

Índex del projecte

1	Introducció	6
	L' empresa DsetSolutions S.L.....	6
1.1	Motivacions.....	7
1.2	Propòsit.....	7
1.3	Objectius.....	7
	1.3.1 Entorn de desenvolupament.....	8
	1.3.2 Objectiu final.....	8
2	Estudi de viabilitat.....	9
2.1	Despeses econòmiques.....	9
	2.1.1 Despeses de recursos humans.....	9
	2.1.2 Despeses de maquinari.....	9
	Llicències de programari.....	10
	2.1.3 Conclusió.....	10
2.2	Alternatives.....	10
	2.2.1 Dispositiu alternatiu.....	10
	Taula d'especificacions del producte.....	11
	Diferència de costos.....	11
3	Metodologia i planificació.....	12
3.1	Taula de temporització de tasques.....	12
3.2	Breu descripció de les tasques.....	12
	3.2.1 Passos previs.....	12
	3.2.2 Exploració del material.....	13
	3.2.3 Creació de l'escenari de proves.....	13
	3.2.4 Exploració del maquinari per defecte.....	14
	3.2.5 Programació del dispositiu.....	14
	3.2.6 Programació del servidor intermediari.....	14
	3.2.7 Disseny del gadget web.....	14
	3.2.8 Testeig.....	14
	3.2.9 Depuració.....	14
	3.2.10 Creació del gadget.....	14
	3.2.11 Planificació del controlador.....	15
	3.2.12 Creació del controlador.....	15

3.2.13 Documentació.....	15
4 Marc de treball.....	16
4.1 Esquema de la solució proposada.....	16
4.2 Recollida de dades.....	17
4.2.1 Capturador de dades.....	17
4.2.2 Tecnologia sense fils Zigbee.....	18
4.2.3 Nomenclatura interna de Digi Sensors “Xbee”.....	19
4.2.4 Protocol de comunicacions Modbus.....	19
4.3 Comunicació amb el servidor principal	19
4.3.1 El portal de comunicacions YES (Your Energy System).....	19
4.3.2 La passarel·la “ToYes”.....	20
4.4 Visualització de les dades.....	20
5 Requisits del sistema.....	21
5.1 Requisits funcionals.....	21
5.2 Requeriments no funcionals.....	21
6 Estudi i decisions.....	22
6.1 Maquinari.....	22
6.1.1 Computador.....	22
6.1.2 “Gateway” de comunicació.....	22
6.1.3 Servidor intermediari.....	22
6.1.4 Servidor web.....	22
6.2 Programari.....	23
6.2.1 Sistema operatiu.....	23
6.2.2 Kit de desenvolupament de programari (SDK) destinat al recopilador de dades	23
6.2.3 Kit de desenvolupament de programari (SDK) destinat al gadget web.....	23
6.2.4 Entorn de desenvolupament integrat (IDE).....	23
6.2.5 Suite ofimàtica.....	23
6.3 Llibreries.....	24
6.3.1 Recopilador de dades.....	24
6.3.2 Passarel·la ToYes.....	24
Classe Bridge.java.....	25
Classe FileData.java.....	25
6.3.3 Gadget Web.....	26
7 Anàlisi i disseny del sistema.....	27

7.1 Projecte SlothX2.....	27
7.1.1 Desenvolupament.....	27
7.1.2 Classes.....	28
7.1.3 Dades.....	28
7.2 Projecte ToYes.....	29
7.2.1 Desenvolupament.....	29
7.2.2 Classes.....	29
7.2.3 Dades.....	30
7.3 Gadget Web.....	30
7.3.1 Classes.....	30
8 Implementació i proves.....	31
8.1 Problemes d'inicialització.....	31
8.2 Problemes d'utilització del Kit.....	32
8.3 Problemes de comunicació (YES).....	35
8.4 Problemes varis.....	36
9 Implantació i resultats.....	37
9.1 Implantació.....	37
9.1.1 Inici del projecte.....	37
9.1.2 El material.....	37
9.1.3 El laboratori de proves.....	38
9.1.4 Programari integrat.....	38
9.1.5 Programació del captador de dades.....	40
Recollida de dades.....	40
9.1.6 Programació d'una passarel·la.....	41
9.1.7 Esbós del gadget.....	42
9.1.8 Testeig.....	42
9.1.9 Depuració.....	43
9.1.10 El gadget web	43
9.1.11 Planificació del controlador de Zigbee.....	44
9.1.12 La memòria.....	44
9.2 Resultats.....	45
10 Conclusions.....	47
10.1 Assoliment de la tasca inicial.....	47
10.2 Desviacions en la planificació.....	47

11 Treball futur.....	48
11.1 Millores aplicades al programari.....	48
11.2 Millores de tecnologia inal·làmbriques.....	48
11.3 Millores de mobilitat.....	49
12 Bibliografia.....	50
12.1 Llibres consultats.....	50
12.2 Enllaços web consultats.....	50
13 Manuals d'usuari/instal·lació.....	52

Índex d'il·lustracions

Figura 1: Emblema DsetSolutions S.L.....	7
Figura 2: Esquema de la solució proposada amb indicadors de gestió.....	14
Figura 3: Esquema de la solució proposada.....	17
Figura 4: ConnectportX2 de Digi.....	18
Figura 5: Sensor "demo" Xstick de Digi.....	18
Figura 6: Sensor Xbee de Digi.....	20
Figura 8: Modul Python Modbus.....	25
Figura 9: Llistat de connexions ConnectportX2.....	32
Figura 10: Programari per defecte de "In-Premise Display".....	33
Figura 11: Nou tema al fòrum de Digi.....	34
Figura 12: Certificats de l'empresa Certicom.....	35
Figura 13: Programari amb el certificat tallat.....	35
Figura 14: Maill de resposta SAT Digi.....	36
Figura 15: Seu DsetSolutions S.L.....	38
Figura 16: Kit for Smart Energy de Digi.....	39
Figura 17: Laboratori de treball.....	39
Figura 18: Portal web idigi.com.....	40
Figura 19: Portal web gestió de dispositius Digi.....	40
Figura 20: PLC de recollida de senyals.....	42
Figura 21: Portal Yes(Your Energy System).....	43
Figura 22: Gadgets inicials de l'aplicatiu web YES.....	43
Figura 23: Captura de fitxer Log.Txt.....	44
Figura 24: Gadget en mode taula de valors.....	45
Figura 25: Captura del funcionament ConnectportX2 via Telnet.....	46
Figura 26: Registre del funcionament ToYes.....	46
Figura 27: Visualització de dades del sistema Yes.....	47
Figura 28: "Dashboard" mostrant dades inserides.....	47

Índex de taules

Taula 1: Taula de costos.....	10
Taula 2: Especificacions del dispositiu alternatiu.....	12
Taula 3: Taula de planificació.....	13
Taula 4: Especificacions Connectport X2.....	19
Taula 5: Taula de classes del programa SlothX2.....	29
Taula 6: Taula de dades del programa SlothX2.....	29
Taula 7: Taula de classes del programa ToYes.....	30
Taula 8: Taula de fitxers del programa ToYes.....	31
Taula 9: Taula de classes del gadget web.....	31
Taula 10: Taula de classes de la primera etapa de recollida de dades.....	41

1 Introducció

La monitorització de consum de qualsevol instal·lació sempre ha estat un objectiu per a qualsevol empresa. És necessari tenir un control absolut sobre el cost, i avui dia més que mai, poder-hi accedir des d'Internet.

El problema més destacat, és que aquestes instal·lacions poden arribar a tenir un cost molt elevat, a més, cal afegir-hi la complexitat d'elecció de dispositius. Per tant, al no ser una feina fàcil, les empreses acostumen a contractar serveis de tercers per cobrir-les.

DsetSolutions S.L és l'empresa on es desenvolupa el projecte i ofereix un ampli ventall de solucions en el sector de la monitorització d'instal·lacions. L'empresa, ha optat per millorar una de les solucions de monitorització de què disposa per fer-la més econòmica i més eficient. La idea d'aquest projecte és que aquest propòsit es compleixi de la millor forma possible.

L' empresa DsetSolutions S.L

DsetSolutions S.L (*Fig1*) és una empresa tecnològica dedicada al desenvolupament de solucions TiC per a la gestió i estalvi energètic. L'empresa és una spin-off de la Universitat de Girona nascuda l'any 2004 a iniciativa del grup de visió per Computador i Robòtica (VICOROB) de la Universitat de Girona.

