* Data de la consulta */
  /* Valors capturats dels harmònics */
  [Voltage_L_L_Average] REAL          NULL,
  [Voltage_A_B]        REAL          NULL,
  [Voltage_B_C]        REAL          NULL,
  [Voltage_C_A]        REAL          NULL,
  [Voltage_L_N_Average] REAL          NULL,
  [Voltage_A_N]        REAL          NULL,
  [Voltage_B_N]        REAL          NULL,
  [Voltage_C_N]        REAL          NULL,
  [Voltage_Unbalanced] REAL          NULL,
  [Freq]               REAL          NULL,
  [I_Average]          REAL          NULL,
  [I_a]                REAL          NULL,
  [I_b]                REAL          NULL,
  [I_c]                REAL          NULL,
  [I_4]                REAL          NULL,
  [I_5]                REAL          NULL,
  [Current_Unbalance] REAL          NULL,
  [Power_Ac]           REAL          NULL,
  [Power_Reactive]    REAL          NULL,
  [Power_Aparent]     REAL          NULL,
  [V1_THD_3s]         REAL          NULL,
  [V2_THD_3s]         REAL          NULL,
  [V3_THD_3s]         REAL          NULL,
  [I1_THD_3s]         REAL          NULL,
  [I2_THD_3s]         REAL          NULL,
  [I3_THD_3s]         REAL          NULL,
  [I4_THD_3s]         REAL          NULL,
  [I1_K_Factor]       REAL          NULL,
  [I2_K_Factor]       REAL          NULL,
  [I3_K_Factor]       REAL          NULL,
  [I4_K_Factor]       REAL          NULL,
  [I1_Crest_Factor]   REAL          NULL,
  [I2_Crest_Factor]   REAL          NULL,
  [I3_Crest_Factor]   REAL          NULL,
  [I4_Crest_Factor]   REAL          NULL,
  [Power_Factor_A]    REAL          NULL,
  [Power_Factor_B]    REAL          NULL,
  [Power_Factor_C]    REAL          NULL,
  [Power_Factor_Total] REAL          NULL,
  [Active_Power_A]    REAL          NULL,
  [Active_Power_B]    REAL          NULL,
  [Active_Power_C]    REAL          NULL,
  [Reactive_Power_A]  REAL          NULL,
  [Reactive_Power_B]  REAL          NULL,
  [Reactive_Power_C]  REAL          NULL,
  [Apparent_Power_A]  REAL          NULL,
  [Apparent_Power_B]  REAL          NULL,
  [Apparent_Power_C]  REAL          NULL,
  /* Definició de paraules claus */
  PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC, [Fecha] ASC)

```

);

## 5.2. Codi SQL per harmònics de voltatge A-N

```

/* Taula d'harmonics voltatge A-N */
CREATE TABLE [dbo].[Harm_V1_Mag_3s] (
  [ID_Equipo]      FLOAT (53)      NOT NULL,      /* ID del equip */
  [Fecha]          DATETIME2 (7)  NOT NULL,      /* Data de la consulta */

/* Valors capturats dels harmònics */
  [V1_H1_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H2_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H3_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H4_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H5_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H6_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H7_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H8_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H9_Mag_3s]  REAL            NULL,
  [V1_H10_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H11_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H12_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H13_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H14_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H15_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H16_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H17_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H18_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H19_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H20_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H21_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H22_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H23_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H24_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H25_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H26_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H27_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H28_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H29_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H30_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H31_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H32_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H33_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H34_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H35_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H36_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H37_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H38_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H39_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H40_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H41_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H42_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H43_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H44_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H45_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H46_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H47_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H48_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H49_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V1_H50_Mag_3s] REAL            NULL,

/* Definició de paraules claus */
  CONSTRAINT [PK_Harm_H1_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
  [Fecha] ASC)
);

```

### 5.3. Codi SQL per harmònics de voltatge B-N

```

/* Taula d'harmonics voltatge B-N */
CREATE TABLE [dbo].[Harm_V2_Mag_3s] (
    [ID_Equipo]        FLOAT (53) NOT NULL,        /* ID del equip */
    [Fecha]           DATETIME2 (7) NOT NULL,      /* Data de la consulta */
    /* Valors capturats dels harmònics */
    [V2_H1_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H2_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H3_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H4_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H5_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H6_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H7_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H8_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H9_Mag_3s]   REAL NULL,
    [V2_H10_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H11_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H12_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H13_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H14_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H15_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H16_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H17_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H18_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H19_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H20_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H21_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H22_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H23_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H24_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H25_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H26_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H27_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H28_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H29_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H30_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H31_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H32_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H33_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H34_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H35_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H36_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H37_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H38_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H39_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H40_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H41_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H42_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H43_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H44_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H45_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H46_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H47_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H48_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H49_Mag_3s]  REAL NULL,
    [V2_H50_Mag_3s]  REAL NULL,

    /* Definició de paraules claus */
    CONSTRAINT [PK_Harm_V2_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
    [Fecha] ASC)
);

```

## 5.4. Codi SQL per harmònics de voltatge C-N

```

/* Taula d'harmonics voltatge C-N */
CREATE TABLE [dbo].[Harm_V3_Mag_3s] (
  [ID_Equipo]      FLOAT (53)      NOT NULL,      /* ID del equip */
  [Fecha]         DATETIME2 (7)  NOT NULL,      /* Data de la consulta */

  /* Valors capturats dels harmònics */
  [V3_H1_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H2_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H3_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H4_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H5_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H6_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H7_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H8_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H9_Mag_3s] REAL            NULL,
  [V3_H10_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H11_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H12_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H13_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H14_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H15_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H16_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H17_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H18_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H19_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H20_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H21_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H22_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H23_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H24_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H25_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H26_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H27_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H28_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H29_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H30_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H31_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H32_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H33_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H34_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H35_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H36_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H37_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H38_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H39_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H40_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H41_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H42_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H43_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H44_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H45_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H46_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H47_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H48_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H49_Mag_3s] REAL           NULL,
  [V3_H50_Mag_3s] REAL           NULL,

  /* Definició de paraules claus */
  CONSTRAINT [PK_Harm_V3_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
  [Fecha] ASC)
);

```

## 5.5. Codi SQL per harmònics de corrent A

```

/* Taula d'harmonics corrent A */
CREATE TABLE [dbo].[Harm_I1_Mag_3s] (
    [ID_Equipo]    FLOAT (53)    NOT NULL,    /* ID del equip */
    [Fecha]       DATETIME2 (7) NOT NULL,    /* Data de la consulta */

/* Valors capturats dels harmònics */
    [I1_H1_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H2_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H3_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H4_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H5_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H6_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H7_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H8_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H9_Mag_3s] REAL        NULL,
    [I1_H10_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H11_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H12_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H13_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H14_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H15_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H16_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H17_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H18_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H19_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H20_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H21_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H22_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H23_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H24_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H25_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H26_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H27_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H28_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H29_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H30_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H31_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H32_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H33_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H34_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H35_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H36_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H37_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H38_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H39_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H40_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H41_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H42_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H43_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H44_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H45_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H46_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H47_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H48_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H49_Mag_3s] REAL       NULL,
    [I1_H50_Mag_3s] REAL       NULL,

/* Definició de paraules claus */
    CONSTRAINT [PK_Harm_I1_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
    [Fecha] ASC)
);

```

## 5.6. Codi SQL per harmònics de corrent B

```

/*Taula d'harmonics corrent B*/
CREATE TABLE [dbo].[Harm_I2_Mag_3s] (
    [ID_Equipo]      FLOAT (53) NOT NULL,      /* ID del equip */
    [Fecha]         DATETIME2 (7) NOT NULL,    /* Data de la consulta */

    /* Valors capturats dels harmònics */
    [I2_H1_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H2_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H3_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H4_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H5_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H6_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H7_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H8_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H9_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H10_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H11_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H12_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H13_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H14_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H15_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H16_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H17_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H18_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H19_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H20_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H21_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H22_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H23_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H24_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H25_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H26_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H27_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H28_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H29_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H30_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H31_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H32_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H33_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H34_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H35_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H36_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H37_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H38_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H39_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H40_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H41_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H42_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H43_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H44_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H45_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H46_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H47_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H48_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H49_Mag_3s] REAL NULL,
    [I2_H50_Mag_3s] REAL NULL,

    /* Definició de paraules claus */
    CONSTRAINT [PK_Harm_I2_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
    [Fecha] ASC)
);

```



## 5.7. Codi SQL per harmònics de corrent C

```

/* Taula d'harmonics corrent C */
CREATE TABLE [dbo].[Harm_I3_Mag_3s] (
  [ID_Equipo]      FLOAT (53) NOT NULL,      /* ID del equip */
  [Fecha]         DATETIME2 (7) NOT NULL,    /* Data de la consulta */
  /* Valors capturats dels harmònics */
  [I3_H1_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H2_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H3_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H4_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H5_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H6_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H7_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H8_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H9_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H10_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H11_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H12_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H13_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H14_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H15_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H16_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H17_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H18_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H19_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H20_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H21_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H22_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H23_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H24_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H25_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H26_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H27_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H28_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H29_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H30_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H31_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H32_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H33_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H34_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H35_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H36_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H37_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H38_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H39_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H40_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H41_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H42_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H43_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H44_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H45_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H46_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H47_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H48_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H49_Mag_3s] REAL NULL,
  [I3_H50_Mag_3s] REAL NULL,

