



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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

Titulació

Grau en Enginyeria Electrònica, Industrial i Automàtica

Alumne

Oriol Hinojo Comellas

Títol TFG

Disseny d'un sistema de monitorització intel·ligent d'una micro-xarxa elèctrica

Director del TFG

Álvaro Luna Alloza

Convocatòria de lliurament del TFG

Juny 2020

Contingut d'aquest volum:

MEMÒRIA



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

Memòria

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



AGRAÏMENTS

Abans de res, vull agrair a Álvaro Luna per l'oportunitat de treballar amb ell en l'edifici Gaia, espai de recerca i innovació Tecnològica. També agrair el suport, els coneixements aportats i l'ajut en el creixement personal com a enginyer, sense ell no hagués estat possible la realització d'aquest treball.

Donar gràcies també al *NRGLab* pel material cedit per la realització d'aquest projecte i als seus integrants pels seus consells i ajut.

Finalment, vull donar les gràcies a la família i amics per estar al meu costat durant el treball. Cadascú ajudant-me a la seva manera, la família, afavorint la bona convivència i garantint-me un espai de treball durant el Covid-19, assajos per aclarir la ment amb el grup musical Muzak i a Rostisseries Delgado per l'ajut en àmbit de programació, pensament matemàtic i funcionament de bases de dades.

Per últim, agrair a la meva parella Laura per estar el meu costat amb el seu suport incondicional i sempre animar-me a donar el cent per cent de mi.

Moltes gràcies a tots, aquest treball també es en part vostre!

RESUM

El treball realitzat en aquest document consisteix en el disseny d'un sistema de monitorització intel·ligent d'una micro-xarxa elèctrica. Degut a l'amplia extensió d'aquest àmbit, el projecte en qüestió es centra en desenvolupar un sistema de monitorització que extraurà i emmagatzemarà les dades des del núvol.

Sent així, per aconseguir arribar a l'objectiu del treball, s'haurà de desenvolupar un sistema que permeti comunicar diversos equips simultàniament i de forma segura en una xarxa local, permetent veure en tot moment i des de qualsevol lloc el seu estat i mesures preses. Referent a la dades, s'haurà de realitzar la correcta recol·lecció de les mateixes per emmagatzemar-les al núvol i posteriorment, realitzar el tractat i processat en un sistema de monitorització, oferint al usuari un ajut visual sobre la gestió energètica de les xarxes mesurades.

Inicialment, el treball exposa la creació d'una xarxa de comunicació *Access Point-Client*, la qual permet comunicar en local, els equips de mesura entre ells. Els mesuradors emprats per l'estudi són el model *PA 8000*¹ proporcionats per l'empresa *NRGLab*, els quals estan constituïts per el *PM 8000*², un dispositiu que permet mesurar valors elèctrics. Aquests seran accessibles remotament mitjançant una connexió *VPN*³, la qual permet establir una comunicació segura via internet. Un cop creada la comunicació, es requereix d'una etapa de validació per assegurar-ne el correcte funcionament. Es per això, que s'usa el software propietari *PME*⁴ d'*Schneider Electric*, el qual esta dissenyat per visualitzar dades dels equips l'empresa, com és el cas del *PM 8000*. Malgrat l'objectiu del treball no és crear les visualitzacions amb *PME*, és interessant mostrar algun exemple del seu potencial i comparar aquest amb el del núvol.

En la part central del treball, es crea una solució pròpia per l'enregistrament i emmagatzematge de dades a través del núvol. Per aquest motiu, s'introdueix la plataforma d'informàtica en el núvol *Azure*, on es creen dos recursos, una màquina virtual i una base de dades. La màquina virtual, permet ser connectada a la *VPN* creada anteriorment, a més, és programada amb *Node-Red* per tal de recol·lectar dades i enviar-les al seu lloc d'emmagatzematge. La base de dades, rep les lectures enviades per *Node-Red* i les guarda per la seva posterior consulta.

La part final del treball consisteix en utilitzar els softwares *Grafana* i *Power BI Desktop* per a consultar les dades emmagatzemades. El *Grafana* permet visualitzar en temps real de la instal·lació mitjançant *Dashboards* atractius a la vista, els quals permeten entendre fàcilment l'estat actual d'aquesta. El *Power BI Desktop* permet realitzar informes periòdics d'una instal·lació de forma molt senzilla i altament automatitzada. Ambdós recursos fan al projecte interessant sobretot en els àmbits de gestió energètica i qualitat de xarxa elèctrica.

¹ *PA 8000: Power Analyser. Dota al PM 8000 de simplicitat per la connexió a una instal·lació.*

² *PM 8000: Power meter. Mesurador de xarxa, per encasar a carril DIN.*

³ *VPN: Virtual Private Network.*

⁴ *PME: Power Monitoring Expert.*

ABSTRACT

The project done in this document consists of the design of an intelligent monitoring system for a micro-electrical network. Considering the wide extension of this area, the project is focused on developing a monitoring system that will extract and save the data on the cloud.

In order to achieve the objective of the work, it will be necessary to develop a system that allows to communicate several devices simultaneously and in a safe way in a local network, allowing to see at any time and from any place their status and measures. With reference to the data, it will be necessary to carry out the correct saving of the data to be used in the future, so it could be done the treatment and process in a monitoring system, offering the user a visual adjustment on the energy management of the measured quantities.

Initially, the work presents the creation of a communication network *Access Point-Client*, which allows to communicate locally, the measurement devices between them. The measurements undertaken by the study are the model *PA 8000*⁵ provided by the company *NRGLab*, which are constituted by the *PM 8000*⁶, a device that allows to measure electrical values. These will be remotely accessible through a *VPN*⁷ connection, which allows high security communication via internet. Once created the communication it requires a validation stage to ensure that it works correctly. *Schneider Electric's* proprietary *PME*⁸ software is used, which is designed to display the company's equipment, such as the *PM 8000*. Although the aim of the work is not to create visualizations with *PME*, it is interesting to show some examples of its potential and compare it with the one on the cloud.

Once validated the data reading with *PME*, it is necessary to create an own solution for the data recording and login. This is done through the cloud thanks to the *Azure* platform, where two resources are created, a virtual machine and a data base. The virtual machine, allows to be connected to the *VPN* created before, but it is programmed with *Node-Red* to collect data and send them to its location of data logged. The data base repeats the readings sent by *Node-Red* and saves them for later consultation.

The final part of the work consists of using the *Grafana* and *Power BI Desktop* software to consult the data sent. *Grafana* allows you to visualize the installation in real time by means of visually attractive dashboards, which make it easy to understand the current status of the installation. *Power BI Desktop* allows you to make periodic reports of an installation in a very simple and highly automated way. Both resources make the project interesting especially in the areas of energy management and quality of electricity network.

⁵ *PA 8000: Power Analyser.*

⁶ *PM 8000: Power meter. Grid meter with DIN.*

⁷ *VPN: Virtual Private Network.*

⁸ *PME: Power Monitoring Expert.*

INDEX

1. INTRODUCCIÓ	10
1.1. Objecte	10
1.2. Objectiu	10
1.3. Justificació	10
1.4. Abast	11
1.5. Requeriments	12
1.6. Estat de l'art.....	12
2. ESTRUCTURA DE XARXA LOCAL.....	14
2.1. Mesurador PA 8000.....	14
2.2. Estructura Wi-Fi de comunicació.....	15
2.3. Creació de la xarxa local	17
2.3.1. Configuració d'AP, BAT867-R de Hirschman	17
2.3.2. Configuració de client, TL-WR802N, TP Link	19
2.4. Comunicació mitjançant VPN.....	24
2.4.1. Configuració del E-RAS-400-HG.....	25
2.4.2. Configuració del Client M2Me	27
2.5. Comprovació de les comunicacions.....	30
3. ESTRUCTURA EN EL NÚVOL: AZURE.....	34
3.1. Introducció a Azure.....	34
3.2. Màquina virtual Azure amb SO Windows.....	35
3.2.1. Introducció a les màquines virtuals <i>Azure</i> amb SO Windows.....	35
3.2.2. Creació d'una màquina virtual Azure amb SO Windows	37
3.2.3. Connexió mitjançant RDP	40
3.3. Base de dades SQL en el núvol.....	41
3.3.1. Introducció a les bases de dades Azure SQL	42
3.3.2. Creació de la base de dades Azure SQL	43
3.4. Comunicació entre SQL i MV	47
4. RECOL·LECCIÓ DE DADES EN EL NÚVOL: Node-Red.....	49
4.1. Introducció a Node-Red	50
4.1.1. Execució automàtica en Start up.....	50

4.2.	Nodes requerits	53
4.2.1.	Node-red-contrib-modbus	54
4.2.2.	Node-red-contrib-mssql.....	57
4.3.	Creació i implementació del algoritme	59
4.3.1.	Inici de cicle i pas de testimoni.....	60
4.3.2.	Concatenació i conversió de lectures.....	62
4.3.3.	Validació i pujada al núvol de dades	63
4.3.4.	Lectura simultània d'equips i enregistrament d'hora	64
5.	VISUALITZACIÓ I INFORMES DE DADES EN EL NÚVOL	66
5.1.	Visualització: Introducció a Grafana.....	66
5.2.	Visualització amb Grafana	67
5.2.1.	Connexió amb la Base de Dades.....	67
5.2.2.	Creació de Graph	70
5.2.3.	Creació de Gauge	72
5.2.4.	Creació de Bar gauge.....	74
5.2.5.	Creació de Text	76
5.2.6.	Creació de Clock	77
5.3.	Informes: Introducció a Power BI	78
5.4.	Generació d'informe amb Power BI Desktop	78
5.4.1.	Connexió amb base de dades.....	79
5.4.2.	Creació de panells delimitats per temps	81
5.4.3.	Format de full i inserció d'imatges i text	83
5.5.	Coherència de lectures entre visualitzador i reports	84
6.	RESULTATS I CONCLUSIONS.....	86
6.1.	Resultats.....	86
6.2.	Conclusions	86
6.3.	Futurs treballs.....	87
7.	BIBLIOGRAFIA.....	88

LLISTA DE TAULES I FIGURES

Figura 2.1 PA 8000 versió amb nucli de ferro.....	14
Figura 2.2 PA 8000 Versió Rogowski	15
Figura 2.3 Exemple d'una WAP domèstica.....	16
Figura 2.4 Esquema de la xarxa Wi-Fi a implementar.....	17
Figura 2.5 Configuració del nom BAT867-R	18
Figura 2.6 Configuració del tipus d'accés del BAT867-R.....	18
Figura 2.7 Configuració DHCP del BAT867-R.....	18
Figura 2.8 Configuració de la IP del BAT867-R.....	19
Figura 2.9 Configuració de contrasenya del BAT867-R	19
Figura 2.10 PA 8000 amb TP-Link connectat	20
Figura 2.20 E-RAS-400-HG	24
Figura 2.21 Alimentació del E-RAS-400-HG.....	25
Figura 2.22 Pantalla en accedir per IP.....	25
Figura 2.23 Usuaris E-RAS-400-HG	26
Figura 2.24 Creació de nou usuari E-RAS-400-HG.....	26
Figura 2.25 Configuració IP del E-RAS-400-HG.....	27
Figura 2.26 Obtenció de la clau del producte E-RAS-400-HG	27
Figura 2.27 Introducció del certificat	28
Figura 2.28 Menú Etic New Site.....	29
Figura 2.29 Configuració New Site General.....	29
Figura 2.30 Enllaç amb el dispositiu	30
Figura 2.31 Prova de recol·lecció 1	31
Taula 2.1 Prova de recol·lecció 1.....	31
Figura 2.32 Carril DIN amb els equips Wi-Fi.....	31
Figura 2.33 SCADA PME	32
Figura 2.34 Visualització de tendències.....	32
Figura 3.2 Portal Azure	35
Figura 3.3 Logotip de màquina virtual Azure.	35
Figura 3.4 Mides de màquines virtuals Azure	36
Figura 3.5 Pantalla de creació de màquina virtual.....	37
Figura 3.6 Configuració bàsica de la màquina virtual Azure 1.....	38
Figura 3.7 Configuració bàsica de la màquina virtual Azure 2.....	39
Figura 3.8 Configuració de Discs	39
Figura 3.9 Configuració de la xarxa de la màquina virtual.....	40
Figura 3.10 Logotip base de dades Azure SQL. Font: [45].....	42
Figura 3.11 Pantalla creació Azure SQL Database	44
Figura 3.12 Configuració SQL bàsica.	45
Figura 3.13 Configuració d'accés de la SQL.....	46
Figura 3.14 Configuració addicional.....	47

Figura 3.15 Menú general de la base de dades Azure SQL	48
Figura 3.16 Menú de creació de regles de Firewall	48
Figura 4.1 Estructura de recollida de dades.....	49
Figura 4.2 Logotip Node-Red. Font: [47].....	50
Figura 4.3 Cerca de Task Scheduler	51
Figura 4.4 Gestor de tasques.....	51
Figura 4.5 Configuració de desencadenant.	52
Figura 4.6 Configuració d'Acció.	52
Figura 4.7 Configuració de Settings.	53
Figura 4.8 Pop Up menú	54
Figura 4.9 Menú d'instal·lació de Nodes.	54
Figura 4.10 Nodes Modbus read i Modbus flex getter	55
Figura 4.11 Modbus flex getter buit.....	55
Figura 4.12 Configuració de Modbus-client	56
Figura 4.13 Informació del Node Modbus flex getter	56
Figura 4.14 Node funció complementari al modbus flex getter.....	57
Figura 4.15 Configuració d'us de Modbus flex getter	57
Figura 4.16 Node MSSQL	57
Figura 4.17 Configuració Node MSSQL.....	58
Figura 4.18 Configuració MSSQL-CN.....	58
Figura 4.19 Funció per introduir dades en la base de dades SQL	59
Figura 4.20 Diagrama de flux general i de flow.....	60
Figura 4.21 Node Inject	60
Figura 4.22 Configuració node inject	61
Figura 4.23 Nodes Link in, link out.....	61
Figura 4.24 Configuració link in i link out	62
Figura 4.25 Exemple de lectura	63
Figura 4.26 Configuració de nodes Switch i funció Modbus-Float32.....	63
Figura 4.27 Unió de lectura amb validació i enviament al núvol.....	64
Figura 4.28 Comanda SQL	64
Figura 4.29 Codi d'identificador d'equip	65
Figura 4.30 Codi captador d'hora.....	65
Figura 4.31 Pla detall de la inserció de valors	65
Figura 4.32 Flow exemple amb inserció de valors.....	65
Figura 5.1 Instal·lació fotovoltaica TR 14 ETSEIAT.....	66
Figura 5.2 Visualitzacions Grafana	67
Figura 5.3 Crear connexió amb BBDD en Grafana.....	68
Figura 5.4 Selecció de base de dades Grafana.....	68
Figura 5.5 Configuració base de dades grafana	69
Figura 5.6 Obtenció d'IP i validació de connexió	69

Figura 5.7 Creació de panell nou	70
Figura 5.8 Selecció de panell	70
Figura 5.9 Configuració nom i transparència Graph	70
Figura 5.10 Configuració línies Graph	71
Figura 5.11 Llegenda Graph	71
Figura 5.12 Configuració widget Grafana	71
Figura 5.13 Visualització de potències.....	72
Figura 5.14 Display Gauge.....	72
Figura 5.15 Configuració standard options Gauge	73
Figura 5.16 Threshold Gauge	73
Figura 5.17 Query de gauge sobre potència activa	74
Figura 5.18 Gauge potència activa	74
Figura 5.19 Display bar gauge	75
Figura 5.20 Query Bar Gauge.....	75
Figura 5.21 Bar Gauge harmònics	76
Figura 5.22 Inserir text HTML.....	76
Figura 5.23 Text maquetat en HTML	76
Figura 5.24 Exemple inserir imatge.....	77
Figura 5.25 Imatge maquetada en HTML	77
Figura 5.26 Configuració de panell Clock	77
Figura 5.27 Exemple de panell Clock	77
Figura 5.28 Funcionament de Power BI.....	78
Figura 5.29 Pantalla principal de Power BI Desktop.....	79
Taula 5.1 Zones de Power BI Desktop	79
Figura 5.30 Selecció de connexió amb Azure SQL	80
Figura 5.31 Enllaç amb base de dades.....	80
Figura 5.32 Selecció de dades de la base	81
Figura 5.33 Opcions de configuració temporals.....	82
Figura 5.34 Exemple de Slicer	82
Figura 5.35 Exemple de Graph	82
Figura 5.36 Exemple de Table	83
Figura 5.37 Format de pàgina vertical	83
Figura 5.38 Inserció d'imatge i/o text	84
Figura 5.39 Corrent 25-26 Maig en Grafana	84
Figura 5.40 Corrent 25-26 Maig en Power BI Desktop	84

1. INTRODUCCIÓ

La primera part d'aquest projecte té la intenció de presentar i descriure els motius i aspectes formals del projecte a realitzar. Per tal introduir al lector l'objecte, l'objectiu, la justificació, l'abast, els requeriments i l'estat del art del actual projecte es mostren a continuació.

1.1. Objecte

L'objecte d'aquest projecte és l'elaboració del disseny d'un sistema de monitorització intel·ligent de micro-xarxes elèctriques. En ser un tema molt ampli, es centra en les bases amb el disseny i posta en marxa del sistema de monitorització. Aquest disseny implementa la tecnologia en el núvol de Microsoft *Azure* i pretén fer un primer model senzill, viable i amb possibilitat d'expansió en futurs treballs.

1.2. Objectiu

El principal objectiu del projecte és el disseny i posta en marxa del sistema de monitorització i la seva integració en uns sistema *On Cloud IoT*. Primer pas en la realització del disseny d'un sistema de monitorització intel·ligent de micro-xarxes elèctriques. Aquest busca no dependre de Softwares propietaris de visualització de dades, els quals són molt costosos. A més, ha de permetre la connectivitat amb dispositius de diferents empreses i tenir operativitat amb IoT. El sistema ha de garantir la seguretat i robustesa necessària com per ser utilitzat en l'àmbit industrial.

Per assolir aquest objectiu, és necessari informar-se prèviament sobre les VPN, les xarxes *Access point – Client*, l'extracció i processat de dades de bases de dades en plataformes IoT i finalment eines de visualització de dades i generació d'històrics.

La validació i correcte lectura de la xarxa *Access point-Client* es porta a terme gracies a la versió de prova de PME cedida per Schneider. La recol·lecció i emmagatzematge de dades al núvol es fa mitjançant una maquina virtual *Azure* i una base de dades *Azure SQL* respectivament. Les dades s'extreuen amb *Node-Red* accedint al *Modbus* del propi dispositiu. Finalment, la visualització i generació de reports es dur a través de *Grafana* i *Power BI* respectivament.

El projecte realitzat és extens i seqüencial, per tant, cadascun dels passos tenen gran pes. Tot i així, és d'especial importància la creació de l'estructura *Access Point-Client* i el funcionament d'*Azure* juntament amb *Node-Red*, ja que sense aquestes parts no es generarien dades a poder visualitzar.

1.3. Justificació

Segons el banc mundial, més de 1000 milions de persones en el planeta no compten amb subministrament elèctric, i més de 3000 milions fan servir combustibles fòssils com a únic accés a l'energia. En el desenvolupament de les xarxes a nivell global, l'accés mitjançant xarxes elèctriques convencionals precisa d'una inversió molt elevada d'aquesta manera, el creixement

dels sistemes d'electrificació basats en micro-xarxes i la seva interconnexió resulta una alternativa viable i quasi única en algunes zones del planeta.

El control de micro-xarxes és necessari tant a nivell local com a nivell global per coordinar l'operació de les esmentades xarxes, tant a nivell individual com agregat.

El projecte pretén implementar un sistema que permeti rebre mesures remotament de qualsevol equip instal·lat arreu del globus sense necessitat d'instal·lació de connexió Ethernet per cable. A més, té per objectiu ser un complement a elements de mesura portables de xarxes elèctriques, potenciant la versatilitat desitjada en aquests productes.

En àmbit personal, he vist de primera mà des de ben petit el món de la gestió energètica degut a influències familiars. De tota manera, mai he treballat en el tema tant a fons, per tant suposarà un repte el qual em permetrà conèixer millor els sistemes SCADA, la gestió energètica i el món de les IoT.

Finalment, es desitja realitzarà una aplicació Web en el núvol, intentant prescindir de softwares i empreses propietàries. D'aquesta manera es redueix el cost del projecte incrementant en per contra la dificultat de realització juntament amb les hores dedicades a la programació.

1.4. Abast

L'abast del control d'una micro-xarxa i la seva completa integració en una xarxa és molt ampli, més en cas de ser basada en una plataforma de monitorització i control avançat. Per aquest motiu el projecte es s'enfoca en el disseny i posta en marxa del sistema de monitorització i la seva integració en un sistema *On Cloud IoT* on es recopilen, processen i emmagatzemen les dades.

L'abast d'aquesta recerca inclou una llista de tasques a haver satisfet en la seva finalització. Les principals accions són:

- Introducció a l'espai de treball emprat per desenvolupar el projecte. Els sistemes d'operació, l'entorn de programació i el hardware requereixen de ser detallats.
- Estudi de protocols de comunicació i control de xarxes elèctriques.
- Desenvolupament de test en laboratori.
- Muntatge i configuració dels equips de simulació i test.
- Configuració i validació d'un sistema *Acces Point – Client*.
- Aplicar un mòdul 3G amb opció VPN d'àmbit industrial.
- Posada en marxa d'un sistema de monitorització experimental VPN amb software i hardware propietari sense opció *On Cloud IoT*.
- Extracció i processat de la base de dades del sistema de monitorització experimental amb MATLAB.
- Estudi i configuració de bases de dades en núvol.

- Processat de dades *On Cloud IoT*.
- Coordinació d'extracció de dades i enviament al núvol.
- Processat de dades i implementació de sistema de monitorització en plataforma IoT.

1.5. Requeriments

La realització d'aquest treball s'està desenvolupant a les instal·lacions de l'edifici GAIA, amb diferents investigadors del *SEER* i l'*NRG Lab*. La idea principal, és desenvolupar un sistema de monitorització intel·ligent de micro-xarxes elèctriques, que permeti connectar diferents equips a través de connexió Wireless creant així, una xarxa local. Un cop validat el correcte funcionament de la xarxa local es procedeix a la implementació d'aquest sistema en una plataforma IoT amb objectiu final de visualitzar i generar històrics.

Així doncs, el projecte consta d'una part inicial on es prepara el hardware per a realitzar una segona part on s'implementa el IoT:

- La primera part, pretén assegurar la validesa i fiabilitat de la connexió remota via VPN. Per simplificar aquesta validació, s'usa Software Schneider on la recol·lecció i mesura de valors va donada pel fabricant i per tant, ens centrarem en la correcte configuració del sistema *Access point – Client* i la monitorització segura sense fils. El Software no té gran importància ja que només és de pas per comprova el correcte funcionament de la xarxa creada.
- La segona part, permet llegir els estats i mesures de diferents dispositius en temps real i guardar les dades en una base de dades IoT. Les dades guardades, són processades per una plataforma IoT amb l'objectiu d'oferir a l'usuari una solució visual de la gestió energètica de l'espai o espais monitoritzats. A més, es busca oferir a un expert les dades preparades per analitzar-les i generar un històric amb pocs clics.

Ambdues parts han de garantir la seguretat i robustesa necessària per ser implementades a nivell industrial.

1.6. Estat de l'art

En els passats anys la indústria del IoT ha augmentat de forma dràstica. La implementació de IoT ha incrementat degut al seu enorme potencial en quan a gestió de la informació, Big Data i Data Science, aquest factors permeten oferir a l'empresa un ventall d'eines les quals poden utilitzar de diverses maneres per tal d'obtenir millors prestacions tant a nivell de serveis o instal·lacions.

En aquest treball s'usa amb l'objectiu de treure conclusions d'eficiència energètica, de tota manera, empreses com ara *Circutor*, comencen a treure les seves primeres APIs *Azure* pels seus productes de mesura. Aquesta innovadora estratègia, permet oferir un producte amb d'alta qualitat estalviant nombroses hores de feina. Això és degut no només el ús d'IoT en l'enviament

de dades al núvol, sinó la contractació de serveis per fer-ho., eliminant així, el cost de manteniment.

Degut a aquest gran sorgiment de les tecnologies IoT hi ha grans quantitats d'informació al respecte, sobretot en plataformes com Microsoft Learn, en el cas d'Azure. Aquestes plataformes posen a disposició del usuari informació tan referent a la pròpia plataforma com a formació més genèrica per entendre el concepte base dels serveis contractats. Per aquest motiu, tota la informació referent a IoT i el núvol s'obté de la plataforma mencionada, mentre la informació referent a la xarxa local s'obté de la cerca en internet i prova i error.

2. ESTRUCTURA DE XARXA LOCAL

El capítol busca introduir el dispositiu de mesura emprat i exposar l'estructura de comunicació entre aquests en una mateixa xarxa local. La xarxa local en qüestió permet l'accés segur a ella via VPN, factor necessari per garantir la seguretat de les transmissions. Per acabar, es fa servir el software PME per tal de verificar la correcte lectura de valors i per tant, el correcte funcionament de la comunicació.

2.1. Mesurador PA 8000

El Power Analyser 8000 és un mesurador portable de xarxes, permet fer estudis de qualitat i gestió energètica. Desenvolupat per el NRGLab, aquest dispositiu és una maleta amb un PM 8000 estàndard, la qual consta d'un cablejat secundari fent més mal·leable i portàtil l'equip de mesura de xarxa.

Es distingeixen dues versions:

- La primera versió llençada l'any 2017, aquesta permet lectures d'intensitat mitjançant transformadors amb nucli de ferro. Els transformadors amb nucli de ferro disposen de molta precisió amb sortides de miliampers (mA). Per inconvenient, el seu rendiment no és tan elevat davant d'harmònics i si són de llaç tancat la instal·lació és complicada ja que requereix de desmuntar la instal·lació. Aquest factor pot ser evitat usant transformadors de nucli dividit, que també per contra, són més propensos a trencar-se en l'acte d'apertura i tancament.



Figura 2.1 PA 8000 versió amb nucli de ferro

- La segona versió, llençada el 2020, permet mesurar el corrent a través de pinces Rogowski les quals són ideals per corrents grans de més de 100 Amperes i per representació d'harmònics. Aquest últim factor és degut a la gran fidelitat d'ona que proporcionen, poden captar sense problemes els primers 50 harmònics. La versió Rogowski és de muntatge molt més ràpid i senzill degut a que els transformadors de nucli d'aire són més mal·leables, per contra, requereix de caixes d'amplificació per

cadascuna de les pinces augmentant així la mida de la caixa. Aprofitant aquest factor, s'aprofita l'espai afegint extra ubicant 2 USB d'alimentació 5 Volts.



Figura 2.2 PA 8000 Versió Rogowski

Ambdues versions permeten comunicació mitjançant Modbus TCP i disposen 2 ports Ethernet. D'altra banda, no disposen de funcionalitat Wireless limitant l'equip a zones amb instal·lació de cable. L'accés als equips es fa mitjançant direccions IP.

2.2. Estructura Wi-Fi de comunicació

L'equip PA 8000 consta d'un port Ethernet tal i com es mostra descrit en la secció anterior 2.1. *mesurador PA 8000*. És inviable l'ús de cable per la connexió entre equips, això es degut a la naturalesa del mesurador, pensat per connectar ràpidament i prendre mesures en ubicacions on de bon inici no s'havia previst l'ús d'aquests. Per tant, és interessant avaluar les possibilitats de les xarxes *Wi-Fi* per la connexió entre equips.

Generalment, el concepte *router* i *Wi-Fi* va lligat a l'accés a internet, de tota manera, la tecnologia *Wi-Fi*, ofereix un ampli ventall de configuracions destinades tan al mercat professional com al domèstic.

Primerament és important saber que la tecnologia *Wi-Fi* permet constituir una xarxa local inalàmbrica, és a dir permet connectar diversos dispositius propers entre si de manera inalàmbrica o sense fils. Per constituir una xarxa *Wi-Fi* s'utilitza un dispositiu d'interconnexió conegut com Punt d'accés sense fils o *Wireless Access Point*, també nombrat per les sigles WAP o simplement AP. Aquest dispositiu estableix paràmetres de funcionament de la xarxa *Wi-Fi*, centralitza i gestiona totes les comunicacions sense fils.



Figura 2.3 Exemple d'una WAP domèstica

Una xarxa *Wi-Fi* constituïda per un AP també rep el nom de xarxa en mode infraestructura o mode AP. El AP estableix una xarxa *Wi-Fi*, però, per si sol no proporciona accés a internet. L'encarregat de donar l'accés a aquest és el *router*, per tant, per tenir comunicació a internet sense fils es requereix d'un WAP o AP i un *router*. Aquest en l'àmbit residencial ja van units en un sol component senzill, en la indústria, es compren per separat per tal de tenir una major robustesa i seguretat.

El projecte present requereix d'una xarxa local *Wi-Fi*, aquesta permet recol·lectar de forma segura les dades dels diferents equips. Segon els coneixements expressats anteriorment, es requereix tan d'un *Access Point* com d'un router. Finalment, per dotar de connectivitat *Wi-Fi* a el PA 8000 es requereix d'un dispositiu *Wi-Fi* funcionant en mode *Client*. El mode client permet dotar de connectivitat *Wi-Fi* a dispositius els quals anteriorment no en tenien, simplement rep senyal, però no emet senyal. En resum, el mode client permet connectar-se a una xarxa *Wi-Fi*, però no repeteix la senyal de connexió.

El projecte actual utilitza el TL-WR802N de TP-Link com a client, i el AP industrial BAT867-R de Hirschmann. Aquests components ja es disposaven de projectes anteriors i s'han aprofitat en aquest projecte al ser compatibles, per tant, no hi ha hagut sistema de selecció. El mateix passa amb el router 3G IPL-C-400-HG d'Etic Telecom explicat en més detall en la secció 2.4. *Comunicació mitjançant VPN*, on s'exposa la necessitat d'un VPN per tal d'assegurar una connexió segura.

Gracies als conceptes explicats la present secció, queda exposada la necessitat d'un sol AP el qual coordini diversos clients. Aquest AP, està connectat a un mòdem router el qual s'encarrega de dotar d'internet a la xarxa local. Els conceptes descrits es poden veure en forma de forma visual en la figura 2.4.