L'activitat es centra en el desenvolupament de solucions per a l'optimització de la gestió energètica d'edificis i instal·lacions. A DSET s'han desenvolupat un conjunt d'eines informàtiques, hardware i software, que ens permeten estar sempre connectats amb els edificis, conèixer al moment qualsevol incidència, i efectuar un manteniment preventiu i correctiu. A més, ens proporciona la màxima informació per a prendre les accions necessàries perquè l'edifici estalviï energia. A destacar la col·laboració amb Gas Natural, i el concurs guanyat l'any 2009 per l'adequació de telegestió de les seves instal·lacions a tot el territori espanyol. I especialment l'èxit del primer producte K2Energia, implantat actualment pel control energètic de 1.200 vivendes de Catalunya i Astúries. Per més informació consultar la nostra pàgina web: <http://www.dset-solutions.com>



Fig 1 : Emblema DsetSolutions S.L

1.1 Motivacions

La motivació a l'hora d'executar aquest projecte ha estat primordialment el fet de poder treballar en una empresa puntera en el sector informàtic/electrònic, així com conèixer noves tecnologies de futur de l'àmbit de la monitorització d'instal·lacions. També, un dels punts favorables ha estat l'assessorament professional proporcionats per DsetSolutions S.L ja que s'ha rebut l'ajuda d'un enginyer que ha intervingut en tota la tasca tant en ètica de concepte com en metodologia de treball.

Donada l'arquitectura dels diferents punts del projecte, es pot remarcar que ha influït molt el fet de poder utilitzar dos llenguatges de programació diferents, a part d'un “*kit*” de desenvolupament de programari (SDK) propi de Google. Tot plegat, fa que professionalment sigui un gran do de futur i per tant una gran motivació

1.2 Propòsit

El propòsit del projecte es basa en dissenyar i implementar un sistema que permeti la recollida de dades d'una instal·lació, mitjançant un dispositiu de baix consum que utilitzi l'estàndard Zigbee entre d'altres. Aquest dispositiu es connectarà als sensors de la instal·lació mitjançant varis protocols, entre ells, el Zigbee i Modbus. Un cop recollides les dades es tractaran i s'enviaran a un servidor situat a DsetSolutions S.L, el qual amb un aplicatiu web orientat al client, permetrà veure tots els valors que van recollint els dispositius i interpretar-los còmodament amb diferents gadgets web de fàcil visualització.

1.3 Objectius

Els objectius d'aquest projecte consisteixen en el disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització i anàlisi de dades de consum d'una instal·lació de monitorització (consum energètic, temperatura, etc.). Aquesta informació està recopilada i mesurada per dispositius que disposin del protocol de comunicacions de baix consum i sense fils Zigbee entre d'altres.

Aquest projecte s'implementarà sobre el dispositiu tipus “*gateway*”, en concret el “ConnectPortX2 Smart Energy” de l'empresa Digi.

Com a punt i final, les dades s'envien a una passarel·la intermediària, que mitjançant “*web service*” viatgen a un servidor de DsetSolutions S.L, on es tracten i es mostren mitjançant un aplicatiu web d'una manera agradable al client. En aquest aplicatiu web hi ha una seria de gadgets que és on es desenvolupa la segona part del projecte, una nova opció de visualització dels gadgets.

1.3.1 Entorn de desenvolupament

L'entorn on es desenvolupa el projecte és a l'empresa DsetSolutions SL, on s'ha creat un espai de proves que disposa dels dispositius/sensors on es podran fer les proves pertinents per posar en marxa el projecte, ja sigui in-situ com remotament.

L'aportació que es farà, serà la de poder utilitzar el dispositiu i els sensors en qualsevol instal·lació de qualsevol client de l'empresa.

L'espai de proves consta d'un PLC(Controlador lògic programable) modular que recull dades de varies instal·lacions (com si d'un sensor es tractés), el “gateway” ConnectportX2, un bridge i un sensor de polsos amb tecnologia Zigbee i varis sensors “Xbee” , a part del dispositiu alternatiu de proves ConnectportX4.

1.3.2 Objectiu final

Com es comenta a la introducció, aquest projecte final de carrera neix de la necessitat de millorar una solució de l'empresa existent. DsetSolutions S.L ja disposa d'un producte de monitorització, per tant, l'objectiu del projecte no és si no altre que agafar aquesta solució i fer-la més eficient i viable econòmicament, a part de tenir una disponibilitat de producte molt més gran degut a la seva rapidesa d'implementació.

Per poder realitzar aquest propòsit s'ha escollit una sèrie d'equipaments més econòmics que no els utilitzats actualment per l'empresa, que tot i el seu baix preu conserven una gran similitud de prestacions vers els components actualment instal·lats.

2 Estudi de viabilitat

El punt de partida del projecte és a càrrec de DsetSolutions S.L que amb la seva experiència i després de realitzar estudis de viabilitat tecnològica i econòmica, va veure possible la implementació d'aquest projecte per tal d'economitzar un dels seus productes.

2.1 Despeses econòmiques

La valoració de l'anàlisi econòmic està dividida en dos parts, les despeses de recursos humans que inclouen tot el que referencia el personal, i les despeses de maquinària que impliquen tot el maquinari implicat en el projecte.

2.1.1 Despeses de recursos humans

Les despeses de recursos humans són sempre un dels punts més importants a tractar en el moment d'elaborar un pressupost per un projecte, ja que representa un tan per cent molt elevat del cost final. Per realitzar aquest projecte s'ha fet una estimació de costos de personal per un import total d'uns 7000 €.

Aquest import es calculat en base a les hores utilitzades pel personal de l'empresa, per desenvolupar-lo s'ha considerat necessari el següent personal :

- Un enginyer de sistemes per gestionar tot el que fa referència al maquinari 25 €/h
- Un enginyer de gestió per programar i dissenyar el sistema 25 €/h
- Un director de projecte per supervisar el projecte 35 €/h

2.1.2 Despeses de maquinari

Per calcular les despeses de maquinari s'ha de tenir en conte tot el maquinari utilitzat per poder elaborar el projecte.

Component	Unitats	Preu
Computador Apple Macbook	1	1.400,00 €
“Gateway” ConnectportX2 de la marca Digi	1	102,00 €
Transmissors Modbus/Zigbee	1	320,00 €
Sensors “Xbee” de la marca Digi	2	100,00 €
“Gateway” ConnectportX4 de la marca Digi	1	320,00 €
Cable ethernet Cat5 5 m	2	5,00 €
Total		1.832,00 €

Taula 1 : Costos dels components del projecte

Llicències de programari

Com s'observa a la taula de despeses de maquinària no s'ha inclòs cap cost de llicència de software. El sistema operatiu ja ve inclòs en el computador i no es comptabilitza com a despesa a part. En el cas del Windows XP, que s'ha hagut d'utilitzar per algunes tasques, s'ha fet ús d'una llicència proporcionada per la Universitat de Girona, en concret, gràcies a la Politècnica Superior en el seu projecte MSDNAA de e-academi de Microsoft.

Els dos IDE's (Entorn de Desenvolupament Integrat) utilitzats per la programació són programari lliure.

2.1.3 Conclusió

Vist la totalitat de l'import, i tenint en conte que un dels objectius principals del projecte és una millora econòmica d'una solució ja existent, es pot considerar el projecte com a viable econòmicament. Per altre banda, els dispositius que s'utilitzaran disposen de facilitats adequades al tipus d'instal·lació que es realitzarà. Així doncs, es pot considerar que el projecte també és viable en conceptes d'eficiència.

2.2 Alternatives

Com tot projecte professional, DsetSolutions SL va modelar una sèrie d'alternatives de maquinari en cas que el dispositiu inicial no aconseguís assolir tots els objectius proposats.

2.2.1 Dispositiu alternatiu

El dispositiu alternatiu que va proposar DsetSolutions S.L va ser, en concret, el “gateway” ConnectportX4 de la marca Digi, un dispositiu molt semblant al “gateway” ConnectportX2 però amb molta més memòria i CPU com a característiques destacades.

Com es pot apreciar DsetSolutions S.L només va contemplar un dispositiu i a més de la mateixa casa comercial.

Taula d'especificacions del producte

Aquí es mostren els punts més importants de la taula d'especificacions del “gateway” ConnectportX4 , aquesta informació és extreta de la web del fabricant del dispositiu.

