

Eric Baiges Castells

**Millora per a l'estalvi energètic mitjançant un software
de visualització**

**Treball Fi de Màster
dirigit pel Dr. Alfonso José Romero**

Màster en Enginyeria Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2016

Índex

1	Introducció.....	1
2	Objectius	2
3	Abast.....	2
4	Informàtica Industrial.....	3
4.1	NIVELL 0: El procés. Els sensors i actuadors	6
4.2	NIVELL 1: El control del procés. Els dispositius PLC	7
4.3	NIVELL 2: La supervisió del procés. Els sistemes SCADA i HMI	8
4.4	NIVELL 3: La Gestió d'operacions. Els sistemes de historitzadors, MES i Batch	9
5	Infraestructura industrial utilitzada	11
5.1	Sensors – Models CVM de Circutor	11
5.1.1	CVM-MINI	12
5.1.2	Passarel·les TCP2RS+	13
5.1.3	Introducció a la comunicació amb nivells superiors	14
5.2	Power Studio (SCADA).....	15
5.3	PLC S7-300.....	18
5.4	OPC (Open Plataform Communications)	22
5.5	KEPServerEX de Kepware.....	24
5.6	Sistema PI.....	26
5.6.1	Interfícies PI.....	28
5.6.2	PI Asset Framework (AF).....	28
5.6.3	Servidor PI – PI Data Archive.....	29
5.6.4	Clients PI – PI User	29
5.7	Xarxa existent.....	31
6	PI TAGS	34
7	PI ProcessBook Energia	36
7.1	Introducció	36
7.2	Desenvolupament i funcions.....	38
7.2.1	Representació gràfica de la planta.....	39
7.2.2	Preparació dels TAGS a utilitzar.....	40
7.2.3	Àrees i Subàrees.....	44
7.2.4	Creació del menú.....	50
7.2.5	Macros (VBA)	51
7.3	Guia d'utilització.....	52
8	Procés exemple – Obtenció d'una variable des de 0	53

8.1	Instal·lar l'analitzador de xarxa (CVM) físicament	54
8.2	Configuració de paràmetres de xarxa Ethernet del CVM	54
8.3	Configuració del CVM.....	56
8.4	Configuració Passarel·la Màster	58
8.5	Modificar programari PLC Energies.....	59
8.6	Enllaçar variables del PLC amb el KEPServerEX	61
8.7	Crear els TAGs	64
8.7.1	TAG - Energia Elèctrica consumida (kWh)	68
9	Cas d'èxit: Parada àrea de cocció 2	70
10	Possibles Millores.....	74
10.1	OPC Power Studio Server	74
10.2	OPC UA	75
10.3	Afegir més informació en l'aplicació	76
10.4	Històric de correccions – Millora continua	77
11	Conclusions.....	78
12	Referències	79
13	Annexes.....	80
13.1	Annex 1 – Analitzadors de xarxa instal·lats en la planta	80
13.2	Annex 2 – Tractament de dades: Excepcions i compressions.....	81
13.2.1	Excepció	83
13.2.2	Compressió	86
13.3	Annex 3 – Millora TAGs MS	92
13.4	Annex 4 – Manual d'usuari	95
13.5	Annex 5 – Esquema analitzadors de xarxa.....	96

1 Introducció

L'empresa "Global Cereal Company" té com a objectiu aconseguir un estalvi anual de 2M € abans del 2020. Per tal d'assolir aquest repte, un dels factors claus i més importants és l'estalvi energètic.

Reduir el cost energètic comporta un abaratiment del cost del producte que alhora millorarà la competitivitat de l'empresa.

A la nostra planta, en el decurs dels anys, hi ha hagut una gran quantitat de maquinària que s'ha anat modernitzant progressivament fent que el control sobre les instal·lacions esdevingui cada vegada més complicat. Avui en dia s'està millorant aquest control, realitzant una reorganització i reprogramació progressiva, amb l'objectiu d'estandarditzar totes les instal·lacions millorant així el seu rendiment i el coneixement que es té sobre aquestes.

En aquest treball, atès a la necessitat imperiosa de reduir el cost energètic, es pretén reduir l'energia elèctrica consumida en les parades de producció.

Controlar els consums energètics i conèixer si són racionals és un requisit necessari per evitar pèrdues econòmiques.

Durant la producció, el consum energètic és alt, però necessari, degut a que els equips estan en funcionament. Per tant, el punt on és possible un major estalvi d'energia sense necessitat de grans inversions és en les parades de producció.

En les parades de producció, siguin d'una àrea o de tota la planta, idealment, tota la maquinària involucrada s'hauria de parar completament, reduint, així, el consum d'aquesta àrea al mínim possible.

Actualment és molt difícil controlar que totes les instal·lacions estiguin correctament parades quan la producció és inexistent.

La solució desenvolupada, en aquest treball, consisteix en traslladar i centralitzar la informació dels equips de mesura remots per consultar i explotar les dades obtingudes de forma totalment fiable. L'anàlisi d'aquestes dades permet prendre les decisions oportunes per a l'obtenció de l'eficiència energètica a la nostra planta.

L'objectiu del treball és crear una aplicació visual i intuïtiva per tal de detectar i localitzar els consums innecessaris en les diferents àrees de la planta. Gràcies a la lectura i interpretació d'aquestes dades el personal podrà detectar aquests consums i prendre les mesures pertinents per tal de reduir-lo.

A causa de la diversitat i quantitat d'equips que hi ha a la planta, i que a més estan relacionats entre ells, és important tenir en una sola pantalla els paràmetres de diferents equips i poder monitoritzar-los en temps real.

Per aquesta raó és imprescindible la intercomunicació entre equips de diferents fabricants, l'estandardització de les dades obtingudes i representació.

Avui en dia vivim en l'era de la informació i en l'àmbit de l'eficiència energètica. Tenir informació en temps real és imprescindible per a conèixer, conscienciar i realitzar accions que redueixin el cost energètic.

"Creant un bit es poden estalviar molts Watts"

2 Objectius

L'objectiu principal del treball és realitzar una aplicació que ajudi a reduir el consum energètic de la planta en les parades de producció.

Aquesta aplicació ha de ser el més intuïtiva i simple possible, de tal manera que qualsevol operari, amb la corresponent acreditació, pugui identificar durant una parada les subàrees on existeixi un consum innecessari (per exemple, una màquina que roman encesa) i pugui prendre les mesures pertinents en cada cas.

Per aconseguir realitzar aquesta aplicació caldrà investigar el funcionament de les diverses parts de la infraestructura industrial de l'empresa juntament amb els diferents softwares i hardwares necessaris.

Com a objectiu secundari, però no menys important, s'intentarà esquematitzar i explicar tota la infraestructura que permet obtenir en temps real i emmagatzemar la informació necessària per ser mostrada en aquesta aplicació

Per acabar es realitzarà una cas d'èxit on, durant una parada de producció s'examinarà una de les àrees que segueixi consumint energia elèctrica creant, així, un precedent, un exemple de com actuar en aquests casos. Mitjançant aquest petit exemple es pretén convèncer de la utilitat d'aquesta aplicació i de tota la infraestructura que aquesta té al darrera.

La idea principal del treball és ben simple. Es pretén realitzar una eina que serveixi per reduir el consum energètic. Una aplicació que monitoritzi el consum en les parades de producció.

“Mesurar és conèixer i si no es pot mesurar, no es pot millorar”

Lord Kelvin. Physics and engineer, XIX

3 Abast

A continuació es determina l'abast d'aquest treball:

- Realització d'una aplicació mitjançant el ProcessBook per controlar l'energia elèctrica consumida en les parades de producció.
- Estudi de la infraestructura industrial utilitzada per a la realització de l'aplicació.
- Localització i identificació dels analitzadors de xarxa repartits per la planta.
- Realització d'un esquema de distribució dels analitzadors de xarxa.
- Millora del programa PLC encarregat de llegir els analitzadors de xarxa.
- Configuració d'un nou analitzador de xarxa des de 0.
- Modificació i creació de diferents TAGs en el Sistema PI.
- Manual d'usuari de l'aplicació.
- Exemple real d'utilització de l'aplicació per aconseguir estalvi energètic.
- Proposar possibles millores.

4 Informàtica Industrial

Abans de profunditzar en els detalls de la xarxa de comunicacions de la planta, és necessari que es comentin les característiques i peculiaritats dels principals actius, dispositius i sistemes que s'utilitzen en els entorns industrials. Com observareu, són diferents dels sistemes de gestió o transició que normalment es presenten en l'àmbit de la tecnologia informàtica (IT), com poden ser les aplicacions web o els sistemes ERP, CRM...

Per començar, es definirà el concepte d'informàtica industrial: La informàtica industrial és la rama de la informàtica l'objectiu de la qual és adquirir, supervisar, controlar i gestionar dades en temps real, que provenen d'entorns industrials.

La informàtica industrial és tracta d'una rama més de la informàtica i com a tal està relacionada amb el processament automàtic de dades (un tipus de dades específiques, com veurem a continuació) mitjançant dispositius electrònics (que permeten automatitzar els processos industrials) i sistemes de computacionals (que tracten totes aquestes dades per convertir-les en informació).

De quin tipus de dades estem parlant? Mentre que en la informàtica transaccional es gestionen entre molts altres, dades relacionades amb clients, proveïdors, factures, albarans, etc., la informàtica industrial gestiona dades que provenen directament dels processos industrials que es duen a terme en els diferents entorns industrials. Entre aquestes dades es troben, per exemple, les alarmes que es generen si un procés industrial no està funcionant de manera correcta, la temperatura a la que s'està realitzant una determinada recepta, el caudal i la pressió a la que s'envia un determinat líquid a un dipòsit, el nivell d'aquest mateix dipòsit, el número de productes que s'estan fabricant o produint, les matèries primeres consumides durant el procés, etc. Podríem anomenar infinites dades interessants a analitzar en un procés industrial, tot i que en aquest treball la més interessant d'elles serà el consum energètic o la potència activa.

En primer lloc, per adquirir totes aquestes dades en temps real s'utilitzen una sèrie de dispositius i protocols que s'aniran parlant durant el treball.

En segon lloc, per tal de supervisar i controlar els processos de producció s'utilitzen sistemes específics que també es veuran al llarg del treball.

Per últim, per gestionar aquestes dades i que es converteixin en informació i coneixement, amb el propòsit de prendre decisions que permetin incrementar la productivitat dels processos industrials i optimitzar les infraestructures s'utilitzaran una sèrie de softwares, que són la base d'aquest treball.

Totes aquestes dades s'obtenen i es mostren en temps real. És precís, per tant, diferenciar els conceptes de sistemes de temps real i de gestió d'informació en temps real. En qualsevol cas, ambdós conceptes estan fortament vinculats a la informàtica industrial. Un sistema de temps real és aquell en el que la correcció dels resultats no depèn només de la correcció dels càlculs realitzats per a produir-los, sinó també de l'instant en què aquests estan disponibles. En altres paraules, els sistemes de temps real han de complir certs terminis.

Un sistema de temps real no és sinònim d'immediatesa, baixa latència o rapidesa de funcionament, la velocitat de resposta no és la qualitat imprescindible que converteix un dada en una dada obtinguda en un sistema de temps real. L'objectiu dels sistemes de temps real és assegurar-se que la latència és l'adequada per resoldre el problema al qual el sistema està dedicat, i això poden ser dies, hores, segons o microsegons depenent únicament de l'aplicació i la seva posterior utilització.

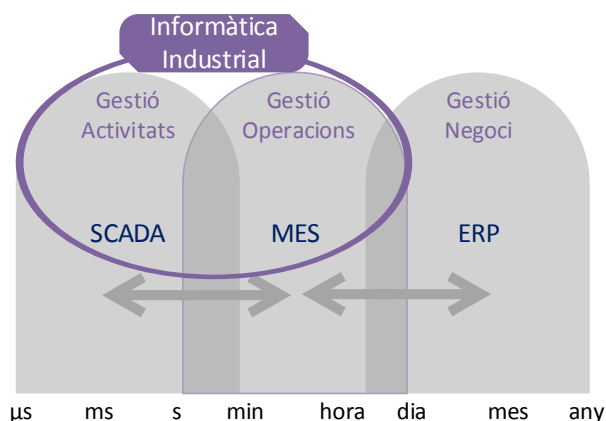


Figura 4.1 Abast Informàtica Industrial.

Amb l'objectiu de definir l'abast de la informàtica industrial, i poder organitzar la xarxa de comunicacions utilitzada en aquest treball, ens basarem en una classificació que realitza la organització ISA (International Society of Automation) en la normativa ISA95 (concretament en el document ISA95.01 Enterprise-Control System Integration: Models & Terminology). En aquesta normativa es defineix una piràmide en la que s'identifiquen cinc nivells d'automatització i, associats a cada un d'aquests nivells, es mapejaran els diferents dispositius i/o sistemes, que normalment són utilitzats en cada un d'ells.

- Nivell 0: El propi procés productiu. Al nivell 0 s'associen els dispositius que permeten que el procés productiu es dugui a terme, es a dir robots, sensors, actuadors, instrumentació, etc. El període de temps o la durada és de minuts, segons, milisegons.
- Nivell 1: El control de procés. Al nivell 1 s'associen els dispositius encarregats de controlar que el procés productiu es dugui a terme correctament mitjançant el seguiment i monitoratge del control de supervisió i el control automatitzat del procés productiu. La durada és de minuts o segons. En aquest nivell s'inclouen entre d'altres, els PLCs (Programmable Logic Controllers), els sistemes DCS (Distributed Control System). La durada és de minuts, segons, milisegons.
- Nivell 2: La supervisió del procés. Al nivell 2 s'associen els sistemes que monitoritzen i controlen el procés productiu mitjançant sistemes SCADAs (Supervisory control and Data Acquisition) o HMI (Human Machine Interface). La durada és de minuts o segons.
- Nivell 3: La gestió de operacions, el flux de treball, el control de receptes per produir els productes finals desitjats, el manteniment de registres i l'optimització del procés de producció. Al nivell 3 s'associen els sistemes d'historització (historitzadors), MES (Manufacturing Execution Systems) y Batch. La durada és de dies, torns, hores, minuts, segons.
- Nivell 4: L'establiment de la programació bàsica de les plantes, tant la producció com l'ús de materials i la determinació del seu inventari, l'entrega i l'enviament. La planificació de les operacions. Al nivell 4, s'associen els sistemes transaccionals com per exemple el ERP (Enterprise resource Panification, el CRM (Customer Relationship Management) o les solucions BI (Business Intelligence). La durada és de mesos, setmanes, dies.

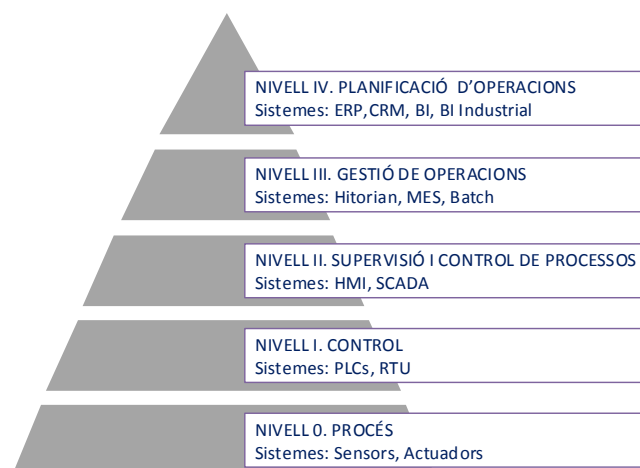


Figura 4.2. Piràmide representativa de l'estàndard ISA95.

L'estàndard ISA95 va ser desenvolupat amb l'objectiu de reduir el cost, el risc i els errors associats amb la implementació de les interfícies entre els sistemes de l'empresa i el control de la producció. Continua sent desenvolupat i refinat pel "Instrumentation, Systems and Automation Society" (IAS), en col·laboració amb els principals proveïdors de solucions ERP i MES de tot el món.

- Pel que fa a La reducció de costos: ISA95 es pot utilitzar com un mètode per definir la interfície entre sistemes de l'empresa i de control de producció. Els projectes poden ser estandarditzats i poc queda del desconegut. ISA-95 també fa que la integració de solucions de diferents proveïdors de menor complexitat.
- Reduir el risc i evitar errors: ISA95 va ser desenvolupat per un grup d'empreses internacionals que tenen molts anys d'experiència en projectes d'integració, si s'anomenen algunes apareixen noms com ara Honeywell, Sequencia, Foxboro, Yokogawa, Fisher Rosemount, Chevron, Dow Chemical, SAP i molts més. Aquestes empreses han combinat les seves millors pràctiques en un conjunt coherent de models i terminologia que conformen l'estàndard ISA95. Ells saben com fer que la integració sigui un èxit i, més important, com evitar errors. Qualsevol empresa o persona que adopta l'estàndard hereta automàticament les seves millors pràctiques i, per tant, redueix la possibilitat d'errors notòriament.
- Millorar la comunicació: Si cada empresa fabricant utilitza la seva pròpia terminologia per descriure les funcions, activitats i departaments dins de l'empresa. Quan es treballa amb consultors externs, com a proveïdors de programari de control de processos o integradors de sistemes, la comunicació pot ser difícil. Hi ha una gran probabilitat que els compradors i venedors es refereixin a coses diferents quan s'utilitzen els mateixos termes i a l'inrevés, ocasionant així errors de comunicació. Per tant, els integradors de sistemes han de fer front a aquest problema cada vegada que s'inicia un nou projecte o cada vegada que parlen amb els diferents clients. Amb la ISA-95, es pretén solucionar una gran part d'aquests problemes de comunicació.

Tenint en compte aquest estàndard, a continuació explicarem les característiques dels principals dispositius i sistemes vinculats als nivells 0, 1, 2 i 3. En els pròxims apartats s'analitzarà més concretament cada un d'aquests nivells enfocant-los als sistemes que s'utilitzaran durant el transcurs d'aquests treball. A més, en els pròxims apartats es parlarà

dels protocols de comunicació industrial utilitzats per les interconnexions entre aquests els diferents sistemes de cada nivell i entre els diferents nivells.

De manera molt simplificada, tot seguit es mostra un petit diagrama que mostra el camí que segueix la informació que es desitja obtenir i representar en l'aplicació que s'ha proposat anteriorment en l'apartat d'introducció.

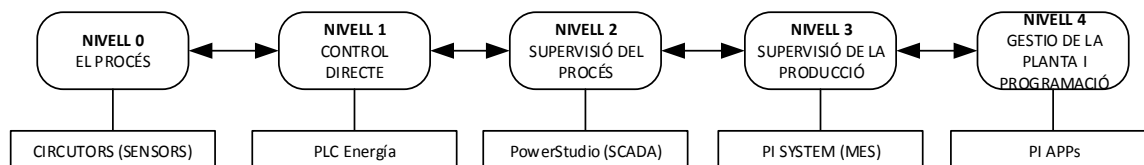


Figura 4.3. Estructura ISA95 aplicada en el treball realitzat.

Per últim, cal anotar que no s'ha profunditzat en l'explicació detallada del nivell 4, aquesta absència es deguda a que s'entén que no procedeix en aquest treball, tot i que possiblement es podrien considerar que els ProcessBook realitzats son eines que tenen com a utilitat principal facilitar la presa de decisions en el nivell 4.

4.1 NIVELL 0: El procés. Els sensors i actuadors

En qualsevol màquina o procés automatitzat és necessari disposar d'elements que ens indiquin l'estat del procés o el valor de la variable a controlar per a que el sistema actuï en conseqüència. Aquests elements són coneguts com a sensors i transductors.

A més, per a que un sistema electrònic pugui controlar un procés és necessari que pugui interactuar sobre el mateix. Els dispositius que realitzen aquesta funció s'anomenen actuadors.

Un actuator és un dispositiu capaç de transformar energia elèctrica, hidràulica o pneumàtica en energia mecànica per tal de realitzar una acció motriu en un procés automatitzat. Cal anotar que els actuadors no seran tractats massa més en aquest treball, ja que en el nostre cas no es vol controlar cap procés sinó que únicament es volen obtenir dades per després representar-les.

Un sensor és aquell dispositiu capaç de mesurar magnituds físiques o químiques, anomenades variables d'instrumentació, i transformar-les amb variables elèctriques. Aquestes senyals elèctriques poden ser llegides per diferents instruments, que s'analitzaran en els nivells següents.

Hi ha dues maneres de classificar els tipus de senyals dels sensors:

- Senyal analògic: és una magnitud que pot obtenir un valor dintre d'un interval entre la tensió d'alimentació. Per exemple un senyal analògic entre 0 V i 5 V pot obtenir un valor de 3,25 V. A grans trets té més qualitat que els digitals però és més lenta i també resulta molt més car de tractar.
- Senyal digital: són valors discrets, es transmet la informació mitjançant dos valors, alt i baix, 1 i 0, etc. Per exemple un senyal digital entre 0 V i 5 V pot obtenir únicament el valor de 5 V o el de 0 V. Es perd informació, però és més ràpid i surt més econòmic que els senyals analògics.

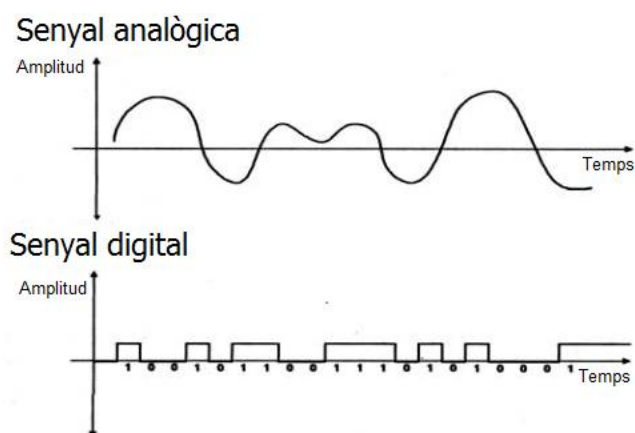


Figura 4.4. Exemple de tipus de senyals.

4.2 NIVELL 1: El control del procés. Els dispositius PLC

Un PLC (Programmable Logic Controller) és un dispositiu electrònic que permet executar programes que tenen com a inputs (entrades) senyals elèctriques provinents de l'instal·lació a controlar i com a outputs, sortides digitals o analògiques que activen elements de la mateixa instal·lació com motors, vàlvules o resistències.

Un PLC es compon d'una o varies fonts d'alimentació, una CPU junt amb les seves memòries, diverses interfícies d'entrades i sortides, una consola de programació que normalment és un PC extern, diversos dispositius perifèrics, targetes de comunicació, etc.

Tot seguit es mostra un diagrama per tal de representar el procediment d'entrades i sortides realitzat per un PLC.

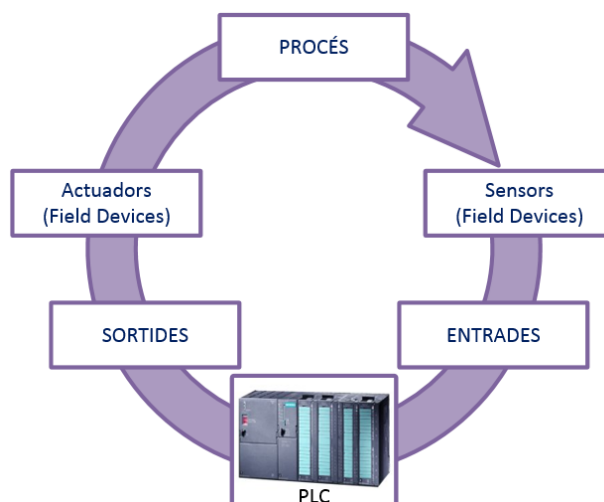


Figura 4.5. Diagrama de funcionament d'un PLC.

Un PLC, per tant, és un equip comunament utilitzat en maquinària industrial de producció d'aliments, fabricació de plàstic i màquines d'embalatges, entre innumerable altres aplicacions. Per tant, és fàcil trobar-lo en tota maquinària que necessiti controlar processos seqüencials, així com també, en aquelles on es realitzin maniobres d'instal·lació, senyalització i control.

A un PLC se li poden assignar diverses funcions bàsiques:

- **Detecció:** El PLC detecta una gran varietat de senyals de diferents tipus del procés i les interpreta.
- **Control:** Realitza i envia accions als actuadors del sistema segons el programa lògic que tingui introduït en la seva memòria interna.
- **Comunicació:** Rep i envia informació cap a altres dispositius.
- **Programació:** El programa lògic que utilitza té com a característica principal la possibilitat de variació de manera ràpida. Qualsevol persona amb els coneixements adequats i l'autorització necessària pot fer una modificació en aquest programa.

En el nostre cas, ja podem avançar que la funció del nostre PLC d'energies serà únicament de recollida de dades de l'entorn del consum energètic de la planta, comunicació amb altres dispositius i efectivament contindrà un programa que s'anirà actualitzant durant tot el procés de programació. Cal destacar, tot i que és insòlit en aquest tipus d'aparells, que aquest PLC no controlarà cap tipus de procés productiu. Aquest PLC, per tant, està destinat únicament a realitzar una seqüència per tal d'obtenir els diferents valors de l'energia consumida en cada instant de temps. Afegirem que aquest PLC està destinat, no únicament a l'energia elèctrica, sinó també al consum de gas i al consum de vapor d'aigua.

Com veurem més endavant el PLC utilitzat serà un PLC de la casa SIEMENS, concretament el model S7-300 que en l'actualitat és molt comú en l'àmbit industrial.

4.3 NIVELL 2: La supervisió del procés. Els sistemes SCADA i HMI

Un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) és aquell conjunt de xarxes, equips i programes que monitoritzen en temps real procediments industrials complexos, a partir de la informació obtinguda a través dels sensors, comunicant-se amb els dispositius actuadors per transmetre ordres adequades i mitjançant un software especialitzat.

Quina diferència hi ha entre un HMI (Human Machine Interface) i un sistema SCADA? Encara que és difícil generalitzar, el més normal és que en un entorn industrial, existeixin PCs que emmagatzemen aplicacions de supervisió i control a peu de línia de producció, que estan ubicats en pòdiums, consoles específiques o inclús poden estar integrats en la pròpia màquina de procés. A aquest tipus de aplicacions se les anomena HMI i, normalment, tenen menys funcionalitat que les aplicacions SCADA. Els SCADA per tant, podem dir que proporcionen una visió general de tota la fabrica des d'un o varis centres de control, en que existeix un o varis PCs des d'ells que es té una visió global de tot el procés.

Les funcionalitats típiques d'aquests sistemes són les següents:

- **La supervisió:** Es tracta de visualitzar l'estat de diferents variables de procés, com pot ser el nivell d'un dipòsit, el cabal d'una canonada, el pes d'una quantitat de producte, el nombre de productes realitzats, els realitzats de manera defectuosa, etc.
- **El control:** El propi software (instal·lat normalment en un PC encara que amb l'aparició de noves tecnologies també es pot trobar en tablet, Smartphone, etc.) pot interactuar amb un PLC o un controlador i aquests a la vegada sobre el procés, canviant consignes, canviant velocitats, obrint i tancant instrumentació, parant-lo, activant-lo, etc.
- **La gestió d'alarmes i esdeveniment:** El sistema SCADA avisa dels valors de determinades variables o estats de procés que estan fora del rang de funcionament o rang numèric previst. A més de senyalitzar, per exemple, un

canvi de producte a produir, un problema de comunicació, temperatures elevades, tancs apunt de superar el seu nivell màxim, etc.

- La gestió de històrics: El SCADA a més de mostrar la informació del procés en temps real, emmagatzema les dades que recullen de diferents formes (en fitxers, en bases de dades...)

En aquest treball es parlarà d'un software SCADA instal·lat anomenat Power Studio, tot i que no és l'objectiu principal s'intentarà donar una visió general de la seva utilitat i se'n donaran diferents dades per tal d'analitzar-lo amb una lleugera profunditat.

4.4 NIVELL 3: La Gestió d'operacions. Els sistemes de historitzadors, MES i Batch

Un historitzador és un sistema, la funció principal del qual és la de guardar, emmagatzemar i assegurar totes les dades de procés, estats de variables digitals i analògiques i, en general, qualsevol tipus d'informació que sigui generada associada a un procés industrial o d'infraestructures. Estan basats en motors de bases de dades que estan específicament dissenyats per moure grans volums d'informació. Normalment els historitzadors proporcionen eines que permeten analitzar, explotar i contextualitzar la informació per ajudar a prendre decisions al personal encarregat d'aquesta feina.

Un sistema MES (Manufacturing Execution System) és un sistema d'informació que permet gestionar i optimitzar en temps real l'entorn industrial d'una organització. A més, és capaç d'integrar-se bidireccionalment amb altres sistemes transaccionals del nivell 4 (ERP, CRM, DRP) o amb els sistemes de temps real del nivell 2 (SCADA). En la figura següent es resumirà la informació que gestiona un sistema MES i quina és la que li retorna el sistema ERP quan ambdós estan integrats.

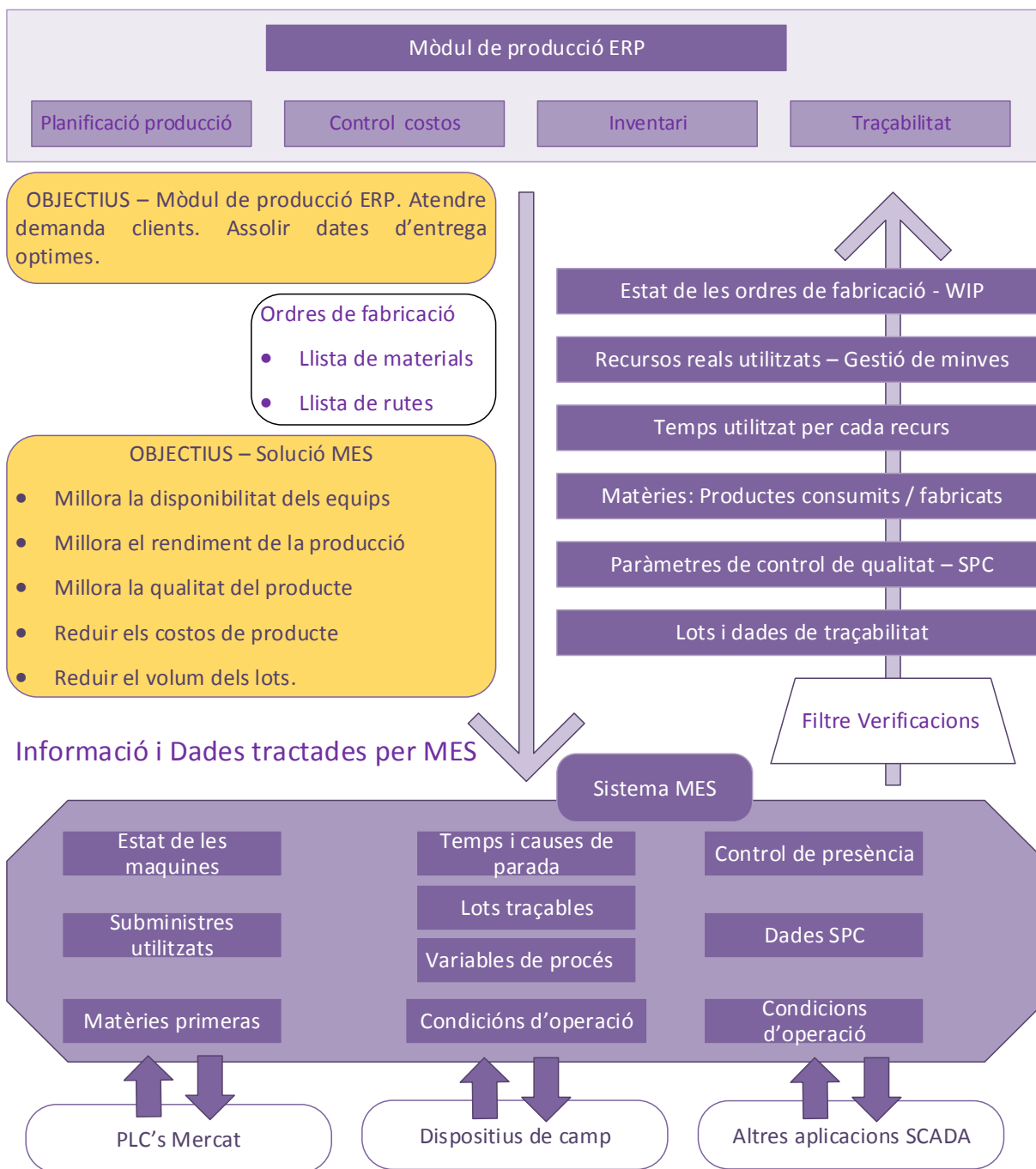


Figura 4.6. Resum de la comunicació entre el ERP i el MES.

5 Infraestructura industrial utilitzada

El que es pretén en aquest apartat és explicar cadascun dels elements utilitzats de la infraestructura industrial des de l'obtenció de les dades fins a l'aplicació utilitzada per mostrar aquestes mateixes dades. Cal anotar que únicament es tractaran els elements que apliquen en l'aplicació per el estalvi energètic que es vol realitzar.

Tal com s'ha comentat en la introducció el que es pretén és realitzar una aplicació que permeti al personal de planta ajudar en l'estalvi d'energia elèctrica i, en un futur, ampliable al consum de gas. Per realitzar aquesta aplicació caldrà parlar dels elements utilitzats en cada capa de la ISA-95. En la última part d'aquest apartat podrem observar en detall la xarxa utilitzada per transmetre aquesta informació.

5.1 Sensors – Models CVM de Circutor

El nivell 0 de la ISA-95, com s'ha comentat en l'anterior apartat, és constituït per els sensors i els actuadors. Per tant, es troben els transductors (sensors amb electrònica) que s'encarregaran de mesurar l'energia elèctrica, juntament amb totes les seves característiques algunes de les quals necessitem en la nostra aplicació.

Un transductor és un aparell que està capacitat per detectar accions o estímuls externs i respondre en conseqüència. Aquests aparells, normalment, transformen les magnituds físiques o químiques amb magnituds elèctriques. En aquest cas, transformen energia elèctrica en un senyal elèctric, però de valor molt més petit en termes relatius. Son capaços de processar la informació i contestar a ordres donades des d'un PLC.





Els transductors utilitzats són els comunament anomenats comptadors elèctrics o, més tècnicament, analitzadors de xarxa. En el nostre cas, tots els models utilitzats són de la sèrie CVM de circutor. Cal destacar que es tenen instal·lats diferents models (segons la època en que es van instal·lar) que utilitzen diferents protocols de comunicació, complicant així tot el procés d'obtenció de dades.

En un futur no molt lluny, l'empresa pretén homogeneïtzar-los a un únic model però actualment això no és possible, i per tant, en els següents apartats s'explicarà les diferents maneres amb les que s'obté actualment aquesta informació.

CIRCUTOR és una empresa amb més de 40 anys d'experiència que disposa de 6 centres productius a Espanya i a la República Checa que, com es lògic, treballen en el disseny i la fabricació d'equips destinats a la millora de l'eficiència energètica. Com a informació general, aquesta empresa fabrica equips de mesura i control de l'energia elèctrica i de la qualitat de subministrament. Equips per a la protecció elèctrica industrial, la compensació de potència reactiva, filtres d'harmònics, etc. A més de moltes altres aplicacions sempre relacionades amb l'energia elèctrica.

En la infraestructura existent es tenen 4 models diferents de CVM i un tipus de passarel·la. Tot seguit s'exposarà una taula detallada amb la quantitat de cada tipus de CVM dels que es disposa. En aquesta taula es trobaran dividits pel medi físic utilitzat per comunicar-se, ja que és de vital importància per tal d'explicar la manera en que es comuniquen amb els altres nivells.

Taula 5.1. Quantitat i tipus d'analitzadors de xarxa presents a la planta.

MODEL	CIRCUTOR	MEDI FÍSIC DE COMUNICACIÓ	QUANTITAT
	CVM96	MODBUS TCP	7
		Ethernet IP/TCP	1
	CVM-144	MODBUS TCP	9
		Ethernet IP/TCP	3
	CVM-MINI	MODBUS TCP	3
		Ethernet IP/TCP	8
	CVM-K	MODBUS TCP	20
		Ethernet IP/TCP	-
TOTAL			51

A grans trets, els analitzadors de xarxa de la família CVM no presenten diferències significatives entre models (A banda del protocol de comunicació utilitzat). Així que, com ja s'ha comentat en apartats anteriors, es pretén estandarditzar tota la infraestructura i es vol adoptar el CVM-MINI (Ethernet) com a model estàndard. En els subapartats següents es parlarà del CVM-MINI i de les passarel·les utilitzades.

5.1.1 CVM-MINI

El CVM-Mini és un analitzador de xarxa. Un instrument que mesura, calcula i visualitza els principals paràmetres elèctrics en les xarxes industrials trifàsiques (equilibrades o desequilibrades). Per tant, podem dir que és un dels punts claus en els que es basa aquest treball. Les mesures es realitzen mitjançant tres entrades de tensió c.a. i tres entrades d'intensitat c.a. per tal d'obtenir-ne els valors eficaços. La intensitat es mesurarà mitjançant transformadors de intensitat In/5A o 1A la versió ITF i In/0,25A la versió MC.



Figura 5.1. Imatge d'un CVM-Mini amb Ethernet.

Els CVM-Mini més moderns, estan provistos de connector RJ-45 per la xarxa Ethernet i comunicació Modbus TCP. Disposen d'una pàgina web interna per la configuració de paràmetres de xarxa amb protecció d'accés per contrasenya. Més endavant, quan parlem de la configuració dels CVM veurem que aquesta pàgina fa que sigui molt senzill configurar-lo.

Tot seguit es mostra una taula resum amb les característiques principals del CVM-Mini:

Taula 5.2. Característiques alimentació CVM-MINI.

Alimentació Monofàsica	230 V c.a.
Tolerància alimentació	-15% / + 10%
Freqüència	50 – 60 Hz
Consum màxim	3 VA
Temperatura de treball	-10°C...+50°C
Humitat (sense condensació)	5% ... 95%

Taula 5.3. Característiques circuit de mesura CVM-MINI.

Circuit de Mesura	
Tensió nominal	300 V c.a. (f-n) / 520 V c.a. (f-f)
Freqüència	40 – 65 Hz
Corrent màxima directa	6 A
Corrent màxima amb transformador	In/5 – 1,2·In
Marge d'error	0,5 % ± 1 dígit

5.1.2 Passarel·les TCP2RS+

El dispositiu TCP2RS+ és una passarel·la de comunicació per la conversió del medi físic Ethernet a comunicació sèrie RS-485 (Modbus TCP) per paquets de comunicació TCP/IP. També pot actuar de forma inversa en mode Routing. Aquest convertidor és totalment transparent sota connexions TCP.



Figura 5.2. Imatge d'una Passarel·la TCP2RS+.

Per a la connexió física del convertidor TCP2RS+ a una xarxa Ethernet, el dispositiu està equipat amb una connexió 10BaseT / 100Base TX auto detectable.

Per a la seva configuració disposa d'una pàgina web interna (com els CVM), des de la qual l'usuari defineix el protocol de xarxa amb el qual es realitza la comunicació amb el programari de gestió o màster del sistema de comunicació.

Degut a que la connexió dels equips cap al sistema mestre de comunicació es realitza mitjançant connexió IP, s'han de configurar els paràmetres de direccionalment mitjançant una IP fixa.

La nostra xarxa de comunicacions està composta per 9 passarel·les que s'encarreguen d'unir tots els CVM amb el nivells superiors. Per aquests afers existeixen dos tipus de configuracions diferents:

1. Modbus TCP -> Ethernet: La configuració normal de les 8 passarel·les de les que es disposa estan configurades d'aquesta manera. Els CVM que no disposen de Ethernet estan connectats via Modbus TCP al port sèrie. S'assignarà una direcció IP a la passarel·la i una adreça d'esclau a cada un dels CVM connectats a aquesta passarel·la. Des de els nivells superiors, s'utilitzarà l'adreça del esclau per accedir a la informació, a cada CVM se li assignarà una adreça diferent.