  /* Definició de paraules claus */
  CONSTRAINT [PK_Harm_I3_Mag_3s] PRIMARY KEY CLUSTERED ([ID_Equipo] ASC,
  [Fecha] ASC)
);

```

## ANNEX 6: MAPA MODBUS PM 8000

L'actual annex exposa les direccions Modbus programades per la seva extracció seguint el procediment descrit en la memòria del present projecte, concretament, en la subsecció 4.3. Creació i implementació del algoritme. Les direccions es mostren agrupades segons s'exposa en l'apartat anteriorment esmentat, es a dir 7 taules. Per la correcta coordinació amb Node-Red s'ha d'aplicar un Offset de -1 a la columna Registre Modbus, d'aquesta manera si es desitja accedir a la Variable Year, s'ha de programar en Node-Red 1837-1 = 1836 (Valors extrets de la Taula 4)

### Mapa Modbus de dades Generals:

Taula 4. Direccions Modbus Generals

| Variables                   | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Year                        | 1837            | 1                             | INT16U         | Any     |
| Month                       | 1838            | 1                             | INT16U         | Mes     |
| Day                         | 1839            | 1                             | INT16U         | Dia     |
| Hour                        | 1840            | 1                             | INT16U         | Hores   |
| Minute                      | 1841            | 1                             | INT16U         | Minuts  |
| Current A                   | 3000            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B                   | 3002            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C                   | 3004            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current N                   | 3006            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current G                   | 3008            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current Avg                 | 3010            | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current Unbalance Worst     | 3018            | 2                             | FLOAT32        | ---     |
| Voltage A-B                 | 3020            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-C                 | 3022            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-A                 | 3024            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage L-L Avg             | 3026            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N                 | 3028            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N                 | 3030            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N                 | 3032            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage L-N Avg             | 3036            | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage Unbalance L-N Worst | 3052            | 2                             | FLOAT32        | ---     |
| Active Power A              | 3054            | 2                             | FLOAT32        | W       |
| Active Power B              | 3056            | 2                             | FLOAT32        | W       |
| Active Power C              | 3058            | 2                             | FLOAT32        | W       |
| Active Power Total          | 3060            | 2                             | FLOAT32        | W       |
| Reactive Power A            | 3062            | 2                             | FLOAT32        | VAR     |
| Reactive Power B            | 3064            | 2                             | FLOAT32        | VAR     |
| Reactive Power C            | 3066            | 2                             | FLOAT32        | VAR     |
| Reactive Power Total        | 3068            | 2                             | FLOAT32        | VAR     |
| Apparent Power A            | 3070            | 2                             | FLOAT32        | VA      |
| Apparent Power B            | 3072            | 2                             | FLOAT32        | VA      |
| Apparent Power C            | 3074            | 2                             | FLOAT32        | VA      |

|                      |       |   |         |     |
|----------------------|-------|---|---------|-----|
| Apparent Power Total | 3076  | 2 | FLOAT32 | VA  |
| Frequency            | 3110  | 2 | FLOAT32 | Hz  |
| Power Factor A       | 3144  | 2 | FLOAT32 | --- |
| Power Factor B       | 3146  | 2 | FLOAT32 | --- |
| Power Factor C       | 3148  | 2 | FLOAT32 | --- |
| Power Factor Total   | 3150  | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Current A        | 21300 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Current B        | 21302 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Current C        | 21304 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Current N        | 21306 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Voltage A-N      | 21330 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Voltage B-N      | 21332 | 2 | FLOAT32 | --- |
| THD Voltage C-N      | 21334 | 2 | FLOAT32 | --- |
| K-Factor A           | 21358 | 2 | FLOAT32 |     |
| K-Factor B           | 21360 | 2 | FLOAT32 |     |
| K-Factor C           | 21362 | 2 | FLOAT32 |     |
| Crest Factor A       | 21364 | 2 | FLOAT32 | --- |
| Crest Factor B       | 21366 | 2 | FLOAT32 | --- |
| Crest Factor C       | 21368 | 2 | FLOAT32 | --- |
| Crest Factor N       | 21370 | 2 | FLOAT32 | --- |

### Mapa Modbus d'harmònics de Voltatge A-N:

Taula 5. Direccions Modbus Harmònics Voltatge A-N

| Variables                     | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Voltage A-N, H1 Magnitude, V  | 22878           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H2 Magnitude, V  | 22884           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H3 Magnitude, V  | 22890           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H4 Magnitude, V  | 22896           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H5 Magnitude, V  | 22902           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H6 Magnitude, V  | 22908           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H7 Magnitude, V  | 22914           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H8 Magnitude, V  | 22920           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H9 Magnitude, V  | 22926           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H10 Magnitude, V | 22932           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H11 Magnitude, V | 22938           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H12 Magnitude, V | 22944           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H13 Magnitude, V | 22950           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H14 Magnitude, V | 22956           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H15 Magnitude, V | 22962           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H16 Magnitude, V | 22968           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H17 Magnitude, V | 22974           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H18 Magnitude, V | 22980           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H19 Magnitude, V | 22986           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage A-N, H20 Magnitude, V | 22992           | 2                             | FLOAT32        | V       |