Specifications	ConnectPortX4
General	
Management	Http/Https web interface / Telnet / web interface (www.idigi.com)
Zigbee	Optional
Dimensions	13.33 cm 8.50 cm x 2.54 cm
Connectivity	RF/Cellular/Wimax/Wifi
Development	
Zigbee Public Application Profile	----
Python Version	2.4.3
Memory	32 MB RAM ,16MB FLASH
Ethernet	
Ports	1 Rj-45
Physical Layer	10/100 Base-T
Mode	Full or half duplex
Power Requirements	
Power Consumption	Idle: 1,5 W , Max : 10,4 W
Surge Protection	4kV burst (EFT) per 4-4-, 2kV surge per EN61000-4
Environmental	
Operating Temperature	-30 ° C to + 75 ° C
Relative Humidity	5 % to 95 %
Ethernet Isolation	1500 VAC min per IEEE802.3/ANSI X3-263

Taula 2: Especificacions del “gateway” ConnectportX4

Diferència de costos

El cost del ConnectportX4 és de 320€, per tant, si utilitzés l'alternativa vers al dispositiu original tindria un cost afegit de (320 € – 102 €) = 218 € per instal·lació.

3 Metodologia i planificació

En tot projecte, sempre és important fer una valoració del temps utilitzat. En aquest capítol es descriurà la planificació que s'ha seguit durant el projecte.

3.1 Taula de temporització de tasques

Tot el projecte està dividit en tasques des del primer moment, a sota es mostra una taula amb la durada de cada una d'aquestes.

Tasca	Temps invertit
Passos previs	1 setmana
Exploració del material	1 mes
Creació d'escenari de proves	1 setmana
Exploració del programari per defecte	2 setmanes
Programació del dispositiu	2 mesos
Programació del servidor intermediari	2 setmanes
Disseny del gadget web	0,5 setmanes
Testeig	1 setmana
Depuració	2 setmanes
Creació gadget web	1 setmana
Planificació del controlador	--
Creació del controlador	--
Documentació	3 setmanes
Total	6,5 mesos

Taula 3: Temporització de tasques

3.2 Breu descripció de les tasques

En aquest punt es realitzara una breu descripció de les tasques enumerades anteriorment, en l' apartat de la memòria anomenat "Implantació i resultats" es realitza una descripció més detallada d'aquestes tasques.

3.2.1 Passos previs

En una reunió a l'empresa DsetSolutions S.L es va parlar dels objectius que es necessitaven assolir, a més del material que faria falta i un petit esbós del programari, també es va presentar l'enginyer que donaria suport a tot el projecte.

3.2.2 Exploració del material

Un cop rebut el material del proveïdor es va passar a fer una exploració d'aquest via les "demos" facilitades pel Kit en el que venia el dispositiu.

Cal remarcar que aquesta etapa va tenir una durada més gran del que es podia esperar, ja que el que en teoria hauria de funcionar "Plug & Play" no va funcionar a la primera.

3.2.3 Creació de l'escenari de proves

Per poder simular una instal·lació real es va crear un escenari de proves dins a DsetSolutions S.L on es podia testejar el producte, aquest escenari disposava d'un sensor el qual es podia enquestar tant remotament com localment.

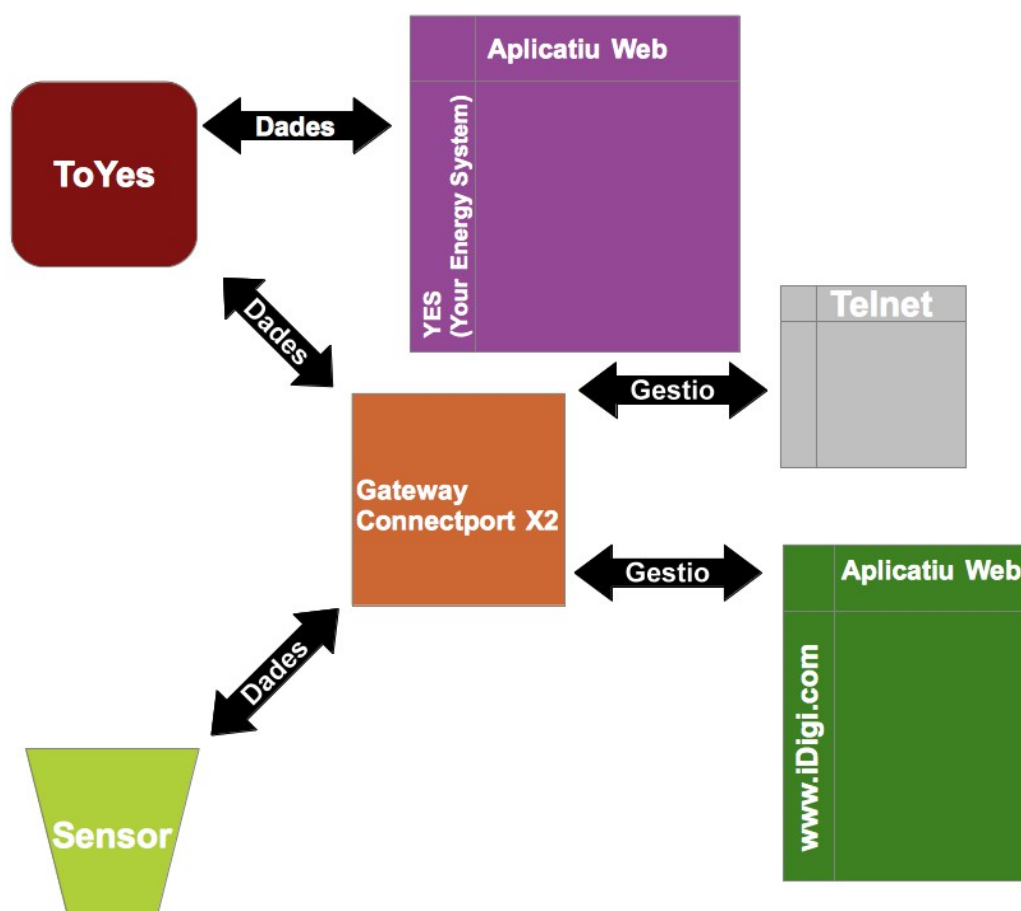


Fig2: Esquema de la solució proposada amb indicadors de gestió

3.2.4 Exploració del maquinari per defecte

En aquesta etapa es va explorar el programari integrat que porta el dispositiu per poder veure les seves possibilitats, a més d'inspeccionar el servei web que proporciona el fabricant del Connectport X2 per veure si podia fer servir en algun punt del projecte.

3.2.5 Programació del dispositiu

Un cop observades les possibilitats del dispositiu es va començar a desenvolupar el programari que controlaria el dispositiu per poder realitzar les funcions de recopilador de dades .

3.2.6 Programació del servidor intermediari

Un cop programat el dispositiu es va poder comprovar que no era capaç de transferir les dades directament al servidor de dades de DsetSolutions, el YES, per tant, es va decidir programar una passarel·la. Aquest programa es va anomenar “ToYes”.

3.2.7 Disseny del gadget web

L' aplicatiu web YES ja contenia un sèrie de gadgets, en aquesta etapa es va crear l'esbós en ressonància amb els altres gadgets del servei. El gadget en qüestió seria un gràfic de barres que mostrés les dades adquirides.

3.2.8 Testeig

Un cop programat el dispositiu i el servidor intermediari, aquest es posaria en mode test a l' espai habilitat a DsetSolutions S.L

3.2.9 Depuració

Un cop en la etapa de testeig, molt probablement es detectarien errades en el funcionament, per tant, en la planificació es va crear un espai on poder solucionar-les.

3.2.10 Creació del gadget

Degut a la demora causada per les etapes de testeig, depuració i les necessitats de DsetSolutions S.L per treure al mercat el seu producte, el gadget web va ser implementat per un enginyer de l'empresa. La tasca que es va desenvolupar sobre aquest gadget, finalment va ser la d'implementar la opció de “Convertir en taula” dins el marc d'opcions de les propietats del gadgets.

3.2.11 Planificació del controlador

Aquest punt es va fixar en la planificació inicial, en aquest s'hauria d'haver estructurat quins punts volia cobrir el driver.

Degut a les complicacions a la hora de realitzar les tasques anteriors, no s'ha pogut desenvolupar aquest punt que queda pendent de realitzar-se en un futur.

3.2.12 Creació del controlador

En el punt anterior s'explica que no es va poder arribar a realitzar la planificació, per tant aquest punt tampoc no es va poder assolir.

3.2.13 Documentació

Com és lògic, es va destinar un punt de la planificació a la documentació d'aquest, en ell es va plantejar la creació tant de la memòria del projecte, com la dels manuals necessaris per poder tenir documentat cada programa del projecte.

Aquesta tasca no està fixada en una data en concret sinó que s'ha anat realitzant al llarg de tot el projecte.