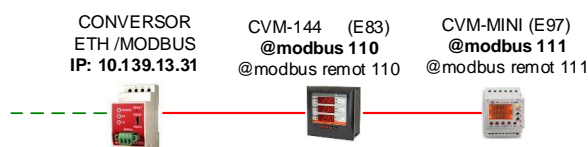


Figura 5.3. Gràfic exemple passarel·la en mode Modbus TCP -> Ethernet.

2. Ethernet -> Modbus TCP: Aquesta configuració s'anomena Routing i únicament es troba en una de les passarel·les, que a la vegada es la més important o passarel·la Màster. En aquesta configuració, l'equip realitza la supervisió constant de les trames Modbus rebudes pel port sèrie (enviades pel PLC) amb la funció de realitzar el direccionament d'aquestes trames en funció del número de node (o número d'esclau) i de la IP destí al que vagi dirigida la sentència Modbus.

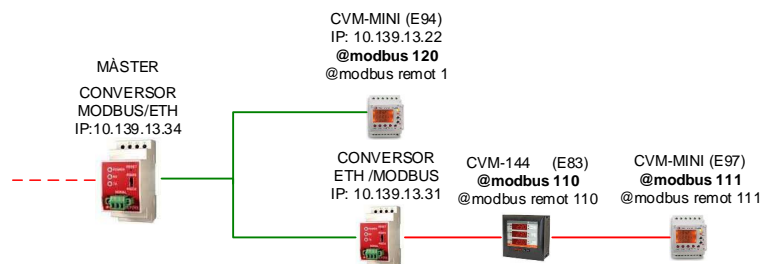


Figura 5.4. Gràfic exemple passarel·la Màster.

En el següent subapartat es donarà més informació d'aquestes dues configuracions.

5.1.3 Introducció a la comunicació amb nivells superiors

Tots els CVM acaben transmetent la seva informació a la xarxa Ethernet, sigui directament (els més nous) o a través d'una passarel·la (els més antics).

Al cap i a la fi, tots els CVM tenen una direcció IP assignada. En principi, un PLC hauria de poder llegir la informació dels CVM a través d'aquesta IP, però per evitar que el CPU del PLC sobrepassi el seu límit d'IPs associades ja que, existeix un numero molt elevat de CVM i una previsió de que aquest augmenti significativament els propers anys, s'ha decidit llegir-los d'una manera alternativa:

S'ha col·locat una passarel·la Màster en mode Routing. Aquesta passarel·la supervisa constantment les trames Modbus que envia el PLC a través del port sèrie i les distribueix a mitjançant Ethernet cap al CVM esclau corresponent, sigui un CVM Ethernet o un CVM penjant d'una passarel·la.

En la següent imatge es mostra una representació de la passarel·la màster remarcada en blau, que rebra les trames del PLC i les transmetrà cap al CVM determinat i a l'inrevés. Els CVMs que no estan connectats directament a Ethernet rebran aquesta trama mitjançant d'una passarel·la configurada per dur a terme aquesta conversió, aquesta està remarcada en taronja.

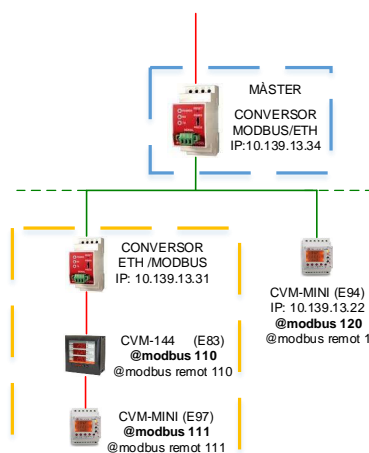


Figura 5.5. Gràfic exemple passarel·la Màster.

Per últim, cal anotar que aquesta passarel·la Màster únicament s'utilitza per centralitzar les dades en el PLC. En el següent apartat es parlarà del Power estudio, que com ja s'explicarà, no la utilitza.

5.2 Power Studio (SCADA)

L'empresa Círcutor és experta en desenvolupament de software per a la gestió i control de l'Eficiència Energètica Elèctrica. La solució desenvolupada per a tal efecte centralitza els paràmetres elèctrics o de consums i el programari de gestió. El SCADA Power Studio permet, de forma totalment fiable, consultar i explotar les dades obtingudes dels equips de mesura remots.

Power Studio és una solució software de Círcutor, que engloba totes les opcions necessàries per a l'anàlisi de les dades obtingudes i ajudar a prendre les decisions oportunes per a l'obtenció de l'eficiència energètica a les instal·lacions.

Tot i que ens trobem al nivell 3 de la ISA 95, és important apuntar que aquest SCADA no extreu la informació de cap dels PLCS de planta, únicament es dedica a la gestió dels analitzadors de xarxa comentats en l'apartat anterior. Aquests CVM són fabricats per la mateixa empresa, i són capaços de comunicar amb el SCADA mitjançant Ethernet sense necessitat d'intermediaris.

Les funcions més destacades, entre moltes altres, del SCADA Power Studio són les següents:

- Estudis energètics d'alt nivell.
- Ratis de producció (conèixer consum elèctric per unitat produïda).
- Gestió de la qualitat de la xarxa.
- Explotació de la informació adquirida de forma gràfica o mitjançant taules.
- Configura equips de mesura i control Círcutor connectats a la xarxa de comunicació.
- Visualització en temps real dels paràmetres procedents dels equips de mesura instal·lats en camp.
- Registrar i consultar aquestes dades a mode de històric en un ordinador mitjançant gràfiques o taules.
- Accedir a la informació mitjançant un navegador d'Internet convencional.

Power Studio permet una completa supervisió energètica dels analitzadors de xarxes, comptadors, protectors diferencials i un complet control de les diferents magnituds de la xarxa elèctrica.

En el nostre cas en concret, de totes les funcions que té aquest software, únicament s'utilitza per a la configuració i gestió dels aparells CVM. Per analitzar les dades, com veureu més endavant, s'ha optat per un altre software per tal de centralitzar tota la informació de la planta, no únicament la de l'energia elèctrica.

Tot i així, el Power Studio SCADA s'utilitza per comprovar la sincronització de tots els CVM, configurar-los degudament i observar els paràmetres que, de moment, no s'obtenen amb l'altre software, com per exemple, la intensitat, el voltatge, les potències reactives, les temperatures dels armaris, etc.

La configuració d'un analitzador de xarxa mitjançant el Power Studio està explicada en detall a l'apartat 8.3 d'aquest mateix treball.

Cal destacar que, el Power Studio llegeix directament els CVM i totes les seves dades des de la xarxa Ethernet, sense passar per la passarel·la Màster comentada en l'apartat anterior, recordem que aquesta passarel·la únicament s'utilitza per centralitzar les dades en un PLC. En la següent imatge tenim un exemple de com és la xarxa de CVM connectada al Power Studio SCADA:

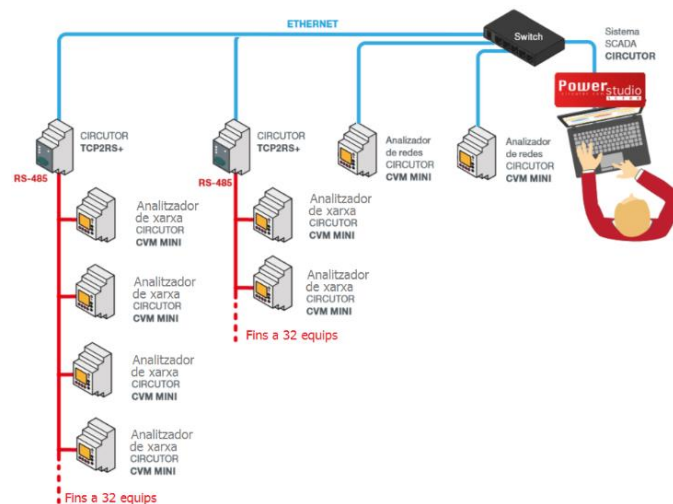


Figura 5.6. Representació gràfica de la xarxa de CVM i la seva comunicació amb el Power Studio SCADA.

Tot i que, com s'ha comentat, no s'utilitza com a SCADA, si que s'han creat algunes pantalles per a realitzar una prova. Tot seguit es mostra una d'elles com a referència i exemple del que és capaç el Power Studio:

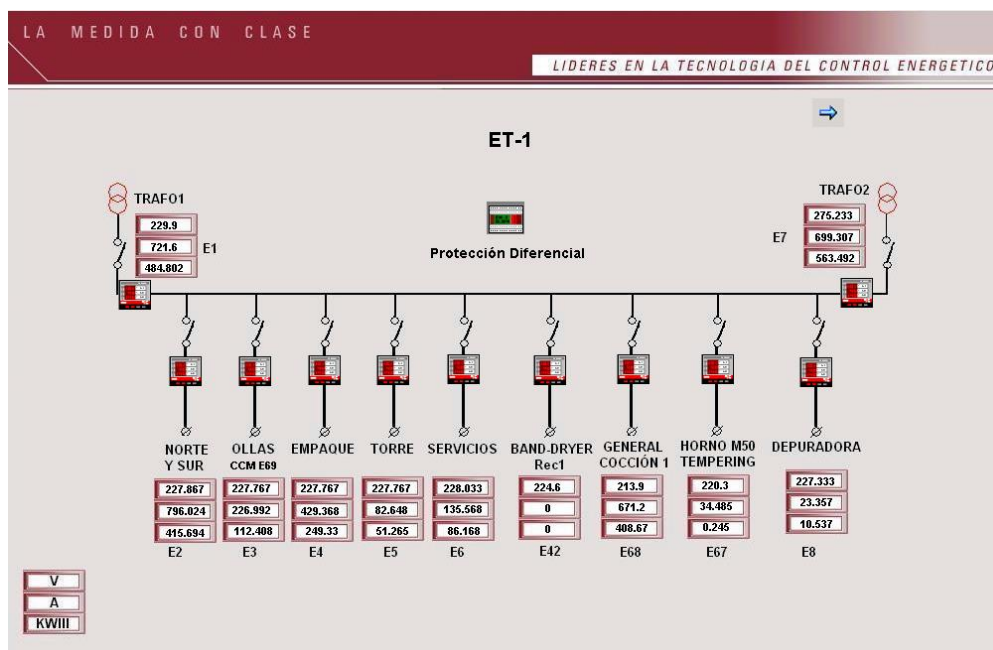


Figura 5.7. Captura de pantalla d'un exemple de SCADA realitzat amb el Power Studio.

En aquests SCADA es pot configurar, per exemple, que al clicar sobre un dels CVM representat et traslladi a la finestra de paràmetres d'aquest. Tot seguit es passa una captura de pantalla, com a exemple, on es poden veure tots els paràmetres que recull el Power Studio

de cadascun dels CVM i que, en un futur, a mesura que convingui, es podran recollir mitjançant l'altra software (comentat en apartats següents).

Remarcat en vermell s'observa el valor de potència activa que és la base d'aquest treball.

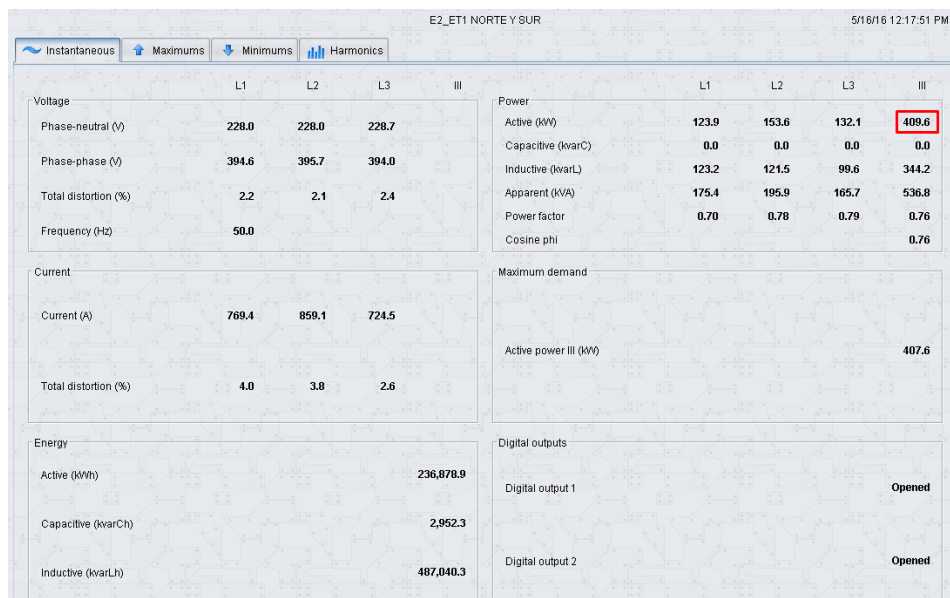


Figura 5.8. Imatge dels paràmetres mostrats per un CVM en el Power Studio.

Hi ha dues raons per les quals no s'utilitza el Power Studio SCADA per a emmagatzemar la informació. La primera raó és perquè es pretén centralitzar totes les dades de la planta en un únic software per al seu posterior anàlisi, aquest software s'explicarà en els pròxims apartats.

Tot seguit, i per finalitzar aquest apartat, es mostra una imatge de les dades de potència activa llegides per el CVM E2 i emmagatzemades en el Power Studio SCADA. Com es notarà, existeixen períodes de temps on no hi ha dades emmagatzemades. Això és degut a que si l'usuari no està actiu seguidament, el servei deix de funcionar automàticament. Aquesta és la segona raó per la qual no s'utilitza aquest entorn per l'anàlisi de dades i s'utilitza el PLC per recollir-les i enviar-les.

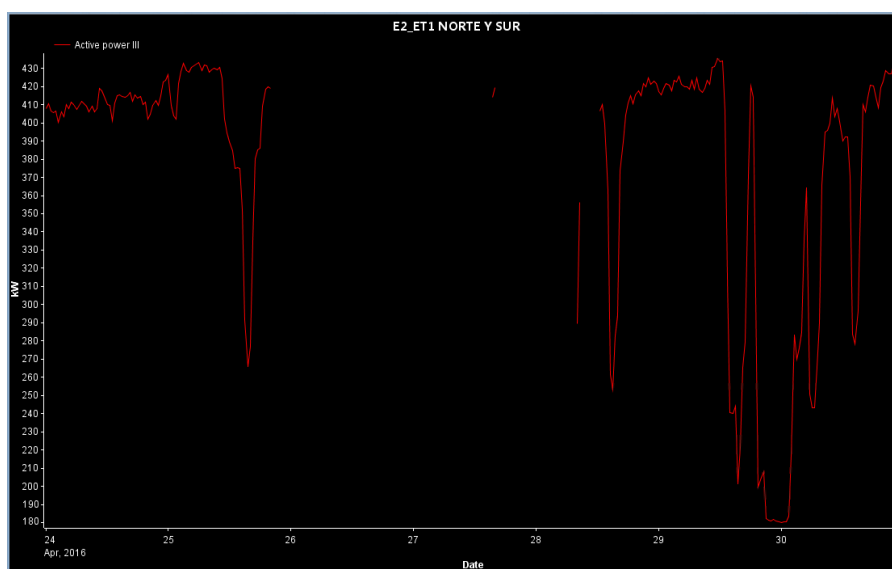


Figura 5.9. Gràfica de Potència activa (realitzada per Power Studio) del CVM E2.

5.3 PLC S7-300

Un PLC és un dispositiu electrònic que permet executar programes que tenen com a entrades senyals elèctriques provinents de la instal·lació a controlar i com a sortides elements de la mateixa instal·lació. En aquest cas però, el PLC únicament obtindrà inputs, dades de la planta que ens proporcionaran informació per a prendre decisions.

En la planta existeixen molts processos controlats per una gran varietat de PLC de diferents marques i models. Tot i així, per realitzar aquest treball únicament ens centrarem en un PLC de la marca Siemens, la sèrie S7-300. Aquest PLC és l'únic encarregat de recollir la informació dels diversos analitzadors de xarxa repartits per la planta. A més, tot i que no entrarem en detall, aquest PLC també recollirà altres dades, sempre relacionades amb el consum energètic, com ara pot ser el consum de vapor i el consum de gas de la planta.

Aquest PLC és modular, no es tracta d'un únic mòdul principal com els PLC compactes, sinó que es compon de diferents mòduls que conformen el controlador final. Aquests mòduls que el conformen es mostren en el següent gràfic i s'explicaran a continuació:

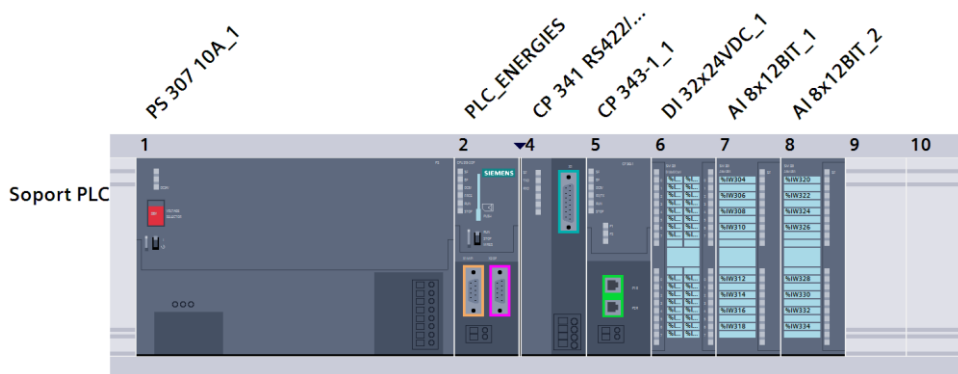


Figura 5.10. Imatge dels mòduls del PLC (creada amb TIA PORTAL).

Slot	Mòdul	Referencia	Firmware	Direcció MPI	Direcció E	Direcció S
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0				
2	CPU 315-2 DP	6ES7 315-2AG10-0AB0	V2.0	2		
	DP				2047*	
3						
4	CP 341-RS422/485	6ES7 341-1CH01-0AE0			256...271	256...271
5	CP 343-1	6GK7 343-1EX30-0XE0	V3.0	3	272...287	272...287
	PN-IO				1023*	
X1 P1 R	Port 1				1022*	
X1 P2 R	Port 2				1021*	
6	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0...3	
7	AI8x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0			304...319	
8	AI8x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0			320...335	

Figura 5.11. Imatge del Hardware del PLC configurat en STEP 7.

- Rack o Suport PLC: És l'encarregat de subjectar tots els mòduls i interconnectar-los amb la CPU. Com que el PLC és de la marca Siemens, el Rack tindrà que ser l'estàndard d'aquesta marca.

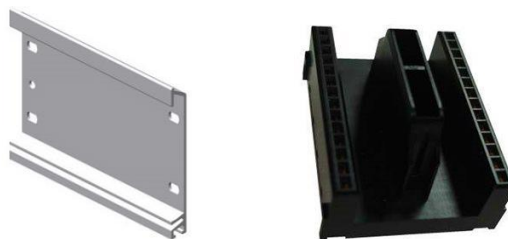


Figura 5.12. Imatge del suport i els connectors per a les unions dels mòduls.

- Font d'alimentació [PS 307 10A]: S'encarrega de transformar de 230 VAC, que circula a la xarxa elèctrica, a 24 V DC per tal de alimentar el PLC i els mòduls d'entrades i sortides dels que disposa. Aquesta, en concret, pot subministrar fins a 10 A d'intensitat.



Figura 5.13. Imatge de la font d'alimentació PS 307 10A.

- CPU [315-2 DP]: CPU és la unitat central de processat. En altres paraules, es pot dir que és el cervell del PLC on s'emmagatzema el programa que s'anirà executant contínuament en el temps. Aquesta CPU té una memòria de treball de 128 KB amb una capacitat de realitzar 1000 instruccions cada 0,1 milisegons. Incorpora una interfície MPI per a la configuració del programa i una interfície DP per realitzar comunicacions PROFIBUS amb els perifèrics (en aquest cas, existeix un perifèric). Amb aquesta CPU es poden comunicar fins a 32 mòduls coma emissor o com a receptor. Per últim, és interessant comentar que realitza un cicle cada 150 ms de manera constant.



Figura 5.14. Imatge de la CPU S7-315-2 DP.

- Mòdul de comunicacions Modbus [CP 341 RS422/485]: És un processador de comunicacions amb connexió RS422/485. Permet diferents protocols de comunicació entre els quals destaca el protocol Modbus a utilitzar. Es podria dir que és el mòdul més important que té aquest PLC ja que és l'encarregat de les comunicacions entre ell i la passarel·la màster, encarregada de dirigir la recollida de dades de tots els CVM. Per tant, és la comunicació entre el nivell 0 de l'estàndard ISA95 (Sensors) i el nivell 1 (PLC). S'utilitza el port RS485 per aquesta finalitat. Sense aquest mòdul no seria possible aquesta comunicació.

Per el que fa a la gestió de les dades, la velocitat màxima de transmissió és de 76,8 kbits/s i pot gestionar paquets de 106 paràmetres ocupant un byte (aquesta dada és molt important) cada un d'ells a més dels 16 bytes d'entrada i 16 bytes de sortida.



Figura 5.15. Imatge del mòdul de comunicacions Modbus.

- Mòdul de comunicacions [CP 343-1]: Permet al PLC connectar-se a la xarxa de comunicacions de la planta via Ethernet TCP/IP. És, per tant, el mòdul que enllaça el nivell 1 de l'estàndard ISA95 amb els nivells superiors. Permetent així realitzar tot el procés de recollida de dades d'energia de la planta. Compta amb dos ports d'Ethernet. El nombre de connexions permeses màximes és de 64, per tant, aquesta és la raó de no utilitzar aquest mòdul per a la comunicació amb els nivells inferiors (CVMs).

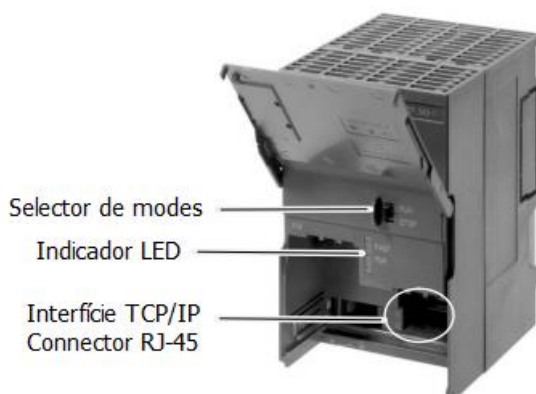


Figura 5.16. Imatge del mòdul de comunicacions Ethernet.

- Mòdul d'Entrades Digitals [DI32xDC24V]: És un mòdul que compta amb 32 entrades digitals a 24 VDC. S'utilitzen per els comptadors d'aigua calenta consumida (que es considera consum energètic, per tant es recopilen en aquest mateix PLC). No s'entrarà en detall en aquest projecte ja que no aplica a la aplicació realitzada.
- Mòdul d'Entrades Analògiques [AI8x12Bit]: El PLC compte amb dos mòduls de 8 entrades analògiques cada un. Cal anotar que s'utilitzen per els comptadors de gas així que tampoc s'entrarà en detall en aquest treball.

Un cop parlat del Hardware, el més interessant és parlar del programari instal·lat en ell. Aquest s'ocupa de consultar les mesures preses pels diferents analitzadors de xarxa per tal de centralitzar la seva informació d'aquests.

Aquest programa també s'ocupa de llegir diverses entrades digitals i analògiques d'altres tipus d'energia consumida en la planta (Gas, aigua calenta, vapor, etc.) tot i que no es comentarà més en aquest treball.

La part de programa principal, la que aplica en aquest treball, realitza en forma de seqüència preguntes als diversos CVM esclaus. Aquesta seqüència segueix un ordre lògic, comença per el primer esclau (el primer que es va instal·lar i configurar) i segueix fins arribar l'últim (l'últim esclau que s'ha instal·lat). Un cop consultat l'últim, torna a començar i així successivament.

Aquestes consultes són enviades a la direcció Modbus de cada un dels esclaus, la passarel·la màster, les redireccionarà a una IP afegint una direcció Modbus remota. En el cas que el CVM no estigui connectat directament a Ethernet sinó a una passarel·la, aquesta direcció remota serà idèntica a la local (o inicial) i, en cas que el CVM estigui connectat directament a Ethernet, serà 1. En la següent imatge es pot apreciar un petit exemple de com estan connectats aquests elements:

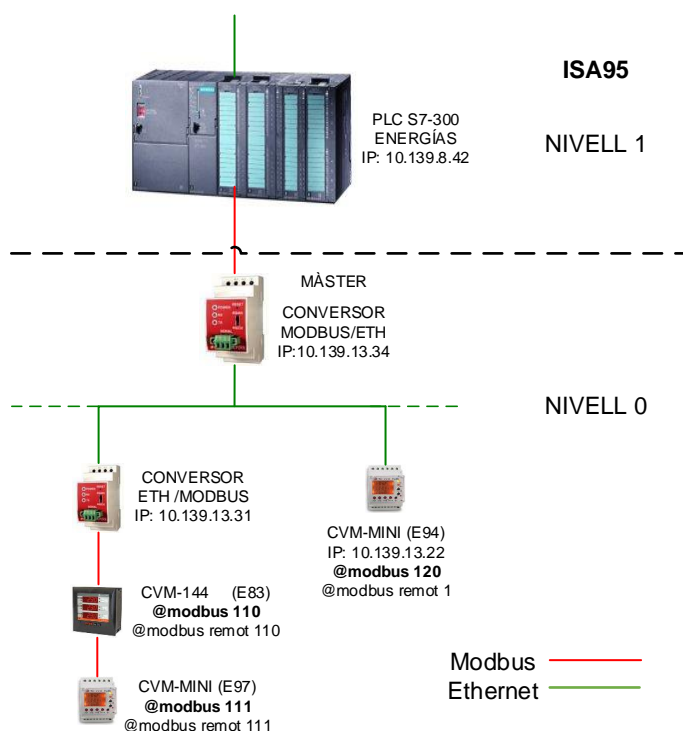


Figura 5.17. Esquema exemple de les comunicacions entre el nivell 0 (CVMs) i el nivell 1 (PLC) de l'estàndard ISA95.

La seqüència realitza dos consultes per cada un dels esclaus CVM, que disposen de 120 bytes d'informació a extreure. En la primera consulta pregunta per els 60 primers bytes i en la segona per els 60 següents bytes. No es fa tot en la mateixa consulta degut al límit del mòdul de comunicació CP 341 és de 106 bytes per cada consulta. Amb aquestes dues consultes, si s'han realitzat i contestat correctament, el PLC emmagatzema tota la informació de cada CVM en una part de la seva memòria.

Si el CVM esclau que està sent preguntat no contesta a la primera, s'ha modificat el programa per tal de que torni a enviar la pregunta repetidament fins a rebre una resposta de l'analitzador de xarxa o fins que passin els 5 segons des de la primera consulta. Cada una de les consultes té com a temps establert 5 segons, sigui resposta a la primera o no.

Per tant, sabem que es tarda 5 segons per cada una de les consultes i que s'han de consultar 51 CVM esclaus, podem obtenir el temps que tarda el programa en refrescar cada un d'ells.

$$5 \frac{\text{segons}}{\text{consulta}} \times 2 \frac{\text{consultes}}{\text{CVM}} \times (51 + 1) \text{CVM} = 520'' \text{ per cycle} = 8'40'' \quad (1)$$

En l'equació (1) es notarà que existeix programat un CVM que no està documentat en el treball, això es causat a que s'ha retirat de les instal·lacions però no s'ha extret del programa.

Establim així que es sobreescriu la informació de cada CVM en la memòria del PLC cada 8 minuts i 40 segons. Aquest temps anirà canviant a mesura que la xarxa de CVM incrementi la seva mida i es vagin configurant nous esclaus en el PLC. De moment, aquesta lentitud és acceptable perquè per l'aplicació que es realitza en aquest treball no serà necessària més velocitat. Però en un futur caldrà tenir en compte aquest aspecte.

En resum, en aquest punt del treball, el PLC ha recopilat la informació de tots els CVM però aquesta informació no l'està visualitzant ningú (El PowerStudio sí, però no a través del PLC). En el següent apartat s'aprendrà com obtenir aquesta informació emmagatzemada en el PLC per tal d'acabar creant l'aplicació objecte del treball.

5.4 OPC (Open Plataform Communications)

OPC és una plataforma oberta de comunicacions (Open Plataform Communications).

El 1994, un grup de venedors que representava un ampli espectre de disciplines en el segment industrial va formar el que avui es coneix com la Fundació OPC.

La Fundació OPC té com a objectiu desenvolupar una única especificació client/servidor que permeti a qualsevol venedor desenvolupar programari i aplicacions que pugin compartir les dades entre ells, de manera ràpida i robusta. Intentant eliminar, així, els sistemes protegits que van obligar aquests mateixos venedors a duplicar els esforços de desenvolupament per realitzar aquestes comunicacions.

A principis de 1996 la Fundació OPC va desenvolupar la primera especificació anomenada "Data Access Specification 1.0".

Un objectiu important de la OPC Fundació i l'especificació d'accés a dades era eliminar la necessitat dels proveïdors d'aplicacions de desenvolupar el seu propi conjunt de drivers de comunicació. Per a molts venedors, l'esforç necessari per a desenvolupar nombrosos drivers de comunicació superava l'esforç de desenvolupament de la pròpia aplicació. Amb l'adopció de la tecnologia OPC, un venedor podria concentrar els seus esforços gairebé exclusivament en el desenvolupament de l'aplicació client. L'especificació d'accés a dades defineix com han de construir-se el client i la interfície de l'aplicació servidor.

OPC és un estàndard de software que permet i facilita la comunicació entre els programes de Windows i els dispositius utilitzats en la indústria en general.

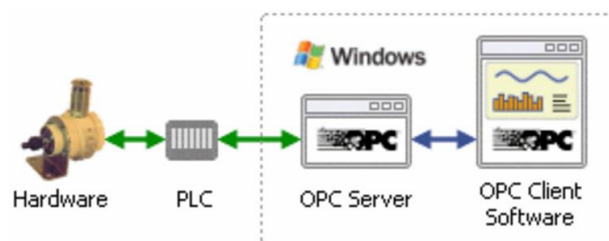


Figura 5.18. Explicació gràfica dels servidors OPC.

La interoperabilitat, una propietat bàsica del OPC, és la capacitat dels sistemes d'informació, i per extensió dels procediments als que donen suport, de compartir dades i possibilitar l'intercanvi d'informació i coneixement entre ells.

OPC és una tecnologia client/servidor, un hardware PLC, que conté el software servidor que proporciona les dades, i una aplicació o software realitza la funció de client rebent aquestes mateixes dades.

En resum, un servidor OPC és el software que s'encarrega de traduir cadascun dels diferents protocols de comunicació, utilitzats en la xarxa industrial, a protocol OPC. De tal manera que els clients OPC pugin rebre tota la informació de la planta. Un client OPC és qualsevol aplicació o programa que pretén obtenir i/o transmetre informació de la planta. En el nostre cas, el servidor OPC és el KEPServerEX i el client OPC utilitzat és la interfície de PI, ambdós es veuran en els apartats següents.

Cal destacar que OPC és un estàndard de comunicació industrial àmpliament acceptat que permet l'intercanvi de dades entre dispositius de diferents fabricants i aplicacions de control sense cap tipus de restricció. Un servidor OPC pot comunicar i transmetre dades de forma contínua entre els PLC al taller, RTU al camp, SCADAs, i les aplicacions de programari en els ordinadors de sobretaula. El més interessant però, és que aquesta comunicació es pot establir fins i tot quan la maquinària i el programari són de diferents proveïdors/fabricants. Treballar amb OPC fa que la comunicació contínua de dades en temps real entre diferents dispositius sigui possible sense cap mena de limitació.

La indústria està vivint un moment emocionant gràcies a l'aparició del OPC, aquest ha donat lloc a una major cooperació entre els proveïdors de tecnologies i els usuaris d'aquestes. OPC ha ajudat als proveïdors d'automatització a proporcionar solucions que siguin realment obertes, que a la vegada ha donat als usuaris més opcions en les seves aplicacions d'automatització. La interoperabilitat, les solucions obertes, i la llibertat d'elecció han ajudat als professionals de l'automatització de tot el món a donar-se'n compte dels avantatges d'incorporar OPC en totes les seves aplicacions industrials.

OPC és, per tant, aquesta connectivitat oberta a l'automatització industrial i als sistemes empresarials que donen suport a la indústria.

La interoperabilitat està assegurada a través de la creació i el manteniment d'estàndards oberts. El primer estàndard OPC creat va resultar de la col·laboració de diversos dels principals proveïdors d'automatització de tot el món juntament amb Microsoft. En l'actualitat hi ha centenars de servidors i clients que incorporen el OPC DA (Data Access).

En aquest treball, com es veurà en els següents apartats, s'ha utilitzat el servidor KEPServerEX de l'empresa KEPCON com a servidor OPC DA i el PI Interface, que forma part del sistema PI, com a client OPC DA.

5.5 KEPServerEX de Kepware

KEPServerEX és un servidor de dades de la companyia Kepware basat en la tecnologia OPC capaç de connectar diferents dispositius i aplicacions des de sistemes de control de planta com el tractat en aquest treball fins als sistemes de gestió per tal de realitzar els diferents anàlisis necessaris per la presa de decisions de l'empresa. Aquesta plataforma servidor gestiona tan les dades d'automatització com les d'instal·lacions i infraestructures. És el servidor OPC DA més utilitzat en el món.



Figura 5.19. Logotip de l'empresa Kepware i del servidor OPC utilitzat (KEPServer EX).

KEPServerEX és un servidor OPC DA ràpid i senzill d'utilitzar que ha estat dissenyat per establir la comunicació amb qualsevol dispositiu, independentment dels drivers que aquest utilitza: Omron, Allen-Bradlet, SNMP, DNP3, IEC 60870-5 entre molts altres. En el nostre cas, com s'ha comentat en el apartat anterior, el PLC utilitzat per realitzar l'aplicació objecte és de la marca SIEMENS per tant s'utilitzaran els drivers de Siemens per el PLC d'energies, i molts altres com ara els de Schneider, Omron, Allen-Bradlet, per diversos PLCs que controlen altres processos de la planta.

Aquest Servidor no entra dintre cap nivell de la ISA95. Es podria dir que és el nexa d'unió del nivell 3 amb els nivells inferiors. Per tant, sense aquest software no seria possible la recollida de dades ni el seu emmagatzematge.

Cal destacar que el KEPServerEX permet la lectura de les variables dels diferents PLCs de la planta però, també permet la comunicació a l'inrevés, és a dir, si es desitja canviar un valor de qualsevol dels PLCs i està configurat per permetre-ho, es possible realitzar el canvi des del KEPServerEX.

La comunicació entre els diversos PLCs i el KEPServerEX serà normalment a través de Ethernet. Tal com es veu en la següent imatge, en el mateix servidor virtual, es trobarà instal·lat tant el KEPServerEX com la interfície OPC DA Client dels quals se'n parlarà als pròxims apartats.

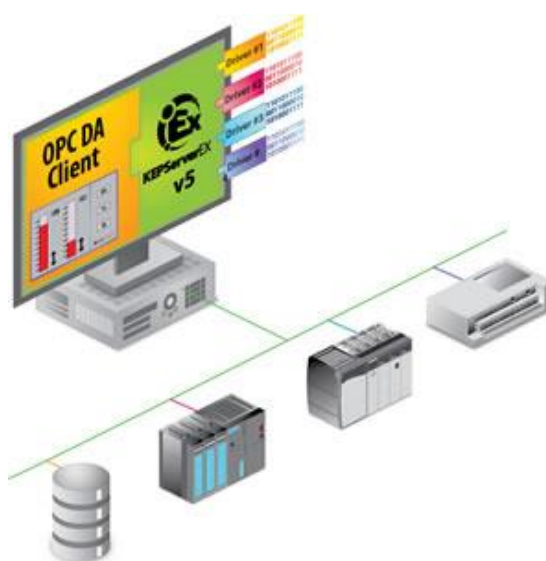


Figura 5.20. Connexions KEPServerEX amb dispositius i el OPC Client.

En la següent imatge s'ha realitzat un gràfic d'aquesta comunicació:

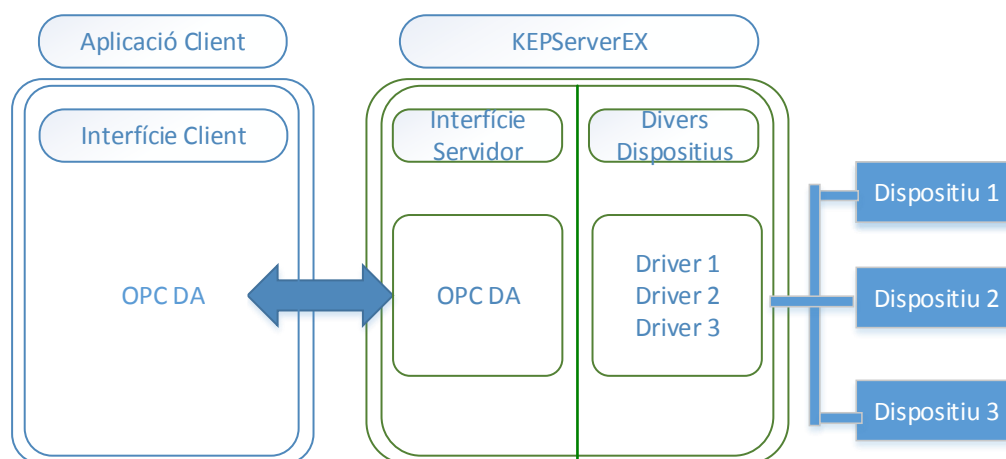


Figura 5.21. Representació gràfica funcionament KEPServerEX.

A la planta existeixen molts dispositius diferents dels quals s'ha d'extreure la informació. Aquests dispositius acostumen a ser PLCs de diversos fabricants diferents. Per tal d'organitzar la informació extreta, aquest software s'esquematzarà de la següent manera:

- El canal o "Channel": És la unitat de lectura o connexió on s'ha d'introduir el driver utilitzat en els dispositius que es volen configurar. És a dir, amb un canal es pot afegir més d'un dispositiu sempre que utilitzin tots el mateix driver. És aconsellable ficar únicament un dispositiu per cada canal, ja que si un d'ells perd la comunicació (perquè s'ha aturat, per exemple), s'estarà 5 segons intentant connectar amb ell, provocant així la pèrdua de dades dels altres dispositius en el mateix canal (sobretot dades subscrites a canvi). En el cas del PLC S7-300 s'ha creat un canal anomenat "ENERGIA" amb el driver "Siemens TCP/IP Ethernet".
- El dispositiu o "Device" és on es configurarà cada un d'aquests PLCs a llegir, establint la direcció IP d'aquest i configurant diversos paràmetres com pot ser el temps de fallida de connexió amb el dispositiu, el temps d'espera entre intents de connexió, la configuració del PLC, entre d'altres. En aquest cas el dispositiu s'anomenarà "ENERGIA" i la IP és la del propi dispositiu, 10.100.8.42.
- L'etiqueta o TAG és cada una de les variables d'aquest dispositiu que es pretenen gestionar. Un TAG consta de 5 paràmetres principals i necessaris:
 - Nom: El nom que permetrà identificar el TAG, doncs cal intentar estandarditzar els noms utilitzats. Un exemple, dels TAG de potència activa utilitzats en aquest treball és: E64_Potencia_Activa.
 - Adreça: L'adreça on es troba aquesta variable a llegir del PLC. L'adreça del E64_Potencia_Activa és DB532.DD60, per tant es sap que aquesta variable està emmagatzemada en la posició 60 del DB número 532.
 - Descripció: Petita descripció per identificar el significat del TAG.
 - Tipus de dada: Boolean, Char, DWord... S'ha d'escollir el tipus de dada a llegir. En el cas de l'energia es llegiran Dword.
 - Tipus d'accés a les dades: És possible escollir únicament lectura o lectura i escriptura.
 - Velocitat de lectura: Usualment, per defecte, és de 100 ms.

A més permet que la lectura pugui ser escalada de manera lineal.



Figura 5.22. Esquema organitzatiu KEPServerEX.

