

Aplicació del IoT mitjançant l'estudi i aplicació de plataformes de mercat

Joan Comellas Cabeza
E.T. Telecomunicacions Telemàtica

Consultor: Antoni Morell Pérez

Lliurament: 11 de Gener de 2015

Resum

L'objectiu d'aquest treball és definir el cas d'ús d'una aplicació real mitjançant les plataformes i tecnologies existents de la Internet de les coses i dur-lo a terme.

El cas d'ús que s'ha triat és la seguretat alimentària en establiments que tracten o subministren certs tipus d'aliments per tal d'acomplir la normativa vigent. Alhora, es vol donar un ús més extens al mateix cas, fent servir la mateixa tecnologia de plataforma de IoT i sensòrica per donar solució a altres problemàtiques d'aquests establiments com controlar els consums i rebre alarmes en temps real en cas que hi hagi o hi pugui haver un problema, ja sigui de seguretat alimentària, de pèrdua d'estocs d'aliments (ex. nevera avariada), alertes de consums excessius o consums innecessaris. En resum, es tracta d'aplicar la tecnologia de la IoT a un establiment d'aliments per donar solució a un conjunt de problemàtiques comuns en gairebé tots ells.

Per resoldre el cas d'ús es farà un anàlisi de diferents plataformes que hi ha al mercat de la IoT i se'n triarà una que permeti resoldre'l. Es cercaran els sensors i altres elements hardware necessaris per tal de poder connectar-los a la plataforma, s'analitzarà el funcionament de la plataforma seleccionada més en detall i es connectaran tots els elements per tal de donar solució al cas d'ús triat.

Cal connectar els elements necessaris per monitoritzar els consums d'energia, aigua i gas com a fonts comuns de consum amb possibilitat de ser optimitzades per tal de controlar-les. Els sensors de temperatura i humitat es connectaran per a monitoritzar especialment el que marca la normativa de seguretat alimentària pel que fa a les temperatures de conservació i els seus marges de tolerància.

L'objectiu principal de mesurar tots aquests paràmetres és poder extreure històrics que posteriorment puguin ser analitzats i controlats, tant per l'administrador del centre com per l'inspector de sanitat, que, periòdicament, pugui fer inspeccions dels registres de temperatures de conservació dels aliments. Així mateix, ha de permetre l'enviament d'alarmes en temps real d'aquells paràmetres que se surtin dels llindars establerts com a normals amb la finalitat de poder prendre les mesures adients de manera immediata.

Índex

1	Introducció	1
1.1	Justificació	1
1.2	Descripció del projecte.....	1
1.3	Objectius.....	2
1.4	Planificació del projecte	2
1.4.1	Planificació inicial.....	3
1.4.2	Planificació final	5
1.4.3	Justificació canvis	7
1.5	Recursos emprats.....	7
1.5.1	Hardware	7
1.5.2	Software	7
2	Antecedents.....	8
2.1	A qui s'adreça la solució?	8
2.2	Normativa d'aliments	8
2.3	Altres problemàtiques dels mateixos establiments.....	9
3	Estudi comparatiu de plataformes de la IoT	11
3.1	Plataformes a estudi	11
3.2	Comparativa característiques	12
3.3	Plataforma triada	15
4	Descripció de la solució	17
4.1	Detall de la solució.....	17
4.1.1	Punts de mesura.....	17
4.1.2	Monitorització.....	18
4.2	Plataforma	19
4.2.1	Descripció bàsica de la plataforma	19
4.2.2	Connexió de dispositius	22

4.2.3	Creació de serveis de lectura.....	25
4.2.4	Tractament i monitorització de les dades	28
4.3	Hardware (Sensors, passarel·la i Gateway)	31
4.3.1	Gateway	32
4.3.2	Equip mesura elèctrica	34
4.3.3	Sensors temperatura i humitat	35
4.3.4	Sensor comptatge impulsos.....	36
4.3.5	Passarel·la Zigbee a RS-485	37
4.4	Implementació	38
4.4.1	Connexió dels dispositius	38
4.4.2	Configuració de l'aplicació	45
4.5	Resultats.....	54
4.6	Valoració econòmica.....	55
4.7	Amortització	56
5	Conclusions i autoavaluació.....	58
6	Glossari	59
7	Bibliografia.....	60
8	Annexos.....	i

1 Introducció

El que s'anomena Internet de les coses o Internet of Things és un terme que s'ha posat força de moda i ve a descriure un entorn ple de dispositius que de forma autònoma es comuniquen a través d'Internet mitjançant múltiples sistemes de comunicació per tal d'enviar o rebre dades.

Si bé el terme IoT en si és molt genèric i pot englobar solucions molt diferents per sectors i mercats totalment distants, aquí s'ha volgut triar un cas d'ús en el que realment pugui aportar molt aquest tipus de solucions i fer-ne una implementació real amb solucions de mercat per tal de demostrar-ne la viabilitat.

S'ha buscat un cas d'ús que es basa en el control i traçabilitat del fred en l'emmagatzematge i manipulació dels aliments en entorns específics com puguin ser petits establiments i comerços.

1.1 Justificació

El cas d'ús triat ha estat el controlar algo que està regulat per normativa, que és de un sector molt gran i ampli i que actualment es fa amb sistemes molt rudimentaris, poc eficients i fàcils de falsejar.

Normalment els grans comerços, cadenes de distribució, grans empreses de processat i tractament de aliments, centres comercials, etc. són centres que disposen de recursos suficients com per disposar de sistemes complexos i cars per a fer un control complet del fred en els aliments. Per altre banda, els petits comerços tenen que acomplir les mateixes normatives però no disposen dels recursos i les eines per poder fer un correcte control.

Així doncs amb aquest cas d'ús es vol donar solució al control que demana la normativa però especialment enfocat a aquests petits comerços. Tanmateix, aprofitant la mateixa infraestructura que s'hi té que muntar, es vol donar solució a un parell de problemàtiques més a les que s'enfronten aquests comerços com és l'estalvi i control energètic entre d'altres.

1.2 Descripció del projecte

El projecte es divideix en diverses etapes que contemplen el fer un breu estudi comparatiu de algunes plataformes de mercat del IoT, fer un anàlisi del que es demana en les normatives de temperatures de control d'aliments i muntar aplicació real amb sensors de mercat i una plataforma de mercat que permeti registrar les dades que es necessiten per a aquest control d'aliments segons normativa.

Tanmateix es pretén ampliar el cas d'ús no només donant cabuda al que demana la normativa de salut respecte el control de temperatura dels aliments sinó també utilitzar la mateixa plataforma per realitzar un control de consums energètics i d'aigua de la pròpia instal·lació de cara a poder implementar canvis per aconseguir estalvis energètics i aprofitar

tota aquesta solució per realitzar un control no només del que demana la normativa sinó del funcionament de la instal·lació per evitar pèrdues de material que pugui estar emmagatzemat en cas de que s'averiï una nevera, marxi la corrent o qualsevol altre cosa que pugui afectar al correcte funcionament de la instal·lació.

1.3 Objectius

- Fer una comparativa dels principals paràmetres de 3 plataformes del IoT de mercat enfocades a un entorn apte per el cas d'ús triat
- Definir un cas d'ús d'aplicació en una plataforma del IoT
- Cercar els equips per muntar el cas d'ús
- Triar una plataforma i muntar un cas d'ús en el que aconseguim els següents objectius:
 - o Disposar de les mesures històriques i en temps real de la temperatura en diferents cambres frigorífiques en períodes de màxim 15 minuts
 - o Disposar de la temperatura i humitat històrics i en temps real de la zona de processat d'aliments en períodes de màxim 15 minuts
 - o Monitoritzar i tenir un registre històric de consum energètic trifàsic horari
 - o Monitoritzar i tenir un registre històric de la màxima demanda de potència de la instal·lació en un període màxim de 15 minuts
 - o Registrar els consums de aigua i gas de la instal·lació per obtenir el cost dels diferents subministres
 - o Disposar de un sistema d'alarmes en temps real que permeti avisar si se sobrepassa algun dels límits que estableix la normativa d'aliments
 - o Disposar de un sistema d'alarmes que permeti avisar si hi ha risc de que els productes emmagatzemats es puguin fer malbé

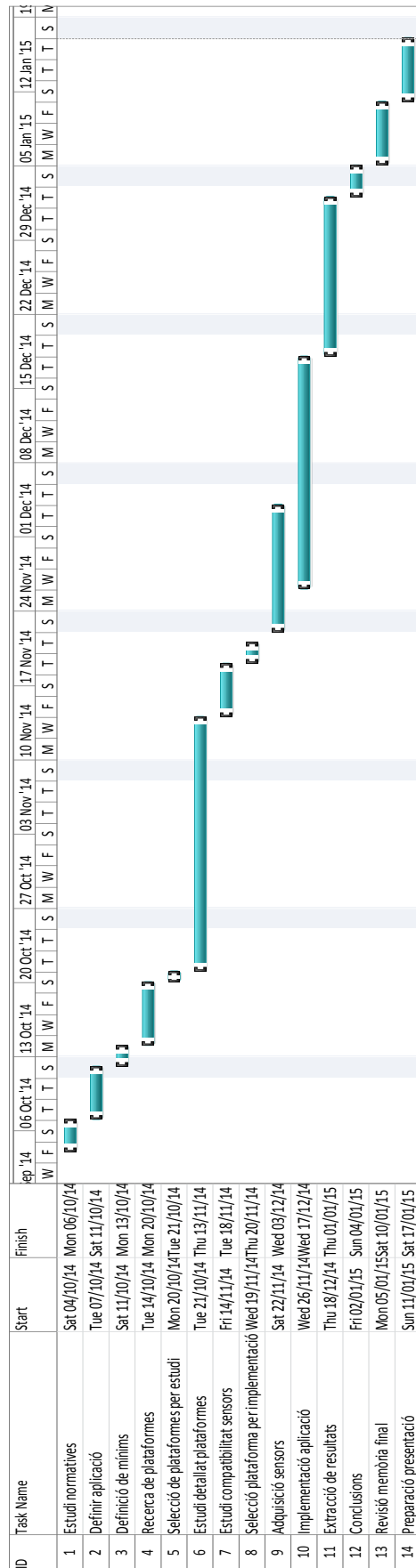
1.4 Planificació del projecte

Un cop iniciat el projecte s'ha vist que per a complir els plaços i tenir un bon resultat en la implementació era necessari canviar l'ordre i alguns punts de la planificació inicial.

Com es va creure que la implementació tècnica era més important que no pas l'estudi el que s'ha fet ha estat fer una cerca molt bàsica de les plataformes i començar per la implementació, deixant l'estudi de plataformes de mercat per el final.

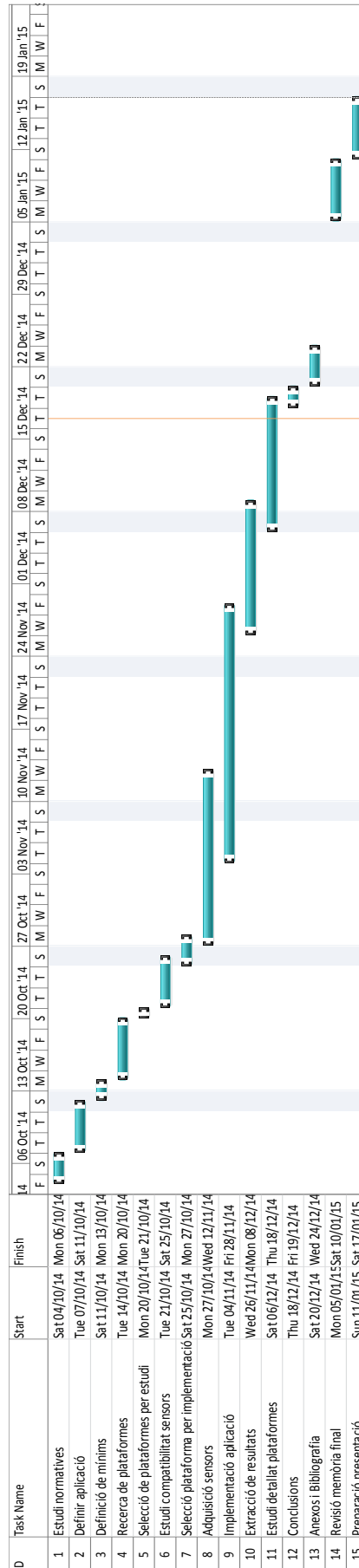
1.4.1 Planificació inicial

- 1- Cerca i estudi de la normativa dels comerços d'alimentació sobre el registre de temperatures en els obradors i zones de emmagatzematge de aliments
- 2- Definició detallada de la aplicació que es vol muntar, paràmetres de mesura, lliminars de les alarmes, mètodes de mesura, tipus de dades a registrar, tipus genèrics de sensors que es necessitaran, etc.
- 3- Definició de funcionalitats mínimes que es requerirà que tingui la aplicació
- 4- Cerca de plataformes software del IoT disponibles
- 5- Tria de 3 o més d'aquestes plataformes que sembli que poden ser vàlides per a la aplicació a implementar
- 6- Estudi detallat i comparatiu de les plataformes triades
- 7- Estudi bàsic de elements de hardware disponibles i accessibilitat a aquests que puc tenir de cara a fer una implementació real amb cadascuna d'aquestes plataformes de software
- 8- Selecció de una plataforma amb la que em sigui possible implementar la aplicació desitjada
- 9- Selecció i adquisició dels sensors necessaris per a implementar la aplicació
- 10- Implementació
- 11- Extracció de resultats
- 12- Conclusions



1.4.2 Planificació final

- 1- Cerca i estudi de la normativa dels comerços d'alimentació sobre el registre de temperatures en els obradors i zones de emmagatzematge de aliments
- 2- Definició detallada de la aplicació que es vol muntar, paràmetres de mesura, lliminars de les alarmes, mètodes de mesura, tipus de dades a registrar, tipus genèrics de sensors que es necessitaran, etc.
- 3- Definició de funcionalitats mínimes que es requerirà que tingui la aplicació
- 4- Cerca de plataformes software del IoT disponibles
- 5- Tria de 3 o més d'aquestes plataformes que sembli que poden ser vàlides per a la aplicació a implementar
- 6- Estudi bàsic de elements de hardware disponibles i accessibilitat a aquests que puc tenir de cara a fer una implementació real amb cadascuna d'aquestes plataformes de software
- 7- Selecció de una plataforma amb la que em sigui possible implementar la aplicació desitjada
- 8- Selecció i adquisició dels sensors necessaris per a implementar la aplicació
- 9- Implementació
- 10- Extracció de resultats
- 11- Estudi detallat i comparatiu de les plataformes triades
- 12- Conclusions
- 13- Annexos i bibliografia
- 14- Revisió memòria final
- 15- Preparació presentació



1.4.3 Justificació canvis

Bàsicament el que s'ha canviat és el punt on es demanava l'estudi comparatiu de plataformes de mercat, s'ha passat dels principi del projecte al final, això ha estat degut a que es donava molta més importància al desenvolupament de la part tècnica de implementació de la solució que no pas a l'estudi comparatiu de plataformes de mercat, tanmateix també era molt important el fer la implementació tècnica al principi ja que la plataforma com més dades te més interessant és la informació que ens dona i interessava doncs el tenir el fer la implementació lo abans possible per tenir el màxim de dades històriques, la resta del treball s'ha deixat en el mateix ordre que estava definit inicialment.

1.5 Recursos emprats

En propers apartats es descriuran més detalladament els elements de hardware utilitzats, aquí únicament es dona una referència dels diferents elements (Marca i ús)

1.5.1 Hardware

- Gateway de comunicacions de l'empresa Pick Data que comunica els sensors de qualsevol fabricant amb la plataforma IoT de Pick Data.
- Analitzador de xarxes elèctriques trifàsic de la empresa Circutor que monitoritza diversos paràmetres elèctrics i els pot enviar mitjançant protocol Modbus-RTU.
- Sensors sense fils Zigbee de temperatura i humitat de la empresa 4-Noks per mesurar aquests paràmetres de les diferents zones de la instal·lació
- Equip de comptatge de polsos sense fils Zigbee de la mateixa empresa 4-Noks per recollir els consums del comptador de aigua i de gas
- Passarel·la Zigbee a RS-485 Modbus-RTU de la empresa 4-Noks que permet fer de pont entre tots els sensors Zigbee de la instal·lació i el bus RS-485 al que connectem la resta d'elements

1.5.2 Software

Plataforma IoT de la empresa Pick Data que permet recollir, emmagatzemar, tractar i monitoritzar dades i alarmes de sensors i dispositius remots de diferents fabricants.

2 Antecedents

2.1 A qui s'adreça la solució?

La manipulació, transport i conservació dels aliments es regeix per unes normatives Europees estrictes que fixen, entre d'altres coses, els rangs de temperatures per a cada tipus d'aliment i procés; a tall d'exemple, els límits de temperatura necessaris per a la manipulació d'un producte làctic i per a la manipulació d'un producte càrnic són diferents, fins i tot, ho poden ser si es tracta d'un tipus de carn o altre.

Aquesta solució va especialment dirigida a petits i mitjans establiments que processin i/o conservin aliments subjectes a la normativa europea d'higiene en els aliments.

Les grans cadenes o factories de processat i conservació d'aliments solen tenir personal i eines específiques dedicades a realitzar aquest control, en molts casos sistemes cars tant en lo que es refereix al equipament com al software, d'altre banda però els establiments més petits i amb menys recursos estan subjectes a les mateixes normatives però no poden disposar dels mateixos recursos per aplicar-les. En aquest cas el que es busca és una solució senzilla i de baix cost per aquests establiments de mida petita i mitjana per al control de la normativa i al mateix temps per donar-hi més valor, per a la realització del control de consums i alarmes, econòmicament parlant el que es busca és que l'estalvi que la eina proporcionï sigui igual o superior al cost de la mateixa.

2.2 Normativa d'aliments

La normativa alimentària inclou diversos punts de control, molts dels quals no son objecte d'aquest treball, aspectes com el control dels productes de neteja, qualitat de l'aigua i estris de treball entre d'altres no es pretenen controlar en aquest cas d'ús. Un dels aspectes que si demana la normativa i es vol gestionar en aquesta aplicació és el control de temperatures en els establiments alimentaris, ja sigui en la conservació dels aliments o en el tractament dels mateixos.

La normativa que podem trobar a la web de l'agència catalana de seguretat alimentària (<http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2963/doc3747.html>), fixa uns punts específics a controlar en quant a temperatures per a cadascun dels processos dels aliments, especialment però no de forma exclusiva per als d'origen animal.

Bàsicament el que fixa la normativa son els rangs de temperatures que podem tenir en les zones destinades a cada tipus de procés. El que demana és que per a cadascuna d'aquestes zones, es mantingui un control periòdic de les temperatures, per tal d'assegurar que s'està dins dels límits marcats per la mateixa normativa.

Dins d'aquest pla de control que podem trobar detallat en la web esmentada anteriorment es demana mantenir un registre de quins aparells o softwares fem servir per a prendre les mesures, com es revisa de que estiguin funcionant correctament, quina és la persona responsable de fer aquestes comprovacions, dades de l'establiment, registre de cambres,

locals o zones que formin part del procés i finalment un registre periòdic de les temperatures dins de cadascuna d'aquestes zones especificades.