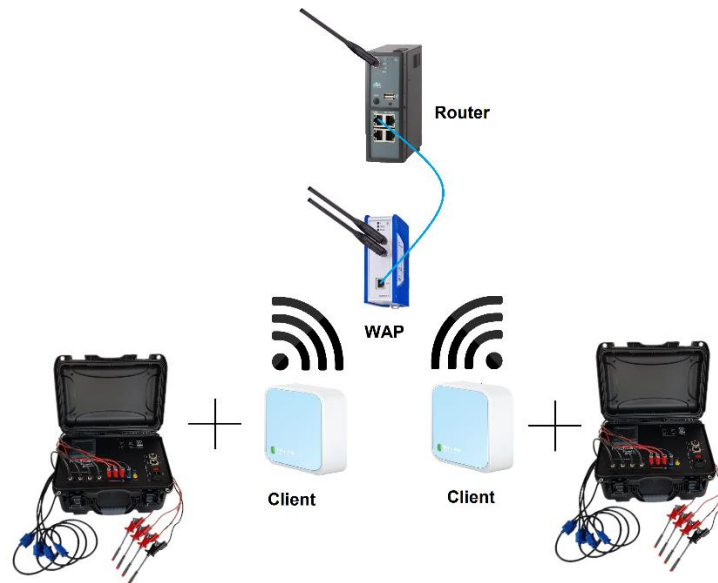


Figura 2.4 Esquema de la xarxa Wi-Fi a implementar

2.3. Creació de la xarxa local

En l'actual apartat s'exposa exclusivament i en format manual la configuració en mode *AP* de l'equip *BAT867-R* i la configuració client del *TP-Link*. Els equips es connecten entre ells creant una xarxa local sense connexió a internet, degut a la manca de router.

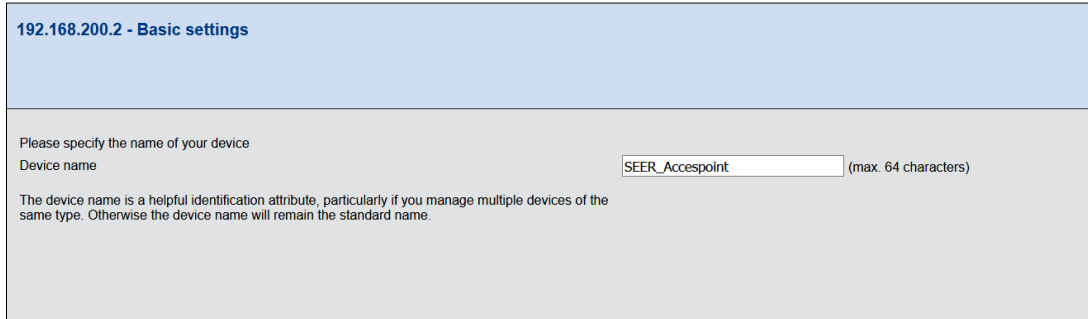
2.3.1. Configuració d'AP, *BAT867-R* de Hirschman

L'equip *BAT867-R* és un *AP* industrial *Wireless*, aquest permet comunicacions ràpides de fins a 867 Mbps. Destaca també pel seu disseny industrial, robust i compacte el qual suporta entre altres senyals d'interferència i vibracions. L'equip actua únicament com una robusta solució *AP*, evitant així càrrecs innecessaris per funcionalitats les quals no es requereixen. A continuació, es mostren els passos necessaris per configurar l'equip segons les especificacions del projecte.

El primer pas consisteix en connectar alimentar l'equip a 24 V. Un cop alimentat, s'ha d'accedir la interfície d'usuari del propi equip mitjançant la direcció IP d'aquest. En cas de disposar de l'esmentada direcció es pot connectar l'equip directament amb cable al ordinador i emprar algun programa de detecció de tràfic com per exemple *WireShark*. Un cop es disposa de la IP, s'ha d'introduir en el navegador. En accedir a la direcció és possible l'aparició d'un missatge de potencial risc de seguretat, per ometre aquest és necessari pitjar *Advanced* i a continuació *Accept the Risk and Continue*.

En la primera posta en marxa del equip o després de reset, apareix el menú de configuració bàsica o *Basic Settings*, en aquesta pantalla s'introdueix el nom específic de l'equip, el tipus d'accés a aquest, es selecciona la si la IP és estàtica o dinàmica i en cas de ser estàtica es configura la direcció, subxarxa i *Gateway*. El nom de l'equip és lliure a elecció del usuari, l'accés requereix de l'opció *Local and remote networks(Only via VPN)*, ja que els clients accedeixen en local i més endavant s'accedeix a la xarxa via una VPN per recollir dades i enviar-les al núvol. El projecte requereix d'una xarxa local on es comuniquin de forma segura els equips, per tal de

garantir aquesta xarxa és recomanable crear per tots els equips una direcció estàtica, per exemple 192.168.200.X i mascara de xarxa 255.255.255.0 indicant així que el rang de la xarxa és de la direcció 192.168.200.1 fins la 192.168.200.255. El *Gateway* i el *DNS* o domini s'introdueix en la direcció 1 de la xarxa per tant 192.168.200.1.



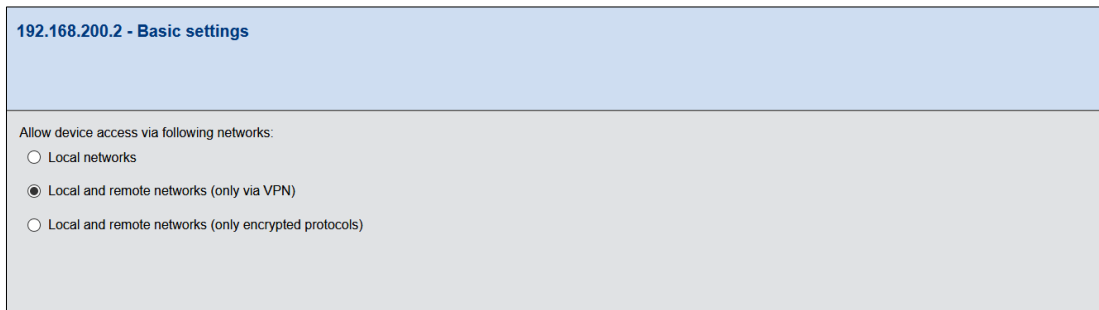
192.168.200.2 - Basic settings

Please specify the name of your device

Device name (max. 64 characters)

The device name is a helpful identification attribute, particularly if you manage multiple devices of the same type. Otherwise the device name will remain the standard name.

Figura 2.5 Configuració del nom BAT867-R

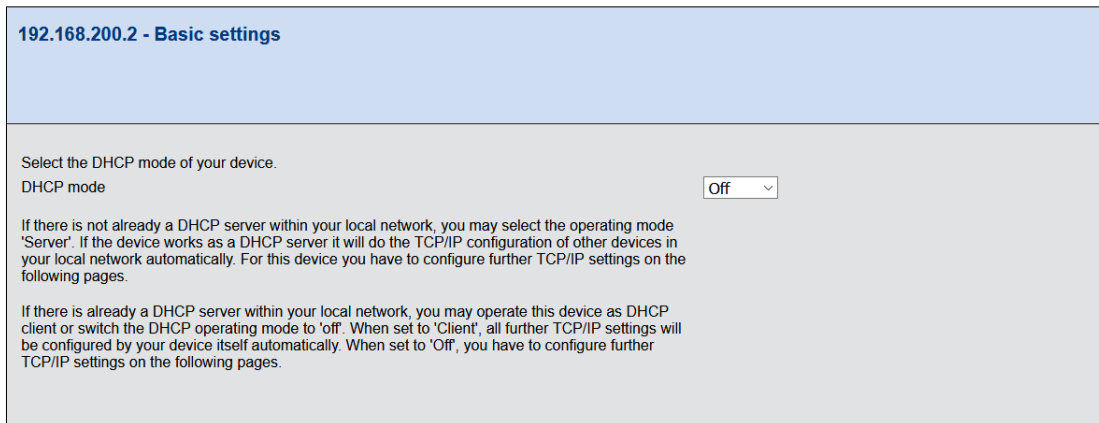


192.168.200.2 - Basic settings

Allow device access via following networks:

- Local networks
- Local and remote networks (only via VPN)
- Local and remote networks (only encrypted protocols)

Figura 2.6 Configuració del tipus d'accés del BAT867-R



192.168.200.2 - Basic settings

Select the DHCP mode of your device.

DHCP mode

If there is not already a DHCP server within your local network, you may select the operating mode 'Server'. If the device works as a DHCP server it will do the TCP/IP configuration of other devices in your local network automatically. For this device you have to configure further TCP/IP settings on the following pages.

If there is already a DHCP server within your local network, you may operate this device as DHCP client or switch the DHCP operating mode to 'off'. When set to 'Client', all further TCP/IP settings will be configured by your device itself automatically. When set to 'Off', you have to configure further TCP/IP settings on the following pages.

Figura 2.7 Configuració DHCP del BAT867-R

192.168.200.2 - Basic settings	
Please assign a local network IP address to this device, along with the relevant netmask.	
IP address	<input type="text" value="192.168.200.2"/> (max. 15 characters) (required)
Netmask	<input type="text" value="255.255.255.0"/> (max. 15 characters)
Gateway address	<input type="text" value="192.168.200.1"/> (max. 15 characters)
DNS server	<input type="text" value="192.168.200.1"/> (max. 15 characters)

Figura 2.8 Configuració de la IP del BAT867-R

Un cop s'ha realitzat la configuració bàsica el AP actua com una xarxa *Wi-Fi* sense contrasenya, per tant, qualsevol dispositiu en local pot connectar a aquest i tenir accés a tots els dispositius connectats. Per tal d'evitar aquesta vulnerabilitat és recomanable establir una contrasenya. Aquesta és demanada quan un dispositiu fa una petició per establir connexió amb el AP. Per dotar el *BAT867-R* de contrasenya d'accés s'ha d'accedir al *Set Up Wizard* i pitjar *Configure WLAN*, acció que desplega el menú de configuració de contrasenya. En aquest menú es pot modificar el nom introduït anteriorment i obliga a escriure la contrasenya desitjada dues vegades per garantir la correcta introducció d'aquesta.

192.168.200.2 - Configure WLAN	
Make general WLAN settings here:	
WLAN country	<input type="text" value="Europe"/> (max. 32 characters) (required)
Network name (SSID)	<input type="text" value="SEER-AccessPoint"/> (max. 63 characters) (required)
WPA2 passphrase (Repeat)	<input type="text"/> (max. 63 characters) (required)
WPA2 passphrase	<input type="text"/> (max. 63 characters) (required)

Figura 2.9 Configuració de contrasenya del BAT867-R

Un cop finalitzada la realització dels passos descrits s'obté un AP industrial preparat per utilitzar. El següent pas és configurar els clients per la connexió a aquest, creant així una xarxa local.

2.3.2. Configuració de client, TL-WR802N, TP Link

El *TL-WR802N* és un dispositiu dissenyat especialment per a ús amb dispositius sense fils i xarxes *Wi-Fi*, es pot configurar com a router, AP, client o repetidor. Els dispositiu es pot alimentar mitjançant un adaptador de corrent extern o a través d'un cable USB, pot connectar-se convenientment a internet tan via cable com sense fils i compartir la connexió a 300Mbps. El present equip permet solucionar el problema d'incompatibilitat de xarxa *Wi-Fi* dels Mesuradors PA 8000 [2.1. Mesuradors PA 8000], possible gràcies la disposició d'alimentació USB i compatibilitat amb cable d'Ethernet. A més, la petita mida del dispositiu el fa ideal per emprar-lo en qualsevol àmbit i amb bones prestacions. Seguidament, s'exposa el procediment a seguir per obtenir l'equip configurat segons les prestacions requerides del projecte.



Figura 2.10 PA 8000 amb TP-Link connectat

Primerament, es connecta l'equip al PA 8000 tant l'alimentació USB com el cable d'Ethernet. Un cop connectat s'accedeix via Wi-Fi a la xarxa del TP-Link, de nom i contrasenya indicats en la caixa d'aquest. Per accedir a la User Interface, es requereix d'entrar a <http://tplinkwifi.net> en el primera posta en marxa o directament per la IP assignada a l'aparell. L'explicació actual està enfocada com si fos la primera posta en marxa de l'aparell, on té encara els valors de fàbrica i roman sense configuració. D'aquesta manera, el nom d'usuari i la contrasenya són "admin".

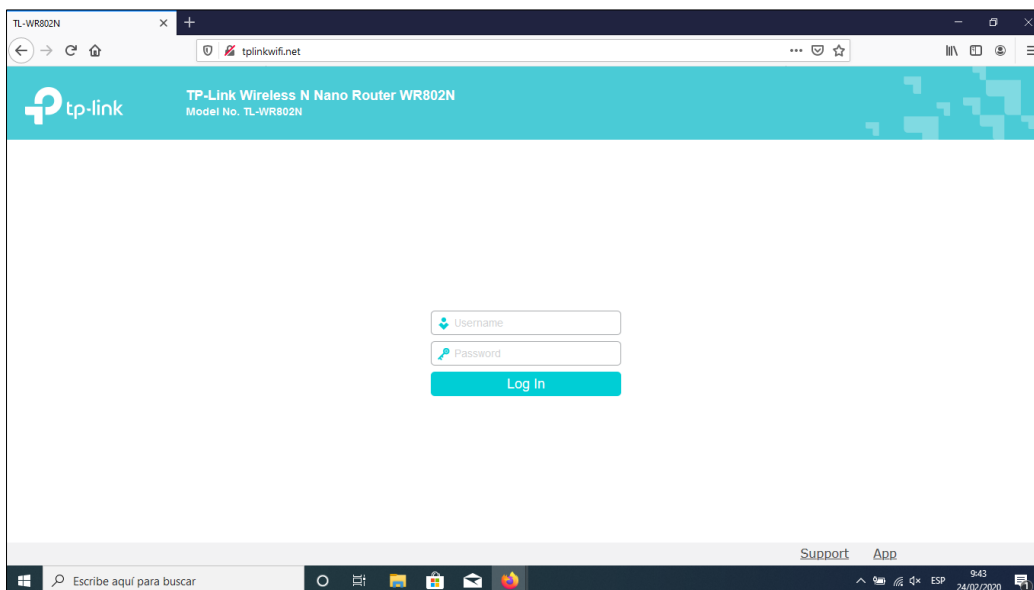


Figura 2.11 Menú de primera posta en marxa

Si l'usuari requereix de més flexibilitat i funcionaments molt específics, pot configurar l'aparell apartat a apartat. De tota manera, l'objectiu del projecte consisteix en fer servir els TP-Link com a clients d'un Accés Point estàndard. Al tractar-se d'una configuració habitual es pot optar pel Quick Set Up, on de manera senzilla i ràpida es permet configurar a la perfecció el dispositiu com a client i enllaçar-lo ja amb l'AP corresponent.

Quick Setup - Start

Run the Quick Setup to manually configure your internet connection and wireless settings.
 To continue, please click the **Next** button.
 To exit, please click the **Exit** button.

Figura 2.12 Quick Set Up menú

En començar la configuració apareix un menú on pregunta si es desitja canviar l'usuari i contrasenya. És recomanable per seguretat, tot i així, no és obligatori pel correcte funcionament del dispositiu.

Quick Setup - Password

Change Login Password

Username and password can contain between 1 - 32 characters and may not include spaces.

Old User Name:

Old Password:

New User Name:

New Password:

Confirm Password:

Figura 2.13 Menú de canvi d'usuari i contrasenya

El següent pas és escollir el mode d'operació. De totes les opcions, la ideal pel projecte és el mode *Client*. Aquest permet dotar de capacitat *Wireless* a aparells que anteriorment no en tenen degut a la seva naturalesa. En la secció 2.2. *Estructura Wi-Fi de comunicació* hi ha més informació respecte els diferents modes usats.

Quick Setup - Operation Mode

Choose Operation Mode:

- Wireless Router
- WISP
- Access Point
- Range Extender
- Client

Act as a "Wireless Adapter" to connect your wired devices(e.g.Blu-ray player,smart TV) to existing Wi-Fi

Figura 2.14 Configuració del mode de treball

Un cop configurat com a client és necessari indicar l'equip Acces Point al qual connecta. Es requereix de cercar el dispositiu AP desitjat i clicar *Connect*.

Com es pot veure en la secció 2.3.1. *Configuració d'AP, BAT867-R de Hirschman*, l'Acces Point rep el nom de *SEER-AccessPoint*.

AP List

The scanned APs are as follows

AP numbers: **37**

ID	BSSID	SSID	Signal strength	Channel	Encryption	Connect
1	74:DA:88:67:3F:87	SEER-1	102	11	WPA-PSK/AES	Connect
2	74:DA:88:67:3A:0F	SEER-2	99	11	WPA2-PSK/AES	Connect
3	04:F0:21:3D:FC:6D	SEER-AccessPoint	88	11	WPA2-PSK/AES	Connect
4	00:23:EB:0C:6C:51		80	5	WPA2/AES	Connect
5	00:23:EB:0C:6C:54	TR14ANAPOT	80	5	WPA2-PSK/AES	Connect
6	00:23:EB:0C:6C:52	UPCguest	80	5	None	Connect
7	00:23:EB:0C:6C:55	ARCHIBUSUPC	79	5	WPA2-PSK/AES	Connect
8	00:23:EB:0C:6C:50	eduroam	79	5	WPA2/AES	Connect
9	00:23:EB:0C:6C:53	projectorct	79	5	WPA2-PSK/AES	Connect
10	2E:6F:C9:0D:5C:8A	DIRECT-8a-HP M477 LaserJet	73	6	WPA2-PSK/AES	Connect
11	64:CC:22:9B:BB:78	MiFibra-BB76	67	11	WPA2-PSK/AES	Connect
12	2E:6F:C9:0D:5C:D4	DIRECT-d4-HP M477 LaserJet	65	6	WPA2-PSK/AES	Connect
13	8C:B6:4F:C9:1C:A1		61	1	WPA2/AES	Connect

Figura 2.15 Menú selecció d'AP

En pitjar *Connect* apareix un menú corresponent a l'Acces point on simplement és necessari introduir la contrasenya d'aquest.

Quick Setup - Wireless

SSID(to be bridged):

MAC Address(to be bridged): e.g. 00:1D:0F:11:22:33

Key Type:

Encryption:

Password:

Figura 2.16 Accés al AP

El següent menú correspon a la configuració de la direcció IP del *TP-Link*. És important establir com a estàtica la direcció. D'aquesta manera es pot d'assegurar una compatibilitat de rang entre *Client* i *Acces Point*. Un cop seleccionada com a estàtica, es pot procedir a associar la direcció IP desitjada juntament amb la màscara. És important introduir una direcció IP del mateix rang que el *BAT867-R* per tal que connectin en local correctament.

Quick Setup - Network Setting

LAN Type:

Note: The IP parameters cannot be configured if you have chosen Smart IP(DHCP)

(In this situation the device will help you configure the IP parameters automatically as you need).

IP Address:

Subnet Mask:

We recommend you configure this AP with the same IP subnet and subnet mask, but different IP address from your root AP/Router.

DHCP Server: Enable Disable

Figura 2.17 menú configuració IP TP-Link

Finalment apareix una pantalla resum de la configuració establerta [Figura 2.18]. En aquesta es mostren els camps; mode d'operació, nom del *Acces Point*, mode de seguretat *Wireless*, tipus de direcció IP i direcció IP establerta.

Congratulations! The settings is finish, please click finish button to make it work. For detailed settings, please click other menus if necessary.
Changing work mode should be reboot!

Confirm the configuration you have set. If anything wrong, please go Back to reset.
It's recommended to take a note of these settings that you'll need later for reference.

Wireless Settings

Operation Mode: Client
Wireless Channel: 11
Name(SSID) of Root AP: SEER-AccessPoint
Wireless Security Mode: WPA2-PSK
Wireless Password:

LAN Settings

Default Access: http://tplinkwifi.net
LAN Type: Static IP
IP Address: 192.168.200.52

Figura 2.18 Menú validació de la configuració

Validació de la connexió

Realitzant els passos descrits anteriorment l'equip es configura i connecta a l'*Acces Point*, de tota manera, és recomanable fer una comprovació de rigor per veure si veritablement l'AP està connectat al *Client*.

Aquesta comprovació consisteix en connectar-se al *Wi-Fi* corresponent al *AP* i fer *ping* a la direcció IP del *TP-Link*. En la següent imatge es pot apreciar la correcta connexió a la xarxa del *Acces Point* i la corresponent validació de comunicació realitzada amb un ping des de la consola del sistema.

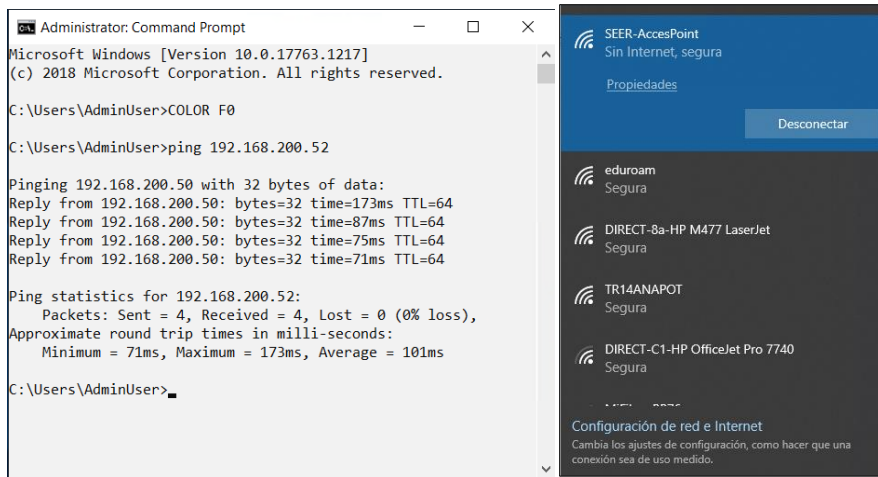


Figura 2.19 validació de connexió entre AP i Client

2.4. Comunicació mitjançant VPN

La remota realització de lectures dels equips de la xarxa local implica la necessitat d'un router el qual faci d'intermediari entre la xarxa local i internet. En àmbit industrial és molt important la seguretat i robustesa de les comunicacions, per tant, molts routers industrials disposen de VPN i aplicacions pròpies per la gestió d'aquest. Un VPN serveix per accedir a una xarxa privada(Xarxa local del AP) des d'una xarxa pública(Internet) de manera segura. Aquesta procés es realitza mitjançant el tunneling, el qual encripta i encapsula informació de la resta de tràfic d'internet. L'encapsulació permet aïllar el paquet de dades d'altres dades de la xarxa, l'encriptació en canvi, transforma les dades de tal manera que siguin intel·ligibles fins i tot per agents de vigilància i criminals cibernètics.

En el laboratori del SEER es disposava d'un Router industrial E-RAS-400-HG el qual no rebia ús. El model esmentat disposa de 3G/4G amb connexió VPN mitjançant el programa M2Me. Per tant, per reduir costos s'opta per utilitzar els recursos disponibles.

La comunicació entre E-RAS-400-HG i M2Me funciona de la següent manera; el router industrial VPN connecta la màquina remotament a els servidors M2Me(Solució basada en el núvol operada per Etic Telecom) de manera simple i segura. D'altre banda, el client M2Me s'instal·la en PC, smartphone o màquina virtual de l'operador remot. Aquest estableix comunicació amb el servidor de M2Me unint màquina amb operador.



Figura 2.20 E-RAS-400-HG

2.4.1. Configuració del E-RAS-400-HG

El primer pas és alimentar l'equip a una tensió d'entre 12 V i 24 V [FIGURA 2.21]. Per configurar l'equip és important conèixer la direcció IP, per defecte <http://192.168.0.128:8080/>. En cas desconèixer la IP clicant 5s el botó posterior del RAS es restableixen els valors de fàbrica.

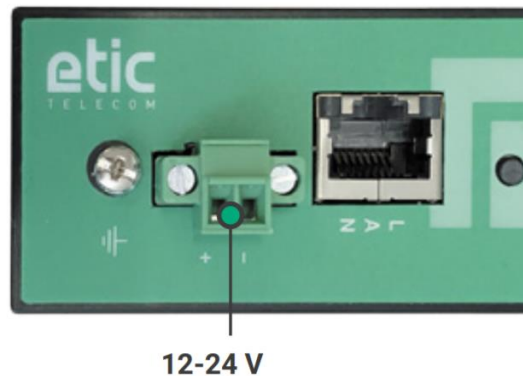


Figura 2.21 Alimentació del E-RAS-400-HG

En accedir a la interfície d'usuari es selecciona la part d'*Administration* o Administració, la qual permet gestionar les comptes i configuració del equip de cara connexions VPN. Per connectar correctament via VPN es requereix d'una compte habilitada, també és recomanable configurar la IP per estar dins el mateix domini que la resta de components de l'estructura Wi-Fi. Finalment, s'ha de configurar el rang d'IPs associades a les possibles connexions amb VPN.

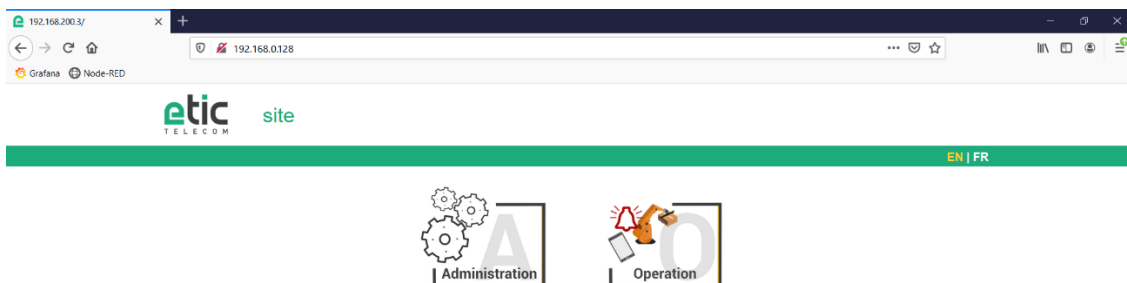


Figura 2.22 Pantalla en accedir per IP

Per accedir al equip remotament, l'usuari ha de tenir una compta creada en aquest. Seguin el camí Setup>Remote access>User List s'accedeix al gestor de comptes des d'on es poden visualitzar, editar, modificar i crear aquestes. El menú de creació d'aquestes es desplega clicant el botó *Add*.

Documentation | EN | FR

Home

- ▼ Setup
 - WAN interface
 - ▶ LAN Interface
 - ▼ Remote access
 - M2Me_Connect
 - Users List
 - Remote access servers
 - ▶ Network
 - ▶ Security
 - ▶ Serial gateways
 - ▶ System
 - ▶ Diagnostics

Users list

	Active	Full name	
<input checked="" type="radio"/>	Yes	eXDCi	
<input type="radio"/>	Yes	Sergi	
<input type="radio"/>	Yes	REES	
<input type="radio"/>	Yes	Test	

Show Edit Delete **Add ...** Copy and edit ^ V

Figura 2.23 Usuaris E-RAS-400-HG

Els camps requerits en la creació de comptes són *active Full Name, User Name i Password*:

- La condició d'*Active* permet habilitar un usuari, opció que permet fer gestió d'usuaris i cancel·lar o no permetre accés puntualment, sense necessitat d'eliminar la compte.
- Full Name és el nom amb el qual es reconeix la compte però en el dispositiu, permet classificar millor usuaris en funció de serveis en fer aplicacions a gran escala.
- User Name és el nom escollit per l'usuari que es connecta al VPN via el M2Me.
- *Password* és la contrasenya la qual introdueix l'usuari en connectar via VPN.

Documentation | EN | FR

> Home > Setup > Remote access > Users List > User Configuration

User information

Active	<input checked="" type="checkbox"/>
Full name	<input type="text" value="SEER"/>
Company	<input type="text"/>
E-mail address	<input type="text"/>
Phone number (International format : +33611223344)	<input type="text"/>
User name	<input type="text" value="SEER"/>
Password	<input type="password"/> <input type="password"/>
Password strength	medium

For security reasons, choose a password longer than 8 characters with uppercase and lowercase letters, numbers and special characters

Figura 2.24 Creació de nou usuari E-RAS-400-HG

L'equip ha de tenir una direcció pròpia i dins el domini dels altres equips de la xarxa local per tal de poder tenir accés. En el present projecte es dona la direcció local 192.168.200.3 i la mateixa mascara que la resta dels equips, 255.255.255.0. L'equip des d'on es realitza el *tunneling* té una direcció IP dins la xarxa local. Aquesta no es pot solapar amb les IPs existents en la xarxa on es

connecta. Com a resposta a aquesta possibilitat, el E-RAS-400-HG permet assignar un rang de direccions IP pel equips que es connectin. Per tant, és prudent mantenir l'interval completament lliure durant l'assignació d'IPs dels diferents equips. En el cas concret del projecte s'escull reservar les direccions de la 150 a la 155 del domini 192.168.200.X.

Figura 2.25 Configuració IP del E-RAS-400-HG

La coordinació entre client M2Me i E-RAS requereix d'una compta com la creada anteriorment i la clau de producte, la qual és un identificador únic del equip que permet al M2Me identificar aquest i crear un pont via M2Me Server. L'obtenció d'aquesta és pot fer també des de la *User Interface* accedint a *About* en el camp de *Product Key*. És important recordar aquesta clau i introduir-la seguint el procediment descrit en la següent secció Configuració del Client M2Me.

Figura 2.26 Obtenció de la clau del producte E-RAS-400-HG

2.4.2. Configuració del Client M2Me

El M2Me és una solució dedicada a mantenir i controlar remotament qualsevol tipus de dispositiu industrial (PLC, HDMI, Drive,...). Es pot utilitzar el M2me en ordinadors, smartphones o màquines

virtuals amb sistema operatiu Windows, visualitzant dades en temps real i de forma segura i a distància. El software permet connexió segura mitjançant VPN de tipus *OpenVPN*, caracteritzat per la seva alta seguretat i compatibilitat amb *Firewalls*. A més, M2Me té un Wizard propi per simplificar la implementació i disponibilitat amb marques com Schneider, Siemens, Rockwell, OMRON i ABB.

A continuació, s'explica a mode manual els diferents passos per configurar i connectar amb èxit el M2Me amb el E-RAS-400-HG.