|                               |       |   |         |   |
|-------------------------------|-------|---|---------|---|
| Voltage A-N, H21 Magnitude, V | 22998 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H22 Magnitude, V | 23004 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H23 Magnitude, V | 23010 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H24 Magnitude, V | 23016 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H25 Magnitude, V | 23022 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H26 Magnitude, V | 23028 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H27 Magnitude, V | 23034 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H28 Magnitude, V | 23040 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H29 Magnitude, V | 23046 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H30 Magnitude, V | 23052 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H31 Magnitude, V | 23058 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H32 Magnitude, V | 23064 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H33 Magnitude, V | 23070 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H34 Magnitude, V | 23076 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H35 Magnitude, V | 23082 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H36 Magnitude, V | 23088 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H37 Magnitude, V | 23094 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H38 Magnitude, V | 23100 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H39 Magnitude, V | 23106 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H40 Magnitude, V | 23112 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H41 Magnitude, V | 23118 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H42 Magnitude, V | 23124 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H43 Magnitude, V | 23130 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H44 Magnitude, V | 23136 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H45 Magnitude, V | 23142 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H46 Magnitude, V | 23148 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H47 Magnitude, V | 23154 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H48 Magnitude, V | 23160 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H49 Magnitude, V | 23166 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage A-N, H50 Magnitude, V | 23172 | 2 | FLOAT32 | V |

## Mapa Modbus d'harmònics de Voltatge B-N:

Taula 6. Direccions Modbus Harmònics Voltatge B-N

| Variables                     | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Voltage B-N, H1 Magnitude, V  | 23266           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H2 Magnitude, V  | 23272           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H3 Magnitude, V  | 23278           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H4 Magnitude, V  | 23284           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H5 Magnitude, V  | 23290           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H6 Magnitude, V  | 23296           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H7 Magnitude, V  | 23302           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H8 Magnitude, V  | 23308           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H9 Magnitude, V  | 23314           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H10 Magnitude, V | 23320           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H11 Magnitude, V | 23326           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H12 Magnitude, V | 23332           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H13 Magnitude, V | 23338           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H14 Magnitude, V | 23344           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H15 Magnitude, V | 23350           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H16 Magnitude, V | 23356           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H17 Magnitude, V | 23362           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H18 Magnitude, V | 23368           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H19 Magnitude, V | 23374           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H20 Magnitude, V | 23380           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H21 Magnitude, V | 23386           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H22 Magnitude, V | 23392           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H23 Magnitude, V | 23398           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H24 Magnitude, V | 23404           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H25 Magnitude, V | 23410           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H26 Magnitude, V | 23416           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H27 Magnitude, V | 23422           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H28 Magnitude, V | 23428           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H29 Magnitude, V | 23434           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H30 Magnitude, V | 23440           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H31 Magnitude, V | 23446           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H32 Magnitude, V | 23452           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H33 Magnitude, V | 23458           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H34 Magnitude, V | 23464           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H35 Magnitude, V | 23470           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H36 Magnitude, V | 23476           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H37 Magnitude, V | 23482           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H38 Magnitude, V | 23488           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H39 Magnitude, V | 23494           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage B-N, H40 Magnitude, V | 23500           | 2                             | FLOAT32        | V       |