La normativa contempla també que hi pugui haver incidències, és a dir que per un motiu justificat o no s'hagin sobrepassat els límits establerts, en aquest cas es te que detectar amb certa precisió quan i on es va produir la incidència i aplicar les corresponents accions correctores, sempre amb l'objectiu de minimitzar el risc alimentari.

2.3 Altres problemàtiques dels mateixos establiments

Tal com s'esmentava en apartat anteriors, els grans centres de tractament, conservació i distribució d'aliments solen tenir importants eines de control, softwares scada i personal dedicat per controlar fins l'últim detall dels seus processos, en petits establiments però la carència d'aquestes eines fa que certes coses no es puguin controlar o si es fa es faci de manera molt rudimentària i poc òptima que implica sobre costos o ineficàcies.

A banda del control de temperatures que s'ha comentat anteriorment, s'ha detectat la necessitat de controlar un conjunt de elements crítics que fàcilment podríem gestionar amb el mateix sistema proposat, simplement amb la inclusió de alguns elements sensors més i una mica de parametrització. El afegir aquests altres elements de mesura, donen a l'aplicació un valor molt més elevat i fan que rendibilitzar la inversió sigui una tasca molt més senzilla.

Dins d'aquest cas d'ús, a banda del control de temperatures, es donarà solució a dues problemàtiques més que tenen els mateixos establiments:

- 1- *Control de consums:* Aquí el que es buscarà és monitoritzar els consums d'aigua, gas i electricitat de l'establiment, en els casos que sigui aplicable, per tal de detectar possibles consums excessius, consums innecessaris, defectes en les instal·lacions com ara fuites d'aigua, fuites de gas, màquines avariades que consumeixin més electricitat del compte, o simplement detectar punts de millora com per exemple desplaçar certs consums energètics en horaris en els que l'energia sigui més econòmica.

En aquest punt es pretén doncs monitoritzar amb una certa periodicitat cadascun d'aquests consums, mantenir-ne un històric i poder-hi determinar alarmes de control que ens avisin de funcionaments anormals per tal d'alliberar a l'usuari del sistema de la tasca de tenir que estar constantment consultant i interpretant els resultats obtinguts per detectar deficiències en la instal·lació.

- 2- *Alarmes incidències greus:* Existeix un conjunt de establiments, als quals adrecem aquesta solució, els quals disposen de cambres frigorífiques per emmagatzemar els aliments, aquestes cambres frigorífiques en ocasions emmagatzemen molt de menjar, que equival a diners, si una d'aquestes cambres frigorífiques ja sigui per avaria, falta de subministrament elèctric, error humà o qualsevol altre motiu deixa de mantenir la temperatura al nivell desitjat durant un cert període de temps, tot el que aquesta conté es te que llençar, la càmera es te que netejar, i en ocasions es deixa de poder donar servei als clients durant dies, és per tant un element crític a ser

controlat. En ocasions fins i tot quan l'establiment tanca per vacances es te que assegurar de buidar i apagar aquestes cambres ja que no pot deixar-les sense control molt de temps, amb lo que això comporta en pèrdua de material o de no poder donar un bon servei als clients per falta de estocs durant els dies previs a les vacances.

En aquest cas es vol donar solució a aquesta problemàtica, informant al usuari via alarmes en temps real de incidències en aquest aspecte, és a dir que l'usuari sigui allà on sigui del mon pugui assabentar-se de que hi ha una incidència en la seva cambra frigorífica i quin és el problema, si és que la temperatura està pujant més del compte o si és que hi ha hagut un problema en el subministrament elèctric per tal de poder prendre una acció immediata. En aquest cas la immediatesa és el aspecte clau.

3 Estudi comparatiu de plataformes de la IoT

3.1 Plataformes a estudi

El últims anys han aparegut al mercat un gran nombre de plataformes del que anomenem Internet of Things, moltes d'aquestes plataformes tenen forces similituds entre si, tot i així també n'hi ha d'altres que poden no tenir res a veure les unes amb les altres, poden anar dirigides a mercats completament diferents. La Internet de les Coses és un terme molt genèric al que se li poden atribuir molts tipus d'aplicacions diferents de infinitat de sectors.

De cara a fer una mica d'estudi comparatiu de plataformes de la Internet de les Coses el que s'ha mirat és de fer selecció de plataformes que siguin una mica genèriques i no dirigides al mercat domèstic, que puguin valer per aplicacions de diferents tipus. Fent una cerca de plataformes del internet de les Coses, es troben moltes que estan destinades a sectors molt específics, per exemple es troben moltes del sector energètic, algunes del sector de l'aigua, algunes de específiques per temes de traking de vehicles, algunes per maquines de vending, i un llarg etcètera.

De la llarga llista de plataformes que s'han localitzat, s'ha fet un primer cop d'ull a algunes que per un motiu o altre cridaven la atenció, algunes d'elles molt grans porten molts i molts anys en el mon del M2M i han anat canviant la seva nomenclatura de M2M a IoT, sofisticant i actualitzant també les seves solucions.

De les desenes de plataformes que s'han trobat, s'ha fet una primera tria de unes quantes que son genèriques i que podrien valer per fer una aplicació de un cas d'ús com el que es tracta en aquest projecte.

De la primera selecció de plataformes n'han sorgit aquestes 7 si be n'hi havia moltes més també força interessants cadascuna amb els seus punts forts i els seus punts dèbils:

AXEDA: Plataforma del IoT molt potent, possiblement de les més grans a nivell mundial amb un gran nombre de clients, instal·lacions i funcionalitats. www.axeda.com

Seecontrol: Plataforma força orientada a muntar projectes específics, força orientada al sector industrial, s'han fet algunes aplicacions interessants amb aquesta plataforma, la mateixa empresa també s'involucra en la resta del projecte que inclou la part de hardware. www.seecontrol.com

Cumulocity: Plataforma relativament jove, encara amb pocs clients, va sorgir de una Spinoff de Nokia i Siemens, han desenvolupat una plataforma IoT relativament simple, amb funcionalitats limitades però suficient per segons quines aplicacions. Disposen també de una versió de la plataforma específica per maquines de vending. www.cumulocity.com

ThingWorxs: Plataforma amb una orientació diferent de les dues anteriors i moltes altres plataformes, també relativament jove però que s'ha fet força popular, més orientat a construir projectes o aplicacions concretes en el núvol, te un gran nombre de opcions i funcionalitats. www.thingworxs.com

Pickdata: Plataforma interessant per la senzillesa i flexibilitat que te el implementar-hi aplicacions industrials de captació i monitorització de dades, també la facilitat de poder

implementar solucions que es puguin revendre amb certa facilitat. S'hi ha fet algunes aplicacions força interessants en camps com el de la energia. La mateixa empresa desenvolupa no només la plataforma sinó dispositius a mida pels seus clients. www.pickdata.net

M2Mi: Plataforma del IoT amb un recorregut ja de uns quants anys en aquest cas orientada i centrada molt en el tema de la seguretat i aplicacions crítiques, software força complex i potent en aquest punt. www.m2mi.com

2lemetry: Plataforma molt jove i amb menys funcionalitats que les anteriors però amb uns preus força econòmics per empreses que volen fer petites aplicacions senzilles, disposa també de algunes integracions amb altres plataformes i facilitat per integrar dispositius varis del mon del IoT. www.2lemetry.com

Aquestes 7 plataformes totes elles son interessants i aptes per tirar endavant el cas d'ús que aquí es plantejava, tot i així de cara a fer la comparativa se n'han triat únicament 3. Aquestes 3 s'han triat per diversos criteris però principalment perquè semblaven les més adequades per fer l'aplicació que es volia tirar endavant en el cas d'ús proposat, per que les funcionalitats de que disposaven eren de alt interès i per que tenien o estaven disposades a subministrar suficient informació com per poder fer la comparativa de forma adequada. En algunes plataformes del IoT s'ha trobat un alt grau de hermetisme a la hora de subministrar informació, accés a la plataforma per fer proves o simplement per conèixer quines funcions te o què pot aportar, algunes d'elles semblaven interessants però s'han descartat de la comparativa per aquest motiu.

Finalment les 3 plataformes triades per a fer la comparativa han estat Axeda, Cumulocity i PickData. Si be aquestes plataformes tenen centenars de funcionalitats, especialment la plataforma de Axeda, n'hi ha unes quantes que son importants i imprescindibles per al nostre cas d'ús i és sobre les que es farà especial anàlisis i valoració, tot i així també s'ha ampliat la comparativa amb altres paràmetres que si be per al cas d'ús d'aquest projecte no eren necessàries si son interessants per a altres aplicacions del IoT.

3.2 Comparativa característiques

Funció	Axeda	PickData	Cumulocity
Connectivitat			
Protocols dispositius	<p>-AMMP (Protocol propi basat en JSON sobre HTTP(S))</p> <p>-MQTT (Protocol obert lleuger que treballa amb el mètode publish-subscribe contra un broker,</p>	<p>-Protocol propi basat en JSON sobre HTTP(S), subministren protocol o agents en C per instal·lar en els teus dispositius</p>	<p>-Protocol propi basat en JSON sobre HTTP(S), subministren protocol o agents Java per instal·lar en els teus dispositius</p>

	<p>AXEDA comunica amb els brokers)</p> <p>-El usuari de la plataforma es pot implementar altres protocols mitjançant les API's disponibles</p>		
Integració altres softwares	-API's i frameworks disponibles per poder desenvolupar integracions amb diferents llenguatges contra altres softwares externs per introduir o treure dades	-API basada en protocol JSON per poder extreure qualsevol dades que hagi recollit el la passarel·la i tingui emmagatzemada	-API's integració REST i frameworks per poder introduir, extreure dades. Opció de desenvolupar-hi plugins a sobre.
Connector softwares externs	-Disponibles connectors amb multitud de softwares externs com Salesforce o SAP entre d'altres	-No existeixen per defecte, s'han de desenvolupar via les API's disponibles	-No existeixen per defecte, s'han de desenvolupar via les API's disponibles
Comunicacions	-Internet i telefonia mòbil (es poden gestionar des de l'aplicació directament els sims de telefonia per connexions de dades i de veu)	-Internet i telefonia mòbil (Des de l'aplicació es poden gestionar les comunicacions mòbils amb SImS de dades)	-Internet només
Seguretat en les comunicacions	-Comunicacions via HTTPS mitjançant SSL o TLS i utilitzant encriptacions AES128 -També permet treballar sense encriptació	-Comunicacions via HTTPS mitjançant SSL i TLS, també disposa de VPN's propietàries -També permet treballar sense d'encriptació en alguns casos	-Comunicacions via HTTPS mitjançant SSL
Funcionalitats			
Recollida i emmagatzematge	-Si, molts tipus de	-Si, dades	-Si, dades

de dades	dades, fins i tot arxius	numèriques	numèriques
Monitorització dades	-Si, via dashboards customitzables, llistats i aplicacions pròpies	-Si, via dashboards customitzables i llistats	-Si via dashboards i plugins personalitzats
Alarmes	-Si, molt customitzable com tractar les alarmes, però no son en temps real, son processades per la web	-Alarmes en temps real, és el gateway qui genera la alarma definida en la web, no la web, permet avisar via e-mail o SMS	-Alarmes simples i no en temps real, les genera la web a partir de històrics
Customització	-Total, via frameworks es pot desenvolupar qualsevol aplicació sobre la mateixa plataforma, a banda hi ha unes funcionalitats de dashboards i widgets bàsiques ja implementades amb una certa customització	-Customització de la monitorització mitjançant dashboards i widgets personalitzables per qualsevol tipus de dada	-Customització mitja de dashboards i possibilitat de creació de plugins per tractar o mostrar les dades sobre la mateixa plataforma
-Nivells d'usuaris	-Nivells d'accés per als propietaris de la aplicació i possibilitat de creació de altres models de gestió de usuaris finals mitjançant framework	-Potent sistema de gestió de usuaris i nivells de usuaris per la venda y reventa de la solució	-Un únic nivell de usuaris
-Creació de widgets i dashboards	-Widgets i dashboards standards, customitzables i opcions de creació de nous via framework	-Widgets i dashboards customitzables	-Widgets i dashboards customitzables
Interfície	Look&Feel algo antiquat i no responsive, via framework es poden desenvolupar coses que si siguin html5 responsive i més modernes però la	Look&feel modern, ràpid, basat en HTML5, responsive (s'autoadapta i funciona amb qualsevol dispositiu)	Look&feel actual basat en HTML5, responsive per alguns dispositius

	aplicació general te aquesta mancança		
Complexitat de integració i us	Molt alta. Plataforma pensada per molt grans aplicacions amb certa complexitat	Senzilla, hi ha una primera fase de definició i configuració més complexa però després la replicació i escalabilitat son senzilles, pensada per aplicacions senzilles amb molts dispositius	Mitja, per aplicacions senzilles és senzilla i per aplicacions complicades és complicada, en aplicacions amb moltes unitats es pot tornar algo feixuga la utilització
Model de negoci			
Clients tipus	Molt grans clients finals o revenedors	Clients finals o revenedors mitjos	Client final volum mig
Costos	Basada en model de llicència d'ús més preu per volum de usuaris i dispositius, per aplicacions senzilles és un model molt car	Es paga per dades enviades, força econòmic per aplicacions petites i mitjanes	Es paga per paquets de dades i per emmagatzematge, econòmic per aplicacions senzilles si ets capaç de ajustar be el volum de dades amb la tarifa que tens

3.3 Plataforma triada

Finalment la plataforma triada per a desenvolupar el nostre cas d'ús ha estat la de l'empresa PickData. Tècnicament qualsevol de les plataformes analitzades amb petits matisos en alguna de les funcionalitats ens podria haver servit per a desenvolupar el cas d'ús proposat.

Els motius d'haver decidit per aquesta plataforma envers les altres han estat per un costat el fet de que aquesta era la plataforma on la implementació era més senzilla, més plug&play, s'adaptava molt bé al tipus de cas d'ús que es volia desenvolupar i finalment també ha estat més senzill el aconseguir informació, ajuda i accés de cara a poder-hi muntar el cas d'ús.

En el cas de la plataforma Axeda està molt pensada per molt grans instal·lacions i per casos d'ús o aplicacions més senzilles pot ser algo complicat de muntar-les, tanmateix és més

complicat aconseguir l'accés per poder-ho muntar. En el cas de Cumulocity és més senzilla, similar en alguns aspectes a la de PickData, tot i que de cara al cas d'ús proposat hi faltava alguna funcionalitat que si era necessària, s'hauria pogut muntar també però putser amb més treball i amb alguna mancança, també amb altres avantatges, en aquesta plataforma no era complicat aconseguir una demostració però si era algo més complicat accedir a totes les funcionalitats. Per tot això, finalment, s'ha escollit la plataforma PickData.

4 Descripció de la solució

4.1 Detall de la solució

La solució proposada es dissenya tal que es pugui aplicar a diversos tipus d'establiments amb més o menys requisits de control, per tal de fer una demostració el més completa possible, es simula un local que tingui diferents tipus de condicionants tal que ens permetin veure la amplitud de la solució. Si bé l'establiment del cas d'ús no és real, les mesures principals si que són reals, en aquest cas la instal·lació es fa en un altre tipus de local on també es poden fer aquestes mesures i se n'afegeix alguna de simulada per tal de fer més gràfica, completa i demostrativa la solució final.

El local sobre el qual s'aplica la solució és un establiment que consta de diverses zones. L'obrador és la zona on es processen i preparen els aliments per a servir-los a posteriori als clients, així mateix en aquesta zona hi ha un conjunt de neveres i un altre conjunt de congeladors on s'emmagatzema bona part de la matèria prima que es fa servir per a la elaboració d'aquests aliments. Per altre banda, disposem de la zona de la botiga, aquesta zona disposa de neveres tipus expositor on s'emmagatzemen i exposen els aliments cara al públic per a ser comercialitzats.

4.1.1 Punts de mesura

Durant els períodes d'emmagatzematge i de processament, els aliments poden estar en 4 zones diferents, dins les quals caldrà mantenir un control de la temperatura:

- *Zona Neveres Estocs:* Disposem de 4 Neveres en les que emmagatzemem ingredients i certs preparats, segons la normativa per aquest tipus de menjar i per tal de que es conservi en bon estat la temperatura interior d'aquestes neveres te que estar entre 0 i 7 graus. Si la temperatura sobrepasa aquests límits haurem de donar un avís.

- *Zona Congeladors Estocs:* Disposem de 2 congeladors en els que emmagatzemem certs productes alimentaris congelats, en aquest cas la normativa no ens marca una temperatura mínima però sí un límit màxim que és de -18°C , tenim que mirar que la temperatura sempre sigui inferior a aquests -18°C , tanmateix per a temes de eficiència energètica seria recomanable no baixar gaire més d'aquests -18°C ja que cada grau que baixem suposa un extra de consum energètic.

- *Zona Neveres Exposició:* En aquest cas es disposa de dues neveres/vitrines d'exposició en les que es mostra el menjar preparat de cara al públic. L'interior d'aquestes neveres te que estar sempre entre 0 i 8°C per aquest tipus de menjars.

- *Zona Obrador:* En aquest cas la zona de l'obrador on s'elaboren els menjars te que tenir una temperatura inferior als 15°C i de cara a una altra normativa de seguretat laboral en aquesta zona haurem de controlar la humitat també per tal de que no baixi de 30% de humitat ni pugui del 70%.

La normativa admet toleràncies de fins a 3°C per qualsevol dels punts anteriorment comentats en casos puntuals com per exemple obertura de portes, càrrega i descàrrega, etc.

Per altre banda, aquest local disposa de 3 fonts de consum importants (Electricitat, Gas i Aigua). En aquest cas d'ús es monitoritzen també aquests 3 consums mitjançant els sensors corresponents.

En lo que es refereix a la connexió a la xarxa elèctrica el local disposa de una connexió trifàsica. En la escomesa principal col·loquem un equip de mesura que ens doni dades de energia i també dades de màxima demanda (potència integrada en períodes de 15 minuts), amb aquests dos paràmetres podem controlar per un costat el consum energètic que tenim a cada hora i per altre banda podem veure si el contracte de potència que tenim és adequat per l'ús que en fem, tanmateix el veure les puntes de consum en la gràfica de la màxima demanda ens permet detectar problemes o comportaments de certs aparells.

En lo que a mesura de aigua i gas s'han emprat equips que contenen impulsos, aquests impulsos en el cas de l'aigua o el gas poden venir de un cabalímetre o de un comptador amb aquest tipus de sortida. En aquest cas d'ús s'han muntat i fet servir els sensors de comptatge d'impulsos per aigua i gas però no s'han instal·lat els corresponents cabalímetres degut a la complexitat de instal·lació i que no era en si important per el projecte el que aquesta mesura fos real, així doncs en aquest cas els impulsos que es donen al sensor de comptatge de impulsos es fan manualment per tal de simular un consum.

4.1.2 Monitorització

Un cop solucionada la part del sensat dels paràmetres físics de la instal·lació, s'utilitza una plataforma de software en el núvol per a registrar, consultar i tractar aquestes dades.