Per últim, l'adreça de lectura (des de capes superiors) d'aquest TAG del CVM E64 que s'ha anat posant com exemple serà la següent:

ENERGIA.ENERGIA.E64_Potencia_Activa

Que en altres paraules, i de manera general serà:

Chanel.Device.Tag

El software KEPServerEX incorpora també un Client OPC anomenat "OPC Quick Client" que permetrà comprovar que la lectura de les dades des del PLC és la correcta i es podrà veure el valor d'aquestes a temps real.

5.6 Sistema PI

OSIsoft, S.L. és una empresa que es dedica al desenvolupament de software. Va ser fundada el 1980 i s'ha convertit en líder del mercat de l'estil de software que desenvolupa. El seu producte estrella és el Sistema PI que es tractarà en aquest treball.

El Sistema PI és la infraestructura que permet reunir, analitzar, visualitzar i compartir quantitats de sèries cronològiques de dades de múltiples fonts en temps real. El Sistema PI permet connectar-se a la xarxa industrial i recopilar dades de múltiples formats i fonts diferents. Converteix les dades en una estructura uniforme per combinar, comparar, contextualitzar i aprofitar la informació.

La seva infraestructura de dades altament escalable en temps real, permet a l'empresa la transformació de les dades en informació. Algunes, entre moltes altres, utilitats del Sistema PI poden ser:

- Analitzar tendències del procés.
- Saber en tot moment les variables dels diferents processos per tal d'optimitzar-los.
- Determinar si s'està complint amb la producció desitjada.
- Comparar la productivitat dels diferents torns de la fàbrica.
- Comparar el rendiment dels diferents lots de matèria primera.
- Determinar quan és necessari un manteniment de les màquines.

Les dades poden recollir de manera automàtica informació des de moltes fonts diferents. Aquestes fonts poden ser, entre molts altres, sistemes de control, equips de laboratori, càlculs, entrades manuals, softwares personalitzats, etc.

El terme "Sistema PI" s'utilitza sovint per referir-se al Servidor PI, però els dos no són el mateix. El Sistema PI es refereix a tots els softwares de OSIsoft PI mentre que el Servidor és el software principal d'aquest Sistema.

Per tant, el Sistema PI recull, emmagatzema i administra les dades de la planta o del procés. Es connecta la font de dades a una Interfície PI. La Interfície PI agafa les dades de la font de dades i les envia cap el Servidor PI. Els usuaris reben les dades des de el Servidor PI i les representen mitjançant les eines clients.

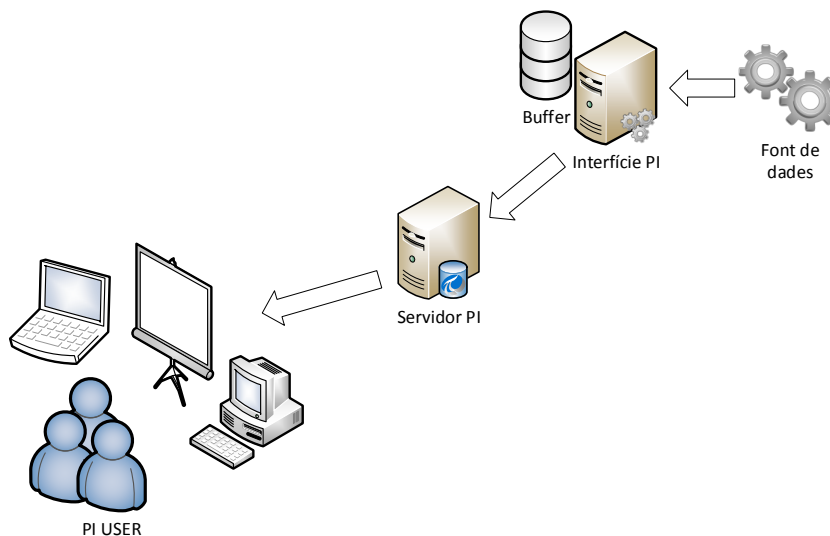


Figura 5.23. Diagrama Sistema PI.

Les dades són recol·lectades de la font de dades per la Interfície PI i enviades cap al Servidor PI.

Per font de dades ens referim a tots aquells aparells que proporcionin dades o, més concretament, a un servidor OPC com veurem més endavant.

Tal com s'ha descrit prèviament, el moviment de les dades es realitza des de la font de dades (tenint en compte una sèrie de paràmetres que es veuran en els pròxims apartats), a través de la interfície, i fins el Servidor PI. El client o usuari pot veure les dades des del Servidor PI mitjançant les diferents eines client.

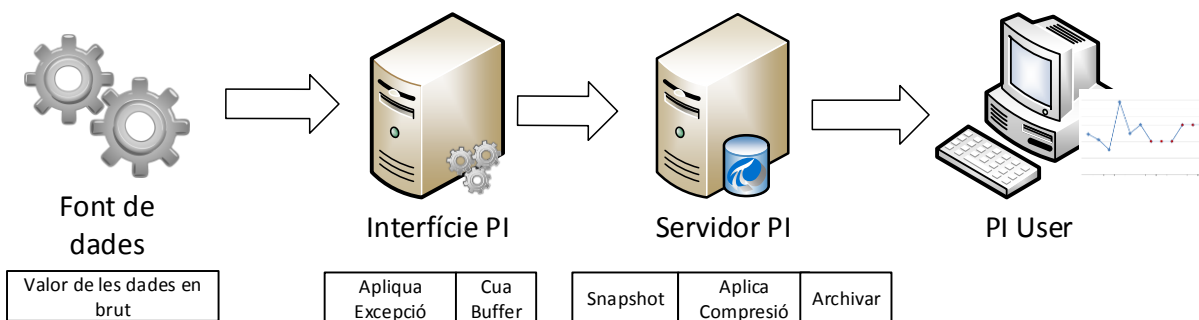


Figura 5.24. Diagrama Flux informació en el PI.

Les dades passen d'un node al següent node a base d'etiquetes o TAGs (Els TAGs seran explicats en més detall en l'apartat 6). El valor de cada un d'aquests TAGs s'obté de la font de dades. Al valor brut o inicial se li assigna una marca de temps i se li aplica el procés d'excepció (explicat en l'annex 2) mitjançant la Interfície PI, en aquest moment el primer tipus de filtre ja està aplicat. Si el valor del TAG passa el procés d'excepció es col·loca dintre el buffer (cua d'esmoreïment). Durant el funcionament normal, aquest valor del TAG és immediatament enviat del buffer al Servidor PI, on s'etiqueta com a Snapshot o valor instantani. En el Servidor PI, mitjançant el Snapshot d'aquest TAG, s'implanta el segon filtre, la compresió (explicat en

l'annex 2). Si el TAG passa el procés de compressió s'escriurà en les cues d'esdeveniments que s'aniran guardant en els arxius on seran emmagatzemats permanentment.

En cas d'una caiguda del Servidor PI, el buffer mantindrà totes les dades, esperant a que el Servidor PI es restableixi per enviar-les, d'una en una per realitzar el procés de compressió i la gestió dels Snapshot de manera normal.

L'usuari PI és capaç de recuperar qualsevol dels valors instantanis o emmagatzemats de cadascun dels TAGS mitjançant les eines client de les que es disposa.

Tot seguit, en els següents subapartats, s'explicaran els apartats principals d'aquest sistema i les eines client de les que es disposen.

5.6.1 Interfícies PI

La interfície PI és un software dissenyat per agafar les dades de la font de dades, traduir-les a un format llegible per el Servidor PI i enviar-les a aquest.

Existeixen diferents interfícies PI, una per cada protocol de comunicació diferent, les més comuns són la Modbus i la OPC. En el nostre procés, com veureu en el resum del procés del següent apartat, s'utilitza la interfície PI per OPC. La interfície de PI té quatre funcions diferenciades que es realitzaran seguint el següent ordre:

- Recollir dades
- Afegir una marca temporal a les dades (o validar-la si aquesta dada ja ve amb una marca de temps)
- Realitzar un filtratge per Excepcions(*)
- Enviar les dades al Servidor PI (passant per el buffer, una pila de memòria per si es perd la connexió).

(*) L'objectiu dels reports per excepció és simplement reduir el soroll. En altres paraules, es porta a terme perquè la interfície envii cap el Servidor PI les dades que realment tenen significat i no totes les dades recollides. L'algoritme que utilitza l'excepció està explicat amb exactitud a l'annex 2 apartat 13.2.1. Però en resum, tenint un valor actual, a l'arribar un segon valor, decideix si és necessari enviar-lo utilitzant un marge mínim de variació necessari. És a dir, si varia menys que aquest marge, el valor serà descartat i si varia més, serà enviat. Es basa normalment amb que consideren els usuaris un canvi significatiu.

5.6.2 PI Asset Framework (AF)

PI AF permet definir els actius o equips de la planta com a bens o "assets" que permetran una organització perfecta de la informació emmagatzemada.

Aquesta eina es comentarà amb més extensió en el apartat de millores, ja que permet organitzar de manera molt més eficaç totes les dades.

El seu funcionament es veurà ben clar amb un exemple. Imaginem un dipòsit, que té un nivell màxim, un set point o nivell desitjat, el nivell actual, un volum, etc. Actualment, com veurem més endavant, existeix un TAG per cadascuna d'aquestes variables. Aleshores, s'han de crear molts TAG per un únic dipòsit, contant que existeixen molts dipòsits en tota la planta, s'acaba produint un petit desordre difícil de controlar. Un "asset" serà, per tant, un dipòsit que té una sèrie de característiques. Es pot copiar aquest "asset", afegint característiques o traient-les per cadascun dels dipòsits existents.

5.6.3 Servidor PI – PI Data Archive

El Servidor PI emmagatzema i organitza les dades en forma d'esdeveniments. Cada esdeveniment té un valor i una estampa de temps que indiquen el moment en que el valor s'ha recollit. És l'encarregat d'estructurar la informació.

El Servidor PI rep les dades de la interfície PI (o més concretament del buffer) en forma d'instantànies (valor que hi ha en aquest moment) i abans de emmagatzemar-les les col·loca a la cua d'esdeveniments. Aquesta cua és anomenada "Snapshot Event Queue" i lògicament es localitza després del Snapshot i abans de procedir a l'emmagatzematge.

Snapshot és simplement el valor instantani o més recent de cadascun dels TAG del Servidor PI. El subsistema de Snapshots, que es troba en el Servidor PI, realitza unes tables amb els Snapshots i aplica l'algoritme de compressió (*). Quan es rep un valor nou es compara amb l'anterior i es decideix si emmagatzemar-lo o no:

- Si el valor que acaba d'arribar indica que el valor anterior passa la compressió, el valor anterior *s'emmagatzemarà* i el valor que acaba d'arribar es retindrà com el nou Snapshot.
- Si el valor que acaba d'arribar indica que el valor anterior *no* passa la compressió, el valor anterior serà *descartat* i el valor que acaba d'arribar es retindrà com a nou Snapshot.

(*) L'objectiu del test per compressió és suprimir dades estranyes i mantenir únicament les dades necessàries per reproduir les dades originals extretes de la font de dades amb els límits de precisió requerits. L'algoritme que utilitza la compressió està explicat amb exactitud a l'annex 2 apartat 13.2.2, però es pot anticipar que el procés de compressió aplica una desviació molt semblant a l'aplicada per la excepció però, en aquest cas, tenint en compte el pendent de la tendència de les dades.

Per últim, el Servidor PI és l'encarregat de realitzar els càlculs desitjats entre TAGs per obtenir nova informació. Aquests càlculs, s'anomenaran TAGs Virtuals, que seran comprimits i tindran les mateixes característiques que pot tindre qualsevol altre TAG extern. Tant els TAGs Externs com els TAGs calculats seran explicats en més detall més endavant.

Els operadors, enginyers o qualsevol altre persona de la planta pot utilitzar qualsevol de les eines clients per connectar-se al servidor PI i veure les dades emmagatzemades.

5.6.4 Clients PI – PI User

Les aplicacions client són la base d'aquest treball, són les diferents eines que utilitzarà l'usuari per tal de visualitzar i analitzar tots els valors recollits per el Sistema PI i emmagatzemats en el Servidor PI. Tot seguit, s'explicaran una per una aquestes diferents eines:

5.6.4.1 PI ProcessBook

ProcessBook és una interfície gràfica que permet la visualització de forma eficaç de dades històriques i en temps real residents en el Sistema PI. El personal autoritzat utilitza el PI ProcessBook per crear pantalles de visualització gràfiques interactives que poden ser guardades i compartides amb la resta de personal. Una d'aquestes pantalles és l'aplicació a la qual s'ha enfocat aquest treball.

PI ProcessBook permet als usuaris canviar ràpidament, entre els mòduls d'execució i creació, per a crear pantalles dinàmiques i interactives que es poden omplir amb dades al moment.

Una aplicació pot ser creada amb valors simples, gràfiques de tendència, gràfiques x-y i molts altres elements, que utilitzaran les dades emmagatzemades en el Servidor PI.

Els usuaris finals d'aquestes aplicacions, normalment, l'utilitzaran com a eina de monitorització o comparació.

Adicionalment, cal destacar que es poden incorporar, en el propi ProcessBook, scripts personalitzats desenvolupats amb Visual Basic for Applications, per tal d'automatitzar la pantalla, crear gràfics de tendències, moure la posició de la pantalla, amagar i fer aparèixer elements, i moltes altres funcions personalitzades.

En una aplicació creada mitjançant el ProcessBook es poden veure diferents elements:

- Valors dels elements extrets del Servidor PI.
- Gràfics de tendències amb els elements històrics de la planta.
- Gràfics d'estat per identificar l'estat dels elements del procés.
- Gràfics de barreres per tal d'identificar un nivell o un percentatge.
- Càlculs realitzats amb les dades del Servidor PI.
- Fulles de càlcul, documents, esquemes, gràfics, fotos, i altres aplicacions de Windows mitjançant un vincle.
- Es poden executar codis VBA (Visual Basic for Applications).

Com ja s'ha comentat, l'aplicació per estalvi energètic en les parades de producció, objecte d'aquest treball, està creada amb el ProcessBook, tot el procés de creació i l'explicació del funcionament d'aquesta es trobaran en més detall en l'apartat 7 d'aquest treball, "7. PI ProcessBook".

5.6.4.2 PI DataLink

PI DataLink és un afegit, un Add-In, d'OSIsoft al Microsoft Excel que permet importar les dades del Sistema PI en l'Excel per tal d'analitzar-les, comparar-les i poder generar informes.

PI DataLink permet diferents funcions variades, les més utilitzades són les següents:

- Funcions que retornen un valor únic; el valor actual, el valor al canvi de torn, el valor a les 00:00 h o el valor en una hora en concret (el últim emmagatzemat en aquell moment).
- Funcions que retornen una sèrie de valors en el temps; de una data inicial a una data final, de una data inicial a un número de mostres.
- Funcions que retornen una sèrie de valors, calculant-los o filtrant-los; És interessant afegir que es poden filtrar sobre ells mateixos (el TAG A té un valor superior a 80 kW) o sobre altres (El TAG A és 1 i el valor del TAG B és inferior a 3 kW) i extreure'n la informació de una data inicial a una data final.
- Representar gràfics de tendències.
- Recerca de TAGs. Si no es recorda el nom del TAG es pot realitzar la recerca en el Servidor PI des del mateix Excel.
- Quantitat de valors emmagatzemats en un espai de temps o en un estat en concret. Per exemple pot contestar preguntes com aquesta: Quantes vegades va superar els 80 kW l'extrusora 1 durant el 18/5/2016?

5.6.4.3 PI Coresight

PI Coresight és una eina web senzilla, permet realitzar pantalles/aplicacions com en el ProcessBook però més simples, de tal manera que ocupin poc espai i puguin estar online.

L'usuari es pot connectar des de qualsevol xarxa Ethernet (no necessàriament la de la planta), utilitzant qualsevol tipus de dispositiu (PC, telèfons mòbils, tablettes, TV intel·ligents, etc.) i sense necessitat d'instal·lar cap tipus de software localment.

A l'empresa no es disposa d'aquesta eina client, però val la pena comentar-la, ja que pot ser molt interessant per realitzar la mateixa aplicació que s'ha realitzat en el ProcessBook de manera online.

5.7 Xarxa existent

En aquest apartat, utilitzant els termes explicats fins el moment, s'exposarà el flux de la informació des del PLC fins a la pantalla de l'usuari.

La interfície de PI per l'OPC DA és usada per recollir dades d'un servidor OPC DA. Per entendre que és un servidor OPC DA, primer s'ha d'entendre què significa OPC.

OPC, tal com s'ha explicat en apartats anteriors, significa "OLE for Process Control". On OLE és "Object Linking and Embedding". En altres paraules, es pot dir que és programació per objectes. DA significa "Data Access".

Doncs, OPC DA és un estàndard per comunicar les dades que viatgen a través dels diferents sistemes d'automatismes existents en la planta i de tots els altres sistemes.

Si anem un pas enrere, a la planta tenim molts proveïdors que ens han proporcionat diferents sistemes d'automatització. Aquests sistemes "parlen" diferents llenguatges i, a més a més, el sistema de PI parla la seva pròpia llengua, per tant la comunicació és complicada.

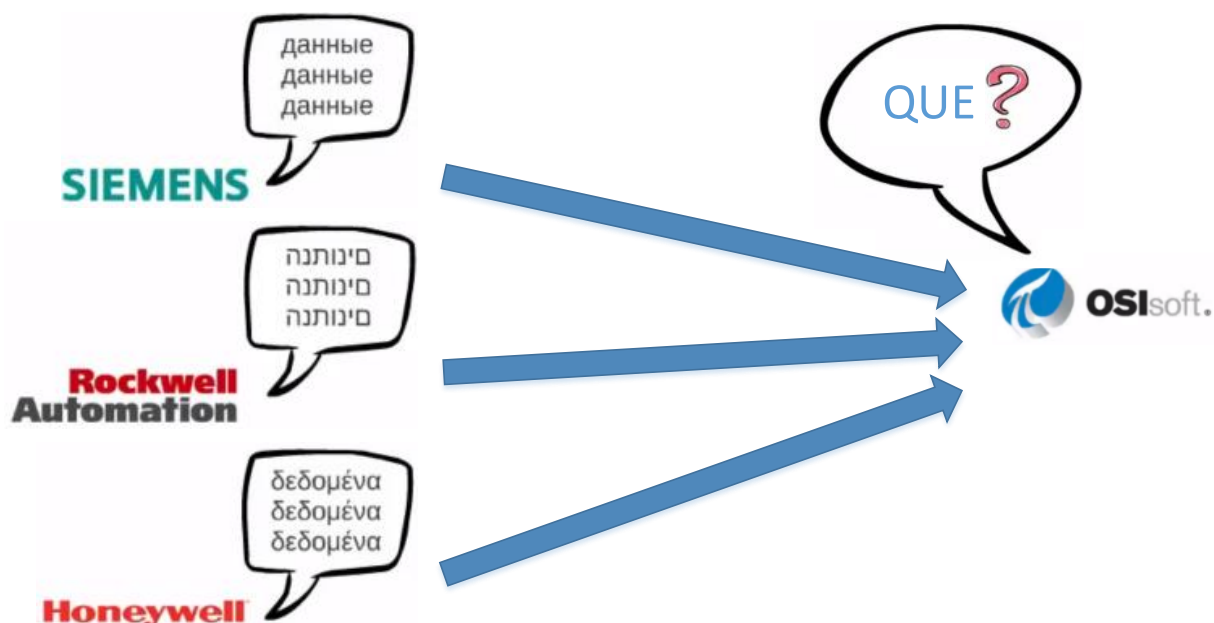


Figura 5.25. El Sistema PI no entén el que els PLC transmeten.

Aquests llenguatges necessiten ser traduïts. Per això existeixen els estàndards OPC, el que és bàsicament un estàndard que va ser creat per facilitar l'intercanvi de dades.

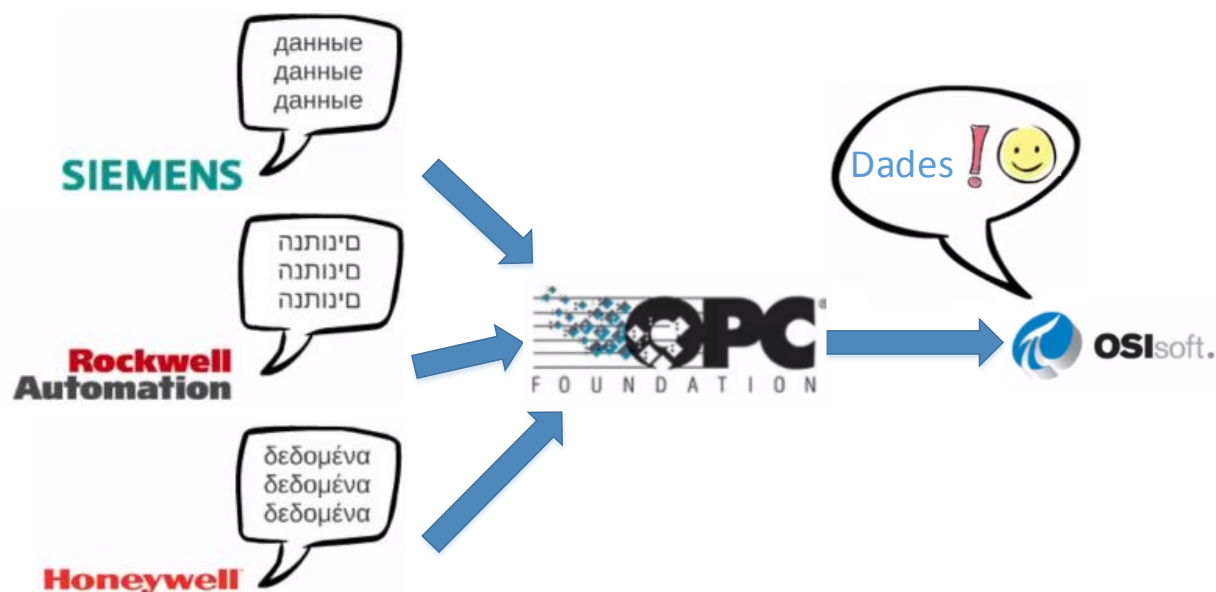


Figura 5.26. OPC realitza la traducció de la informació.

De quina manera es produeix aquest intercanvi de dades utilitzant l'estàndard OPC DA? Bé, primer tenim la nostra font de dades, un PLC Siemens S7-300 que extreu les dades de diversos circuits. Aquesta font de dades es connecta a un servidor OPC DA que s'encarregarà de la traducció d'aquestes per enviar-les cap altres aplicacions.

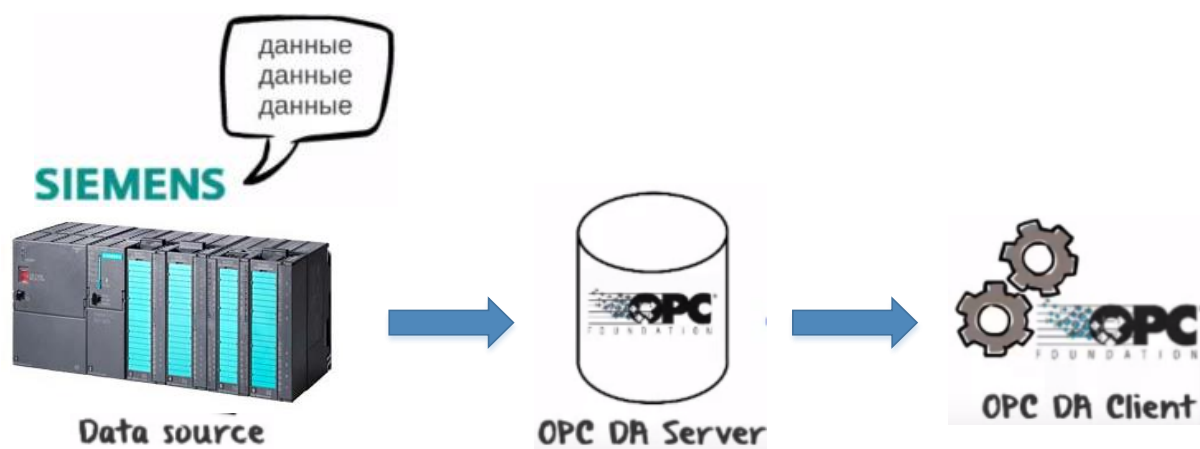


Figura 5.27. PLC i Servidor-Client OPC DA.

El KEPServerEx de la casa KEPCWARE és el servidor OPC DA. El KEPServerEx està contínuament recopilant dades de la font (PLC) i traduint-les a l'estàndard OPC DA aconseguint, així, que estigui disponible per a diferents clients, anomenats clients OPC DA. Per tant, en el Sistema PI, el client OPC DA és la interfície PI (es recorda que la interfície PI podia ser de diferents tipus, tot i així en aquest cas s'utilitza la interfície PI per OPC DA)

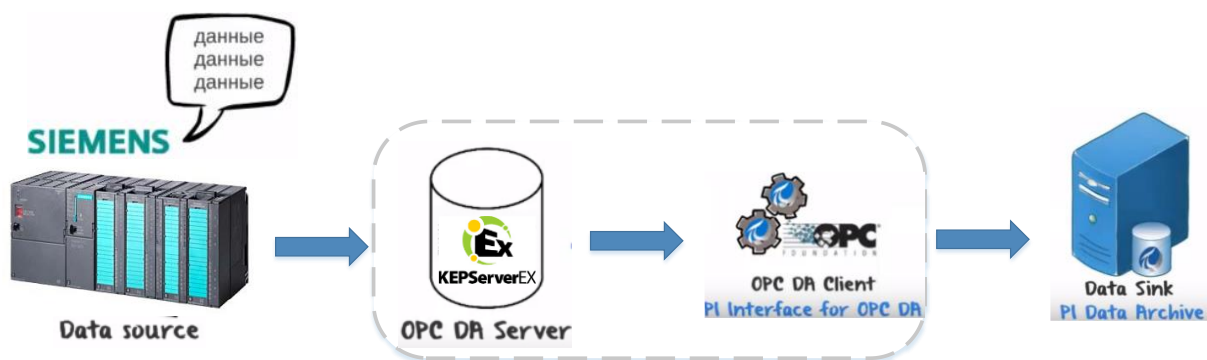


Figura 5.28. Flux complet de la informació fins a l'emmagatzematge en el Servidor PI.

El KEPServerEx (servidor OPC DA) està contínuament traduint les dades proporcionades per el PLC (font de dades). La interfície de PI agafa, tradueix i envia aquestes mateixes per a que puguin ser acceptades i recollides al Servidor PI Data Archive.

El servidor PI (Pi Data Archive), finalment, rebrà totes aquestes dades traduïdes i les emmagatzemarà segons convingui. Quan les dades arribin al servidor PI Data Archive, podran ser examinades i visualitzades mitjançant diferents clients PI entre els quals destacarem el PI ProcessBook que, com ja sabeu, és l'utilitzat per realitzar l'aplicació objecte d'aquest treball.

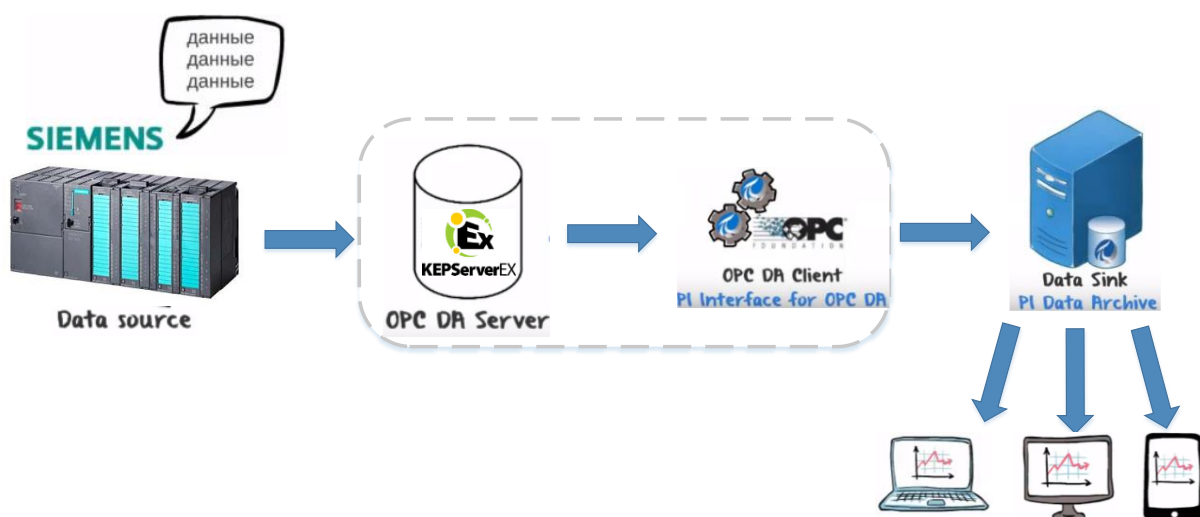


Figura 5.29. Flux complet de la informació fins a la visualització en les aplicacions clients.

Per tal de reduir els errors en les comunicacions es recomana que s'instal·lin el servidor OPC DA i la interfície PI per a OPC-DA en el mateix node. No obstant això, és possible instal·lar-los en diferents nodes. En el nostre cas, romanen instal·lats en el servidor virtual valvm231, com podreu veure en l'esquema de xarxa de comunicacions proporcionat a continuació.

Tot i que existís més d'un servidor OPC DA, cosa que no passa en les instal·lacions de les que disposem, una única interfície de PI seria suficient, així que no caldrà instal·lar una interfície PI per a cada un d'ells. Com veureu en l'apartat de millores es pretén proposar la compra d'un altre OPC DA server, així que s'ha cregut important destacar aquest fet.

A l'annex 5 es pot observar un esquema realitzat per resumir, seguint l'estàndard ISA95, l'automatització necessària per a l'extracció de les dades dels analitzadors de xarxa i el seu posterior emmagatzematge al Servidor PI.

6 PI TAGS

Un TAG de PI o etiqueta és un punt únic d'emmagatzematge per a les dades en el sistema de PI. Es tracta simplement d'un únic punt de mesura o variable que pot ser llegida i gestionada individualment.

Tot seguit es comentaran uns exemples de possibles TAGS que es poden crear en una instal·lació, per aconseguir una idea correcta del que són aquests:

- Una velocitat de flux (l/min, l/hora...) d'un mesurador de flux.
- El nombre de lot d'un producte (indica quin producte s'està fabricant)
- Els resultats d'un totalitzador o càlcul.
- Quantitat de productes produïts.
- Sensor digital de detecció de metalls.
- Temperatura de l'interior d'un dipòsit.
- Diferència de pressió entre àrees.
- Nivells làsers, digitals o volumètrics en els dipòsits.
- La potència activa i l'energia consumida.

Cada TAG de PI té una sèrie d'atributs per tal de:

- Descriure el TAG per l'aplicació client: Com s'ha de mostrar la informació?
- Descriure el TAG per la interfície PI: Com es troba la informació?
- Descriure el TAG per el PI Server: Com s'emmagatzema la informació?

La informació de configuració per a un TAG s'emmagatzema com una llista d'atributs. Els atributs més importants d'aquesta llista són els següents:

- TAG: El nom de l'etiqueta s'utilitza per identificar de forma exclusiva el punt. Això vol dir que l'atribut de TAG és la referència d'on s'emmagatzema la informació.
- Descriptor: Breu descripció del que s'emmagatzema en el TAG.
- EngUnits: Les unitats d'enginyeria que descriuen les unitats de la mesura i que s'incorporaran a les mesures mostrades en les aplicacions client.
- PointClass: La classe de punt d'un punt existent no es pot canviar. La classe de punt determina quins atributs són accessibles. La classe més típica és la clàssica o la Totalitzadora
- PointType: Hi ha molts tipus de TAGS o punts al PI. PointType s'assigna quan es crea el TAG i no es pot canviar. Alguns dels tipus de punts són: digital, float32, int16, int32, String...
- PointSource: S'utilitza per ordenar els TAGs segons la Interfície de PI d'on provenen, en aquest cas, com s'ha comentat amb anterioritat, únicament existeix una interfície PI per tant, tots els TAGs venen de la "Z", el nom d'aquesta Interfície PI.
- Zero: Es necessita un zero per a tots els TAGs de tipus de dades numèriques per indicar el valor més baix possible. No ha de ser el mateix que l'instrument zero però, generalment és una elecció lògica.

- **Span:** L'amplitud és la diferència entre el màxim i mínim de la gamma de valors que el TAG pot obtenir. Es requereix per a tots els punts de tipus de dades numèriques.
- **TypicalValue:** El valor típic només s'utilitza per a documentar un exemple d'un valor raonable per a aquest TAG. Per a una etiqueta numèrica, ha de ser més gran o igual a zero, i menor o igual al màxim.
- **Exception Specifications:** Defineix el rang per detectar els canvis significatius en el test de excepció realitzat en el PI Interfície
- **Compression Specifications:** Defineix els límits per jutjar quin valor és necessari per representar de manera fiable la tendència d'aquesta variable.

A l'apartat 8.7 d'aquest treball s'explicarà amb detall quins dels atributs són modificats normalment per crear un TAG. A més, també s'exposaran el total d'aquests atributs, ja que en la llista anterior únicament s'exposen els més importants.

7 PI ProcessBook Energia

Un cop explicada tota l'infraestructural industrial d'obtenció de dades i el funcionament de la plataforma utilitzada, es començarà a introduir l'aplicació client que s'ha realitzat en aquest treball.

7.1 Introducció

La planta en funcionament normal té un consum energètic elevat però necessari, és a dir, si es vol produir cereals caldrà consumir el que la maquinària instal·lada necessita per funcionar. Està clar que aquest consum es podria reduir notablement incorporant maquinària moderna, ja que la tecnologia avança ràpidament i la maquinària moderna permet realitzar les mateixes funcions de manera molt més eficient, consumint molta menys energia. Però la substitució de les actuals no és una opció viable, ja que cal invertir una quantitat molt elevada de diners.

Per mostrar la idea de manera gràfica, la potència de la maquinària present en les següents 4 imatges supera els 400 kW. Si es transforma la informació sabent que un habitatge consumeix normalment 4 kW es podria fer un paral·lelisme ràpid i dir que cada una d'aquestes màquines consumeix el mateix que 100 habitatges. Per tant, sense producció, caldrà intentar que no romanguin enceses.

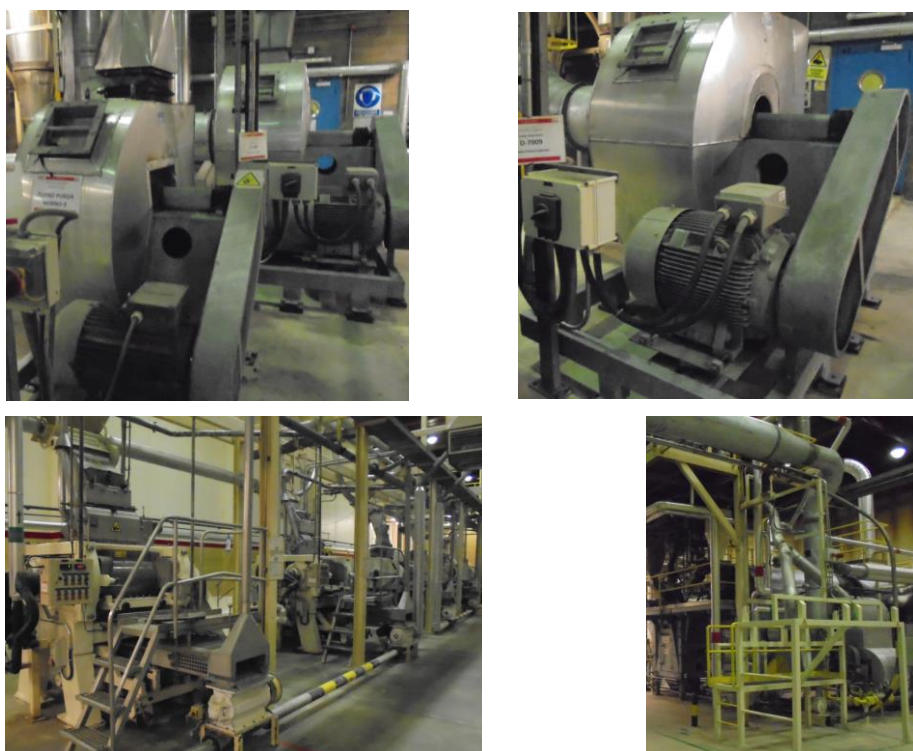


Figura 7.1. Fotografies d'algunes màquines de la planta (forns, molins i turbo extractors).

Tot seguit es mostra un gràfic on es pot observar la potència activa consumida al llarg del temps per la planta:

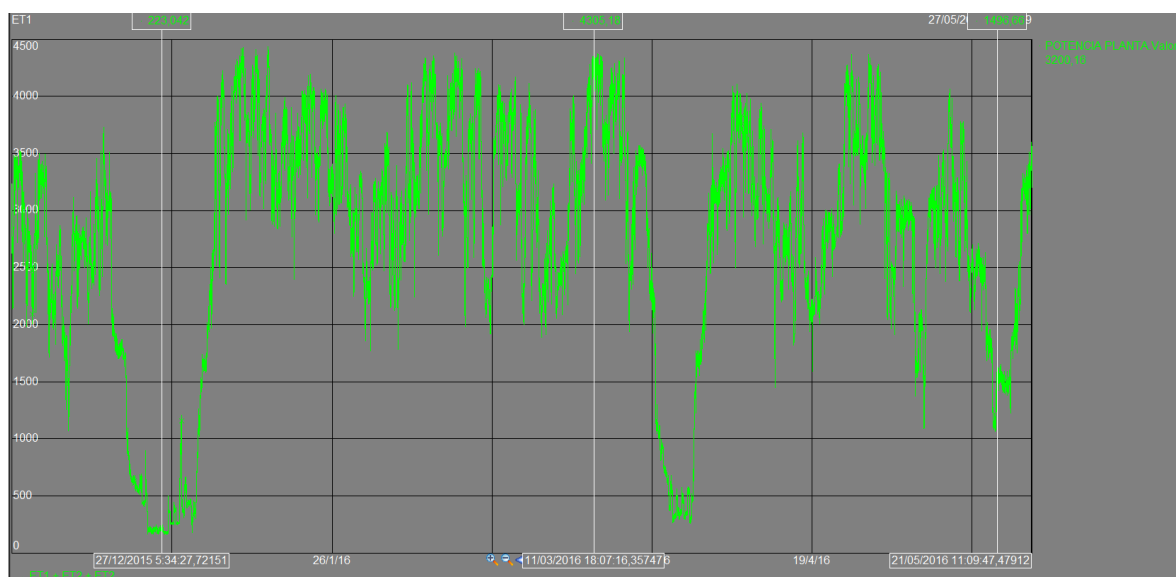


Figura 7.2. Potència activa consumida del 27/12/2015 al 21/05/2016.

La gràfica anterior mostra 3 indicadors que volen representar els tres estats en els que pot estar la planta:

- Producció nul·la: El primer indicador (223 kW el 7/12/2015) es mostra el consum de la planta durant la parada de Nadal, sabent que en aquest moment la planta estava completament aturada i tancada, per tant no es produïa cap producte. Tot i així existia un consum, el consum mínim detectat durant tot l'any. Això permet entendre que, tot i que és el consum mínim, aquest no és nul i per tant s'està consumint més energia elèctrica de la desitjada.
- Producció màxima o normal: El segon (4305 kW el 11/03/2016), mostra el consum de la planta quan es troba produint en totes les àrees. Aquest consum es podria optimitzar mitjançant inversió o sabent quin és el consum òptim de la maquinària per a realitzar cada acció en concret. L'aplicació no s'utilitzarà quan el consum de la planta sigui màxim.
- Producció Mitja: En el tercer (1496 kW el 21/05/2016), algunes de les àrees romanen aturades, però en algunes altres la producció segueix. Únicament amb aquesta informació no és possible saber si la potència consumida és la ideal o sobrepasa els límits desitjats.