|                               |       |   |         |   |
|-------------------------------|-------|---|---------|---|
| Voltage B-N, H41 Magnitude, V | 23506 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H42 Magnitude, V | 23512 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H43 Magnitude, V | 23518 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H44 Magnitude, V | 23524 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H45 Magnitude, V | 23530 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H46 Magnitude, V | 23536 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H47 Magnitude, V | 23542 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H48 Magnitude, V | 23548 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H49 Magnitude, V | 23554 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage B-N, H50 Magnitude, V | 23560 | 2 | FLOAT32 | V |

### Mapa Modbus d'harmònics de Voltatge C-N:

Taula 7. Direccions Modbus Harmònics Voltatge C-N

| Variables                     | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Voltage C-N, H1 Magnitude, V  | 23654           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H2 Magnitude, V  | 23660           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H3 Magnitude, V  | 23666           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H4 Magnitude, V  | 23672           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H5 Magnitude, V  | 23678           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H6 Magnitude, V  | 23684           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H7 Magnitude, V  | 23690           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H8 Magnitude, V  | 23696           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H9 Magnitude, V  | 23702           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H10 Magnitude, V | 23708           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H11 Magnitude, V | 23714           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H12 Magnitude, V | 23720           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H13 Magnitude, V | 23726           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H14 Magnitude, V | 23732           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H15 Magnitude, V | 23738           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H16 Magnitude, V | 23744           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H17 Magnitude, V | 23750           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H18 Magnitude, V | 23756           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H19 Magnitude, V | 23762           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H20 Magnitude, V | 23768           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H21 Magnitude, V | 23774           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H22 Magnitude, V | 23780           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H23 Magnitude, V | 23786           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H24 Magnitude, V | 23792           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H25 Magnitude, V | 23798           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H26 Magnitude, V | 23804           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H27 Magnitude, V | 23810           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H28 Magnitude, V | 23816           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H29 Magnitude, V | 23822           | 2                             | FLOAT32        | V       |
| Voltage C-N, H30 Magnitude, V | 23828           | 2                             | FLOAT32        | V       |

|                               |       |   |         |   |
|-------------------------------|-------|---|---------|---|
| Voltage C-N, H31 Magnitude, V | 23834 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H32 Magnitude, V | 23840 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H33 Magnitude, V | 23846 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H34 Magnitude, V | 23852 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H35 Magnitude, V | 23858 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H36 Magnitude, V | 23864 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H37 Magnitude, V | 23870 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H38 Magnitude, V | 23876 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H39 Magnitude, V | 23882 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H40 Magnitude, V | 23888 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H41 Magnitude, V | 23894 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H42 Magnitude, V | 23900 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H43 Magnitude, V | 23906 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H44 Magnitude, V | 23912 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H45 Magnitude, V | 23918 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H46 Magnitude, V | 23924 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H47 Magnitude, V | 23930 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H48 Magnitude, V | 23936 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H49 Magnitude, V | 23942 | 2 | FLOAT32 | V |
| Voltage C-N, H50 Magnitude, V | 23948 | 2 | FLOAT32 | V |

### Mapa Modbus d'harmònics de corrent A:

Taula 8. Direccions Modbus Harmònics Corrent A

| Variables                   | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Current A, H1 Magnitude, A  | 24430           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H2 Magnitude, A  | 24436           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H3 Magnitude, A  | 24442           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H4 Magnitude, A  | 24448           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H5 Magnitude, A  | 24454           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H6 Magnitude, A  | 24460           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H7 Magnitude, A  | 24466           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H8 Magnitude, A  | 24472           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H9 Magnitude, A  | 24478           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H10 Magnitude, A | 24484           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H11 Magnitude, A | 24490           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H12 Magnitude, A | 24496           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H13 Magnitude, A | 24502           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H14 Magnitude, A | 24508           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H15 Magnitude, A | 24514           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H16 Magnitude, A | 24520           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H17 Magnitude, A | 24526           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H18 Magnitude, A | 24532           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H19 Magnitude, A | 24538           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current A, H20 Magnitude, A | 24544           | 2                             | FLOAT32        | A       |