És necessari que aquesta plataforma com a mínim permeti mostrar les següents dades:

- Gràfica i històric de temperatures en cadascuna de les zones de tractament o emmagatzematge de aliments
- Gràfica i històric de màxima demanda de l'escomesa elèctrica
- Gràfica i històrics d'energia consumida separada en franges horàries
- Valor acumulat mensual de consum d'aigua i gas
- Transformació a cost en € dels diferents consums
- Enviament d'alarmes en temps real si les temperatures de les diferents zones se surten dels límits establerts
- Alarmes o events informatius de consums d'aigua, energia o gas que se surtin de la norma

4.2 Plataforma

S'ha fet un breu estudi de plataformes disponibles al mercat, s'ha mirat no només quines existien sinó quines podien encaixar per fer el tipus d'aplicació que volíem muntar i també a quines podíem tenir accés per fer una prova pilot ja que moltes d'elles estan dirigides únicament a públic professional de gran volum i no donen la possibilitat de poder-les provar.

Finalment amb les opcions de que disposàvem i el tipus de d'aplicació que es volia fer s'ha triat la plataforma de l'empresa Pick Data, no només per el que permet fer sinó per la facilitat d'accés a la plataforma, facilitat d'accés a dispositius compatibles i facilitat d'implementació.

La plataforma al igual que qualsevol altre te una certa complexitat a la hora d'entendre el funcionament i dominar les diferents opcions, però en general és força intuïtiva i dedicant-hi hores s'aconsegueixen resultats amb certa facilitat.

La implementació de la solució en la plataforma s'explica més endavant en l'apartat 4.4, però a nivell de feina i dedicació consta de 2 grans blocs, al menys per una primera implementació, el primer gran bloc de feina és la part de donar d'alta i connectar-hi dispositius per començar a rebre dades, el segon gran bloc és la part de tractament i monitorització de les dades rebudes, si be després de treballar-hi a fons es pot dir que la part de connexió dels dispositius en una primera instal·lació és el procés més laboriós perquè s'ha de definir i crear tot, però en futures ampliacions o instal·lacions similars aquesta part ja donaria poca feina i seria bàsicament feina de configuració de la monitorització de les dades.

En una primera instància, ens creen un compte d'usuari personal dins del qual podem anar creant les nostres instal·lacions i dins de les quals hi podem anar posant els nostres dispositius, dashboards de monitorització, alarmes personalitzades, permisos per a tercers usuaris, etc.

A continuació s'expliquen els grans blocs i funcionalitats de la plataforma que s'han fet servir per el cas d'ús triat.

4.2.1 Descripció bàsica de la plataforma

La plataforma de Pick Data és una plataforma pensada per a la recollida de dades de sensors de qualsevol tipus, així com el seu emmagatzematge, tractament i monitorització.

És una plataforma feta en HTML5 de tipus responsive, és a dir que s'autoadapta a qualsevol dimensió de pantalla, ja sigui un ordinador, una tablet o un telèfon mòbil.

La solució basada en la plataforma de Pick Data, te algunes característiques que en alguns casos poden ser un inconvenient però en aquest cas i molts d'altres és un avantatge. La principal d'aquestes característiques és que facilita enormement la connexió de dispositius genèrics a la plataforma. La plataforma es comunica sempre amb un dispositiu anomenat Gateway el qual és l'encarregat de llegir dades dels sensors que tingui la instal·lació, emmagatzemar-los, tractar-los, generar alarmes si s'escau i comunicar tota aquesta

informació a la plataforma. Aquest Gateway és un equip relativament econòmic que subministra sempre la mateixa empresa Pick Data amb lo que no és necessari buscar dispositius compatibles, una de les grans avantatges que té aquest equip és la incorporació de comunicació 3G de sèrie i aquesta comunicació amb la plataforma ja ve inclosa, no és necessari fer cap contracte de línia de Internet o SIM de telefonia mòbil, el propi equip es treu de la caixa i si es sap com funciona en pocs minuts es pot tenir registrant i comunicant dades a la plataforma sense tenir que contractar cap línia d'Internet. Això simplifica molt la posta en marxa de una instal·lació nova. En la Figura 1 podem veure un esquema del sistema.

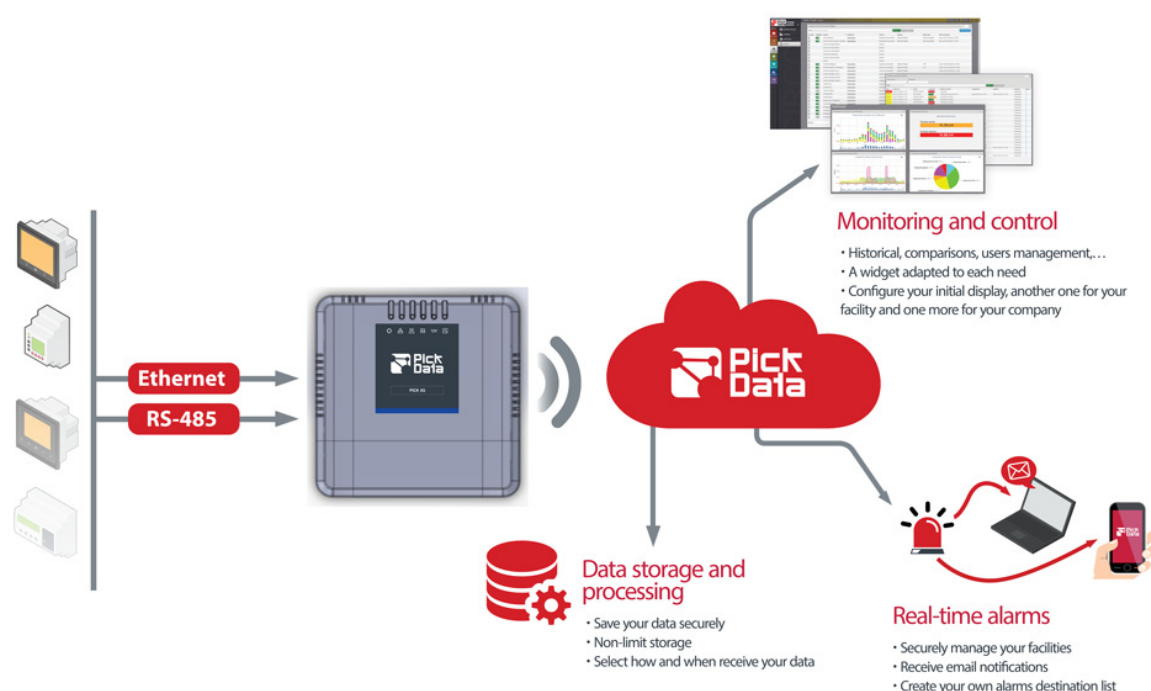
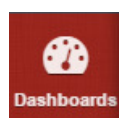
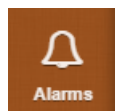


Figura1

Per accedir a la aplicació es subministra un login i password que habilita un conjunt de funcionalitats a les quals es tindrà accés. En el cas tractat en aquest projecte les funcions disponibles en la conta d'usuari creada han sigut les següents:



Dashboards Funcionalitats per a la creació de Dashboards de monitorització, aquí es poden crear el que s'anomenen Widgets, els Widgets venen a ser petits contenidors que representen d'una forma gràfica i/o numèrica una informació concreta, una vegada tenim creats aquests Widgets es pot crear una pantalla que contingui un conjunt de Widgets, aquesta pantalla s'anomena Dashboard i permet monitoritzar de forma gràfica i senzilla la instal·lació que hi ha al darrere.



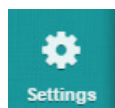
En aquest apartat hi ha tot lo referent a la monitorització i tractament d'alarmes, avisos i events en general, si es produeix una alarma a banda d'aparèixer en aquest apartat, també permet decidir que es prengui una acció com ara enviar un correu electrònic. Una de les grans avantatges de la solució Pick Data és que les alarmes no les crea la plataforma sinó el Gateway, això fa que aquestes alarmes siguin en temps real, des que es produeix la condició d'alarma fins que es rep passen menys 2 segons amb les proves que s'han fet.



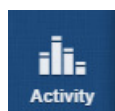
Aquí és on es defineixen les diferents instal·lacions, les seves localitzacions, clients i també els serveis del compte. Els serveis és una part molt important de l'aplicació, s'entén com a servei qualsevol variable que llegim de un sensor connectat a algun gateway, un servei defineix quina variable es llegeix i amb quina freqüència entre d'altres coses. També es defineix com a servei una alarma, és a dir, si es vol crear una alarma es defineix un servei nou tipus alarma i s'hi creen les condicions que fan que es dispari. Hi ha també un tercer tipus de servei que en ocasions pot ser de molta utilitat que és el servei de fórmula, una fórmula és una variable calculada a partir de fer operacions matemàtiques amb altres variables.



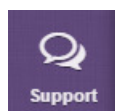
Aquest és l'apartat on es donen d'alta tots els elements de hardware, aquí es donen d'alta els gateways, es creen els tipus de sensors i s'assignen a cada gateway. Per crear un tipus de sensor nou (ex. Una sonda de temperatura marca X) aquí es crea el dispositiu i defineix com comunicar-hi i una vegada creat el dispositiu es pot assignar a tants gateways com vulguem.



Settings és un apartat destinat a donar permisos d'usuaris. A tall d'exemple si es volgués crear un usuari que només tingués accés de lectura al dashboard que hem creat ho podríem fer des d'aquí.



Aquí es pot trobar un resum d'utilització, es poden veure quantes lectures de variables s'han fet, quantes alarmes s'han llegit, dades emmagatzemades, etc.



Finalment a suport hi ha una ajuda per entendre el funcionament de les funcions principals de la plataforma.

4.2.2 Connexió de dispositius

Aquest és un dels grans blocs importants de la plataforma on s'ha dedicat més esforç i cal dedicar-lo especialment quan es comença a treballar en la plataforma, una vegada aquest bloc està treballat fer aplicacions resulta més fàcil perquè es pot reaprofitar la feina que s'ha anat fent.

Quan s'accedeix al compte d'usuari per primer cop i amb la intenció de començar a crear l'aplicació, es té accés a múltiples opcions, tot i així si ja es té clar el què volem fer el més adequat és començar per donar d'alta els equips que ens serviran per muntar el cas d'ús, una vegada estiguin muntats i configurats ja es podran assignar allà on vulguem i anar creant tota la nostra solució.

Aquesta plataforma la manera que té de comunicar-se amb sensors varis de mercat és mitjançant un protocol industrial obert i estàndard anomenat Modbus, pot treballar mitjançant un port sèrie de 2 fils RS-485 mitjançant el protocol estàndard Modbus-RTU o a través del port Ethernet també mitjançant protocol Modbus, en aquest cas seria Modbus-TCP.

Aquest protocol està molt estès en el mercat, especialment per equips industrials, existeixen gran varietat de sensors que disposen d'aquest tipus de protocol amb lo qual no resulta difícil trobar sensors compatibles de tota mena.

De cara a connectar un nou sensor de mercat que no està donat d'alta a la plataforma el primer que s'ha tingut que fer ha estat buscar el mapa modbus del dispositiu, crear el dispositiu en la plataforma i afegir-hi el seu mapa modbus, el mapa modbus és un conjunt d'adreces de memòria on el dispositiu emmagatzema normalment el valor de una variable que mesura o calcula i el que es té que fer és assignar aquesta adreça del mapa a un nom de variable que a posteriori podrem llegir amb la plataforma. Hi ha dispositius que tenen moltes variables i en la solució aquí plantejada no es necessitaven totes, en aquest cas doncs s'han donat d'alta principalment les que es necessitaven i alguna més per fer proves.

En el següent apartat s'explica en detall els sensors utilitzats per aquesta aplicació, tot i així aquí es defineix breument quins equips i variables modbus s'han fet servir:

- Equip *mesura energia* model CVM-Mini empresa Circutor

Aquest equip proporciona més de 200 paràmetres elèctrics, en el cas d'ús que es treballa aquí es necessiten bàsicament 2 valors, el primer d'ells és el valor instantani de l'energia trifàsica per tal de poder conèixer el consum en kW/h que és el que ens cobrarà la companyia elèctrica, es posa a la plataforma que el llegeixi cada hora i amb la diferència entre una lectura i l'anterior se sap el consum. Una vegada aquest valor estigui en la plataforma es pot utilitzar per graficar-lo o per fer càlculs del cost en € que es porta consumit.

L'altre valor que era d'interès per el cas d'ús que aquí tractem és el valor instantani de Màxima demanda trifàsica. La màxima demanda és la potència integrada en períodes consecutius de 15 minuts, això és molt útil de cara a poder veure quin és el pic màxim de consum que hi ha en la instal·lació, d'aquesta manera si es veu que mai se supera un cert límit de potència, es pot ajustar la potència contractada a

aquest límit amb el consegüent estalvi econòmic, també permet detectar certs comportaments estranys dels aparells que hi hagi en la instal·lació, o fins i tot detectar consums anormals.

En funció de la instal·lació es podria agafar altres paràmetres interessants com la energia reactiva o els harmònics, però en aquesta instal·lació s'ha cregut que era suficient amb aquests 2 paràmetres.

S'han agafat les següents variables modbus d'aquest equip de mesura, podem veure que cada valor ocupa 2 registres modbus:

Magnitud	Símbol	Valor Instantani	Valor Màxim	Valor Mínim	Unitats
Energia Activa III	kW·h III	3C-3D	9C-CD	FC-FD	w·h
Màxima Demanda	Md (Pd)	44-45	A4-A5	104-105	w/VA/mA

- Sensor de *mesura de temperatura i humitat* model ZED-THI-M de l'empresa 4-noks

Aquest sensor ens dona bàsicament 2 paràmetres, la temperatura i la humitat, en aquest cas, s'han utilitzat 2 sensors d'aquest tipus, un d'ells s'ha col·locat dins d'una nevera per tal de donar les temperatures reals d'una nevera i l'altre s'ha col·locat en una habitació de la qual mesura temperatura i humitat.

En l'aplicació muntada es pot veure com hi ha mesures de diverses neveres i zones, s'ha utilitzat els dos sensors com a base de les mesures reals i les mesures de les altres neveres i zones que s'han afegit son mesures virtuals calculades a partir de la mesura real d'aquests sensors per tal de fer l'aplicació final una mica més rica en quant a dades i sense tenir que fer un dispendi molt més gran en més sensors que en el fons donarien tots la mateixa informació.

Les variables modbus agafades d'aquests sensors son les següents, podem veure que cada valor ocupa un sol registre modbus:

Magnitud	Símbol	Valor Instantani	Unitats
Temperatura	TMP	06	°C
Humitat	HUM	08	%

- Per la *mesura d'Aigua i Gas* el que s'ha utilitzat és un sensor de comptatge d'impulsos model ZED-TIDCI-M de l'empresa 4-noks

Aquest sensor te dues entrades de comptatge d'impulsos i dues sortides, en aquest cas únicament es fan servir les dues entrades de comptatge d'impulsos, una s'assigna al comptatge de gas i l'altre al comptatge d'aigua, el sensor en si el que fa

és comptar impulsos que provinquin de un cabalímetre o de un comptador amb sortida d'impulsos que ens indiqui el consum.

En l'aplicació muntada s'ha instal·lat aquest sensor però els impulsos es simulen manualment ja que no es disposava físicament de gas en la instal·lació real ni de comptador d'aigua amb sortida d'impulsos o cabalímetre. Si be els valors numèrics resultants no son de consums reals la finalitat que es busca si que s'aconsegueix.

Les variables modbus utilitzades d'aquest sensor son les següents, podem veure en aquest cas que cada valor ocupa un sol registre modbus:

Magnitud	Símbol	Valor Instantani	Unitats
Comptador polsos 1	IN1	08	Unitless
Comptador polsos 2	IN2	0A	Unitless

Una vegada creats els dispositius el següent pas ha estat establir la comunicació entre dispositiu i gateway. Per establir aquesta comunicació s'ha fet mitjançant el port de comunicacions RS-485, en aquest port s'hi ha connectat 2 dispositius físics, un és l'equip de mesura d'energia i l'altre és un receptor de radio Zigbee transparent que rep de forma inalàmbrica les dades de la resta de sensors esmentats anteriorment.

El RS-485 és un bus de comunicacions en el que es connecten tots els dispositius i cadascun te que tenir una adreça diferent entre 1 i 254, tots els dispositius son esclaus i estan a la escolta fins que algú els hi demana algo, en aquest cas, el gateway és el master i qui fa polling constantment i va demanant als diferents sensors les dades que necessita.

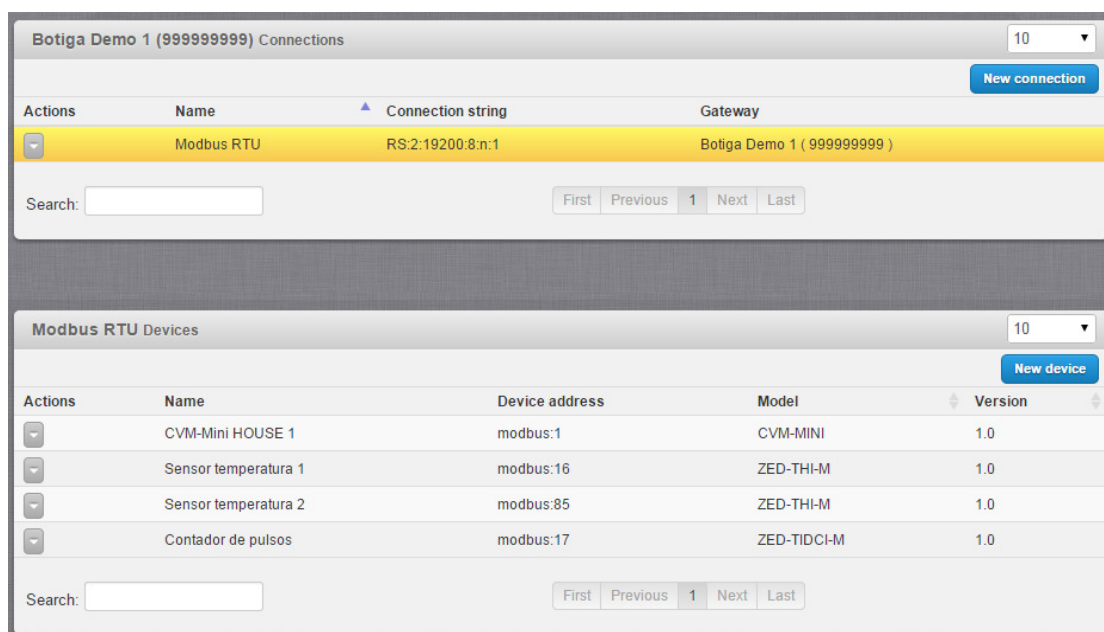


Figura 2

Com es veu en la Figura 2 s'ha configurat des de la mateixa plataforma el port del bus RS-485 del gateway amb els paràmetres de 19200bps 8,n,1. Es pot veure també a sota cadascun dels sensors que s'han creat i l'adreça modbus que s'ha assignat a cadascun d'ells (1,16,85,17), aquestes adreces les hem fixat manualment en cada dispositiu amb un procediment que fixava el fabricant de cadascun d'ells.