La instal·lació del *framework* .Net versió 3.5SP1 és un requisit previ pel correcte funcionament del M2Me. Aquest es descarrega de la pàgina oficial de Microsoft de forma gratuïta [enllaç 43]. Un cop descarregat el *framework* .Net es pot procedir a descarregar i instal·lar el M2Me [enllaç 44]. En finalitzar la instal·lació del Software M2Me demana la introducció d'un certificat, ubicat en un USB inclòs en la compra del E-RAS. Simplement, es pitja *Browse*, es cerca l'USB i es selecciona el certificat el qual demana una contrasenya, *etic* per defecte. Es pot establir un màxim de 10 connexions simultànies al mateix equip, on cadascuna té el seu propi certificat. En completar els punts anteriors es dona per instal·lat el M2Me i es pot verificar la connexió si es veu en la zona inferior esquerra de l'aplicació *Your PC is authenticated on M2Me_Connect*.

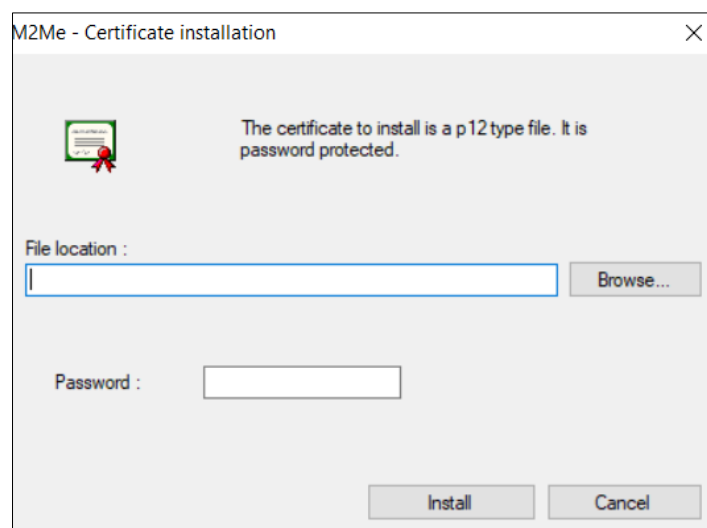


Figura 2.27 Introducció del certificat

Amb els passos descrits anteriorment s'estableix connexió del Client M2Me amb el servidor M2Me, però manca configurar amb quin dispositiu E-RAS del servidor ha de connectar. L'esmentada connexió requereix de crear un *New Site*.

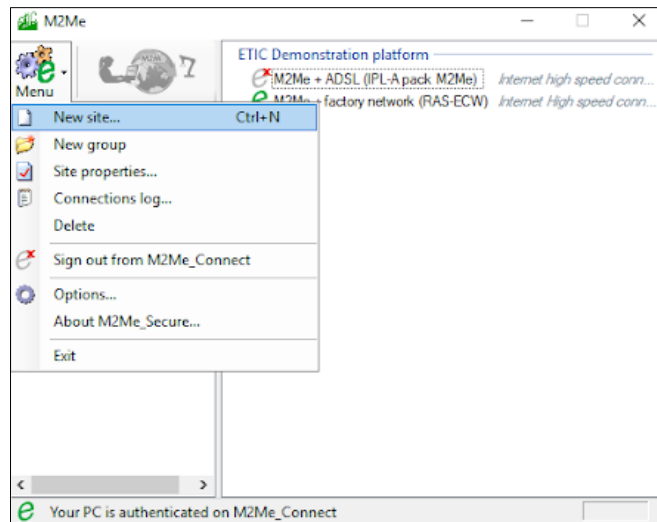


Figura 2.28 Menú Etic New Site

En pitjar New Site es desplega el menú de creació de connexions, en l'apartat *General* es defineix el nom de la connexió, la qual és de lliure elecció i serveix per a que el usuari diferenciï millor entre les diferents connexions, dues opcions per identificació del usuari, on s'ha d'escollir introduir usuari i contrasenya propis, els quals s'han creat en l'apartat anterior 2.4.1. *Configuració del E-RAS-400-HG*. Finalment, apareix una zona on es pot introduir comentaris o texts per identificar millor la connexió.

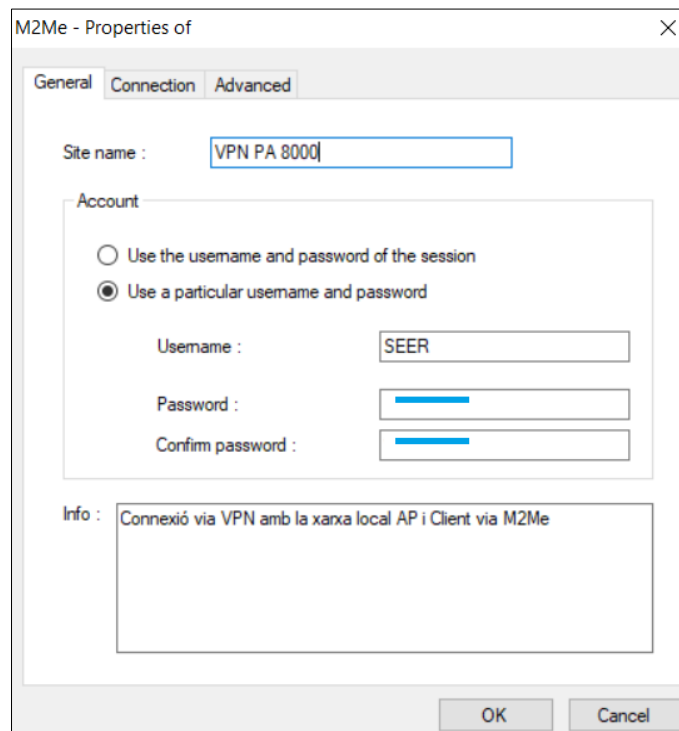


Figura 2.29 Configuració New Site General

Un cop configurades les dades generals i introduïda la compta d'accés, s'ha de configurar la connexió en la pantalla *Connection*. La pantalla en qüestió permet indicar el dispositiu que conté

la compta anteriorment introduïda. Per poder accedir via internet i fer la connexió via el servidor M2Me s'ha de seleccionar les caselles *This site is reachable through Internet* i *This site is viewable through M2Me_Connect*. Finalment, per indicar el dispositiu en concret s'ha d'introduir la clau del producte, una clau única i identificadora d'aquest obtinguda en l'apartat 2.4.1. *Configuració del E-RAS-400-HG*. Un cop introduïdes aquestes dades s'ha de pitjar OK i automàticament es crea una connexió. És important mai no tancar l'aplicació ja que en fer-ho es perd la connexió remota, en cas de voler restablir la connexió és tan senzill fer doble clic en el nou *site* creat.

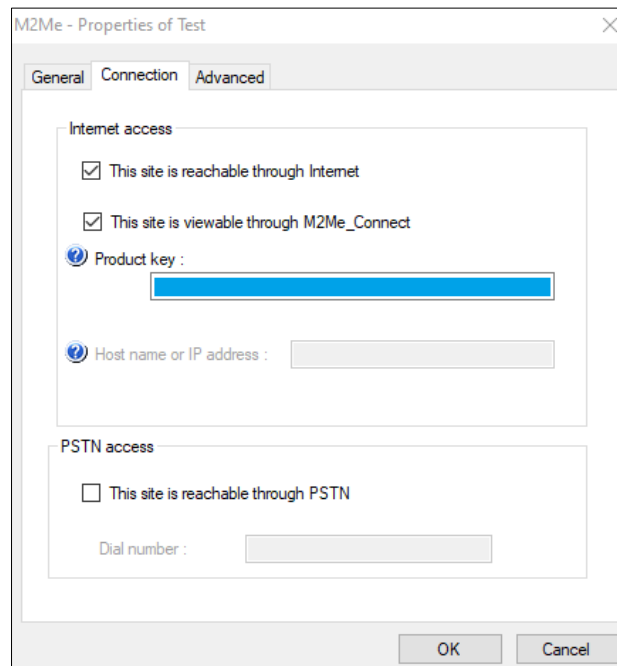


Figura 2.30 Enllaç amb el dispositiu

2.5. Comprovació de les comunicacions

La creació de la xarxa Wi-Fi amb VPN requereix d'una validació prèvia abans de la coordinació amb el núvol. Aquesta comprovació consisteix en assegurar la correcta lectura de dades remotament via un Software certificat de Schneider, el PME o Power Monitoring Expert. El software en qüestió permet una gran precisió de mesura, posant a disposició del usuari eines de gestió d'energia i qualitat de xarxa, malgrat això, els softwares d'aquest sector són de costos molt elevats esdevenint un factor limitant segons el pressupost del projecte. En conseqüència, s'utilitzarà una versió de prova per poder comprovar la correcta lectura de dades i comunicació amb els diferents dispositius de la xarxa.

Per tal d'obtenir valors diferents a zero es realitzen les proves en una petita instal·lació formada per un banc resistiu de 10 kW en etapes de 2,5 kW i la PA 8000 amb 4 pines Rogowski (una per fase + neutre) i 3 cables pel voltatge de cada fase i per descomptat, els dispositius necessaris per la creació de la xarxa Wi-Fi. La instal·lació aporta dades de tensions i corrents, en cap moment de THD o harmònics degut al caràcter purament resistiu d'aquesta.

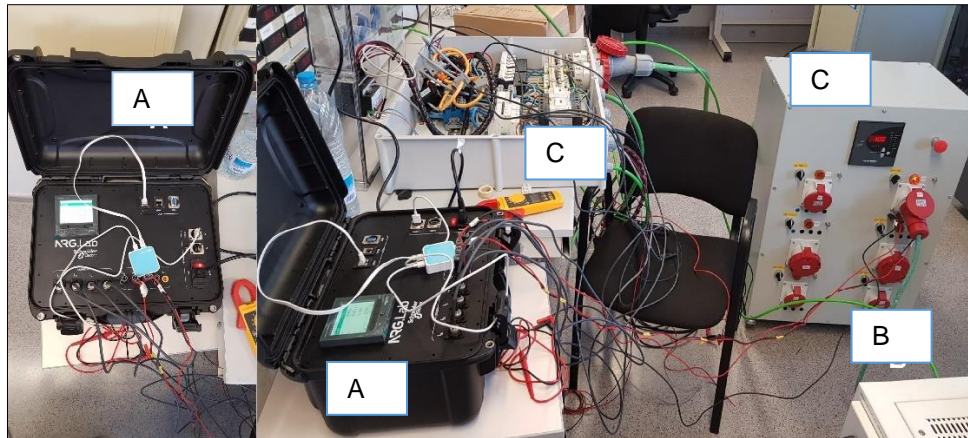


Figura 2.31 Prova de recol·lecció 1

Taula 2.1 Prova de recol·lecció 1

A	PA 8000 amb les pinces Rogowski, el cables de tensió i el TP-Link.
B	Banc Resistiu de 10 kW en etapes de 2,5 kW.
C	Complements per poder connectar les sondes Rogowski i els cables mesuradors de tensions.



Figura 2.32 Carril DIN amb els equips Wi-Fi

Fent ús de PME s'ha creat un SCADA, el qual permet visualitzar tensions, intensitats, potencia, freqüència. Aquest disposa de visualització de THDs i harmònics per comprovar la correcta lectura de valors.

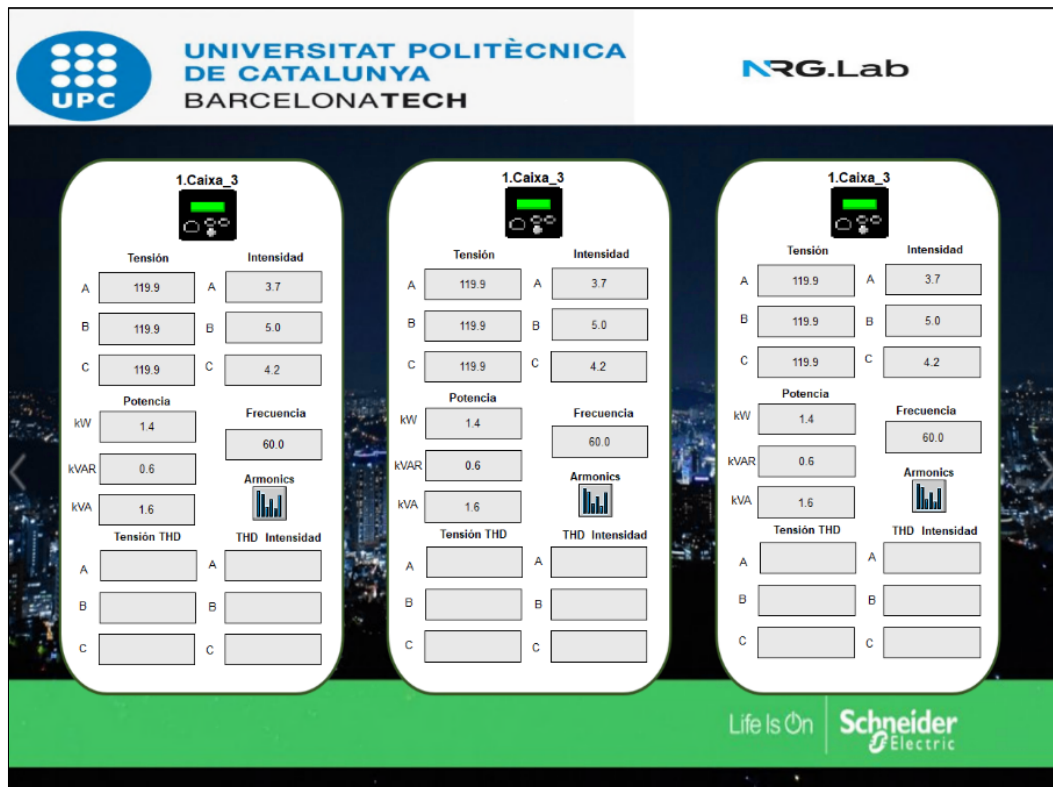


Figura 2.33 SCADA PME

Com a extra s'ha creat també una visualització de tipus tendències, d'aquesta manera es té una referència en gràfiques de de temps per quan arriba el moment de desenvolupar una visualització pròpia. Aquest tipus de visualització permet seleccionar el període de mostreig o bé afegir de formes senzilles noves visualitzacions.

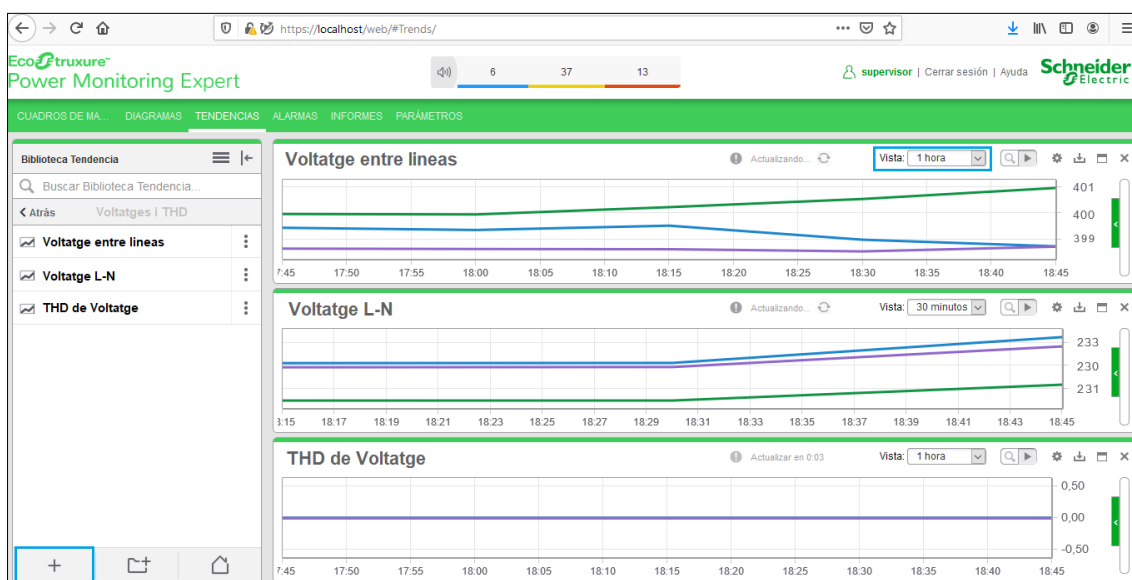


Figura 2.34 Visualització de tendències

En comparar els valors obtinguts via la xarxa Wi-Fi amb els obtinguts directament del dispositiu PA 8000 s'aprecia l'exactitud de les mesures, conclouent com a exitosa la comunicació a través



de la xarxa Wi-Fi. Si es desitja, es pot trobar una explicació en més profunditat del software PME en el *ANNEX 1: INTRODUCCIÓ AL PME*.

3. ESTRUCTURA EN EL NÚVOL: AZURE

El present capítol té per objectiu configurar l'estructura del núvol necessària per lectures, emmagatzematge i visualització de dades, introduint així la plataforma *Azure* i els serveis d'aquesta necessaris per realitzar les dels dispositius de mesura.

Les lectures i visualització és realitzen gràcies a la col·laboració d'una màquina virtual hostejada a *Azure*, mentre que l'emmagatzematge de les dades es guarda en una base de dades *Azure SQL*. Aquest procediment és una de les moltes solucions disponibles a la plataforma. Altrament, es possible assolir els objectius barrejant altres serveis. Tot i així, amb els recursos actuals es considera aquesta com a opció per motius exposats al llarg d'aquest capítol.

3.1. Introducció a Azure

Azure és la plataforma de *informàtica en el núvol* de Microsoft [ANNEX 2: LA INFORMÀTICA EN EL NÚVOL]. És a dir, engloba el conjunt de serveis en el núvol que ajuden a Microsoft a resoldre reptes d'àmbit empresarial actuals. A més, ofereix la llibertat de compilar, administrar i implementar aplicacions en una xarxa global massiva mitjançant les seves eines.



Figura 3.1 Logotip de Microsoft Azure. Font: [46]

Azure proporciona més de 100 serveis que permeten funcionar de maneres molt diverses: des de executar aplicacions en màquines virtuals, com es pot veure en el apartat 3.2. *Màquina virtual Azure amb SO Windows*, a exploradors de nous paradigmes de software, com bots intel·ligents o realitat mixta. Tanmateix, el treball es centrarà en l'explicació dels serveis *AZURE SQL Database* i *AZURE Windows Virtual Machine*, ja que permeten cobrir de manera eficient i senzilla els objectius del projecte.

Azure es gestiona des del seu portal anomenat *Azure Portal*. Aquest permet crear, gestionar, eliminar i visualitzar tots els serveis i opcions que ofereix la plataforma. Per accedir a *Azure Portal* és necessari crear un compte en la plataforma, aquesta acció es pot fer mitjançant un compte Microsoft. En crear un compte nou la plataforma regala 170 € per gastar durant el primer més d'ús, d'aquesta forma l'usuari pot testejar la plataforma i els seus diferents serveis. Passat aquest primer més, es perden els 170 € i s'ha de pagar per ús, tot i així, durant els primers 12 mesos hi ha certes característiques gratuïtes.

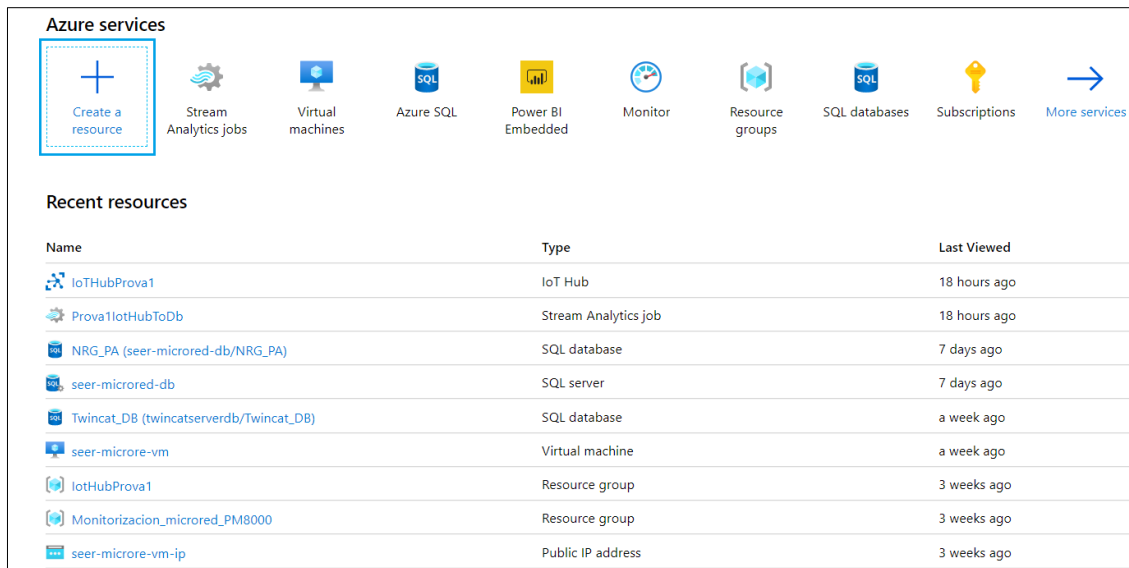


Figura 3.2 Portal Azure

3.2. Màquina virtual Azure amb SO Windows

Les màquines virtuals *Azure* són un recurs informàtic del núvol escalables a petició. Permeten realitzar la funció del hardware físic dels ordinadors d'una empresa, sent al mateix temps accessibles des de qualsevol lloc amb internet.

En aquest projecte és de vital importància una màquina virtual hostejada a *Azure*, ja que s'encarregarà de gestionar les dades, tan la lectura, l'emmagatzematge i la visualització. A més, disposarà del Software *Power BI Desktop* per generar informes de manera automàtica. Requereix de Sistema Operatiu Windows degut a l'ús del software M2Me no suportat en cap altre SO.



Figura 3.3 Logotip de màquina virtual Azure.

3.2.1. Introducció a les màquines virtuals Azure amb SO Windows

En la creació d'una *màquina virtual Azure* també es creen els recursos per hostejar la màquina virtual. Les característiques i recursos necessaris són una màquina virtual que proporcioni CPU i memòria, una compte *Azure Storage* que hostegi els discs durs virtuals, els discs durs virtuals que hostegin el sistema operatiu, les aplicacions i les dades, una xarxa virtual on connectar la

màquina virtual a altres serveis d'Azure o al propi hardware local, una interfície de xarxa per comunicar amb la xarxa virtual i finalment una direcció IP pública per accedir a la màquina virtual.

Elecció de la imatge de màquina virtual

Una imatge és una plantilla utilitzada per crear la màquina virtual. Les plantilles inclouen el sistema operatiu i sovint software addicional com eines de desenvolupament.

Qualsevol aplicació compatible amb el equip es pot incloure a la imatge de la màquina virtual. Per aquest motiu, s'ha d'escollir una màquina virtual amb Windows la qual tingui capacitat per executar M2Me.

Ajust de la mida de la màquina virtual

Azure ofereix categories que van de la sèrie B, per probes bàsiques fins la H per tasques de computació massives. Aquestes categories són paquets amb CPU, memòria i emmagatzematge inclòs, estan balancejades en funció de la tasca que es vol realitzar. Es pot ajustar la mida de la màquina virtual però per això es necessari aturar la màquina virtual, per tant, s'ha d'intentar definir de bon inici la mida ideal de la màquina.

Quin ús rep?	Mides que s'adapten al ús
Ús general Desenvolupament i proves de computació/web. bases de dades petites o mitjanes, servidors web de tràfic reduït o mitja.	B, Dsv3, Dv3, DSv2, Dv2
Tasques de computació intensiva Servidors web amb un volum de tràfic mig, aplicacions de xarxa, processos per lots i servidors d'aplicacions	Fsv2, Fs, F
Gran ús de la memòria Servidors de bases de dades relacionals, memòries caché de capacitat mitja o gran, i anàlisis en memòria.	Esv3, Ev3, M, GS, G, DSv2, Dv2
Emmagatzematge i processat de dades Bases de dades de macrodades, SQL i NoSQL que necessiten alt rendiment de disc i de E/S	Ls
Representació de gràfiques intensiva o edició de vídeo, així com per aprenentatge i la interferència de models (ND) amb aprenentatge profund.	NV, NC, Ncv2, Ncv3, ND
Informàtica d'alt rendiment (HPC) Si es necessien màquines virtuals de CPU més ràpides i eficaces amb interfícies de xarxa d'alt rendiment opcionals.	H

Figura 3.4 Mides de màquines virtuals Azure

Opcions d'emmagatzematge

Les opcions d'emmagatzematge són similars a les d'un ordinador físic, es pot diferenciar entre unitat de disc dur tradicional(HDD) o unitats modernes d'estat sòlid(SSD). Les SSD permeten un major rendiment que implica un cost addicional respecte les HDD. Es poden diferenciar entre SSD Estàndard i Premium, les SSD Premium permeten carregues de treball amb ús intensiu d'entrades i sortides, sistemes crítics amb necessitat de processat molt ràpid i també són ideals per ubicar el sistema operatiu.

En crear la màquina virtual per defecte es crea un disc C per suportar el sistema operatiu, i un disc temporal que permet emmagatzematge temporal pel sistema operatiu o aplicacions. El disc temporal no és persistent, per tant només s'han descriure dades que siguin prescindibles ja que es poden perdre en qualsevol moment.

Comunicació de xarxa

La màquina virtual es comunica amb recursos externs mitjançant una xarxa virtual. Aquesta representa una xarxa privada on només s pot comunicar amb recursos de la mateixa regió. Per tant, és igual a una xarxa d'administració local, aquestes es poden dividir en subxarxes per aïllar recursos, connectar-les a altres xarxes i aplicar regles de tràfic per controlar connexions d'entrada i sortida.

3.2.2. Creació d'una màquina virtual Azure amb SO Windows

Les màquines virtuals es poden definir i implementar a *Azure* de diverses maneres, les diverses opcions són: *Azure Portal*, un script mitjançant la *CLI d'Azure* o *PowerShell* o a través d'una plantilla del gestor de recursos d'Azure o "*Azure Resource Manager*".

Tot seguit s'exposa el procediment per configurar una màquina virtual amb SO Windows, aquest procediment sera realitzat a traves del *Azure Portal*.

Procediment

La creació d'una *màquina virtual Azure amb Windows* és un procés senzill però amb diversos passos a realitzar. Des de la interfície d'*Azure Portal*, s'ha de pitjar *Create new source* (Crear nou recurs), opció visible en la figura 3.5, d'aquesta manera, s'accedeix als diversos serveis i recursos dels que disposa *Azure*. Un cop al menú de creació de recurs, es cerca Windows Server i selecciona el servei amb la icona d'inici de Windows. En pitjar-se, redirigeix a l'usuari a la pantalla de creació de Windows Server, on es selecciona *[smalldisk] Windows Server 2019 D...*, aquesta opció crea per defecte un disc de 30 GB pel sistema operatiu en una SSD Premium. Un cop seleccionada la versió desitjada, es prémer *Create* per començar la configuració de la màquina virtual.

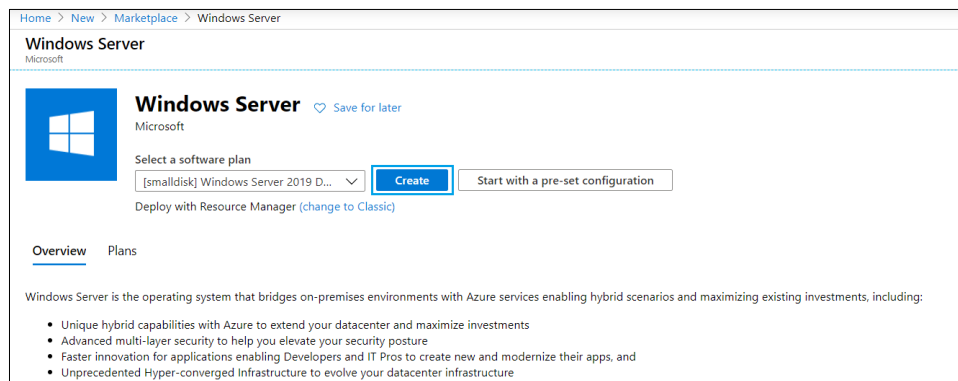
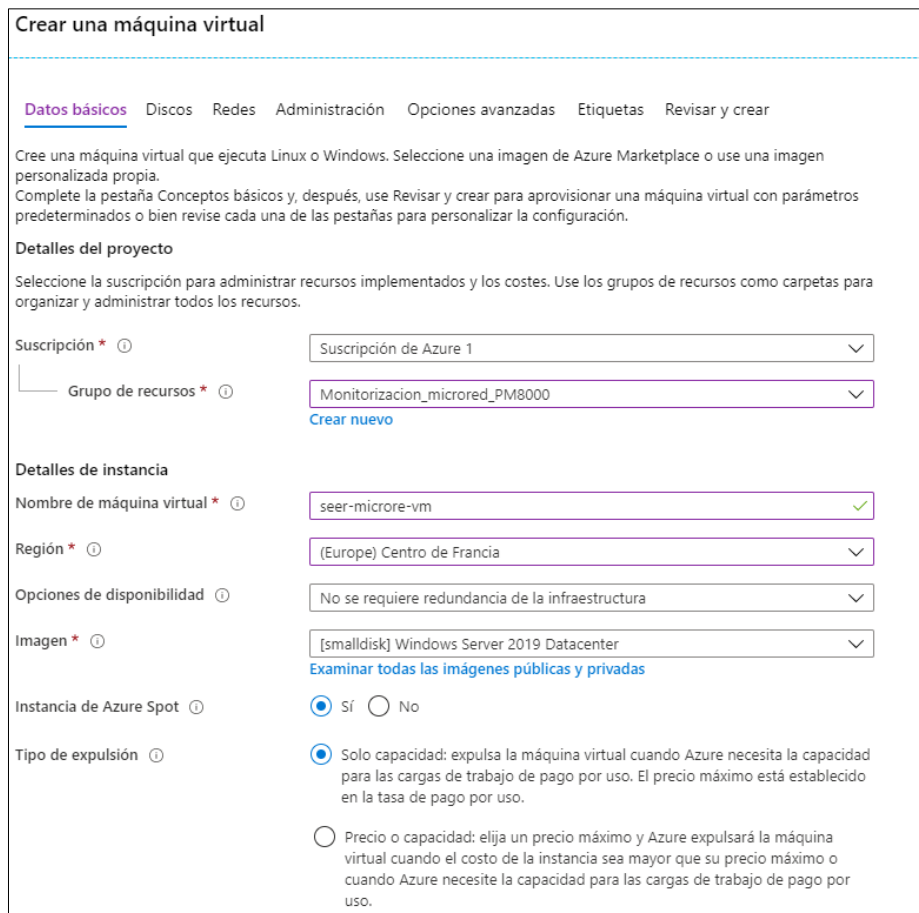


Figura 3.5 Pantalla de creació de màquina virtual

L'experiència de creació de màquina virtual en el portal es presenta en format d'assistent que guia l'usuari a través de les diferents àrees a configurar.