|                             |       |   |         |   |
|-----------------------------|-------|---|---------|---|
| Current A, H21 Magnitude, A | 24550 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H22 Magnitude, A | 24556 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H23 Magnitude, A | 24562 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H24 Magnitude, A | 24568 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H25 Magnitude, A | 24574 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H26 Magnitude, A | 24580 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H27 Magnitude, A | 24586 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H28 Magnitude, A | 24592 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H29 Magnitude, A | 24598 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H30 Magnitude, A | 24604 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H31 Magnitude, A | 24610 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H32 Magnitude, A | 24616 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H33 Magnitude, A | 24622 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H34 Magnitude, A | 24628 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H35 Magnitude, A | 24634 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H36 Magnitude, A | 24640 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H37 Magnitude, A | 24646 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H38 Magnitude, A | 24652 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H39 Magnitude, A | 24658 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H40 Magnitude, A | 24664 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H41 Magnitude, A | 24670 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H42 Magnitude, A | 24676 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H43 Magnitude, A | 24682 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H44 Magnitude, A | 24688 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H45 Magnitude, A | 24694 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H46 Magnitude, A | 24700 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H47 Magnitude, A | 24706 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H48 Magnitude, A | 24712 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H49 Magnitude, A | 24718 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current A, H50 Magnitude, A | 24724 | 2 | FLOAT32 | A |

### Mapa Modbus d'Harmònics de corrent B:

Taula 9. Direccions Modbus Harmònics Corrent B

| Variables                   | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Current B, H1 Magnitude, A  | 24818           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H2 Magnitude, A  | 24824           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H3 Magnitude, A  | 24830           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H4 Magnitude, A  | 24836           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H5 Magnitude, A  | 24842           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H6 Magnitude, A  | 24848           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H7 Magnitude, A  | 24854           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H8 Magnitude, A  | 24860           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H9 Magnitude, A  | 24866           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current B, H10 Magnitude, A | 24872           | 2                             | FLOAT32        | A       |



|                             |       |   |         |   |
|-----------------------------|-------|---|---------|---|
| Current B, H11 Magnitude, A | 24878 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H12 Magnitude, A | 24884 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H13 Magnitude, A | 24890 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H14 Magnitude, A | 24896 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H15 Magnitude, A | 24902 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H16 Magnitude, A | 24908 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H17 Magnitude, A | 24914 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H18 Magnitude, A | 24920 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H19 Magnitude, A | 24926 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H20 Magnitude, A | 24932 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H21 Magnitude, A | 24938 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H22 Magnitude, A | 24944 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H23 Magnitude, A | 24950 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H24 Magnitude, A | 24956 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H25 Magnitude, A | 24962 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H26 Magnitude, A | 24968 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H27 Magnitude, A | 24974 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H28 Magnitude, A | 24980 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H29 Magnitude, A | 24986 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H30 Magnitude, A | 24992 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H31 Magnitude, A | 24998 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H32 Magnitude, A | 25004 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H33 Magnitude, A | 25010 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H34 Magnitude, A | 25016 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H35 Magnitude, A | 25022 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H36 Magnitude, A | 25028 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H37 Magnitude, A | 25034 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H38 Magnitude, A | 25040 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H39 Magnitude, A | 25046 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H40 Magnitude, A | 25052 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H41 Magnitude, A | 25058 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H42 Magnitude, A | 25064 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H43 Magnitude, A | 25070 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H44 Magnitude, A | 25076 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H45 Magnitude, A | 25082 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H46 Magnitude, A | 25088 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H47 Magnitude, A | 25094 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H48 Magnitude, A | 25100 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H49 Magnitude, A | 25106 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current B, H50 Magnitude, A | 25112 | 2 | FLOAT32 | A |