La idea d'aquesta aplicació no és reduir el consum durant la producció normal d'energia elèctrica. La idea és reduir el consum energètic en les parades de producció. La següent frase resumeix el concepte de manera clara:

"Si no s'està produint, per què s'ha d'estar consumint?"

Idealment, quan es deixa de produir en una àrea, la potència activa consumida ha de ser 0 kW perquè tota la maquinària ha de deixar de funcionar i amb aquesta aplicació, principalment, es pretén aconseguir aquest objectiu.

Per tal d'establir els límits de l'aplicació s'han contestat les següents preguntes:

- Quina és la situació que es vol canviar? (problema o oportunitat).

Un gran nombre d'equips a la planta, quan no s'està produint, romanen encesos consumint energia. En altres paraules, es pot dir que s'està llançant energia elèctrica i anàlogament, diners.

- Quina és la situació que es vol assolir? (visió).

Es vol anular el consum d'energia elèctrica en les parades de producció.

- Quina és la finalitat fonamental del projecte? (missió).

Monitoritzant les àrees individualment i identificant quina d'elles està consumint en excés per tal d'apagar l'equip que estigui sobre consumint.

- Quins són els principals resultats que es volen assolir? (objectius).

Es vol evitar el malbaratament d'energia elèctrica el màxim possible, detectant quines àrees sobre consumeixen durant la parada de producció i realitzant les accions necessàries per reduir-lo.

Per tal de realitzar aquesta aplicació serà necessari recollir les dades de tots els analitzadors de xarxa distribuïts per la planta utilitzant, per aquest afer, tota la infraestructura comentada en els apartats anteriors. S'ha decidit utilitzar l'eina PI ProcessBook per tal de mostrar i gestionar totes aquestes dades de la manera més simple i entenedora possible centralitzant totes les dades de la planta en el mateix entorn.

L'aplicació resultant és la següent:

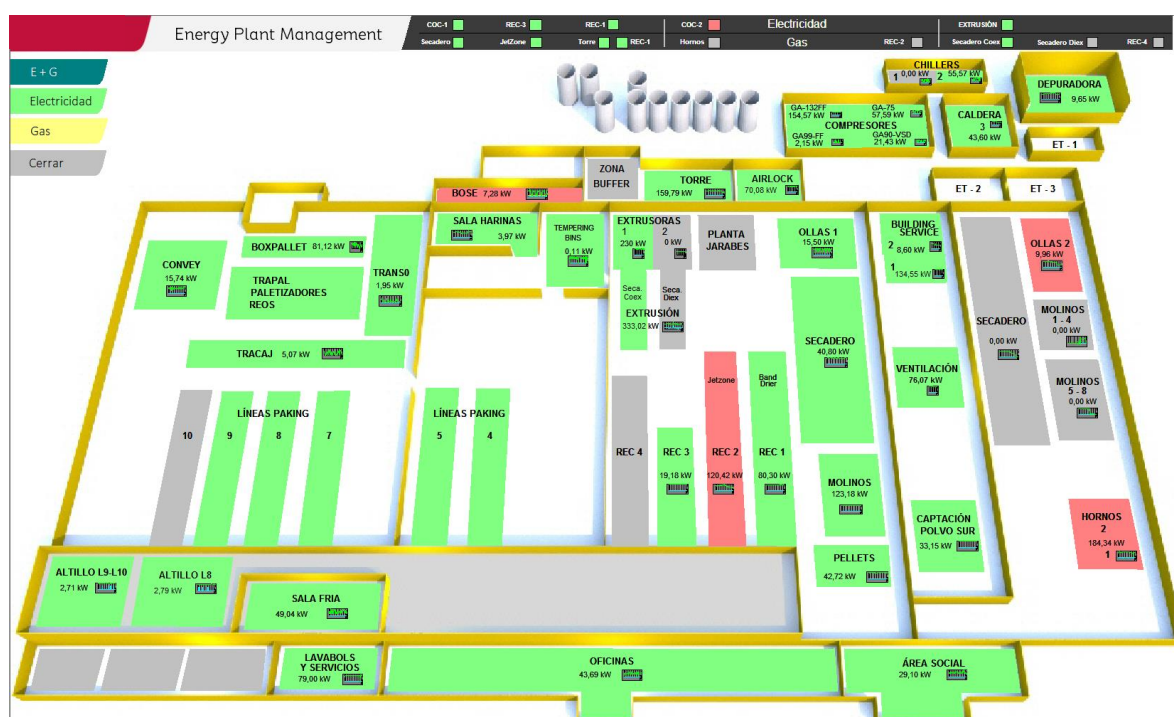


Figura 7.3. ProcessBook de l'Energia realitzat en aquest treball.

7.2 Desenvolupament i funcions

En aquest apartat s'explicarà breument el procés seguit per realitzar l'aplicació objecte i aconseguir que realitzi les funcions desitjades. En principi, l'ordre dels apartats ha estat pensat per l'explicació d'aquests, ja que el disseny de l'aplicació s'ha anat realitzant poc a poc, passant d'una tasca a una altra i tornant enrere per a realitzar diverses millores.

Per la realització d'aquesta aplicació, a més d'intentar que compleixi la funcionalitat desitjada de manera correcta, s'ha seguit una premissa més:

"Una aplicació és com un acudit, si s'ha d'explicar és perquè no és bona."

Abans de començar, cal col·locar el ProcessBook en mode d'edició, mitjançant l'opció destacada amb vermell en la següent figura. Les opcions destacades en blau són totes aquelles que s'aniran utilitzant al llarg del desenvolupament de l'aplicació.



Figura 7.4. Menú opcions edició ProcessBook.

7.2.1 Representació gràfica de la planta

Per realitzar el fons d'aquesta aplicació de manera que fos una aplicació el més simple i intuïtiva possible, s'ha utilitzat un software anomenat "Sweet Home 3D". Aquesta software permet representar parets, superfícies i objectes sobre un plànol en format Autocad per tal d'obtenir una representació en 3D d'aquest. En la següent figura es pot apreciar una captura de pantalla del software en funcionament.

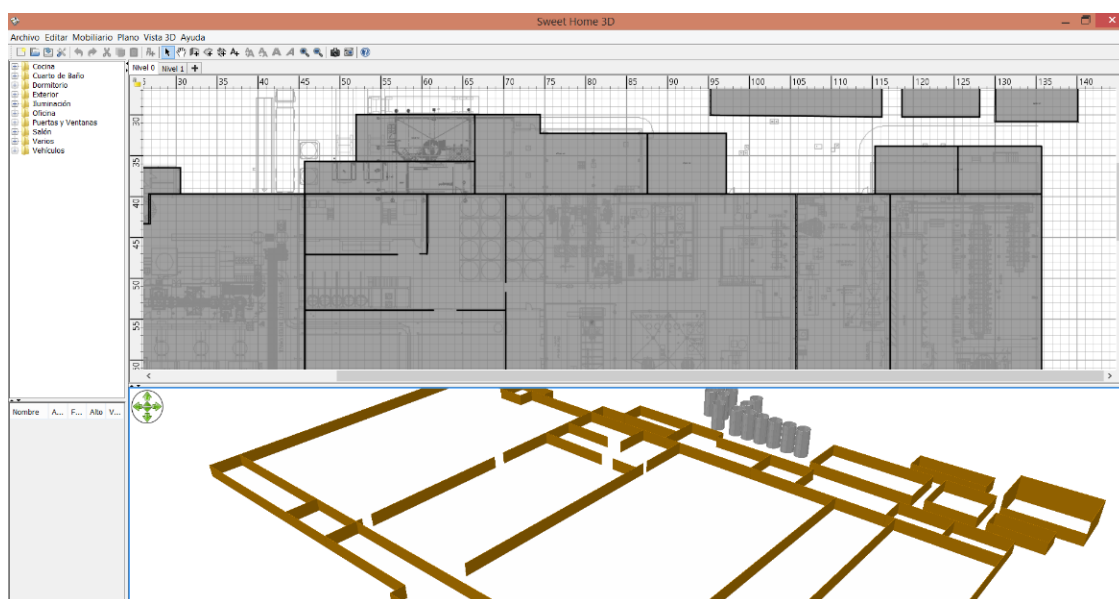


Figura 7.5. Captura de pantalla del Sweet Home durant el procés de realització del fons de l'aplicació.

Un cop dibuixada tota la superfície i les parets de la planta sobre el plànol Autocad, s'ha realitzat una "fotografia" de la distribució des de l'angle desitjat tenint en compte l'hora i el dia per aconseguir una bona il·luminació. Després d'una sèrie d'intents, s'ha cregut que serà possible la correcta visualització de tots els paràmetres que es desitja mostrar i el resultat final obtingut és el següent (la part que es veu gris, és un segon pis):

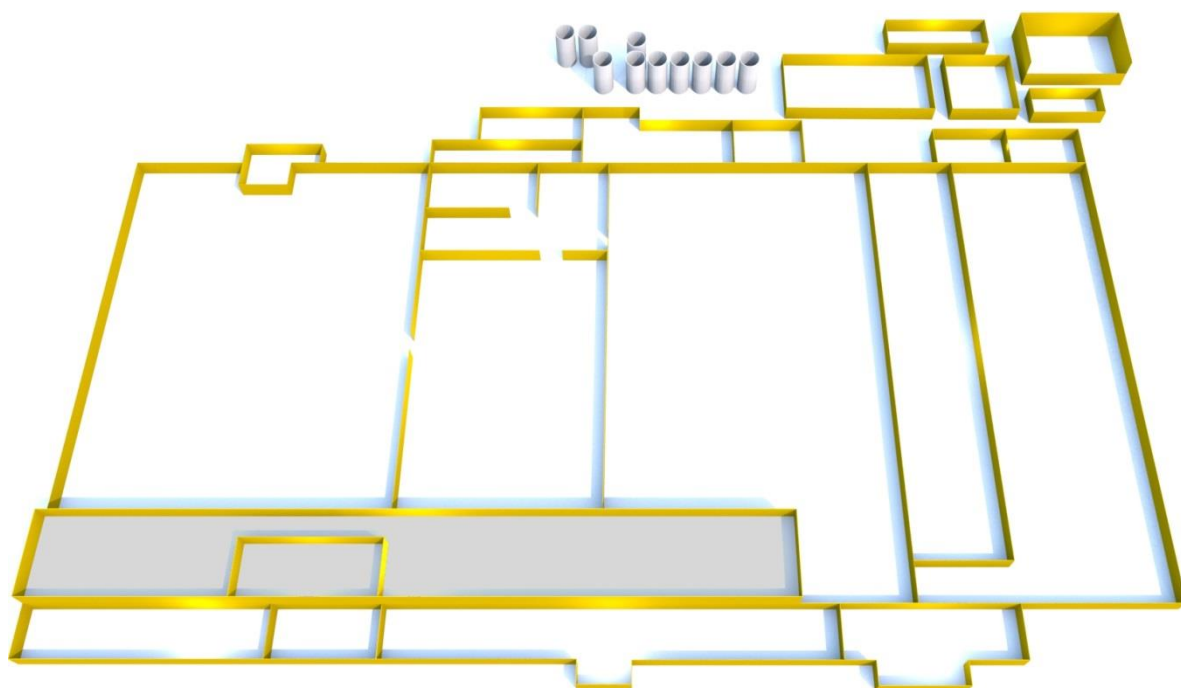


Figura 7.6. Representació gràfica 3D de la planta – Fons de l'aplicació.

7.2.2 Preparació dels TAGS a utilitzar

Per mostrar informació en l'aplicació, primer caldrà recollir i emmagatzemar les dades a mostrar. Per tant, el primer que s'ha de realitzar és la creació dels TAGs i la millora progressiva del seu funcionament. El procés base per la creació dels TAGs es pot veure en l'apartat següent, on s'explica com crear un TAG, que obtingui i emmagatzemi les dades de la potència activa mesurada per un analitzador de xarxa, des de 0.

Cal apuntar que no tots els TAGs són directament dades extretes de la planta, és a dir, també poden ser resultats de diverses operacions entre les informacions que es tenen en el Servidor PI.

Es poden dividir els TAGs utilitzats en l'aplicació en tres tipus, cadascun d'ells amb atributs que els diferencien dels altres.

7.2.2.1 TAG External

Aquests són els TAGs externs, és a dir, són aquells que provenen d'algun sensor de la planta, en aquest cas seran tots els TAGs creats per obtenir i emmagatzemar la informació dels analitzadors de xarxa, sobretot la potència activa que ells llegeixen i és la base d'aquest treball.

El procés de creació d'un d'ells està detallat en l'apartat "Procés exemple – Obtenció d'una variable des de 0", que incorpora des de la instal·lació del circutor fins a la creació del TAG. Cal apuntar que aquest procés des de 0, únicament s'ha realitzat en un cas, tots els CVM ja estaven instal·lats i en alguns casos també s'emmagatzemava la seva informació, tot i que tots s'han modificat per emmagatzemar correctament tota aquesta informació. El procés que s'ha realitzat des de 0 s'ha fet servir d'exemple. S'han creat o modificat més de 60 TAGs External.

7.2.2.2 TAG Multi estat (MS)

Tal com expressa el nom, són els TAGs creats per mostrar les variacions d'estat de les àrees. D'aquestes àrees se'n parlarà en el següent subapartat.

La idea principal d'aquests TAGs és que únicament puguin tenir 3 estats diferents, depenent de l'àrea o la subàrea a la que aquest anirà destinat. Cada estat necessitarà diferents condicions per activar-se. Els tres estats disponibles, a grans trets, són els següents:

- 0: Assolirà el valor 0 quan l'àrea o subàrea romangui correctament aturada.
- 1: Assolirà el valor 1 quan l'àrea o subàrea romangui en funcionament normal.
- 2: Assolirà el valor 2 quan l'àrea o subàrea estigui sobre consumint.

Aquests tipus de TAGs compten amb uns atributs diferents, específics, que caldrà tenir en compte al crear-los. Aquests atributs són els següents:

- zero: No afecta en absolut però caldrà ficar-lo a 247.
- pointSource: Caldrà ficar com a font de dades la C (calculat), ja que aquestes dades no provenen de la interfície PI (que és la Z) sinó que es calculen en el propi Servidor PI.
- digitalSet: Caldrà introduir "Energia_MS". Aquest és un enllaç a la taula d'estats digitals que s'ha creat en el Servidor PI. Aquesta taula associa un estat a una paraula, de tal manera que en les gràfiques de tendències es podrà identificar la paraula, facilitant l'anàlisi de la informació. En la imatge a continuació, es mostra la taula creada amb els estats i els noms associats.

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left containing items like 'Digital States', 'Performance Equations', 'Point Builder', 'Point Classes', 'Point Source Table', and 'Totalizers'. The 'Digital States' item is selected. To the right, a table is displayed with the following data:

State	State Name
0	Apagado
1	Encendido
2	Sobre Consumo

Figura 7.7. Creació de la taula multi estat en el Servidor PI.

- exdesc: Per últim, l'atribut més important dels TAG multi estat és aquell on s'introdueix la "fórmula" que utilitza el TAG per canviar d'estat.

La part més important dels TAGs MS (Multi Estat) és la "formula". Aquesta dependrà normalment de més d'una variable. Usualment, una d'aquestes variables és sempre el valor instantani de potència activa consumida de l'àrea o subàrea i, normalment, la segona variable, de la que la fórmula dependrà, és algun TAG que permeti identificar si l'àrea està o no està produint.

Aquest segon TAG que es necessita dependrà de l'àrea o la subàrea de la que s'estigui parlant, tot i que, normalment és la quantitat de cereal que s'està produint. Per decidir quina variable s'ha d'utilitzar s'ha tingut en compte la premissa següent:

"Com podem saber si aquesta àrea o subàrea està produint o no?"

En la següent imatge es veu un dels aparells que proporcionen aquest TAG. Aquest aparell, el K-Tron, no és més que una bàscula que pesa la quantitat de cereal que circula per la línia de producció. Per tant, si circula producte, és que s'està produint i si no en circula, no.



Figura 7.8. El Ktron d'una línia de producció, en aquest cas el de cocció 1.

S'han creat més de 40 TAGs MS per tal de representar totes i cada una de les àrees i subàrees que es troben en l'aplicació.

És important afegir, que alguns d'aquests 40 TAGs MS, de moment, són inservibles. Per inservibles es refereix a que, en algun cas, no es té una de les dos variables (TAGs) mínimes per fer les combinacions necessàries per obtenir els 3 estats desitjats en el TAG multi estat. En aquests casos s'opta, de moment, per crear-los i deixar-los preparats per a que, amb una simple modificació, es pugui millorar l'aplicació en un futur.

El funcionament dels TAG MS és simple i es veurà resumit en la següent imatge:

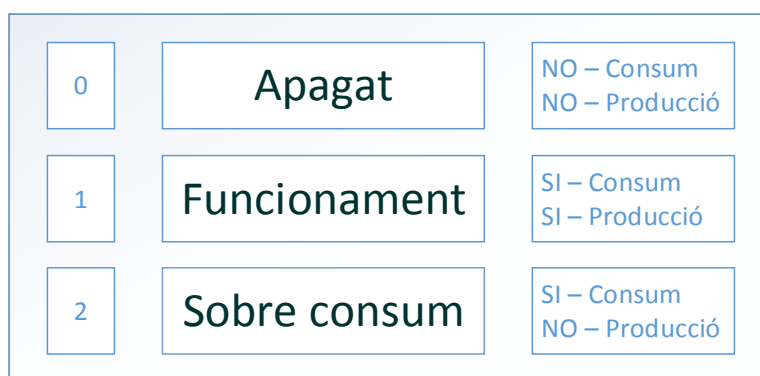


Figura 7.9. Funcionament TAG MS.

Un cop finalitzat el treball, es va aplicar una millora en aquests TAGs MS que es pot veure resumida a l'annex 3 apartat 13.3.

7.2.2.3 Calculat o virtual

En algunes subàrees s'ha hagut d'improvisar un analitzador de xarxa virtual. Per crear-lo s'han hagut d'analitzar els plànols de la xarxa elèctrica i determinar des d'on s'alimenten els diferents armaris de la planta.

Per resumir la informació obtinguda s'ha realitzat un ProcessBook anomenat "ProcessBook Esquemàtic" on s'ordenen els armaris segons la seva procedència "elèctrica".

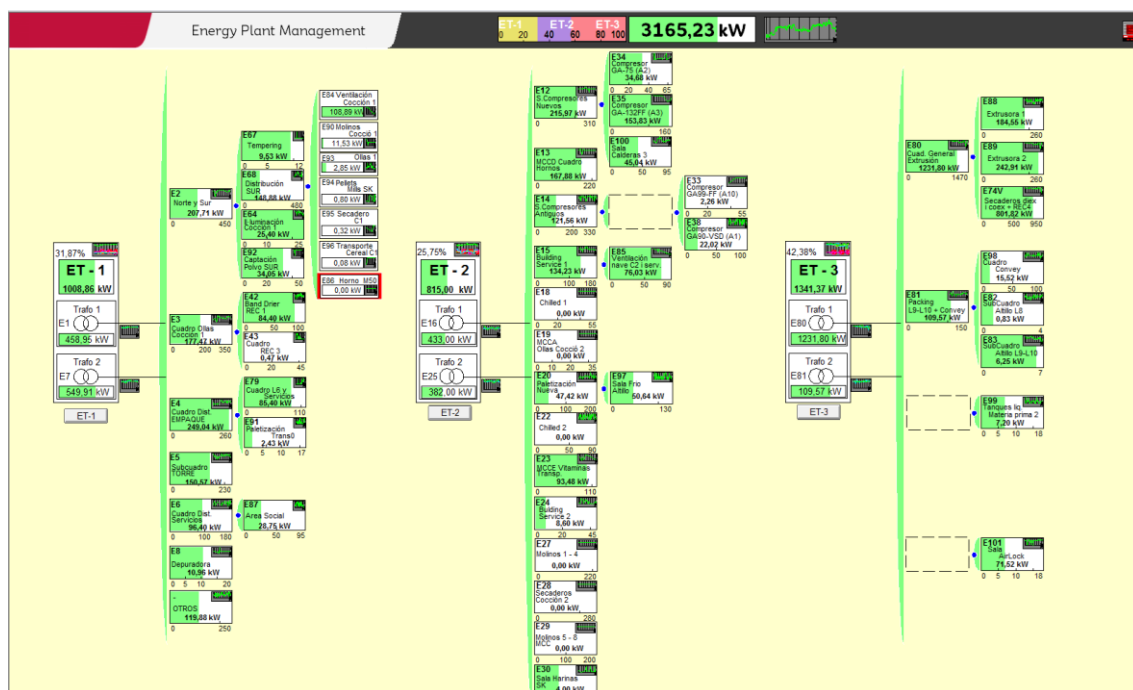


Figura 7.10. ProcessBook Esquemàtic – Pantalla principal.

Gràcies a aquest ProcessBook s’han pogut identificar diferents oportunitats de crear analitzadors de xarxa virtuals. Aquests seran TAGs calculats entre TAGs de potència activa d’altres armaris. Un exemple ben clar és el que s’exposa en la següent captura del ProcessBook Esquemàtic.

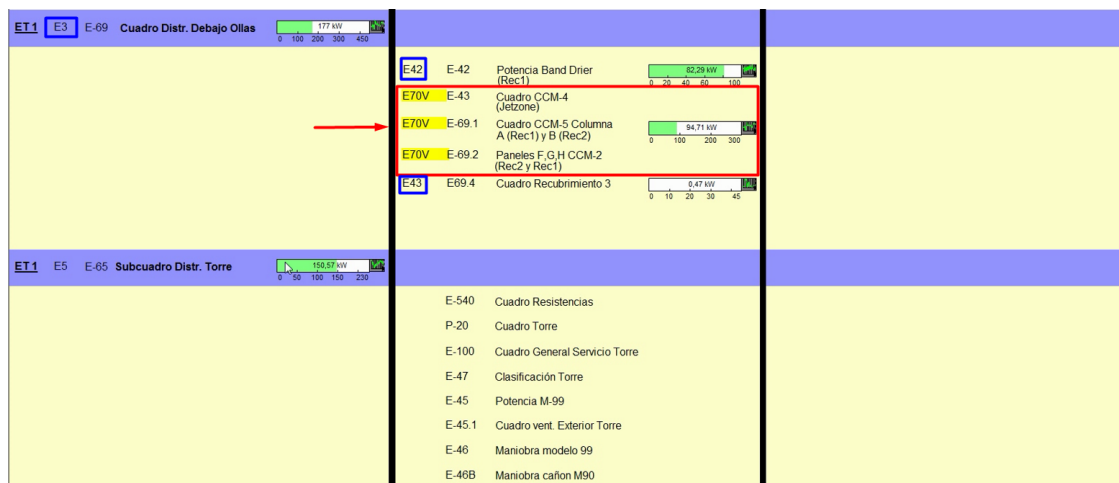


Figura 7.11. Informació que proporciona el ProcessBook esquemàtic.

De l’armari E-69 “Cuadro Distr. Debajo Ollas” pegen els armaris E-42, E-43, E-69.1, E-69.2 i el E-69.4. Com que es disposa d’anàlitzadors de xarxa, tant en l’armari E-69 (el CVM E3) com en els armaris E-42 (el CVM E42) i l’E-69.4 (el CVM E43), fent una senzilla resta es podrà obtenir la potència consumida per la suma del Recobrimiento 2 i el Jetzone (un forn). Aquest TAG resultant es pot dir que és la potència que llueix de manera virtual el CVM E70V.

Tot seguit, a mode d'exemple, es mostra una taula amb els paràmetres més diferenciats d'aquests TAG:

Taula 7.1. Exemple TAG Calculat o Virtual

TAG	E70_PotenciaActiva_Virtual_VAL
Descripció	Potencia Activa Virtual Jetzone+Rec2 E70 (E3-[E42+E43])
Exdesc - formula	If ('E3_PotenciaActiva_PLC_VAL'- ('E42_PotenciaActiva_PLC_VAL'+ 'E43_PotenciaActiva_PLC_VAL'))<0 Then 0 Else 'E3_PotenciaActiva_PLC_VAL'- ('E42_PotenciaActiva_PLC_VAL'+ 'E43_PotenciaActiva_PLC_VAL')
PointSource	C, torna a ser un TAG que es calcula en el servidor PI (no es llegeix des de l'exterior d'aquest).

Cal apuntar que no s'entrarà en més detall en aquests TAGs donat que es creen de manera anàloga als TAG MS, amb l'única diferència que en aquest cas l'atribut ZERO si que ha de contenir el valor mínim que pot assolir aquest TAG i que el DigitalState, com és normal, no s'ha d'introduir.

Pel que fa a les altres característiques, aquests TAGs virtuals funcionaran i s'utilitzaran idènticament als TAGs externs, l'única diferència és que aquests últims extreuen la informació d'un analitzador de xarxa físicament connectat i els virtuals la calculen.

S'han improvisat 7 analitzadors de xarxa virtuals, tot i que no tots ells s'utilitzen en l'aplicació per el control de l'energia.

7.2.3 Àrees i Subàrees

Les àrees són particions imaginàries que separen els diferents processos productius de la planta, els serveix i les línies d'empaquetat per tal de tenir una visió general estructurada. Es pot dir que cada línia de producció és una àrea diferent. Cadascuna d'aquestes àrees està dividida en una sèrie de subàrees, que engloben les principals maquinaries de cadascun dels processos. Així que, tot i que no s'entrarà en detall, tot seguit s'identificarà cada subàrea amb l'àrea a la qual pertany.

Taula 7.2. Relació existent en la planta: Àrea – Subàrea

Àrea	Subàrea	Àrea	Subàrea
COCCIÓ 1	OLLAS 1	ALTELL	SALA FRIA
	SECADERO		ALTELL L8
	MOLINOS		ALTELL L9 L10
	PELLETS	EMPAQUETAT	LINIES PAKING
COCCIÓ 2	SECADERO		TRACAJ
	OLLAS 2		CONVEY
	MOLINOS 1-4		BOXPALLET
	MOLINOS 5-8		TRANSO
HORNOS 1-2	TRAPAL		
REC-1	TORRE	REC-2	REC 2
	REC 1		
REC-3	REC 3		
EXTRUSIÓ	EXTRUSORA 1		
	EXTRUSORA 2		
	SECADERO COEX		
	SECADERO DIEX		
	REC 4		

El nom de cada àrea, present a la columna esquerra de la taula, apareix, tal i com es veu a la figura consecutiva, a la capçalera del ProcessBook, i s'hi mostra si el seu funcionament és el correcte i desitjat. Degut a la falta d'analitzadors de xarxa la columna de la dreta no hi apareix. El seu funcionament serà implementat un cop s'instal·lin els analitzadors de xarxa corresponents. Aquest inconvenient serà comentat en l'apartat de possibles millores per les pròximes versions de l'aplicació.

En la següent imatge s'han intentat agrupar les subàrees a l'àrea que correspon cada una d'elles. Cal anotar que les subàrees que no estan en cap àrea delimitada formen part dels serveis generals de la planta.

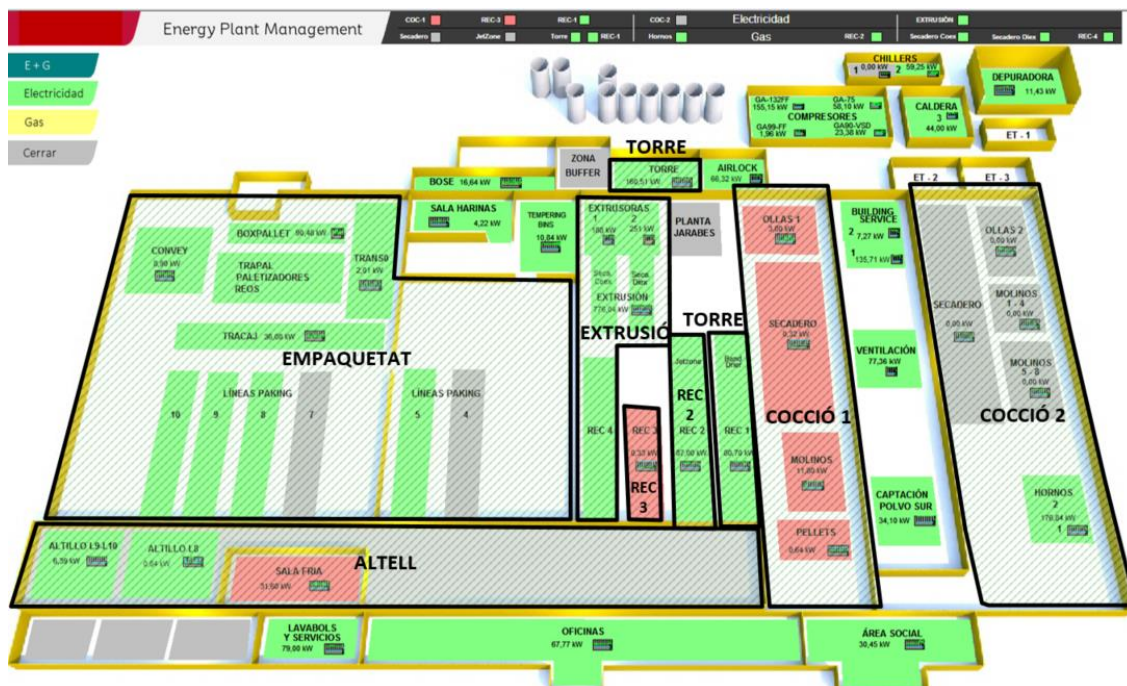


Figura 7.12. Esquematització gràfica de les àrees de la planta.

Els tres pròxims punts del treball fan referència a l'anterior figura i s'entra en detall en el funcionament lògic i programació d'aquesta.

7.2.3.1 Polígons i Símbols de diferents estats.

Cadascuna d'aquestes subàrees està identificada a l'aplicació mitjançant un rectangle, o polígon, que s'ha disposat sobre el fons en la localització corresponent respecte a la realitat, de manera que l'aplicació sigui el més intuïtiva possible.

Aquests polígons canviaran el seu color segons l'estat de la subàrea en qüestió seguint les directrius marcades per el TAG MS (Multi Estat) corresponent.

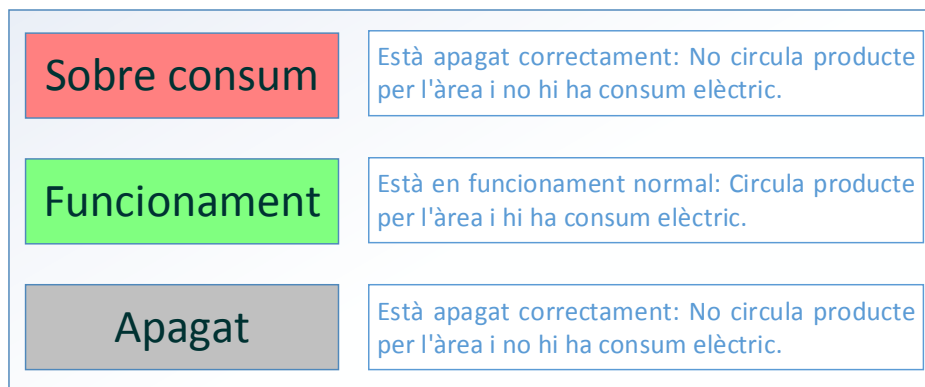


Figura 7.13. Colors aplicats segons l'estat del TAG MS.

Per crear aquests polígons s'han utilitzat dos eines d'edició proporcionades pel ProcessBook. La primera, destacada a l'esquerra, és la que permet realitzar la figura i, la segona, destacada a la dreta, la que permet animar-la.



Figura 7.14. Menú opcions edició ProcessBook.

L'eina de creació de polígons permet realitzar un polígon línia a línia. Un cop acabat es clicarà dues vegades sobre una línia existent per tancar la figura i crear el polígon. Després, aquest, es podrà moure i readaptar sobre el fons. Cal tindre en compte que cadascun d'aquests polígons creats s'ha d'assignar a la capa corresponent.

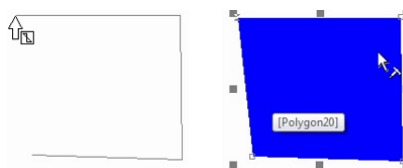


Figura 7.15. Creació d'un polígon.

Per a crear l'animació cal transformar aquest polígon en un símbol de diferents estats, assignar-li el TAG MS corresponent i configurar-lo com es veu en la figura següent.

Com a detall extra, si el TAG MS està degudament configurat s'apreciaran els diversos estats que pot assolir i únicament caldrà assignar quin color es desitja per a cada un d'ells. Els colors escollits per a cadascun dels diversos estats es basen en els estàndards ISO 11064 (Ergonomic design of control centres).

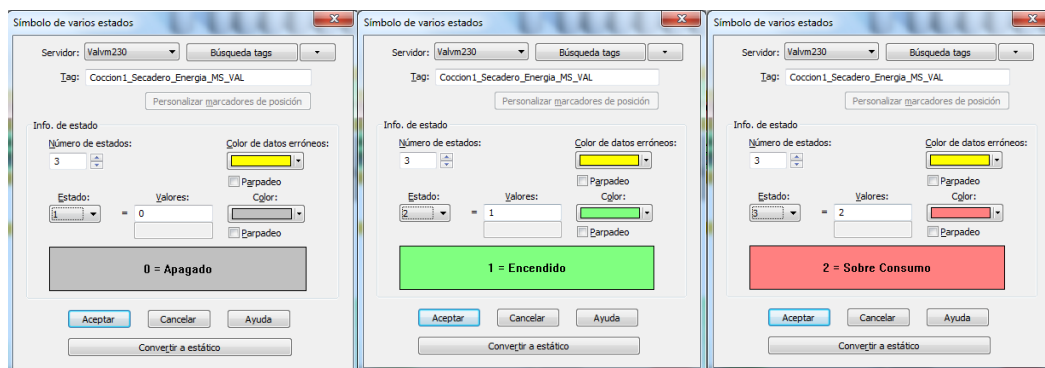


Figura 7.16. Menú intern per assignar diferents estats als polígons.

7.2.3.2 Gràfics de Tendències

S'observa que a l'aplicació existeixen diverses gràfiques de tendències. La idea principal d'aquestes gràfiques és mostrar l'estat de la subàrea i la potència activa consumida respecte el temps.

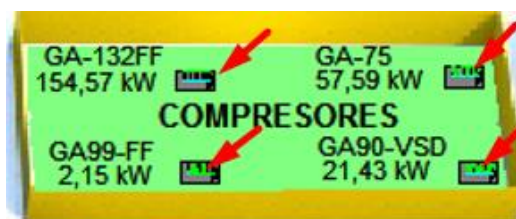


Figura 7.17. Exemple de les gràfiques de tendència representades en l'aplicació.

Aquestes gràfiques s'han repartit per tota l'aplicació de manera que no distreguin de la funció principal d'aquesta.

Per a crear una gràfica de tendència es farà mitjançant l'eina remarcada en vermell de la següent figura:



Figura 7.18. Menú opcions edició ProcessBook.

Seleccionant aquesta eina s'obrirà un menú on es podrà cercar el TAG que es vulgui representar mitjançant un buscador vinculat al Servidor PI.

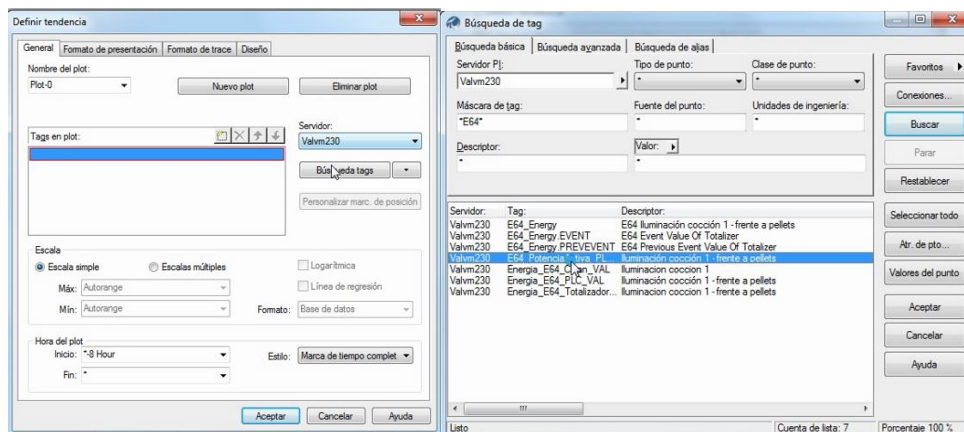


Figura 7.19. Exemple per definir una gràfica de tendències.

Una vegada s'hagin decidit els TAGs a traçar, aquests figuraran en la gràfica en qüestió representats amb les dades recollides i emmagatzemades al Servidor PI des de la seva creació.

Les gràfiques de tendència estan programades per a mostrar el valor de les dades durant les vuit últimes hores fins el moment actual. L'usuari pot modificar aquest interval de temps segons li convingui un cop accedeixi a la gràfica.

A més a més es poden utilitzar punters per a moure's per damunt la gràfica i saber l'estat exacte de tots els TAGs presents en la mateixa en un instant concret de temps, podent, d'aquesta manera, analitzar clara i concretament la informació desitjada.

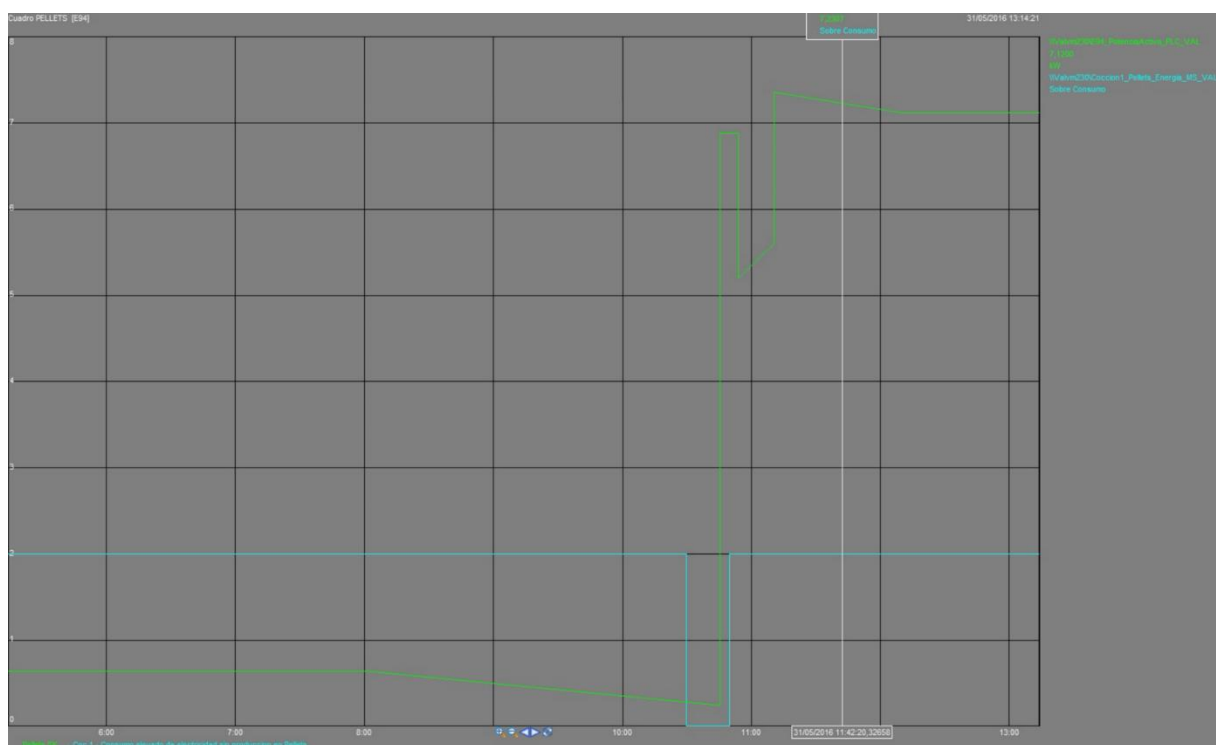


Figura 7.20. Gràfica de tendència exemple.

7.2.3.3 Creació de les capçaleres informatives

La capçalera de l'aplicació del ProcessBook d'energies permet identificar a simple cop de vista l'estat energètic al que es troba cadascuna de les àrees del procés.