Encara que els sensors son inalàmbrics i físicament no es connecten al bus RS-485, el que tenen és una passarel·la transparent, aquesta passarel·la si es connecta al bus RS-485 però no te cap adreça ja que és transparent i son els sensors els que tenen cadascun la seva adreça, per això en la imatge anterior i en el software hem donat d'alta els sensors i no pas la passarel·la Zigbee.

Una vegada fets aquests passos els equips estan connectats i comunicats però encara no estem llegint cap variable, ara el següent pas es anar a la finestra de serveis i crear els serveis de lectura on definirem quina de les variables dels equips hem volem llegir, amb quina freqüència, etc.

4.2.3 Creació de serveis de lectura

Aquí és on es defineix com i quines dades generarà i recollirà el sistema. Es poden definir 3 tipus de dades com a serveis tal com veiem en la figura 3.



Figura 3

- *Variables de lectura:* Aquí es defineixen les variables que volem llegir dels sensors. El funcionament és el següent; es tria una variable que prèviament s'ha definit en el mapa modbus de un equip, es defineix el període de lectura i d'enviament i com es vol llegir el valor, és a dir si es vol l'últim valor a seques o si es vol per exemple l'increment només, en el cas de l'energia per exemple és interessant llegir-lo com a incremental ja que no és útil el valor total del comptador sinó que el que es vol és la diferència en kW/h respecte la última lectura.

En la solució implementada s'han creat 6 variables de lectura; el comptador d'energia del qual fem una lectura cada hora de forma incremental, la màxima demanda que fem lectures de 5 minuts per veure el detall de que està passant però

fem enviaments de una hora ja que acostumem a mirar històrics del dia, no necessitem tanta immediatesa, la temperatura dels 2 sensors que tenim instal·lats que fem lectures cada 5 minuts per tenir una mica de precisió i la humitat del que va instal·lat en el obrador, tenim també 2 variables més de lectura amb lectures de una hora per les entrades de polsos per el comptador d'aigua i de gas, en aquest cas també mirem increments. En la Figura 4 podem veure una finestra exemple de lectura de una variable de humitat de un sensor amb una lectura cada 5 minuts i enviament cada 60.

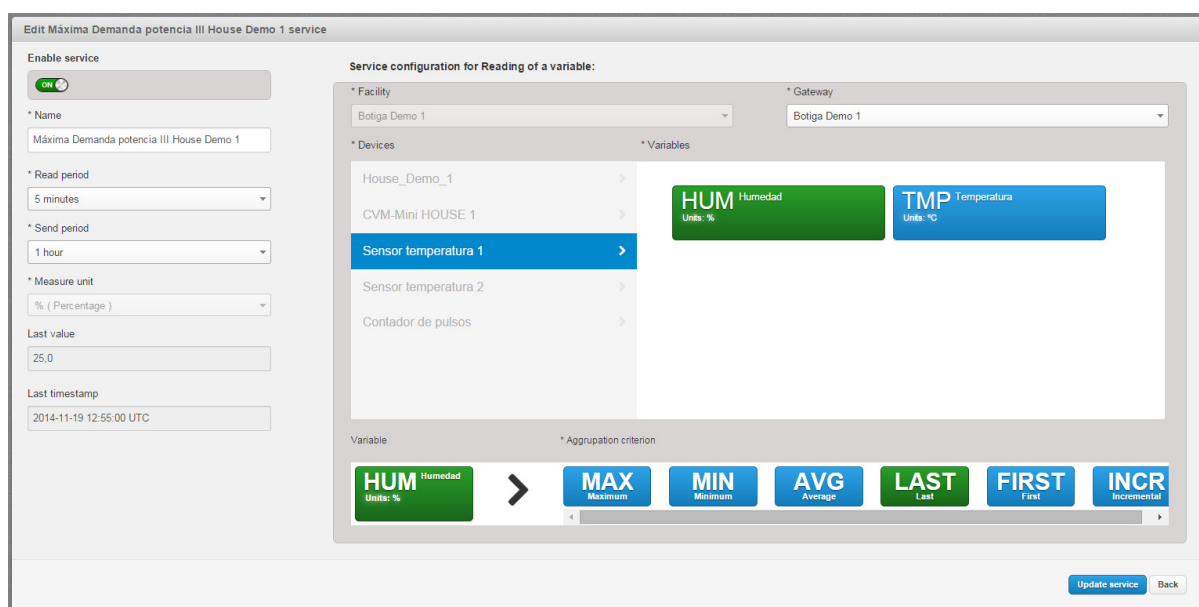


Figura 4

- **Alarmes:** Les alarmes es defineixen com un servei més. S'han definit diverses alarmes per detectar si les temperatures surten dels llimars establerts en les diferents càmeres frigorífiques i zones de tractament i emmagatzematge d'aliments.

Les alarmes poden ser una fórmula i contenir diverses variables, pot ser una operació entre diverses variables, una vegada creem la condició de activació d'alarma i la de desactivació, el software envia aquesta alarma al gateway, aquest la emmagatzema i ell és qui farà les operacions que hem determinat internament sense necessitat de comunicar res amb la plataforma online, en el moment en que aquest detecta que la condició es compleix és quan enviarà la alarma a la plataforma i això ho farà en temps real, es rebria doncs la alarma en pocs segons de de que aquesta es produeixi, lo mateix per la condició de desactivació.

Si es vol també es pot configurar que al produir-se una alarma s'envii un correu electrònic i el valor de una variable junt amb la alarma. En la figura 5 podem veure un exemple de finestra de creació d'alarma per llimars de temperatura.

Figura 5

- **Fórmula:** Aquí es poden definir el que s'anomenarien variables calculades, és a dir una variable que és una fórmula del tipus que sigui, ja sigui una combinació de altres variables de lectura o simplement fórmules de qualsevol tipus, això pot servir per combinar en les gràfiques que hi hagi definides per el motiu que sigui, per exemple per mostrar un objectiu o qualsevol altre cosa, en el cas d'aquest cas d'ús s'han creat també diverses variables d'aquest tipus per tal d'enriquir la solució simulant alguns sensors de temperatura més dels que s'havien instal·lat.

A tall d'exemple s'ha instal·lat un sensor en una nevera però en les gràfiques apareixen 4 neveres, les mesures d'aquestes altres 4 neveres son un càlcul a partir de la mesura real de la primera nevera però restant o sumant algun grau de temperatura per diferenciar-les i fer una demostració més enriquida. En la figura 6 podem veure un exemple de finestra de creació de una variable virtual a partir de una fórmula.

Figura 6

4.2.4 Tractament i monitorització de les dades

L'altre apartat important de la web és la monitorització de les dades. Per tal de monitoritzar les dades hi ha diverses formes però el més habitual i el que s'ha emprat en aquesta aplicació és el crear un dashboard que contingui una representació gràfica i/o numèrica d'aquelles dades que son importants per al seguiment de la instal·lació.

A la hora de crear un dashboard el que es necessita en primer lloc és crear el que s'anomenen Widgets, els Widgets es poden definir com contenidors que representen la informació de un servei o conjunt de serveis de una determinada manera, ja sigui una gràfica de un tipus o un altre, una taula, una comparativa, etc.

A la hora de crear un Widget es disposa de un conjunt de representacions possibles que podem veure en la Figura 7:

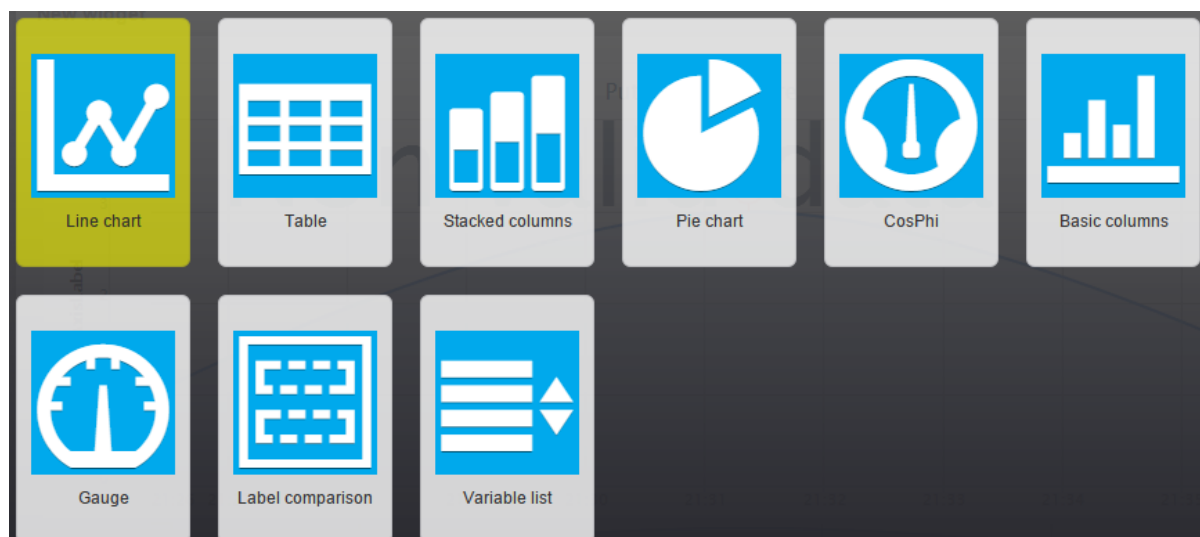


Figura 7

Una vegada és triada quina serà la representació del widget que es vol crear accedirem a una pantalla en la que podrem definir el nom del widget i quins serveis tindrà que mostrar, també el color amb el que representarà cada servei si s'escau, tal com podem veure en la Figura 8. Una cosa important a definir en el widget es el període que es mostrarà, així per exemple si es posa un període de 24 hores i s'està representant una gràfica d'energia mostrarà les últimes 24 hores, si per exemple el widget que es creat és un comparatiu i es posa un més d'energia el que farà és comparar l'energia acumulada aquest més amb l'energia acumulada del mes anterior i això mateix amb tots els widgets, cadascun aplicat al seu tipus de representació.

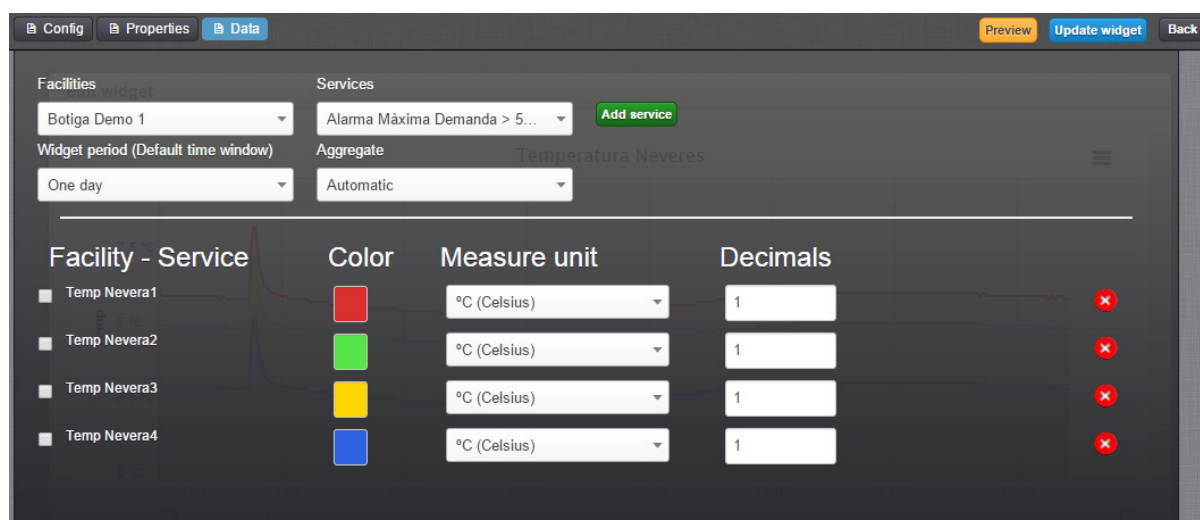


Figura 8

Una vegada s'han creat el Widgets el que es te que fer és crear un Dashboard. Un dashboard és una pantalla que conté diversos Widgets. En el cas d'ús que aquí treballem s'ha creat un dashboard, s'ha assignat a la instal·lació que hi havia creada (Botiga) i una vegada fet això es te que definir quantes files i columnes de widgets contindrà aquest dashboard, en aquesta aplicació s'ha creat un dashboard de 2 columnes i 4 files, una vegada en la pantalla de creació del dashboard es defineixen el número de files i columnes i

s'hi poden anar col·locant els widgets que prèviament s'han creat, a mida que es van col·locant es fa una previsualització.

Tan si hi es disposa de una sola instal·lació com si es disposa de diverses instal·lacions, a priori es poden definir tants dashboards com es vulgui, no està limitat a un dashboard per instal·lació. Es poden també combinar dades de serveis de diferents instal·lacions podent fer un dashboard que faci un resum de informació de un conjunt de instal·lacions i a banda disposar de un dashboard específic per a cada instal·lació.

El dashboard i els widgets s'emmagatzemen en una estructura tipus carpetes on podem emmagatzemar un dashboard i els seus widgets tal com podem veure en la figura 9.

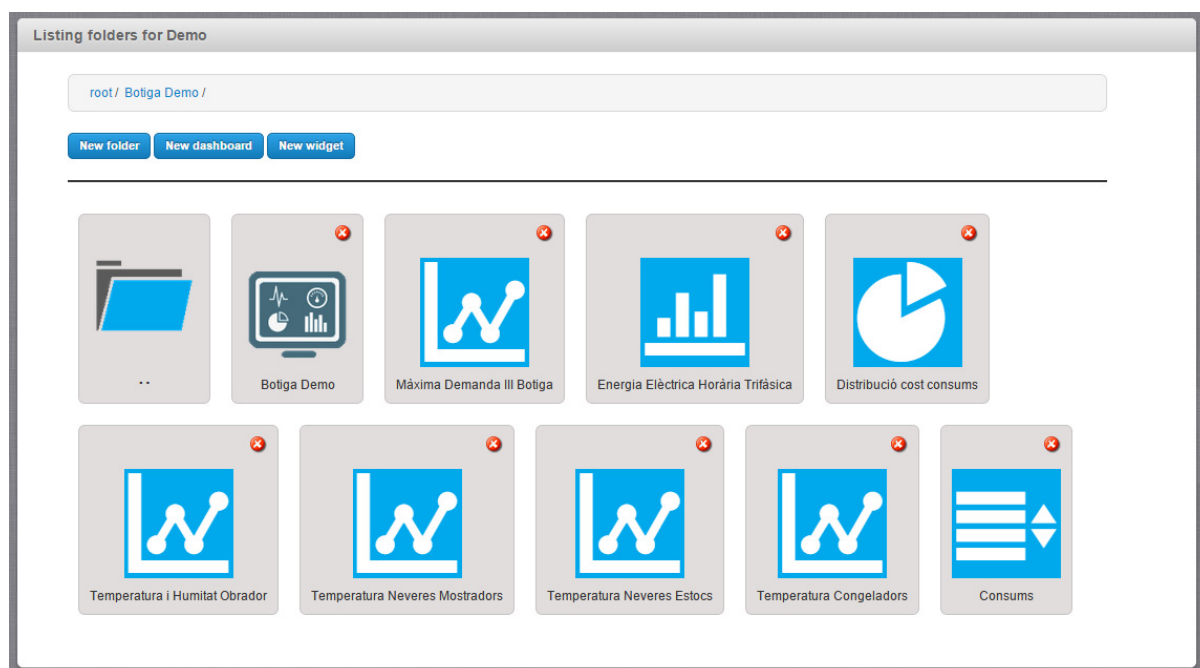


Figura 9

Finalment una vegada creat el dashboard es podrà veure en pantalla i s'anirà actualitzant a mida que arribin noves dades tal com podem veure en la Figura 10.

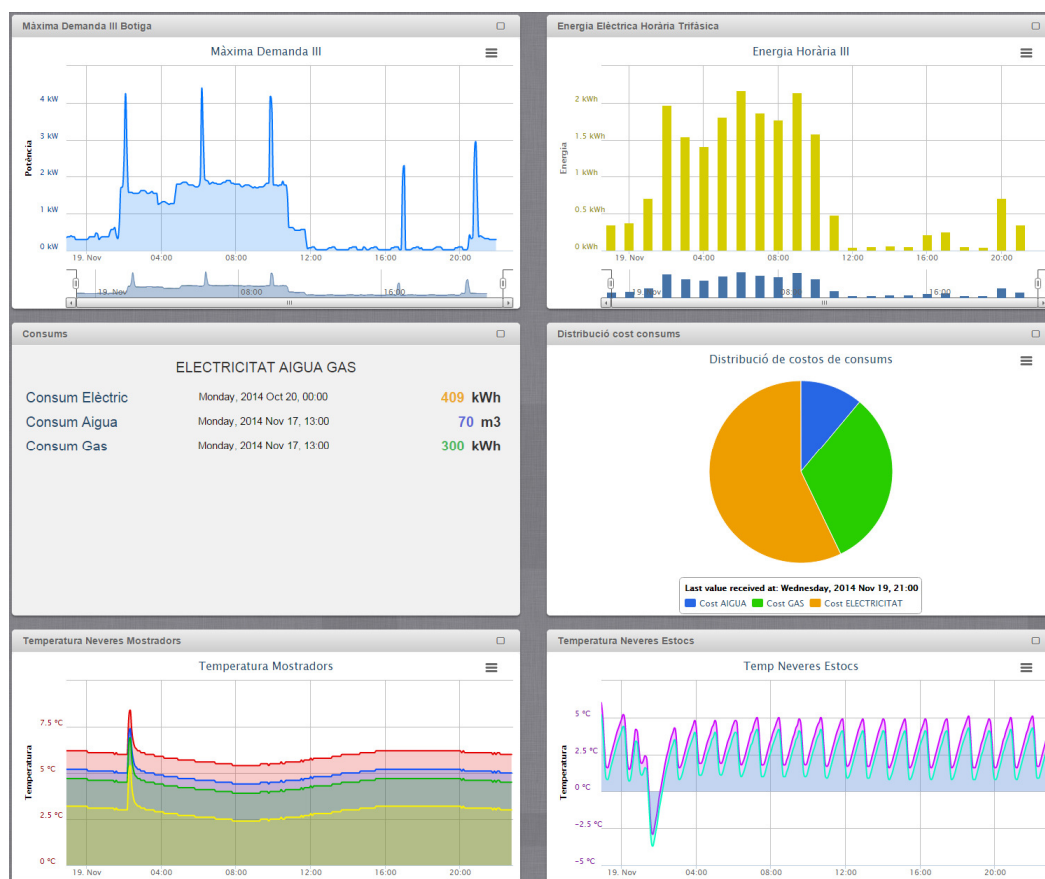


Figura 10

4.3 Hardware (Sensors, passarel·la i Gateway)

Per a la implementació del cas d'ús triat es necessitava mesurar el consum d'energia elèctrica, la màxima demanda elèctrica, temperatures i humitat en diferents zones i quelcom que permetés mesurar el consum d'aigua i gas per tal d'integrar tots els consums de la instal·lació.