En la part de documentació també cal destacar la creació de dos manuals d'usuari referents als dos programes realitzats en el projecte, aquests manuals pretenen facilitar les tasques d'instal·lació en el producte, modificació de diferents variables del programa i posada en marxa.

4 Marc de treball

La base d'aquest projecte es divideix en dos parts principals, la recollida de dades i l'enviament d'aquestes. A més, hi ha una petita part que està enfocada a la visualització de dades. En global, totes les etapes juntes realitzen el propòsit general del projecte, la reducció econòmica i la millora d'eficiència vers un producte ja existent a l'empresa.

En aquest punt s'explicarà cada etapa que realitza el projecte i també es documentaran les tecnologies utilitzades.

4.1 Esquema de la solució proposada

A sota es mostra un esquema d'una instal·lació utilitzant la tecnologia desenvolupada en aquest projecte.

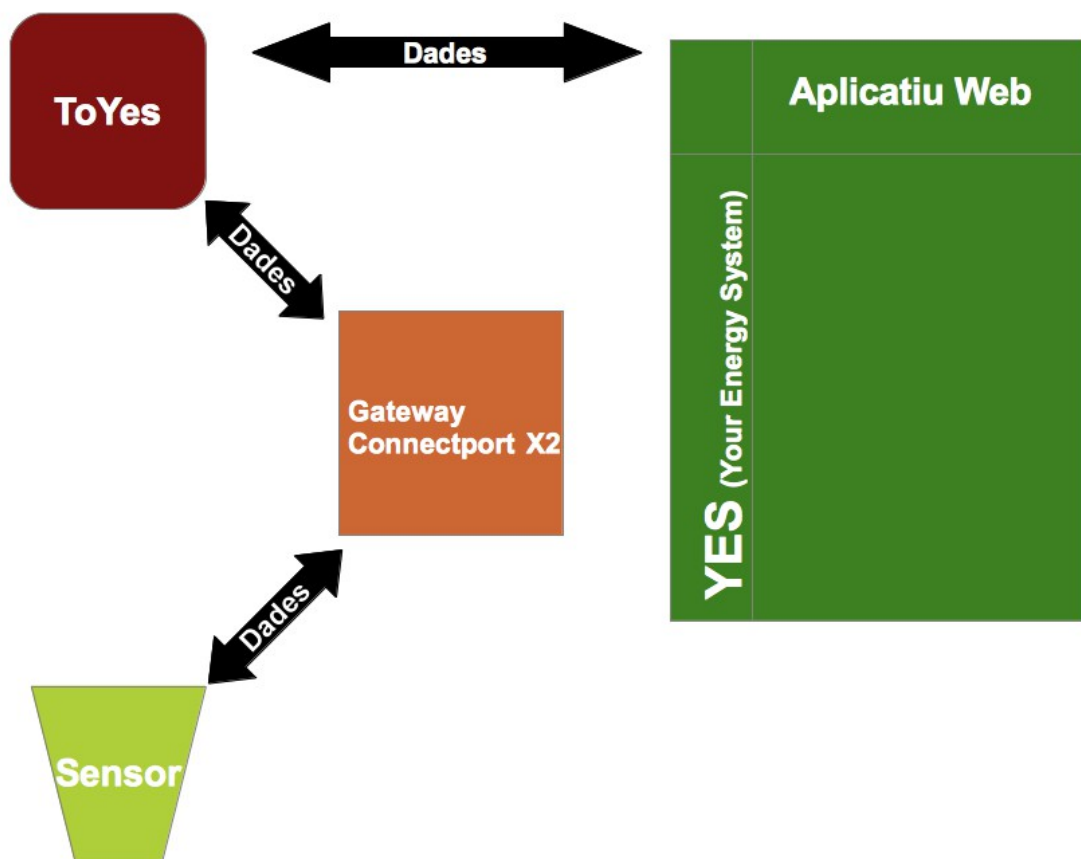


Fig 3: Esquema de la solució proposada

4.2 Recollida de dades

Per recollir les dades dels sensors ubicats en la instal·lació, utilitzarem el dispositiu Connectport X2 el qual pot interactuar tant amb tecnologia Zigbee com Modbus, que són les dues tecnologies que utilitzen les instal·lacions que dissenya DsetSolutions S.L a la majoria dels seus clients.

4.2.1 Capturador de dades

El Connectport X2 (Fig. 2) de la marca Digi és un “Gateway” programable amb el llenguatge “Python” que ens permet fer la recollida de dades. Aquest dispositiu és capaç d'interactuar amb la tecnologia Zigbee (la nomenclatura interna de Digi anomena a la divisió de productes que suporten Zigbee, Xbee) i així comunicar-se amb els seus sensors sense fils. També, gràcies al ser un dispositiu programable permet la implementació d'altres protocols com el Modbus i per tant, una molt més àmplia gama de possibilitats.

El dispositiu es va adquirir en format “KIT” que incloïa un sensor (Fig. 3) “demo” per realitzar les proves com si d'una instal·lació real es tractés.



Fig. 4: ConnectportX2 de Digi



Fig. 5: Sensor “demo” Xstick de Digi

A sota es mostren les especificacions més importants del producte:

Specifications	ConnectPortX2 for Smart Energy
General	
Management	Telnet / web interface (www.idigi.com)
Zigbee	Xbee-Pro 80 mW
Dimensions	7.14 cm 6.96 cm x 3.30 cm
Development	
Zigbee Public Application Profile	Smart Energy
Python Version	02/04/03
Memory	8 MB RAM , 4 MB FLASH
Ethernet	
Ports	1 Rj-45
Physical Layer	10/100 Base-T
Mode	Full or half duplex
Power Requirements	
Power Consumption	Idle: 1,2 W , Max : 3,4 W
Surge Protection	4kV burst (EFT) per 4-4-, 2kV surge per EN61000-4
Environmental	
Operating Temperature	-30 ° C to + 70 ° C
Relative Humidity	5 % to 95 %
Ethernet Isolation	1500 VAC min per IEEE802.3/ANSI X3-263

Taula 4: Taula d'especificacions del ConnectportX2 de Digi

4.2.2 Tecnologia sense fils Zigbee

Zigbee és el nom d'una especificació d'un conjunt de protocols d'alt nivell de comunicació sense fils de radio freqüència de baix consum, aquesta tecnologia està basada a l'estàndard IEEE 802.15.4 de xarxes sense fils d'àrea personal ("WPAN").

L'objectiu d'aquesta tecnologia són les aplicacions que requereixen comunicacions segures amb baixa taxa d'enviament de dades i maximització de la vida útil de les seves bateries.

Altres tecnologies similars són per exemple el Bluetooth, però aquest és menys adequat a nivell industrial, per exemple el Zigbee pot allotjar 65535 nodes vers les 8 del Bluetooth. Un altre punt destacable és el seu baix consum, sols 30 mA vers.

4.2.3 Nomenclatura interna de Digi Sensors “Xbee”

Com s'ha comentat anteriorment, el concepte Xbee fa referència a la branca de dispositius de Digi que utilitzen l'estàndard Zigbee. En aquest projecte s'han utilitzat dos sensors (termòmetre, fotovoltaic (Fig.3) per realitzar algunes proves.



Fig. 6: Sensor fotovoltaic Xbee de Digi

4.2.4 Protocol de comunicacions Modbus

Modbus és un protocol estàndard de comunicacions basat en l'arquitectura “master/slave” o client/servidor. Aquest, serveix per la connexió de dispositius electrònics industrials. És públic, d'implementació fàcil i pot manipular blocs de dades sense cap restricció.

Modbus permet per exemple, el control d'una xarxa de dispositius d'un sistema de mesura i la conseqüent comunicació de dades a un servidor.

4.3 Comunicació amb el servidor principal

Un cop obtingudes les dades s'han de transmetre al servidor de DsetSolutions SL on després es tractaran per la visualització de cara al client. Aquest servidor rep el nom de YES (Your Energy System) i és un aplicatiu web.

Aquests procés es realitza en dos etapes :

- Enviament del Connectport X2 al servidor passarel·la “ToYes”
- Enviament mitjançant petició “web service” de la passarel·la “ToYes” al servidor YES

4.3.1 El portal de comunicacions YES (Your Energy System)

El YES és un portal web que disposa l'empresa DsetSolutions S.L , és un web on els clients poden veure totes les dades de les seves instal·lacions , el rol del projecte en vers al YES és la de transmetre-li les dades recollides del ConnectportX2.