La primera pantalla que apareix és la de configuració bàsica, en aquesta es configura la subscripció de pagament, grup de recursos al qual es vol guardar la màquina virtual, nom que rep la màquina virtual, la regió d'ubicació, tipus d'imatge, mida de la màquina virtual i usuari i contrasenya. En última instància, es selecciona el mètode d'accés a aquesta.

En aquesta pantalla hi ha diversos aspectes d'especial interès, per exemple, la creació d'un nom indicatiu de la màquina virtual, que permeti saber si es tracta de SO Linux o Windows i que doni a entendre el contingut o finalitat d'aquesta. Paral·lelament, la regió escollida ha de ser propera a la regió real d'ús, però al mateix temps s'ha de tenir en compte que en funció de la regió hi ha unes mides disponibles o unes altres i un cost diferent per aquests serveis. En aquest cas es configura en mode *Azure Spot*, opció que permet obtenir un descompte de fins el 90% en la mida renunciant, això sí a la possibilitat de escalat. Finalment, es selecciona la connexió mitjançant escriptori remot, obrint així el port 3389.



The screenshot shows the 'Crear una máquina virtual' (Create a virtual machine) configuration page in the Azure portal. The page is divided into several sections:

- Datos básicos** (Basic data): Includes instructions on selecting an image from Azure Marketplace or a custom image, and a note to complete the 'Concepts básicos' tab before provisioning.
- Detalles del proyecto** (Project details): Instructs the user to select a subscription and resource group. The 'Suscripción' (Subscription) is set to 'Suscripción de Azure 1' and the 'Grupo de recursos' (Resource group) is 'Monitorizacion_microred_PM8000'. A 'Crear nuevo' (Create new) link is visible below the resource group dropdown.
- Detalles de instancia** (Instance details):
 - Nombre de máquina virtual** (Virtual machine name): 'seer-microre-vm' with a green checkmark.
 - Región** (Region): '(Europe) Centro de Francia'.
 - Opciones de disponibilidad** (Availability options): 'No se requiere redundancia de la infraestructura'.
 - Imagen** (Image): '[smalldisk] Windows Server 2019 Datacenter'. A link 'Examinar todas las imágenes públicas y privadas' (View all public and private images) is provided.
 - Instancia de Azure Spot** (Azure Spot instance): Selected as 'Sí' (Yes).
 - Tipo de expulsión** (Eviction type): Selected as 'Solo capacidad: expulsa la máquina virtual cuando Azure necesita la capacidad para las cargas de trabajo de pago por uso. El precio máximo está establecido en la tasa de pago por uso.' (Capacity only: evicts the virtual machine when Azure needs capacity for pay-as-you-go workloads. The maximum price is established in the pay-as-you-go rate).

Figura 3.6 Configuració bàsica de la màquina virtual Azure 1

Directiva de expulsión ⓘ Detener o desasignar Eliminar (no admitido actualmente)

Tamaño * ⓘ **Standard D2s v3**
2 vcpu, 8 GiB de memoria (0,03368 US\$/hora)
[Cambiar el tamaño](#)

Cuenta de administrador

Nombre de usuario * ⓘ AdminUser ✓

Contraseña * ⓘ ✓

Confirmar contraseña * ⓘ ✓

Reglas de puerto de entrada

Seleccione los puertos de red de máquina virtual que son accesibles desde la red Internet pública. Puede especificar acceso de red más limitado o granular en la pestaña Red.

Puertos de entrada públicos * ⓘ Ninguno Permitir los puertos seleccionados

Seleccionar puertos de entrada * RDP (3389) ▼

⚠ Esto permitirá que todas las direcciones IP accedan a la máquina virtual. Esto solo se recomienda para las pruebas. Use los controles avanzados de la pestaña Redes a fin de crear reglas para limitar el tráfico entrante a las direcciones IP conocidas.

Figura 3.7 Configuració bàsica de la màquina virtual Azure 2

El següent element a configurar són els Discs de la màquina virtual, aquest pas és optatiu. Això és degut a que els programes s'instal·laran directament a la memòria C per obtenir major velocitat. Com s'ha esmentat anteriorment, la opció *smalldisk* crea automàticament un disc de 30 GB amb el sistema operatiu. En cas de requerir d'un disc D, és selecciona el tipus de disc, tipus de xifrat i es selecciona *Crear y adjuntar un nuevo disco*.

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

Crear una máquina virtual

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

Las máquinas virtuales de Azure tienen un disco de sistema operativo y un disco temporal para el almacenamiento a corto plazo. Puede asociar discos de datos adicionales. El tamaño de la máquina virtual determina el tipo de almacenamiento que puede usar y la cantidad de datos que permiten los discos. [Más información](#)

Opciones de disco

Tipo de disco del sistema operativo * ⓘ SSD Premium ▼

Tipo de cifrado * (Predeterminado) Cifrado en reposo con una clave administrada por la plataforma ▼

Habilitar compatibilidad con Ultra Disks Sí No
Esta ubicación y este tamaño de máquina virtual no son compatibles con Ultra Disks.

Discos de datos

Puede agregar y configurar discos de datos adicionales para su máquina virtual o asociar discos existentes. Esta máquina virtual también incluye un disco temporal.

LUN	Nombre	Tamaño (G...)	Tipo de disco	Almacenamiento en...
0	seer-microre-vm_Data...	1024	SSD Premium	Ninguno ▼

[Crear y adjuntar un nuevo disco](#) [Asociar un disco existente](#)

Opciones avanzadas

Usar discos administrados ⓘ No Sí

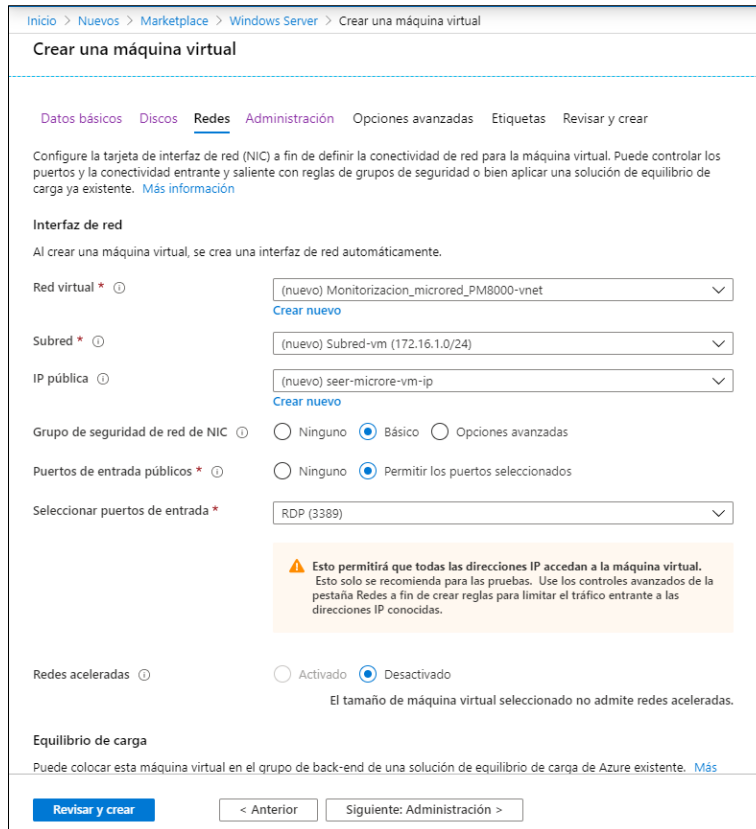
Usar disco de SO efímero ⓘ No Sí

ⓘ Los discos de SO efímeros no son compatibles con Azure Spot.

[Revisar y crear](#) < Anterior Siguiente: Redes >

Figura 3.8 Configuració de Discs

A continuació, es selecciona o crea la xarxa de la màquina virtual. En cas de no disposar de xarxa virtual, se'n pot crear una pitjant *Crear nuevo* on simplement s'han d'omplir els camps de nom i rang tan de xarxa com subxarxa. De forma predeterminada es crea una direcció IP pública per la màquina virtual.



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

Crear una máquina virtual

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

Configure la tarjeta de interfaz de red (NIC) a fin de definir la conectividad de red para la máquina virtual. Puede controlar los puertos y la conectividad entrante y saliente con reglas de grupos de seguridad o bien aplicar una solución de equilibrio de carga ya existente. [Más información](#)

Interfaz de red
 Al crear una máquina virtual, se crea una interfaz de red automáticamente.

Red virtual * [Crear nuevo](#)

Subred * [Crear nuevo](#)

IP pública [Crear nuevo](#)

Grupo de seguridad de red de NIC Ninguno Básico Opciones avanzadas

Puertos de entrada públicos * Ninguno Permitir los puertos seleccionados

Seleccionar puertos de entrada *

⚠ Esto permitirá que todas las direcciones IP accedan a la máquina virtual.
 Esto solo se recomienda para las pruebas. Use los controles avanzados de la pestaña Redes a fin de crear reglas para limitar el tráfico entrante a las direcciones IP conocidas.

Redes aceleradas Activado Desactivado
 El tamaño de máquina virtual seleccionado no admite redes aceleradas.

Equilibrio de carga
 Puede colocar esta máquina virtual en el grupo de back-end de una solución de equilibrio de carga de Azure existente. [Más](#)

[Revisar y crear](#) < Anterior Siguiente: Administración >

Figura 3.9 Configuració de la xarxa de la màquina virtual

En seguir el procediment descrit s'obté una configuració bàsica amb la qual es pot passar directament a revisar i crear la màquina virtual, en cas de voler coordinar diverses màquines virtuals, s'hauria de configurar també la pagina d'administració. En la pagina de *Revisar y Crear* apareix un resum de la configuració escollida per la màquina virtual. El resum de la configuració apareix en el **ANNEX 5: CONFIGURACIÓ DE LA MÀQUINA VIRTUAL**.

3.2.3. Connexió mitjançant RDP

La connexió a la màquina virtual es realitza via RDP tal i com s'ha configurat en la secció 3.2.2. *Creació d'una màquina virtual Azure amb SO Windows*. Hi ha diverses formes de connectar mitjançant RDP, a continuació s'explica com crear un fitxer amb extensió .rdp. Per crear el fitxer .rdp, s'accedeix a la pagina de *Connect* de la màquina virtual *Azure* i es selecciona RDP, un cop en aquesta pantalla es pitja *Download RPD file*. D'aquesta manera es descarrega un fitxer d'accés a escriptori remot ja configurat amb la direcció IP i el port 3389 corresponent a la connexió RDP. Per seguir aquest procediment de manera satisfactòria és necessari tenir la màquina virtual encesa, un cop creat el fitxer, es pot accedir a la màquina virtual simplement pitjant en ell i introduint la contrasenya d'usuari introduïda en la secció anterior. S'ha de tenir en compte que

en cas de tancar la màquina virtual o reiniciar-la es pot canviar la direcció IP havent de repetir aquest procés.

3.3. Base de dades SQL en el núvol

La necessitat d'una base de dades és clara degut a la necessitat d'emmagatzemar les mesures per la seva posterior visualització. Tot i així, les dades tenen formes i dimensions diferents, conseqüentment, no hi ha una única forma d'emmagatzemar dades, genèrica per tots els casos. Per això, es distingeix entre tres tipus de dades; *SQL* o estructurades, *NoSQL* o semiestructurades i finalment no estructurades.

Segons la informació descrita en l'*ANNEX 4: BASES DE DADES*, es veu clarament que la opció òptima és una base de dades *SQL*. Els motius són l'esquema estricte al qual s'ajusten les dades, el alt nivell d'organització, la simplicitat de les consultes, el no utilitzar programació orientada a objectes per la seva extracció. Una altre opció vàlida seria una base de dades *NoSQL* de tipus Time Series, la qual es descarta degut a que el programa de recollida de dades *Node-Red* [4. *RECOL·LECCIÓ DE DADES EN EL NÚVOL: Node-Red*] consta de molta més informació per bases de dades *Microsoft Server SQL*.

Un cop clara la necessitat d'una base de dades *SQL* resta saber on quedarà hostejada. En aquest cas hi ha dues possibilitats; o bé es crea la base de dades *Microsoft server SQL*, la qual s'ubicaria en la memòria de la pròpia màquina virtual *Azure*, o bé es contracte el servei de base de dades *Azure SQL*. *Azure* en general, ofereix una resolució molt més senzilla i rentable. Les bases de dades *Azure SQL* són una oferta de plataforma com a servei que impliquen molta menys infraestructura i manteniment que si el propi usuari hagués d'administrar la base de dades per compte propi. A més, configurar la base de dades en una màquina virtual té una sèrie d'inconvenients com saber els requisits de hardware i software, comprendre els procediments recomanats de seguretat, fer revisions del servidor *SQL* de manera rutinària i gestionar les possibles pèrdues de dades, entre d'altres.

Les bases de dades *Azure SQL*, ofereixen una major *comoditat* ja que l'usuari no requereix de tants coneixements de hardware i software. A més, administren per si mateixes el hardware, actualitzacions de software, revisions de sistema operatiu, fent que l'usuari pugui disposar d'una base de dades completament funcional en pocs minuts. Un altre gran avantatge és la gran *escalabilitat* de la qual disposa la plataforma, permetent a l'usuari adaptar les seves necessitats en funció del seu projecte i creixement, i sempre, amb un *cost* proporcional al ús. Finalment, *Azure* també disposa de *seguretat* pròpia a través d'un Firewall el qual restringeix les connexions des de Internet, permeten només les direccions IP específiques en les quals l'usuari decideixi confiar.

3.3.1. Introducció a les bases de dades Azure SQL

Una *base de dades Azure SQL* consta de característiques pròpies en quan a gestió d'un servidor lògic on contenir diverses bases de dades, diferents models de compra, com crear una instància de *base SQL* i finalment com agregar normes al Firewall per fer la base de dades accessible només als orígens de confiança.



Figura 3.10 Logotip base de dades Azure SQL. Font: [45]

A continuació es mencionen els aspectes més rellevants a tenir en compte en crear una instància de *base de dades Azure SQL*.

Servidor lògic de bases de dades

En crear la primera *base de dades Azure SQL*, es crea per defecte un *servidor lògic de Azure SQL*. El servidor lògic es pot entendre com un contenidor administratiu per bases de dades. Pot controlar inicis de sessions, normes de Firewall i les directrius de seguretat a través d'aquest. En resum, un *servidor lògic de SQL Azure* és un gestor de *bases de dades Azure SQL*.

En la realització d'aquest projecte només es requereix d'una sola base de dades, però el servidor lògic permet agregar-ne diverses i ajustar el rendiment entre les diverses bases de dades.

DTU vs Núclis Virtuals

El rendiment de la base de dades pot ser gestionat o bé per *DTUs* o bé per *nuclis virtuals*.

- Què són les DTU?

DTU es el acrònim angles d'unitat de transacció de base de dades, i és una mesura on es barregen de recursos de procés, emmagatzematge i entrades i sortides. Es consideren les *DTUs* com una opció de compra senzilla, configurada i equilibrada, molt recomanable per iniciar un primer projecte.

Com el servidor lògic pot contenir més d'una base de dades, també existeix el concepte de *eDTU*, és a dir, unitats de transacció de bases elàstiques. Amb aquesta opció es pot escollir un preu, però permetre al mateix temps que cada base de dades consumeixi més o menys recursos en funció del que desitgi l'usuari.

- Què són els nuclis virtuals?

Els nuclis virtuals són nuclis que proporcionen un major control sobre els recursos de processament i emmagatzematge que el usuari crea i paga.

Tot i que el model de DTU proporciona opcions fixes de recursos de procés, emmagatzematge i entrades i sortides, el model de nucli virtual permet augmentar la capacitat mantenint els altres. Per exemple, permet augmentar la capacitat d'emmagatzematge mantenint la capacitat existent de rendiment de processos i entrades i sortides.

Grups elàstics de SQL

En la creació d'una *base de dades Azure SQL*, es opcional la creació d'un grup elàstic de SQL.

Els grups elàstics de SQL guarden relació amb les *eDTU*. Permeten a l'usuari comprar un conjunt de recursos de procés i emmagatzematge que es comparteixen entre totes les bases de dades del grup. Cada base de dades disposa dels recursos que requereixi, sempre, dins dels límits establerts.

Intercalació

La intercalació fa referència a les normes d'ordre i comparació de dades. La intercalació ajuda a definir les normes d'ordre segons majúscules i minúscules, accents i altres característiques ortogràfiques importants.

Azure inclou una sèrie d'intercalacions disponibles en funció dels requisits específics. Tanmateix, la intercalació predeterminada a *Azure* correspon la *SQL_Latin_General_CP1_CI_AS*.

- Latin1_General: Correspon a la família d'idiomes d'Europa Occidental.
- CP1: Referent a la pàgina de codis 1252, una codificació de caràcters popular de l'alfabet llatí.
- CI: Indica la no distinció entre majúscules i minúscules, és a dir no distingim entre "HOLA" i "hola".
- AS: Significa la distinció entre accents, per exemple, "ratolí" no s'interpreta igual que "ratoli".

Generalment, en no tenir requisits específics referents a l'ordre i comparació de dades, s'escull la intercalació predeterminada.

3.3.2. Creació de la base de dades Azure SQL

Tot seguit s'exposa el procediment per configurar una base de dades, acte que inclou la creació d'un servidor lògic. Amb el pas del temps, si l'usuari requereix de més potencia de procés per fer front a la demanda, *Azure* permet ajustar les opcions de rendiment o fins i tot canviar entre models de rendiment de *DTU* i *núcli virtual*.

Procediment

La creació d'una *instància d'Azure SQL* és un procés senzill però amb diversos passos a realitzar. Des de la interfície d'Azure Portal, s'ha de pitjar *Create new source* (Crear nou recurs), opció visible en la *figura 3.2*, d'aquesta manera, s'accedeix als diversos serveis i recursos dels que disposa *Azure*. Un cop al menú de creació de recurs, hi ha dues opcions, o bé pitjar Bases de dades, acció que redirigeix a una pantalla amb les ofertes de bases de dades d'*Azure*, d'entre totes, la base de dades desitjada és *SQL Database*. La segona opció és fer una cerca en el Marketplace del tag *SQL Database*.

Tan una opció com un altre, desemboquen en la següent imatge:

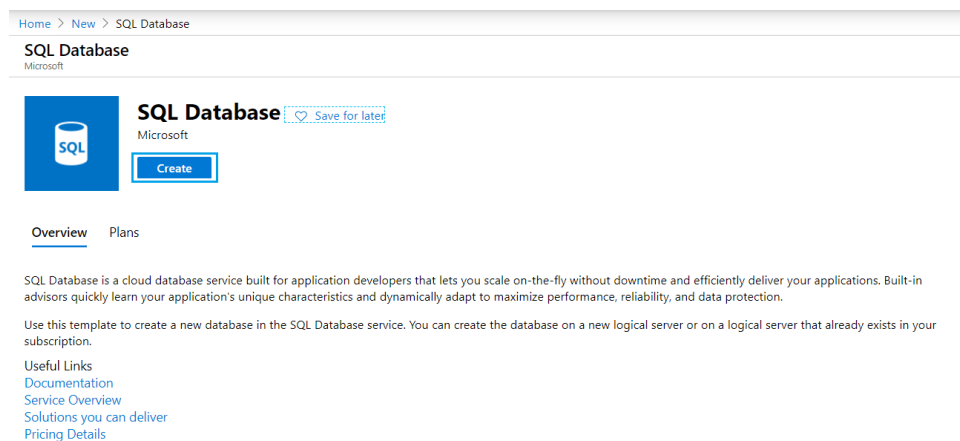
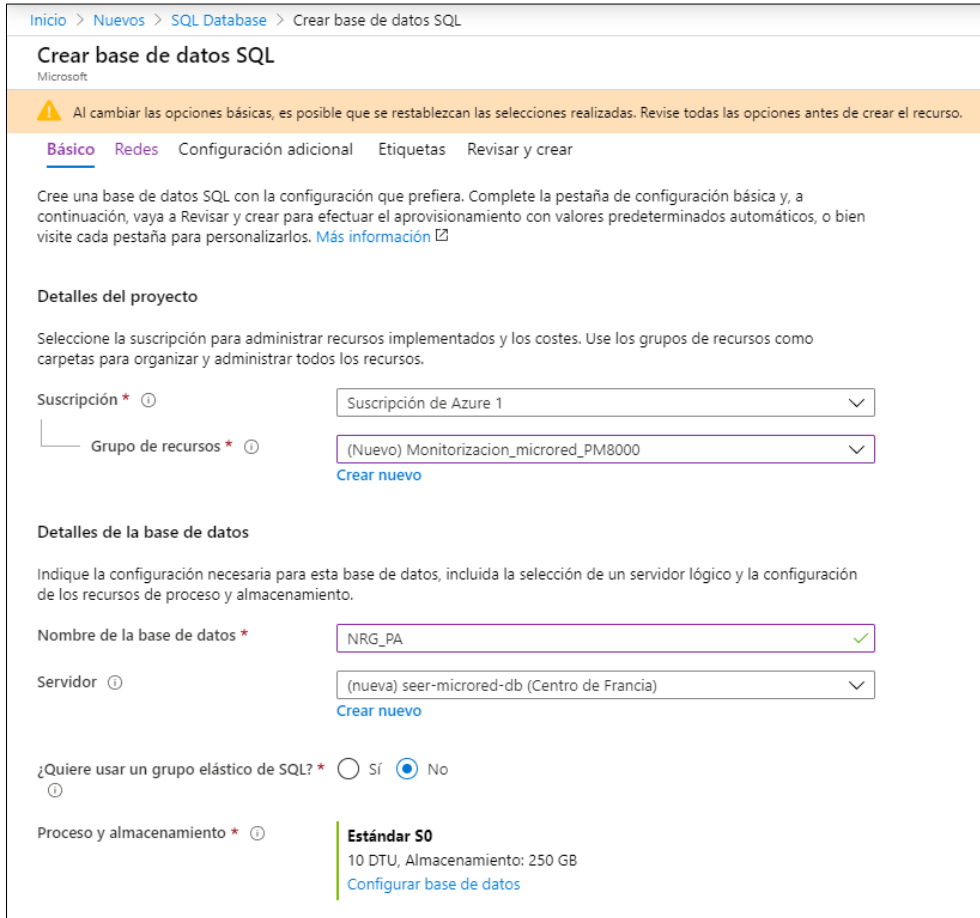


Figura 3.11 Pantalla creació Azure SQL Database

En prémer *Create* o *Crear*, es redirigeix a la pantalla de definició de característiques de la base de dades. En aquesta, l'usuari ha d'establir quines especificacions desitja respecte a mètode de pagament, grups al qual vol agrupar la base de dades, regió d'ubicació, usuari, contrasenya, nom de la base de dades,...

La primera pantalla que apareix és la configuració bàsica, on es selecciona el tipus de subscripció i el grup de recursos, és a dir, el compte on es cobra el servei i el grup de recursos al qual es vol assignar. És recomanable crear un grup de recursos per tal de centralitzar i organitzar els serveis d'un mateix projecte, en aquest cas es fa servir el grup *Monitorizacion_microred_PM8000*. Seguidament, és necessari crear un servidor logístic el qual es recomanable apropar tan com sigui possible al punt d'ús i extracció de dades, d'aquesta manera s'aconsegueixen escurçar els temps de comunicació entre serveis. En la secció 3.2. *Màquina virtual Azure amb Windows*, s'ha optat per ubicar la màquina virtual a Europa, concretament a França Central, conseqüentment, la *base de dades Azure SQL* s'ubicarà també a Europa, a la regió de França Central. Finalment, s'omple el camp amb el nom que es vol donar a la base de dades, es selecciona que no es vol usar un grup elàstic de SQL i s'escull les dimensions d'emmagatzematge i procés de la base de dades. Per aquest projecte, es recomana la tarifa estàndard S0, de 10 DTUs i 250 GB d'emmagatzematge. Els primers 12 mesos des de la creació de la compte *Azure* ofereix una cortesia de 250 GB d'emmagatzematge gratuïts per base de dades, per tant, amb la configuració

descrita només es paguen les 10 DTU, tenint en compte que una DTU es equivalent a 1'58 €/mes, tenint un cost mensual total de 15'82 €/mes.



The screenshot shows the 'Crear base de datos SQL' (Create SQL Database) configuration page in the Azure portal. The page is divided into several sections:

- Header:** 'Inicio > Nuevos > SQL Database > Crear base de datos SQL'. The title is 'Crear base de datos SQL' by Microsoft.
- Warning:** A yellow warning icon and text: 'Al cambiar las opciones básicas, es posible que se restablezcan las selecciones realizadas. Revise todas las opciones antes de crear el recurso.'
- Tabs:** 'Básico' (selected), 'Redes', 'Configuración adicional', 'Etiquetas', 'Revisar y crear'.
- Introduction:** 'Cree una base de datos SQL con la configuración que prefiera. Complete la pestaña de configuración básica y, a continuación, vaya a Revisar y crear para efectuar el aprovisionamiento con valores predeterminados automáticos, o bien visite cada pestaña para personalizarlos. Más información'.
- Detalles del proyecto:** 'Seleccione la suscripción para administrar recursos implementados y los costes. Use los grupos de recursos como carpetas para organizar y administrar todos los recursos.'
- Suscripción:** A dropdown menu showing 'Suscripción de Azure 1'.
- Grupo de recursos:** A dropdown menu showing '(Nuevo) Monitorizacion_microred_PM8000' with a 'Crear nuevo' link below it.
- Detalles de la base de datos:** 'Indique la configuración necesaria para esta base de datos, incluida la selección de un servidor lógico y la configuración de los recursos de proceso y almacenamiento.'
- Nombre de la base de datos:** A text input field containing 'NRG_PA' with a green checkmark.
- Servidor:** A dropdown menu showing '(nueva) seer-microred-db (Centro de Francia)' with a 'Crear nuevo' link below it.
- ¿Quiere usar un grupo elástico de SQL?:** Radio buttons for 'Sí' and 'No', with 'No' selected.
- Proceso y almacenamiento:** A section showing 'Estándar S0' with '10 DTU, Almacenamiento: 250 GB' and a 'Configurar base de datos' link.

Figura 3.12 Configuració SQL bàsica.

Un cop realitzada la configuració bàsica, s'ha de configurar l'accés i connectivitat de xarxa del servidor. La connectivitat de la xarxa per defecte apareix com a punt de connexió públic, el camp mencionat es pot seguir editant a plaer de l'usuari un cop finalitzada la creació de la base de dades. Per finalitzar la configuració d'accés s'han d'escollir si es desitja habilitar la comunicació amb els recursos *Azure* i si es desitja donar accés a la direcció IP des de on s'està configurant la base, és a dir, si es desitja donar accés d'altres serveis d'*Azure* a la base de dades i configurar una norma de Firewall que permeti a la computadora actual accedir a la base de dades per modificar, pujar i extreure dades a plaer. Les normes de Firewall es poden editar un cop creada la base de dades segons el procediment descrit en la secció 3.4. *Comunicació entre SQL i VM*.

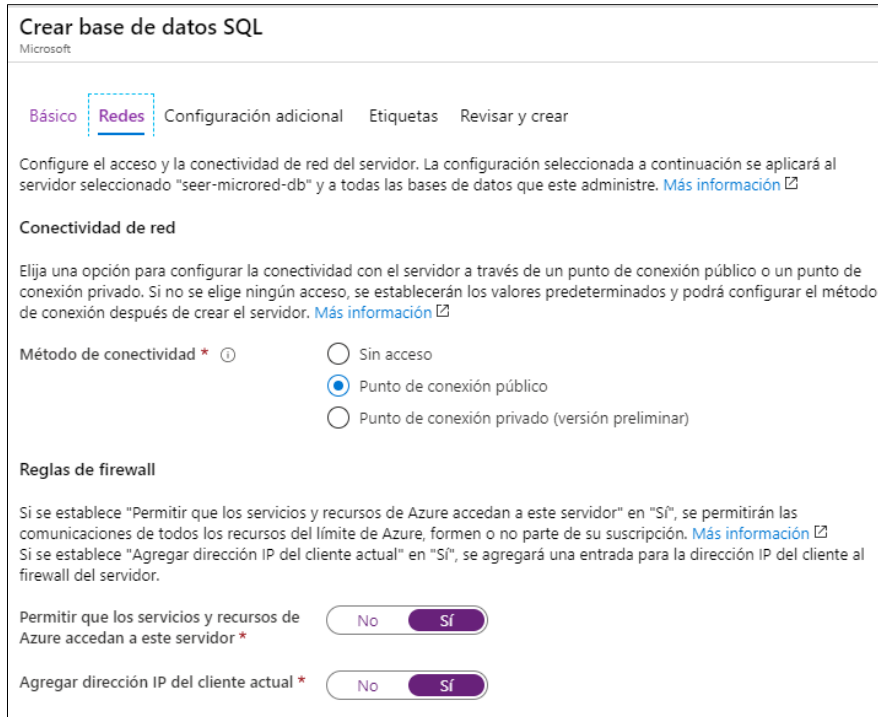


Figura 3.13 Configuració d'accés de la SQL

Per últim, és necessària la configuració addicional, la qual permet crear la base de dades buida, restaurar una base de dades a través d'una còpia de seguretat o seleccionar dades de mostra per omplir la nova base de dades SQL Azure. En aquesta pantalla també s'ha d'escollir la intercalació, aquesta no es pot modificar un cop creada la base de dades, per tant, és important tenir clares les normes d'ordre i comparació de dades amb les quals es gestionarà la base de dades. En cas de no tenir cap preferència es recomana deixar la intercalació predeterminada, *SQL_Latin_General_CP1_CI_AS*. En aquesta pantalla també es podrà escollir un reforç de seguretat amb *Advanced Data Security*, un paquet de seguretat unificada que gestiona la seguretat de la base de dades en més profunditat. No obstant aquest fet, la seguretat proporcionada pel *Firewall* és suficient per les dimensions del projecte actual.