Donada la plataforma que s'ha triat, era necessari buscar sensors que tinguessin comunicació mitjançant protocol modbus TCP o RTU, donat que és un protocol industrial força utilitzat no ha resultat complicat el trobar una bona varietat de sensors amb aquest tipus de protocol, tanmateix, els sensors de temperatura i humitat i els que ens servissin per mesurar el consum d'aigua i gas s'ha buscat que fossin sensors sense fils, en el cas de l'equip de mesura elèctrica no feia falta ja que igualment tenia que anar connectat a la instal·lació elèctrica de la mateixa manera que el gateway i no suposava un problema posar ambdós elements junts, així doncs, l'equip de mesura elèctrica no s'ha buscat que sigui inalàmbric i la resta de sensors si per tal de facilitar la instal·lació. En el cas dels de temperatura era especialment important que fossin sense fils ja que estan instal·lats dins de neveres i congeladors i resulta complicat fer-hi arribar cables.

L'estudi i elecció dels sensors no era l'objectiu d'aquest projecte, així doncs, no s'ha fet un estudi intensiu dels equips disponibles al mercat, simplement s'han fixat les característiques

mínimes necessàries i s'ha buscat que l'accés a poder disposar d'aquest tipus de sensors sigues senzill, per tant s'han triat equips de empreses força properes geogràficament parlant o si més no que tinguessin un distribuïdor proper.

En lo que a mesura elèctrica s'ha triat un equip de l'empresa Circutor, fabricant de equips de mesura d'energia elèctrica entre moltes altres coses relacionades amb el mon de la eficiència energètica elèctrica. En concret s'ha triat un equip model CVM-Mini, és un equip de mesura trifàsica amb comunicacions modbus RTU a través de port RS-485, a aquest equip per tal de realitzar la mesura se li ha tingut que afegir un transformador trifàsic de la mateixa empresa anomenat MC3 per on es passen els cables de l'escomesa per tal de mesurar el corrent que hi circula.

En lo que a la resta de mesures es refereix s'han triat sensors sense fils de la empresa 4-noks, en aquest cas l'empresa és italiana però tenen un distribuïdor prop de Barcelona. Aquesta empresa està especialitzada en el desenvolupament i comercialització de sensors sense fils mitjançant tecnologia Zigbee. Per tal de poder realitzar la instal·lació que es proposava s'han adquirit 2 sensors de temperatura i humitat model ZED-THI-M, un sensor que disposa de 2 entrades digitals de comptatge de polsos model ZED-TIDCI-M i una passarel·la model ZC-GW-485-EM que serveix per que els sensors passin de Zigbee a RS-485.

4.3.1 Gateway

En el mon del IoT hi ha diverses maneres a través de les quals la informació dels sensors es pot transmetre cap a la plataforma de captura de dades, en ocasions son els propis sensors que envien directament la informació a la plataforma, en altres ocasions com pugui ser SIGFOX hi ha una passarel·la que rep les dades de tots els sensors i és aquí on es connecten les diferents plataformes del IoT per recollir la informació dels sensors i integrar-la en les seves bases de dades. En el cas que s'ha escollit la manera de treballar és que hi ha un element anomenat Gateway per instal·lació, aquest element per si mateix no mesura res però s'encarrega de recollir les dades de tots els sensors de la instal·lació i enviar-lo a la plataforma del IoT.

En aquest cas, el Gateway triat és un model que fabrica la pròpia empresa que desenvolupa la plataforma del IoT, en concret el model del la figura 11 anomenat Pick 3G.



Figura 11

Aquest gateway permet comunicar via por sèrie RS-485 o Ethernet amb qualsevol sensor o equip compatible amb protocols modbus, la seva funció és rebre les dades dels diferents sensors que s'hi connectin i enviar-les a la plataforma IoT mitjançant el propi port Ethernet a través d'Internet o a través de comunicacions mòbils 3G ja sigui a través de Internet també o mitjançant una xarxa VPN, en aquest cas s'ha treballat a través de la pròpia xarxa VPN que proporciona la pròpia empresa a través del 3G.

Les característiques tècniques bàsiques de l'equip son:

Alimentació	85..265Vac
Hardware Comunicacions	Ethernet, RS-485, GPRS, 3G
Tipus comunicacions amb la plataforma	Internet, VPN
Entrades/Sortides	1 sortida de relé
CPU	Cortex A8
Memòria	Més de 400.000 dades
Altres	Sortida alimentació 12Vcc, antena interna i connector per antena externa, leds indicació, rellotge en temps real

En aquesta aplicació s'han connectat tots els sensors al gateway mitjançant el port RS-485 amb un parell de calbes trenats.

4.3.2 Equip mesura elèctrica

En les instal·lacions similars al cas d'ús triat normalment es disposarà de una escomesa trifàsica, així doncs, s'ha buscat un equip de mesura d'energia que ens permetés mesurar en trifàsic, tanmateix, s'ha buscat també que el propi equip de mesura a banda de lo que és la energia elèctrica permetés mesurar també altres paràmetres, en funció de la instal·lació ens poden interessar uns paràmetres o altres, si hi hagués molta maquinària podria interessar mesurar per exemple la energia reactiva ja que aquesta està penalitzada i si es coneix quanta en tens és fàcil de posar un equip per compensar-la i generar un estalvi ràpidament, en aquest cas com la instal·lació era de mostra i no hi havia maquinària no s'ha buscat el mesurar la energia reactiva, el que si s'ha buscat però és que l'equip donés el valor de la màxima demanda, més endavant s'explica per que s'ha buscat el poder mesurar aquest paràmetre.

Tenint en compte els condicionants dels paràmetres a mesurar, el tipus de comunicacions (Modbus-RTU) i la facilitat d'accés al producte, s'ha triat l'analitzador de xarxes elèctriques CVM-Mini de la figura 12 de l'empresa Circutor, aquest equip permet mesurar aquests paràmetres que es volen i prop de 200 paràmetres més que en aquest cas no es fan servir però que en altres instal·lacions o en la mateixa instal·lació en un moment donat es podrien mesurar també, una vegada connectat l'equip a la plataforma és només qüestió de triar quins paràmetres es volen capturar, tots els que dona l'equip es podrien capturar si fos necessari.



Figura 12

Aquest analitzador per fer la mesura de la corrent necessita de uns transformadors que es col·loquin en els cables de la escomesa, en aquest cas s'ha utilitzat un transformador de la mateixa empresa Circutor, en concret el model MC3-63 de que apareix en la figura 13 i permet mesurar fins a 63 amperes.



Figura 13

Les característiques tècniques bàsiques de l'analitzador CVM-Mini són:

Alimentació	85..265Vac
Comunicacions	RS-485 (Modbus-RTU)
Precisió de la mesura	Classe 0,5% (error màxim del 0,5%)
Format instal·lació	RAIL DIN
CPU	Cortex A8
Mesura	Monofàsica i trifàsica, més de 200 paràmetres
Altres	Display i pulsadors per configuració i visualització valors instantanis.

4.3.3 Sensors temperatura i humitat

Un dels punts més importants d'aquest cas d'ús és la mesura de la temperatura en temps real en les diferents zones de l'establiment. Aquestes mesures de temperatura es tenen que prendre en molts punts i molt diversos de una mateixa instal·lació, tanmateix en ocasions es tenen que prendre dins de càmeres frigorífiques o altres zones de difícil accés mitjançant instal·lacions, és per això que s'han buscat sensors sense fils que no requereixin de cap instal·lació, en aquest cas no només s'han buscat sensors que mesurin la temperatura sinó també la humitat, en les càmeres frigorífiques per la normativa la humitat no és un factor a tenir en compte però per altres zones de l'establiment si pot ser un valor interessant de mesurar, donada la poca diferència de preu entre un sensor de temperatura i un de temperatura i humitat s'han seleccionat sensors que mesuren ambdós paràmetres.

Per aquest tipus d'aplicació on la precisió de la mesura contínua és tant important i en ocasions han de mesurar i suportar rangs de temperatura molt estesos el sensor que s'ha triat no és la millor opció, donat però que l'objectiu del treball no eren els sensors en si, no s'ha buscat el millor sensor sinó un lo suficientment bo per representar el cas d'ús i demostrar-ne la aplicació.

En aquest cas s'ha triat un sensor de la casa 4-noks model ZED-THI-M (figura 14). És un sensor de temperatura i humitat amb protocol modbus que es comunica mitjançant tecnologia sense fils Zigbee.



Figura 14

Les característiques tècniques bàsiques de l'equip són:

Alimentació	1 pila AA
Comunicacions	Modbus-RTU sobre Zigbee
Rang de transmissió RF	100m exteriors / 30m interiors
Duració de la bateria	Aprox. 3 anys amb transmissió cada minut
Paràmetres de mesura	Temperatura i Humitat
Rang de mesura	Temp: -10 a +60°C Hum:0..100% RH%
Precisió	Temp: +/- 1,5°C Hum: +/- 5RH%

4.3.4 Sensor comptatge impulsos

Per tal de mesurar altres fonts típiques de consum en un d'aquests establiments com pot ser el consum d'aigua i gas, s'ha optat per buscar un sensor que conti polsos i a aquest sensor li podem connectar qualsevol comptador o cabalímetre de mercat que tinguin una sortida de polsos per donar el valor de aigua o gas que estan comptat. En el cas de la energia també s'hagués pogut triar un comptador més econòmic que únicament donés impulsos en funció de la mesura d'energia, tot i així s'ha cregut que en el cas de la energia hi havia molts d'altres paràmetres que valia la pena poder tenir en compte, en el cas de l'aigua i el gas en tenim més que suficient amb un comptatge de impulsos.

Donat que el comptador d'aigua i gas a vegades poden estar una mica allunyats del comptador d'energia que és on tenim el gateway, s'ha optat també igual que en els de

temperatura per buscar un sensor que faci el comptatge de impulsos amb tecnologia sense fils.

En aquest cas s'ha optat també per un sensor de la mateixa casa que el de temperatura, en aquest cas el model ZED-TIDCI-M (figura 15), un equip que te dues entrades digitals de comptatge de polsos, les entrades es poden fer servir per al comptatge una del gas i l'altre de l'aigua. En aquest cas la comunicació és també amb protocol modbus-RTU sobre tecnologia sense fils Zigbee.



Figura 15

Les característiques tècniques bàsiques de l'equip son:

Alimentació	1 pila AA
Comunicacions	Modbus-RTU sobre Zigbee
Rang de transmissió RF	100m exteriors / 30m interiors
Duració de la bateria	Aprox. 3 anys amb transmissió cada minut
Entrades	dues entrades de comptatge d'impulsos

4.3.5 Passarel·la Zigbee a RS-485

Aquest últim element de hardware (ZC-GW-485-EM) (figura 16) en si mateix no te cap més utilitat que la de fer un canvi de medi de comunicacions entre Zigbee i RS-485 i protocol Modbus-RTU. S'ha decidit que per a aquesta aplicació utilitzariem el bus RS-485 del gateway per connectar-hi els diferents sensors, així doncs, aquest element ens permetrà connectar els sensors de temperatura i humitat i de comptatge de impulsos que eren sense fils al bus RS-485.

En aquest cas doncs, es necessita un únic equip d'aquests per fer de passarel·la amb tots els sensors sense fils que hi hagi a la instal·lació, en aquest cas l'equip funcionarà de forma transparent, és a dir l'equip en si mateix no disposarà d'adreça modbus, la seva funció serà

única i exclusivament de passar del Zigbee a RS-485 però són els propis sensors sense fils els qui tenen cadascú la seva adreça modbus.



Figura 16

Les característiques tècniques bàsiques de l'equip són:

Alimentació	12Vcc
Comunicacions	Modbus-RTU i Zigbee
Rang de transmissió RF	100m exteriors / 30m interiors

4.4 Implementació

4.4.1 Connexió dels dispositius

La arquitectura de sensors i conexas que s'ha triat per aquesta instal·lació ha vingut una mica condicionada per els hardware al qual s'ha tingut accés, en un món ideal, si poguéssim desenvolupar els sensors la configuració de la instal·lació seria quelcom diferent si bé la configuració que s'ha pogut triar s'hi acostava força i és més propera a lo que podem trobar en el mercat.

De cara a connectar els equips de mesura teníem dues opcions, utilitzant el port RS-485 i el port Ethernet, en aquest cas a nivell de mercat es trobaven equips de mesura amb ambdues opcions de conexas, si bé s'ha triat el RS-485 degut a que solen ser equips més econòmics i per el poc caudal d'informació que es té que enviar és més que suficient aquest tipus de bus. En la figura 17 podem veure un esquema de la instal·lació.

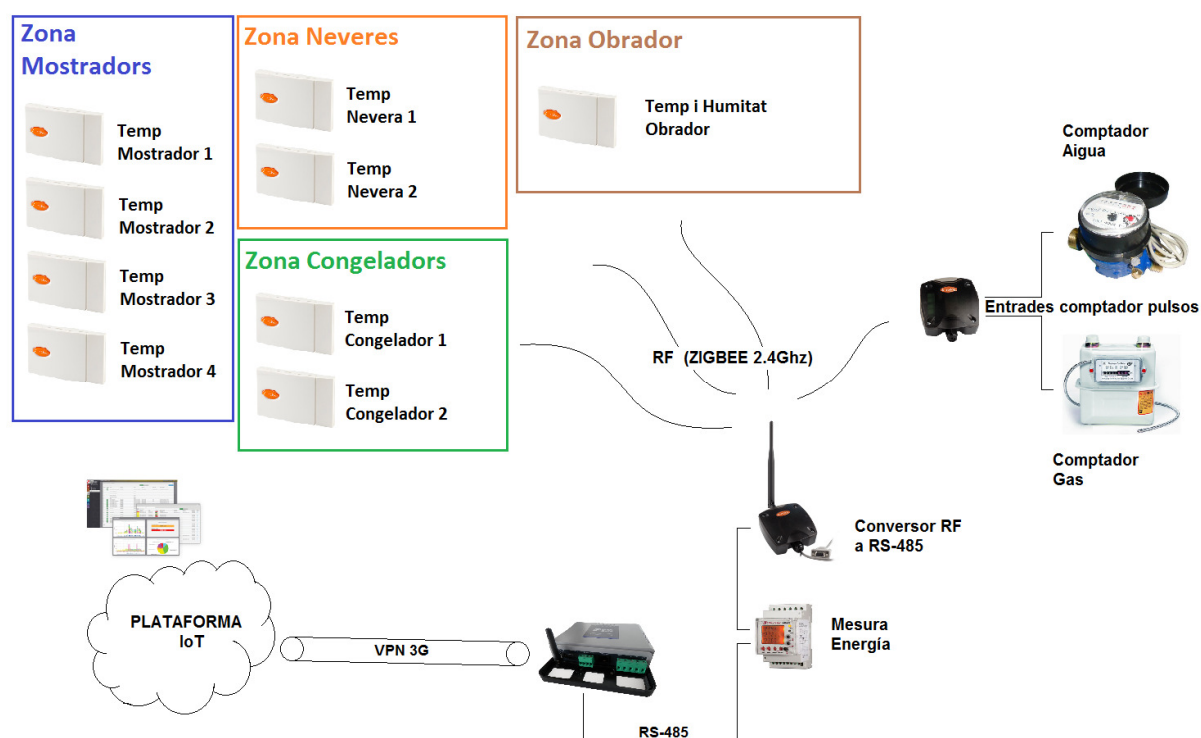


Figura 17

A continuació s'explica en el ordre que s'ha fet i com s'ha fet la connexió física de cadascun dels dispositius a nivell físic i elèctric, en els següents apartat s'explicarà com s'han connectat o donat d'alta a l'aplicació:

Gateway

Aquest és l'element que fa de passarel·la i connecta tots els dispositius de mesura amb la plataforma cloud IoT.

En aquest cas l'equip ve de fàbrica amb el SIM de telefonia mòbil incorporat a través del qual es crea automàticament la VPN que enllaçarà la instal·lació amb la passarel·la, per tant en aquest equip a nivell de connexionat hardware únicament tenim que alimentar-lo connectant 230Vac en els bornes adequats (L,N i terra) i connectar-hi les comunicacions amb els sensors, en la figura 18 podem veure les bornes de connexionat.

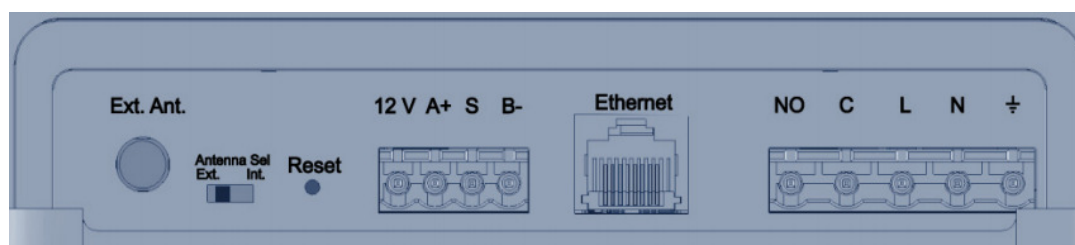


Figura 18

L'equip te un connector per antena externa, si be també disposa de una antena interna i en la nostra aplicació no ha fet falta col·locar cap altre antena, la cobertura era prou bona.

A nivell de comunicacions no s'ha fet us del connector Ethernet, només el connector del port sèrie RS-485 (A+, B-), el bus RS-485 pot utilitzar-se mitjançant dues configuracions, amb 2 o amb 4 fils, en aquest cas fa us de una configuració amb 2 fils.

Un cop alimentat i connectats els 2 fils del bus RS-485 el led de connectivitat amb la plataforma queda encès, això vol dir que s'ha establert la comunicació correctament, i aquest equip està llest a nivell d'instal·lació.

Analitzador d'energia

A diferència del gateway que està molt preparat per a connectar-se de forma molt senzilla a la plataforma IoT, l'analitzador d'energia és un equip pensat per ser utilitzat en molts diferents àmbits, això fa que tingui un nivell de configuració i funcionalitats molt més ampli.

En primer lloc s'ha fet la instal·lació elèctrica, a continuació les comunicacions amb el gateway i per acabar la configuració manual de l'equip dels paràmetres de lectura.

La instal·lació era trifàsica, per tant s'ha triat una configuració com la que podem veure en l'esquema de la figura 19 a la hora de instal·lar l'equip:

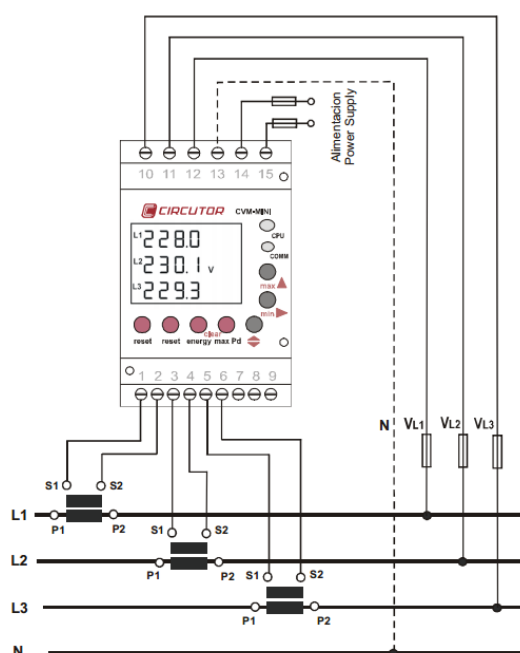


Figura 19

En els connectors de sota del 1 al 5 hem connectat els transformadors de mesura de corrent, en aquest cas hem utilitzat un model MC3 que es connecta en els bornes 1,2,3 i 5, al posar aquest transformador s'ha de anar molt en compte per que cada forat te que coincidir amb la línia que es vol mesurar (L1,L2 i L3) i bans de posar-lo es te que identificar

el sentit de la corrent, sinó les mesures que donarà seran errònies, per no equivocar-se amb el sentit de la corrent el que s'ha fet es baixar el ICP de la instal·lació, mirar amb un tester a quin dels 2 costats hi deixa de haver corrent i així sabem que la direcció va del costat que te corrent cap al que no, en el costat que no en te s'ha desembornat, passat els cables per dins del transformador i tornat a embornar.