4.3.2 La passarel·la “ToYes”

El ToYes és una passarel·la Java que rep les dades del “gateway” Connectport X2 i mitjançant una petició “web service” les envia al servidor YES. Aquesta es va haver de crear ja que el ConnectportX2 de la marca Digi no era compatible amb aquesta tecnologia.



Fig 7: Logotip del programa ToYes

4.4 Visualització de les dades

Un cop les dades estan a l'aplicatiu web YES, aquest les converteix en un format amigable per la correcta visualització dels clients de l'empresa. També l'aplicatiu disposa d'un “*dashboard*” on hi ha una sèrie de gadgets per oferir una ràpida visualització de l'estat de l'instal·lació.

En aquest portal es desenvolupa una part del projecte, en concret la del desenvolupament d'una opció de visualització concreta aplicada als gadgets web existents en aquest aplicatiu.

5 Requisits del sistema

Els requisits del sistema es divideixen en dos parts :

- ◆ Requisits funcionals

- Són els que ens descriuen els serveis que oferirà l'aplicació, independentment de la implementació d'aquest.

- ◆ Requisits no funcionals

- Són els que ens informen sobre les restriccions que venen imposades pel propi projecte.

5.1 Requisits funcionals

El projecte en global, ens oferirà els principals requeriments funcionals :

- ➔ Recopilar dades d'una instal·lació monitoritzada per sensors compatibles.
- ➔ Emmagatzematge en un servidor i consegüent enviament a un aplicatiu web
- ➔ Visualització agradable de les dades

5.2 Requeriments no funcionals

Els requisits no funcionals d'aquest projecte es basen bàsicament en les condicions de la instal·lació on es vol muntar el projecte en si. A sota es farà un esquema on s'indicarà què s'ha de disposar per poder tirar endavant la instal·lació correcte del projecte

- ➔ “Switch” o “router” amb connexió a Internet per poder comunicar el captador de dades amb l'exterior
- ➔ Corrent elèctrica per poder connectar el captador de dades
- ➔ Sensors amb tecnologia compatible amb el captador de dades, o en cas contrari, dispositius pont.
- ➔ Ordinador amb la utilitat “Telnet” i explorador web per si es volen consultar valors del dispositiu
- ➔ Usuari i contrasenya a l'aplicatiu web YES (Your Energy System) de DsetSolutions S.L

6 Estudi i decisions

En aquest capítol es nombraran tots els components de maquinari que han intervingut en el projecte i també es tractarà tot el seu programari. Finalment, hi ha un punt separat del programari on es mostraran les llibreries utilitzades en els programes.

6.1 Maquinari

6.1.1 Computador

Per realitzar tota la programació i la documentació del projecte s'ha utilitzat un Apple Macbook V3 Santa Rosa.

S'ha utilitzat aquest computador ja que era del que es disposava. Cal remarcar que la única restricció computacional-ment parlant que existeix en aquest projecte, és la d'utilitzar el sistema operatiu “*Microsoft Windows*” o “*MacOsX*” ja que un dels kits de desenvolupament de software, sols funciona en aquests dos sistemes operatius esmentats anteriorment.

6.1.2 “Gateway” de comunicació

Per la comunicació entre el servidor intermediari i els sensors s'ha utilitzat el “*gateway*” Connectport X2 de la marca Digi.

6.1.3 Servidor intermediari

Per allotjar la passarel·la ToYes s'ha utilitzat un servidor intern de DsetSolutions S.L del qual es desconeixen les prestacions.

6.1.4 Servidor web

La web on s'allotja l'aplicatiu web YES és un servidor intern de DsetSolutions S.L del qual se'n desconeixen les prestacions.

6.2 Programari

6.2.1 Sistema operatiu

El sistema operatiu per defecte en el computador Apple Macbook és “*MacOsX*”, en aquest cas, la versió “*Mountain Lion v10.7.4*”.

6.2.2 Kit de desenvolupament del programari (SDK) destinat al recopilador de dades

Per poder programar qualsevol dispositiu de la marca Digi, l'empresa ofereix un SDK propi el qual facilita la tasca de treballar amb els seus dispositius. La suite com a tal, és una modificació del conegut IDE “*Eclipse*”. Aquest SDK només està disponible per “*Microsoft Windows*” i “*MacOsX*”.

6.2.3 Kit de desenvolupament del programari (SDK) destinat al gadget web

Per la programació del gadget web s'ha utilitzat el SDK de Google GWT, en concret la versió 2.4.0. En aquest cas el SDK sols és un conjunt de llibreries/eines. Per a la programació d'aquest, s'ha utilitzat el IDE NetBeans 7.0.

6.2.4 Entorn de desenvolupament integrat (IDE)

Tant per la programació de la passarel·la ToYes com pel gadget web, s'ha utilitzat l'IDE de programació “*NetBeans*” versió 7.0. La seva elecció ha estat motivada degut a que l'IDE és utilitzat a DsetSolutions S.L, a més, és programari lliure

6.2.5 Suite ofimàtica

Tant pel disseny dels croquis utilitzats en els manuals com per la redacció de tots els documents del projecte, s'ha utilitzat la suite ofimàtica lliure “*OpenOffice*” en la versió 3.4.0 per “*MacOsX*”

6.3 Llibreries

Aquí es mostraran les principals llibreries utilitzades en els dos programes desenvolupats, així com també les del gadget web.

6.3.1 Recopilador de dades

Aquest programa està elaborat en el llenguatge de programació “*Python*”, la majoria de llibreries que s'han utilitzat són del propi entorn.

```
import sys
import os
import stat
from time import gmtime, strftime
import socket
import time
import Modbus
import sched
```

En aquest programa cal remarcar que s'ha utilitzat el modul “*Modbus*”(Fig.8) creat per un enginyer de l'empresa DsetSolutions S.L a base d'un codi obert en “*C++*” i adaptat a “*Python*”.

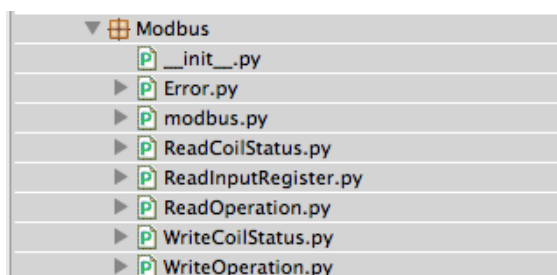


Fig 8: Modul Python

Aquest modul ens permet la utilització del protocol “*Modbus*” dins el “*gateway*” ConnectportX2, cal remarcar que aquest modul conté modificacions ja que aquest s'havia implementat per un altre dispositiu i es va haver d'adaptar-lo.

6.3.2 Passarel·la ToYes

Aquest programa s'ha elaborat en el llenguatge de programació “*Java*”, aquest està dividit en dos parts, la part “*Bridge.java*” encarregada de rebre les dades via “*socket*” i la part de comunicació amb el servidor de dades de DsetSolutions S.L, anomenada dins el projecte “*FileData.java*”

Classe Bridge.java

En aquesta part del programa sols s'han utilitzat llibreries del propi entorn exceptuant la llibreria “*ClientWs.log.Log*” que és una llibreria creada conjuntament per les dos parts per mostrar missatges informatius o de depuració a través de la consola.

```
import clientws.log.Log;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.BufferedWriter;
import java.io.File;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.PrintWriter;
import java.io.Writer;
import java.net.ServerSocket;
import java.net.Socket;
import java.util.Date;
```

Classe FileData.java

En aquesta part del programa s'ha utilitzat tant llibreries pròpies de l'entorn com llibreries creades per utilitzar amb el “*web service*” YES

```
import clientws.UnitsEnum;
import clientws.log.ClientScada;
import clientws.log.Log;
import com.pot.ser.Histo;
import com.pot.ser.SignalInstallation;
import java.io.BufferedReader;
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileReader;
import java.io.IOException;
import java.math.BigInteger;
import java.sql.SQLException;
import java.text.ParseException;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Date;
import java.util.List;
```