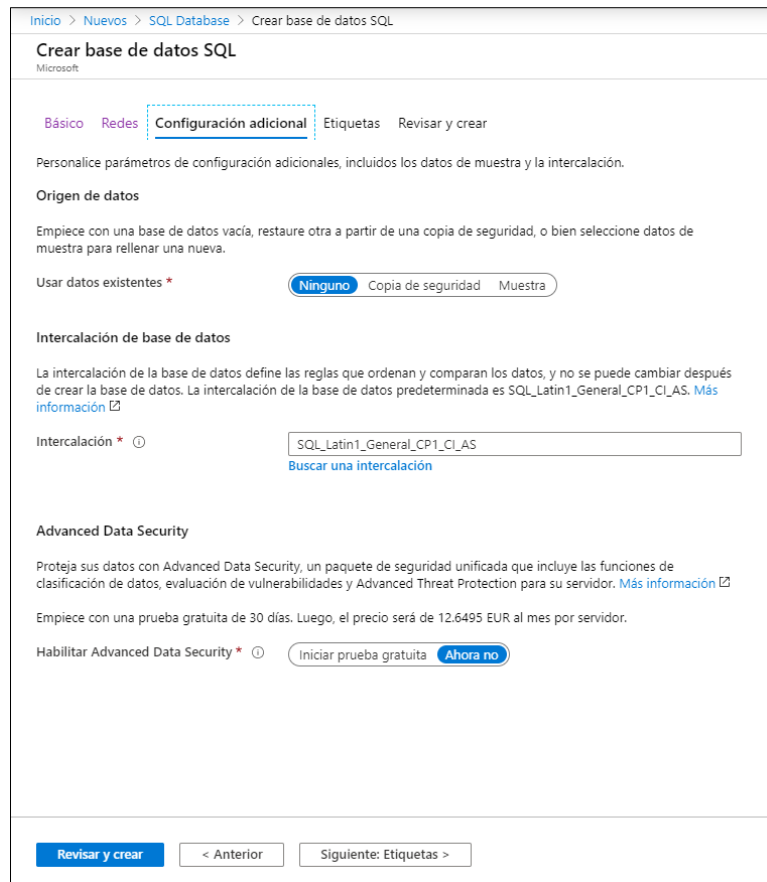


Figura 3.14 Configuració adicional

En seguir els passos descrits anteriorment s'obté una configuració estàndard de *base de dades Azure SQL*. Les característiques principals de la qual són; 10 DTU, 250 GB d'emmagatzematge, Firewall de seguretat contra *IPs* no desitjades, possibilitat de connexió via Visual Studio. Aquesta es programa en SQL en el Visual Studio o en el propi *Azure Portal*. El codi SQL emprat per emmagatzemar les dades es pot trobar a l'*ANNEX 5: CODI D'AZURE SQL*.

3.4. Comunicació entre SQL i MV

Un cop efectuada la creació de la *màquina virtual Azure* i la *base de dades Azure SQL* és necessària l'habilitació de la màquina virtual en el Firewall de la base de dades. A continuació, es descriu un procediment el qual s'ha d'aplicar sempre que un dispositiu nou es vulgui connectar a la base de dades, ja que les normes de *Firewall* filtren *IPs* concretes per assegurar màxima seguretat.

En primer lloc, s'ha d'accedir al *Portal d'Azure* des de la màquina virtual, un cop dins es selecciona la instància de base de dades a la qual es vol donar accés. Seguidament, des de la pàgina principal de la base de dades seleccionada es pitja el botó *set server Firewall*.

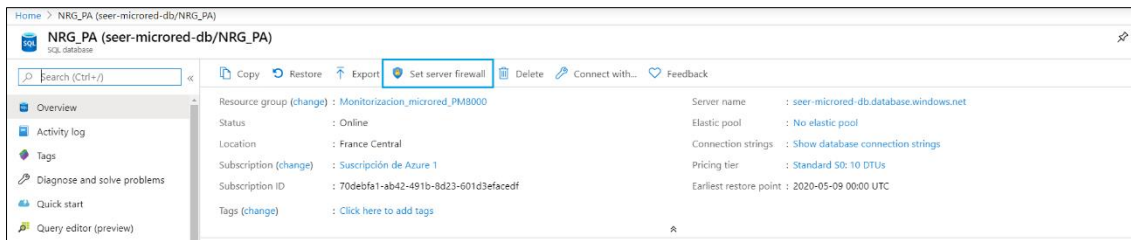


Figura 3.15 Menú general de la base de dades Azure SQL

En el desplegable s'ha de pitjar *Add client IP*, aquesta opció afegeix la direcció IP del dispositiu des de el qual s'ha iniciat sessió, en aquest cas la direcció de la pròpia màquina virtual. Un cop pitjat, es selecciona *Save* per guardar la nova norma de Firewall.

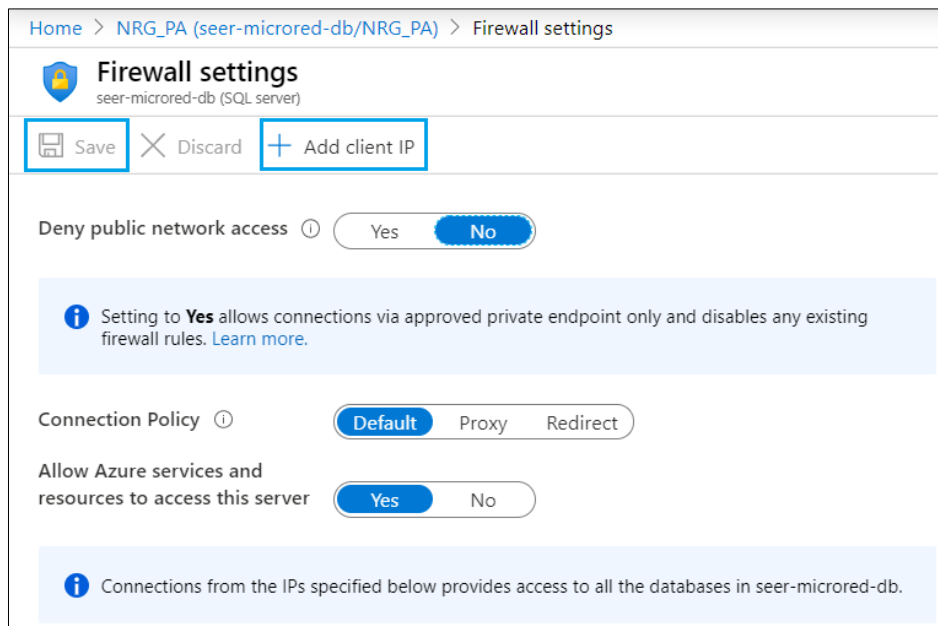


Figura 3.16 Menú de creació de regles de Firewall

És important recordar que les direccions IP de les màquines virtuals no són fixes, poden canviar en reiniciar o aturar aquestes. *Azure* permet pagar extra per tenir una direcció extra, tot i així, si no es desitja pagar aquest suplement es pot deixar en *DHCP* i en cas de canvi de direcció IP, accedir al mateix menú de regles de Firewall i repetir el procediment per afegir la nova direcció IP. En aquest darrer cas és recomanable eliminar la norma anterior per evitar atacs de seguretat a la base de dades des de la IP anterior.

4. RECOL·LECCIÓ DE DADES EN EL NÚVOL: Node-Red

Generalment, els fabricants de mesuradors disposen del seu propi software de visualització de dades, com el PME exposat en l'apartat 2.5. *Comprovació de les comunicacions*. Les llicències d'aquests tenen costos molt elevats, per exemple una llicència de PSO (programa de Schneider per realitzar SCADA) té un cost de 10.000 €. Es pot evitar pagar per les llicències si es crea un sistema propi de lectura de dades llegides directament al mapa *Modbus* del equip. L'objectiu d'aquest capítol, és explicar la recol·lecció en cru mitjançant *Modbus* i l'emmagatzematge de dades al núvol pel posterior tractament. En concret interessen les dades que permeten fer anàlisis de qualitat i gestió d'energia, les quals estan especificades en l'ANNEX 6: *MAPA MODBUS PM 8000*.

Per a la correcta realització d'aquest capítol és necessari haver seguit els passos descrits en el capítol 3. *ESTRUCTURA EN EL NÚVOL: AZURE*, ja que, la màquina virtual creada en l'apartat 3.2.2. *Creació d'una Màquina virtual Azure amb SO Windows* és un ordinador buit, sense programes específics, ni configuració alguna. Per tan, requereix descarregar i instal·lar els software *M2Me* i *Node-Red* per tal de complir el seu l'objectiu. A més, es descarrega el cercador *Mozilla Firefox* per comoditat de treball. Es pot trobar més informació sobre la instal·lació de *Node-Red* en la bibliografia *Getting started with Node-Red* [42].

El software *M2Me* permet la connexió VPN amb els equips de mesura, mentre que *Node-Red* s'encarrega de la lectura de dades dels dispositius i les emmagatzema al núvol. La posta en marxa de *M2Me* és el mateix en una màquina virtual que en una computadora física. Per tant, seguint els passos descrits en la secció 2.4. *Comunicació mitjançant VPN* s'aconsegueix habilitar la comunicació entre *màquina virtual Azure* i xarxa local. El següent apartat s'exposa la descripció de *Node-Red*, la seva programació i implementació per la correcta recol·lecció i emmagatzematge de dades al núvol.

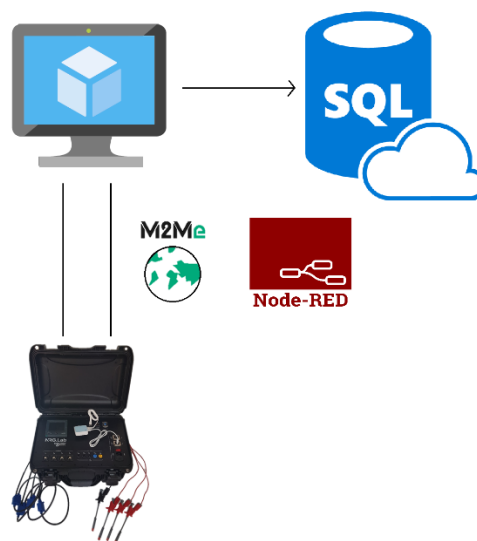


Figura 4.1 Estructura de recol·lecció de dades

4.1. Introducció a Node-Red

Node-Red és una eina per programar de manera senzilla connexions entre dispositius hardware, APIs i serveis online de manera innovadors. Esta basada en *Flows*, un sistema de que actua mitjançant la comunicació entre caixes negres, o nodes, d'aquí el nom de *Node-Red*. Tots els nodes tenen el mateix funcionament, reben missatges, tractar les dades del missatge i finalment envien el nou missatge. El *Network* és l'encarregat de transportar els missatges en JSON entre nodes.

El sistema de nodes és molt visual cosa que permet el fàcil enteniment del programa. *Node-Red* basa aquest sistema en Node.js preparat per a que inserint pocs nodes ja es pugui córrer el programa.

Una altre gran avantatge de *Node-Red* és el seu caràcter *Open Source*, permeten als usuaris crear nodes propis i compartir-los amb la comunitat. Conseqüentment, la comunitat consta de milers de nodes a instal·lar cosa que implica que s'ha de ser crític a l'hora d'escollir quins utilitzar.

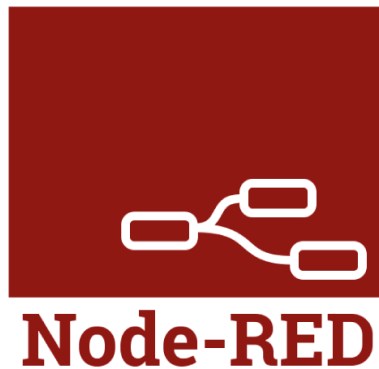


Figura 4.2 Logotip Node-Red. Font: [47]

4.1.1. Execució automàtica en Start up

El Software descrit per defecte requereix d'inserir el comandament *node-red* al *Command Windows* per tal d'arrencar els *Flows*, havent de mantenir oberta la CMD. Aquest procés només té sentit mentre es desenvolupa el codi dona informació del transcurs del programa, tot i així, un cop acabat el codi és més interessant realitzar una tasca a l'ordinador que executi Node-Red sense sigui visible per l'usuari final.

Per crear una tasca s'ha de tenir clar: sistema operatiu d'implementació, acció desencadenant de la tasca, accions realitzades per la tasca i durada d'aquestes. Tenint clar aquests factors implementar aquesta és senzill, a continuació es mostra una guia detallada del cas de Node-Red.

Procediment

Primerament, es cerca en el menú d'inici del ordinador *task scheduler* i es clica al resultat. Acte seguit es pitja *Create task* acció que redirigeix al menú de creació de tasques.

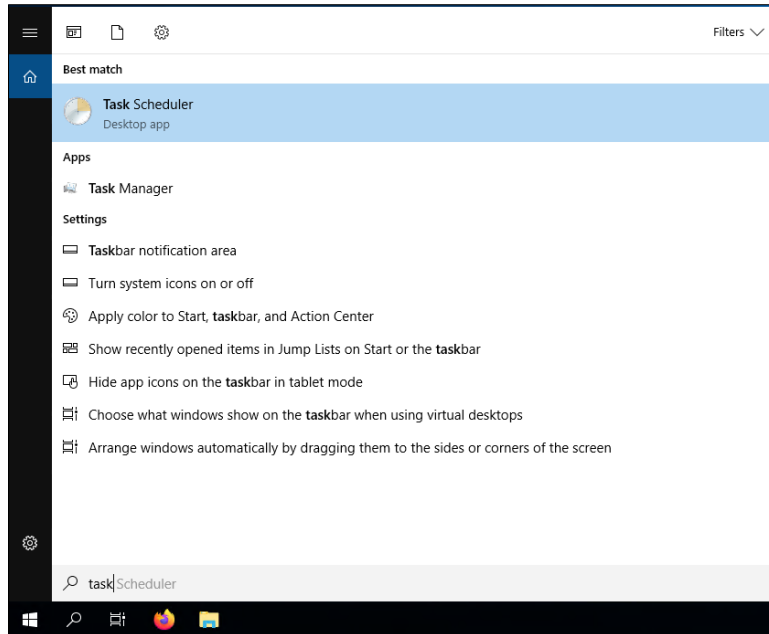


Figura 4.3 Cerca de Task Scheduler

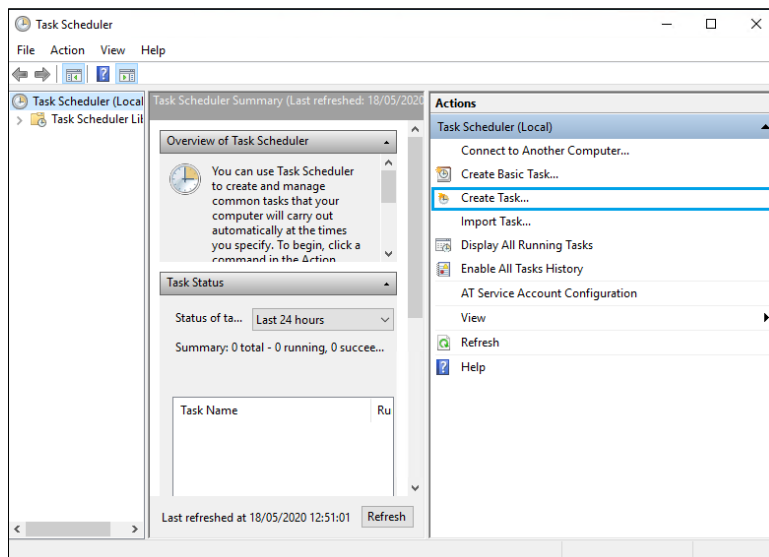


Figura 4.4 Gestor de tasques

En el menú de creació, la primera pantalla disponible és la de configuració general on s'especifiquen nom identificador de la tasca i sistema operatiu d'implementació. Omplerts aquests camps es pot procedir a la selecció del desencadenant. Des de la pantalla de *trigger* es clica *new*, seguidament, es despleguen les opcions de *Begin the task*: i es selecciona *At startup* indicant que es vol realitzar l'acció només iniciar la computadora.

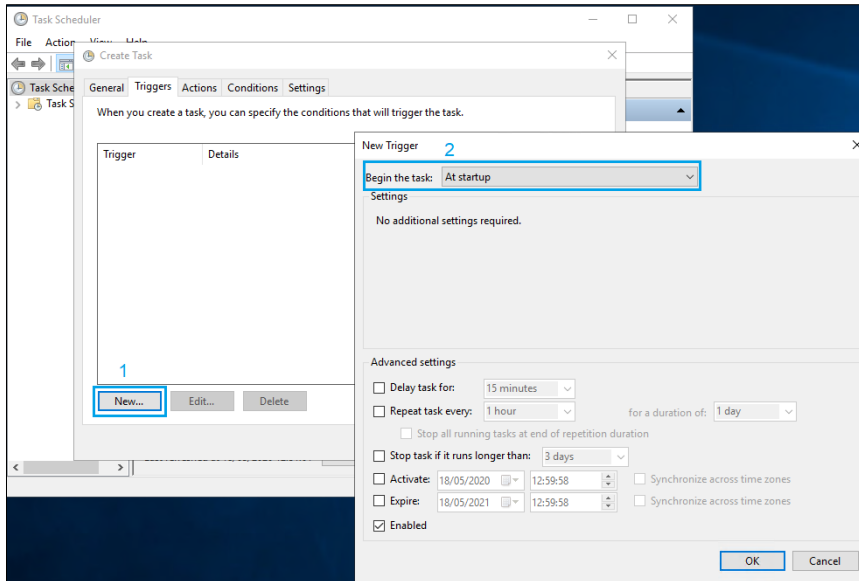


Figura 4.5 Configuració de desencadenant.

La pantalla d'Accions permet seleccionar les accions realitzades per la tasca. En seleccionar *New* es desplega el menú de selecció d'acció a realitzar, en aquest es selecciona *Start a program* i a continuació es cerca el fitxer de codi el qual es vol executar. L'executable de Node-Red es troba ubicat per defecte en la direcció `C:\Users\<user>\AppData\Roaming\npm\` on <user> és un camp personal en cada ordinador definit pel propi usuari. En accedir a aquesta direcció apareixen un conjunt de fitxers amb nom *node-red*, d'entre ells el fitxer d'interès es el de tipus *Windows Command Script*.

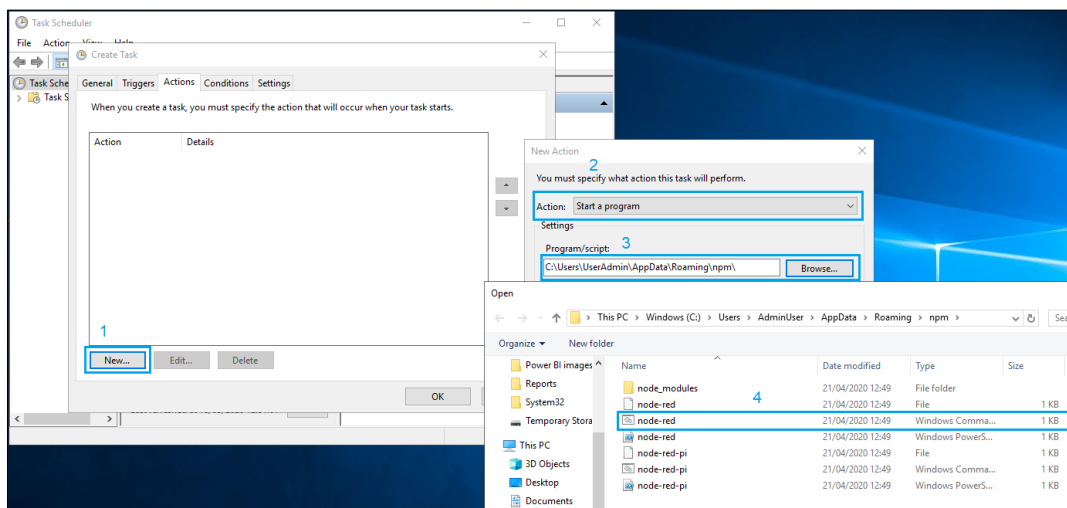


Figura 4.6 Configuració d'Acció.

Finalment, en la pantalla de Settings posa a disposició de l'usuari especificacions referents a l'execució de la tasca. En el projecte descrit interessa la reiteració de l'acció en cas de fallida i la prolongació indefinida de la acció. Les reiteracions es defineixen a intervals d'un minut un màxim de 3 vegades, assegurant així l'execució de Node-Red.

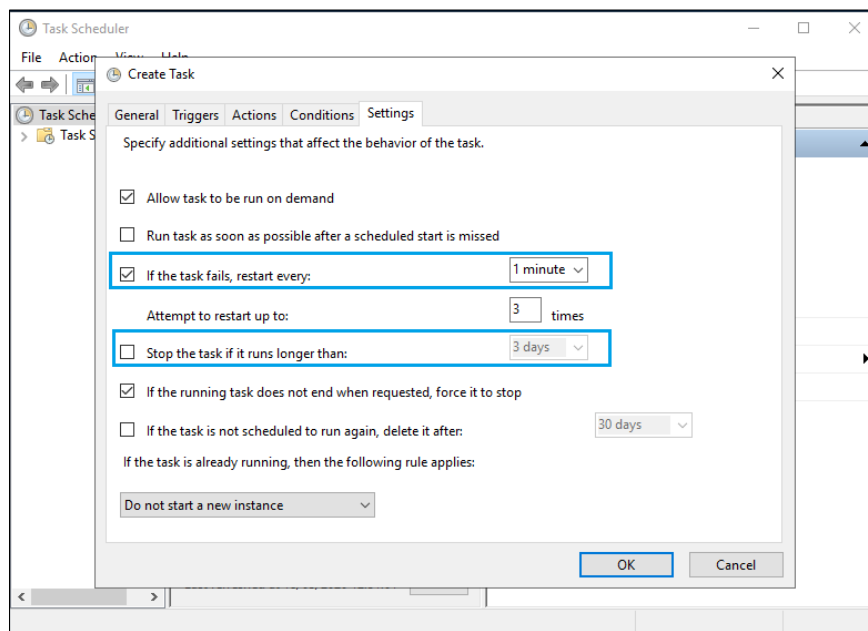


Figura 4.7 Configuració de Settings.

Un cop realitzats aquests passos Node-Red s'executa automàticament en encendre's la computadora on es troba ubicat. Només és recomanable aquest procediment en acabar de depurar el codi, ja que, en executar-se automàticament es perd la possibilitat de veure la informació mostrada en la *cmd* en córrer el programa.

4.2. Nodes requerits

La finalitat de Node-Red en aquest projecte és la d'accedir cíclicament al Modbus dels equips de mesura per l'extracció de dades i la pujada d'aquestes a la base de dades Azure. Per aconseguir aquest objectiu hi ha dues opcions, es pot fer ús de llibreries creades i testejades per altres usuaris de Node-Red o bé desenvolupar un software propi. Degut al caràcter Open Source de Node-Red, és més interessant decantar-se per llibreries ja creades i testejades, agilitzant el procés d'obtenir una primera versió funcional del projecte.

Els nodes addicionals són *node-red-contrib-modbus* i *node-red-contrib-mssql*. Per poder emprar els següents recursos, s'ha d'accedir al pop up menú de la zona lateral dreta en la capçalera i pitjar Manage palette.

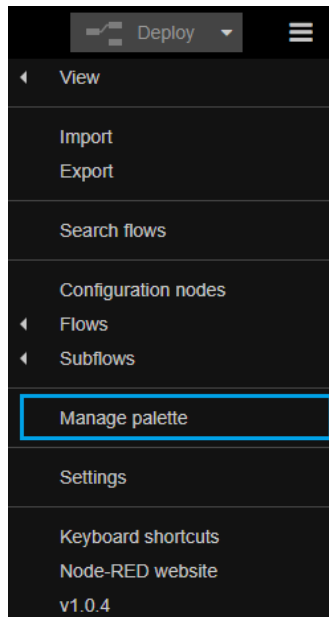


Figura 4.8 Pop Up menú

La darrera acció desplega la finestra de *User Settings* on en l'apartat de Nodes es veuen els nodes actualment descarregats i en la zona de *Install* es poden fer cerques sensibles a temes. Des de la pantalla de *Install* es poden descarregar les llibreries un cop cercades pitjant el botó *install* que apareix a la dreta de cadascuna. Emprant aquesta metodologia es descarreguen els Nodes anteriorment esmentats.

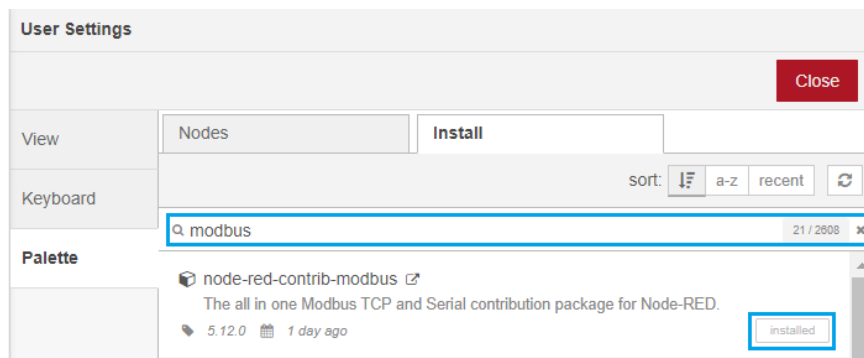


Figura 4.9 Menú d'instal·lació de Nodes.

4.2.1. Node-red-contrib-modbus

El paquet *Modbus* en qüestió és un dels més usats a Node-Red per aquest àmbit, actualment en versió 5.X.X i amb actualitzacions setmanals, consta d'aproximadament 6000 descarregues mensuals. Part de la seva popularitat ve donada per la seva flexibilitat, simple usabilitat i alt rendiment, posant a disposició del usuari les tecnologies *Modbus TCP* i *Serial* sense necessitat de molts coneixements.

La llibreria disposa de diversos nodes permetent lectures, escriptures i emmagatzematge d'un o varis registres *Modbus*. De tota manera en aquest projecte només resulten d'interès els nodes *modbus-flex-getter* i *modbus-client*. Aquests nodes serveixen per a realitzar diverses lectures de grans nombres de registres i per crear el client d'on extreure les dades respectivament. Ben cert és que també és possible la lectura de registres amb *modbus-read*, tot i així, aquest node falla en posar o fer de manera simultània 10 consultes o més, per tant queda descartat, ja que es realitzen grans quantitats de lectures dels registres *Modbus* al mateix temps.



Figura 4.10 Nodes *Modbus read* i *Modbus flex getter*

Els nodes han d'anar acompanyats d'una configuració bàsica de *Modbus*, on ha de figura la direcció d'inici de lectura, els registres a llegir i quin tipus de lectura es realitza. A més requereixen de configurar el *client-modbus*, on es defineix la direcció IP i el identificador del equip que es vol llegir, a més del tipus de comunicació. Per accedir a la configuració del *client-modbus* es pot accedir des del mateix *modbus flex getter*, clicant en ell i pitjant editar en el camp mostrat en la figura 4.11.

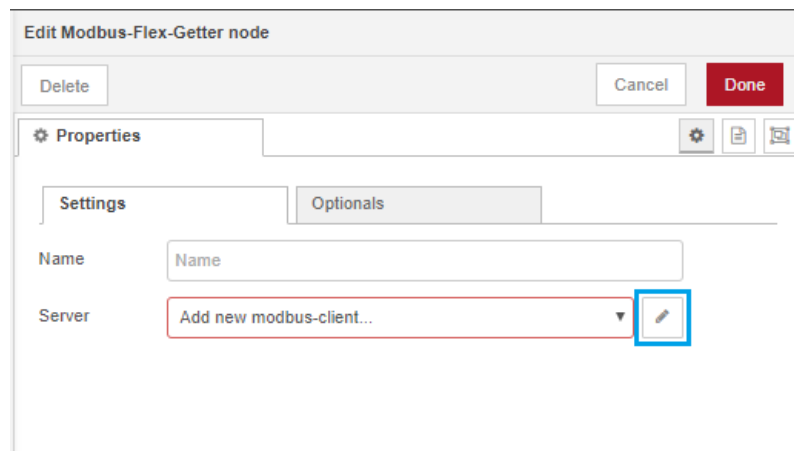


Figura 4.11 *Modbus flex getter* buit

Com s'ha esmentat anteriorment, en la pantalla de configuració de *Modbus* client s'estableix la direcció IP en la qual es vol llegir i identificador del equip concret a llegir. En cas d'usar *PM 8000* per lectures, es disposa d'una direcció IP pròpia per equip i per tant, l'identificador és sempre 1. Un altre terme a configurar en aquesta pantalla es el tipus de comunicació i el port d'accés, el *PM 8000* emprat en el projecte funciona amb comunicació *TCP*, comunicació que usa el port 502. Per finalitzar, és necessari establir un temps de *timeout*, aquest varia en funció de la distància entre el equip i l'ordinador que fa la petició i la velocitat de connexió. Em cas de major distància o menor velocitat de connexió, major temps de *timeout*.

Figura 4.12 Configuració de Modbus-client

Un cop configurat el *Modbus* client, es pot donar un nom identificador al node, per fer més senzilla la lectura. El següent pas és indicar al node quina tasca ha de realitzar. En Node-Red, els nodes disposen d'un apartat d'informació on els desenvolupadors poden posar exemples i fer explicacions de com funcionen aquests. En accedir a l'apartat d'informació del node *modbus flex getter* apareix la informació mostrada en la figura 5.13.

Information

Node	"b1162e9d a7b38"
Name	PM8000_1
Type	modbus-flex-getter

Description

Node Help

Modbus TCP flexible input triggered read node with connection input parameters.

Connects to a Modbus TCP or serial to read coils/inputs/registers at the rate of the incoming msg.