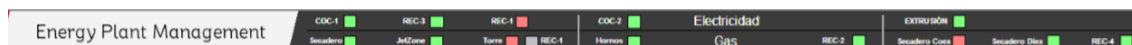


Figura 7.21. Capçalera informativa del ProcessBook d'energies.

Aquesta capçalera conté un seguit d'indicadors que proporcionen informació referent als TAGs MS (Multi Estat) de cadascuna de les àrees. Els TAGs corresponents a cada subàrea comproven l'estat d'aquesta i determinen l'estat que tindrà l'indicador de l'àrea present a la capçalera.

A continuació es mostra el funcionament dels indicadors de la capçalera amb l'ajuda de la següent figura:

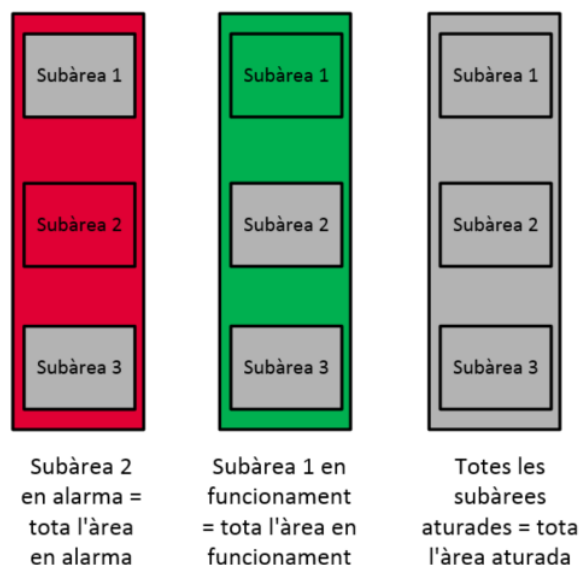


Figura 7.22. Funcionament dels TAGs MS d'àrea.

Tal i com s'observa, els indicadors es poden trobar en tres estats: alarma (vermell), funcionament (verd) i aturada (gris), com en els altres MS creats. El requadre exterior representa l'indicador de la capçalera, mentre que els interiors representen les subàrees contingudes.

La lògica seguida es presenta a continuació:

- Si una de les subàrees està en alarma, l'àrea contenidora estarà en alarma.
- Si una de les subàrees està en funcionament i cap en alarma, l'àrea està en funcionament.
- Si cap subàrea està en funcionament ni en alarma, l'àrea està aturada.

La informació de la capçalera també es mostrarà al ProcessBook general de la planta, que li donarà un sentit, a l'aplicació realitzada, sobre el procés. També permetrà als operaris accedir-hi ràpidament si es detecta un possible estalvi de consum energètic.

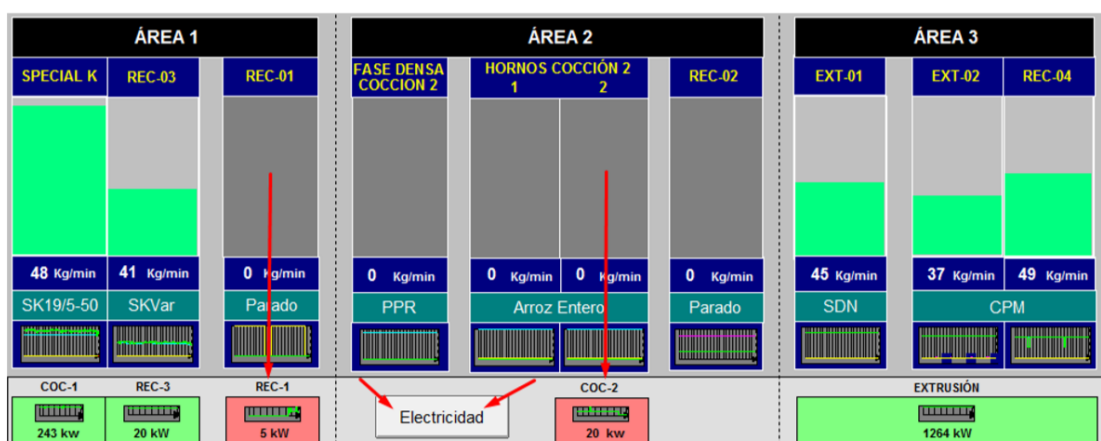


Figura 7.23. ProcessBook general de la planta amb accés al ProcessBook d'energies.

7.2.4 Creació del menú

L'aplicació està dividida en diverses capes que permeten organitzar la informació a mostrar. Tot i que la primera versió de l'aplicació únicament permet la visualització de la potència activa a temps real que s'està consumint a la planta, s'ha previst preparar una futura incorporació on es podrà visualitzar, també en temps real, el gas consumit per la planta.

Existeix un menú lateral que preveu aquesta futura implementació i permet variar la informació a visualitzar en l'aplicació mitjançant el moviment entre les diferents capes.

Aquest menú consta de 3 capes diferents: Un fons, un botó i una imatge. La part principal de cadascun dels apartats del menú és el botó, que s'encarregarà d'executar una de les macros que es veuran al pròxim apartat. Les altres parts, la imatge i el fons, són parts de visualització per fer un entorn més gràfic. El fons és negre i s'activarà quan la capa en qüestió no estigui activa. D'altra banda, la imatge dona un toc elegant i s'activarà juntament amb la capa en qüestió.



Figura 7.24. Explicació gràfica de les parts que comprenen el menú.

El menú compta amb 4 botons per tal d'escollir la informació que es desitja visualitzar, i com s'ha comentat, per aconseguir-ho, cadascun d'ells activarà o desactivarà les diverses capes de les que consta l'aplicació.

E + G	Mostra ELECTRICITAT + GAS	E + G	MIX <u>DESACTIVAT</u>
Electricidad	Mostra únicament ELECTRICITAT	Electricidad	ELECTRICITAT <u>ACTIVAT</u>
Gas	Mostra únicament GAS	Gas	GAS <u>DESACTIVAT</u>
Cerrar	Tancar la aplicació	Cerrar	-

Figura 7.25. Aparença i funcionament del menú de l'aplicació d'energies.

7.2.5 Macros (VBA)

Una macro és un conjunt d'instruccions programables sota l'entorn VBA (visual basic per aplicacions), que normalment serveix per automatitzar feines repetitives o resoldre càlculs complexes.

Per assignar un macro a un botó és tan senzill com clicar sobre el botó per accedir a les opcions d'aquest i escriure el nom de la macro corresponent.

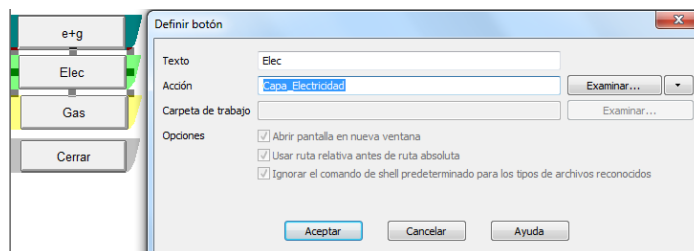


Figura 7.26. Inserció d'una macro en un botó.

En aquest cas les macro s'han creat per realitzar diverses accions dins de l'aplicació i, tot seguit se'n comentaran algunes d'elles:

- A l'encendre l'aplicació s'executarà el següent codi, que únicament maximitza la pantalla i prepara l'aplicació perquè l'usuari la pugui utilitzar sense cap tipus d'operació.

```
Private Sub Display_Open()
Application.Maximize
ChangeAreaShownAll
End Sub

Sub ChangeAreaShownAll()

Application.FullScreen = True
Application.ActiveDisplay.Zoom = 100

End Sub
```

- Les següents macros s'executaran al polsar un botó del menú, cadascun desactiva les capes pertinents i activa la capa a la qual pertany.

```
Sub Capa_Electricidad()

Dim status_electricidad As Boolean
status_electricidad = ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible
If (status_electricidad = True) Then
ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible = False
ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = False
Else
ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible = True
ThisDisplay.Layers("Gas").Visible = False
ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = False
End If

End Sub

Sub Capa_Gas()

Dim status_gas As Boolean
status_gas = ThisDisplay.Layers("Gas").Visible
If (status_gas = True) Then
ThisDisplay.Layers("Gas").Visible = False
ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = False
Else
ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible = False
ThisDisplay.Layers("Gas").Visible = True
ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = False
End If

End Sub
```



```

Sub Capa_EG()

Dim status_EG As Boolean
status_EG = ThisDisplay.Layers("E+G").Visible
If (status_EG = True) Then
    ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = False
    ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible = False
    ThisDisplay.Layers("Gas").Visible = False
Else
    ThisDisplay.Layers("Electricidad").Visible = True
    ThisDisplay.Layers("Gas").Visible = True
    ThisDisplay.Layers("E+G").Visible = True
End If

End Sub

```

- Per últim, el botó "Cerrar" executarà aquesta macro per tancar l'aplicació i tornar a l'aplicació d'origen.

```

Sub Cerrar()

ThisDisplay.Close (False)

SendKeys "%AC"

End Sub

```

7.3 Guia d'utilització

Havent explicat el desenvolupament i el funcionament de l'aplicació, la idea d'aquest apartat és explicar com s'utilitza l'aplicació, o més ben dit, quin és el procés que han de seguir els treballadors responsables de cada àrea quan aquesta àrea està sent aturada. Aquestes accions poden ser realitzades per qualsevol altra persona amb accés a la informació però és més adient que ho realitzi el propi responsable de l'àrea o el responsable de l'energia elèctrica de la planta.

Per començar, s'ha de conèixer el motiu de l'aturada de l'àrea. Per exemple, si es realitza per dur a terme una neteja hi ha moltes possibilitats que calgui mantenir encesa alguna part de la instal·lació per tal de netejar-la correctament (o no). Usualment aquesta aplicació serà utilitzada quan l'àrea s'atura per manteniment ordinari o senzillament per realitzar un període programat d'aturada.

És important comentar que aquest mateix procés s'ha realitzat amb èxit en l'apartat "8. Cas d'èxit: Parada àrea de cocció 2" on es troba explicat amb un exemple real.

La manera més clara d'explicar el funcionament és adjuntar a l'annex 4 el manual d'usuari que s'ha repartit als treballadors on es podran veure les instruccions d'ús.

La idea principal de la aplicació és que sigui el més simple possible. Per tant, el procés a realitzar també és molt senzill. Únicament caldrà accedir a la aplicació un cop l'àrea estigui aturada, i identificar quin color s'observa a l'indicador de l'àrea en qüestió.

Si l'indicador està en gris, significarà que l'àrea està correctament aturada i, per tant, no caldrà realitzar cap acció correctiva. Però, si l'indicador està en vermell caldrà identificar quina de les subàrees provoca aquesta alarma. Un cop identificada, s'ha de buscar quina maquinaria roman en funcionament.

Aquesta part de recerca, és una mica més complicada, però es pot realitzar fàcilment gràcies a que es sap amb seguretat en quina subàrea cal enfocar els esforços. Per determinar quina maquinaria roman encesa caldrà examinar els SCADAs que controlen aquesta subàrea i procedir a aplicar les mesures correctives.

8 Procés exemple – Obtenció d'una variable des de 0

En aquest apartat es pretén mostrar el procés d'instal·lació, configuració i parametrització de l'últim analitzador de xarxa instal·lat, el E64 que s'utilitzarà per controlar el consum d'energia elèctrica en la il·luminació de l'àrea de cocció 2.

Aquest procés serà un exemple clar de com realitzar tots els passos necessaris per aconseguir emmagatzemar la informació dels diferents analitzadors de xarxa i com representar-la en el ProcessBook.

Aquest procés s'ha dividit en 7 passos:

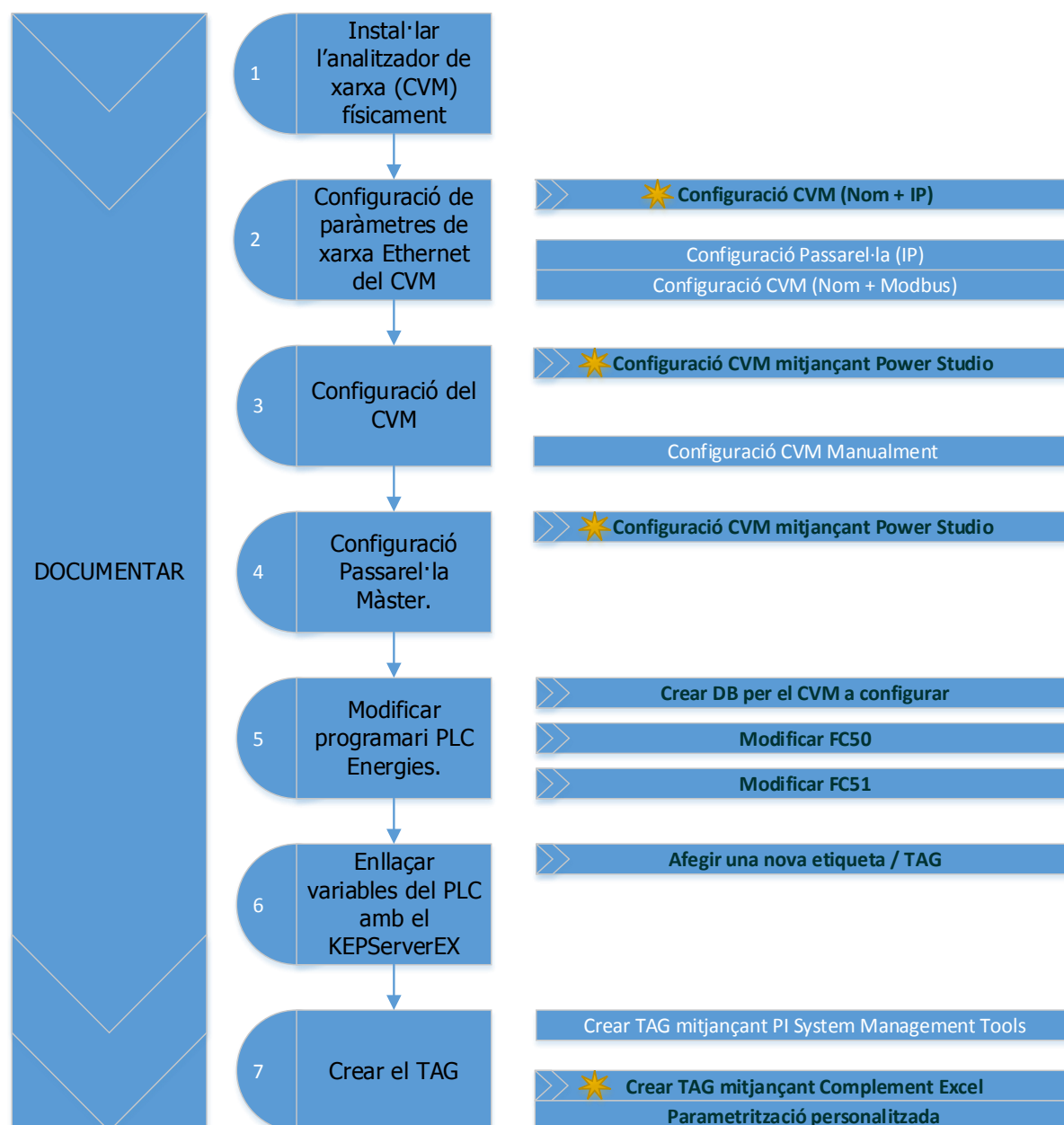


Figura 8.1. Procés d'obtenció d'una variables des de 0.

8.1 Instal·lar l'analitzador de xarxa (CVM) físicament

L'equip es muntarà sobre un carril DIN. Idealment caldrà protegir tant les connexions de mesura de tensió com les connexions d'alimentació mitjançant un interruptor magneto-tèrmic o un equivalent. A més, caldrà afegir un fusible tipus gl (IEC 269) o tipus M d'entre 0,5 i 2A.

En aquest cas, el circutor no serà visible des de l'exterior de l'armari.

Aquesta instal·lació serà realitzada per un tècnic especialitzat que estigui degudament autoritzat per a fer-la, amb els permisos de treball corresponents i seguint les normatives de seguretat establertes en la planta. Caldrà també instal·lar els transformadors d'intensitat adients i connectar-los al CVM.

8.2 Configuració de paràmetres de xarxa Ethernet del CVM

S'obindrà el software IPSETUP des de la pàgina web de CIRCUTOR o del CD que acompanya a aquests equips. El IPSETUP ens ajudarà a configurar els paràmetres de Ethernet per tal de poder acabar la configuració utilitzant la pàgina web interna que incorpora cada circutor.

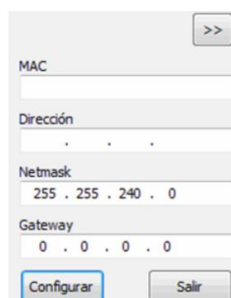


Figura 8.2. Imatge IPSETUP.

En el camp "MAC", s'ha de teclejar la direcció física de l'equip que es pot trobar al lateral de la unitat amb un format del tipus 14:A6:2C:XX:XX:XX. Cal anotar que caldrà introduir aquesta "MAC" separant amb guions "-", no per dos punts com ve escrita.

En el camp de "Dirección" s'introduirà la direcció IP que interressi assignar al dispositiu però, abans d'introduir-la, caldrà revisar, com es normal, que aquesta IP no existeixi en la xarxa actual de la companyia. Per tal de facilitar aquest procés es disposa de dos documents que caldrà completar amb antelació.

0-IP_Address_Plant_Floor_2016XXXX

Direccionament_Contadors_Energia_2016XXXX

Aquesta IP serà del caràcter 10.100.13.XX, sempre comprovant que no estigui repetida.

En cas de que aquest circutor es vulgui modificar des de la xarxa d'oficines, com és el cas, caldrà afegir-li el Gateway 10.100.13.1. Cal tenir en compte, que si s'està realitzant des de l'oficina es tindran problemes per realitzar aquesta configuració inicial des del propi PC. Caldrà accedir a algun PC, registrat en la xarxa industrial, com pot ser el valvm03 que, a més, podem destacar que conté el POWER STUDIO SCADA.

Retornant al tema, un cop introduïdes totes les dades, es clicar sobre "Configurar" per tal que el programa configuri la IP. Un cop realitzat ha de donar un missatge de confirmació com el següent:



IP asignada correctamente.

Figura 8.3. La IP s'ha assignat correctament.

Si s'ha errat en alguna de les dades introduïdes o el circutor no es detecta apareixerà el següent missatge:

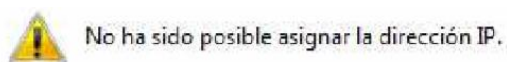


Figura 8.4. La IP no s'ha assignat correctament.

Per tal de solucionar-lo, caldrà revisar la configuració assignada a l'equip, verificar la connexió al router i que els LED del connector Ethernet s'encenguin i/o pampalluguegin. El LED del costat dret indica que està rebent dades i el LED del costat esquerra indica la velocitat de transmissió de dades.

En aquest punt es podrà accedir des del navegador d'internet del PC a la IP configurada de tal manera que es puguin variar els paràmetres del circutor, afegir-li un nom, ficar contrasenyes, canviar la IP, el Gateway, etc. Cal assegurar-se de tenir el Proxy inhabilitat o en defecte, tenir incloses les direccions començades amb 10.*.

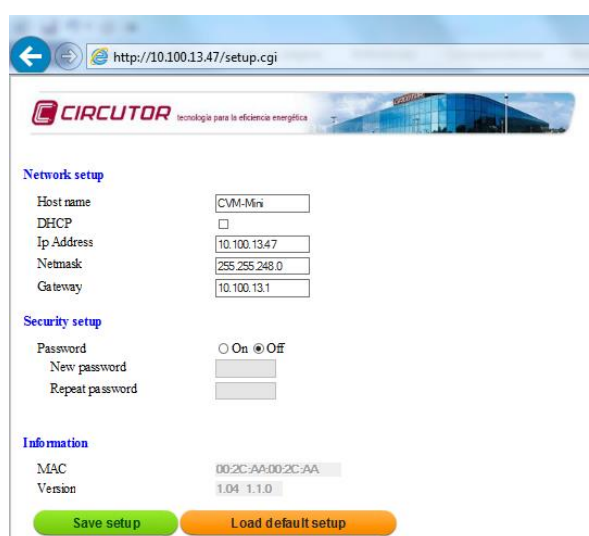


Figura 8.5. Pàgina web interna CVM E64.

Tot seguit es comprovarà que la IP ha estat ben configurada i que el dispositiu està connectat a la xarxa correctament enviant un ping des de la consola del qualsevol ordinador.

Si el ping és contestat significarà que el circutor també respondrà en el moment que el PLC li demani la informació pertinent. En cas que aquest ping no respongués, s'haurà de comprovar la connexió de l'equip a la xarxa i revisar les configuracions prèvies.

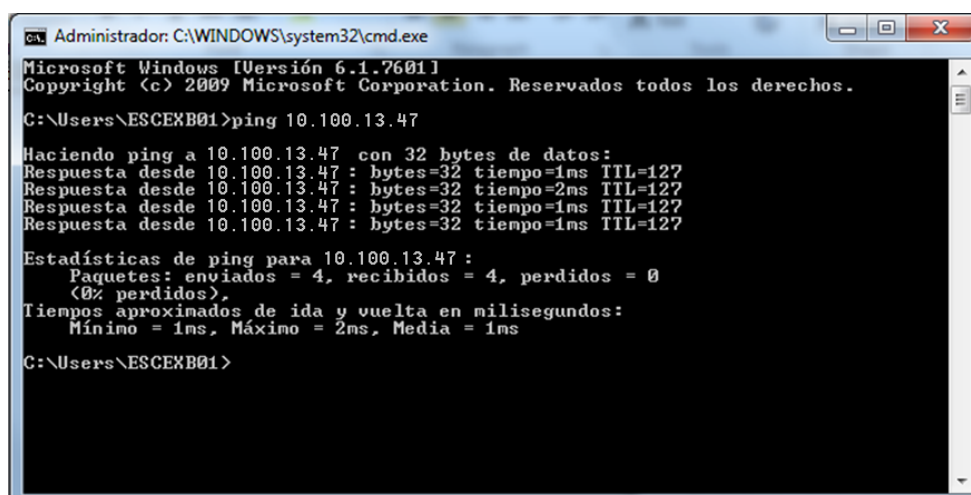


Figura 8.6. Realització d'un ping al CVM E64.

8.3 Configuració del CVM

La configuració del CVM pot ser realitzada seguint dos mètodes diferents. Per facilitar aquest procés és aconsellable realitzar-la mitjançant Power Studio Scada, però també es podria realitzar manualment des del propi CVM. Tot seguit s'exposaran els passos a seguir i els pocs paràmetres a variar per tal de configurar aquest CVM E64 des del Power Studio.

S'accedirà al PC Virtual on està instal·lat el Power Studio i s'entrarà al Editor del Power Studio Scada mitjançant la següent icona, i a la part superior es trobaran les opcions d'afegir o de modificar un dispositiu respectivament.

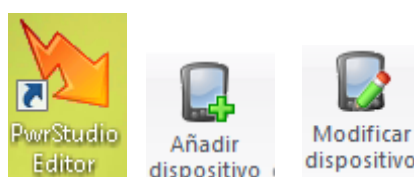


Figura 8.7. Icona accés Power Studio Editor i afegir/editar dispositius.

En aquest procés es pretén crear un CVM nou, així que s'afegirà un nou dispositiu. En cas de voler modificar els parametres d'algun dels existents, aquests parametres seran els mateixos que es completaran per a crear-lo de nou.

El CVM es trobarà en l'apartat de mesura on, de tots els dispositius, s'escollirà el que es vol instal·lar, en aquest cas el CVM-MINI Ethernet.

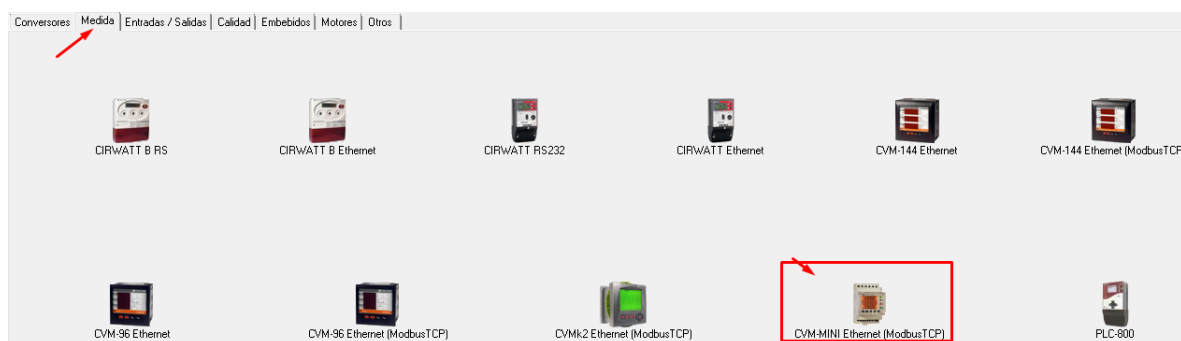


Figura 8.8. Menú del Power Studio per afegir un CVM nou (1).

Es completaran les diverses propietats que demana. Es pot apreciar que el número de perifèric és 1, ja que aquest CVM funciona a través d'Ethernet. Cal anotar que si el CVM fos dels antics no es configuraria la direcció IP, únicament el número de perifèric. A més, com és lògic, la IP a assignar, ha de ser la configurada en l'apartat anterior.

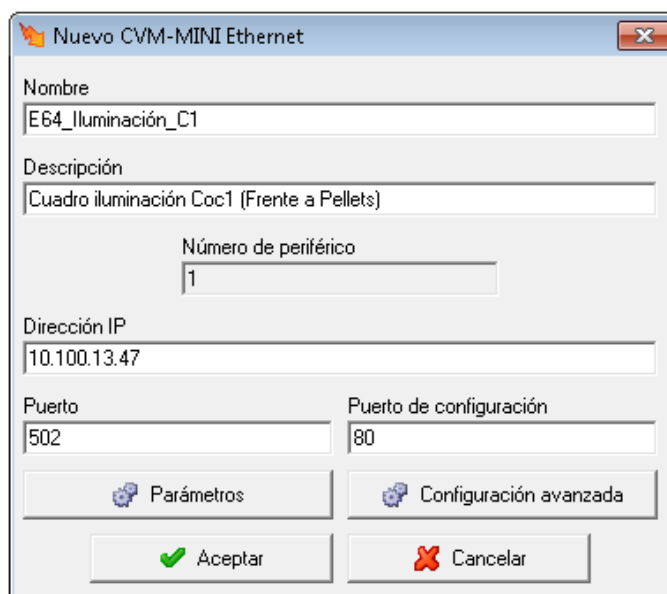


Figura 8.9. Menú del Power Studio per afegir un CVM nou (2).

És important saber que en els paràmetres del dispositiu caldrà configurar la relació de transformació del transformador d'intensitat instal·lat. En aquest cas s'ha instal·lat un transformador 200/5. És aconsellable activar la contrasenya per evitar modificacions locals.

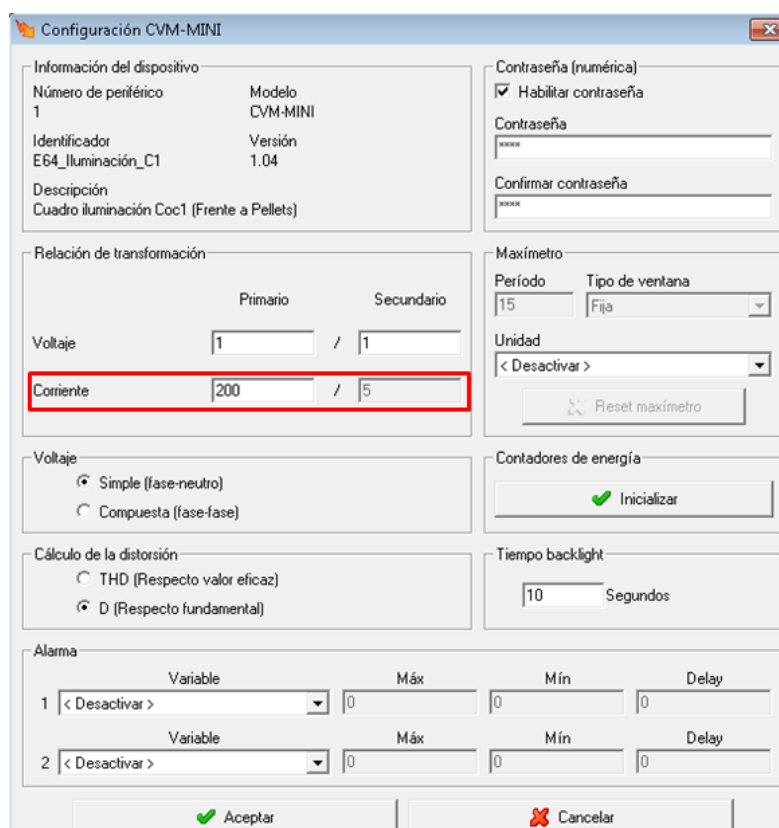


Figura 8.10. Menú del Power Studio per configurar el transformador d'intensitat.

En els paràmetres dels drivers és important revisar el període de captura. És possible canviar el període de captura, essent el temps entre lectures del SCADA a aquest CVM en concret. Com que el SCADA no és utilitzat per revisar els valors, únicament per corroborar-los, i no es vol saturar la xarxa amb consultes de dades que no s'han d'utilitzar, normalment s'introduirà un període de mesura de 15 minuts.

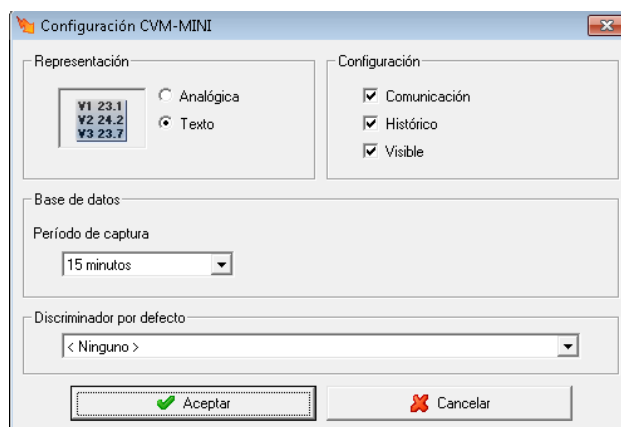


Figura 8.11. Menú del Power Studio per variar el període de captura o emmagatzemat.

Un cop configurat correctament el CVM, s'ha d'exportar la configuració al Power Studio Scada mitjançant la opció Exportar situada a la part superior esquerra de la pantalla.



Figura 8.12. Exportar la informació canviada cap al Power Studio SCADA.

Un cop exportat correctament, el CVM ja té les configuracions necessàries i es començarà a llegir a través del Power Studio Scada. Al Power Studio Scada es poden observar les diferents variables dels analitzadors de xarxa.

Els passos realitzats a continuació s'utilitzaran per aconseguir exportar les dades d'aquest CVM mitjançant el PLC, emmagatzemar-les en el Sistema PI i mostrar-les en el ProcessBook.

8.4 Configuració Passarel·la Màster

Per tal de configurar la passarel·la màster correctament s'ha de revisar la documentació realitzada en l'apartat 8.1 i, mitjançant les adreces IP i Modbus assignades en aquest apartat, es realitzarà la configuració de la passarel·la.

Per tal de accedir a la passarel·la màster, des del navegador s'introduirà el la IP en la barra de recerca d'aquest.

<http://10.100.13.34/>

En la següent imatge, es veu com s'introduiran les direccions designades del nou CVM en la passarel·la màster:

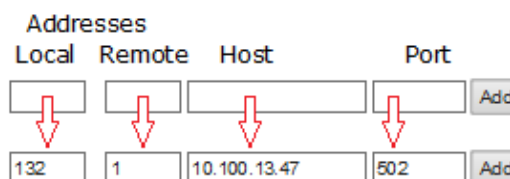


Figura 8.13. Exemple introducció de dades en la passarel·la màster.

S'introduirà per tant:

- L'adreça Local: És la que s'ha anomenat durant el treball com a adreça del CVM esclau o adreça Modbus.
- L'adreça Remota: Serà la mateixa adreça que la local, si és un CVM penjant d'una passarel·la, o serà 1 si és un CVM amb connexió directa a Ethernet.
- Host: És la IP assignada a l'analitzador de xarxa o a la passarel·la a la que aquest està connectat a través de Modbus. Les IP seran de l'ordre de 10.100.13.XX.
- Port: Introduir el port en el que el CVM està configurat, normalment no es canvia aquesta configuració, així que s'introduirà el port 502.

Un cop introduïts els diferents paràmetres en la passarel·la màster caldrà recordar l'adreça local, ja que és l'adreça d'esclau que s'utilitzarà en la programació del PLC.

8.5 Modificar programari PLC Energies

El PLC enviarà les preguntes i rebrà les respostes de cadascun del CVM a través de l'adreça Modbus prèviament configurada. Les modificacions que es faran en el programa seran les següents:

- En el PLC es reserva un espai de memòria per emmagatzemar la informació que es rebrà del CVM. Per crear aquesta memòria es crearà un DB5XX, el següent que estigui lliure, en aquest cas el DB532. Cal afegir el nom del DB i la descripció per tal de identificar-lo. És de vital importància que el nom d'aquest DB segueixi el següent esquema: CIRCUTOR SLAVE XX (EXX).

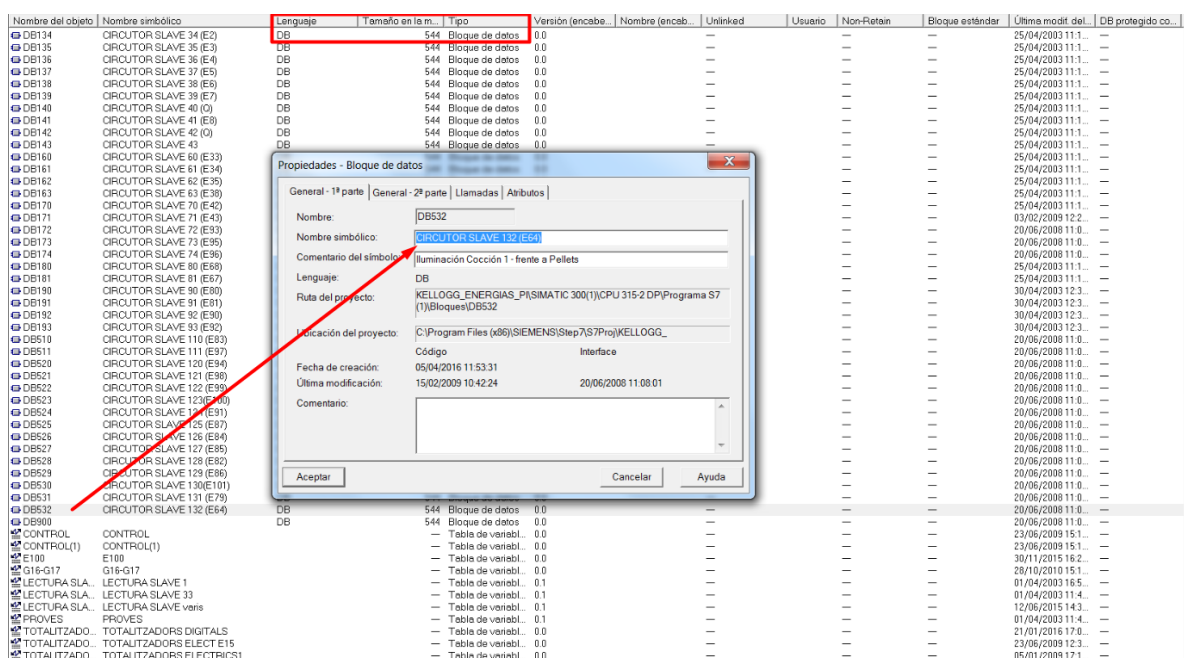


Figura 8.14. Captura de pantalla del moment de creació d'aquest DB.

- El FC50 és l'encarregat de realitzar la seqüència de lectura de tots els CVM per mantenir l'ordre establert (des del primer esclau CVM creat fins l'últim). En aquest FC es modificaran dos segments o parts de codi.

- En primer lloc, és importantíssim modificar del primer segment d'aquest FC50, sumant dos valors al valor de punter remarcat en la imatge (anteriorment es trobava a 130 i s'ha augmentat a 132). Aquest valor, informa al programa de la quantitat de punters que ha d'utilitzar per llegir tots els esclaus configurats, tenint en compte que són necessaris 2 punters per cada esclau. El programa començarà per el punter número 1 i anirà fins el 132, un cop arribi aquí, tornarà a començar.

```

FC50 : Titulo:
Comentario:
Segm. 1 : Titulo:
U DB41.DBX 0.4 //RECEIVE OK
L S5T#5S
SA T 1
NOP 0
NOP 0
NOP 0
NOP 0

U T 1
FN M 30.0
= M 30.1

O M 30.1
O T 2
SPEN M008

L "PUNTER DE LECTURA"
L 1
+I
T "PUNTER DE LECTURA"

L "PUNTER DE LECTURA"
L 132
<I
SPB M008

L 1
T "PUNTER DE LECTURA"

M008: NOP 0
    
```

Figura 8.15. Modificació del Segment 1 FC50 per augmentar el numero màxim de punters a recórrer.

- En segon lloc, caldrà afegir un crida en el segment FC50, on es cridarà el FC52 (anomenat CIRCUTOR MB-TCP) i se li enviarà el número d'esclau del CVM que es vol llegir i el número de punter que li toqui per respectar la seqüència. Com que l'esclau nº 131 era l'anterior, s'anomenarà aquest nou com a esclau 132. Pel que fa al punter, s'ha de sumar dos valors a l'anterior, ja que per cada CVM es realitzen dos lectures.

```

Segm. 87: E79 - Sala Limpieza Bols - WAHCKA (Esclavo 131)
Lectura Datos CIRCUTOR CVM-Mini
DB531
PUNTEROS 128-129

CALL "CIRCUTOR MB-TCP" FC52
Num_puntero :=128
Num_esclavo :=131
DB_DATOS_ESCLAVO:="CIRCUTOR SLAVE 131 (E79)" DB531 -- Sala Limpieza Bols - WAHCKA

Segm. 88: E64 - Iluminacion coccion 1 - frente pellets (Esclavo 132)
Lectura Datos CIRCUTOR CVM-Mini
DB532
PUNTEROS 130-131

CALL "CIRCUTOR MB-TCP" FC52
Num_puntero :=130
Num_esclavo :=132
DB_DATOS_ESCLAVO:="CIRCUTOR SLAVE 132 (E64)" DB532 -- Iluminación Cocción 1 - frente a Pellets
    
```

Figura 8.16. Segment 88 afegit per a la lectura del esclau nº132, el CVM E64.

- El CVM té un totalitzador de potència consumida que ens interessa donat que s'ha de portar un control de l'energia que es consumeix en cada una de les àrees. Tot i que no s'han mostrat aquests valors prèviament en l'aplicació perquè no eren rellevants, sí que seran d'utilitat per el control de l'energia consumida per la planta. El FC51 és l'encarregat de gestionar les dades d'aquest totalitzador per tal de poder-les extreure posteriorment cap al Servidor PI. En aquest FC51, tot i que no s'entrarà en més detall, caldrà crear un segment igual als anteriors.



Figura 8.17. Segment 82 afegit per el totalitzador del CVM E64.

8.6 Enllaçar variables del PLC amb el KEPServerEX

Un cop s'ha creat el DB503 i modificats els diversos FCs comentats en l'apartat anterior, el PLC ja emmagatzema, en aquest DB503, l'última cadena de valors enviats per el CVM E64. En resum, en cada un dels espais dins del DB s'emmagatzema una variable diferent. Les dues que s'extreuen d'aquest DB amb el KEPServerEX són la potència activa consumida i el totalitzador de potència.

En altres paraules, caldrà llegir els espies del DB corresponents a aquestes dos variables des de el KEPServerEX. Aquests espais són els DWord que es troben en la posició 60 (potència activa) i 452 (Totalitzador), respectivament. Per tant, el KEPServerEX apuntarà en aquestes direccions.