6.3.3 Gadget Web

Aquest programa s'ha elaborat amb el llenguatge de programació Java juntament amb el SDK GWT de Google. Com es pot observar, conté llibreries pròpies de l'entorn GWT com del webservice YES, en aquest cas, de l'apartat “*dashboard*” amb el seu nom en clau “*Koala*”

```
import com.dset.koala.gwt.client.dashboard.rpc.DashboardService;
import com.dset.koala.gwt.client.dashboard.rpc.DashboardServiceAsync;
import com.dset.koala.gwt.client.dashboard.template.AbstractTemplatePanel;
import com.dset.koala.gwt.client.generic.KCall;
import com.dset.koala.gwt.client.generic.interfaces.VisualizableData;
import com.dset.koala.gwt.client.generic.validator.KoalaValidationAction;
import com.dset.koala.gwt.client.generic.validator.KoalaValidationProcessor;
import com.dset.koala.gwt.client.generic.validator.KoalaValidatorMessages;
import com.dset.koala.gwt.client.resources.KoalaResources;
import com.dset.koala.gwt.client.widgets.ErrorDisplay;
import com.dset.koala.gwt.client.widgets.FieldLabel;
import com.dset.koala.gwt.client.widgets.KoalaFlexTable;
import com.dset.koala.gwt.client.widgets.KoalaLabel;
import com.dset.koala.gwt.shared.SharedConstants;
import com.dset.koala.gwt.shared.dashboard.GadgetDescriptor;
import com.dset.koala.gwt.shared.exceptions.KoalaException;
import com.google.gwt.core.client.GWT;
import com.google.gwt.dom.client.Style.Unit;
import com.google.gwt.event.dom.client.ClickEvent;
import com.google.gwt.event.dom.client.ClickHandler;
import com.google.gwt.layout.client.Layout.AnimationCallback;
import com.google.gwt.layout.client.Layout.Layer;
import com.google.gwt.user.client.ui.HasHorizontalAlignment;
import com.google.gwt.user.client.ui.HasVerticalAlignment;
import com.google.gwt.user.client.ui.HorizontalPanel;
import com.google.gwt.user.client.ui.Image;
import com.google.gwt.user.client.ui.LayoutPanel;
import com.google.gwt.user.client.ui.PushButton;
import com.google.gwt.user.client.ui.ScrollPanel;
import com.google.gwt.user.client.ui.TextBox;
import com.google.gwt.user.client.ui.ToggleButton;
import com.google.gwt.user.client.ui.Widget;
import eu.maydu.gwt.validation.client.validators.standard.NotEmptyValidator;
```

7 Anàlisi i disseny del sistema

Aquest apartat de la memòria es divideix en tres parts, aquestes corresponen als tres programes (SlothX2, ToYes i el gadget web) que s'han realitzat en aquest projecte. En cada un d'ells s'explica la seva estructura tant de classes com de dades, així com el seu entorn de desenvolupament i el seu llenguatge de programació.

7.1 Projecte SlothX2

Aquest programa és el que porta dins el dispositiu ConnectportX2, al programar-ho permet realitzar les següents operacions en el dispositiu :

- Recopilació de dades mitjançant “*Modbus*”.
- Emmagatzemen de les dades en fitxers de text en carpetes especificades.
- Consulta de qualsevol dada emmagatzemada.
- Control d'errors de recopilació d'informació.
- Enviament de les dades al servidor passarel·la “*ToYes*”.

7.1.1 Desenvolupament

El programa està creat mitjançant el SDK que proporciona l'empresa Digi, aquest inclou un IDE propi anomenat “*Digi ESP for Python v1.40*”. El programa està desenvolupat mitjançant “*Python v2.4.0*” que és el que utilitza el dispositiu.

7.1.2 Classes

El programa SlothX2 conté les següents classes :

Nom de la classe	Breu descripció
SlothX2.py	És el main del projecte, on es gestionen totes les execucions del programa
LogInsertClass.py	Aquesta classe ens proporciona la facilitat de inserir dades al nostre fitxer LOG des de qualsevol punt del programa.
Signal	Classe que permet crear una senyal (sensor)
SingalList.py	Classe llista de senyals
SlavesDef.py	Classe que permet crear un configuració d'adquisició de dades de Modbus.
Historic.py	La classe ens permet la creació del fitxer de dades Històric i la consulta d'aquest.
CheckHistoric.py	La classe ens examina el fitxer de dades emmagatzemat i ens comprova la seva integritat vers qualsevol incident.
Schema.py	Classe per defecte que crea el IDE.
ChecksumMD5.py	Projecte de classe per la verificació d'enviament de dades mitjançant socket.
IniParameters.py	Antiga classe que servia per inicialitzar les senyals automàticament. (Deprecated)
Modbus (modul)	Conté totes les classes que permeten la comunicació via Modbus.

Taula 5: Classes del programa SlothX2

7.1.3 Dades

El programa crea mínim tres fitxers de text (.txt), aquests són dipositats en la carpeta: “/WEB/python”.

Fitxer	Breu descripció
ListSignals.txt	La llista de senyals que enquesta el dispositiu. (sensors)
“NomDelSignal”.txt	Aquest fitxer varia el seu nom depenen del “Signal”, per cada “Signal” hi haurà un fitxer. Aquest emmagatzema les dades de la senyal.
LOG.txt	Fitxer on es recull tota la informació de l'execució del projecte.

Taula6: Fitxers SlothX2

7.2 Projecte ToYes

El projecte ToYes neix de la necessitat de crear una passarel·la de dades del dispositiu Connectport X2 a l'aplicatiu web YES de DsetSolutions S.L.

Aquesta passarel·la realitza les següents tasques :

- Adquirir els historials de dades i els fitxers de senyals del Connectport X2
- Emmagatzemar la informació anterior en fitxers de text
- Enviar la informació a l'aplicatiu web YES mitjançant “web service” “WSDL (Descripció de llenguatge de servei web)”

7.2.1 Desenvolupament

Aquest programa està desenvolupat mitjançant l'IDE de programació NetBeans7.0 utilitzant el llenguatge de programació “Java” amb les eines de “WSDL” pròpies del IDE.

7.2.2 Classes

Nom classe	Breu descripció
ClientWS.java	Classe main, on es criden els dos fills que disposa el programa, el “Bridge” i l'enviament de dades a l'aplicatiu web YES.
Bridge.java	Classe encarregada de rebre les dades del Connectport X2 i emmagatzemar-les en fitxers de text.
MainProces.java	Permet la comunicació i l'enviament de dades a l'aplicatiu web YES (Your Energy System)
Parameters.java	Conté procediments referents a la comunicació amb l'aplicatiu web YES
UnitsEnum.java	Classe referència amb constants d' unitats.

Taula 7: Classes del programa ToYes

7.2.3 Dades

El programa crea mínim tres fitxers de text (.txt), aquests són dipositats a la carpeta arrel del programa.

Fitxer	Breu descripció
SignalList.txt	La llista de senyals que enquesta el dispositiu. (sensors)
“NomDelSignal”.txt	Aquest fitxer varia el seu nom depenen del Signal, per cada Signal hi haurà un fitxer. Aquest emmagatzema les dades de la senyal.

Taula 8: Taula de fitxers de ToYes

7.3 Gadget Web

Com ja s'ha comentat en varis punts de la memòria, l'aplicatiu YES conté un “*dashboard*” el qual s'hi poden veure una sèrie de gadgets, el que s'ha realitzat en aquesta part del projecte és una modificació de visualització. Aquesta consta d'un afegit (“*add*”), que mitjançant les opcions del gadget permet convertir aquest en una taula de valors.

7.3.1 Classes

A sota es mostren les classes del gadget en qüestió :

Nom classe	Breu descripció
CharGadget.java	Classe de creació del gadget, en aquesta s'ha inclòs la opció “taula” en les opcions.
DataTable.java	Classe constructor per defecte de la taula de dades.
AsbractGadget.java	Classe que permet afegir els gadgets al “ <i>dashboard</i> ”

Taula 9: Classes del gadget web

8 Implementació i proves

En aquest apartat de la memòria s'explicarà tots els entrebancs trobats en el projecte, sobre aquests es comentaran les solucions aplicades o les desviacions que s'han realitzat per seguir endavant.

A sota mostrem una llista amb els problemes, on descriurem detalladament els següents subpunts de l'apartat.

- Problemes d'inicialització del dispositiu amb la comunicació amb el web [Digi1]
- Problemes d'utilització del “*Kit Smart Energy*”
- Problemes de comunicació amb l'aplicatiu YES
- Problemes variis

8.1 Problemes d'inicialització

El primer pas, després de desempaquetar el dispositiu va ser, com ens indicava la guia “*Quick Start Guide*”, interconnectar el dispositiu amb la web [Digi1] Per fer-ho, en principi sols es tenia que fer el registre d'usuari a la web i entrar-hi l'adreça “*MAC*” del dispositiu. Malauradament no va ser així.