Function codes (1:4) currently supported include:

- FC 1: Read Coil Status
- FC 2: Read Input Status
- FC 3: Read Holding Registers
- FC 4: Read Input Registers

Input parameter for connecting Modbus

- unitid (0..255 tcp | 1..247 serial) - overrides default Unit-ID
- fc (1..4)
- start address (0..65535)
- quantity (1..65535) of coils/inputs/registers to be read from the start address

Output 1: data Array (PDU), modbus response Buffer, input message
Output 2: modbus response Buffer, data Array (PDU), input message

Function node code example for single input:

```
msg.payload = { value: msg.payload, 'fc': 1, 'unitid': 1, 'address': 0, 'quantity': 1 } return msg
```

Function node code example for multiple inputs:

```
msg.payload = { value: msg.payload, 'fc': 3, 'unitid': 1, 'address': 0, 'quantity': 10 } return msg
```

Figura 4.13 Informació del Node Modbus flex getter

En l'apartat d'informació s'expressa la necessitat d'un node funció en el qual s'indiqui el registre d'inici, la quantitat de registres de lectura i el tipus de lectura a més del identificador. A més, en la informació també s'expressa un exemple de lectura de múltiples registres, el qual es pot enganxar en un node funció. En inserir-lo en un node funció i adaptar-lo per una millor lectura queda tal com es mostra en la *figura 4.14*. El node requereix de funcions ja que d'aquesta manera es permeten múltiples lectures de forma simultània, es pot veure en més detall aquest procediment en el codi mostrat en la secció 4.3. *Creació i implementació del algoritme*.

```

Edit function node > JavaScript editor

1 msg.payload = {
2   value: msg.payload, //Missatge donat per l'anterior node(Prescindible en aquest cas).
3   'fc': 3, //Funció corresponent a la lectura de diversos registres.
4   'unitid': 1, //Id del equip, per defecte és 1.
5   'address': 0, //Direcció Modbus des d'on es comença a llegir.
6   'quantity': 2 //Quantitat de registres a llegir comptan com a primera l'address
7 }
8 return msg;
  
```

Figura 4.14 Node funció complementari al modbus flex getter



Figura 4.15 Configuració d'us de Modbus flex getter

4.2.2. Node-red-contrib-mssql

El paquet en qüestió és una de les moltes possibilitats de les quals disposa Node-Red. En ser una plataforma *Open Source*, s'ha de ser crític amb els nodes usats, ja que només estan sotmesos als filtres de qualitat del propi creador, per tant, tot i existir un node *Open Source* de *Azure SQL*, amb el node escollit s'obtenen millors resultats i és funcional per qualsevol base *Microsoft Server SQL*.

La llibreria de *MSSQL*, consta de 2000 visites mensuals i és una millora del Node *ODBC* d'un altre usuari de Node-Red. La solució d'aquesta consta de dos nodes, el *MSSQL-CN*, on es configura la connexió amb la base de dades i el node *MSSQL* el encarregat de llegir el codi *SQL* i executar-lo. El node *MSSQL* té configurat dins un node *MSSQL-CN* per saber a quina base ha d'actuar. El node *MSSQL-CN* al seu un complement no té representació visual.

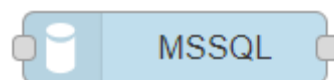


Figura 4.16 Node MSSQL

En inserir el node *MSSQL* i pitjar-lo es distingeixen 3 zones, *Name*, per indicar el nom que vol rebre el node, *Query*, per inserir comandes en *SQL* i *Connection*, per seleccionar, crear i editar el *MSSQL-CN*.

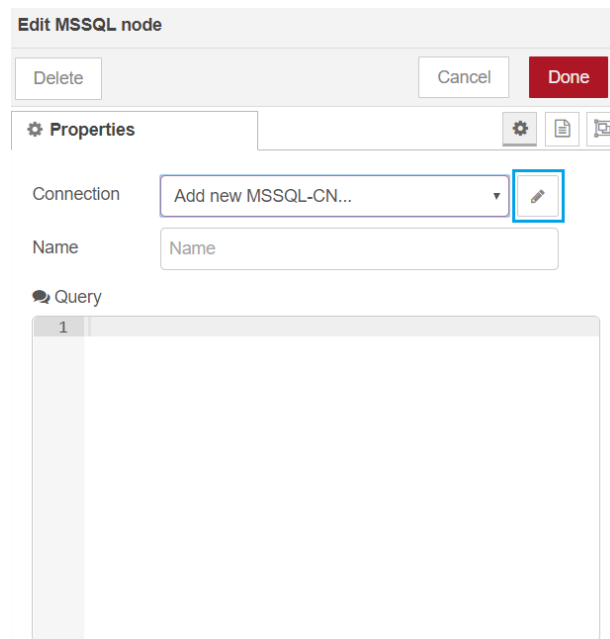


Figura 4.17 Configuració Node MSSQL

Pitjant el botó indicat en la *figura 4.17* s'accedeix al menú de creació i edició de *MSSQL-CN*. En aquest, es pot donar nom al nou node *MSSQL-CN*, s'indica el servidor de connexió, nom d'usuari i contrasenya per autenticació, domini i nom de la base de dades. Finalment, una casella per encriptar, aquesta ha d'estar marcada en cas de voler interactuar amb una base de dades *Azure SQL*.

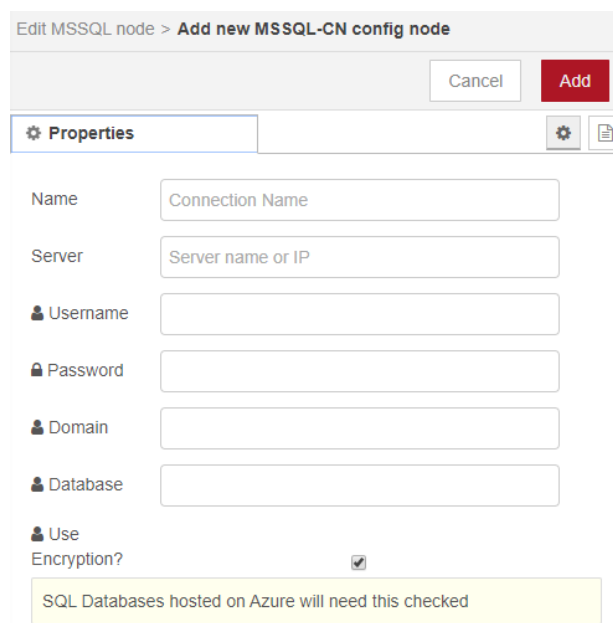



Figura 4.18 Configuració MSSQL-CN

Per interactuar amb la base de dades es pot o bé fer mitjançant la secció de *query* del node *MSSQL* o bé, inserint un node funció amb la comanda SQL desitjada i guardant-la en el *msg.payload* en format JSON. En la *figura 4.19*, es pot veure un exemple simple de funció de pujada de dades.



```

Edit function node > JavaScript editor
Cancel Done

1 msg.payload = "INSERT INTO [Base_De_Dades].[dbo].[Taula](Nom1, Nom2, Nom3) VALUES ('Dada1,Dada2,Dada3')";
2 return msg;

```

Figura 4.19 Funció per introduir dades en la base de dades SQL

4.3. Creació i implementació del algorisme

El present projecte busca obtenir una solució sobre la qual es pugui fer estudi d'eficiència energètica mitjançant històrics. Aquests han de quedar reflectits en informes i paral·lelament visualitzar les dades en períodes regulars. Totes aquestes tasques requereixen de tractar un gran volum de dades, per tant, els nodes introduïts en la secció anterior han d'estar ben coordinat.

Les consultes de dades són en intervals pautats, agrupant en *flows* els diferents tipus de dades. Dividirem el codi en 6 *flows* per captar els 50 harmònic de V1, V2, V3, I1, I2 i I3 respectivament i un *flow* per captar dades més genèriques com tensions, corrents, potències... El codi no pot saturar l'equip amb excessives quantitats de lectures simultànies. Per aconseguir aquest objectiu, es proposa una estructura on o bé s'enviïn totes les dades del *flow* a una taula dins la base de dades[ANNEX 5: CODI D'AZURE SQL], o bé, es descartin totes les dades del *flow* i es passi a executar directament el següent. El diagrama de flux de la figura 4.20 ha estat testat i compleix aquestes especificacions de manera exitosa, funcionant mitjançant un sistema de testimoni el qual es cedeix al següent *flow* un cop finalitzat el codi de l'actual.

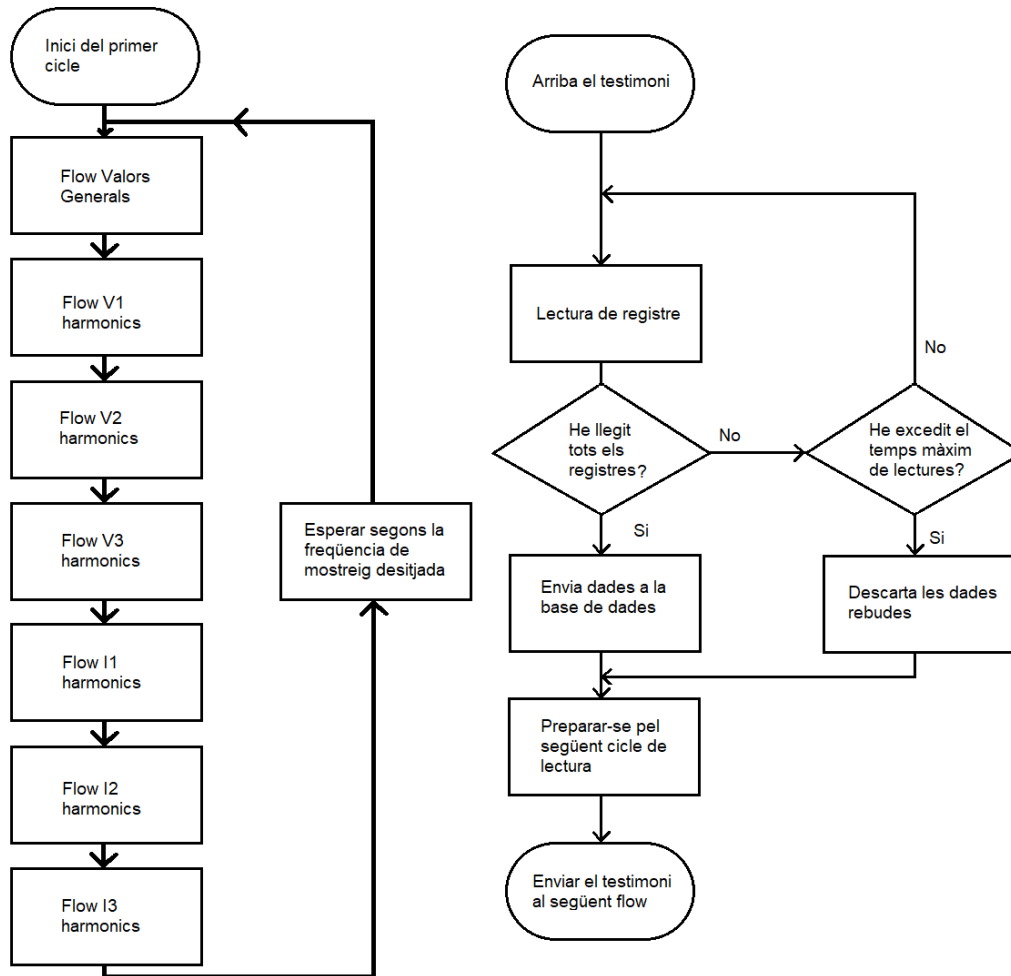


Figura 4.20 Diagrama de flux general i de flow

En el codi que satisfà el diagrama es poden distingir 3 parts: Inici de cycle i pas de testimoni, concatenació de lectures i conversió i validació de les dades i pujada al núvol.

4.3.1. Inici de cycle i pas de testimoni

Per iniciar el primer cycle s'utilitza el node *Inject* instal·lat per defecte a *Node-Red*, el qual té opció d'execució automàtica 15 segons després d'executar-se *Node-Red*. En el cas present, es realitzen consultes cada dos minuts ja que és el mínim període el qual no satura el bus. La configuració del node *Inject* es pot veure en la figura 4.21.

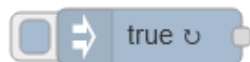


Figura 4.21 Node Inject

Delete
Cancel Done

Properties ⚙️ 📄 🖨️

✉ Payload true

📄 Topic

Inject once after seconds, then

🔄 Repeat interval

every minutes

🏷 Name

Note: "interval between times" and "at a specific time" will use cron. "interval" should be 596 hours or less. See info box for details.

Figura 4.22 Configuració node inject

El node *Inject* és el desencadenant del l'execució del primer *flow*, a partir d'aquest, el propi *flow* es el desencadenant del següent *flow*. Aquesta acció és realitzada pels nodes *link in* i *link out*, els quals permeten passar missatges entre *flows*. *Link in* per a rebre un missatge d'un altre *flow* i *link out* per a enviar un missatge a un *flow*.

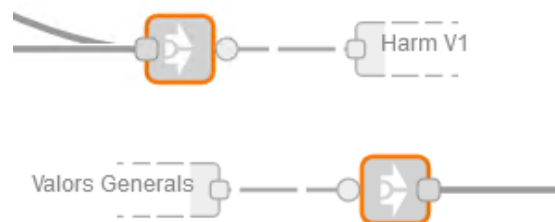
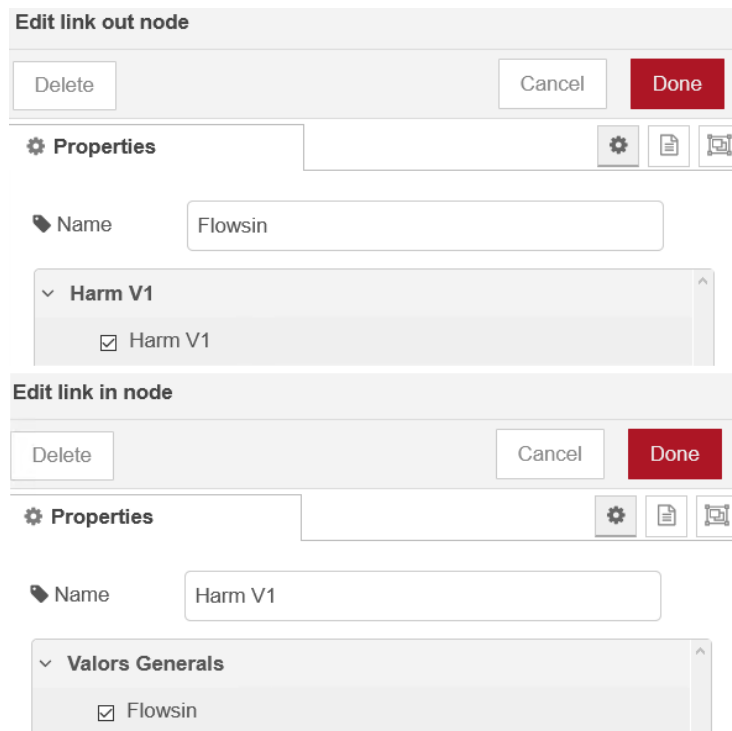


Figura 4.23 Nodes Link in, link out



The image shows two overlapping configuration windows. The top window is titled "Edit link out node" and contains a "Delete" button, a "Cancel" button, and a red "Done" button. Below the buttons is a "Properties" section with a gear icon and three sub-panels: a "Name" field containing "Flowsin", a "Harm V1" section with a checked checkbox for "Harm V1", and an empty "Edit link in node" section. The bottom window is titled "Edit link in node" and also has "Delete", "Cancel", and "Done" buttons. It features a "Properties" section with a gear icon and two sub-panels: a "Name" field containing "Harm V1" and a "Valors Generals" section with a checked checkbox for "Flowsin".

Figura 4.24 Configuració link in i link out

4.3.2. Concatenació i conversió de lectures

Les funcions de lectura es creen seguint el procediment descrit en la secció 5.2.1. *Node-red-contrib-modbus*, el nombre de registres i la direcció inicial es troba en l'ANNEX 6: MAPA MODBUS PM 8000.

Les lectures han d'estar identificades en tot moment per tal de ser enviades al núvol de forma ordenada. Per aquest motiu, es fa una nova comanda de lectura en haver rebut l'anterior, a més, després de cada lectura s'ha de transformar el *Modbus* a *float* i adaptar la mesura a la potencia de 10 sobre la qual es vol representar (K, M, m,...). La primera part es pot aconseguir amb els propis links de Node-Red com es pot veure en la figura 5.24. La segona part requereix de l'ús del node *Switch*, aquest permet detectar de quina direcció *Modbus* ve la lectura i aplicar un codi diferent en cada cas.

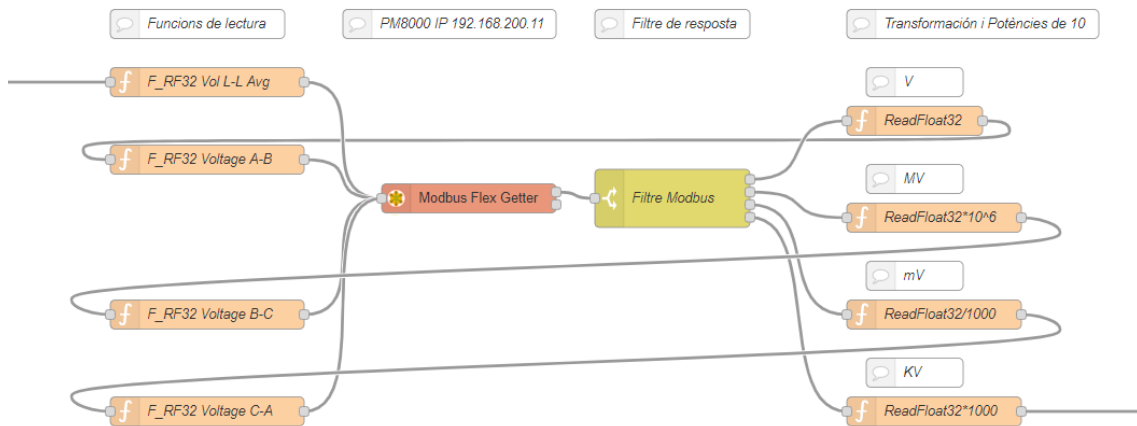


Figura 4.25 Exemple de lectura

El camp `msg.input.payload.address` de la resposta del *Modbus flex getter* correspon a la direcció *Modbus* inicial, i conseqüentment, el comparador que requereix el node *Switch*. D'aquesta manera, es poden identificar tots els missatges i aplicar una transformació i adaptació de les unitats. La transformació consisteix en llegir el *Modbus* com a *BigEndian*, ja que del *Modbus* rebem un *float32* separat en 2. Per eleva a la potència es multiplica el *value* en la pròpia funció de transformació abans d'enviar el missatge.

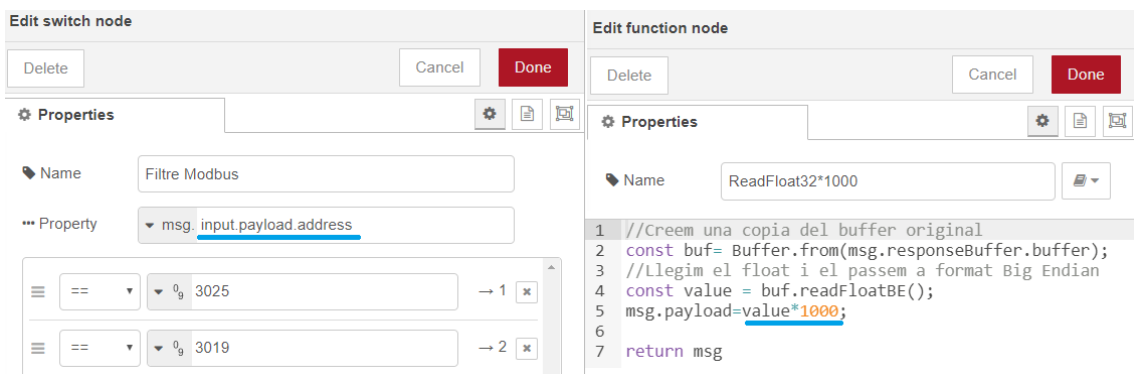


Figura 4.26 Configuració de nodes *Switch* i funció *Modbus-Float32*

4.3.3. Validació i pujada al núvol de dades

Conforme avanci la lectura de dades, es volen emmagatzemar per ordre en un vector, aquest és enviat o bé en llegir tots els registres, o bé, en cas d'error de *timeout*. Per tant, complementàriament es requereix d'un node funció que classifiqui el vector segons el motiu d'enviament i enviï les dades al núvol o les descarti degut al error. En cas d'error el *Modbus* requereix de 500 ms abans no pugui tornar a rebre consultes, per aquest motiu, en cas de *timeout* el codi s'espera 1 segons abans no passi el testimoni. Si les dades han estat rebudes correctament, s'envien a la base de dades SQL i es passa el testimoni. Aquest procediment assegura el correcte ordre i funcionament de les dades.

Node-Red consta per defecte del node *Join* el qual permet rebre diferents dades i emmagatzemar-les en un vector. El bloc es pot configurar perquè no envii les dades fins que passi un determinat temps(Temps de *timeout*) o fins que es rebí un missatge conforme s'ha

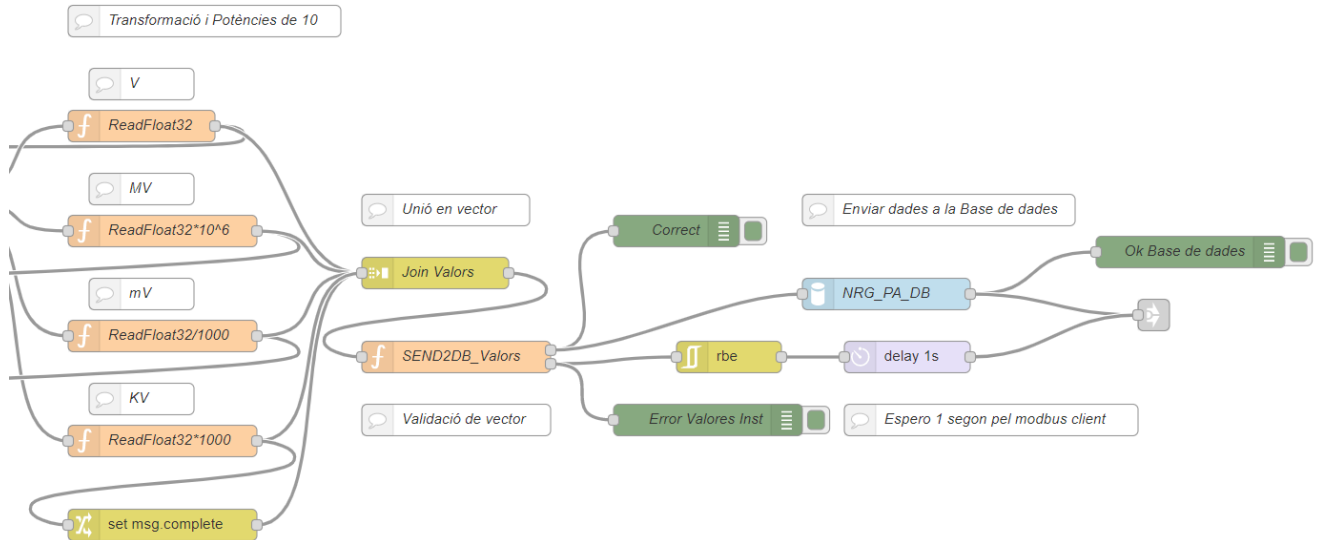


Figura 4.27 Unió de lectura amb validació i enviament al núvol

completat el vector. L'espera d'1 segon es pot aconseguir mitjançant el node *Delay* també per defecte en *Node-Red*. L'enviament de les dades es fa segons el bloc descrit en la secció 4.2.2. *Node-Red-contrib-mssql*.

Per enviar el vector emmagatzemat en el node *join* s'ha d'activar el booleà *msg.complete*, aquesta acció es pot fer amb el node *change* instal·lat per defecte a *Node-Red*. La preparació del vector per la pujada al núvol es fa en la propia funció de validació. Per aconseguir una comanda com l'expressada en la secció 4.2.2. *Node-Red-contrib-mssql* s'acota mitjançant cometes i signes + a ambduess bandes, enmig s'escriu la comanda *msg.payload[i]* on *i* és la posició de la dada que volem introduir.

```

"INSERT INTO [NRG_PA].[dbo].[Valors_Generals](Voltage_L_L_Average,Voltage_A_B,Voltage_B_C,Voltage_C_A)
VALUES ('"+msg.payload[0]+"', '"+msg.payload[1]+"', '"+msg.payload[2]+"', '"+msg.payload[3]+"')
  
```

Figura 4.28 Comanda SQL

4.3.4. Lectura simultània d'equips i enregistrament d'hora

En un futur, quan es desitgin visualitzar les mesures s'han de poder filtrar segons dispositius i intervals de temps. La obtenció d'aquest filtratge requereix d'inserir un identificador d'equip de mesura i la hora de la lectura, un cop inserits s'emmagatzemaran les dades.

La programació per introduir aquests valors es molt senzilla, consisteix en capturar la senyal d'entrada al nou *flow* i fer-la servir per activar dues funcions consecutives, la primera defineix l'identificador especificat mitjançant codi, la segona, capturar la hora actual amb precisió de

minuts i per a també dur-la al vector creat mitjançant el *Join*. En finalitzar la creació d'aquests dos valors es concatenen a la resta de nodes com s'explica en l'apartat 4.3.2. *Concatenació i conversió de lectures*.

```

msg.payload = 19216820011;
return msg;

```

Figura 4.29 Codi d'identificador d'equip

```

var d = new Date();
msg.payload = [d.getFullYear(),
              d.getMonth()+1,
              d.getDate()].join('/')+' '+
              [d.getHours(),
              d.getMinutes(),
              0].join(':');
return msg;

```

Figura 4.30 Codi captador d'hora

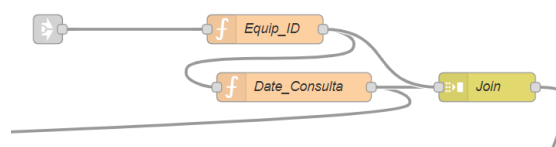


Figura 4.31 Pla detall de la inserció de valors

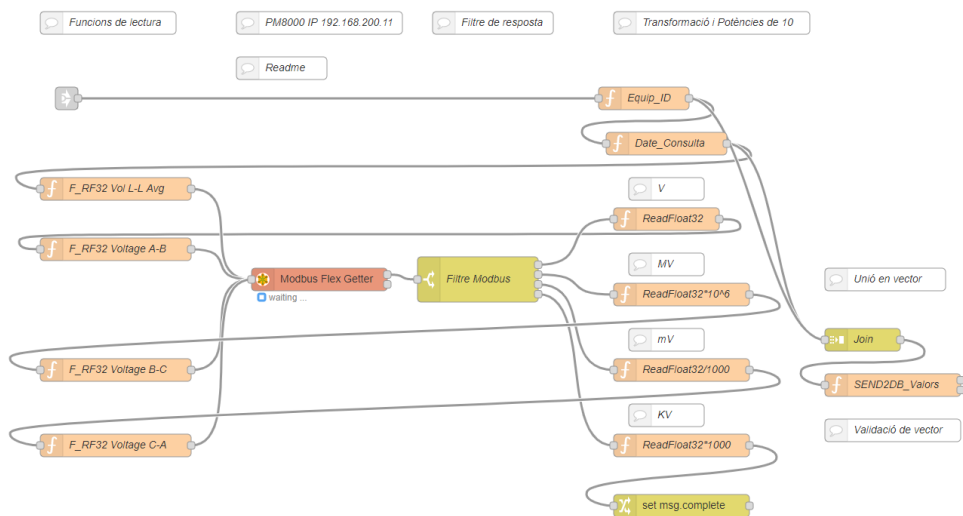


Figura 4.32 Flow exemple amb inserció de valors

Si es desitja fer lectures de diversos dispositius, es poden crear *flows* de lectura per cadascun d'aquests amb el seu node client *modbus* configurat. D'aquesta manera, es podrien tenir duplicats els *flows* de valors generals i harmònics de voltatge i corrent i executant-se simultàniament, ja que les consultes es fan a busos *modbus* d'equips diferents. Per aquest motiu, és important que l'identificador correspongui al del client *modbus* del qual s'està fent les lectures, ja que en cas contrari no guardarien correctament les dades.

5. VISUALITZACIÓ I INFORMES DE DADES EN EL NÚVOL

L'actual capítol busca exposar els programes de visualització de dades i automatització d'informes i explicar la programació realitzada en aquest per la implementació en el present projecte. Per tal de poder visualitzar harmònics diferents a 0, es canvia la instal·lació i es connecta un PA 8000 per monitoritzar les plaques fotovoltaïques ubicades en sostre del TR 14 de la ETSEIAT.

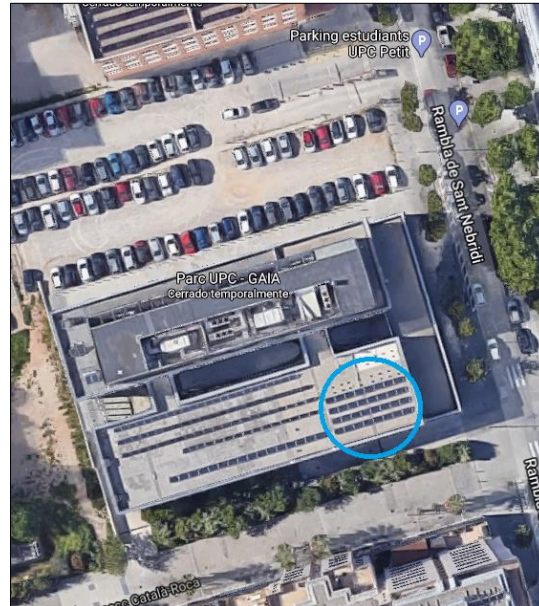


Figura 5.1 Instal·lació fotovoltaica TR 14 ETSEIAT

Es distingeix entre dos programes diferents: el *Grafana*, purament per la visualització en temps real de dades, ideal per a que l'usuari el tingui en una pantalla i vegi l'estat actual de la instal·lació i el *Power BI*, encarregat de la generació semiautomàtica d'informes intel·ligents, deixant així constància en format pdf de la instal·lació monitoritzada.

5.1. Visualització: Introducció a Grafana

Grafana és una plataforma d'anàlisi de dades, permet cridar, visualitzar, alertar i comprendre les dades sense importar on estiguin emmagatzemades. Aquest deixa crear, explorar i compartir *Dashboards* amb gràfiques altament visuals i entenedores.