## Mapa Modbus d'Harmònics de corrent C:

Taula 10. Direccions Modbus Harmònics Corrent C

| Variables                   | Registre Modbus | Quantitat de Registres Modbus | Tipus de dades | Unitats |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|---------|
| Current C, H1 Magnitude, A  | 25206           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H2 Magnitude, A  | 25212           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H3 Magnitude, A  | 25218           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H4 Magnitude, A  | 25224           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H5 Magnitude, A  | 25230           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H6 Magnitude, A  | 25236           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H7 Magnitude, A  | 25242           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H8 Magnitude, A  | 25248           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H9 Magnitude, A  | 25254           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H10 Magnitude, A | 25260           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H11 Magnitude, A | 25266           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H12 Magnitude, A | 25272           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H13 Magnitude, A | 25278           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H14 Magnitude, A | 25284           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H15 Magnitude, A | 25290           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H16 Magnitude, A | 25296           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H17 Magnitude, A | 25302           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H18 Magnitude, A | 25308           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H19 Magnitude, A | 25314           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H20 Magnitude, A | 25320           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H21 Magnitude, A | 25326           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H22 Magnitude, A | 25332           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H23 Magnitude, A | 25338           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H24 Magnitude, A | 25344           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H25 Magnitude, A | 25350           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H26 Magnitude, A | 25356           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H27 Magnitude, A | 25362           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H28 Magnitude, A | 25368           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H29 Magnitude, A | 25374           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H30 Magnitude, A | 25380           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H31 Magnitude, A | 25386           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H32 Magnitude, A | 25392           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H33 Magnitude, A | 25398           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H34 Magnitude, A | 25404           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H35 Magnitude, A | 25410           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H36 Magnitude, A | 25416           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H37 Magnitude, A | 25422           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H38 Magnitude, A | 25428           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H39 Magnitude, A | 25434           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H40 Magnitude, A | 25440           | 2                             | FLOAT32        | A       |
| Current C, H41 Magnitude, A | 25446           | 2                             | FLOAT32        | A       |

|                             |       |   |         |   |
|-----------------------------|-------|---|---------|---|
| Current C, H42 Magnitude, A | 25452 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H43 Magnitude, A | 25458 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H44 Magnitude, A | 25464 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H45 Magnitude, A | 25470 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H46 Magnitude, A | 25476 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H47 Magnitude, A | 25482 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H48 Magnitude, A | 25488 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H49 Magnitude, A | 25494 | 2 | FLOAT32 | A |
| Current C, H50 Magnitude, A | 25500 | 2 | FLOAT32 | A |

## ANNEX 7: CODI NODE RED

La opció d'exposar el codi en imatges dels nodes no es viable ja que es massa extens per englobar-ho en una imatge, a més, el codi compactat en JSON arriba a les 278 pàgines. Per tal de que el lector pugui visualitzar el codi i fins i tot carregar-lo en Node-Red s'ha creat un drive específic amb imatges, codi en JSON i amb exemples reduïts de les diferents parts del projecte per facilitar la comprensió i com a reforç a la memòria. Aquests poden ser trobats pitjant al següent enllaç:

<https://drive.google.com/drive/folders/1O-yNtWJEPsA249La9zldZ6ecVDfsesYY?usp=sharing>

**ATENCIÓ:** És necessari tenir descarregat Node-Red per a visualitzar el codi. Es pot obtenir el programa de forma gratuïta des de la seva pàgina oficial en l'enllaç:

<https://nodered.org/docs/getting-started/windows>

## ANNEX 8: DASHBOARDS GRAFANA

Els recursos descrits en la memòria apartat 5.2. *Visualització amb Grafana* posen a disposició de l'usuari un ventall molt ampli de possibilitats de visualització. En aquest projecte, s'ha fet una demo on només es visualitzen les dades d'un dispositiu, de tota manera, la base de dades esta pensada per filtrar entre dispositius segons la direcció IP d'aquests. S'han creat 3 *Dashboards* diferents, un per visualització de dades generals i dos per visualització d'harmònics.