Per solucionar el problema es va haver de buscar informació tant als fòrums de debat de Digi [Digi2] com en el web. Finalment es va trobar la comanda per solucionar el problema, després de executar-la, efectivament la connexió es va crear correctament i va aparèixer a la llista de connexions establertes al dispositiu(Fig: 9).

```
admins-MacBook:dist PeRaKuS$ telnet 192.168.125.74
Trying 192.168.125.74...
Connected to 192.168.125.74.
Escape character is '^]'.

login: root
password:
#> who

ID  From                To                Protocol          Sessions
--  -
1   192.168.125.74:57875  50.56.41.153:3199 idigi tcp/ssl
2                                     Python: main.py
3   192.168.125.65      local shell      telnet
4                                     Python: dpdsvr.py
5                                     Python thread
6                                     Python thread
7                                     Python thread
8   192.168.125.170     local shell      telnet

#> █
```

Fig 9: Llistat de connexions ConnectportX2

➔ **Observació:** Cal remarcar que buscant al fòrum se'n van trobar de similars que en teoria funcionaven, però que finalment, va ser que no.

8.2 Problemes d'utilització del Kit

Aquest problema va ser un dels que va tenir una durada més llarga. El problema en si regia en que no hi havia manera de comunicar correctament el dispositiu ConnectportX2 amb el simulador de dades “Xbee”, Xstick.

Per realitzar la “demo” es va utilitzar el programari (Fig10) per defecte que venia amb el pac, la comunicació entre el dispositiu i el programari per defecte havia de ser “Plug&Play” segons la guia, però va costar molt aconseguir la connexió.

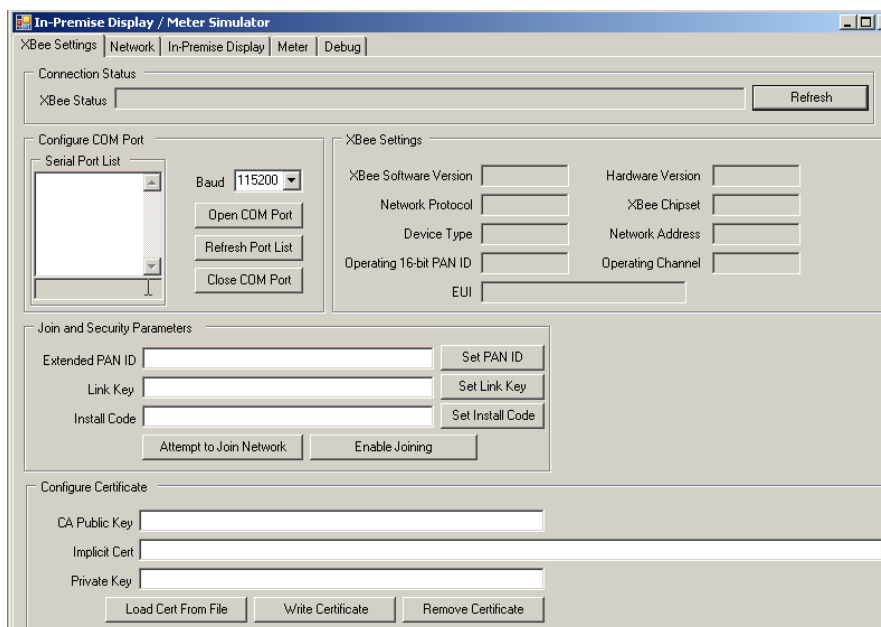


Fig 10: Programari per defecte de “in-Prmise Display”

El problema regia en que no s'aconseguien adquirir les dades simulades del dispositiu “Xstick”, tot establint una connexió correcte.

La solució d'aquest problema es va cursar de la següent manera :

- Consulta i creació de tema amb el fòrum de Digi (Fig 11)
 - Es va buscar informació al fòrum de Digi per veure si hi havia alguna solució, al no veure-la es va crear un nou tema, que no va dur enlloc.

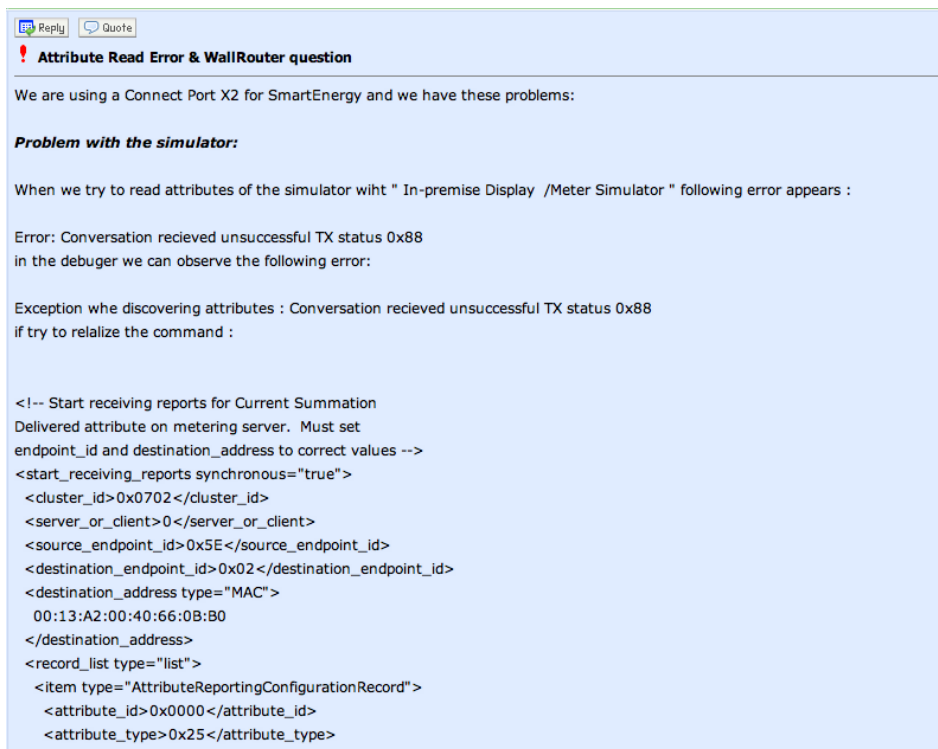


Fig 11 : Nou tema al “foro” de Digi

- Contacte amb el comercial del proveïdor de l'empresa Digi
 - Com no es trobava solució al problema mitjançant els fòrums ni a Internet, DsetSolutions S.L va decidir contactar amb el seu comercial de Digi, el qual al cap d'un temps ens va respondre dient que contactéssim amb un servei especialitzat de Digi.
- Servei especialitzat de Digi (SAT)
 - Un cop dins al SAT web de Digi es va realitzar la pregunta. Al cap de varies preguntes respostes amb moltes proves, no es va arribar a cap conclusió. Finalment es va trobar la solució, el problema regia en un codi de seguretat que prèviament s'havia d'aconseguir en una web de certificats anomenada Certicom (Fig12), el qual s'havia d'inserir en el programari, Fig(13) el que, per mala programació d'aquest, tallava alguns caràcters al fer “Copia & enganxa”.