Una característica molt important de *Grafana* és el *Grafana Cloud*, el qual permet accedir als *Dashboards* mitjançant un domini a través de qualsevol buscador. Aquesta possibilitat pot ser provada de forma gratuïta mitjançant la compta de *developer*, posant a disposició del usuari la fins a un màxim de 5 *Dashboards* i un usuari per projecte. A més, no és necessari descarregar res per al seu ús, degut a la seva gestió en el núvol. En l'actual projecte es fa servir aquest compte per la creació de *Dashboards*, ja que obra la opció d'accedir a ells des de qualsevol ordinador. Conseqüentment, en ser hostejada per *Grafana* hi ha la possibilitat de canvi de direcció IP ja que és dinàmica, per tant, és apte per al desenvolupament, no per vendre degut a

la possibilitat d'haver de configurar cíclicament el *Firewall* de la base de dades com esta descrit en la secció, 3.4. *Comunicació entre SQL i MV*.

Grafana es basa en 4 pilars:

Visualitzar: Permet fer tot tipus de visualització; mapes de calor, histogrames, gràfics de barres i de línies, estats simples, gauge, taules, texts, etc. Totes, pensades per facilitar la comprensió de els dades de la manera més atractiva, ràpida i dinàmica possible.



Figura 5.2 Visualitzacions Grafana

Alertar: La visualització d'alarmes segons llindars, màxims, mínims és possible mentre es visualitza un *Dashboard* i fins i tot enviar notifikacions en sistemes com *Slack*, *PagerDuty*, *VictorOps* i *OpsGenie*.

Unificar: Possibilitat de coordinar més de 30 tipus diferents de bases de dades en un mateix projecte i *Dashboard*. Cadascuna de les bases de dades permeses té un ajut de construcció de *Queries* per tal de facilitar i agilitzar l'extracció de dades d'aquestes. Compatibilitat amb *Graphite*, *Influx*, *Microsoft SQL*, *Prometheus* i *MongoDB* entre altres.

Compatibilitzar: La filosofia *Open Source* de *Grafana* i la comunitat corresponen ha aconseguit que sigui compatible amb quasi qualsevol plataforma, Linux, Windows, *Docker*, IOS, a més també es disposa de *Grafana Cloud* on es gestiona la compta en el núvol per l'empresa fent que l'usuari pugui accedir remotament des del popi cercador Web. Aquesta filosofia també ha aconseguit una comunitat rica en *plugins* complementaris als bàsics de *Grafana*.

5.2. Visualització amb Grafana

L'actual subapartat busca exposar els diferents elements emprats per a realitzar els *Dashboards* mostrats en l'*ANNEX 8: DASHBOARDS GRAFANA*. L'explicació és de caire generalista ja que cerca introduir els panells i així crear infinitat de *Dashboards* ajustats a cada instal·lació.

5.2.1. Connexió amb la Base de Dades

El primer pas en la realització de qualsevol *Dashboard* és configurar la connexió amb la base de dades i així poder extreure les dades d'aquesta. En cas d'obrir *Grafana* per primer cop aquesta ja demana la introducció d'una base de dades tal i com es mostra en la *figura 5.3*, en clicar *Add*

data source es desplega una llista amb les bases de dades compatibles amb *Grafana*, d'entre totes aquestes s'ha d'accedir a la secció de SQL.

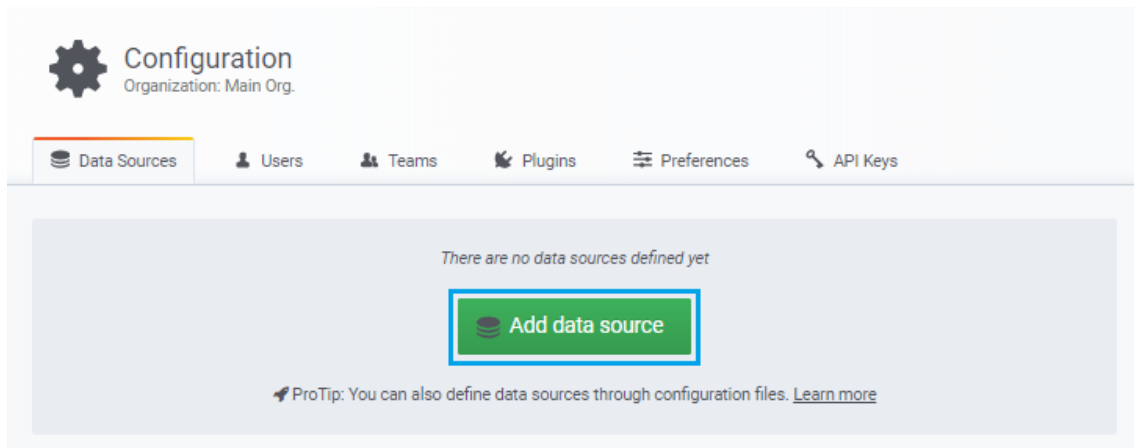


Figura 5.3 Crear connexió amb BBDD en Grafana

En trobar la secció *SQL*, s'ha d'escollir la base de dades *Microsoft SQL Server* ja que com s'ha vist en l'apartat 3.3. *Base de dades SQL en el núvol* la *AZURE SQL* actua a efectes pràctics com una *MSSQL*. Per accedir al menú de configuració d'aquesta s'ha de pitjar *Select*.

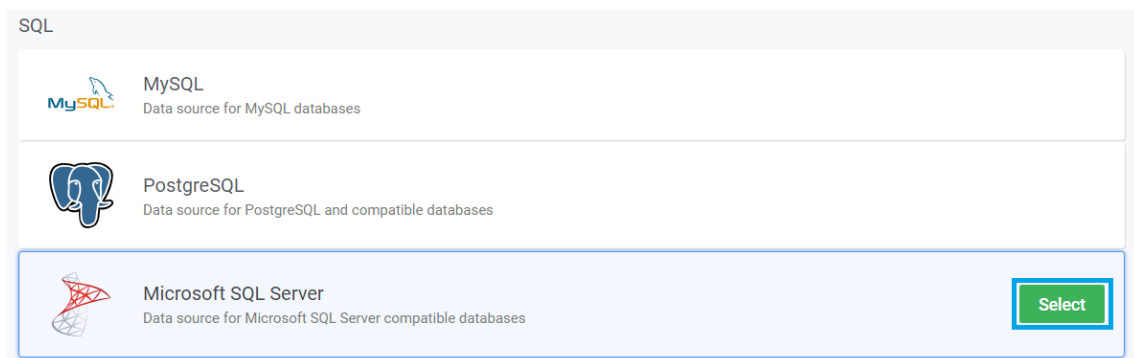


Figura 5.4 Selecció de base de dades Grafana

En el menú de creació és necessari introduir els camps de servidor de bases de dades, el nom de la base de dades sobre la qual es vol llegir, a més del nom d'usuari i contrasenya. Tots aquests camps han estat obtinguts en la subsecció 3.3.2. *Creació de base de dades Azure SQL*. Una bona pràctica és donar un nom d'identificació a la connexió acabada de crear, aquest pot ser qualsevol, en aquest cas *NRG_PA*. La resta de camps no són d'obligat emplenament. Finalment és clica el botó de *Save&Test*.

Figura 5.5 Configuració base de dades grafana

En clicar el botó anteriorment comentat salta un error, ja que el Firewall de la base de dades no te una excepció amb la direcció IP del *Grafana Cloud*. Afegir una norma en el Firewall es troba explicat en l'apartat 3.4. *Comunicació entre SQL i MV*, s'ha de repetir el procediment però afegint la direcció *Client* mostrada en el missatge d'error. Un cop introduïda es clica un segon cop el botó de *Save&Test* apareixent un missatge verd de *Database Connection OK*, conforme s'ha realitzat amb èxit la connexió.

Figura 5.6 Obtenció d'IP i validació de connexió

5.2.2. Creació de Graph

El panell *Graph* permet generar gràfics de línies o punts en funció de la programació donada. El procés de creació i selecció de panells és el mateix per a tots, per tant, per evitar repetició s'introdueix complet només en aquest primer, en la resta es parteix de tenir el panell creat amb el tipus seleccionat. Primerament, per inserir panells s'ha de clicar la cantonada superior dreta com es mostra en la figura 5.7 i conseqüentment es selecciona el tipus desitjat [Figura 5.8].



Figura 5.7 Creació de panell nou

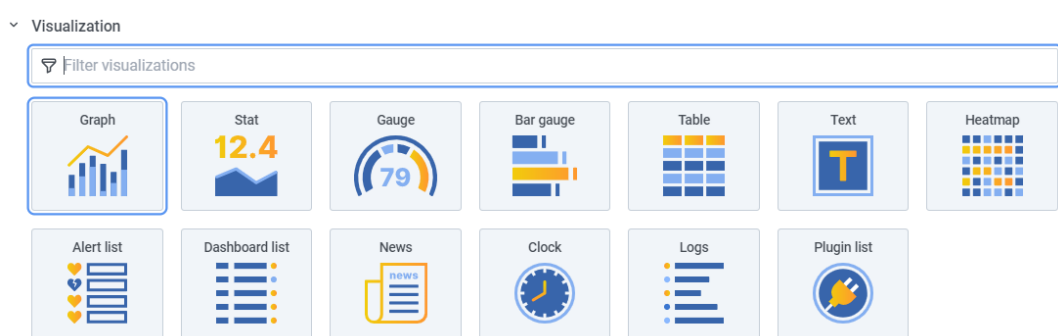


Figura 5.8 Selecció de panell

En seleccionar *Graph* es pot configurar el títol que se li vol donar, a més de si es vol donar transparència al fons d'aquest. En l'apartat de *Display* es pot seleccionar com són les línies del gràfic, gruix, marcatge amb punts dels valors, si l'àrea sota d'aquestes està ombrejada i amb quina intensitat ho està.

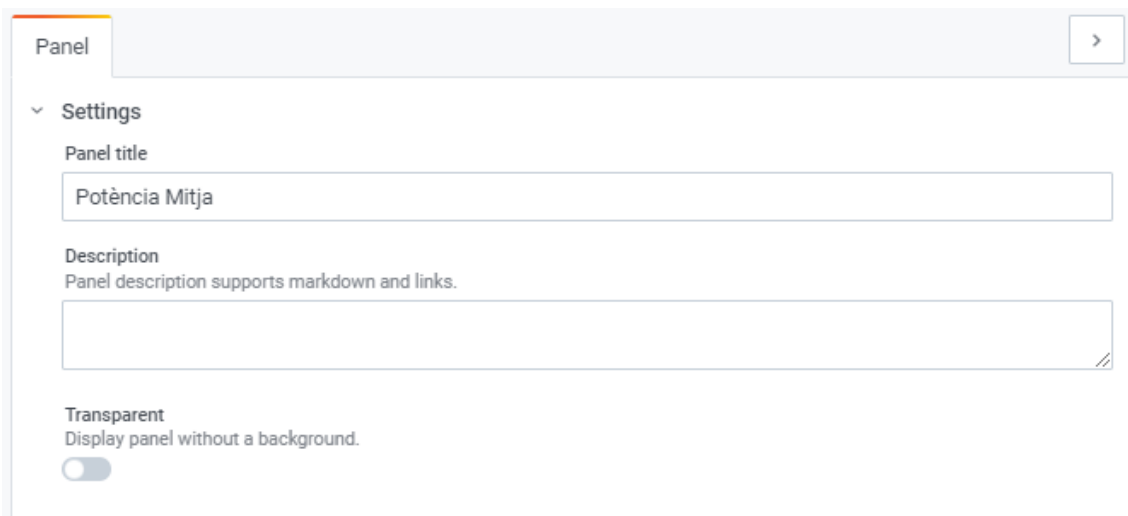


Figura 5.9 Configuració nom i transparència Graph



Figura 5.10 Configuració línies Graph

En una altre zona es pot configurar la llegenda, entre les diferents opcions, el propi *Grafana* permet visualitzar el mínim, màxim, mitja, total o valor actual de les dades seleccionades i expressar-ho en format taula a elecció del usuari.



Figura 5.11 Llegendra Graph

Finalment, es selecciona la base de dades d'on es desitja extreure els valors i es pitja botó + *Query*. Aquesta acció permet introduir una nova comanda en llenguatge SQL la qual captura les dades desitjades de la base de dades.

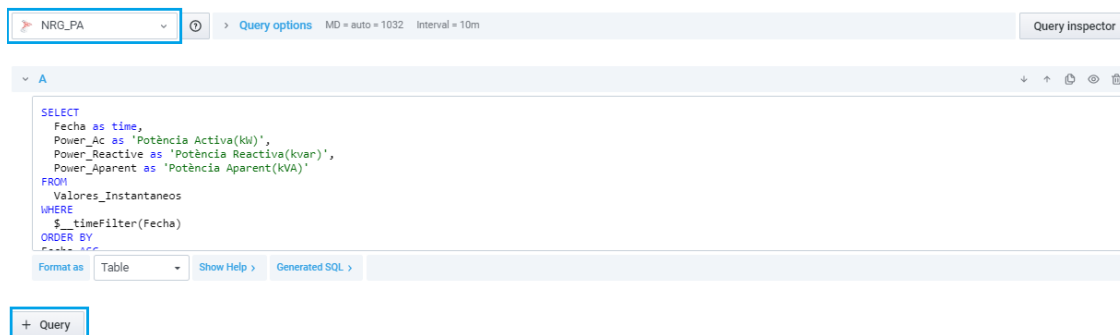


Figura 5.12 Configuració widget Grafana

A continuació es mostra un exemple de *Query* per visualitzar els valors de potència activa, reactiva i aparent segons el rang de temps escollit en el *Dashboard*:


```

SELECT
Fecha as time, /*Variable que s'utilitza per mesurar el temps */
/*Variables de visualització */
Power_Ac as 'Potència Activa(kW)',
Power_Reactive as 'Potència Reactiva(kvar)',
Power_Aparent as 'Potència Aparent(kVA)'
FROM
Valores_Instantaneos /*Taula d'on extreure les variables anteriors */
WHERE
$__timeFilter(Fecha) /*Llindar de dades a visualitzar(l'escollit l'indicador superior */
ORDER BY
Fecha ASC /*Ordre de les dades segons la variable de temps*/
  
```

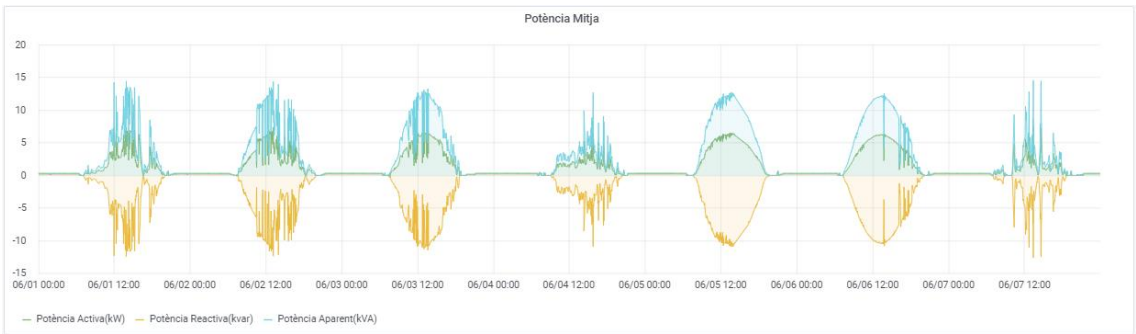


Figura 5.13 Visualització de potències

5.2.3. Creació de Gauge

Element visual en format Gauge, serveix per expressar informació dimensional. Permet expressar tots tipus de valors i classificar-los en funció de la seva magnitud expressant de manera visual mínims i màxims que puguin tenir i classificar aquest en franges de colors.

L'apartat de Display permet filtrar i calcular valors amb les dades rebudes. En el projecte es cerca o bé estudiar únicament l'últim valor no *Null* de les dades rebudes, o bé agafar la mitjana d'aquestes e un període de temps.

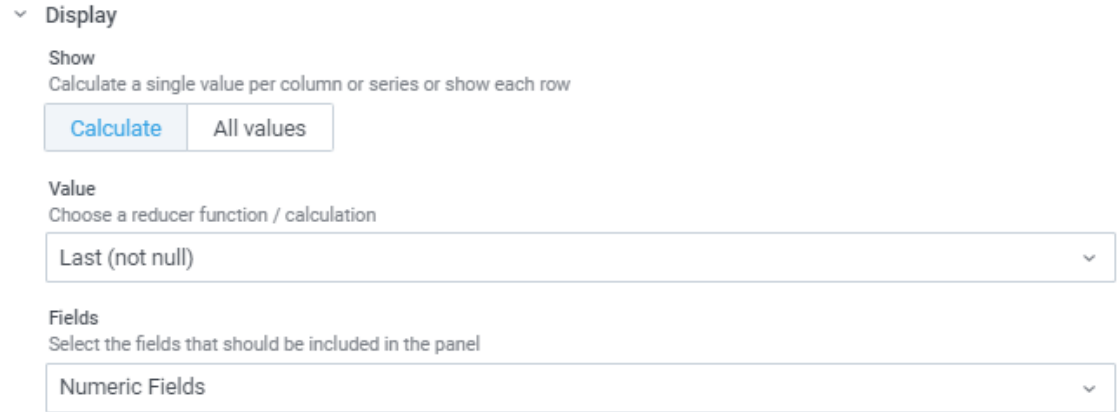


Figura 5.14 Display Gauge

En la zona de *Standard options* es seleccionen les unitats i decimals de les dades rebudes, juntament amb són els extrems de la visualització. D'aquesta manera s'aconsegueix focalitzar en la zona d'interès el panell. El panell pot ser complementat amb un nom indicatiu de la mesura que representa.

▼ **Standard options**

Unit

Min
 Leave empty to calculate based on all values

Max
 Leave empty to calculate based on all values

Decimals

Display name
 Change the field or series name

No Value
 What to show when there is no value

Figura 5.15 Configuració standard options Gauge

El *threshold* dona la possibilitat de canviar el color de visualització segons el valor actual de la dada. Aquesta opció ajuda a saber si el valor és excessivament gran o pel contrari petit o si simplement tot és correcte.

▼ **Thresholds**

Thresholds

Base

Figura 5.16 Threshold Gauge

El funcionament de les quèries en el *Gauge* és equivalent al del *Graph* explicat en l'anterior subsecció 5.2.2. *Creació de Graph*.

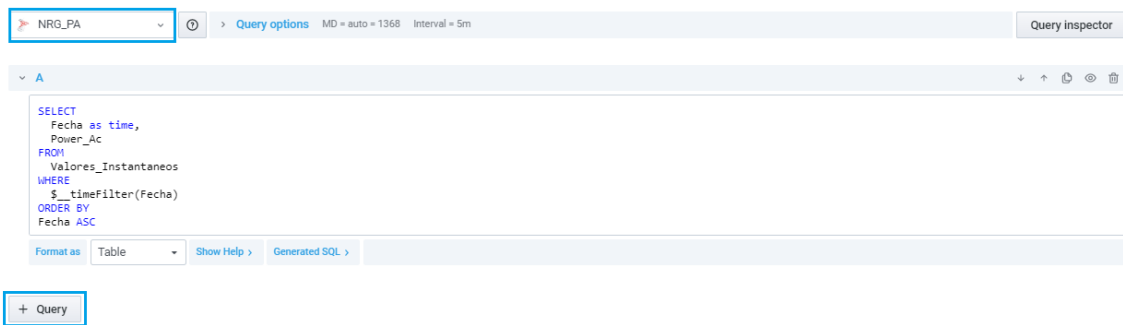


Figura 5.17 Query de gauge sobre potència activa



Figura 5.18 Gauge potència activa

5.2.4. Creació de Bar gauge

El Bar Gauge és una variació del Gauge, el qual permet la visualització de diferents valors dimensionals simultàniament. Per aquest motiu, les *Standard options* i els *thresholds* són comuns en ambdós panells i ja han estat explicats en l'apartat 5.2.3. *Gauge*. Es diferencien en l'apartat de Display on es pot escollir el tipus de barres desitjades pel Bar Gauge, juntament amb l'orientació i dades mostrades en aquestes.

▼ Display

Show
 Calculate a single value per column or series or show each row

Calculate All values

Value
 Choose a reducer function / calculation

Mean

Fields
 Select the fields that should be included in the panel

Numeric Fields

Orientation
 Stacking direction in case of multiple series or fields

Auto Horizontal Vertical

Display mode

Gradient Retro LCD Basic

Show unfilled area
 When enabled renders the unfilled region as gray

Figura 5.19 Display bar gauge

El Bar Gauge requereix d'una *query* per mesura a visualitzar, no es necessari ordenar les dades ja que només s'agafen valors finals o mitjanes d'aquestes. En cas de requerir més d'una Query per panell s'han d'introduir tantes *Queries* consecutives com mesures es desitgi visualitzar amb un màxim de 26 Barres per panell. L'estructura de les *Queries* és la mateixa que l'expressada en la subsecció 5.2.2. *Configuració de Graph*.

NRG_PA Query options MD = auto = 1363 Interval = 5m Query inspector

▼ A

```
SELECT
  I1_H3_Mag_3s as "I1 H3"
FROM Harm_I1_Mag_3s
WHERE
  $__timeFilter(Fecha)
```

Format as Table Show Help > Generated SQL >

▼ B

```
SELECT
  I1_H5_Mag_3s as "I1 H5"
FROM Harm_I1_Mag_3s
WHERE
  $__timeFilter(Fecha)
```

Format as Table Show Help > Generated SQL >

Figura 5.20 Query Bar Gauge

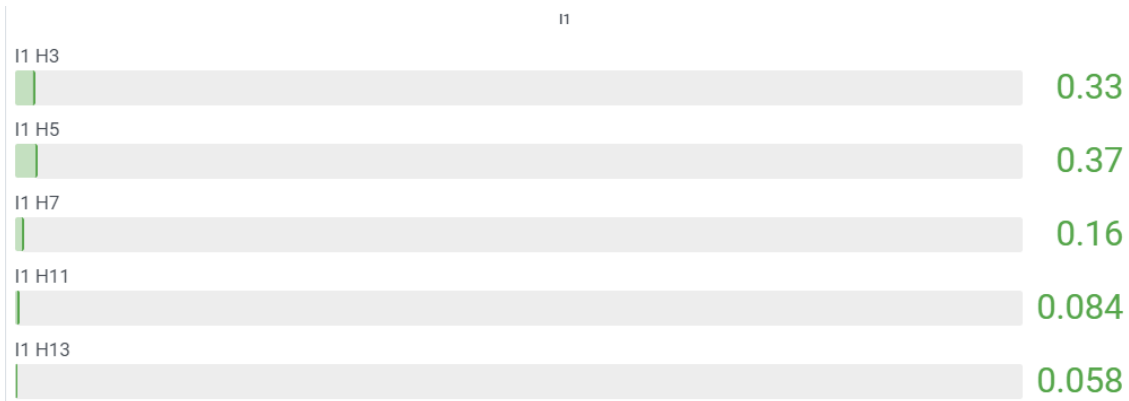


Figura 5.21 Bar Gauge harmònics

5.2.5. Creació de Text

El panell text dona la opció de programar literatura en Markdown o bé en HTML, per aquest motiu, no només és limita a la visualització de text sinó que permet també mostrar imatges i qualsevol recurs programable amb aquests dos llenguatges. No requereix de cap tipus de query per a ser usat, però si tenir cert domini de llenguatges de maquetació. L'apartat actual es centra en la maquetació amb HTML per a la inserció de text i imatges.

Inserir text:

La inserció de text es fa amb el següent format:

```
<span style="font-size:MidaLletra;color:#CodiRGBHexadecimal">Text</span>
```

Options

Mode

```
<span style="font-size:2em;color:#03A7E4">Harmònics de corrent</span>
```

Figura 5.22 Inserir text HTML



Figura 5.23 Text maquetat en HTML

Inserir imatges:

S'adjunten imatges amb la següent comanda:

```

```

```
Options
Mode: html

```

Figura 5.24 Exemple inserir imatge



Figura 5.25 Imatge maquetada en HTML

5.2.6. Creació de Clock

El panell *Clock* és un extra de *Graphana* el qual es pot descarregar gratuïtament cercant en la pàgina oficial en l'apartat *plugins*. Aquest roman guardat en la compta d'usuari i resta a disposició de l'usuari fins que s'indiqui el contrari. Com indica el nom, el panell en qüestió permet configurar un rellotge el qual avança en temps real en el *Dashboard*.

La seva configuració és senzilla, no requereix de *Query*, simplement d'introduir si es vol un rellotge o una compta enrere, el color o transparència del fons, la mida de lletra i el format d'aparició dels nombres.

Display

Mode: Time Countdown

Background Color:

Time Format

Clock Type: 24 Hour 12 Hour Custom

Font size:

Font weight: Normal Bold

Figura 5.26 Configuració de panell Clock

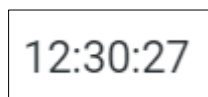


Figura 5.27 Exemple de panell Clock

5.3. Informes: Introducció a Power BI

Microsoft Power BI és una col·lecció de servidors de software, aplicacions i connectors que funcionen conjuntament per convertir orígens de dades relacionades entre si en informació coherent, interactiva i atractiva visualment. Tant si es tracta d'un senzill llibre de Microsoft Excel com una col·lecció emmagatzemada de dades locals o basades en el núvol, *Power BI* permet connectar fàcilment els orígens de dades, visualitzar-los o descobrir el més importat d'aquest i deixar constància.



Figura 5.28 Funcionament de Power BI

Power BI pot ser senzill i ràpid; capaç de crear informes amb bases de dades. D'altra banda, el software és estable i té una funcionalitat apta per empreses, preparada tan per modelat exhaustiu i anàlisis en temps real, com també en desenvolupament personalitzat. Per tant, pot convertir-se en una eina personal de creació d'informes i visualització al mateix temps que pot actuar com a motor d'anàlisis i de decisions el qual impulsi projectes i presa de decisions.

Parts de Power BI:

Power BI consta d'una aplicació d'escriptori denominada *Power BI Desktop*, una altre servei que permet compartir informes i projectes amb altres usuaris i finalment aplicacions mòbil.

Aquests tres elements estan pensat per treballar conjuntament per tal de crear, compartir i utilitzar informació empresarial. De tota manera, el projecte actual és centra en la creació d'un informe i exportació a pdf, acció que es pot realitzar simplement amb el *Power BI Desktop* el qual és completament gratuït.

5.4. Generació d'informe amb Power BI Desktop

La present subsecció explica les eines necessàries de *Power BI Desktop* per generar un informe igual al exposat en l'ANNEX 9: *Power BI Desktop*. L'explicació no es centra en explicar com fer l'informe sinó en donar les eines per generar un informe adaptat ala instal·lació estudiada.

A continuació es mostra una captura de pantalla del *Power BI Desktop* amb les diferents zones rellevants senyalitzades, facilitant així el lector la comprensió de les explicacions trobades en l'actual subsecció.

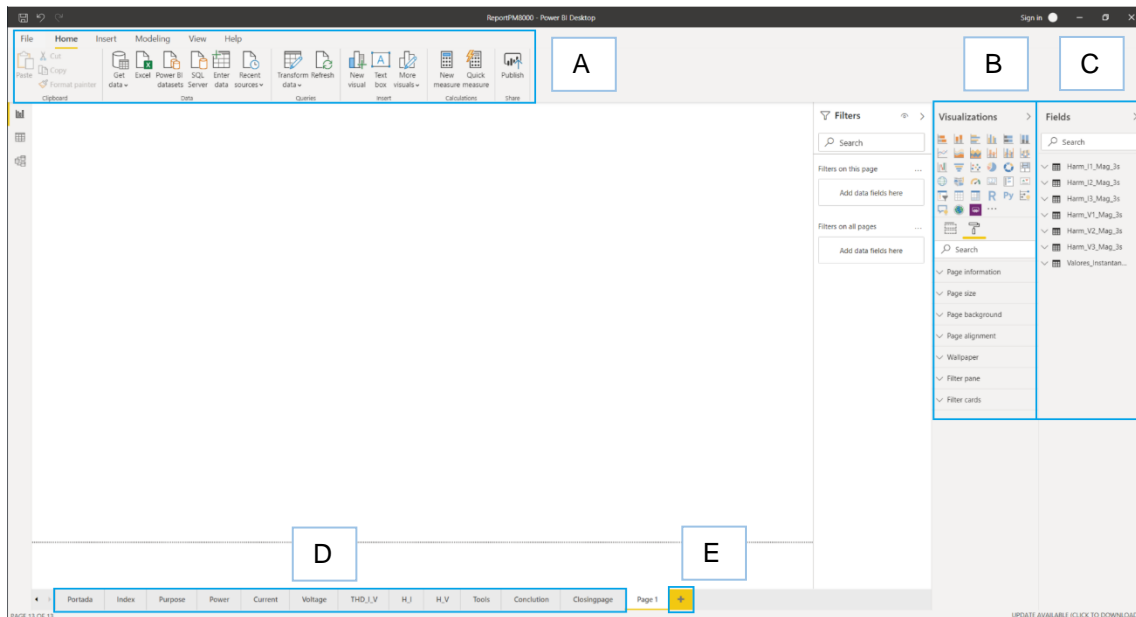


Figura 5.29 Pantalla principal de Power BI Desktop

Taula 5.1 Zones de Power BI Desktop

A	Barra de menú.
B	Selecció de visualització i menú de format.
C	Taules de dades disponibles.
D	Pàgines obertes.
E	Crear d'una nova pàgina.

5.4.1. Connexió amb base de dades

Enllaçar la base de dades desitjada amb el Power BI és el primer pas a realitzar per a poder tenir elements visuals en aquest. En la barra de menú en l'apartat *Home* es troba una opció que diu *Get data* la qual en pitjar mostra un llistat de totes les bases de dades compatibles amb Power BI. Es selecciona *Azure SQL Database* i es pitja *connect*.