Per altre banda en els connectors de la part superior de l'equip hi ha els dos connectors de la dreta que son per alimentar l'equip a 230Vac, aquests 230Vac s'han tret entre dues de les fases de la instal·lació, al ser trifàsica entre fase i neutre tenim 400V i entre fases 230Vac. En la mateixa part superior de l'equip s'hi ha posat un cable que va des de cada fase i també des del neutre a cada connector, aquí s'ha de anar una mica en compte ja que l'esquema pot dur a confusió, la primera vegada que s'ha instal·lat s'ha fet malament i donava valors incoherents ja que la corrent mesurada no coincidia amb la tensió d'aquella fase i donava resultats incoherents. Un cop solucionat això l'equip ha quedat connectat i mesurant. En la figura 20 podem veure l'analitzador de xarxes i el transformador de corrent instal·lats.

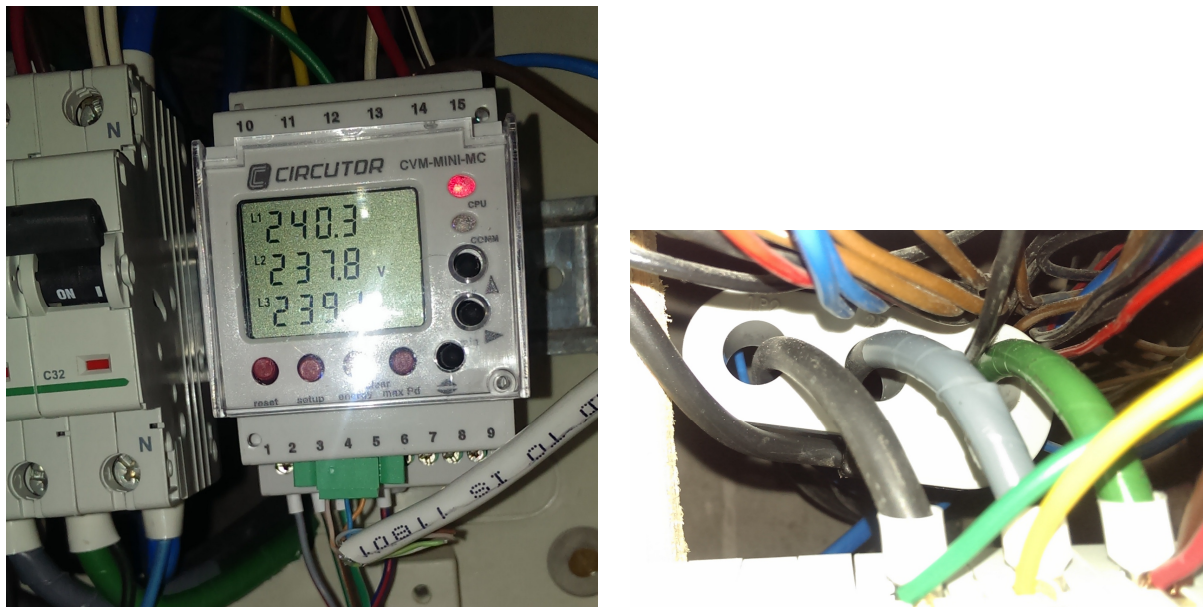


Figura 20

A continuació s'ha connectat els 2 fils de comunicacions RS-485 que surten del gateway al connector de les comunicacions de l'equip, en aquest cas les tomes A i B. La norma del RS-485 recomana que el cable sigui trenat per evitar interferències, tot i que per una distància tan curta no seria necessari, tot i així s'ha utilitzat un cable típic de xarxes Ethernet UTP del qual s'ha agafat una parella de cables que ja venen trenats.

En lo que respecta a la configuració en primer lloc s'ha configurat el bus RS-485 per que ens hi puguem comunicar, polsant els botons reset i setup durant 5 segons s'entra en el menú de configuració de les comunicacions on s'han configurat els següents paràmetres:

Nº de perifèric modbus: 01

Velocitat de bus: 19200bps

Paritat: No

Bits: 8

Bits Stop: 1

D'aquí en endavant tots els equips que es posin en el mateix bus hauran de tenir aquests paràmetres iguals (a excepció del nº de perifèric que ha de ser diferent entre 1 i 254) i treballar amb Modbus si volem que tot funcioni correctament.

A continuació s'han configurat els paràmetres elèctrics bàsic, és a dir quin transformador de mesura hi ha connectat al darrere, si s'ha de mesurar en monofàsic o trifàsic, període de integració de la finestra lliscant en el cas de que es vulgui utilitzar el maxímetre.

Polsant el botó Setup s'entra en un menú on hem configurat que la mesura és trifàsica, període de integració de 15 minuts i que el transformador que hem col·locat al darrere és de fins a 125Ampers.

Si be hi ha molts altres paràmetres que es poden configurar amb aquests ja era suficient per el que es necessitava per l'aplicació.

Conversor RF a RS-485

La passarel·la que converteix de RS-485 a radiofreqüència no necessita tanta configuració com l'analitzador de xarxes ja que te una funció molt més simple, en aquest cas disposa de un connector per a la alimentació, en aquest cas s'alimenta a 12Vcc i porta un transformador a 230Vac. I un altre connector per a les comunicacions RS485, en aquest cas el que hem fet es connectar 2 fils en el A i B del RS-485 i aquests connectar-los en el A i B del connector del CVM-Mini per tal de que sigui realment un bus, si els connectéssim en el port del Gateway tindríem una configuració lògica de bus però física de estrella i ens podria donar problemes de col·lisions en el cas del RS-485. En aquest cas els 2 fils de comunicació no s'han trenat tot i que la norma ho digui però donat que la distància son pocs cm això no suposa un problema. Seria un problema si volguéssim arribar a distàncies de molts metres. El bus RS-485 ens permetria arribar a 1,2km en condicions òptimes. En la figura 21 podem veure la passarel·la connectada.

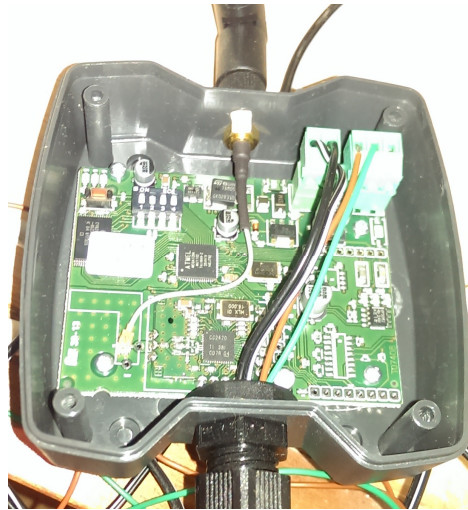


Figura 21

Un cop fet la connexió física s'ha tingut que configurar l'equip, en aquest cas te poques coses a configurar, una d'elles és la velocitat del bus, si pugem el dip switch nº 4 significa 19200bps i la resta de paràmetres 8,N,1 ja venen per defecte, no es poden canviar. D'altra banda, els 3 primers switch del DIP switch son per donar-li una adreça Modbus dins del bus RS-485, en aquest cas amb aquesta adreça ens podríem dirigir a l'equip i demanar certa informació com ara nº de versió del firmware que te i altres paràmetres, tot i així en aquest cas no interessa obtenir informació d'aquest equip, únicament interessa que faci de passarel·la transparent, així doncs simplement s'ha configurat una adreça del 1 al 7 que no faci nosa als altres dispositius del bus i amb això n'hi ha prou, únicament s'ha de vigilar perquè el dip switch 1 és el bit de menor pes i el 3 el de major pes a la hora de definir la adreça en binari, així doncs per posar la adreça 3 tenim que posar a on el dip 1 i 2 i a off el 3.

Un cop fet això l'equip ja està llest, únicament necessita enllaçar-se amb els dispositius Zigbee que ens vulguem comunicar, per a fer això disposa de un pulsador, lo únic que es te que fer és pulsar el botó durant uns segons i entra en mode de escolta de nous dispositius, quan està en aquest mode podem pulsar el botó de enllaç de un altre dispositiu Zigbee i després de un intercanvi de informació per a l'aparellament si tot va be quedaran aparellats i només es podran comunicar entre si.

Sondes de temperatura i humitat

La sonda de temperatura i humitat funciona amb bateries per tant no és necessari realitzar cap tipus de connexió. Les úniques operacions que es tenen que fer amb aquest element son col·locar la bateria, assignar una adreça modbus a l'equip i enllaçar l'equip amb la passarel·la Zigbee RS-485.

L'equip disposa de un dip switch al qual li podem col·locar amb binari una adreça del 1 al 127, s'ha de anar en compte ja que el bit de menor pes és el dip switch 1 i això pot portar a confusió. De les dues sondes que s'han instal·lat una s'ha configurat amb l'adreça modbus 16 i l'altre amb la 85.

Una vegada configurada l'adreça modbus es polsa el botó que te aquest equip i el de la passarel·la zigbee a RS-485, això inicia un procés de exploració del sensor dels 16 diferents canals de radio cercant un canal de radio obert i compatible (el de la passarel·la zigbee), si el troba s'associa, ho indica mitjançant els leds i a partir de llavors ja queden associats i comença a enviar de forma periòdica el valor de temperatura i humitat. El sensor (figura 22) envia el valor cada 5 segons, de cara a la aplicació on va destinat no és necessari tenir la dada cada 5 segons en tenir-la amb una freqüència molt més reduïda seria suficient, i el consum de bateria seria també molt menor, en aquest cas però no es pot canviar.



Figura 22

Equip entrades comptatge polsos

El sensor de comptatge de polsos (figura 23) te unes característiques i funcionament molt similars als sensors de temperatura. Seguint el mateix procediment que en el cas del sensor de temperatura s'ha configurat amb l'adreça modbus 17 i s'ha associat a la passarel·la Zigbee RS-485.

Aquest sensor disposa de dues entrades digitals de comptatge de polsos i dues entrades per connectar-hi dos NTC's per mesurar temperatures. En aquest cas aquest sensor es volia fer servir per la mesura de aigua i gas dels corresponents comptadors, per tant només feien falta les dues entrades de comptatge de polsos.

En la aplicació demostració no es disposava de comptador de gas ni tampoc de comptador d'aigua amb sortida de polsos, així doncs, els polsos s'han simulat, afegint un multiplicador en la passarel·la IoT i donant polsos manualment en el sensor per simular-ho. El resultat de consum total de cara a la passarel·la és el mateix, si be, si es pogués connectar en una instal·lació real pot aportar més dades ja que es podria veure un històric de dades de consums per hores o generar alarmes si no hi ha mai un pas per zero entre d'altres coses. De cara però a la demostració que es volia fer, és correcte i suficient tal com s'ha fet.



Figura 23

4.4.2 Configuració de l'aplicació

A continuació es defineix el procés que s'ha seguit per connectar i configurar els dispositius dins de la plataforma.

Crear els sensors

En primer lloc es crearan els sensors en la plataforma ja que a priori aquesta no sap què són ni què s'hi connectarà, la plataforma funciona amb un protocol estàndard Modbus però tenim que crear un a un els dispositius que s'hi connectaran, al menys una vegada, si després es vol connectar més dispositius iguals ja no caldrà però la primera vegada si, aquest procés té una certa complexitat, cal conèixer una mica com funciona el protocol Modbus i entendre les variables de captura del dispositiu.

Per agilitzar i facilitar aquesta tasca la plataforma permet crear les variables del mapa modbus en un arxiu Excel de un format concret, en aquest arxiu es defineix cada posició de memòria del mapa modbus a quina variable correspon, el nom de la variable la unitat de mesura i la escala. Si bé els equips disposen de moltes variables modbus en el seu mapa no és necessari introduir-les totes, s'introdueixen només les necessàries.

A tall d'exemple el full excel que s'ha generat amb el mapa modbus de l'equip d'anàlisi de xarxes elèctriques ha estat el següent:

Variable	Descripció(informativo)	código		unidad medida	factor (unidades por)
		fab(opcional)	dirección(Hex)		
VI1	Tensión fase 1		00-01	V	10
AI1	Corriente fase 1		02-03	mA	1
API1	Potencia activa fase 1		04-05	W	1
RP1	Potencia reactiva fase 1		06-07	W	1

PF1	Factor de potencia fase 1		08-09		100
VI2	Tensión fase 2		0A-0B	V	10
AI2	Corriente fase 2		0C-0D	mA	1
AE	Energía activa tarifa1		3C-3D	Wh	1
VI3	Tensión fase 3		14-15	V	10
AI3	Corriente fase 2		16-17	mA	1

Un cop generat aquest full Excel des de l'aplicació es pot crear un model d'equip i a posteriori una versió del model, en l'apartat "versiones del modelo" permet accedir a l'equip que s'ha creat i fer una importació del mapa modbus, es podria tenir un mateix equip amb diferents versions de mapa modbus, equivaldria a diferents equips però l'equip mestre només es tindria que crear una vegada.

Una vegada importat el mapa modbus i creat el dispositiu ja estarà disponible per ser utilitzat en qualsevol de les instal·lacions que hi hagi, ja sigui una o un miler, més endavant s'explicarà on s'afegeixen dispositius en una instal·lació, tot i així qualsevol dispositiu que hàgim creat estarà disponible per afegir en les instal·lacions que es vagin creant.

Donar d'alta la instal·lació

S'ha començat donant d'alta la instal·lació, això és purament un tràmit que ens permetrà relacionar el gateway amb el lloc físic on està instal·lat, tanmateix aquí s'assigna el nom de la instal·lació, l'adreça (el software la agafa i localitza en un mapa) i els usuaris que podran administrar aquesta instal·lació. En la aplicació es poden crear usuaris nous als quals assignar uns permisos o altres com per exemple que només puguin visualitzar el dashboard de la instal·lació, en aquest cas però s'ha utilitzat únicament l'usuari que venia per defecte amb la conta, l'usuari administrador, no s'ha cregut necessari per fer aquesta aplicació crear usuaris nous amb permisos reduïts.

Donar d'alta el Gateway

Una vegada creada la instal·lació el proper pas ha estat donar d'alta el gateway de la instal·lació. Per fer això anem a equipos/gateway i li donem al botó de "nuevo gateway", ens apareix una pantalla en la que només tenim que assignar un nom al gateway, dir en quina de les instal·lacions que tenim creades es troba i col·locar els números de sèrie que venen en la etiqueta del propi gateway.

Un cop fet això, el Gateway queda registrat, donat d'alta i assignat a la instal·lació, en aquest cas com és del propi fabricant de la plataforma i porta incorporada la comunicació 3G amb SIM inclòs pel propi fabricant el qual permet comunicar a través de 3G mitjançant una xarxa virtual privada de la pròpia empresa, en aquest cas no ens hem de preocupar de res més de cara a connectar el Gateway amb la plataforma, ha estat un procés molt senzill i ràpid, únicament l'hem tingut que configurar a la plataforma i alimentar-lo a 230Vac.

Una vegada donat d'alta el Gateway des de la pestanya “conexiones y dispositivos” s'ha de crear el port de lectura dels perifèrics, en aquest cas es dona d'alta el port RS-485 amb modbus RTU amb la següents configuració:

Velocitat: 19200 bps

Bits de dades: 8

Sense paritat

1 bit de parada

Aquesta és la configuració del port RS-485 que té el Gateway, els perifèrics que s'hi connectin darrera tenen que portar la mateixa configuració per tal de que es puguin llegir.

En la mateixa pantalla en la part de sota es troba la pantalla de assignació de dispositius Modbus-RTU al Gateway, aquí bàsicament prement el botó de “nuevo dispositivo” donem d'alta cada dispositiu, bàsicament deixa triar entre els models de dispositius que prèviament s'han creat i especificar quina adreça modbus té cadascun d'ells. A tots els dispositius se'ls hi haurà d'haver assignat una adreça modbus que vagi del 1 al 254 i per descomptat sense repetir-los. En la figura 24 podem veure la pantalla de configuració de connexions del Gateway.

The screenshot displays the 'Conexiones y dispositivos' interface. At the top, there are navigation tabs: 'Panel de control', 'Conexiones y dispositivos', 'Variables', 'Datos en bruto', 'Editar', and 'Detalles'. The main content is divided into two sections.

The first section, titled 'Botiga Demo 1 (999999999) Conexiones', features a dropdown menu set to '10' and a 'Nueva conexión' button. Below this is a table with the following data:

Acciones	Nombre	Cadena de conexión	Gateway
<input type="checkbox"/>	Modbus RTU	RS-2:19200:8:n:1	Botiga Demo 1 (999999999)

Below the table is a search field labeled 'Buscar:' and pagination controls: 'Primero', 'Anterior', '1', 'Siguiete', 'Último'.

The second section, titled 'Modbus RTU Dispositivos', also has a dropdown menu set to '10' and a 'Nuevo dispositivo' button. It contains a table with the following data:

Acciones	Nombre	Dirección de la conexión	Modelo	Versión
<input type="checkbox"/>	CVM-Mini HOUSE 1	modbus:1	CVM-MINI	1.0
<input type="checkbox"/>	Sensor temperatura 1	modbus:16	ZED-THI-M	1.0
<input type="checkbox"/>	Sensor temperatura 2	modbus:85	ZED-THI-M	1.0
<input type="checkbox"/>	Contador de pulsos	modbus:17	ZED-TIDCI-M	1.0

Below this table is another search field labeled 'Buscar:' and the same pagination controls: 'Primero', 'Anterior', '1', 'Siguiete', 'Último'.

Figura 24

En aquest cas es disposaven de 2 sensors de temperatura i humitat, un comptador de pulsos i un equip per a la mesura d'energia que s'han donat d'alta en el Gateway de la instal·lació.

Creació de serveis de lectura

Aquesta plataforma disposa de un concepte anomenat serveis, els serveis es podria dir que son la manera de treballar amb les dades que es capturen, un servei per cada dada que es vulgui treballar.

La plataforma actualment permet crear serveis de 3 tipus:

-Serveis de lectura de variable: Aquí és on es defineix quina variable de quin equip es vol llegir, amb quina freqüència de lectura, etc.

-Serveis de alarma: Aquí és on es defineix com es generarà una alarma, en base de quins paràmetres, variables o fórmules.