Per començar s'ha d'accedir al servidor valvm231 mitjançant Remote Desktop. Al servidor es trobarà instal·lat el software per gestionar aquestes lectures.

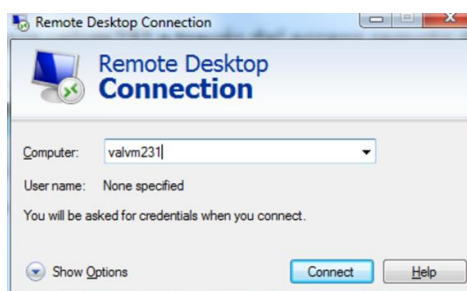


Figura 8.18. Com accedir al Servidor on és troba el software KEPServerEX mitjançant Remote Desktop.

Un cop dins del servidor s'accedirà al software "KEPServerEX 5 Configuration" per tal de començar el procés de creació del TAG.

És necessari apuntar que, per molt que en aquest subapartat es parla de crear un TAG, tot i que s'utilitzi el mateix nom per a descriure'ls, això, no pot esdevenir confós. Aquests TAGs no són directament els TAGs del Servidor PI sinó que són els TAGs del KEPServerEX. Es podria dir que és un pas previ a la creació del TAG que s'emmagatzemarà en el Servidor PI.

Durant aquest subapartat, per tant, un TAG és cadascuna de les variables del KEPServerEX que es pretenen gestionar.



Figura 8.19. Icona KEPServerEX.

Un cop dins del software, a la part esquerra, com es pot veure en la següent figura, apareixeran tots els canals existents llistats (L'explicació de l'estructura del KEPServerEX es troba a l'apartat 5.5). Cal desplegar l'anomenat ENERGIA, aquest és el canal amb el driver Siemens TCP/IP Ethernet per a la comunicació amb el PLC Siemens S7-300 que s'utilitzarà en aquest treball.

Un cop desplegat apareixerà al seu interior un dispositiu anomenat també ENERGIA, el PLC en sí mateix. En aquest punt es podrà accedir a tots aquells TAGs creats en aquest dispositiu per a modificar-los o únicament examinar quins existeixen, ja que tots aquells TAGs que apareixen en l'interior del "dispositiu" són els únics que es llegeixen d'aquest PLC. A les hores, el següent pas, com és lògic, consistirà en crear un nou TAG.

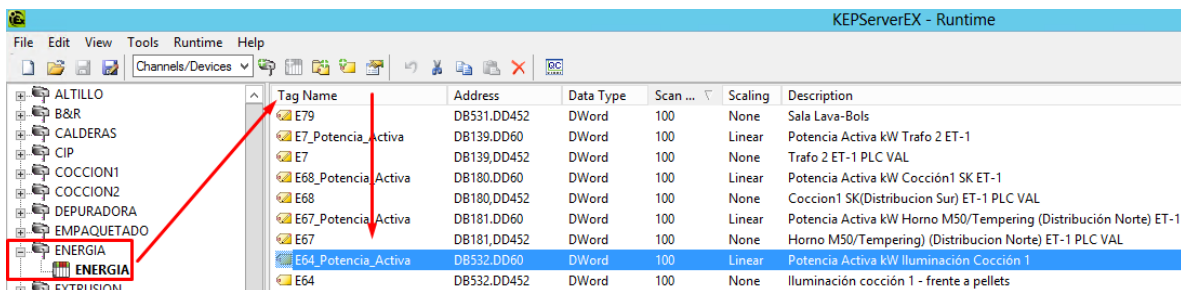


Figura 8.20. Interior del KEPServerEX – Procés de obtenció de dades.

Un TAG consta de 5 paràmetres principals i necessaris que caldrà completar perquè el KEPServerEX comenci a recollir els seus valors:

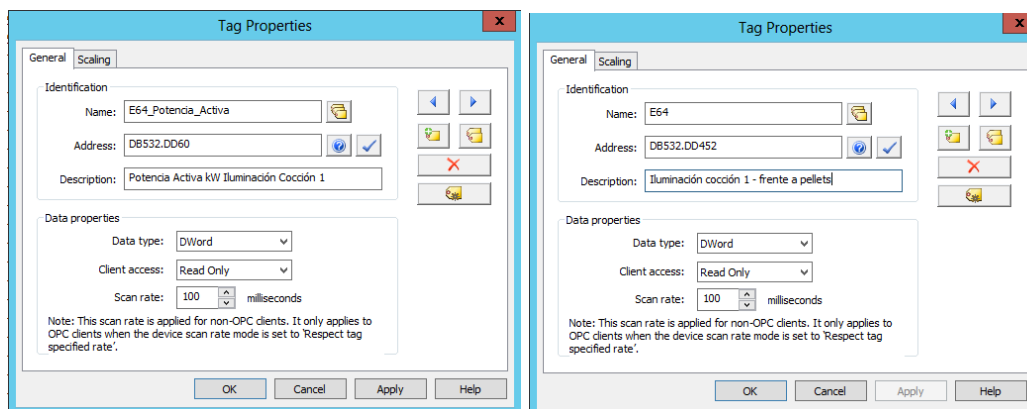


Figura 8.21. Propietats dels TAGs exemple.

- Nom: El nom que permetrà identificar el TAG. És important estandarditzar els noms utilitzats. En aquest cas s'estan creant els TAGs de potència activa, que s'anomenarà "E64_Potencia_Activa", i el TAG del totalitzador de potència consumida que s'anomenarà "E64". Per tots els nous analitzadors de xarxa que s'instal·lin, mínim es llegiran, mitjançant el KEPServerEX, aquests dos paràmetres.
- Adreça: En el cas de la potència activa, la variable a llegir s'emmagatzema en el DB532 en el DWord de la posició 60, l'adreça a col·locar serà DB532.DD60. En el cas del totalitzador, aquest és emmagatzemat en la posició 452 del mateix DB per tant, l'adreça a col·locar serà DB532.DD452.
- Descripció: Petita descripció per identificar quina és la mesura .
- Tipus de dada: En aquest cas les variables s'emmagatzemen en el PLC mitjançant DWord.
- Tipo d'accés a les dades: En ambdós casos, únicament, caldrà llegir-les.
- Velocitat de lectura: Usualment, per defecte, és de 100 ms.

Per últim, caldrà llegir aquest TAG des de la interfície de PI i el Servidor PI. Les adreces que s'utilitzaran per aquest afer sempre seguiran l'estructura "Chanel.Device.Tag", per tant, són les següents:

Adreça potència activa CVM E64: *ENERGIA.ENERGIA.E64_Potencia_Activa*

Adreça Totalitzador de potència consumida del CVM E64: *ENERGIA.ENERGIA.E64*

Tot seguit i abans de seguir amb el procés, el software KEPServerEX incorpora també un Client OPC anomenat "OPC Quick Client" que ens permetrà comprovar que la lectura de les dades des del PLC és la correcta comparant aquests valors amb els del Power Studio SCADA.



Figura 8.22. Localització del OPC Quick Client en la barra de tasques del KEPServerEX.

Un cop a l'interior, seleccionarem el fitxer "1 QuickClient_only_data", que és on s'han comprovat tots els TAGs de la planta fins el moment. Un cop en el fitxer, caldrà afegir aquests dos TAGs nous en la carpeta corresponent, mitjançant les direccions esmentades anteriorment.

Cal anotar que, en el cas de la potència activa, el tipus de dades emmagatzemat en el DWord és un float.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality
ENERGIA.ENERGIA.E6	DWord	7844234	11:46:00.930	Good
ENERGIA.ENERGIA.E6_Potencia_Activa	Float	69.027	11:46:02.874	Good
ENERGIA.ENERGIA.E64	DWord	21606113	11:46:36.258	Good
ENERGIA.ENERGIA.E64_Potencia_Activa	Float	26.12	11:46:29.882	Good
ENERGIA.ENERGIA.E67	DWord	18458394	11:46:00.930	Good
ENERGIA.ENERGIA.E67_Potencia_Activa	Float	0.576	11:46:00.930	Good
ENERGIA.ENERGIA.E68	DWord	27792343	11:46:00.930	Good
ENERGIA.ENERGIA.E68_Potencia_Activa	Float	119.635	11:46:02.874	Good
ENERGIA.ENERGIA.E7	DWord	21145024	11:46:00.930	Good
ENERGIA.ENERGIA.E7_Potencia_Activa	Float	389.373	11:46:02.874	Good

Figura 8.23. OPC Quick Client mostrant les lectures dels dos TAGs creats.

Per acabar, un cop comprovat que s'estan llegint correctament els valors, es procedirà a crear els TAGs en el Sistema PI.

8.7 Crear els TAGs

Arribats a aquest punt, únicament caldrà crear els TAGs en el Servidor PI. Aquests TAGs es poden crear de dos maneres diferents, mitjançant el software "System Management Tools" o un complement d'Excel d'aquest mateix software anomenat "SMT". En el nostre cas, s'utilitza la segona opció.

Per crear un TAG des de l'Excel únicament caldrà completar els diversos atributs necessaris. Com s'ha definit durant el treball, cada tipus de TAG necessita uns atributs diferents. Tot seguit s'exposarà una taula exemple amb els atributs del TAG que s'està realitzant des de 0 en aquest apartat i els comentaris necessaris per a la seva comprensió:

Taula 8.1. Taula d'atributs del TAG exemple d'aquest apartat.

Índex	Atributs	Exemple
1	Select (x)	x
2	Tag	E64_PotenciaActiva_PLC_VAL
3	archiving	1
4	changedate	05-abr-16 12:35:13
5	changer	KEU\ESCEXB01
6	compdev	0,25
7	compdevpercent	0,5
8	compmax	28800
9	compmin	0
10	compressing	1
11	creationdate	20-may-16 14:42:09
12	creator	KEU\ESCEXB01
13	datasecurity	piadmin: A(r,w) piadmins: A(r,w) PIWorld: A(r,w)
14	descriptor	Iluminación cocción 1 - frente a pellets
15	digitalset	
16	displaydigits	4
17	engunits	kW
18	excdev	0,125
19	excdevpercent	0,25
20	excmax	28800
21	excmin	0
22	exdesc	
23	filtercode	0
24	instrumenttag	ENERGIA.ENERGIA.E64_Potencia_Activa
25	location1	21
25	location2	0
25	location3	1
25	location4	1
25	location5	0
26	pointid	11097
27	pointsource	Z
28	pointtype	float32
29	ptclassname	classic
30	scan	1
31	span	50
32	step	0
33	typicalvalue	25
34	zero	0

Es destacaran en negreta els camps amb els que s'ha de tenir més cura al crear o modificar cadascun dels TAGs.

1. **Select (x)**: Col·locant una "x" es selecciona el TAG per importar-lo del servidor o exportar-lo cap al servidor i així crear-lo, editar-lo o esborrar-lo.
2. **Tag**: Nom de l'etiqueta o TAG. Servirà per identificar-la en totes les aplicacions.
3. **archiving**: Activat (1) s'emmagatzemaran els valors que aquests TAG assoleixin en el transcurs del temps, desactivat (0) no s'emmagatzema.
4. **changedate**: Data de l'última modificació. (Es genera automàticament).
5. **changer**: Usuari que ha realitzat l'última modificació. (Es genera automàticament)
6. **compdev**: Valor màxim per comprimir les dades (Es genera automàticament, sempre s'omplirà el compdevpercent)
7. **compdevpercent**: Valor en % (aquest % s'aplica l'atribut: span) que permetrà identificar el valor màxim a comprimir.
8. **compmax**: El temps màxim que s'estarà aplicant l'algoritme de compressió sense emmagatzemar una dada nova.
9. **compmin**: El temps de compressió mínima.
10. **compressing**: Activat (1) s'activarà la compressió d'aquest TAG, caldrà parametritzar el compmax, el compmin, el compdevpercent, el compdev, l'excddev, el excdevpercent, l'excmmin i l'excmmax. Totes aquestes parametritzacions venen explicades amb més detall a l'annex 2 apartat 12.2.
11. **creationdate**: Data de la creació del TAG (Es genera automàticament).
12. **creator**: Usuari que ha creat el TAG (Es genera automàticament).
13. **datasecurity**: Identifica qui tindrà autorització per canviar i modificar aquest TAG (Es genera automàticament).
14. **descriptor**: Descripció del TAG, caldrà descriure el TAG de la manera més precisa possible.
15. **digitalset**: Mostrar una indicació depenent del valor del TAG, s'utilitza normalment en els TAG MS on es col·locarà el nom de la taula que s'ha de crear prèviament amb la configuració mitjançant el Pi System Management Tools. En els TAGs Externs es deix en blanc si no és necessari.
16. **displaydigits**: Quantitat de dígit mostrats en les aplicacions.
17. **engunits**: La unitat que acompanyarà els dígit dels valors en les aplicacions.
18. **excddev**: La desviació acceptable per a que la dada no sigui tractada com a excepció. És a dir, si el nou valor del TAG té una diferència inferior a aquest, no serà acceptat.
19. **excdevpercent**: L'excddev expressat en %. Tant els atributs de compressió com els d'excepció es poden veure amb més detall a l'annex 2 apartat 12.2.
20. **excmmax**: El temps màxim que s'estarà aplicant l'algoritme de excepció sense enviar al servidor PI cap dada nova.
21. **excmmin**: El temps mínim entre enviaments d'excepcions.
22. **exdesc**: No s'utilitza en els TAGs Externs. En els altres tipus de TAGs comentats es col·locarà la fórmula per realitzar els diferents càlculs necessaris.

23. **filtercode:** Condició d'acceptació del valor. Si no la compleix, aquest valor no es guardarà. Únicament s'aplicarà si el CVM no funciona correctament per filtrar valors estranys.
24. **instrumenttag:** Direcció del TAG creat en el KEPServerEX d'on s'extrauran els valors per a la seva gestió.
25. **location 1, 2, 3, 4:** Mitjançant combinacions d'aquests 4 atributs s'aconsegueix que el TAG llegeixi la informació del KEPServerEX cada un cert temps o que estigui subscrit al canvi, és a dir, que es llegeix cada cop que el valor del TAG en el KEPServerEX varia.
26. **pointid:** Identifica el TAG a l'interior del servidor (Es genera automàticament).
27. **pointsource:** El servidor d'on prové la informació. En els Tags External, la informació actualment sempre ve des del PI Interface. Aquest s'identifica com a Z. En el cas de ser un calculat, C.
28. **pointtype:** Tipus de variable a emmagatzemar en el TAG
29. **ptclassname:** Hi ha diferents classes de TAGs, normalment s'utilitza el "classic".
30. **scan:** Ha d'estar activat (1) per tal de que es realitzin periòdicament les lectures corresponents. Desactivat, el servidor PI no agafarà cap dada per aquest TAG.
31. **span:** És el valor màxim que pot prendre el TAG. És molt important personalitzar-lo per cada analitzador de xarxa ja que s'utilitza en l'algoritme de compressió.
32. **step:** Activat (1) es mostraran les gràfiques de manera esglaonada, desactivat amb rampes. En aquest cas, ja que la potència activa és una variable analògica, preferentment es desactivarà (0).
33. **typicalvalue:** Ha de estar entre el zero i el span, és un valor de referència.
34. **zero:** És el valor mínim que pot prendre la variable a emmagatzemar. És molt important perquè s'utilitza en el procés de compressió. Normalment és 0.

Un cop completats tots els atributs del TAG caldrà exportar aquesta configuració al Servidor PI. El complement d'Excel SMT utilitzat permet realitzar aquesta operació d'una manera senzilla.

El procés d'exportar els TAGs sempre és el mateix, tant per crear nous TAGs com per modificar-los. Per "exportar" ens referim a traslladar la informació dels diversos atributs associats al TAG de l'Excel al Servidor PI. Els passos a seguir són els següents:

1. Cal col·locar primer una X en l'atribut "Select (x)" dels TAGs a exportar.

	A	B	E	F
1	Select (x)	Tag	changer	compdev
701		E33_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,5
702		E34_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,5
703		E35_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	1
704		E38_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,5
705		E4_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	1,5
706		E42_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,5
707		E43_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,25
708		E5_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	1,5
709		E6_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	1
710	x	E64_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,25
711		E67_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	0,125
712		E68_PotenciaActiva_PLC_VAL	KEUIESCEXB01	2,5

Figura 8.24. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (1).

2. Comprovar que únicament estan marcats aquests TAGs que es volen exportar, en cas contrari desmarcar els que no són necessaris. Aquest procés és importantíssim perquè si no ho fem d'aquesta manera, modificariem tots els TAGS marcats amb la X. Per comprovar-ho caldrà realitzar un filtratge de la columna com s'aprecia en la figura.

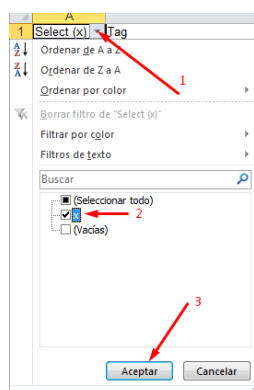


Figura 8.25. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (2.1).

	A	B
1	Select (x)	Tag
710	x	E64_PotenciaActiva_PLC_VAL
779	x	Energia_E64_PLC_VAL
2609		
2610		
2611		
2612		
2613		

Figura 8.26 Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (2.2).

3. Un cop filtrats, es pot procedir a exportar-los al servidor PI. A la capçalera de l'Excel es trobarà un complement PI-SMT (que s'ha d'haver instal·lat prèviament) i dins d'aquest, l'opció Exportar.

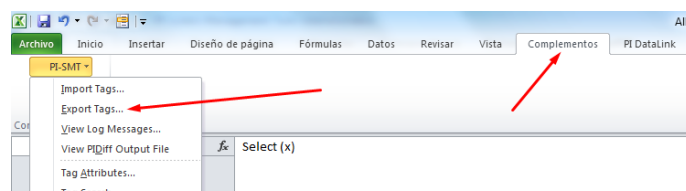


Figura 8.27. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (3).

4. S'escollirà l'opció desitjada, en aquest cas s'estan modificant els TAGs per tant s'escollirà Editar, però per a crear-los cal escollir "Create". És aconsellable crear o editar, no realitzar les dues coses al mateix temps.

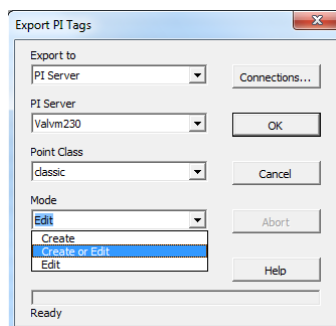


Figura 8.28. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (4).

5. Es comprova que únicament s'han editat els dos TAGs

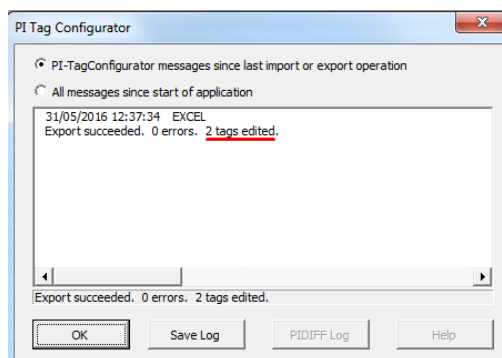


Figura 8.29. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (5).

6. Importar els dos Tags Creats o modificats per tal de que la informació auto generada per el Servidor PI sigui reflectida a l'Excel. És molt important aquest últim pas, ja que es gestiona la base de dades dels TAGs des d'aquest Excel, i si els TAGs no estan dins d'aquest, moltes vegades no es trobarà el que es necessita i es crearan TAGs per duplicat provocant possibles errors.

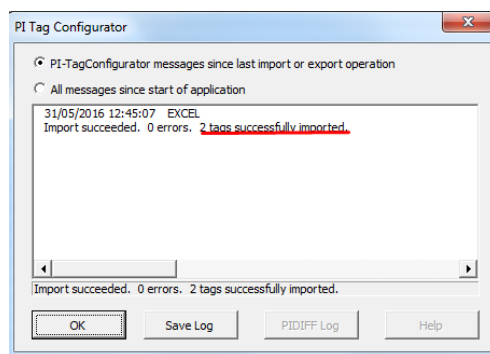


Figura 8.30. Procés de creació del TAG mitjançant el complement SMT (6).

7. Per últim, cal esborrar les marques X. És important esborrar les marques, ja que sinó la pròxima persona que vulgui editar l'arxiu podria modificar aquests TAGs per error. A més, si és possible, cal esborrar el filtre de la columna abans de desar el document.

Un cop els TAGs s'han exportat correctament, ja es podran utilitzar en qualsevol de les eines clients que s'han anat comentant al llarg del treball.

8.7.1 TAG - Energia Elèctrica consumida (kWh)

Per últim, cal crear el TAG d'energia consumida, a més de crear el TAG que recull la lectura del PLC "Energia_E64_PLC_VAL" caldrà seguir el procés que s'intenta representar en la següent figura, on es pot comprovar que no és senzill. S'han de crear un total de 6 TAGs per aconseguir l'energia consumida en kWh.

En figura següent, dins dels rectangles, es localitzen els diferents TAGs que s'han creat, i just a sobre d'ells la fórmula o diferència respecte de l'anterior.

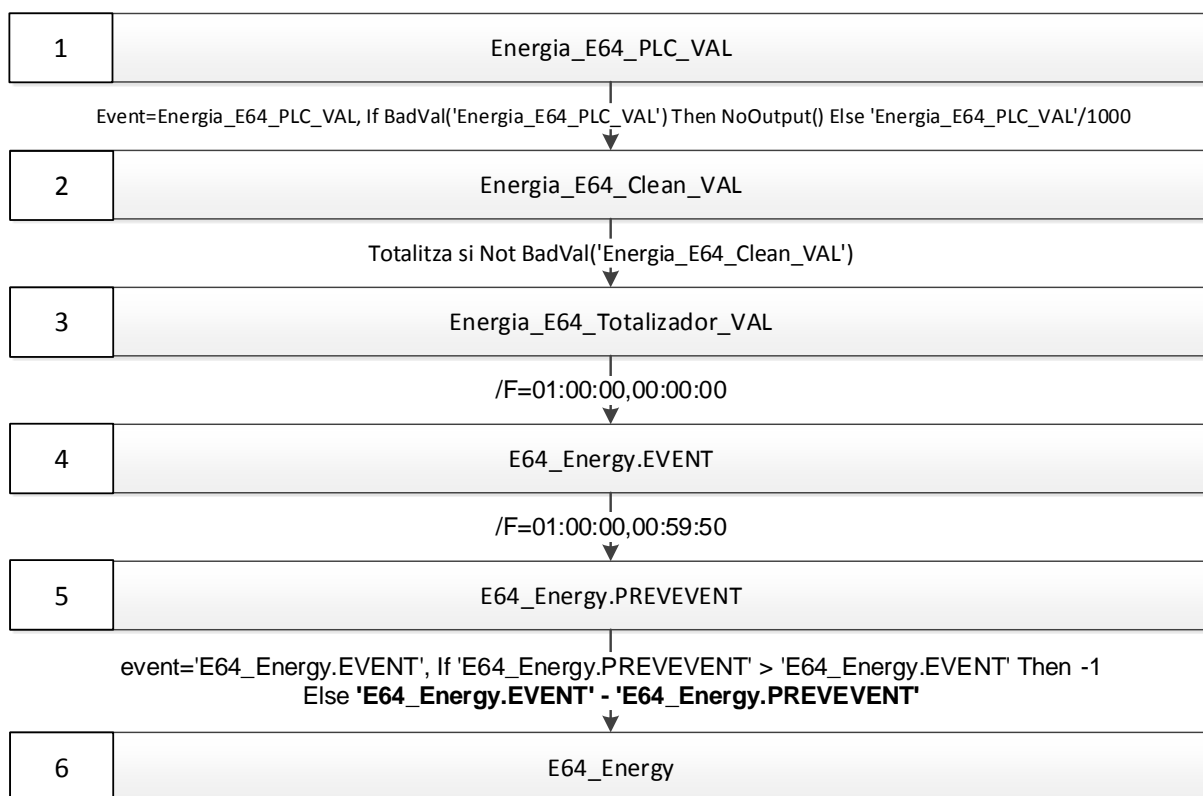


Figura 8.31. Procés de creació d'un TAG d'energia consumida.

El procés per entendre el funcionament es descriu a continuació:

- Energia_E64_PLC_VAL: És un TAG External que prové de la lectura directa de l'analitzador de xarxa.
- Energia_E64_Clean_VAL: És un TAG calculat que divideix entre 1000 el valor del Energia_E64_PLC_VAL cada cop que aquest canvia de valor.
- Energia_E64_Totalizador_VAL: Crea una rampa dels valors del TAG anterior a períodes de 12 hores mitjançant la qual podran actuar els següents TAGs. És un totalitzador.
- E64_Energy.EVENT: Guarda el valor del TAG anterior just en el canvi d'hora.
- E64_Energy.PREEVENT: Guarda el valor emmagatzemat en el TAG anterior 5 segons abans del pròxim canvi d'hora.
- E64_Energy: És el TAG resultant, s'actualitza cada cop que el TAG EVENT varia de valor, i com que tenim el valor anterior guardat en el PREVENT, realitzant la resta entre els dos s'extreu l'energia consumida d'aquella hora.

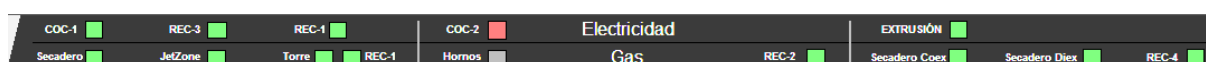
D'aquesta manera s'obtenen els valors de l'energia que consumeix la subàrea corresponent cada hora.

9 Cas d'èxit: Parada àrea de cocció 2

La planta de l'empresa "Global Cereal Company" on s'ha instaurat aquesta aplicació ha realitzat una parada programada de l'àrea de cocció 2 el 2/05/2016 i, aprofitant aquesta oportunitat, es comprovarà el ProcésBook d'Energia que totes les subàrees de cocció 2 estiguin correctament aturades.

NOTA: Recordem que l'alarma per sobre consum s'ha d'anar calibrant de tal manera que ens ajudi a estalviar el màxim possible en les parades de producció. Inicialment, aquesta alarma, s'activarà si el consum és superior a 0 kW. Per tant, si les subàrees no estan produint, no han de consumir.

En el ProcessBook de l'energia, la zona de cocció 2 s'ha de veure en gris, ja que tots els aparells han d'estar correctament aturats. Com es pot observar en la següent figura obtinguda el dia 2/05/2016 a les 13:00 hores, l'àrea de cocció 2 apareix en vermell, el que significa que està en alarma.



Tot seguit es comprovarà quina és la subàrea o les subàrees amb estat d'alarma per tal d'identificar l'aparell afectat o equip en funcionament. En aquest cas, com es pot veure en la següent imatge, és la subàrea de "HORNOS".

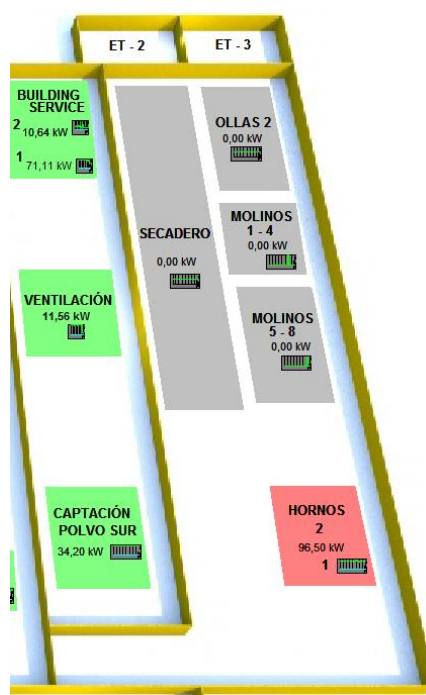


Figura 9.2. Captura de l'àrea de cocció 2 del ProcessBook d'energies. Realitzat: 2/05/16 a les 13:00 h.

Arribat en aquest punt existeixen quatre possibilitats:

1. La subàrea "HORNOS" té un consum mínim de 96 kW aproximadament perquè hi ha elements d'aquest propi procés que no es poden aturar per seguretat.
2. La subàrea "HORNOS" té un consum mínim de 96 kW aproximadament, perquè hi ha elements que no es poden aturar, ja que afecta a altres processos.

3. La subàrea "HORNOS" té un consum de 96 kW, ja que hi ha elements que no s'han aturat degut a un error de procediment.
4. La subàrea "HORNOS" té un consum de 96 kW, ja que hi ha elements que no s'han aturat perquè no estan, en l'actualitat, programats per fer-ho i tampoc es tenia constància del seu funcionament.

Caldrà buscar quins són els elements que romanen encesos i, en cas de les dues últimes opcions, prendre accions correctives per millorar el rendiment de les instal·lacions.

Després d'investigar s'ha identificat un dels possibles problemes, mitjançant el SCADA de l'àrea de cocció 2 s'ha descobert que un dels turbo cremadors del forn 2 es trobava en mode manual, i aquesta és la raó per la que al aturar el procés s'ha quedat en marxa provocant un consum innecessari.

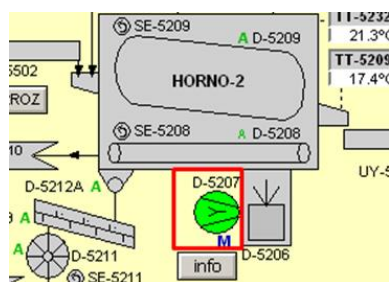


Figura 9.3. Turbo cremador del forn 2 en mode manual i en funcionament. 2/05/16 a les 13:30 hores.

Observant el SCADA de la captació de pols i a la vegada contrastant-lo amb el ProcessBook de captació de pols del que es disposa (per tal d'observar l'històric), també s'ha identificat que amb l'aturada, el forn 1 i del forn 2 s'haurien d'aturar. De la mateixa forma que els ciclons i les dragues (que no estan en funcionament), la soplant D-70010 [1] i la rotativa D-07016 [2]. Aquesta incidència és molt important, ja que caldrà modificar la seqüència programada per tal que aquest error no es repeteixi. A més, amb l'aturada de la subàrea del Secadero de cocció 2, s'ha d'aturar el soplant D-70017 [3], que s'alimenta mitjançant l'armari dels forns.

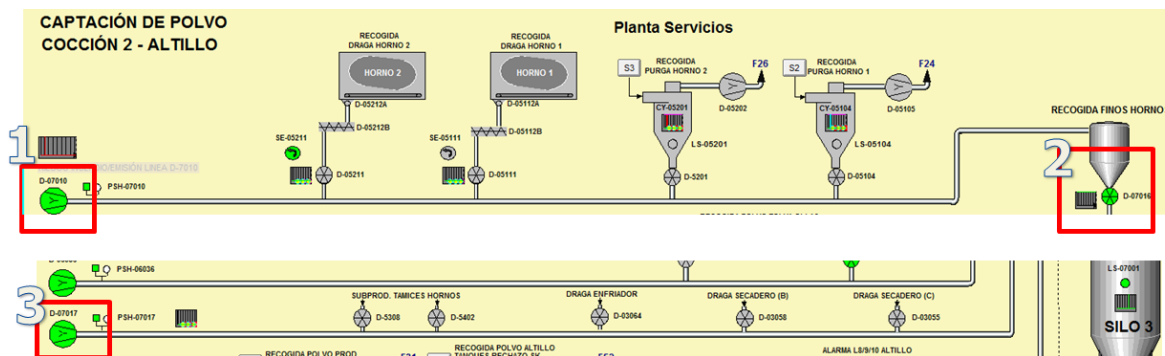


Figura 9.4. Segueixen funcionant tot i que l'àrea esta apagada. Son el Soplant D-70010 [1], la Rotativa D-07016 [2] i el Soplant D-70017 [3].

Tot seguit es va informar a l'encarregat de l'energia elèctrica de la planta perquè pogués realitzar les investigacions necessàries i es va acabar decidint aturar aquests equips, ja que, efectivament, no era necessari que romanguessin encesos.

Per tal de poder comprovar l'estalvi energètic s'ha realitzat un petit gràfic on es representen els TAGS de les dos soplants i la rotativa que estaven enceses juntament amb la potència activa.

●	E13_PotenciaActiva_PLC_VAL
○	Coccion2_Recogida_Polvo_Soplante_D07017_PLC_VAL
◆	Coccion2_Recogida_Polvo_Soplante_D07010_PLC_VAL
◇	Coccion2_Recogida_Polvo_Rotativa_D07016_PLC_VAL

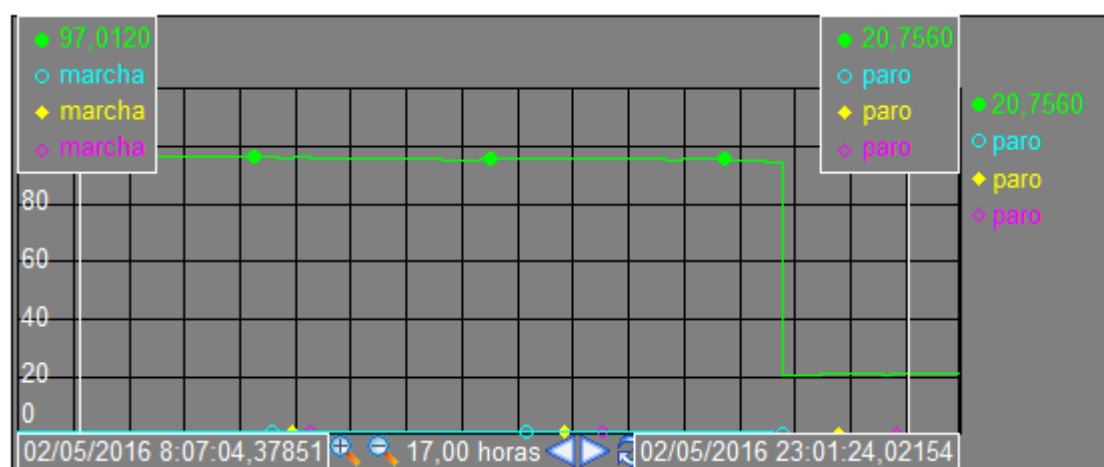


Figura 9.5. Gràfica per demostrar la baixada de consum.

S'ha d'anotar que s'entén que es va aturar el turbo cremador a la vegada que les soplants i la rotativa (amb l'interval de 10 minuts entre lectura de potència activa). El dia següent al matí, quan es va comprovar, estava en mode automàtic i per tant, aturada.

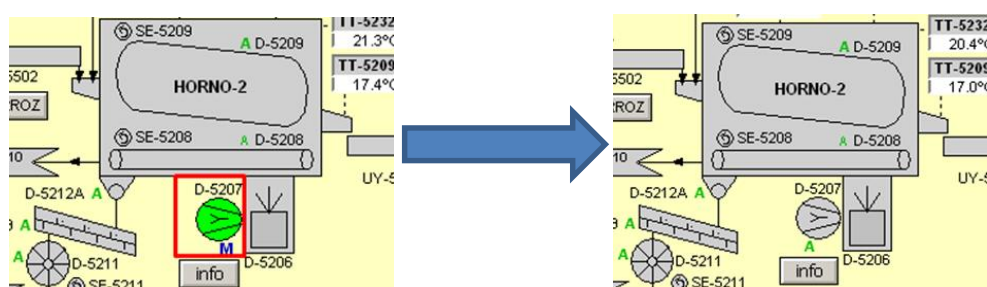


Figura 9.6. Captura de pantalla del SCADA per mostrar el turbo aturat.

Tot i així, degut a que no estava creat el TAG en el moment de l'esdeveniment, no es pot observar el històric per tal d'extreure aquesta informació i confirmar-la. Per aquesta raó, és tant important crear aquests històrics dels quals s'ha anat parlant durant tot el treball.

Tornant al tema principal d'aquest apartat, tal com s'observa en la gràfica anterior, la potència activa consumida ha disminuït de 97 kW a 20 kW aconseguint així una reducció pràcticament de 80% del consum en aquesta subàrea durant la parada. Arribats a aquest punt, s'observa la gran utilitat d'aquesta aplicació.

Per finalitzar, si es torna a l'aplicació, s'observarà que la subàrea afectada segueix amb un indicador de potència activa consumida superior a 0 kW. Per tant, es manté en estat d'alarma, però s'ha millorat notablement el consum energètic. En aquest moment s'ha de prendre una decisió:

- No modificar el llindar, mantenir-lo a 0 kW. Significarà que no s'ha trobat d'on surten aquests 21 kW que segueix consumint la subàrea i per tant s'ha de seguir investigant fins a descobrir la seva procedència i verificar si els elements que romanen en funcionament són prescindibles o no.

- b) Posar el llindar de l'alarma per sobre consum a 21 kW. Significarà que s'ha trobat la procedència d'aquests elements que romanen en funcionament i no és possible aturar-los.

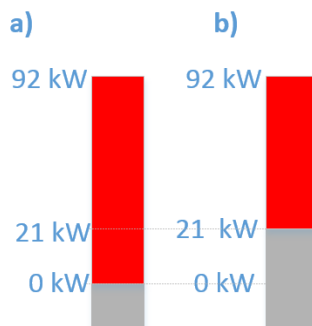


Figura 9.7. Representació gràfica de la decisió a prendre respecte a mantenir o variar el llindar d'alarma.

En aquest cas s'ha pres la decisió de mantenir el llindar a 0 kW. En la següent figura es podrà apreciar el notable estalvi energètic que s'ha aconseguit amb aquesta aplicació.



Figura 9.8. Captura de pantalla de l'aplicació mostrant el avanç – després d'apagar els equips.

10 Possibles Millores

En aquest apartat es comentaran diferents possibles millores a aplicar, tant en la infraestructura industrial existent, com en l'aplicació creada.

10.1 OPC Power Studio Server

La complicada infraestructura de recollida de dades existent fa pensar en que una de les possibles millores seria instaurar el OPC Power Studio Server. Com s'ha comentat en el treball, és possible que la interfície de PI agafi la informació de diferents servidors OPC DA.

La incorporació d'aquest nou servidor facilitaria molt la comunicació amb els analitzadors de xarxa, ja que actualment la informació dels diferents analitzadors de xarxa és recollida mitjançant un PLC a través d'una passarel·la màster. Aquest PLC gestiona la informació de cadascun dels analitzadors periòdicament cada 8 minuts aproximadament.

Per tant, el OPC-DA de Power Studio permetria suprimir tant el PLC com la passarel·la màster aconseguint, així, una major fluïdesa de dades. A més, facilitaria la programació dels nous analitzadors de xarxa a instal·lar i reduir el risc de fallida de la instal·lació (deixant de dependre d'un únic element, com ara la passarel·la màster).

En la següent figura es mostrarà la possible futura infraestructura de recollida de dades de la planta on, com es pot observar, el KEPServerEX pot seguir recollint totes les altres dades i, per tant, mantenint la recollida de totes elles en el Sistema PI.

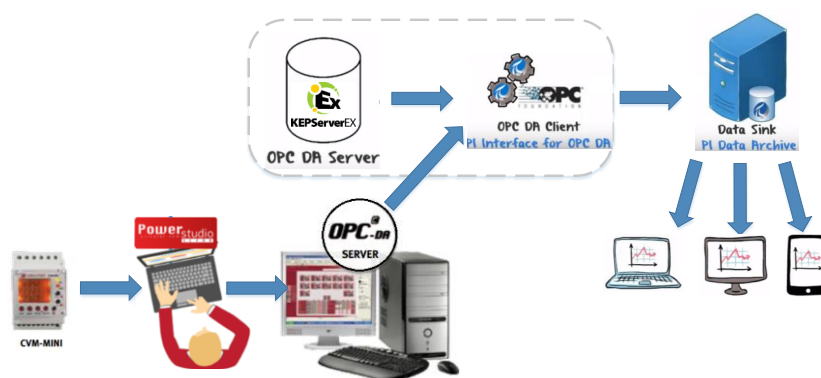


Figura 10.1. Recollida de dades utilitzant OPC Power Studio Server.