En l'actual apartat es poden visualitzar imatges dels *Dashboards* per separat i es troba un enllaç on es pot accedir al codi font d'aquest el qual es troba comprimit en JSON. En cas d'importar el JSON, és necessari crear de nou la connexió amb la base de dades i habilitar la direcció IP en el Firewall. Per descomptat, és obligatori disposar de *Grafana* instal·lat per importar el codi dels *Dashboards*.

Els *Dashboards* en format JSON juntament amb imatges de cadascun d'ells es poden obtenir clicant el següent enllaç:

<https://drive.google.com/drive/folders/1V5twwYfXMoLgXzfuOsYxjYD9kcHKQoz?usp=sharing>

També es troben imatges dels *Dashboards* adjuntades en les següents pàgines.



## Power Analyzer

### Active & Reactive



### Current harmonics



### Voltage harmonics

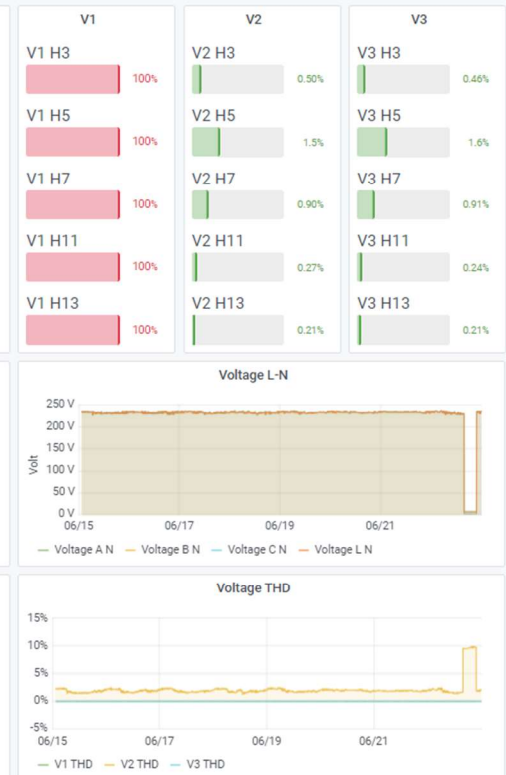


Figura 8. Dashboard General

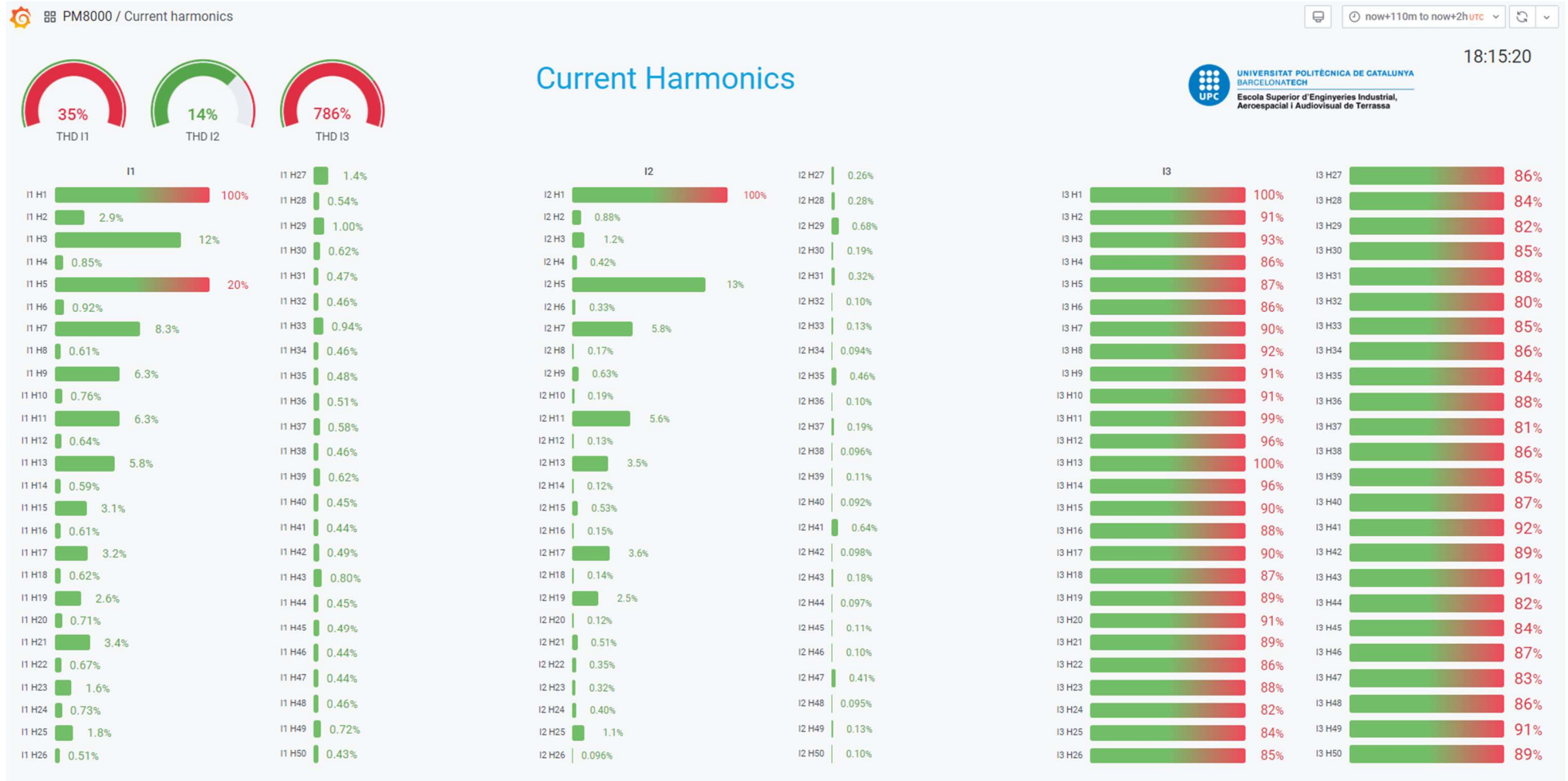


Figura 9. Dashboard Current harmonics



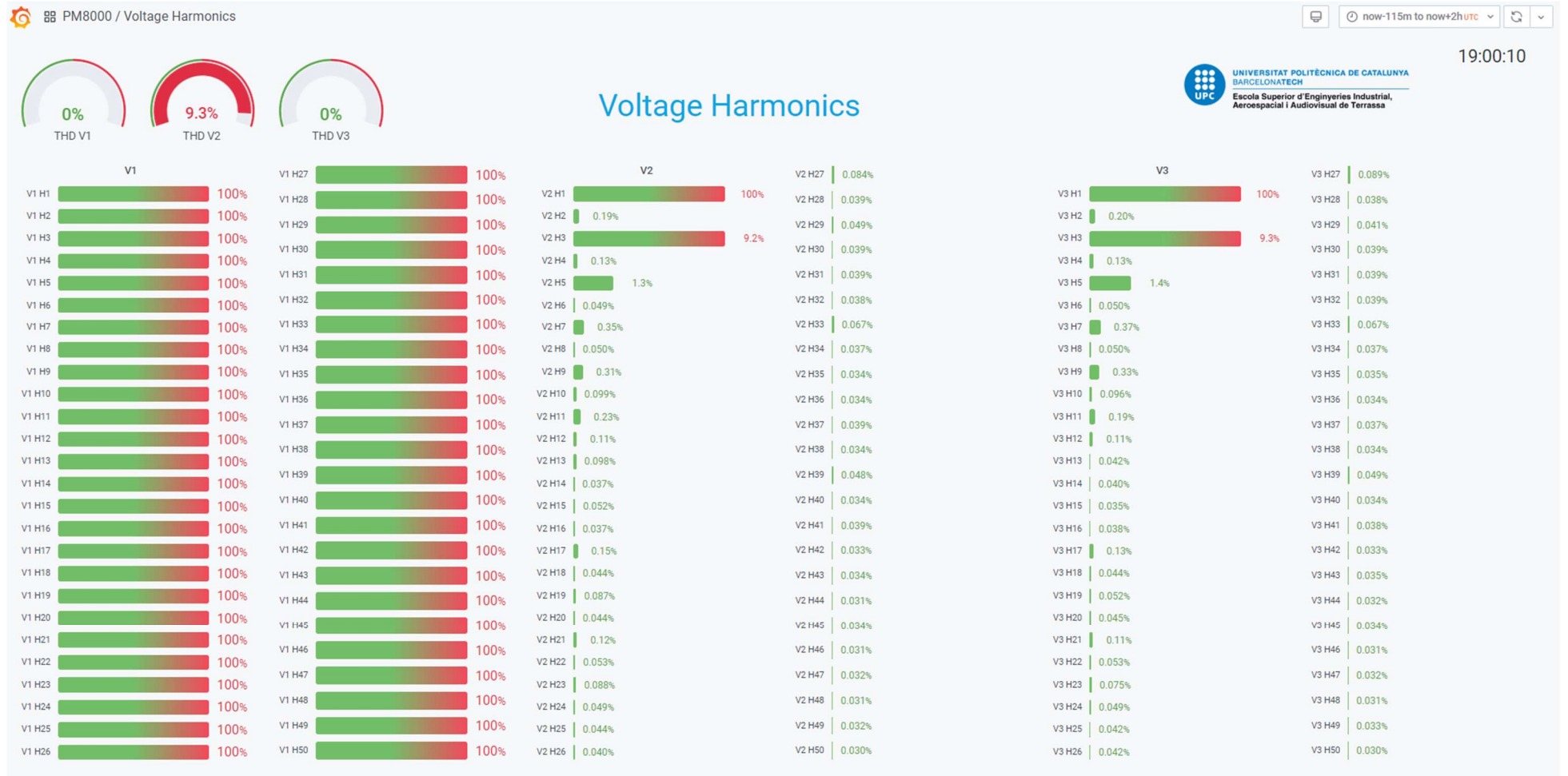


Figura 10. Dashboard voltatge harmonics



## ANNEX 9: POWER BI DESKTOP

Els recursos descrits en la memòria apartat 5.4. *Generació d'informes amb Power BI Desktop* posen a disposició de l'usuari un ventall molt ampli de possibilitats de generació d'informes. En aquest projecte, s'ha fet una demo on es visualitzen les dades d'un dispositiu i complementades amb text, s'ha creat un informe que permet filtrar automàticament segons la data i, amb pocs minuts, disposar d'un informe maquetat segons les directrius del *NRGLab* mostrant la informació més rellevant de la instal·lació.

En l'actual apartat s'adjunta un informe corresponent a la instal·lació fotovoltaica descrita en l'inici de l'apartat 5. *VISUALITZACIÓ I INFORMES DE DADES EN EL NÚVOL* de la memòria escrita. El fitxer de Power BI Desktop emprat per a la seva obtenció es pot trobar juntament amb documentació visual de Power BI pitjant el següent enllaç:

[https://drive.google.com/drive/folders/19B6DA0xolW8A4ylwp9AuFcBy0hVDIE\\_j?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/19B6DA0xolW8A4ylwp9AuFcBy0hVDIE_j?usp=sharing)

A continuació s'adjunta l'informe generat amb Power BI desktop amb les mesures obtingudes de la instal·lació mencionada en l'apartat 5. *VISUALITZACIÓ I INFORMES DE DADES EN EL NÚVOL*. Aquest es troba en format pdf i ha estat exportat directament del propi *Power BI Desktop*.



**NRG.Lab**

# Diagnostic Technical Report

Analysis of electrical quality and study of harmonics

## Content

|   |    |
|---|----|
| <b>1. Purpose</b>                       | 2  |
| <b>2. Background</b>                    | 2  |
| <b>3. Electrical quality analysis</b>   | 3  |
| <b>3.1. Measures done</b>               | 3  |
| <b>3.1.1. Power</b>                     | 4  |
| <b>3.1.2. Current</b>                   | 5  |
| <b>3.1.3. Voltage</b>                   | 6  |
| <b>3.1.4. Current THD</b>               | 7  |
| <b>3.1.5. Voltage THD</b>               | 7  |
| <b>3.1.6. Current harmonics</b>         | 8  |
| <b>3.1.7. Voltage harmonics</b>         | 9  |
| <b>4. Used Tools</b>                    | 10 |
| <b>4.1. Grid analysers</b>              | 10 |
| <b>5. Conclutions</b>                   | 11 |
| <b>6. Proposals and recommendations</b> | 11 |

## 1. Purpose

The purpose of this report is to carry out an exhaustive analysis of the quality of the electricity supply and, in particular, to assess the presence of voltage and current harmonics in a UPC centre located in Terrassa.

## 2. Background

The client requires a monitorization a new string of photovoltaic panels, he want to be able to visualize the voltage, current, power and harmonics of the installation. It's final objective is to take decisions of energy management and the actual state of the string.

An NRGLab technician went to the customer's facilities in UPC to install a PA 8000 which will achieve all client ambitions. The following report is a simple quality analysis to prove that the installation was satisfactory. It will display data of a whole week from the 18 to the 25 of June.

## 3. Electrical quality analysis

To obtain data of the electrical characteristics of the installation it has been used a network analyser of the NRGLab company, the PA 8000 its based on a PM 8000 data logger with its corresponding calibrating certificates. Furthermore, for the installation and configuration of the devices, the corresponding internal procedures have been followed, as the technical ones as the security ones, concluding the maximum quality on the job.

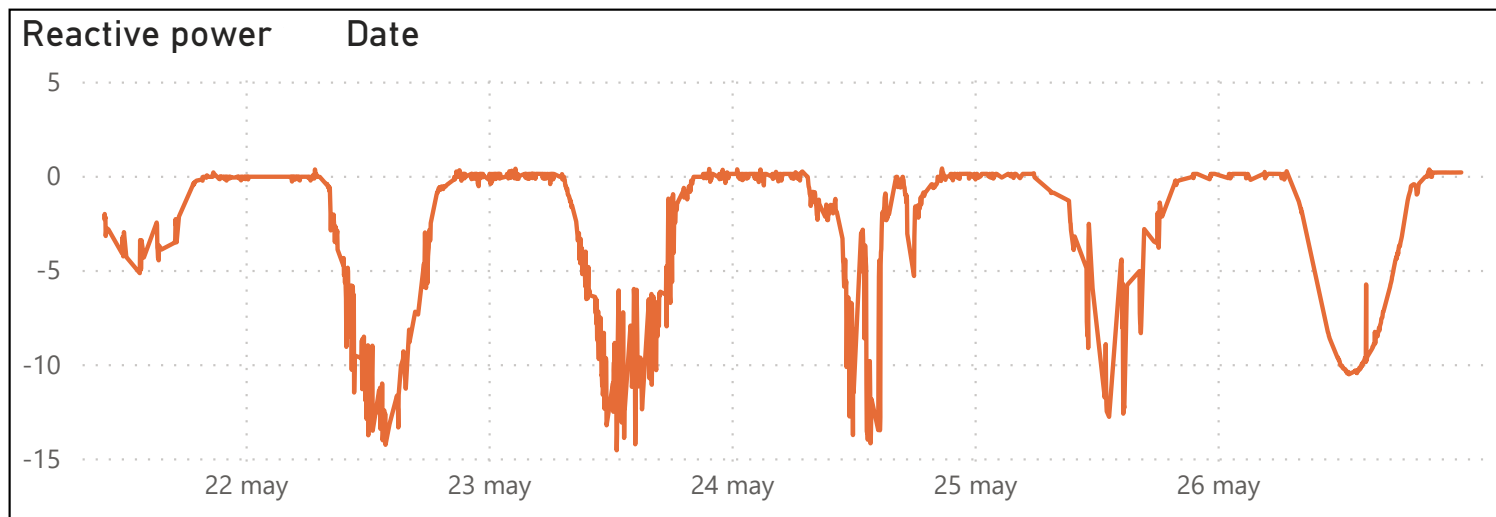
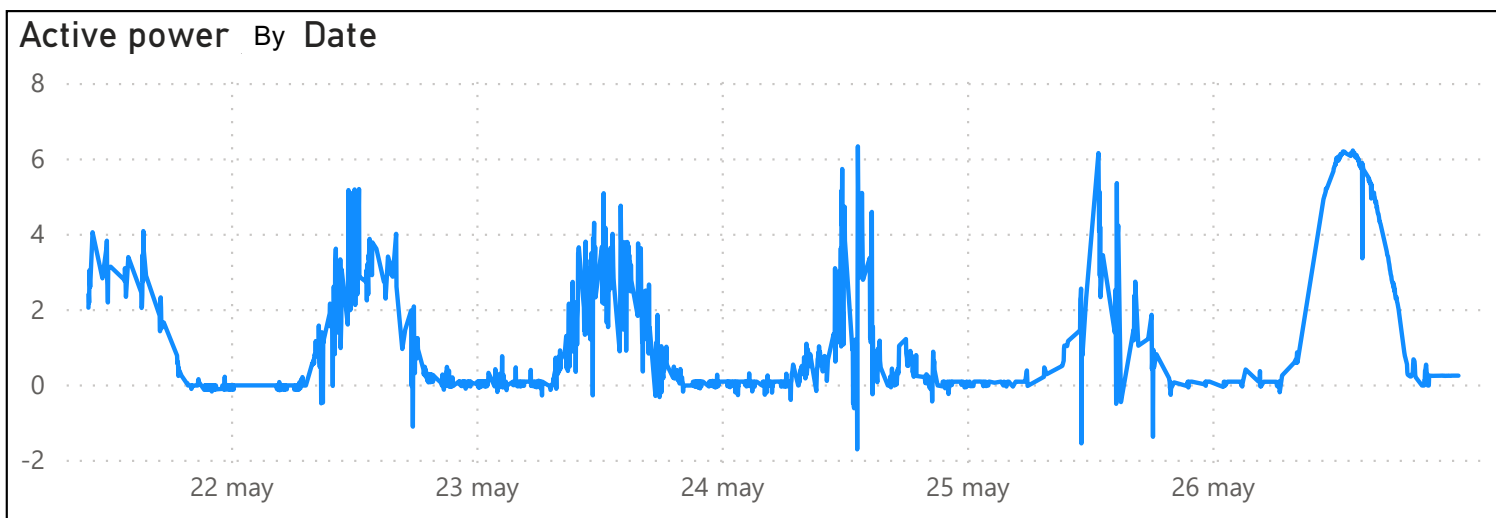
The installation done makes able the user to see in real time the state of the installation through any browser.

### 3.1. Measures done

The logged data for the quality study at this point, preview the data from the 22 to the 26 of June, to ensure the correct data logging of the installation. It provides information about how during the first day the Voltage installation was incorrectly done, which had to be revised and corrected. Rogowski transformers are used so the current distortion is big as the logged current are low for a correct metering with Rogowski. Furthermore, Rogowski were used as its huge reliability in representing harmonics.

### 3.1.1. Power

The following page shows the evolution of the total generated Active and Reactive Power. Finally, it provides a sumari of the maximum minimum and average value of the total powers, even the Apparent one.



#### Minimum

| Year | Act   | App  | React  |
|------|-------|------|--------|
| 2020 |       |      |        |
| May  |       |      |        |
| 21   | -0,16 | 0,00 | -5,11  |
| 22   | -1,09 | 0,00 | -14,22 |
| 23   | -0,31 | 0,00 | -14,52 |
| 24   | -1,69 | 0,00 | -14,15 |
| 25   | -1,54 | 0,01 | -12,74 |
| 26   | -0,18 | 0,00 | -10,48 |

#### Average

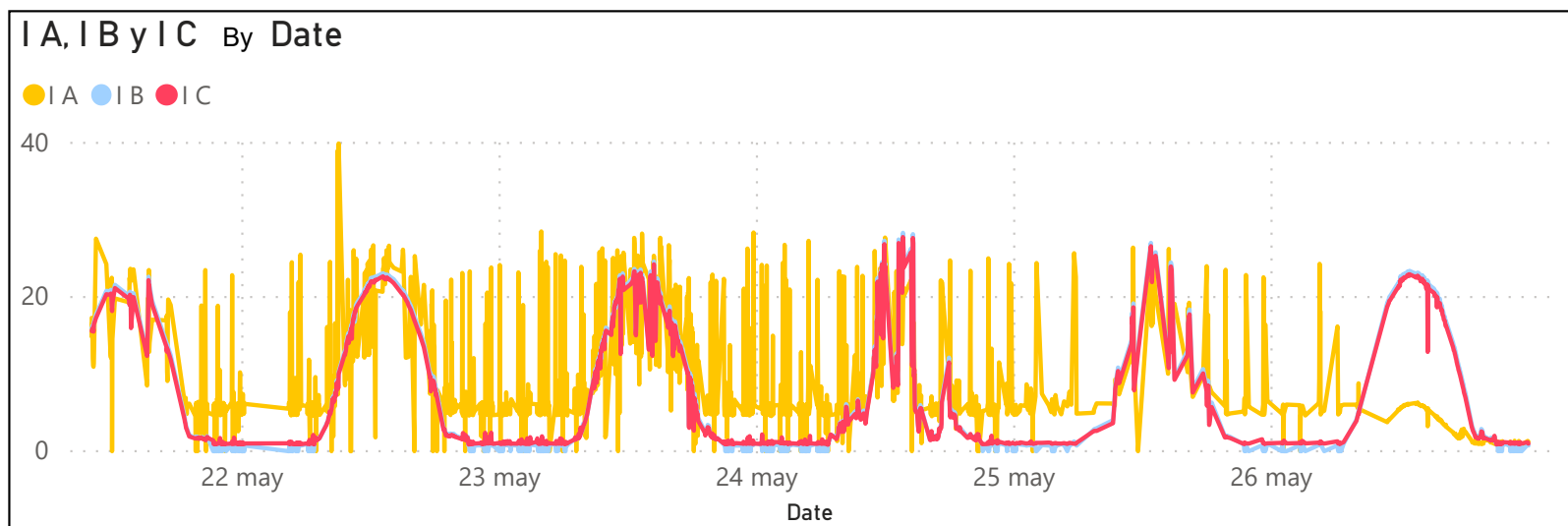
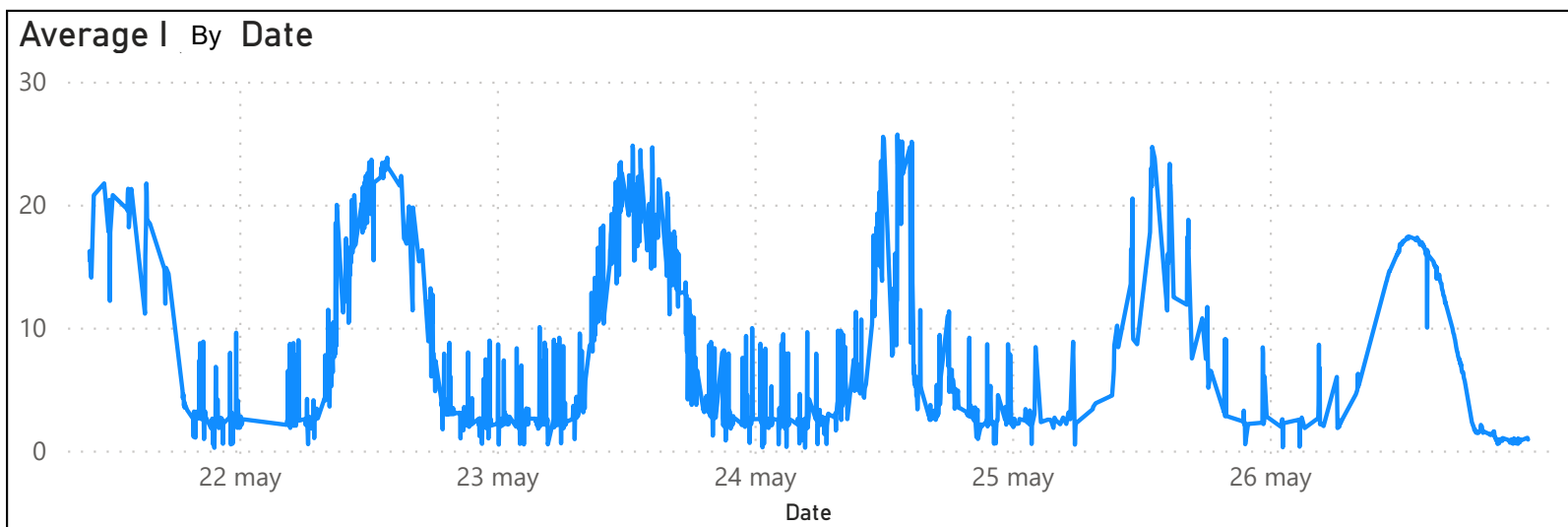
| Year | Act  | App  | React |
|------|------|------|-------|
| 2020 |      |      |       |
| May  |      |      |       |
| 21   | 0,72 | 1,23 | -0,94 |
| 22   | 0,98 | 3,51 | -3,28 |
| 23   | 0,95 | 3,60 | -3,35 |
| 24   | 0,60 | 2,02 | -1,81 |
| 25   | 0,87 | 3,26 | -2,92 |
| 26   | 2,64 | 5,09 | -4,22 |

#### Maximum

| Year | Act  | App   | React |
|------|------|-------|-------|
| 2020 |      |       |       |
| May  |      |       |       |
| 21   | 4,10 | 6,04  | 0,23  |
| 22   | 5,21 | 14,72 | 0,39  |
| 23   | 5,10 | 14,93 | 0,43  |
| 24   | 6,35 | 15,06 | 0,44  |
| 25   | 6,17 | 14,65 | 0,19  |
| 26   | 6,24 | 12,15 | 0,39  |

### 3.1.2.Current

The following page shows the evolution of the total generated current. It also has each the value of each phase in order to detect bad connections. Finally, it provides a resume of the maximum minimum and average value each phase.



#### Minimum

| Year                          | IA     | IB   | IC   |
|-------------------------------|--------|------|------|