-Servei de Fórmula: Aquest tipus de servei permet crear el que anomenaríem variables virtuals o variables calculades, per exemple agafar una variable real i aplicar-li una fórmula per crear una representació que ens pugui interessar.

Els serveis de lectura de variable i d'alarma son algo que es defineix en la plataforma però una vegada definit s'envien al Gateway i és aquest qui pren les decisions de quan s'envia una variable o es genera una alarma.

En lo que es refereix al cas d'ús que s'està treballant s'han definit diferents serveis de lectura de variable, serveis d'alarma i serveis de formula també, alguns que tenim activat i altre no i que podem veure en la figura 25.

Acciones	Habilitado	Nombre	Instalación	Servicio	Gateway
	<input type="radio"/>	Alarma Máxima Demanda > 5kW	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Congelador 1	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Congelador 2	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Estocs 1	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Estocs 2	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Mostrador 1	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Mostrador 2	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Mostrador 3	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Alarma Temp Nevera Mostrador 4	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
		Consum Aigua	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Consum Elèctric	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Consum Gas	Botiga Demo 1	Fórmula	-
	<input checked="" type="radio"/>	Contador de pulsos 1 AIGUA	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Contador de pulsos 2 GAS	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input type="radio"/>	Corriente Fase1 House Demo 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input type="radio"/>	Corriente Fase2 House Demo 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input type="radio"/>	Corriente Fase3 House Demo 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
		Cost AIGUA		Fórmula	-
		Cost ELECTRICITAT		Fórmula	-
		Cost GAS		Fórmula	-
	<input checked="" type="radio"/>	Energia Activa Trifasica House Demo 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input type="radio"/>	Energia Activa trifasica House Demo 1 (5min)	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Humitat 2	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Màxima Demanda potencia III House Demo 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input type="radio"/>	Potència Activa III Inst	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
		Temp Nevera1	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temp Nevera2	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temp Nevera3	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temp Nevera4	Botiga Demo 1	Fórmula	-
	<input checked="" type="radio"/>	Temperatura 1	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Temperatura 2	Botiga Demo 1	Lectura de una variable	Botiga Demo 1
		Temperatura Congelador 1	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temperatura Congelador 2	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temperatura Nevera Estocs 1	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temperatura Nevera Estocs 2	Botiga Demo 1	Fórmula	-
		Temperatura Obrador	Botiga Demo 1	Fórmula	-
	<input type="radio"/>	Warning Max Demanda > 2kW	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1
	<input checked="" type="radio"/>	Warning Temp&Hum Obrador	Botiga Demo 1	Recepción de una alarma	Botiga Demo 1

Figura 25

En quant a serveis de lectura de variable se n'han definit i activat 7 que eren els que principalment es necessitaven. Aquests serveis són la lectura de la energia, màxima demanda, dos de temperatura, una de humitat, una pel comptador d'aigua i una altre pel comptador de gas.

Al definir una variable d'aquest tipus es pot triar el període de lectura, en aquest cas per els registres de energia i comptador d'aigua i gas s'ha triar una lectura horària i per els registres de temperatura humitat i màxima demanada s'ha escollit un període de lectura de 5 minuts per tenir valors més precisos ja que en aquests casos si ens aporta un valor el tenir aquesta precisió.

A la hora de definir un servei de lectura de una variable, es pot definir com es vol interpretar i emmagatzemar aquest valor, és a dir si per exemple el que s'està llegint és el valor de un comptador d'energia que sempre anirà incrementant no es vol representar el valor del comptador cada hora sinó la diferència entre aquell valor i el de la hora anterior ja que la diferència serà la energia consumida aquella hora, per contra si el que s'està llegint és el valor de una temperatura si que es vol representar en cada moment el valor que es llegeix i

no un diferencial. En la figura 26 podem veure una pantalla de creació de un servei (lectura de energia)

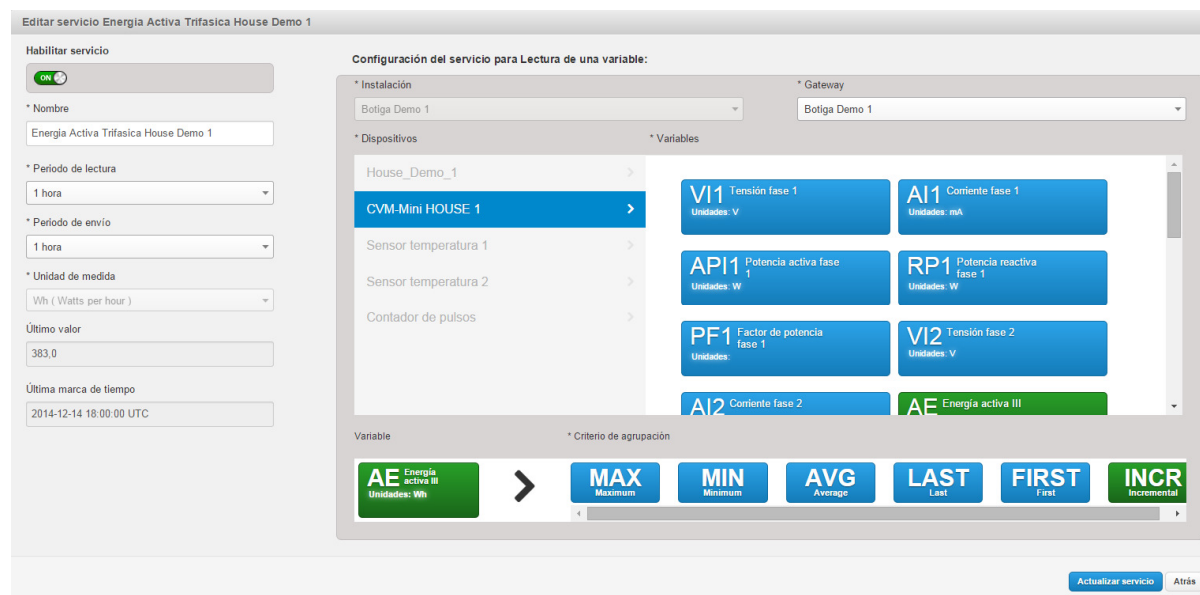


Figura 26

Així doncs ha estat necessari definir per a cada servei com tenia que ser llegida i interpretada la variable, bàsicament les de energia, aigua i gas s'han definit com incrementals i les altres simplement el valor màxim.

L'altre tipus de serveis que s'han definit son els serveis d'Alarma, en aquest cas s'han definit 7 alarmes i un avís, les alarmes que s'han definit son una per a cada nevera o congelador i l'avís és per l'obrador on mesurem temperatura i humitat. En la figura 27 podem veure una pantalla tipus de creació de una alarma.

Figura 27

Al definir una alarma es pot definir una condició de activació i una condició de desactivació, d'aquesta manera el software ens avisarà quan ha entrat en estat d'alarma i quan n'ha sortit, també permet adjuntar amb l'enviament de la alarma una variable qualsevol del sistema.

En aquest cas en els congeladors s'ha configurat un llindar de temperatura de -18°C , per sobre d'aquest valor el sistema generaria una alarma.

En el cas de les neveres d'stock el llindar s'ha posat entre 0 i 7°C , per sobre i per sota d'aquest llindar enviaria una alarma, també s'ha configurat que adjunti el valor de la temperatura quan es generi la alarma, així també sabrem si ha estat per temperatura alta o baixa. També s'hauria pogut crear una alarma per a cada tipus de valor, és a dir una per si es superava la temperatura o una per si baixava d'aquesta temperatura.

En el cas de les neveres mostrador el llindar s'ha posat entre 0 i 8°C .

En lo que al obrador es refereix s'ha creat un avís que indica tant si la temperatura ha sortit de uns certs límits (entre 0 i 15°C) i si la humitat ha traspasat també uns certs límits (entre 30 i 70% de humitat).

Totes les condicions de activació de les alarmes i warnings s'han fet en el valor exacte, per contra la desactivació de la alarma s'ha fet sempre mig grau per sota de la condició per evitar possibles rebots si el valor es troba molt just en el punt de canvi.

En aquesta instal·lació de moment no s'han creat alarmes per consums excessius de energia per tal de evitar de moment un excés de informació, més tenint en compte que

encara es desconeix el perfil de consum habitual, tot i així a mida que es faci servir la instal·lació es pot anar polint i afegint allò que aportí informació valuosa.

Una vegada definits els valors d'alarma ja es poden activar tots els serveis que s'han creat, es passen de off a on i quan el gateway es comuniqui amb la plataforma agafarà la nova configuració i començarà a treballar amb aquests nous serveis.

A banda dels serveis creats de lectura de variable, s'han creat també uns serveis de tipus fórmula. Donat que només hi havia 2 sensors de temperatura i es tenien que representar 8 temperatures de les 8 zones de la instal·lació el que s'ha fet ha estat col·locar 2 sondes reals de mesura de temperatura i simular la resta mitjançant el servei de tipus formula. El que s'ha fet bàsicament ha estat agafar un valor de un sensor real i sumar o restar un valor fix més un aleatori per tal de obtenir un resultat realista. En la figura 28 podem veure una pantalla de creació de un servei tipus fórmula.

The screenshot shows the configuration interface for a formula-based service. The main configuration area includes a name field, a facility dropdown, a warning about read periods, a sampling interval dropdown, and a list of available services. A panel of mathematical operators and functions is provided for building the formula. The formula field contains the expression `[Botiga Demo 1.Temperatura 1]-5`, and the unit is set to Celsius. The interface concludes with 'Update service' and 'Back' buttons.

Figura 28

Una vegada estan tots els serveis creats i activats el gateway ja comença a registrar dades i controlar les alarmes, totes les dades que el gateway va registrant amb els paràmetres que s'han configurat es van enviant a la plataforma i es poden veure a nivell de taules, tot i així les taules son poc intuïtives i per això hi ha el mòdul de creació de Widgets i dashboards que ens permeten obtenir representacions més gràfiques de totes aquestes dades.

De cara a poder crear un dashboard amb tota la informació de interès per a la monitorització de la instal·lació en primer lloc es tenen que crear els corresponents Widgets, un Widget és un contenidor d'informació representada en un format gràfic concret.

El software permet crear molts tipus de Widgets diferents, gràfiques de diferents tipus, Widgets de etiquetes, comparacions, taules, llistes, etc. en aquest cas es volia representar una informació determinada representada de la següent manera:

- 1- *Màxima demanda*: S'ha representat en una gràfica de línies on es representa el valor de la màxima demanda cada 5 minuts i la gràfica fa una representació de les últimes 24h, el valor el mostrem en kWatts.
- 2- *Energia trifàsica*: L'energia trifàsica s'ha representat en una gràfica de columnes simples, en aquest cas la gràfica mostra les últimes 24h i cada columna representa la energia consumida en una hora.
- 3- *Consums*: S'ha creat una petita taula que mostra el consum mensual acumulat de energia, gas i aigua, en aquest cas mostrat en kWh i metres cúbics.
- 4- *Distribució de costos*: Aquí es representa mitjançant una gràfica tipus formatge la distribució de costos mensuals en Euros, mitjançant uns serveis de fórmula s'ha fet el càlcul del cost en Euros de cadascun dels 3 consums (Energia, aigua i gas) per poder-los representar.
- 5- *Temperatures Mostradors*: Gràfica de línies que representa les 4 temperatures dels 4 mostradors, una d'elles és una variable real i les altres simulades.
- 6- *Temperatura neveres stocks*: Aquí mitjançant gràfica de línies s'ha representat les dues temperatures de les neveres de producte d'stock.
- 7- *Temperatura congeladors*: Una gràfica de línies mostra la temperatura dels 2 congeladors
- 8- *Temperatura i humitat obrador*: Una gràfica de línies mostra la temperatura i la humitat, en aquest cas en un costat de la gràfica l'eix Y identifica el valor de la temperatura i en l'altre costat de la gràfica un altre eix Y mostra el valor de la humitat.

Una vegada creats aquests Widgets personalitzats, s'ha creat el Dashboard, que no és més que una manera de representar en una pantalla única i de forma ordenada els Widgets que s'han creat anteriorment.

En un Dashboard bàsicament el que es defineix és quants Widgets tindrà (quantes files i columnes), el nom del Widget, els usuaris que hi podran tenir accés i a continuació s'hi col·locaran en l'ordre desitjat els Widgets que es vulguin a partir dels que hi hagi creats.



Figura 29

Amb aquest Dashboard (Figura 29) a simple cop d'ull es té informació completa i actualitzada de la instal·lació, tot i així si es vol en cadascun dels Widgets es pot entrar i jugar amb les dades anant a buscar altres períodes, històrics, fer comparatives entre diferents períodes, comparatives amb altres variables, etc., tot en temps real des del mateix Dashboard.

4.5 Resultats

Finalment el resultat que s'ha obtingut amb aquesta instal·lació és un conjunt de dades dels sensors que s'han col·locat en la instal·lació i que tant es poden monitoritzar en temps real com monitoritzar-ne els històrics.

Amb aquests valors es disposa de les dades necessàries per el tractament que es necessita en el cas d'ús plantejat, tot i que l'aplicació final no era tant important en aquest cas com el fet d'aconseguir muntar tot el sistema i que funcionés correctament en un entorn real, el que es pot dir que s'ha aconseguit al 100%.

A partir d'aquí si es volgués es podrien omplir les fulles de control de temperatures que marca la normativa dels aliments, es disposa de totes les dades necessàries. Tanmateix el

resultat obtingut és molt més que el que demana la normativa ja que no només es poden veure aquests valors sinó que es poden detectar alarmes en temps real i evitar problemes de salut en els aliments o de pèrdua de material.

Tal com s'ha dissenyat i amb productes que es poden trobar fàcilment en el mercat es podria muntar i explotar aquesta aplicació en entorns reals.

4.6 Valoració econòmica

De cara a la valoració econòmica s'han valorat diversos conceptes, per un costat s'ha fet una valoració del cost que ha tingut fer aquesta primera instal·lació on es tenia que definir la aplicació i les seves problemàtiques, estudiar i entendre el funcionament de tots els materials per primera vegada, instal·lar-ho i comprovar el seu funcionament, aquest podríem dir seria el cost de la primera solució, en segon lloc quins serien els costos dels materials necessaris per al muntatge i en tercer lloc una estimació de quin seria el cost mensual de utilització per a l'usuari final de l'aplicació, per últim, es fa també una estimació de quin seria el cost de replicació d'aquesta instal·lació, si be el cost de la primera instal·lació és força més elevat, el fet de replicar una instal·lació gairebé idèntica amb els mateixos materials se suposa seria molt més ràpid, aquesta valoració estimativa es fa de cara a poder fer els càlculs d'amortització del sistema en el suposat cas de que l'aplicació es tingués que replicar en multitud d'instal·lacions. En lo que respecta al cost/hora s'ha agafat un preu base de 20€/hora.

Es fa també una estimació de quina podria ser l'amortització del sistema, si be això pot variar molt en funció de com sigui cada instal·lació i lo be o malament que estigui, de cara als càlculs es fan servir uns valors estimatius mitjos.

Descripció	Proveïdor	Quantitat	Preu unitari	Total (€)
Anàlisi i definició de la 1a solució		35	20€	700 €
1a configuració i connexionat de sensors a la plataforma		115	20€	2300€
1er desenvolupament de l'aplicació en la plataforma		65	20€	1300€
Gateway	Pick Data	1	325€	325€
CVM-Mini+MC3	Circutor	1+1	254,7€+30,2€	284,9€
Passarel·la ZigBee a RS-485	4-Noks	1	125,7€	125,7€
Sonda temperatura i humitat ZigBee	4-Noks	9	76,2€	685,8€
Comptador de polsos Zigbee	4-Noks	1	90€	90€

Petit material instal·lació		1	20€	20€
COST TOTAL 1a Instal·lació				5831,4€

En quant al cost mensual de manteniment de l'aplicació, aquesta plataforma funciona amb un model de pagament per us (dades enviades), en aquest cas es paga un tant per dada enviada, és a dir si enviem un valor d'energia cada hora això es calcula com a 1dada x 24hores x 30 dies = 720 dades al mes, això mateix s'aplica a qualsevol altre dada o alarma que s'envii. El preu d'entrada per cada dada enviada ha estat de 0,001€, així doncs per una aplicació com aquesta agafant només lo imprescindible el cost mensual mínim necessari seria el següent:

Energia: 1 dada cada hora = $1 \times 24 \times 30 = 720$ dades

Aigua: 1 dada al dia $1 \times 30 = 30$ dades

Gas: 1 dada al dia $1 \times 30 = 30$ dades

9 temperatures: 9 dades a la hora = $9 \times 24 \times 30 = 6480$ dades

1 humitat : 1 dada a la hora = $1 \times 24 \times 30 = 720$ dades

Alarmes: Suposem un màxim de 50 alarmes o avisos al mes = 50 dades

Total: 8030 dades x 0,001€/dada = 8,03€/mes

El cost de anàlisis, instal·lació, configuració i desenvolupament de la aplicació una vegada feta la primera i suposant que les successives siguin molt similars de cara a fer un càlcul de la amortització podríem suposar que seria una quarta part aproximadament ja que hi ha tasques especialment en la plataforma que no es tenen que tornar a fer com ara el donar d'alta nous dispositius, podríem copiar les configuracions, etc. així doncs la feina principal seria la de muntar els equips, suposem doncs que el cost per a futures instal·lacions similars seria de 1075€ de ma d'obra + 1531,4€ de materials = **2606,4€**.

4.7 Amortització

De cara a calcular la amortització del sistema tenim que fer algunes estimacions, si be en alguns locals es donaran i en altres no ho agafem com a valor mig:

El consum mig d'energia elèctrica d'un establiment d'aquestes característiques seria de 4600kW/mes (si be en funció de la època del any varia en funció de l'aire condicionat, calefacció o fins i tot si està tancat al mes d'Agost). Aquesta dada s'ha extret de una botiga de preparació i comercialització de menjars preparats reconeguda de Barcelona i s'ha agafat un preu per kW/h de 0,13€/kW. Per tant serien $4600 \times 0,13 = 598€$. A banda tindríem el cost fix de la línia que es paga per el terme de potència.

El consum d'aigua en alguns establiments pot ser més alt o més baix, en aquest cas concret se'n fa ús però no molt elevat i posem un valor mig de 105€/mes.

En el cas del gas hi ha locals com pot ser una pastisseria on se'n fa molt ús i altres com una carnisseria on no se'n fa ús, en el cas dels menjars preparats si se'n fa ús, i posaríem un consum de 440€/mes.

En lo que respecta a les cambres frigorífiques, congeladors i neveres suposem que hi pot haver emmagatzemats de mitja uns 12000€ en menjar en un establiment d'aquestes dimensions, suposarem que amb el sistema podrem evitar una averia i la pèrdua del material cada 5 anys, pot ser la averia de una cambra només o la fallada elèctrica de tota la instal·lació que afectaria a totes les cambres. (Estimativament i dividit el cost de forma anual hi podríem donar un valor de 800€/any).

Quan no es disposa d'aquest sistema, molts establiments no s'arrisquen a deixar material en les neveres quan tanquen per vacances per que si hi hagués una averia quan tornessin hi hauria un problema greu a banda de la pèrdua del material, per tant això els obliga a buidar les neveres cada estiu lo que repercuteix en una merma de material que sobra i també una merma en ventes els mes anterior al període de vacances per falta de material, això ho estimaríem en una pèrdua de 700€ per les botigues que son capaces de ajustar força.