La substitució o millora d'aquesta infraestructura es podrà realitzar lentament, ja que el PLC amb la passarel·la poden funcionar en paral·lel durant una temporada de proves.

L'únic inconvenient que té aquesta millora és que, abans de realitzar-la, s'ha d'analitzar a què són deguts els errors del servei Power Studio Scada (es recorda, que actualment es queda penjat molt sovint), ja que en aquest cas, si es pengés, el Sistema PI deixaria de rebre les dades.

10.2 OPC UA

Una altra millora respecte a l'actual infraestructura de comunicacions de la planta seria incorporar l'estàndard OPC UA.

OPC UA (Arquitectura Unificada) estén el gran èxit del protocol de comunicació OPC-DA per a l'adquisició de dades, el modelatge de la informació i la comunicació entre planta i aplicacions d'una manera fiable i segura.

L'OPC, com s'ha vist al llarg del treball, tracta d'interoperabilitat i d'estandardització. Però mentre que l'OPC-DA resol els problemes d'interoperabilitat a nivell de sistemes de control de processos, la demanda pel mateix nivell d'estandardització ha estat requerida per l'àrea d'anàlisi de la informació. L'estàndard OPC-DA té vulnerabilitat a totes aquestes àrees. La necessitat de trobar simplicitat, màxima interoperabilitat i seguretat ha portat a la "OPC Foundation" a la creació d'un mètode de comunicació unificat per a les actuals especificacions OPC DA, HDA, A & E i sobretot, seguretat.

En altres paraules, OPC UA permetrà a la planta gestionar totes les dades que actualment es gestionen en un servidor físic, a través d'internet, de manera que s'hi podrà accedir des de, per exemple, el magatzem que està situat a uns quants quilòmetres o la seu central situada a Estats Units, permetent un major grau d'interconnectivitat. Tot això de manera segura.



Figura 10.2. Comunicació OPC UA.

Les característiques principals del OPC UA són les següents:

- Plataforma que funciona en qualsevol sistema operatiu.
- Preparada per el futur i per comunicar amb sistemes antics.
- Configuració i manteniment fàcils de realitzar.
- Tecnologia orientada a serveis.
- Augmenta la visibilitat.
- Major abast de la connectivitat.
- Alt rendiment.
- Alta grau de seguretat.

10.3 Afegir més informació en l'aplicació

Com s'ha vist durant el treball, l'extensió de l'aplicació es veu limitada per la falta d'analitzadors de xarxa instal·lats en la planta. Per tant, una millora molt notòria en l'aplicació seria col·locar-ne més.

La idea principal seria instal·lar diversos CVM MINI repartits per la planta, dividint i especificant més quins elements mesuren cadascun d'ells per tal de subdividir les subàrees i facilitar les labors de recerca.

El problema principal és que tota aquesta infraestructura necessita d'una injecció econòmica bastant elevada, ja que no parlem únicament d'adquirir els analitzadors de xarxa, sinó també d'instal·lar-los en els armaris i fer-los arribar mitjançant cable Ethernet.

Una possible solució seria analitzar la compra de wibeee, un nou model d'analitzador de xarxa que incorpora la tecnologia WI-FI. Per tant, seria factible instal·lar-ne una quantitat més elevada a més baix cost, ja que la planta disposa de connectivitat WI-FI al 100% de la seva superfície.

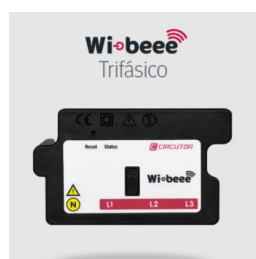


Figura 10.3. Analitzador de xarxa WiBeee de Circutor.

Taula 10.1. Informació relativa a la capacitat de mesura del analitzador de xarxa WiBeee.

Circuit de mesura	
Tensió nominal	85...265 V f-n
Corrent nominal	70 A
Precisió	2 %

Taula 10.2. Informació relativa als protocols de comunicació del WiBeee.

Comunicacions	
Tipo	Wi-Fi (IEEE 802.11)
Protocols	HTTP Modbus/TCP XML

També seria interessant poder identificar més concretament l'estat de cadascuna de les àrees. Actualment la informació s'extreu de bàscules presents al procés que indiquen si està passant producte o no. Normalment, en producció, aquesta informació és útil, però a l'hora d'analitzar-la a l'històric pot resultar enganyosa. En moments com en l'arrancada del procés, on sí es necessari tindre els equips en funcionament, al no haver arribat producte a les bàscules, es podria interpretar un estat de sobre consum sense realment ser-ho.

La millora seria programar el PLC que controla l'àrea, creant una variable que sàpiga en cada moment l'estat en el que es troba la planta.

En la situació actual, per exemple, les línies d'empaquetatge disposen d'aquesta variable informativa de l'estat del procés, però, en aquest cas, no hi ha analitzadors de xarxa.

10.4 Històric de correccions – Millora continua

Una millora molt important a l'aplicació i sense necessitat d'injecció econòmica és la millora continua.

En cada anàlisi que es realitza, de la mateixa forma que s'ha dut a terme en el forns de cocció 2 en el cas d'èxit exposat en aquest treball, s'afegeix l'aparell que s'ha mantingut en funcionament després de la parada de l'àrea .

Molt probablement aquest aparell, en futures parades, repeteixi aquest comportament i, per tant, si mostrem el TAG del seu funcionament en temps real juntament amb les tendències mostrades en l'aplicació, es permetrà a l'operari identificar ràpidament quin dels elements que s'estan controlant és el causant de l'alarma actual.

Aquesta idea s'il·lustra en la següent figura. La imatge està minimitzada i no mostra els noms dels TAGs en la llegenda, normalment aquests sí són mostrats:

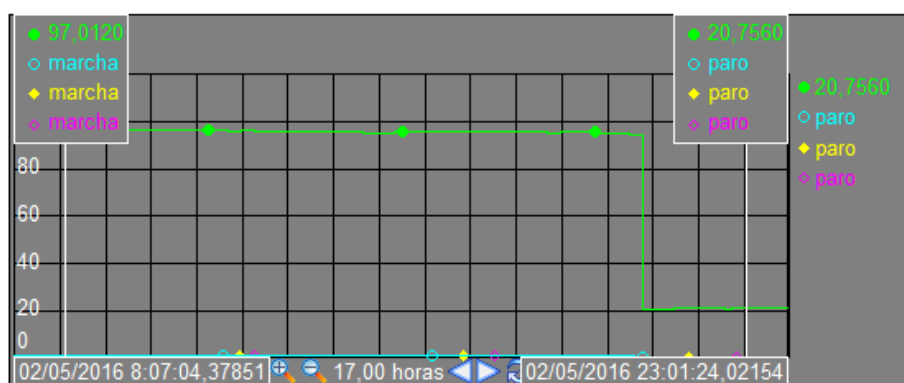


Figura 10.4. Exemple de millora mitjançant la millora continua.

11 Conclusions

Avui en dia un dels principals objectius de totes les empreses és l'estalvi energètic. En aquest treball s'ha aconseguit realitzar una aplicació primordial en aquesta direcció i gràcies a ella s'ha assolit aquest objectiu.

Un clar exemple és el cas d'èxit estudiat, en el que l'àrea "cocció 2" va estar aturada set dies i durant aquesta parada es va detectar, gràcies a l'aplicació, que la subàrea "HORNOS" consumia una potència de 97 kW. Després d'interpretar aquestes dades i prendre les mesures pertinents s'ha aconseguit reduir el consum a 21 kW. Això comporta un estalvi de 76 kW que durant set dies representa una energia consumida de 12.768 kWh. Tenint en compte que el preu del kWh és d'una mitjana de 0,1 €/kWh (segons REE), representa un estalvi de 1.277 €. Interpolant aquest període al llarg de l'any, la reducció del consum i del cost és d'una importància notable.

S'ha de destacar que tot aquest estalvi s'ha produït en una única parada i que durant l'any se'n realitzen varies.

És evident que l'objectiu d'aquest treball està més que justificat ja que amb una aplicació visual, simple i intuïtiva s'aconsegueix una reacció ràpida i eficient per part dels operaris que permet minimitzar les despeses econòmiques ocasionades pel funcionament innecessari d'alguns aparells durant les parades de producció.

"Una aplicació és com un acudit, si s'ha d'explicar és perquè no és bona."

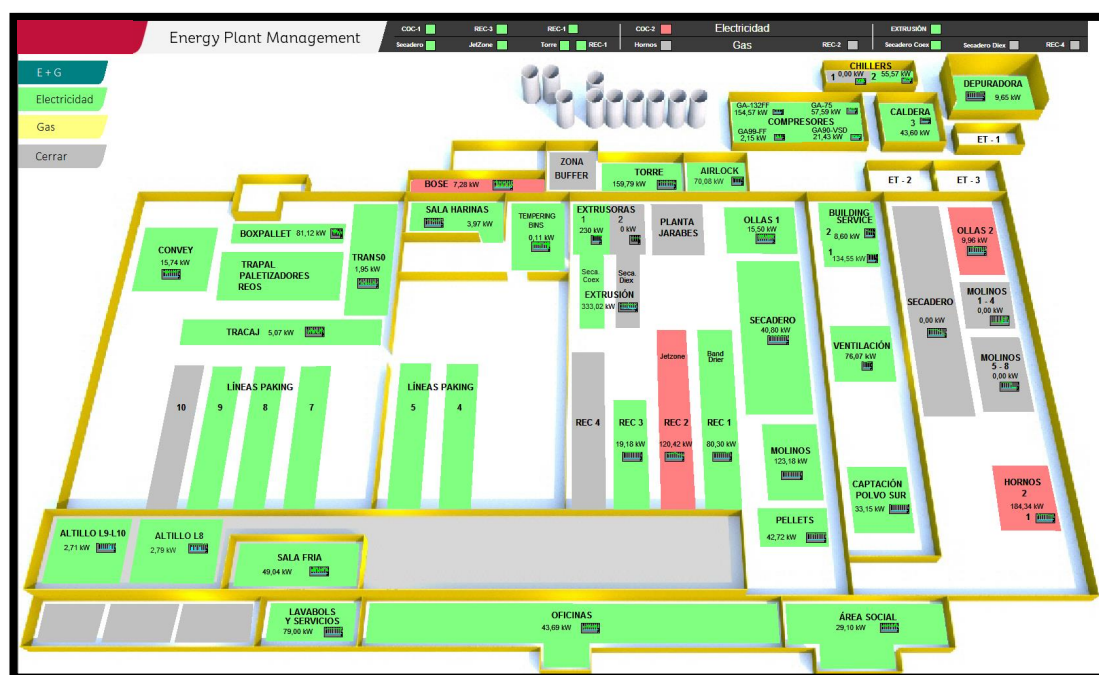


Figura 11.1. Aplicació final en funcionament.

12 Referències

- [1] <http://www.opcdatahub.com/WhatIsOPC.html#note4>
- [2] <http://www.luisllamas.es/2014/09/entradas-analogicas-en-arduino/>
- [3] <http://www.circutor.es/en/>
- [4] <https://www.kepware.com>
- [5] <http://www.osisoft.com/>
- [6] <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>
- [7] http://www.vipa.com/import/output/343-1EX71_en.pdf
- [8] <http://vipausa.com/content/datasheets/300s/341-1CH01%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>
- [9] <http://vipausa.com/content/datasheets/300s/341-1CH01%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>
- [10] http://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-sensor-transductor_captador/
- [11] http://circutor.es/docs/FT_M9 OPC_SP.pdf
- [12] http://circutor.es/docs/FT PowerStudio_SP.pdf
- [13] http://circutor.es/docs/FT_M5 CVM-MINI_SP.pdf
- [14] <http://wibeee.circutor.com/>
- [15] http://www.vipa.com/import/output/343-1EX71_en.pdf

13 Annexes

13.1 Annex 1 – Analitzadors de xarxa instal·lats en la planta

Nº	Descripció	Tipo de CVM	IP	@Modbus local (PLC)	@Modbus remot (mediador)	PLC Energias
E12	New Services	CVM-K	10.100.13.20	1	1	DB101
E13	MCCD	CVM-K		2	2	DB102
E14	CP.AC.V Servicios	CVM-K		3	3	DB103
E15	Building Services 1	CVM-K		4	4	DB104
E16	Trafo 1	CVM-K		5	5	DB105
E18	Chiller 1	CVM-K		9	9	DB109
E19	Cooking C02	CVM-K		10	10	DB110
E20	Paletiator nuevo	CVM-K		11	11	DB111
E22	Chiller 2	CVM-K		13	13	DB113
E23	Hornos cocción 2	CVM-K		14	14	DB114
E24	Building Services 2	CVM-K		15	15	DB115
E25	Trafo 2	CVM-K		16	16	DB116
E27	Molinos 1 a 4	CVM-K		19	19	DB119
E28	Secadero	CVM-K		20	20	DB120
E29	Molinos 5 a 8	CVM-K		21	21	DB121
E30	Sala harinas	CVM-K	22	22	DB122	
E1	Trafo 1	CVM-144	10.100.13.21	33	33	DB133
E2	Cuadro Norte y Sur	CVM-144		34	34	DB134
E3	Ollas C 01	CVM-144		35	35	DB135
E4	Empaque (Antiguo)	CVM-144		36	36	DB136
E5	Torre	CVM-144		37	37	DB137
E6	Servicios (Antiguo)	CVM-144		38	38	DB138
E7	Trafo 2	CVM-144		39	39	DB139
E8	Depuradora	CVM-K		41	41	DB141
E33	Compresor 2	CVM-K	10.100.13.24	60	60	DB160
E34	Compresor 3	CVM-K		61	61	DB161
E35	Compresor 4	CVM-144		62	62	DB162
E38	Compressor 1 (VSD)	CVM-K		63	63	DB163
E42	ET1 Band Dryer REC1	CVM-144	10.100.13.25	70	70	DB170
E43	Rec3	CVM-144		71	71	DB171
E93	Ollas 1	CVM-MINI		72	72	DB172
E95	Secadero C1	CVM-MINI	10.100.13.44	73	73	DB173
E96	Transporte cereal C1	CVM-MINI	10.100.13.45	74	74	DB174
E68	General cocción 1	CVM-144	10.100.13.26	80	80	DB180

E67	Tempering	CVM-144		81	81	DB181
E80	Planta Extrusión	CVM-144		90	90	DB190
E81	Packing- Altillo L8-9-10	CVM-144	10.100.13.27	91	91	DB191
E90	Molinos 1	CVM-144		92	92	DB192
E92	Captacion polvo sur	CVM-MINI	10.100.13.35	93	93	DB193
E83	Altillo 2 L9,L10	CVM-144		110	110	DB510
E97	Sala Fria Altilo	CVM-MINI	10.100.13.31	111	111	DB511
E94	Pellets Mills SK	CVM-MINI Ethernet	10.100.13.22	120	1	DB520
E98	Convey	CVM96 Ethernet	10.100.13.36	121	1	DB521
E99	Subcuadro Sala tanques Líquidos materia prima 2	CVM-MINI Ethernet	10.100.13.23	122	1	DB522
E100	Sala Calderas 3	CVM-MIN Ethernet	10.100.13.37	123	1	DB523
E91	TRANSO	CVM-96 Ethernet	10.100.13.40	124	1	DB524
E87	Edificio Social	CVM-144 Ethernet	10.100.13.32	125	1	DB525
E84	Ventilación planta 1	CVM-144 Ethernet	10.100.13.28	126	1	DB526
E85	Ventilación planta 2	CVM-144 Ethernet	10.100.13.29	127	1	DB527
E82	Altillo 1 L8	CVM-144 Ethernet	10.100.13.30	128	1	DB528
E101	Sala Airlock	CVM-MINI Ethernet	10.100.13.41	130	1	DB530
E79	Sala Lava Bols	CVM-MINI Ethernet	10.100.13.42	131	1	DB531
E64	Iluminación cocción 1	CVM-MINI Ethernet	10.100.13.47	132	1	DB532

13.2 Annex 2 – Tractament de dades: Excepcions i compressions.

Per tal d'emmagatzemar de manera correcta les dades, per facilitar-ne el posterior anàlisi i per estalviar memòria en el Servidor PI cal extendre una mica en aquest apartat.

Com ja sabem, el PLC destinat a l'energia és l'encarregat de extreure la informació de tots els analitzadors de xarxa i emmagatzemar-la en cada un dels DBs destinats a aquesta funció de manera que el KEPServerEX pugui llegir aquest valor en cada cicle de treball. Es podria dir que les dades llegides són valors no analitzats prèviament, si són incorrectes o innecessaris són obtinguts igualment. A partir d'aquí, cal gestionar aquest valors per tal de poder millorar el rendiment de les nostres instal·lacions.

Aquestes dades, són llegides per la Interfície del PI que roman instal·lada en el mateix servidor del KEPWARE. Aquesta interfície llegeix periòdicament, amb el seu propi cicle de treball, els valors que estan en el KEPWARE en aquest precís moment. En aquest punt, per defecte, es llegirien tots els valors però, es poden crear excepcions que són una de les propietats de la que parlarem en aquest apartat. Deixant de banda les excepcions, amb el procés per defecte, aquest conjunt de dades s'aniran acumulant en una bateria "buffer" que serà llegida periòdicament pel servidor de PI encarregat d'emmagatzemar-les. Finalment, aquest servidor pot decidir si cal emmagatzemar aquesta dada o no. Aquest procés s'anomena "compressió" i també s'exposarà en aquest apartat.

Per tant, cada TAG, com es lògic, té un valor actual que és el mateix que s'ha extret del PLC en la ultima lectura i aquest valor s'anomena Snapshot. Un cop aquest Snapshot ja forma part de l'antiguitat, és decidirà si guardar-lo o no. Inicialment, sense variar la configuració per

defecte cal partir des de la base que tots aquests valors es van emmagatzemant amb el temps, cosa que segurament no interessa.

Els informes d'excepcions i les proves de compressió ens ofereixen l'oportunitat de maximitzar l'eficiència de les dades que es recullen amb el PI. La idea és emmagatzemar únicament les dades significatives en els arxius de PI per dades significatives ens referim a les dades reals però alliberades de tot el soroll. Encara que el PI és capaç d'emmagatzemar enormes quantitats de dades, és important emmagatzemar només les dades significatives per tal de fer que el servidor Pi funcioni de manera més eficient i eficaç possible.

A continuació veureu un exemple del que volem aconseguir, en el primer gràfic trobem els valors de potència activa emmagatzemats sense tractar de l'extrusora 2 en un període de temps. En la segona gràfica veurem aquests mateixos valors tractats correctament. Com podeu veure, la diferència és notable. El número de valors arxivats durant un dia en el primer cas (dades preses i emmagatzemades directament) és de 20173 i en el segon cas (les mateixes dades, amb el mateix temps però en aquest cas tractades) és de 3822. Aquests segon número encara es podrà millorar més, però ja veiem que la quantitat de dades s'ha reduït considerablement i la tendència es pot seguir sense haver alterat la informació que ens mostra.

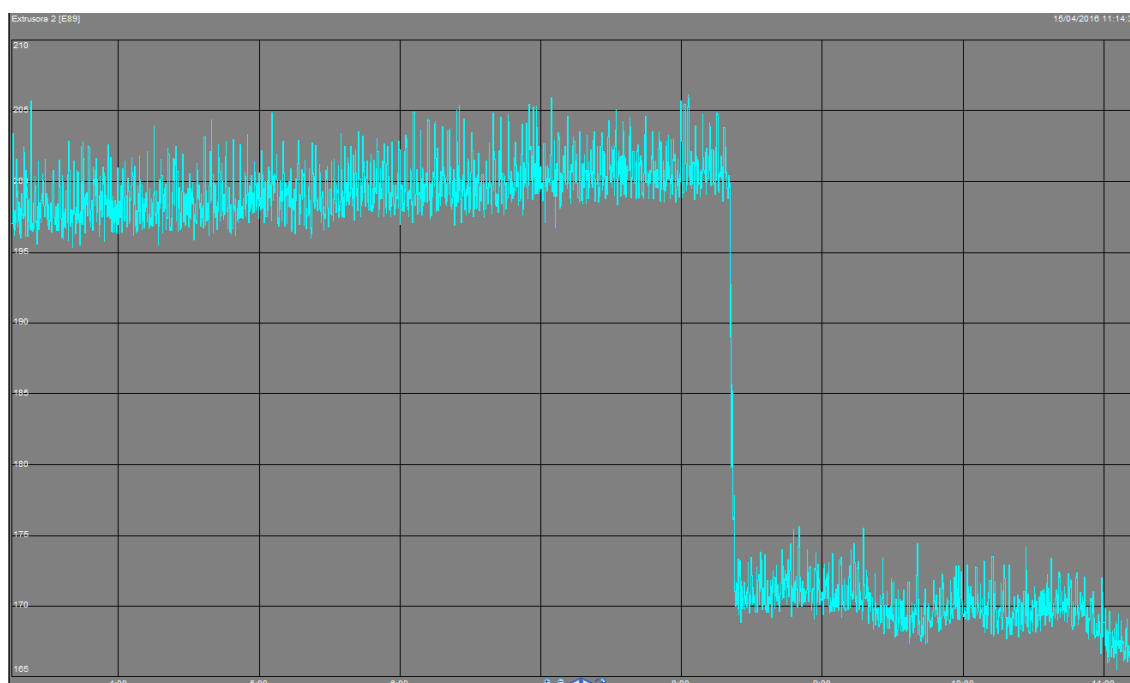


Figura 13.1. Gràfic de la potència activa de l'extrusora 2 sense tractar.

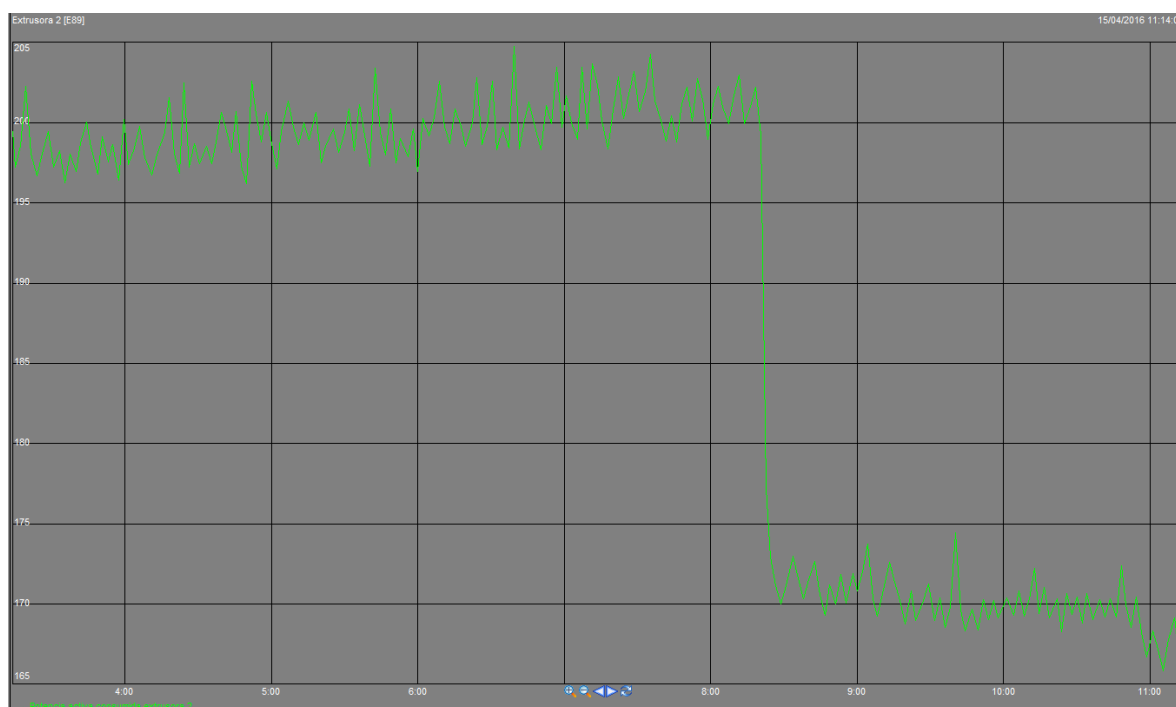


Figura 13.2. Gràfic de la potència activa de l'extrusora 2 tractant les dades.

A les hores, hi ha 3 raons per les quals cal emmagatzemar únicament les dades significatives:

1. Espai al servidor: Es necessitarà molt menys espai si únicament emmagatzemem les dades significatives.
2. Tràfic de la xarxa: Si la configuració d'excepció i compressió no estan establertes correctament, hi haurà més dades enviades a través de la xarxa ja que les dades originals s'enviaran des de la interfície de PI al Servidor PI i cada vegada que un client com PI Processbook o PI Datalink demani les dades. Amb ajustos de compressió i d'excepció degudament afinats es reduirà significativament la càrrega de tràfic de xarxa.
3. Rendiment: Guardar dades excessives en els arxius és una feina extra per el servidor de PI i quan els clients criden llargs períodes de temps d'arxius guardats poden ser operacions molt complicades i lentes. A més, com més dades insignificants més lent anirà el client en llegir-les. Així que si únicament s'emmagatzemen dades significatives en els arxius, el servidor de PI podrà recuperar intervals més grans de temps de dades més ràpidament, donant així un accés molt més ràpid a aquestes als clients.

Doncs, com s'ha comentat anteriorment, hi ha 2 parts per tal de suprimir la informació supèrflua, la primera és la excepció, per tal de filtrar el soroll.

13.2.1 Excepció

La detecció d'excepcions es realitza en la interfície PI (es recorda que la interfície de PI es troba localitzada en el mateix servidor que el KEPServer EX de Kepware) abans de que el valor s'envii al servidor PI. El punt de l'excepció és reduir la càrrega de comunicació entre el servidor de PI i el soroll en la interfície filtrant el soroll obvi.

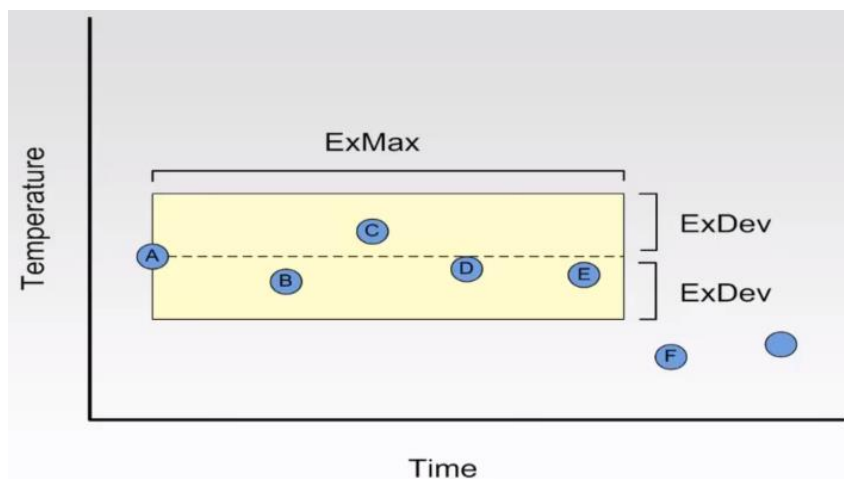


Figura 13.3. Atributs utilitzats per el procés d'excepció.

Per tal de fer una explicació interactiva, aquí tenim un termoparell (sensor de temperatura). Aquest sensor té una certa precisió, tot valor dintre d'aquesta precisió en realitat és només soroll. Prenem una primera lectura que ens dona un valor inicial A i després anem recollint valors periòdicament cada pocs segons (o minuts). La majoria d'aquests valors estan dins de la precisió del termoparell. Com podem veure, B no ha canviat gaire des de A i per tant, no és significatiu. Doncs, si els valors presos tot seguits al primer estan dins la precisió de l'instrument, no seran significatius i no caldrà basar les decisions en aquests valors. Llavors, la precisió del instrument ens permetrà definir una llindar màxim i mínim on les dades no seran significatives mentre no passi un temps determinat. És important anotar que es pot sintonitzar de forma individual tots els TAGS de PI a tenir la seva pròpia configuració d'excepció.

Els atributs que s'han de modificar per tal de configurar les excepcions de cada un dels TAGS de PI són ExMax, que defineix el temps màxim abans de guardar de manera obligatòria el següent valor i el ExDev que defineix l'amplada de la banda on els valors seran descartats.

Per tal de no deformar la tendència sempre es guardarà el primer valor, l'últim valor abans de l'excepció i la excepció pròpiament dita, que aquesta serà el següent primer valor per realitzar el pròxim procés. Tot seguit es mostra una gràfica on es veu clar perquè guardem dos valors dins el rang.

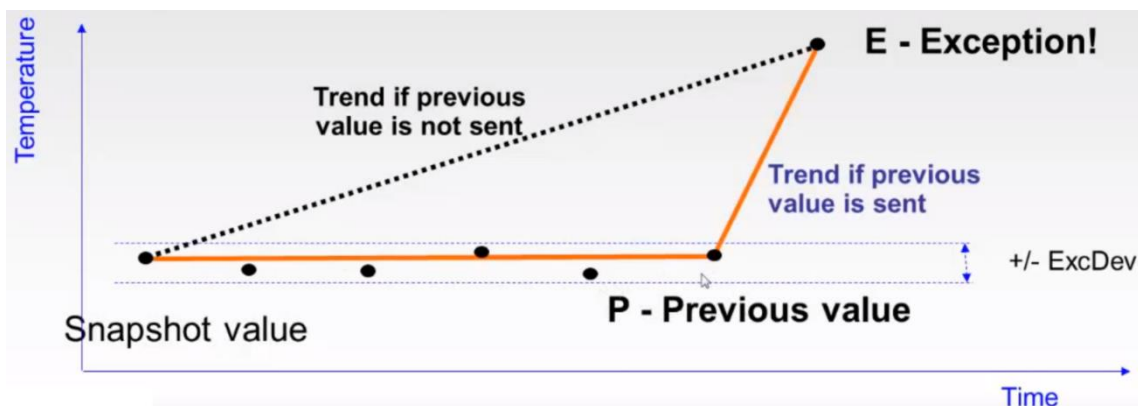







Figura 13.4. Gràfic d'introducció a la Excepció.

Tot seguit intentarem il·lustrar de la millor manera possible com funciona el procés per comprovar si existeix una excepció o no. Tenim els següents valors de temperatura mesurats per el termoparell:



Figura 13.5. Gràfic de les dades d'una sonda de temperatura sense tractar-les.

Amb la següent taula intentarem mostrar el procés a seguir de la interfície de PI per tal d'eliminar valors dins del llindar establert.

Estat	Decisió
 <p>E</p>	Inicialment tenim únicament el valor de snapshot, com a excepció. Al ser el primer valor mesurat, serà sempre una excepció i el nostre punt de referència fins a trobar una segona excepció o fins que transcorri el temps programat.
 <p>E</p>	Es llegeix un segon valor dins del llindar establert per el ExDev. De moment es manté aquest valor.
 <p>E</p>	Es llegeix un tercer valor dins del llindar. Es suprimirà el segon degut a que ja no serà important per mantenir la tendència.
 <p>E</p>	El 4 valor llegit també es manté dins del marge per tant, el 3 es pot menysprear.
 <p>E P E</p>	El 5 valor llegit surt del temps ExMax establert i per tant és la pròxima excepció. Caldrà guardar el valor 5 per tal de no perdre la tendència.

<p>E P E</p>	<p>Aquí ens saltarem un pas per tal de no allargar l'explicació. Com podeu veure el valor 3 d'aquesta imatge esta fora del rang per tant serà la nova excepció i el segon valor d'aquesta imatge serà guardat com a previ a l'excepció per tal de no perdre la tendència.</p>
<p>E</p>	<p>Com a últim cas podem trobar que apareixen dos excepcions seguides, no hi ha cap mena de problema, es guarda el primer valor i es marca com a excepció el segon per tal de seguir el procés.</p>

Finalment com a resultat d'aplicar aquest seguit d'accions s'ha obtingut la següent gràfica, que serà transmesa al servidor de PI.

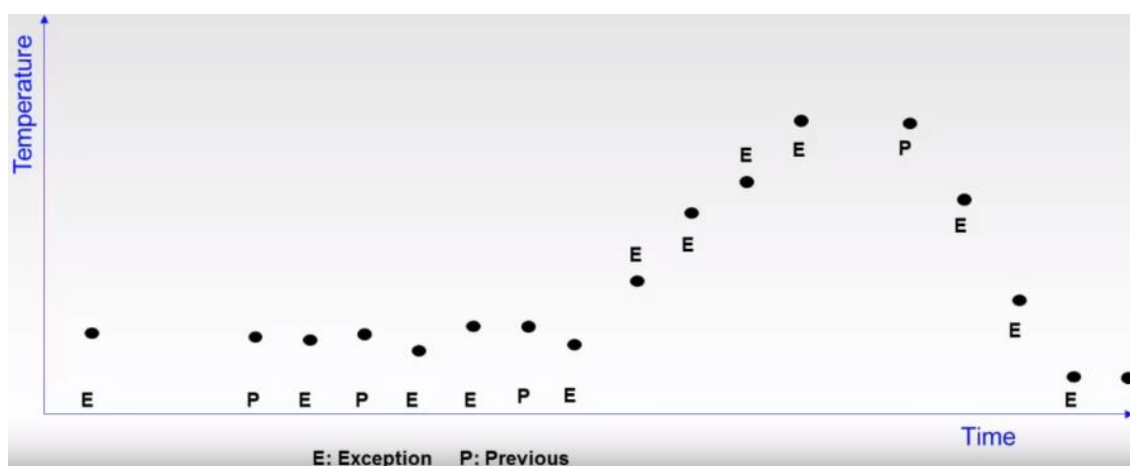


Figura 13.6. Gràfic de les dades anteriors un cop aplicada la Excepció.

En aquest exemple de 20 lectures s'han enviat cap al servidor PI un total de 17, en un altre exemple podrien haver sigut menys o més tot dependrà de el acurat que interessi que sigui el sistema i del procés pròpiament dit. Més endavant ja parlarem del que ens interessa per el que fa a la potència activa que es de lo que majorment tracta aquest treball.

13.2.2 Compressió

El pròxim test és la compressió. És un test més aquesta és una prova més a fons que defineix quines dades seran emmagatzemades finalment en els arxius del servidor PI. A diferència de la excepció, la compressió pot tindre un pendent. Degut a aquest pendent s'utilitza un algoritme anomenat "porta de vaivé" o "Swinging door algorithm" ja que sembla una porta vista des de dalt i pot pivotar sobre l'eix perquè coincideixi amb el pendent de les dades.

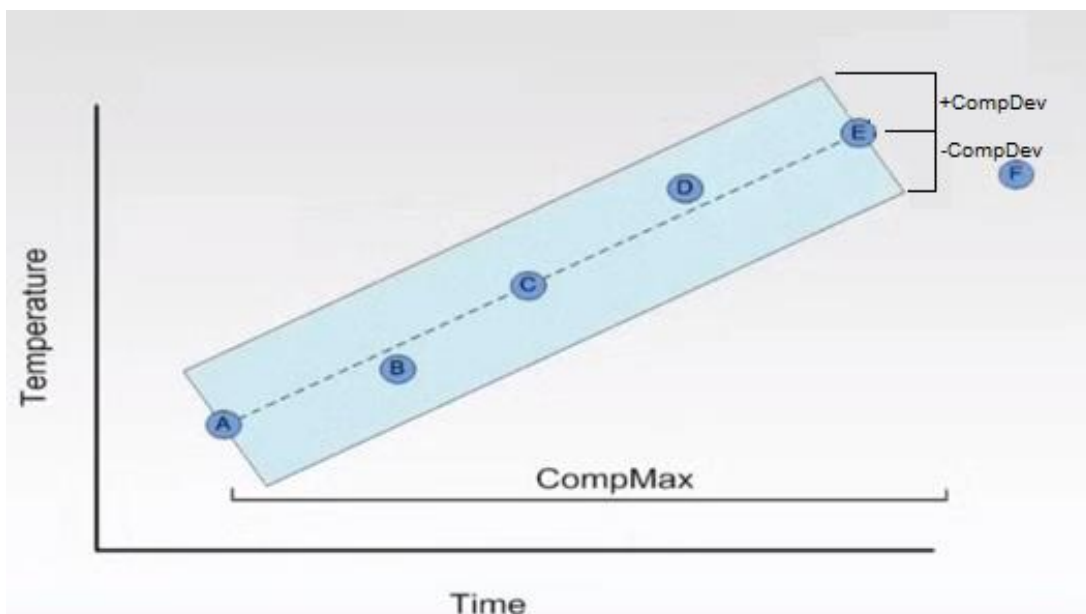


Figura 13.7. Atributs utilitzats per el procés de compressió.

Ara, llevat que estigui utilitzant el sistema PI buffer per esmorteir les dades, l'assaig de compressió es duu a terme al servidor PI realitzat per el subsistema d'instantànies (Snapshot) abans que les dades s'enviïn i s'escriugin en els històrics. Si utilitzeu el subsistema de memòria intermèdia del PI (PI buffer), la compressió es realitza en el node d'interfície abans de ser enviada al servidor PI.

Així que la idea, de nou, és emmagatzemar únicament les dades que tenen significat sense perdre la fidelitat de la informació. Ja que cada sensor i , per tant, cada TAG de PI és diferent, és important sentir-se còmode amb la mecànica de les compressions per tal de realitzar amb seguretat la configuració. Aquest cop també tenim dos paràmetres amb els quals jugar, la compressió màxima i la desviació de la compressió.

L'algoritme de compressió es basa en tres valors. L'últim valor arxivat (el més recent, en el gràfic anterior, el trobem representat per el valor A), el valor instantània actual (E), i el valor d'entrada que apareixerà tot seguit (F).

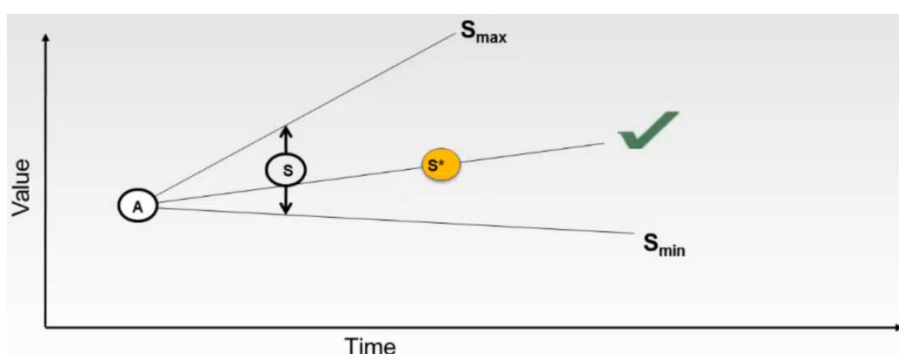


Figura 13.8 Procés de compressió [1].

Així que en el principi només existeix l'últim valor arxivat (A) i el valor actual o instantani (snapshot - S^*). Recordeu que el snapshot és l'últim valor que ha passat el test d'excepcions, per tant és l'estat instantani actual del procés. No obstant això, passat un temps, és molt possible que no sigui necessària aquesta dada en els històrics de PI. Per tal de comprovar-ho, el primer pas és calcular els pendents. Tenim un valor arxivat, un

snapshot (valor d'instants) i tenim la configuració de desviació de compressió, mitjançant aquests, el programa calcularà el pendent màxim i el pendent mínim. Un pendent de referència es calcula utilitzant l'esdeveniment entrant i es compara amb la màxima pendent i el pendent mínim. Llavors la rutina pren la decisió de si el valor del snapshot es pot escriure en els arxius de PI o no. Aquesta decisió es pren en base a que si l'esdeveniment entrant cau dins d'aquest angle (format entre els dos pendents, com ho fa en la següent imatge) l'esdeveniment d'entrada es converteix en el nou snapshot i podem descartar el valor snapshot que teníem fins el moment.