| <input type="checkbox"/> 2020 |        |      |      |
| <input type="checkbox"/> May  |        |      |      |
| <input type="checkbox"/> 21   | 0,0000 | 0,00 | 0,89 |
| <input type="checkbox"/> 22   | 0,0000 | 0,00 | 0,86 |
| <input type="checkbox"/> 23   | 0,0000 | 0,00 | 0,92 |
| <input type="checkbox"/> 24   | 0,0000 | 0,00 | 0,84 |
| <input type="checkbox"/> 25   | 0,0000 | 0,00 | 0,94 |
| <input type="checkbox"/> 26   | 0,0000 | 0,00 | 0,87 |

#### Average

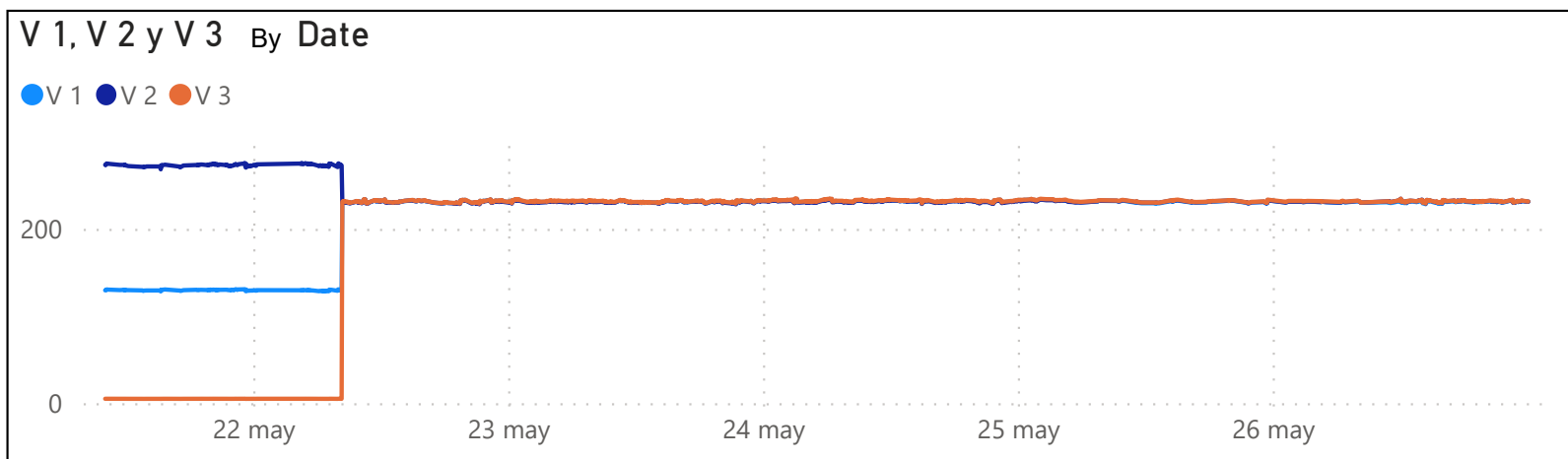
| Year                          | IA      | IB    | IC    |
|-------------------------------|---------|-------|-------|
| <input type="checkbox"/> 2020 |         |       |       |
| <input type="checkbox"/> May  |         |       |       |
| <input type="checkbox"/> 21   | 8,6860  | 5,53  | 5,59  |
| <input type="checkbox"/> 22   | 10,3869 | 7,52  | 7,49  |
| <input type="checkbox"/> 23   | 10,6480 | 7,56  | 7,56  |
| <input type="checkbox"/> 24   | 8,3405  | 4,83  | 4,86  |
| <input type="checkbox"/> 25   | 11,0909 | 7,19  | 7,12  |
| <input type="checkbox"/> 26   | 3,5184  | 10,19 | 10,04 |

#### Maximum

| Year                          | IA      | IB    | IC    |
|-------------------------------|---------|-------|-------|
| <input type="checkbox"/> 2020 |         |       |       |
| <input type="checkbox"/> May  |         |       |       |
| <input type="checkbox"/> 21   | 27,5726 | 22,64 | 22,19 |
| <input type="checkbox"/> 22   | 39,9252 | 23,07 | 22,67 |
| <input type="checkbox"/> 23   | 28,5091 | 24,62 | 24,25 |
| <input type="checkbox"/> 24   | 27,7150 | 28,33 | 27,78 |
| <input type="checkbox"/> 25   | 26,4129 | 27,03 | 26,60 |
| <input type="checkbox"/> 26   | 24,3072 | 23,40 | 22,95 |

### 3.1.3. Voltage

The following page shows the evolution of the supplied voltage, for each phase and between phases. For each case, it provides a resume of the maximum minimum and average value each phase.



Minimum

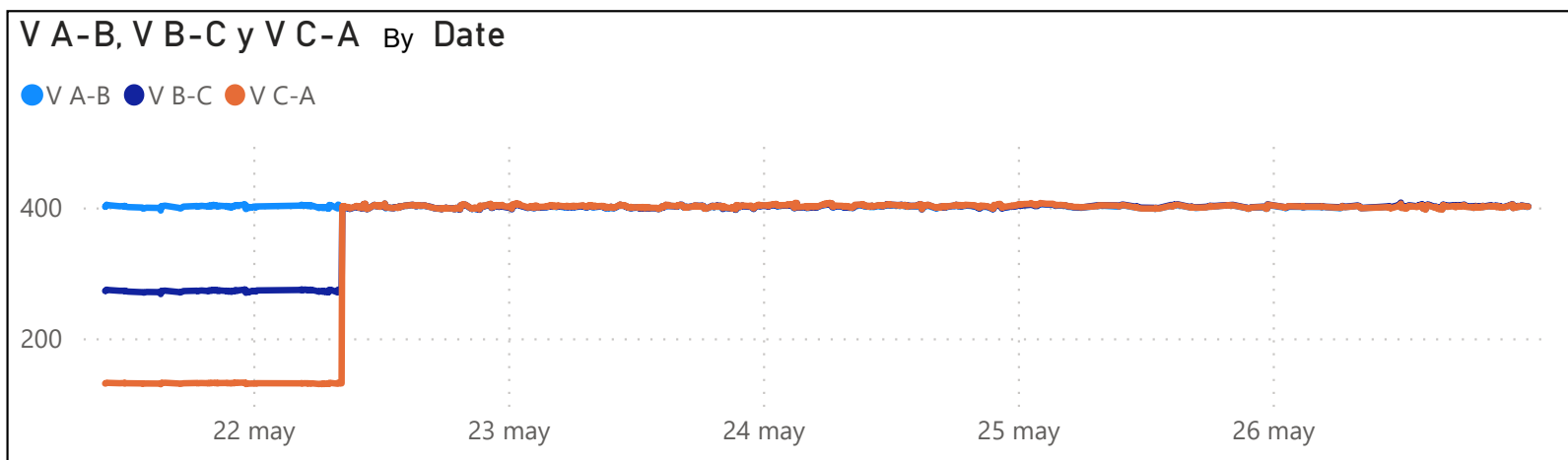
| Year   | V 1    | V 2    | V 3  |
|--------|--------|--------|------|
| ⊕ 2020 | 129,49 | 229,38 | 6,21 |

Average

| Year   | V 1    | V 2    | V 3    |
|--------|--------|--------|--------|
| ⊕ 2020 | 219,28 | 237,98 | 203,38 |

Maximum

| Year   | V 1    | V 2    | V 3    |
|--------|--------|--------|--------|
| ⊕ 2020 | 235,68 | 276,89 | 236,12 |



Minimum

| Year   | V A-B  | V B-C  | V C-A  |
|--------|--------|--------|--------|
| ⊕ 2020 | 396,88 | 269,11 | 131,29 |

Average

| Year   | V A-B  | V B-C  | V C-A  |
|--------|--------|--------|--------|
| ⊕ 2020 | 402,88 | 386,23 | 367,86 |

Maximum

| Year   | V A-B  | V B-C  | V C-A  |
|--------|--------|--------|--------|
| ⊕ 2020 | 408,21 | 409,08 | 408,70 |

### 3.1.4. Current THD

The Current THD values are not acceptable, it should be around 15 %. At any case them should be as high. The client should consider changing the Rogowski to a split-core transformer to meter the Current THD as the values are to low for a Rogowski implementation.

#### Minimum

| Year | I 1  | I 2  | I 3  |
|------|------|------|------|
| 2020 |      |      |      |
| May  | 8,79 | 6,84 | 6,22 |

#### Average

| Year | I 1    | I 2   | I 3   |
|------|--------|-------|-------|
| 2020 |        |       |       |
| May  | 181,77 | 51,50 | 82,07 |

#### Maximum

| Year | I 1    | I 2    | I 3      |
|------|--------|--------|----------|
| 2020 |        |        |          |
| May  | 932,02 | 842,65 | 3.570,80 |

### 3.1.5. Voltage THD

The Voltage THD values are not acceptable, it should be around 5 %. At any case them should be as high. The client should consider changing the Rogowski to a split-core transformer to meter the Voltage THD as the values are to low for a Rogowski implementation.

#### Minimum

| Year | V 1  | V 2  | V 3  |
|------|------|------|------|
| 2020 |      |      |      |
| May  | 0,00 | 1,52 | 0,00 |

#### Average

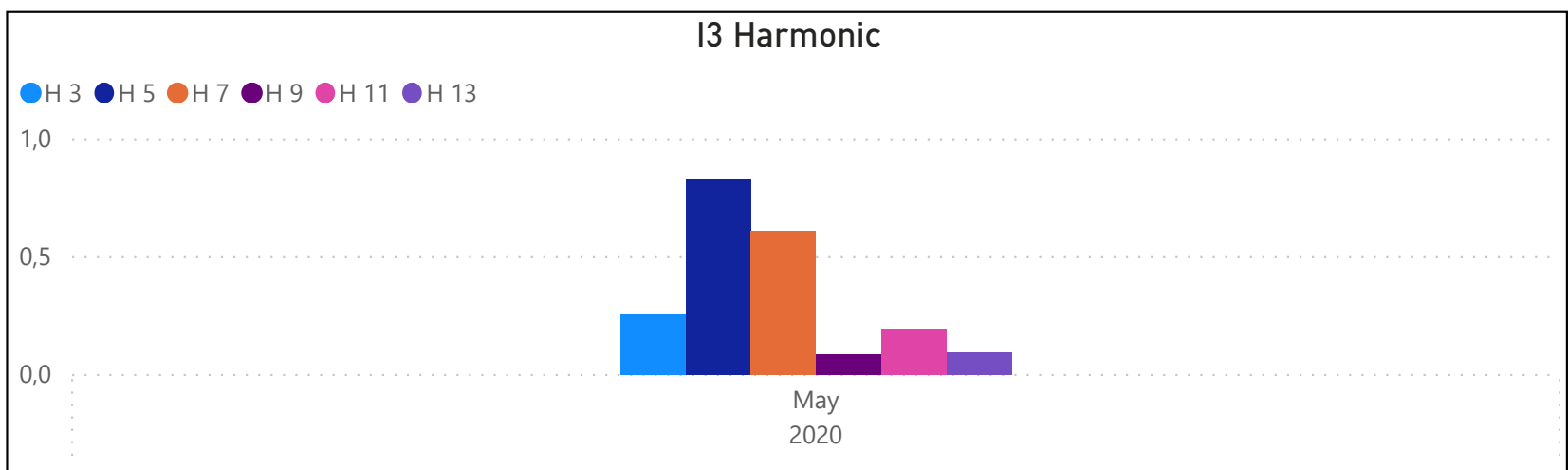
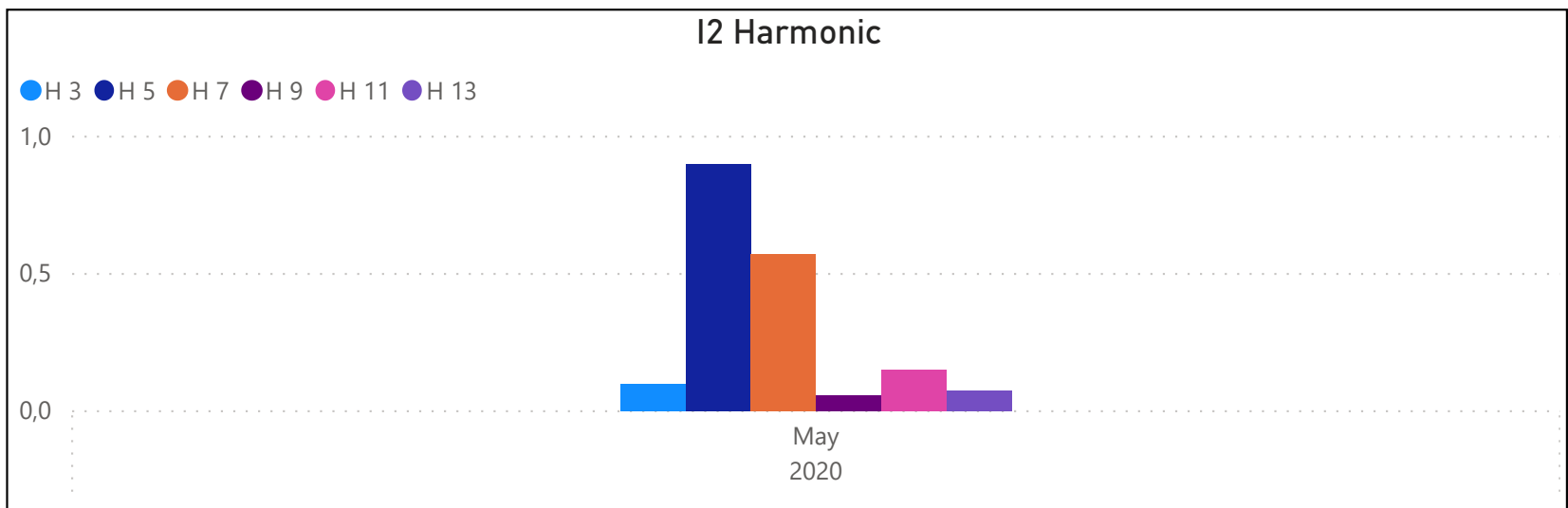
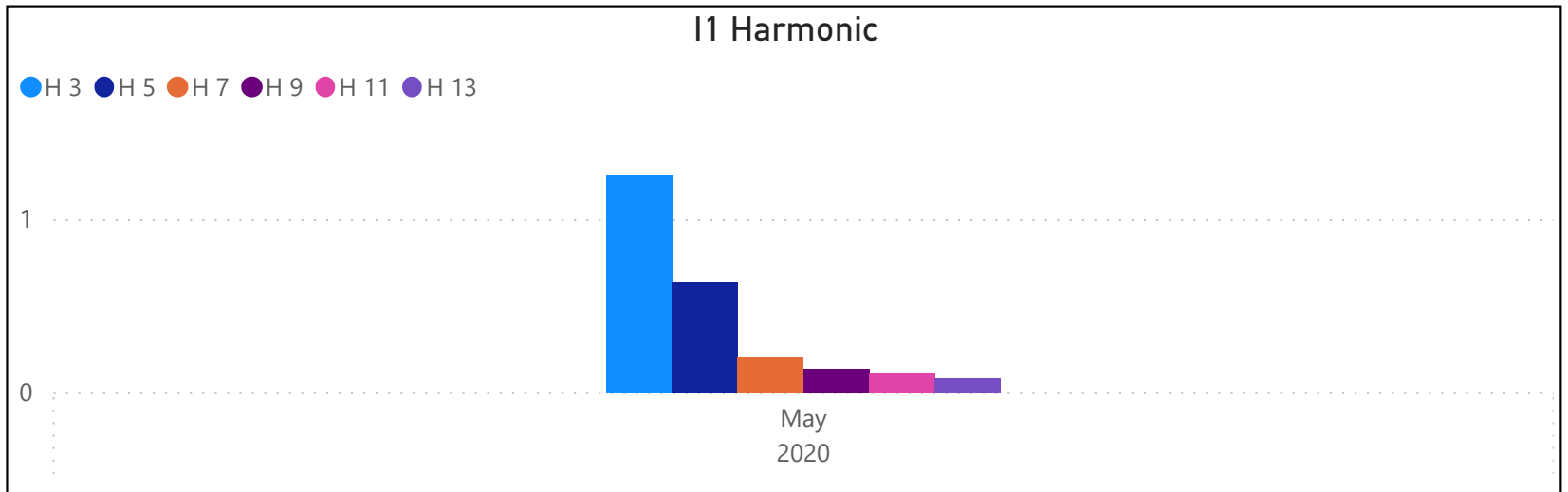
| Year | V 1  | V 2  | V 3  |
|------|------|------|------|
| 2020 |      |      |      |
| May  | 0,00 | 2,20 | 0,00 |

#### Maximum

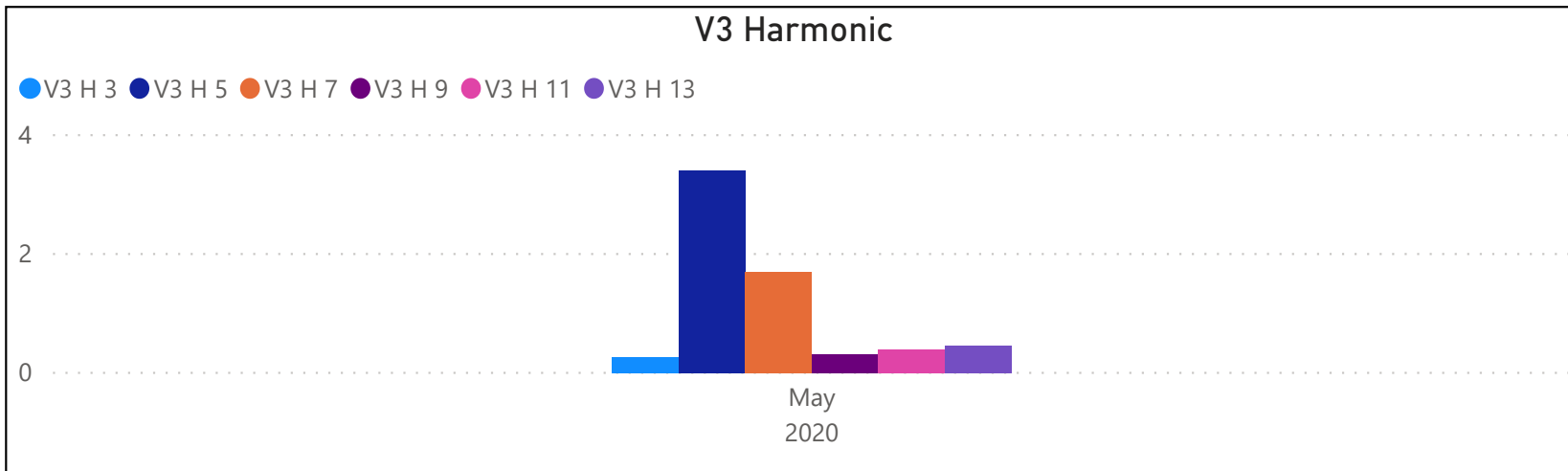
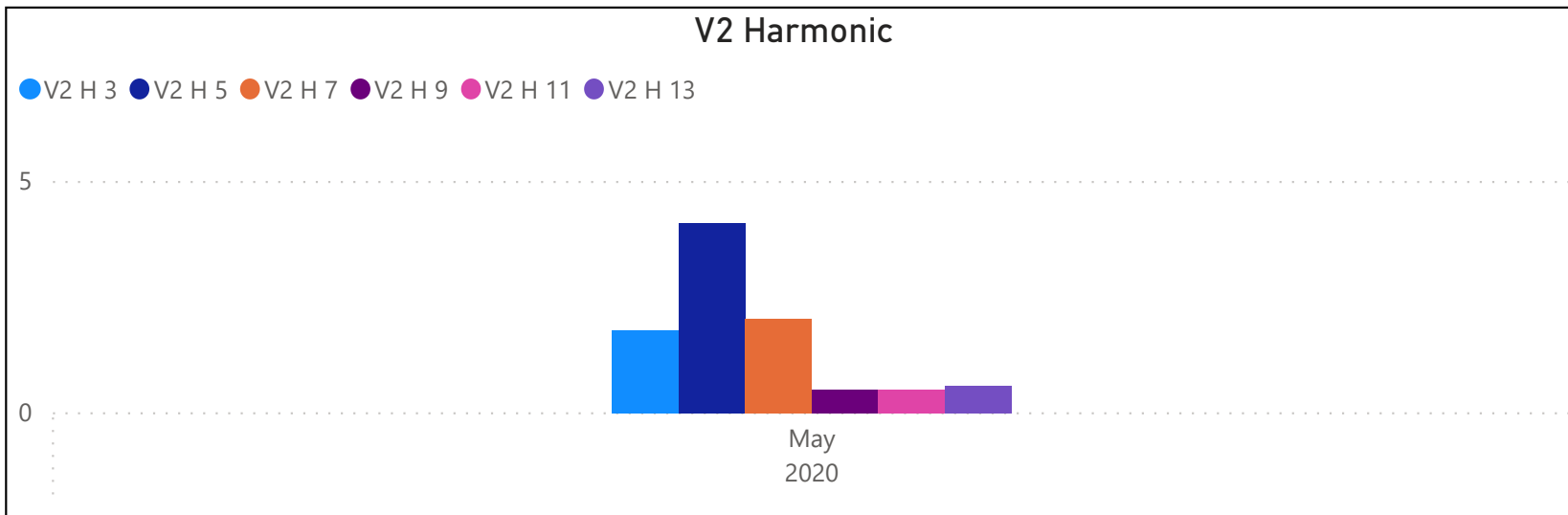
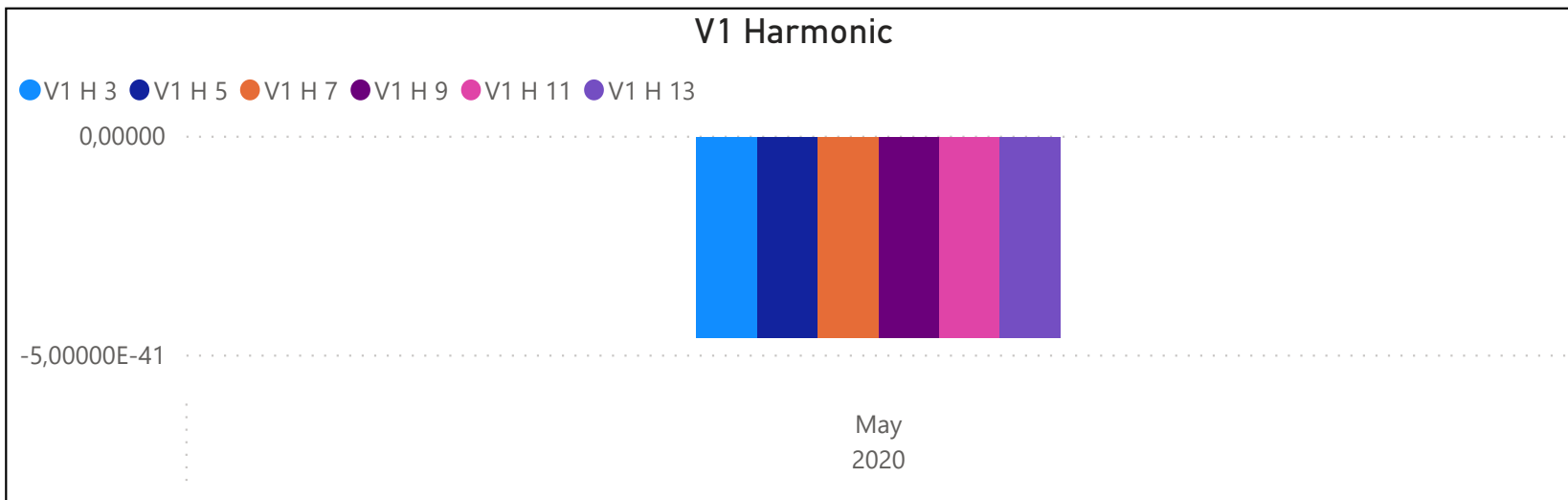
| Year | V 1  | V 2      | V 3  |
|------|------|----------|------|
| 2020 |      |          |      |
| May  | 0,00 | 3.998,68 | 0,00 |



### 3.1.6. Current harmonic





### 3.1.7. Voltage harmonic



## 4. Used tools

### 4.1 Grid analysers

| Tool   | ID      | Description                                | Calibration |
|--|---------|--|-------------|
|   | PA_8000 | Power and quality meter of PA analyser     | 6/12/2020   |
|  | AP-80No | Wireless AP-Client for remote data viewing | 6/12/2020   |
|  |         |  |             |

## 5. Conclutions

The conclusions of the technical report considering the obtained data through the week are:

### Electrical parameters:

After analysing the characteristics of the panels, we can conclude that the data is being logged correctly. However, several problems were detected which shows or the incorrect connection of some aspects of the meter or the malfunctioning of the string.

- Power: Malfunctioning detected
- Voltage: Correct
- Current: Correct, although huge distortion in line A. Should revise
- Harmonics: Malfunctioning detected
- THD: Malfunctioning detected

## 6. Proposals and recommendations

Several malfunctioning's were detected. A technician should revise the whole installation of the PA 8000 with special focus on the line A Rogowski and the connections of Voltage, as some Power issues were also detected.

If after the revision no problems are solved, the client should consider calibrating the PA 8000 which will be done with no added cost by NRGLab as it is included on its own SAT.

## Why choosing NRG.Lab

The team of NRG.Lab counts on more than 15 years in research and technology transfer activities.

NRG.Lab counts on the combination of research and engineering knowledge.

The staff of NRG.Lab counts on extensive experience in power electronics, electrical networks, communications, control and monitoring system.

High level of customization and scalability in all our products. NRG.Lab is specialist in training and education activities and provides examples and ready-to-use firmware. We have an Extensive networking with universities, research centers and companies.

NRG.Lab provides global solutions at a high competitive prize.

NRG.Lab offers design, manufacturing, testing, certification and training services.

**NRG.Lab**

NRG.Lab a UPC spin-off

GAIA building TR14

Rambla Sant Nebridi, 22  
08222 Terrassa. BARCELONA. SPAIN

T. +34 937 398 372  
<http://www.nrglab.es>  
[info@nrglab.es](mailto:info@nrglab.es)