En quant a la energia segons les webs de empreses especialitzades del sector es diu que mesurant la energia i aplicant millores en la instal·lació es poden aconseguir millores en el consum del 30%, en aquest cas com no contemplem més inversions en millores extres suposarem que únicament estalviarem energia en lo que seria la detecció de consums innecessaris, el valor d'aquest estalvi pot estar al voltant del 10% de valor mig.

En quant a l'aigua i el gas es pot detectar algun mal ús però en aquest tipus d'establiments el estalvi possible només amb la monitorització és poc, posaríem un 1,5%.

Estalvi total: (Estalvi energia anual = $598 \cdot 12 \cdot 0,1 = 717,6€$) + (Estalvi anual Aigua i Gas = $(105 + 440) \cdot 12 \cdot 0,015 = 98,1€$) + (Estalvi anual averies = $800€$) + (Estalvi anual mermes = $700€$) = $2315,7€/any = 193€/mes$

Amortització = Cost instal·lació (2606,4€) / (Estalvi mensual (193€) – Cost mensual plataforma (8,03€)) = **14,08 mesos**

5 Conclusions i autoavaluació

Es pot dir que els objectius s'han acomplert al 100%, s'ha pogut muntar la solució desitjada totalment operativa i amb totes les funcionalitats que aquesta requeria, la plataforma triada tenia les funcionalitats necessàries per aquest tipus d'aplicació i si bé la definició de la aplicació, creació, connexió i configuració dels dispositius ha estat algo complex, una vegada fet la replicació per a més instal·lacions similars no costaria massa, la feina hi és la primera vegada en la definició, configuració, creació de dispositius i mapes modbus així com entendre el funcionament dels mateixos però un cop tot creat és senzill replicar-ho.

A nivell de dispositius tot i que segurament no són els ideals els utilitzats a nivell de cost i funcionalitat, si han donat les funcions mínimes necessàries per a poder muntar el que es demanava i tret d'alguna errada en el sensor de temperatura que cada x hores o dies de forma aleatòria produeix un error important de alguns graus durant una estona la resta ha funcionat tot molt bé.

Una vegada tot instal·lat, i deixat funcionant durant uns dies s'ha vist que el funcionament és correcte i realment útil per a l'aplicació que es volia fer, després de fer els càlculs numèrics de costos i amortització de l'aplicació (amb algunes estimacions que no es poden precisar més), es pot veure que realment és un cas d'ús molt viable econòmicament amb un temps d'amortització molt bo, un exemple típic de cas del IoT on és senzill treure'n un rendiment.

Si bé és cert que el treball s'ha intentat escriure de la forma més amena i didàctica possible, alguns aspectes com aprendre el funcionament de les comunicacions RS-485, el protocol modbus, el funcionament dels analitzadors de xarxes elèctriques i els altres sensors ZigBee, així com entendre, dominar i configurar cada apartat de la plataforma per adaptar-se a un cas d'ús viable econòmicament i que tot plegat funcionés correctament sobre una instal·lació real tenia una complexitat important, és cert però que una vegada feta aquesta feina si es tingués que replicar en n establiments de similars característiques no faria falta tants coneixements tècnics per fer-ho ja que bona part de la feina ja estaria feta i únicament seria fer instal·lacions guiades, un instal·lador ben preparat podria muntar-ho les successives instal·lacions sense necessitat de entendre exactament el funcionament intern del que està muntant.

Personalment el resultat ha estat molt satisfactori, especialment al veure que en surt un model de negoci viable i que tècnicament s'ha aconseguit el 100% del que es buscava.

6 Glossari

IoT (Internet of Things) Terme utilitzat per parlar de la interconnexió de tota mena de dispositius que poden ser quotidians a través de Internet

ZigBee Conjunt de protocols de radiofreqüència d'alt nivell pensats per al baix consum, baixes tasses d'enviament de dades, topologia mallada i fàcil integració, està basat en l'estàndard 802.15.4

ModBus Protocol de comunicacions Industrials lliure basat en la arquitectura Master-Slave o client-Servidor, disposa de dues versions RTU per ports sèrie i TCP per connexions IP.

RS-485 Estàndard de comunicacions en bus de la capa física del model OSI, pensat per entorns amb soroll, per baixes velocitats de transmissió de dades a petites o llargues distàncies utilitzant només dos fils.

MQTT Protocol obert i lleuger pensat per aplicacions M2M o IoT amb poc ample de banda, basat en el model Publish-Subscribe contra un broker que és l'encarregat de distribuir els missatges als clients finals.

JSON (JavaScript Object Notation) És un format de intercanvi de dades lleuger, senzill de entendre i utilitzar, ve a ser una alternativa més senzilla al format XML àmpliament estès.

REST (Representational State Transfer) Tècnica de arquitectura de software utilitzada en el entorn web basada principalment en HTTP i XML o JSON.

SSL (Secure Sockets Layer) protocol d'encriptació que proporciona comunicacions amb una certa seguretat a taves de una xarxa com pot ser Internet

TLS (Transport Layer Security) Similar a SSL, va sorgir més tard i ve a ser una evolució d'aquest

VPN (Virtual Private Network) Tecnologia que permet crear una xarxa privada o túnel de comunicacions segur dins de una xarxa no segura

AES128 (Advanced Encryption Standard) Mètode de xifrat simètric reconegut com un Standard força segur i és molt utilitzat

HTML5 (HyperText Markup Language, version 5) Nova versió del llenguatge bàsic de la Web que proporciona vers els seus antecessors importants millores en quant a la visualització de continguts més senzilla i dinàmica

API (Application programming Interface) Conjunt de funcions y procediments que permeten a un software interactuar amb un altre software abstraient-se de les interioritats de la arquitectura de cadascun dels dos softwares.

Framework Estructura de mòduls de software, programes, biblioteques i llenguatges i eines en general utilitzades per desenvolupar components de software.

7 Bibliografia

-Glòria Cugat i Pujol (Generalitat de Catalunya dept. Salut): L'autocontrol als establiments alimentaris:

http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1306/dn1306/autocontrol_ca_sencer.pdf

-Generalitat de Catalunya: Plà de control de temperatures:

http://salutweb.gencat.cat/web/.content/home/ambits_tematicos/per_perfiles/empreses_i_establiments/empreses_i_professionals_de_lambit_alimentari/els_autocontrols_als_establiments_alimentaris_els_prerequisits/documents/arxiu/salimtemper.pdf

-Thomas kugelstadt (Texas Instruments): The RS-485 Design Guide:

<http://www.ti.com/lit/an/slla272b/slla272b.pdf>

-Modbus Organization: Modbus application protocol specification v1.1b3:

http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf

-Circutor: CVM-Mini manual:

<http://circutor.es/docs/M98174001-01.pdf>

-PickData: Pick3G manual:

<http://pickdata.net/sites/default/files/quia-rapida-instalacion-pick-3g.pdf>

-4-Noks: Gateway Modbus RS485 ZC-GW-485-EM

<http://www.zb-connection.co.uk/SharedFiles/Download.aspx?pageid=10&mid=20&fileid=141>

-4-Noks: Temperature&Humidity sensor ZED-THI

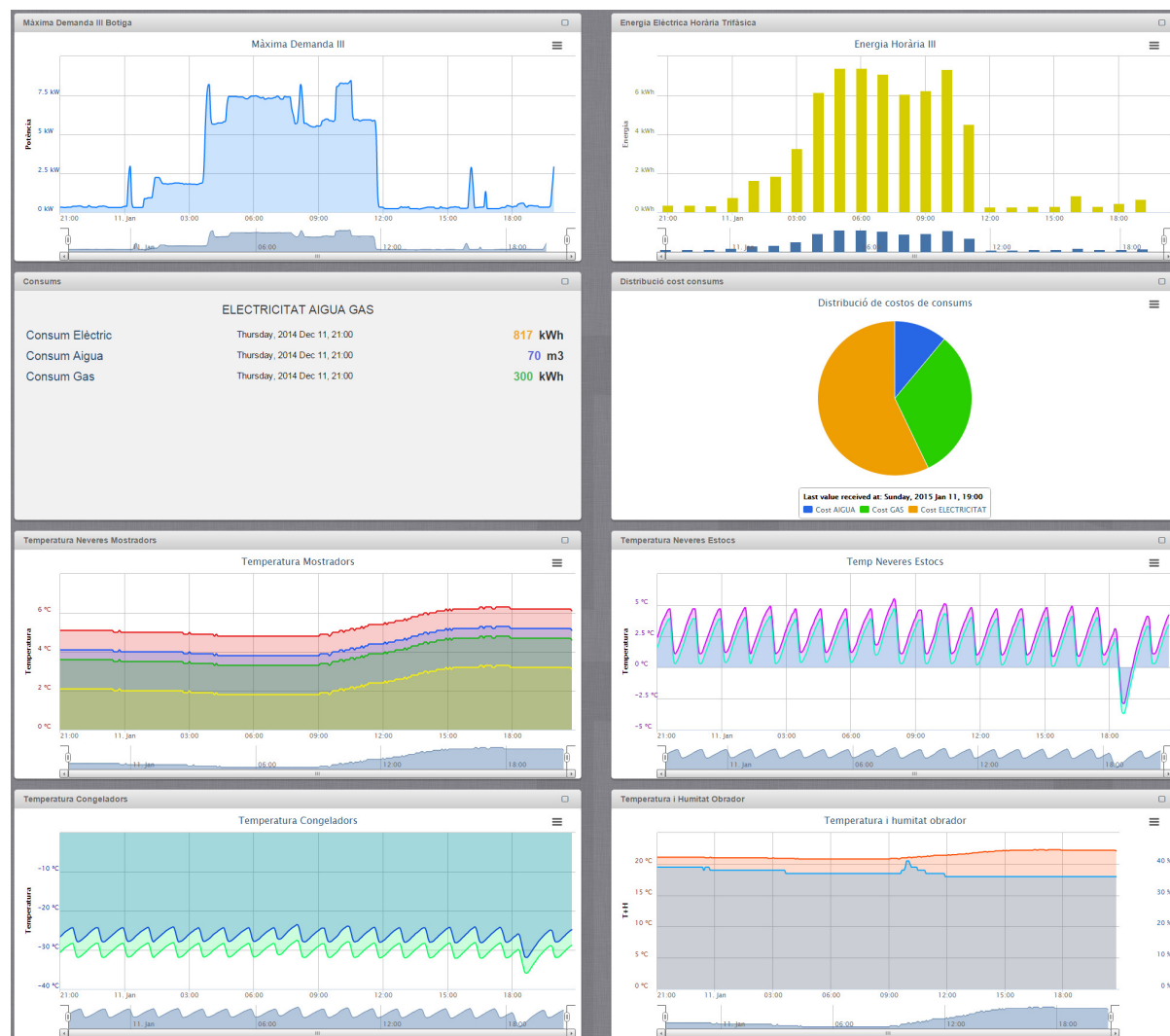
<http://www.zb-connection.co.uk/SharedFiles/Download.aspx?pageid=10&mid=20&fileid=164>

-4-Noks: Digital inputs sensor ZED-TIDCI-M

<http://www.zb-connection.co.uk/SharedFiles/Download.aspx?pageid=10&mid=20&fileid=176>

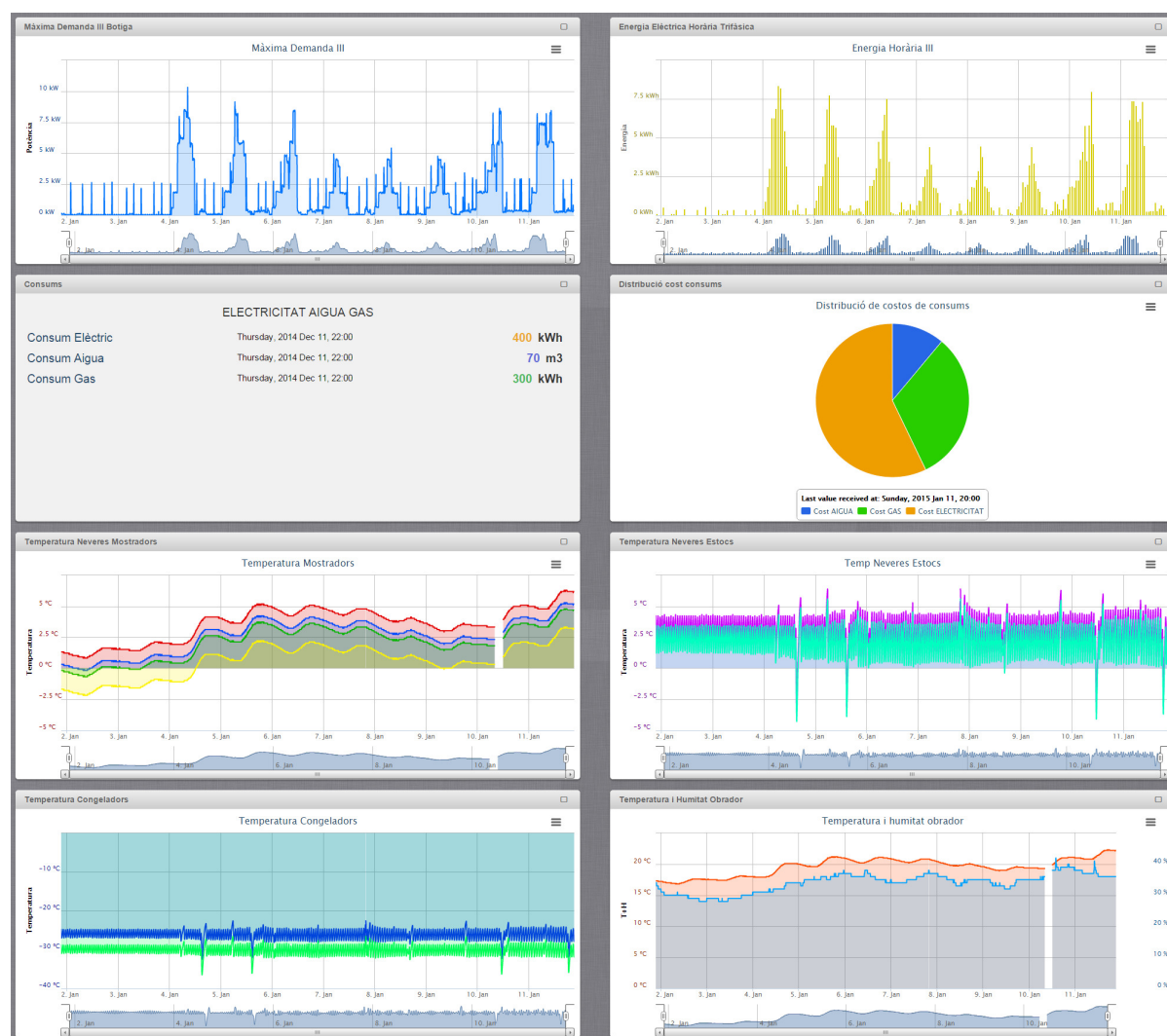
8 Annexos

Dashboard final de monitorització de la instal·lació últimes 24h



Aquest dashboard és el que veuria habitualment el usuari del sistema, s'ha configurat per veure les últimes 24h però en qualsevol moment donat es poden mirar els històrics. En el cas dels consums d'aigua, gas i electricitat que son els Widgets 3 i 4 no representen les últimes 24h sinó l'acumulat del mes actual.

Dashboard de monitorització de la instal·lació del mes vigent



Aquí s'està representant en el mateix dashboard les dades des del dia 1 de Gener, es poden observar diverses coses, en la primera i segon gràfica es veu que els primers 4 dies del mes no hi havia consum elèctric gairebé, això vol dir no hi havia calefacció engegada i es reflexa en la temperatura del sensor del Widget nº5 on els primers dies la temperatura havia baixat. Baixa per sota de zero per una fórmula que hi ha definida tal com s'ha explicat en el apartat corresponent del projecte. També es pot observar en el Widget N°5 i N°8 que hi ha un forat en les dades, això és degut a que el sensor triat en algunes ocasions deixa de enviar dades durant una estona i després es recupera, és defecte hardware de l'equip. També en els altres 2 Widgets nº6 i nº7 s'observa que hi ha caigudes brusques en la temperatura de tant en tant (4 cops en lo que portem de mes) això s'ha analitzat i també és errada del sensor de temperatura, per tant si es volgués muntar un sistema real s'haurien de buscar sensors algo més industrials que no donin aquestes errades esporàdiques.

Es podria continuar tirant enrere fins la data en la que es va iniciar la captura de dades que seria cap a finals de Novembre.

Llistat alarmes del mes de Gener

Listing logs for Demo										
Data begin		2015-01-01 00:00:00		Data end		2015-01-11 00:00:00		Views		Select an option
										<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="New"/> <input type="button" value="Search"/>
Type	Produced at	State	Monitoring	Service name	Checked at	Attended at	Facility	Details		
Alarm	Saturday, 2015 Jan 10, 12:00	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Saturday, 2015 Jan 10, 11:53	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Saturday, 2015 Jan 10, 11:07	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Saturday, 2015 Jan 10, 11:06	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Friday, 2015 Jan 9, 17:01	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 4			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Friday, 2015 Jan 9, 08:20	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 4			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Thursday, 2015 Jan 8, 16:40	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Thursday, 2015 Jan 8, 16:22	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Warning	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Warning Temp&Hum Obrador			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 3			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 4			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Congelador 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:50	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Congelador 2			Botiga Demo 1	View		
Warning	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Warning Temp&Hum Obrador			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 4			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 3			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Congelador 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Congelador 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Wednesday, 2015 Jan 7, 19:49	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Monday, 2015 Jan 5, 15:15	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Monday, 2015 Jan 5, 15:08	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Monday, 2015 Jan 5, 14:23	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Monday, 2015 Jan 5, 14:21	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Sunday, 2015 Jan 4, 15:54	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Sunday, 2015 Jan 4, 15:47	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Sunday, 2015 Jan 4, 14:58	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 1			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Sunday, 2015 Jan 4, 14:56	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Alarma Temp Nevera Estocs 2			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Sunday, 2015 Jan 4, 14:02	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 4			Botiga Demo 1	View		
Warning	Saturday, 2015 Jan 3, 23:45	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Warning Temp&Hum Obrador			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Saturday, 2015 Jan 3, 16:33	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 3			Botiga Demo 1	View		
Alarm	Friday, 2015 Jan 2, 16:01	↓ DEACTIVATED ↓	Pending	Alarma Temp Nevera Mostrador 2			Botiga Demo 1	View		
Warning	Friday, 2015 Jan 2, 13:48	↑ ACTIVATED ↑	Pending	Warning Temp&Hum Obrador			Botiga Demo 1	View		

Observant les alarmes que s'han produït durant el mes de Gener, es veu que principalment son degudes al que s'ha comentat anteriorment, és a dir, a les caigudes brusques de temperatura d'alguns sensors i a la baixada de temperatures els primers dies del mes en el que no hi havia activitat. Si es traguessin les errades aleatòries de mesura del sensor pràcticament no hi hauria cap alarma.