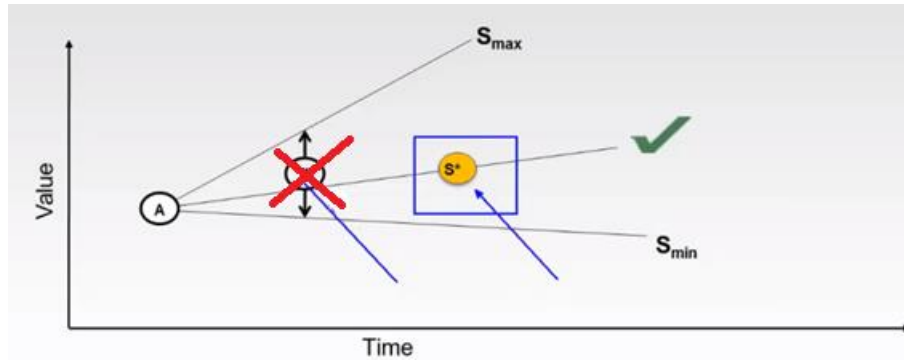


Figura 13.9. Procés de compressió [2].

A continuació, tornem a calcular les pendents mínimes i màximes. Ara cal notar que el nostre angle s'ha reduït una mica.

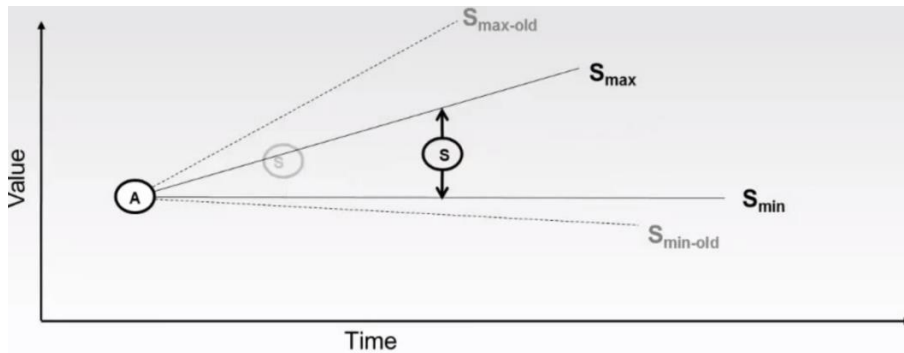


Figura 13.10. Procés de compressió [3].

Ara, de nou, l'esdeveniment entrant entra i ho comparem amb la nostra màxima i els nostres pendents mínimes. Com es troba en el interior, passa a ser el nostre snapshot i l'anterior es descarta.

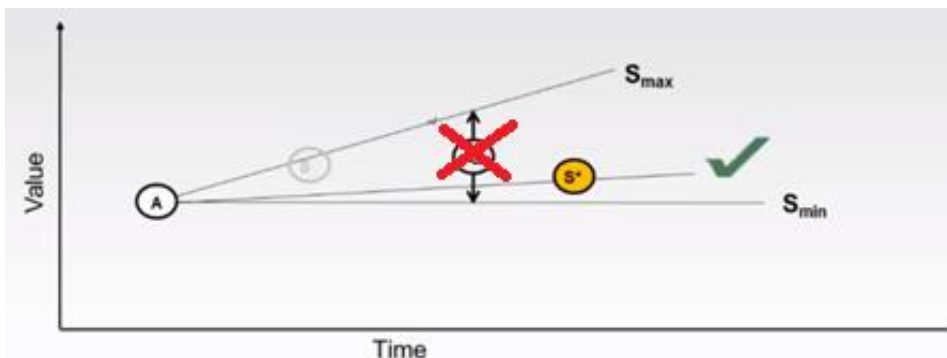


Figura 13.11. Procés de compressió [4].

Tot seguit entre un altre valor, es calculen de nou els pendents mínim i màxim, però en aquest cas cal tenir en compte una nova regla addicional que s'ha d'aplicar. El pendent mínim sempre ha d'estar disminuint, el nou S_{min} en cap cas pot ser inferior el anterior, en cas de ser-ho (com en la següent figura) caldrà mantenir el $S_{min-old}$ (el anterior). Aquest mateixa nota, cal anotar-la per a la S_{max} , però en aquest cas sempre es conservarà el valor inferior.

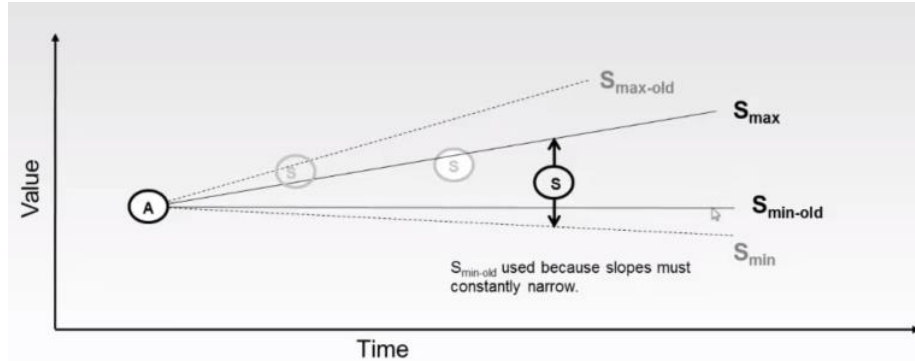


Figura 13.12. Procés de compressió [5].

Un cop re calculats aquests pendents, el proper valor entrant (com es pot veure en el següent gràfic) està fora del nostre angle acceptable. Això vol dir que en aquest cas no podem descartar el snapshot, s'ha de enregistrar passant així a ser el darrer valor arxivat i per altre banda el valor que acaba d'entrar el nou snapshot.

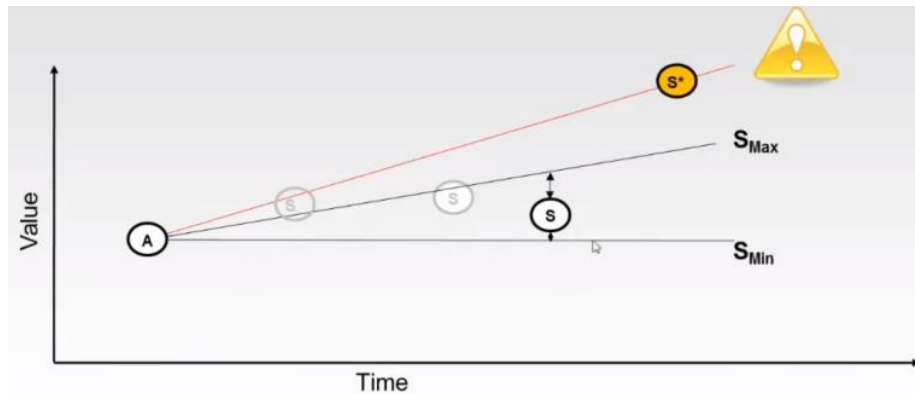


Figura 13.13. Procés de compressió [6].

Així que hem definit un nou últim valor emmagatzemat que s'escriurà en els arxius del servidor de PI i començarem tot el procés de nou.

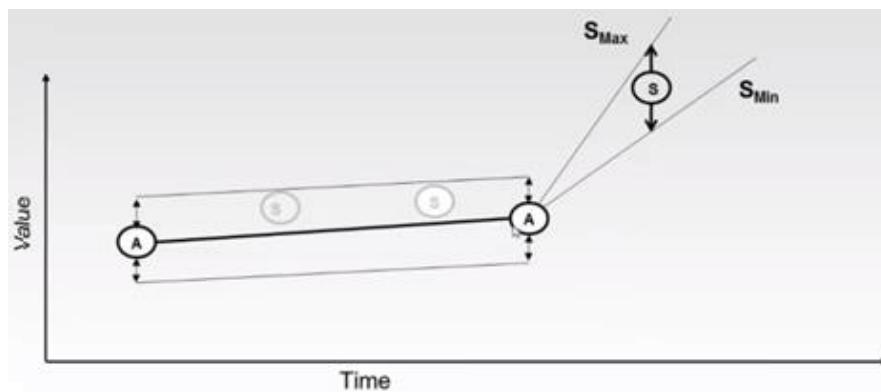


Figura 13.14. Procés de compressió [7].

Cal observar que entre els dos valors emmagatzemats fins el moment, la desviació de compressió configurada defineix el paral·lelogram que conté totes les dades que s'han anat processant entre aquests dos valors.

Un cop realitzat el tractament de dades podem analitzar el resultat per tal de mostrar l'eficient que pot arribar a ser.

Inicialment es tenien 20 dades, després de les excepcions ens han quedat 17 dades i finalment després de les compressions s'ha hagut d'emmagatzemar únicament un total de 8 dades, que mantenen fidelment la tendència de les dades obtingudes. Aquest procés és mostrarà en les següents imatges:

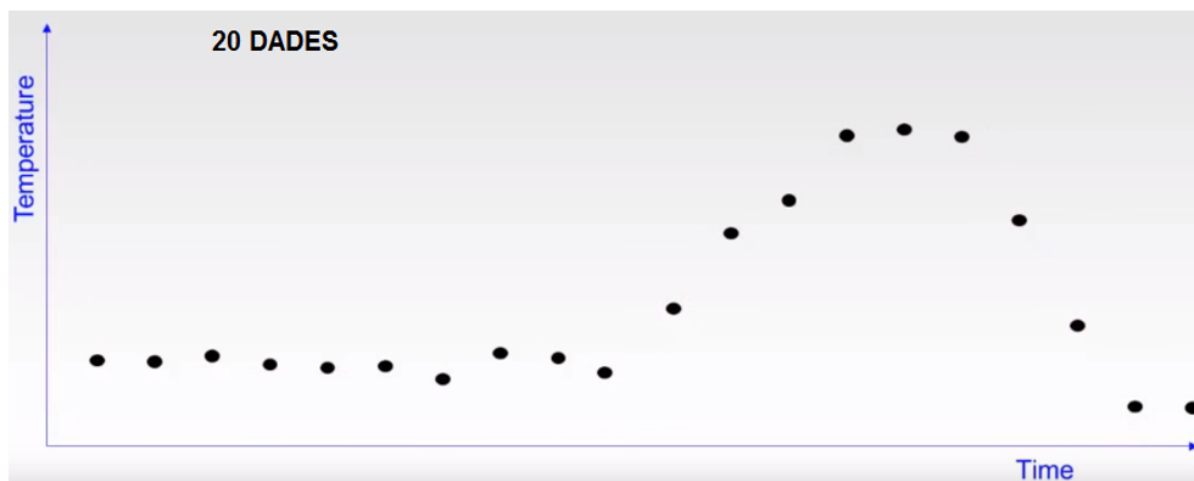


Figura 13.15. Tractament de dades complet - Inicial.

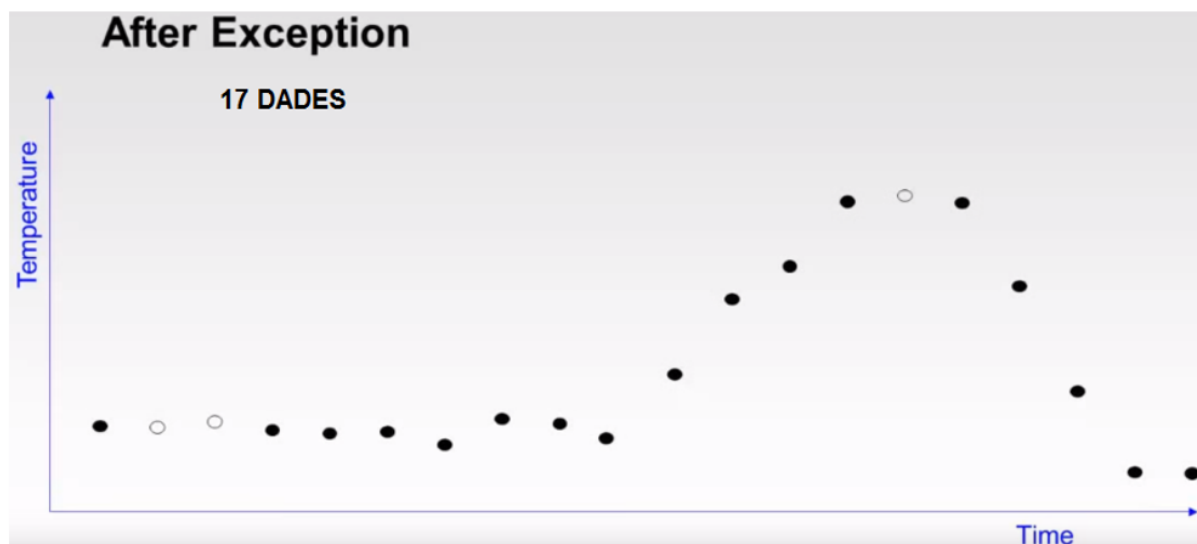


Figura 13.16. Tractament de dades complet – Després de l'excepció.

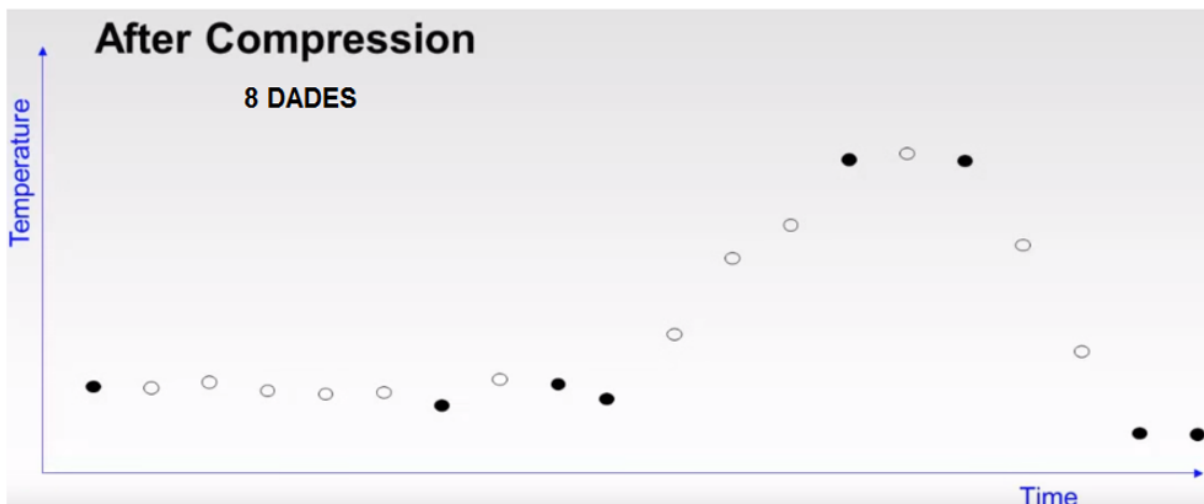


Figura 13.17. Tractament de dades complet – Després de la compressió.

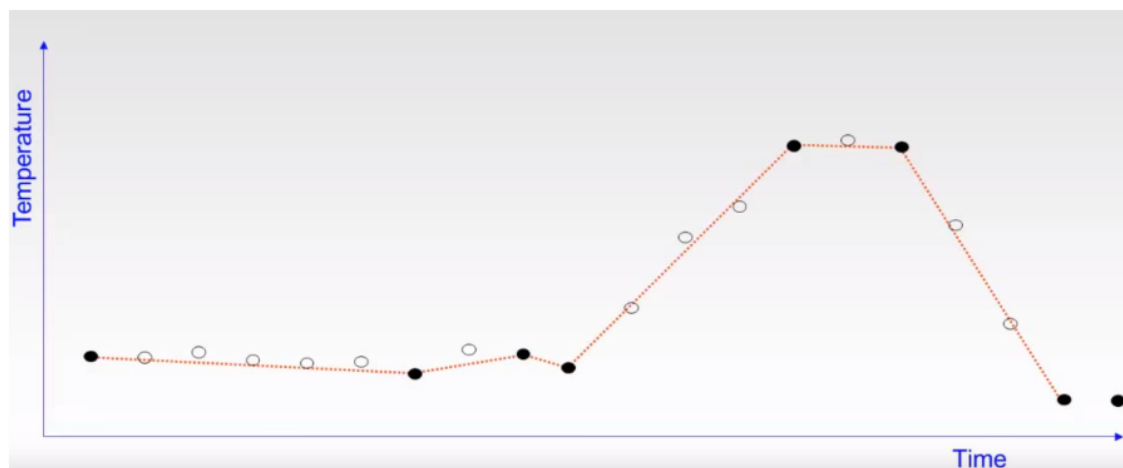


Figura 13.18. Representació de la Tendència resultant.

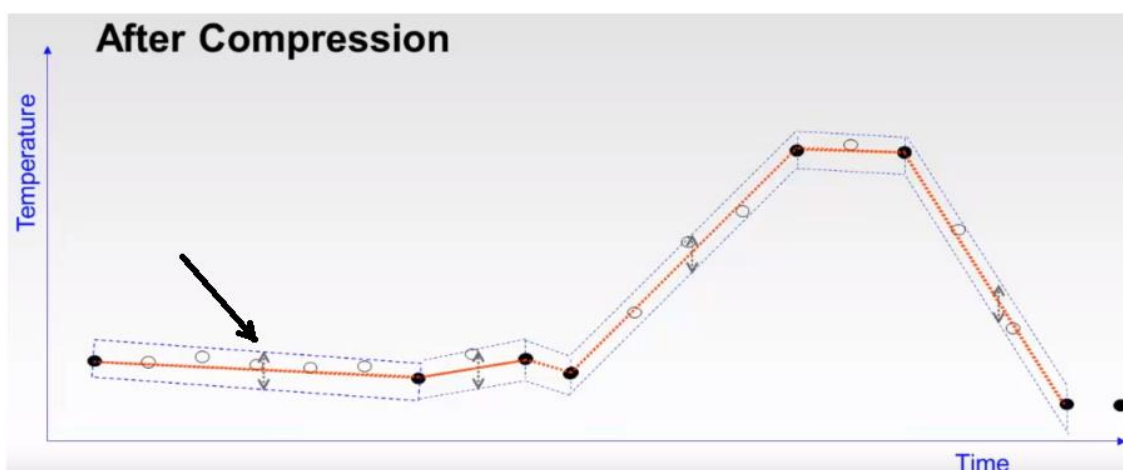


Figura 13.19. Representació de la Tendència resultant amb els atributs de la compressió visibles.

Si representem la línia de tendència que dibuixa el PI ProcessBook i ens fixem amb els valors descartats, observem que estan dins de les desviacions que s'han configurat prèviament (CompDev).

Així que, en resum, la configuració de l'excepció generalment ha de ser lleugerament inferior a la precisió de l'instrument. O bé, és pot configurar perquè sigui aproximadament la meitat de la desviació de compressió.

Tot i així, després de realitzar diverses proves s'ha arribat a la conclusió que el millor és fixar l'excepció a la precisió del instrument CVM associat al TAG, que normalment és de $\pm 0,5\%$. Tot seguit es fixa la compressió al doble.

Per tant s'ha configurat el excdevpercent a 0,5 i el compdevpercent a 0,25 i caldrà ajustar el SPAN i el ZERO en relació amb les dades emmagatzemades amb antelació. El Span, és el valor màxim al que pot arribar la variable i el Zero el mínim.

La pregunta que resumeix tot aquest tema és la següent:

Si es desactiva la compressió es tindrà més bona informació?

No, únicament tindrem més dades per mostrar la mateixa informació.

13.3 Annex 3 – Millora TAGs MS

Inicialment els TAGs multi estat (MS) dels quals s'ha parlat en l'apartat 6.2.2, anaven calculant-se cada 10 minuts, de tal manera que provocava una alteració de la informació. Es recorda que el valor d'aquests TAGs prové dels càlculs realitzats, normalment, entre el TAG de potència activa i un TAG indicador de si s'està produint o no. Aquests TAGs per si sols no van sincronitzats, i si a més, es suma el factor de que únicament es calcula el estat del MS cada 10 minuts, hi ha moments en que es veurà en l'aplicació un consum de 0 kW i l'estat de la subàrea seguirà en funcionament durant el desfasament.

Això es notava quan s'observava durant un temps l'aplicació; es donava el cas que mostrava un valor de 0 kW i es mantenia en verd durant uns minuts. Aquesta quantitat de minuts depenia del temps que havia transcorregut des de l'últim canvi del MS, ja que cada canvi és realitzava cada 10 minuts. El mateix passava en el cas contrari, quan es passava d'un estat de producció a un estat d'inactivitat.

Per tal de mostrar aquest fenomen, centrarem l'exemple en un dels TAGs MS més basics que s'ha creat, el del CHILLER 2, un MS que ens indicarà únicament si la maquina està encesa o aturada sense tindre cap tipo d'alarma. Cal anotar que s'ha creat d'aquesta manera perquè, fins al moment, no es té una informació de la variable que determini si ha d'estar o no funcionant, tal com s'explica durant el treball. Degut a la seva simplicitat, aquest exemple és ideal per comentar la millora realitzada. Per tant, un cop aclarit aquest tema, es mostrarà una taula resum del TAG del CHILLER 2:

TAG	CONDICIÓ	Interval, Offset
Chiller_2_Energia_MS_VAL	If('E22_PotenciaActiva_PLC_VAL'>0) Then 1 Else 0	/F=00:10:00,00:00:00
E22_PotenciaActiva_PLC_VAL	-	/F=00:10:00,00:09:30

Tot seguit es mostra un exemple del problema, es pot apreciar el CHILLER 2 s'ha encès i el MS que ho indica encara no ha variat (en la figura superior) fins a passar un cert temps (en la figura inferior).

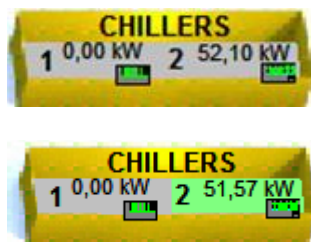


Figura 13.20. Retard en el canvi de l'animació del TAG MS.

Com es pot veure en la grafica adjunta, aquesta anomalia ha estat activada durant 9 minuts doncs, calculant que això passa en pràcticament tots els canvis d'estat suposa un problema.

A més, si observeu **el grafic adjunt a la dreta**, es pot apreciar que ens indica "Apagado" i un consum de 52,09 kW, cosa que pot esdevenir una confusió pensant que tindria que estar en l'estat "Sobre Consumo" o que el programa ha deixat de funcionar correctament.

Com és lògic, aquesta mateixa anomalia pot ocòrrer en el estat de "Sobre Consumo" o estat d'alarma, informant incorrectament que s'ha d'apagar maquinaria o, a l'inrevés, pot indicar que tot està correctament i realment està en un estat de sobre consum. Per tant, s'ha d'intentar millorar.

Per millorar aquesta funció s'ha implementat un nou metode d'anàlisi de dades. Fins aquest moment s'ha configurat un periode de temps entre lectures i un periode de temps entre cada un dels calculs realitzats que ara es procedeix a millorar per tal de que cada vegada que es llegeix de camp un valor, recalculi el valor del TAG MS.

Dit d'una altre manera, en lloc de dependre d'un periode constant, es crearà un event que farà executar el càlcul quan aquest event s'esdevingui. En l'exemple, la variació del valor del TAG E18_PotenciaActiva_VAL provocarà aquest event i es realitzara l'operació desitjada.

D'aquesta manera s'aconseguira sincronitzar aquests càlculs. A més, es reduirà el número de càlculs realitzats ja que si no existeix cap variació, no es realitzarà cap càlcul.

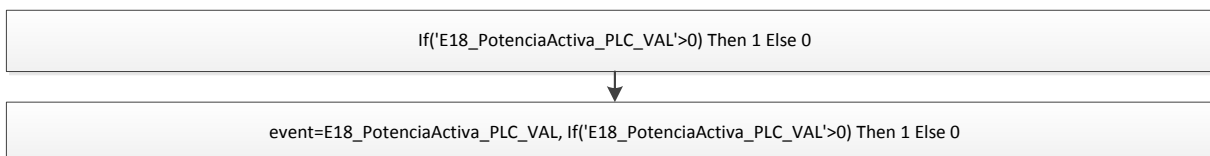


Figura 13.21. Primera millora TAG MS.

Per últim, s'introduirà una condició per tal de no donar resposta enganyosa si les dades obtingudes son errònies. Simplement es comprova que el valor del TAG E18_PotenciaActiva_PL_C_VAL sigui un valor "no acceptat" i si això es compleix no realitzarà cap càlcul. Per tant si no es compleix, serà un valor acceptat i es realitza la operació desitjada, que en aquest cas es una altre condició.

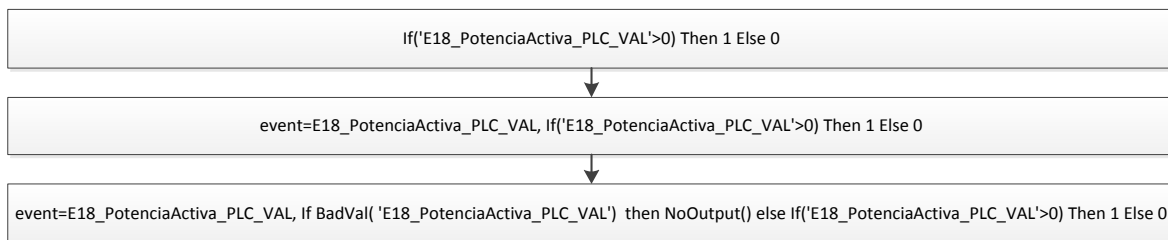


Figura 13.22. Segona millora TAG MS.

Un cop implementat aquest canvi, es pot apreciar el seu correcte funcionament en el següent grafic:

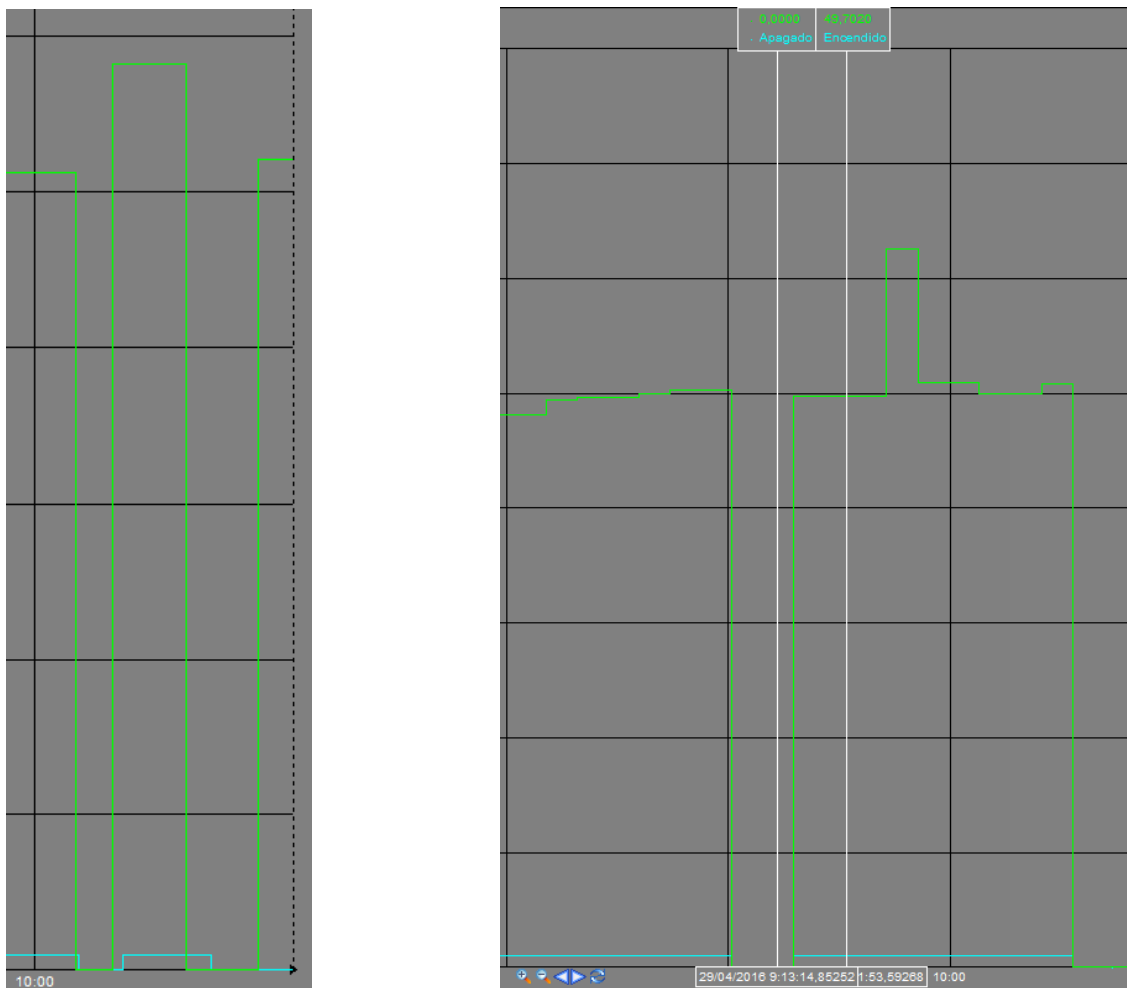


Figura 13.23. La imatge de l'esquerra es produeix abans de la millora i la imatge de la dreta es visualitza, després.

13.4 Annex 4 – Manual d'usuari



TECHNICAL SYSTEMS

Manual de Usuario ProcessBook Energías





Contenido

Objetivo del documento.....	4
Alcance	4
Acceso e información externa	4
Funcionamiento.....	5
¿Cuándo se activan las alarmas?	7

Objetivo del documento

En el presente documento se pretende detallar el funcionamiento del ProcessBook de energías y los posibles métodos usados para la revisión de la información que este nos muestra.

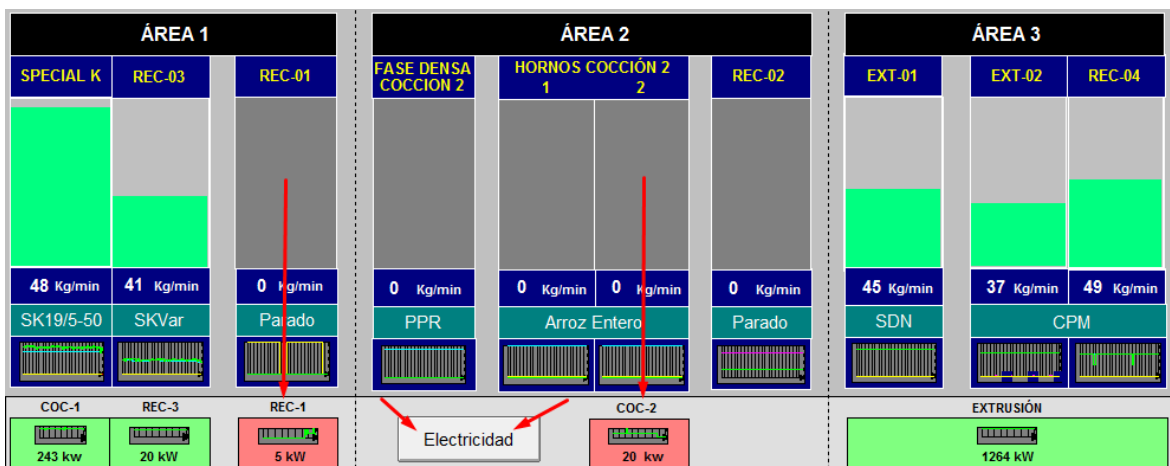
Alcance

Informar sobre los sobreconsumos existentes en la planta, contribuyendo así en los objetivos marcados para la reducción de consumo energético corporativo.

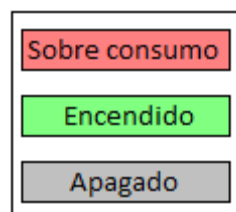
Esta primera versión está destinada al control del consumo energético durante los **paros totales o parciales de la planta**. Permitirá identificar las zonas donde el consumo de energía debería ser prácticamente o totalmente.

Acceso e información externa

En la pantalla OVERVIEW se ha introducido un botón llamado “Electricidad”. Este botón nos dirigirá al ProcessBook de Energías directamente.

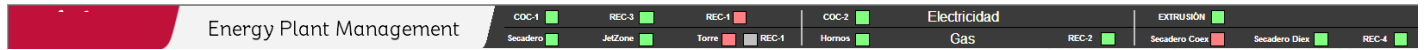


Este panel muestra en que área se encuentra un sobreconsumo en caso de parada de proceso. Esta información es interesante sobre todo en las paradas de producción, donde la alarma “Sobre Consumo” nos indicara que el consumo es superior al ideal. Siguiendo siempre la siguiente leyenda:

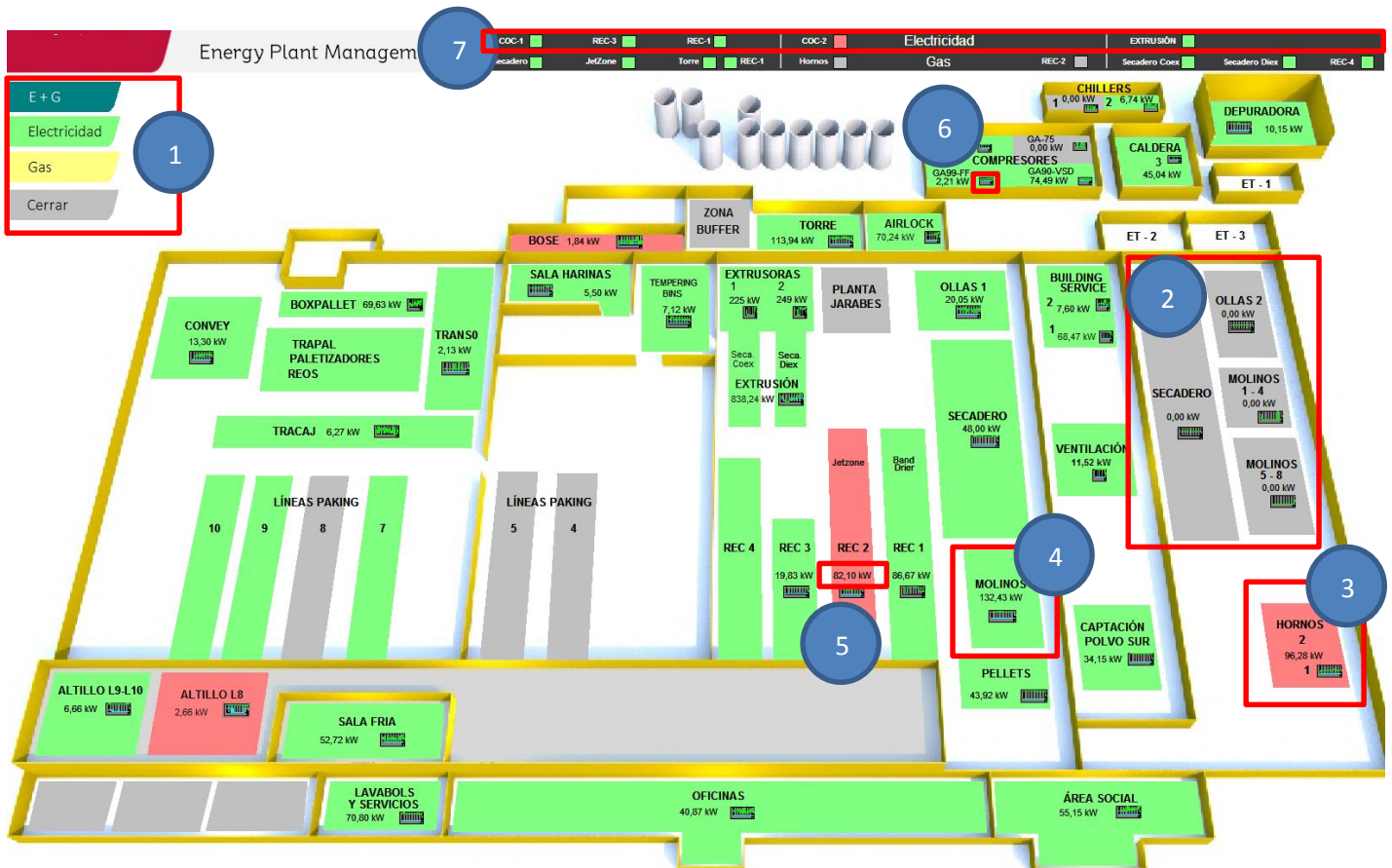


Funcionamiento

Al acceder al aplicativo en la parte superior se encuentra un resumen que muestra la misma información que en el OVERVIEW.



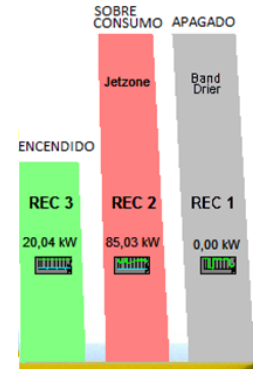
La aplicación es muy simple e intuitiva. Con un simple vistazo se identificaran las zona donde existe ese sobreconsumo y se puede proceder a realizar una acción. A continuación se comentaran diferentes aspectos a destacar:



1. Menú: Escoger la información que desee visualizar. Para cambiar de modo de visualización se presiona sobre la vista que queremos activar/desactivar.

E + G	Muestra ELECTRICIDAD + GAS	E + G	MIXTO <u>DESACTIVADO</u>
Electricidad	Muestra únicamente ELECTRICIDAD	Electricidad	ELECTRICIDAD <u>ACTIVADO</u>
Gas	Muestra únicamente GAS	Gas	GAS <u>DESACTIVADO</u>
Cerrar	Volver al OVERVIEW	Cerrar	-

- Sub Áreas Apagadas correctamente ■: Las sub-áreas marcadas en gris están apagadas correctamente. No están produciendo y no consumen más del mínimo establecido (normalmente 0 kW).
- Sub Área con Sobre consumo ■ [ALARMA]: Las sub-áreas marcadas en rojo están en alarma. No están produciendo y están consumiendo más del mínimo establecido (normalmente consumen más de 0 kW).
- Sub Área Encendida y produciendo ■: Las sub-áreas marcadas en verde están encendidas y produciendo.
- Sobre consumo **85,03 kW**: Una sub-áreas en estado de alarma, el valor que muestra es la posibilidad de ahorro energético que se tiene.
- Tendencias ■: Al hacer doble clic sobre el grafico aparecerán las líneas de tendencia de potencia activa (en verde) y el estado de la maquina (en rojo). De esta forma al desplazar el cursor por encima veremos si la potencia que se está consumiendo es por funcionamiento normal (Encendido) o por Sobre consumo.



. 53.3070	. 90	. 0.0000
. Encendido	. Sobre Consumo	. Apagado



¿Cuándo se activan las alarmas?

Alarmas generales:

Sobre Consumo – Siempre que una de las sub áreas se encuentre en alarma de sobre consumo. Esta alarma dominara sobre las demás y el área entera se indicará también como sobre consumo (rojo).

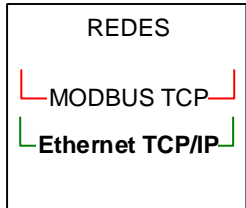
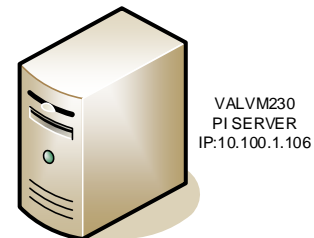
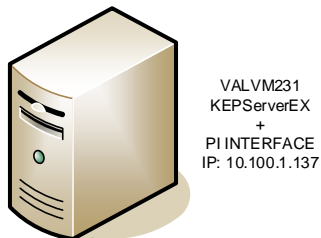
Encendido – Si y solo si, ninguna de las sub áreas está en alarma (Sobre Consumo) y aunque únicamente una de ellas este encendida, el área será determinada como encendida (verde).

Apagado - Si todas las sub áreas están apagadas, por lo tanto ninguna de las sub áreas está en alarma y ninguna de ellas está encendida, el área se marcara como parada (gris).

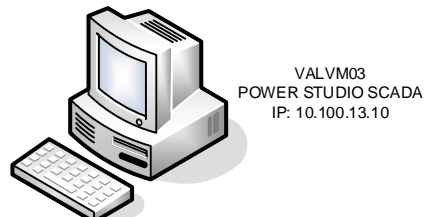


13.5 Annex 5 – Esquema analitzadors de xarxa

NIVELL 3



NIVELL 2



Ethernet TCP/IP

NIVELL 1



NIVELL 0



Ethernet TCP/IP