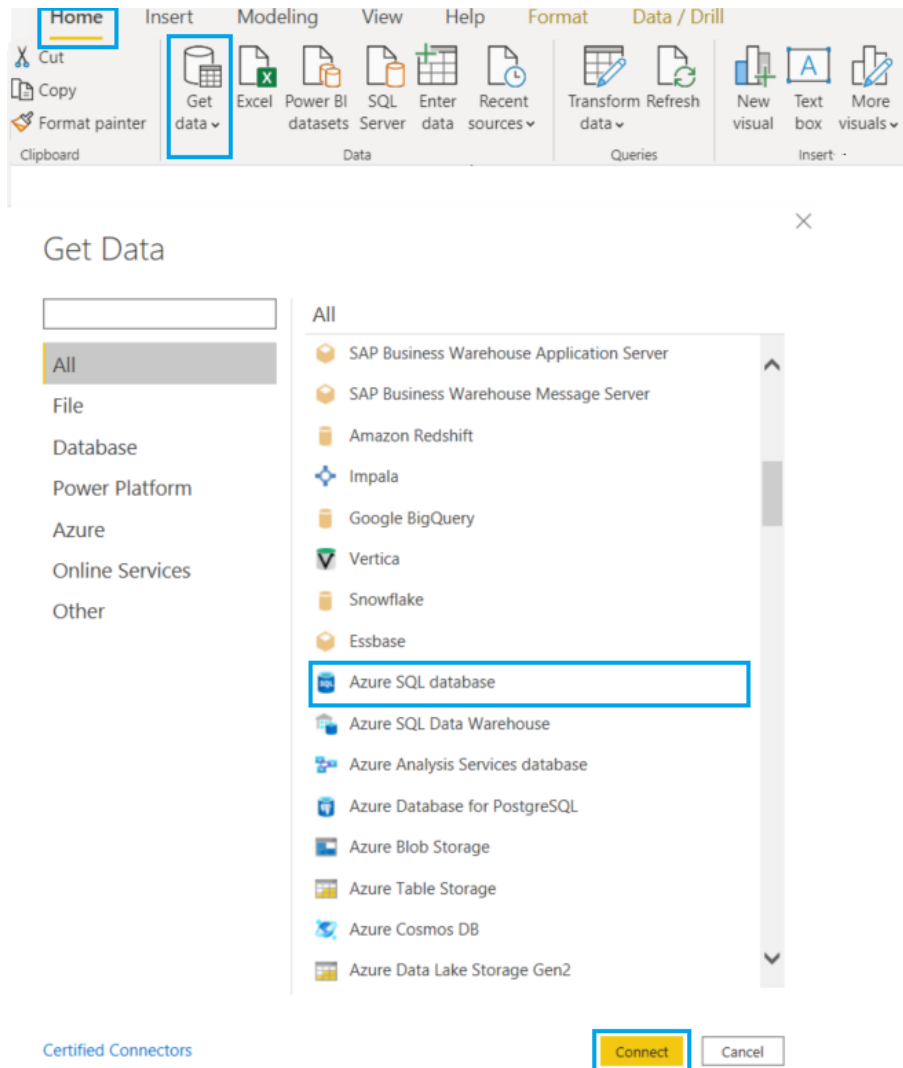


Figura 5.30 Selecció de connexió amb Azure SQL

En pitjar *connect* apareix una pantalla de configuració on és necessari omplir els camps de *Server*, *Database* i seleccionar *Import* a l'apartat de connectivitat. Els dos primers camps esmentats són els obtinguts en el capítol 3. *ESTRUCTURA EN EL NÚVOL: AZURE*, l'anomenat capítol també explica com crear una norma de Firewall, acció necessària en cas d'utilitzar el *Power BI* en un dispositiu no utilitzat anteriorment.

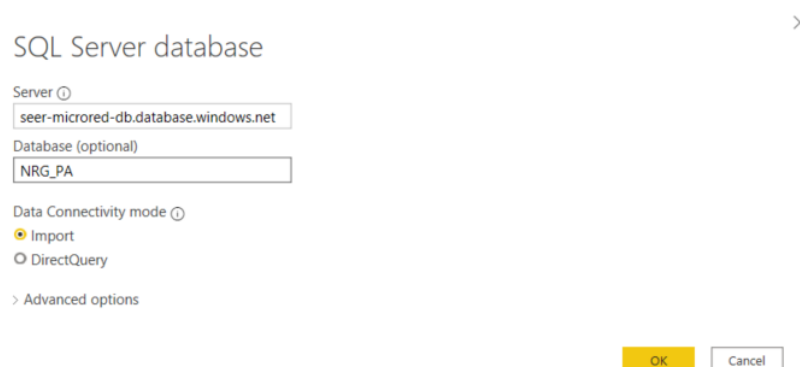


Figura 5.31 Enllaç amb base de dades

En connectar exitosament amb la base de dades apareixen les diverses taules de la base de dades. En cas de no requerir de totes, es pot acotar la connexió. En clicar una taula apareixen les dades contingudes en ella i el format d'aquestes, a més abans d'exportar les dades es poden programar transformacions. Les transformacions permeten realitzar operacions automàticament després de la descarregar, encara que no és necessari per aquest projecte, no és rellevant per l'actual projecte però si per temes comentats en 6. **RESULTATS I CONCLUSIONS**. Un cop preparades les dades es clica *Load* per a poder començar a treballar amb les dades exportades.

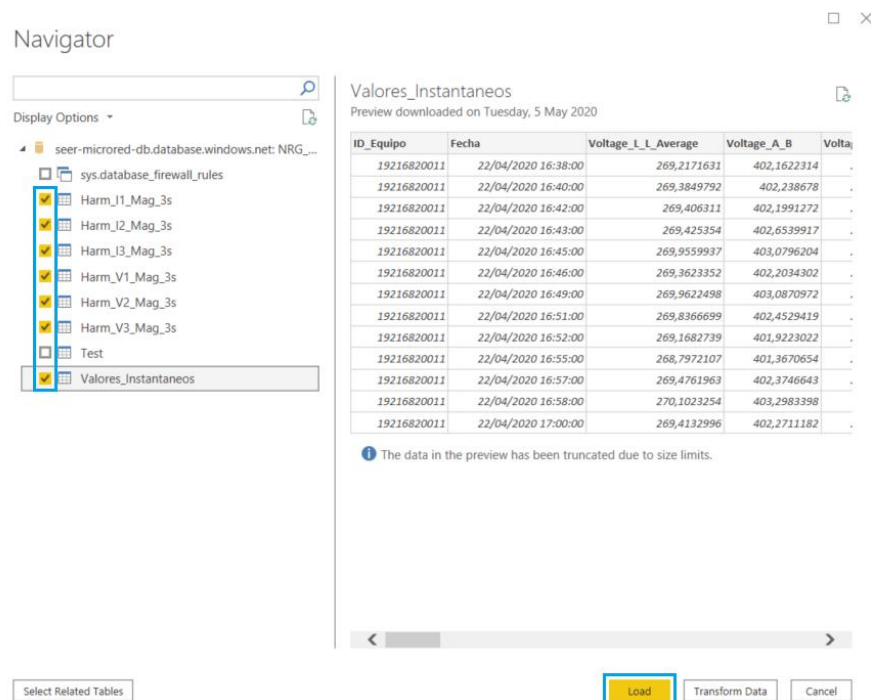


Figura 5.32 Selecció de dades de la base

5.4.2. Creació de panells delimitats per temps

El software de visualització *Power BI* consta de diversos elements per a visualitzar dades mostrejades per temps. Els panells emprats són molt similars en configuració, per tant es generalitza l'explicació i més endavant es mostren exemples de diferents tipus de panells.

Per inserta un panell es tan senzill com clicar una dada de la zona *Fields* en no tenir res seleccionat. En pitjar la dada s'inserirà un panell nou amb aquesta com a *value*, en l'apartat de *Visualization*. Els *values* poden representar mitjana, sumatori, mínim o màxim de l'interval de temps estudiat, simplement s'ha de clicar la fletxa apuntat a baix i escollir el tipus de dada idoni per la visualització a realitzar.

Per poder filtrar segons dates, s'ha de pitjar una dada tipus *Date i/o Time*. D'aquesta manera es podrà seleccionar un interval de temps concret pel panell. En cas de ser un panell tipus *Slicer*, només disposa d'entrada *Date*, on s'ha d'introduir una dada de tipus *Date* (dd/mm/aaaa).

Axis	
Date	▼ X
Year	X
Month	X
Day	X
Hour	▼ X
Minute	▼ X
Legend	
Add data fields here	
Values	
Active power	▼ X
Apparent power	▼ X
Reactive power	▼ X

Figura 5.33 Opcions de configuració temporals

Slicer: Només requereix d'introduir dada tipus *Date*, serveix per filtrar les dades segons la data, afecta a tota la pantalla actual o a tot el projecte segons decisió del usuari.

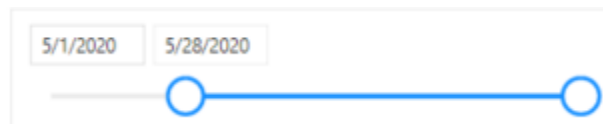


Figura 5.34 Exemple de Slicer

Graph: Visor de dades en format gràfic de línies.

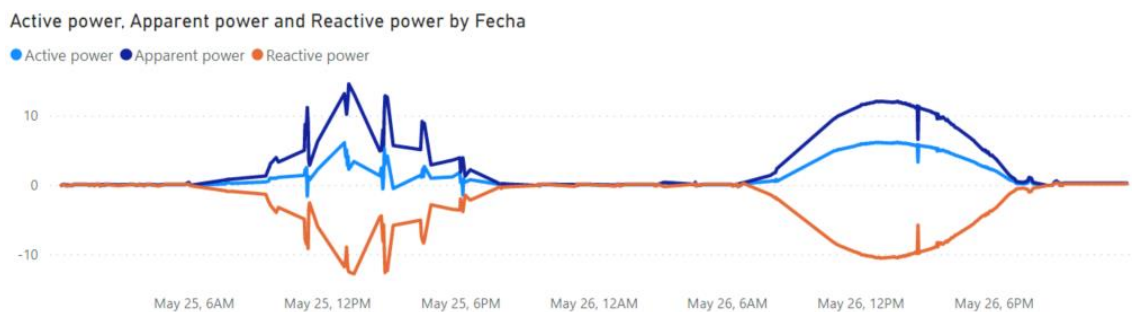


Figura 5.35 Exemple de Graph

Table: Panell que permet expressar valors en format taula, i mostrar màxims, mínims, mitjanes segons la jerarquia de dia, mes, any filtrada.

Average			
Year	Act	App	React
2020			
May			
25	0.87	3.26	-2.92
26	2.64	5.09	-4.22

Figura 5.36 Exemple de Table

5.4.3. Format de full i inserció d'imatges i text

El *Power BI Desktop* es fa servir generalment com a *Dashboard* dinàmic tot i així, també es pot fer servir per generar reports semiautomàtics, per aquest motiu és necessari la configuració de format vertical de fulla. L'informe es pot complementar amb la inserció de texts els quals poden ser emplenats amb un text per defecte o bé, amb text introduït per un expert un cop analitzades les dades. Com a detall, per a obtenir una millor presentació es poden afegir imatges descarregades simulant la portada o logotips, adaptant l'informe als estàndards de l'empresa.

Full en format vertical: En l'apartat de *Visualization* es selecciona el mode format i en *size page* es selecciona *Letter*.

Inserció d'imatges i text: En la barra de menú a l'apartat *Insert* es pot seleccionar inserir text i imatges entre d'altres. Les imatges han d'estar descarregades en l'ordinador per tal de poder ser llegides correctament pel programa.

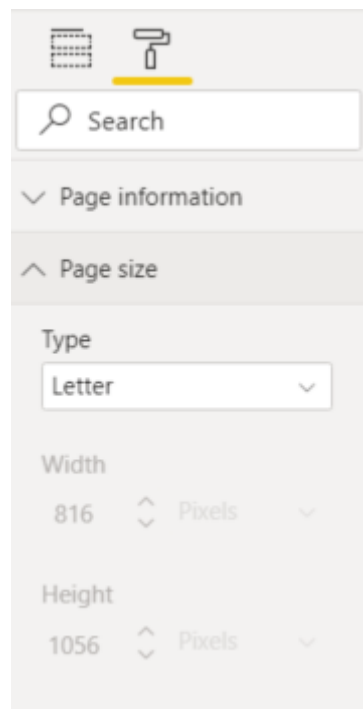


Figura 5.37 Format de pàgina vertical

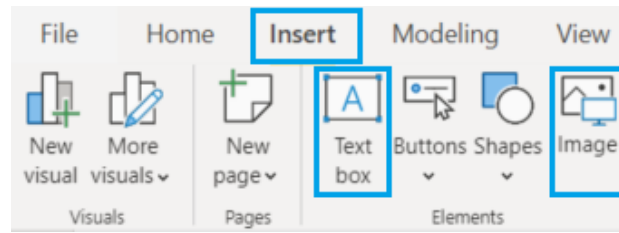


Figura 5.38 Inserció d'imatge i/o text

5.5. Coherència de lectures entre visualitzador i reports

La instal·lació actual consta d'un PA 8000 monitoritzant la generació de plaques fotovoltaïques, aquesta instal·lació és característica per la seva forma acampanada en corrents i potències, degut a posició del sol i el seu angle d'incidència sobre la placa. L'objectiu d'aquest apartat és assegurar la coherència de lectures entre *Grafana* i *Power BI Desktop*. A més, veure la ona acampanada també indica una correcta lectura i pujada de dades del dispositiu, verificant el correcte funcionament de l'algorisme plantejat en l'apartat 4. *RECOL·LECCIÓ DE DADES EN EL NÚVOL: Node-Red*. Òbviament, la forma d'ona descrita és en condicions de dia assolellat sense núvols, per tant, pot presentar perturbacions degut al clima.

Per fer la comprovació s'ha agafat l'interval 25 i 26 de Maig, d'aquesta manera es pot veure la qualitat d'ambdues gràfiques i comparar la resolució.

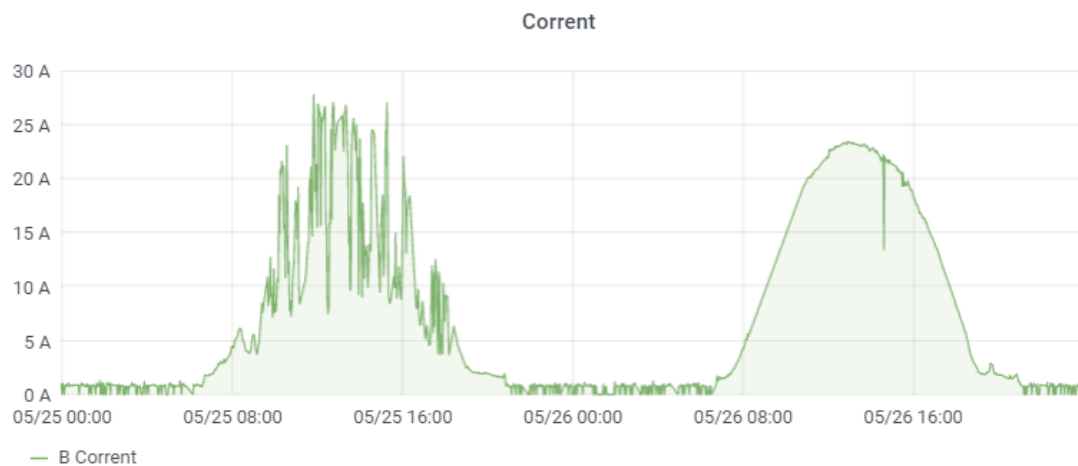


Figura 5.39 Corrent 25-26 Maig en Grafana

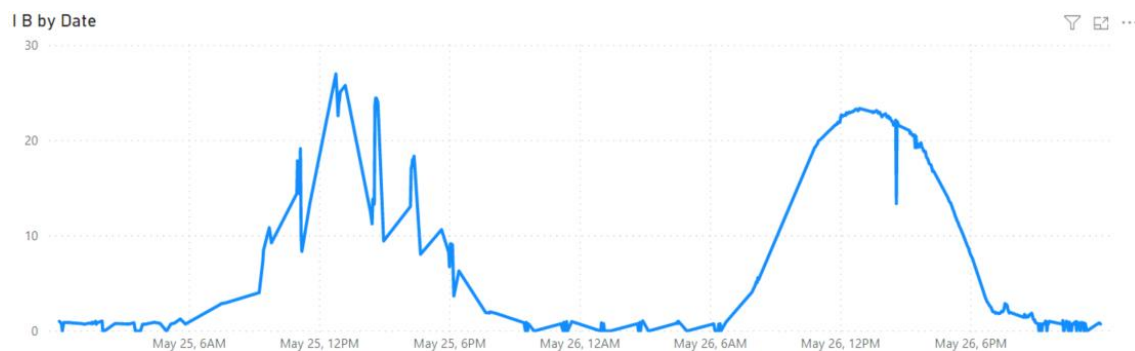


Figura 5.40 Corrent 25-26 Maig en Power BI Desktop

En observar les figures 5.33 i 5.34 es confirma la correcta lectura de dades degut a la forma d'ona acampanada visualitzada en ambdues gràfiques. A més, es confirma la decisió d'agafar *Power BI Desktop* com a generador de reports de grans intervals de temps, ja que disposa de menys resolució. Es veu clarament que les dues gràfiques corresponent, sobretot degut a la caiguda del dia 26 en aproximadament les 14:30 h.

6. RESULTATS I CONCLUSIONS

6.1. Resultats

L'objectiu principal d'aquest projecte ha estat complert amb èxit i ara es disposa d'un sistema de monitorització de micro-xarxes elèctriques de cost molt reduït i fet a mida del dispositiu de mesura. Diversos vídeos han estat realitzats, tant del producte final per exposició, com de petites mostres explicatives per l'aprenentatge. Els vídeos i documentació addicional es poden trobar en format digital pitjant l'enllaç [48] de la bibliografia.

Durant el projecte s'han realitzat els següents punts:

- La creació d'estructura de comunicacions tipus *AP-Client* amb possibilitat de connexió remota via VPN ha estat creada.
- L'estudi i construcció d'estructura IoT en el núvol per la recopilació i emmagatzematge de dades ha estat aconseguit.
- Les base de dades i màquina virtual en el núvol han estat configurades.
- Programació de codi capaç de recopilar i emmagatzemar les dades en el núvol ha estat creat mitjançant *Node-Red*.
- Visualitzacions mitjançant *Dashboards* amb *Grafana* han estat desenvolupades.
- S'han realitzat informes semi-automàtics amb *Power BI Desktop*.

6.2. Conclusions

Durant el desenvolupament del projecte s'han observat diferents problemes.

Els més significants han estat:

- La idea inicial del PME era poder provar la lectura de totes les variables que després es migrarien al núvol. Malauradament, el PME només compren els harmònics fins al 11 en el cas del *PM 8000*. Es va intentar programar amb el *designer*, però aquest no està dissenyat per ser programat en dispositiu fora la gamma ION i tot i consultar amb Schneider Electric, no es va arribar a cap solució per amb el PME mostrar fins l'harmònic 50. D'aquest fet es pot veure la utilitat del projecte, ja que ha permès realitzar accions que amb el Software PME no es contemplen i el usuari pot requerir.
- L'emmagatzematge al núvol mitjançant Node-Red inicialment es volia realitzar amb la llibreria *node-red-contrib-azure-sql*. Aquesta proposta no va ser viable degut a la incorrecte configuració de credencials del paquet. Davant el mal funcionament del paquet es van buscar alternatives, conclouent la necessitat d'emprar un paquet més genèric que englobes totes les bases de dades amb funcionament *Microsoft Server SQL*. Es pot concloure que davant les grans comunitats d'*Open Source* s'ha de ser crític, ja que *node-red.org* no s'encarrega de la validació ni manteniment de les llibreries pujades i aquesta responsabilitat recau en el propi creador.
- En realitzar gran número de lectures des de el núvol es van observar problemes de *timeout* de forma reiterada. Després de diverses proves es va arribar a la conclusió que el *modbus* no era capaç de gestionar tantes peticions en tan poc temps. Es va valorar la

necessitat de mostrejos veloços i es va arribar a la conclusió que en no disposar de mesures d'oscil·loscopi fora de PME, no hi havia dades amb temps crític de lectura. Es va resoldre el problema augmentant el temps de *timeout error*, donant d'aquesta manera més temps al *modbus* per a realitzar les peticions.

- En finalitzar el projecte es va decidir obrir connexió constant amb els dispositius de mesura per obtenir dades en abundància. Realitzada aquesta acció es va observar un trencament en el constant flux de dades en mantenir la connexió 4-5 dies seguits. Per cercar una solució es va contactar amb eXDCi Solutions, encarregats de preparar les llicències del *M2Me*. Estudiada el cas es va determinar que el *E-RAS-400-HG* no era el dispositiu òptim per aquest ús, el dispositiu està destinat a supervisió i connexions esporàdiques amb la xarxa i per establir una connexió constant com es desitjava es requeriria de dos dispositius, un a cada extrem. Aquesta estructura és impossible degut a la naturalesa del núvol. De tota manera el dispositiu no es incompatible amb la instal·lació però és necessari reiniciar el *M2Me* cada 4-5 dies per assegurar la correcta comunicació. En l'apartat 6.3. *Futurs treballs* es mostra una proposta de treball emprant un eMod on quedaria solucionat aquest problema.

6.3. Futurs treballs

L'objectiu del treball ha estat assolit en dissenyar i crear un sistema de monitorització amb la seva exportació al núvol. Les propostes de futurs treballs es basen en seguir el desenvolupament d'aquest i així, obtenir un sistema de monitorització intel·ligent de micro-xarxes elèctriques. Paral·lelament, la solució actual es pot millorar aconseguint màxima eficiència a mínim cost. Les propostes a treballs de futur són:

- Creació de models *Machine Learning* amb les dades recopilades. Aquests permetrien fer manteniment predictiu dels dispositius, es poden implementar diferents models en funció de la instal·lació.
- Utilitzar el mateix procediment de recopilació de dades amb dispositius de diferents marques i veure les seves prestacions davant aquest mètode.
- Estudiar la possibilitat d'utilitzar el dispositiu eMod, de la companyia Pick Data, per a crear el pont de connexió entre mesuradors i núvols. Aquest és un dispositiu modular el qual dona possibilitat de connexió VPN i us de *Node-Red* en un *embedded PC Linux*, estalviant la màquina virtual del núvol.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Olprod, "Tutorial: Conexión a una instancia de SQL Server y realización de consultas con SQL Server Management Studio (SSMS)," 13/03, 2018. <https://docs.microsoft.com/es-es/sql/ssms/tutorials/connect-query-sql-server?view=sql-server-ver15> (Consultat Feb. 17, 2020).
- [2] A. Silberchatz, H. F.Horth, and S.Sudarshan, *Database System Concepts*, vol. 27, no. 16. 2005.
- [3] K. Conklin, "¿Qué Es El Protocolo De Transferencia De Archivos (FTP)?," 24/09, 2018. <https://blog.ipswitch.com/es/qué-es-el-protocolo-de-transferencia-de-archivos-ftp> (Consultat Gen. 17, 2020).
- [4] Olprod and iamqinmu, "Límites de recursos para bases de datos únicas que usan el modelo de compra de DTU," 20/03, 2019. <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/sql-database/sql-database-dtu-resource-limits-single-databases> (Consultat Mar. 24, 2020).
- [5] I. Ramirez, "Máquinas virtuales: qué son, cómo funcionan y cómo utilizarlas," 25/07, 2020. <https://www.xataka.com/especiales/maquinas-virtuales-que-son-como-funcionan-y-como-utilizarlas> (Consultat Mar. 22, 2020).
- [6] O. Videos, "Intro to Node-RED: Part 1 Fundamentals," 1/10, 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=3AR432bguOY> (Consultat Gen 03, 2020).
- [7] S. Electric, "EcoStruxure™ Power Monitoring Expert 8.2." <https://www.se.com/es/es/product-range-presentation/62919-ecostruxure™-power-monitoring-expert-8.2/> (Consultat Gen. 20, 2020).
- [8] "Bobina de Rogowski," 15/07, 2016. https://es.wikipedia.org/wiki/Bobina_de_Rogowski (Consultat Gen. 24, 2020).
- [9] P. Instruments, "Transformadores de corriente." <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/transformadores-corriente.htm> (Consultat Gen. 24, 2020).
- [10] H. Arora, "Azure SQL database into power bi desktop," 4/04, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=yAKRXF1CQf0> (Consultat Apr. 20, 2020).
- [11] M. Azure, "Precios de máquinas virtuales Windows." <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/virtual-machines/windows/> (Consultat Abr. 10, 2020).
- [12] Olprod, "Creación de una capacidad de Power BI Embedded en Azure Portal," 05/02, 2019. <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/developer/embedded/azure-pbie-create-capacity>.
- [13] B. DeWoody, "How to format a Date in MM/dd/yyyy HH:mm:ss format in JavaScript?," 21/05, 2012. <https://stackoverflow.com/questions/10632346/how-to-format-a-date-in-mm-dd-yyyy-hhmmss-format-in-javascript> (Consultat Abr. 22, 2020).
- [14] S. Electric, "PM8000_Modbus_Map."
- [15] P. D. E. Seguridad, "Precauciones de seguridad 1.," no. December, pp. 1–12, 2000.
- [16] P. Solutions and G. Training, "EcoStruxure Power Monitoring Expert 2020 Launch Technical Training," 2020.
- [17] S. Workbook, "Power Monitoring Expert 8 . 2 Customization and Integration," 2017.

- [18] P. Deployment and S. Workbook, "Power Monitoring Expert 8 . 2," 2017.
- [19] M. Azure, "¿Qué es Azure?" <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/welcome-to-azure/2-what-is-azure> (Consultat Abr. 25, 2020).
- [20] M. Azure, "Tutorial: Inserción de informes paginados de Power BI en una aplicación para los clientes (versión preliminar)." <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/developer/embedded/embed-paginated-reports-customers> (Consultat Mar. 24, 2020).
- [21] M. Azure, "Creación y uso de informes de análisis con Power BI." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/paths/create-use-analytics-reports-power-bi/?source=learn> (Consultat Abr. 25, 2020).
- [22] M. Azure, "Introducción a la compilación con Power BI." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/get-started-with-power-bi/>.
- [23] M. Azure, "Obtención de datos con Power BI Desktop." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/get-data-power-bi/> (Consultat Abr. 25, 2020).
- [24] M. Azure, "Modelado de datos en Power BI." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/model-data-power-bi/>.
- [25] M. Azure, "Uso de objetos visuales en Power BI." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/visuals-in-power-bi/>.
- [26] M. Azure, "Consumo de datos con Power BI." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/paths/consume-data-with-power-bi/> (Consultat Abr. 30, 2020).
- [27] M. Azure, "Introducción a Azure IoT Hub." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/introduction-to-iot-hub/> (Consultat Abr. 30, 2020).
- [28] M. Azure, "Introducción a Azure Virtual Machines." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/intro-to-azure-virtual-machines/> (Consultat Maig 10, 2020).
- [29] M. Azure, "Implementación de un sitio web con máquinas virtuales de Azure." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/paths/deploy-a-website-with-azure-virtual-machines/> (Consultat Maig 10, 2020).
- [30] M. Azure, "Creación de una máquina virtual Windows en Azure." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/create-windows-virtual-machine-in-azure/> (Consultat Maig 12, 2020).
- [31] M. Azure, "Uso de datos relacionales en Azure." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/paths/work-with-relational-data-in-azure/> (Consultat Maig 05, 2020).
- [32] M. Azure, "Aprovisionamiento de una instancia de Azure SQL Database para almacenar datos de aplicación." <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/provision-azure-sql-db/> (Consultat May 05, 2020).
- [33] "SQL - INSERT Query." <https://www.tutorialspoint.com/sql/sql-insert-query.htm> (Consultat May 05, 2020).
- [34] Node-Red, "Creating your first flow." <https://nodered.org/docs/tutorials/first-flow> (Consultat Mar. 15, 2020).
- [35] Redant, "node-red-contrib-mssql." <https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-mssql> (Consultat Mar. 20, 2020).

- [36] Biancode, “node-red-contrib-modbus.” <https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-modbus> (Consultat Mar. 20, 2020).
- [37] Etic Telecom, “M2Me: Machine remote maintenance.” <https://www.etictelecom.com/en/machine-remote-maintenance/> (Consultat Feb. 12, 2020).
- [38] TP Link, “Router inalámbrico Nano N 300Mbps.” <https://www.tp-link.com/es/home-networking/wifi-router/tl-wr802n/> (Consultat Feb. 15, 2020).
- [39] Hirschmann, “Hirschmann Industrial Ethernet Product Overview.” https://hirschmann.com/en/Hirschmann_Produkte/Industrial_Ethernet/index.phtml (Consultat Feb. 16, 2020).
- [40] S. Electric, “PowerLogic PM8000 series.” <https://www.se.com/es/es/product-range/62252-powerlogic-pm8000-series/> (Consultat Feb. 15, 2020).
- [41] Redes telemáticas, “Modos de funcionamiento de las redes Wi-Fi.” <http://redestelematicas.com/modos-de-funcionamiento-de-las-redes-wi-fi/> (Consultat Feb. 16, 2020).
- [42] Node-Red, “Getting started with Node-Red” <https://nodered.org/docs/getting-started/local> (Consultat Mar. 15, 2020).
- [43] Microsoft, “Download Microsoft framework .Net 3.5SP1 or other versions” <https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/net35-sp1> (Consultat Feb. 15, 2020).
- [44] Etic Telecom, “M2M2 version 171 in english ” https://www.etictelecom.com/wp-content/uploads/2019/03/m2me_v171_en.zip (Consultat Feb. 15, 2020).
- [45] Microsoft, “Logotip Azure SQL” https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.abd.es%2F2019%2F09%2Fbusiness-central-y-azure-sql-database%2F&psig=AOvVaw1XA_DYVJWiJDgkkmMN_Jc&ust=1589733733715000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNCy (Consultat Feb. 15, 2020).
- [46] Microsoft, “Logotip Azure” <https://blogs.itpro.es/esanrufo/files/2019/02/Azure.jpghttps://blogs.itpro.es/esanrufo/files/2019/02/Azure.jpg> (Consultat Feb. 15, 2020).
- [47] Node-Red, “Logotip Node-Red” <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.unipi.technology%2Fnews%2Fnode-red-66&psig=AOvVaw1rBK-ZkKXbAIBLUCJiqty&ust=1589881751897000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCPIKn5qRvekCFQAAAAAdAAAAABAN> (Consultat Feb. 15, 2020).
- [48] Oriol Hinojo, “PFG-320GREEIA- Disseny d'un sistema de monitorització intel·ligent d'una micro-xarxa elèctrica” <https://drive.google.com/drive/folders/1T68HkX6cUOOCaUQZEr96KiY7-Pf9KqBR?usp=sharing> (Consultat Jun. 21, 2020).