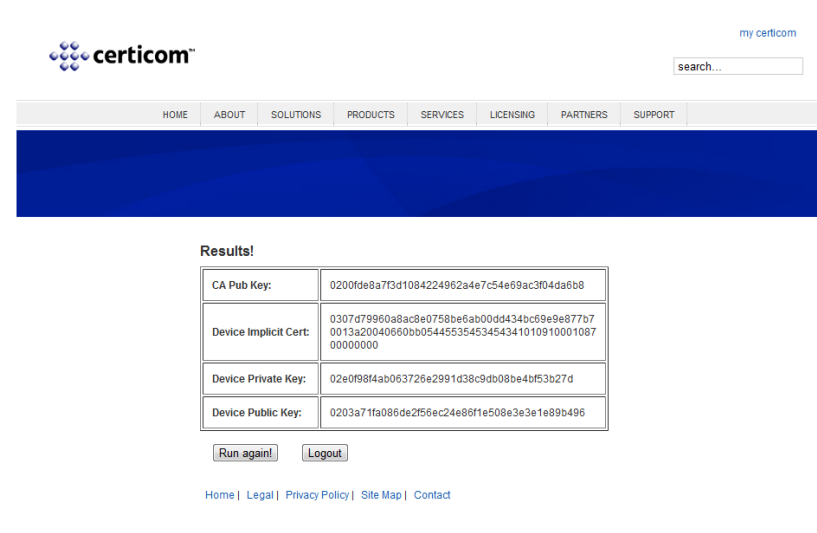


Fig 12: Certificats de l'empresa Certicom

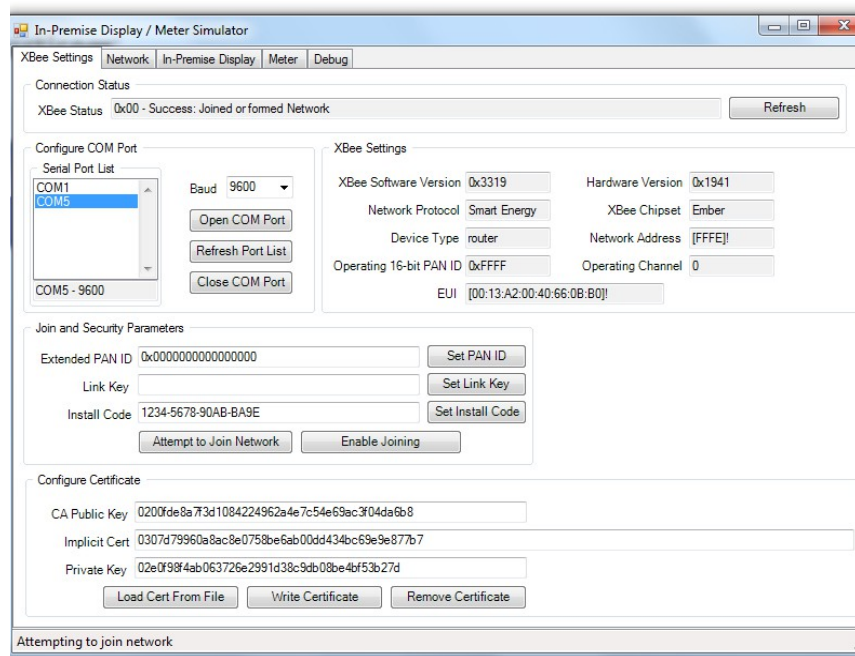


Fig 13: Programari amb el certificat tallat

- ➔ **Observació:** La demora més gran d'aquest problema va ser el temps de resposta del SAT de Digi ubicat a Canadà.
- ➔ **Aclariment:** El codi de seguretat era un nombre d'unès 160 xifres, l'anomenat “*Device implicit cert*”

8.3 Problemes de comunicació (YES)

En aquest apartat es descriu el problema més inesperat, i de solució més complicada del projecte.

Un cop programada la part de recollida de dades via ConnectportX2, es va haver d'implementar l'enviament via “WSDL” cap a l'aplicatiu YES. És en aquest punt on va començar el problema.

Primer de tot, l'IDE no portava cap plantilla que facilités l'enviament via “WSDL”, una opció habitual en els IDE's. Vist que programar-ho tot és inviablè, es va buscar informació, es va consultar la web de “Python” on donaven una solució, una funció pròpia del sistema, però va resultar que per la versió que disposava el dispositiu no estava disponible. En la mateixa web apareixien varis mòduls independents que es podien afegir en el projecte, i que permetrien la comunicació.

De tots els clients de la web se'n van trobar varis de compatibles :

El primer va ser un client anomenat “SOApy”, aquest client havia de permetre la comunicació amb el YES, tot i que a les especificacions de la web es mostrava el suport de “WSDL”. La sorpresa va ser que la seva mida era massa gran i el dispositiu no podia amb ell.

Tot seguit, es va buscar una altre programa, aquest va ser un programa anomenat “SUDS”, una de les característiques d'aquest, a part de la comunicació amb WSDL era el seu poc pes.

Un cop implementat i funcionant amb l'IDE, es va passar al dispositiu, un cop executat, ens donava varis errors. Aquests errors es van intentar solucionar aplicant pedaços al codi, però es va arribar a un carrer sense sortida.

En aquest punt, es va prendre la iniciativa de tornar a contactar amb el comercial, el qual ens va respondre que hi havia dues opcions, comprar una modificació de “firmware” o tornar a contactar amb el SAT de Digi (Fig 14). Es va decidir tornar a contactar amb el SAT de Digi, el qual, després de varies preguntes/respostes ens va respondre que aquest tipus de comunicacions WSDL no són possibles en aquest dispositiu. Tot l'equip del projecte es va fer l'idea que aquest servei estava “capat” degut a que podria trepitjar el seu servei web [Digi1]

En aquell moment i com s'explicarà més endavant a la memòria, es va fer una reunió on es va decidir la creació d'una passarel·la, l'anomenada ToYes.

Digi Support	Dear Mr. Comellas, The ConnectPort X2 for Smart Energy doesn't support python SOAP, as it would require html support if I'm not mistaken, and the CP-X2 for SE doesn't support that. For Web Services calls, we have our own Digi X-Grid API, which can be done from our iDigi Device Cloud server. If you'd like to take a look at the capabilities available, I'd recommend creating a free developer account at developer.idigi.com , then check out the Resources link in the upper right-hand corner once successfully logged in. Here you'll find the iDigi Web Services Programmer's Guide, as well as the Application Partners Developer's Guide. Both of these would give very useful information in how Digi X-Grid can be used to display Smart Energy data using Web Services queries. Please let us know if you have any questions or need further assistance. Best Regards, Support Wizard Technical Support Engineer Digi International@ 11001 Bren Road E Minnetonka MN 55343 Direct: 952 912 3456 Main: 952-912-3444 Email: Support.Wizards@digicom.com Eservice Support: http://www.digicom.com/support/eservice/ www.digicom.com
--------------	--

Fig 14 : Coreu electrònic de resposta al SAT Digi

8.4 Problemes varis

Tant amb la programació del ConnectportX2, com amb la del ToYes, es va haver de fer varies sessions de testeig i depuració degut als “*bugs*” que apareixien.

Sobre el programa SlothX2, programa que conté el ConnectportX2, es poden destacar varies modificacions de programari causades per les restriccions del dispositiu, sobretot pel tema fitxers.

Per la banda del ToYes, es poden remarcar els problemes amb l'adeqüament de les dades per a la seva correcta adhesió amb l'aplicatiu YES, així com problemes de rebuda de dades mitjançant els sockets (“*Streaming*”)

9 Implantació i resultats

9.1 Implantació

Aquest apartat es lliga clarament amb l'apartat de planificació, s'ha seguit l'ordre de les tasques i ara s'explicarà més extensament tot el recorregut del projecte fins a la seva finalització

9.1.1 Inici del projecte

El primer que es va fer per iniciar aquest projecte va ser una reunió a DsetSolutions S.L(Fig15), on es va informar del propòsit del projecte i també de la seva durada aproximada on es va fer un petit incís de les tecnologies que intervindrien. També es va presentar el personal de l'empresa i les instal·lacions.



Fig 15 : Seu de DsetSolutions S.L ubicada en el Parc Tecnològic de la Universitat de Girona

9.1.2 El material

Un cop rebut el material del proveïdor de DsetSolutions S.L, es va posar en marxa el projecte, el que es va fer primer, va ser la inspecció i verificació del funcionament d'aquest, com es comenta en la memòria, el dispositiu venia en mode "Kit"(Fig16) on es podia trobar una suite i el dispositiu Xstick per realitzar proves com si d'un sensor real es tractés.

Com es comenta a l'apartat anterior, en aquest punt hi va haver molts problemes, el que semblava una feina de verificació va ser una feina d'exploració, ja que el dispositiu al ser una novetat tecnològicament parlant, tant per la part de DsetSolutions S.L com per la part de Digi.



Fig16: “Kit for smart energy” de Digi

9.1.3 El laboratori de proves

Per realitzar l'etapa de recollida de dades es va haver de crear un marc de treball òptim per aquest, DsetSolutions S.L va destinar un espai(Fig17) per poder realitzar proves tan remota com localment. Fig(2) En aquest espai, com s'especifica en varis punts de la memòria, es van ubicar els dispositius necessaris per poder simular exactament una instal·lació com les que realitza l'empresa.



Fig 17: Laboratori proporcionat per DsetSolutions S.L

9.1.4 Programari integrat

Un cop a punt l'escenari de proves, es va començar a inspeccionar les capacitats del producte per veure com millor es podia encarar el projecte. El dispositiu per defecte es podia gestionar a través d'una pàgina web [Digi1] (Fig18), també es disposava d'una web (www.idig-se.appspot.com) (Fig14) per veure dades de la instal·lació que s'havia creat, crear peticions d'informació i configurar el dispositiu. Aquesta web és part d'un servei de Digi, el qual per mode “*developer*” és gratuït, però

al utilitzar-lo de cara al client té un cost mensual.

Dsetsolutions S.L va estimar la solució i va considerar que a part de que s'havia d'investigar molt per automatitzar els processos que realitzava la web, el servei de pagament el feia inviable.

Així doncs, es va desestimar i es va decidir crear el propi programari dins el dispositiu.

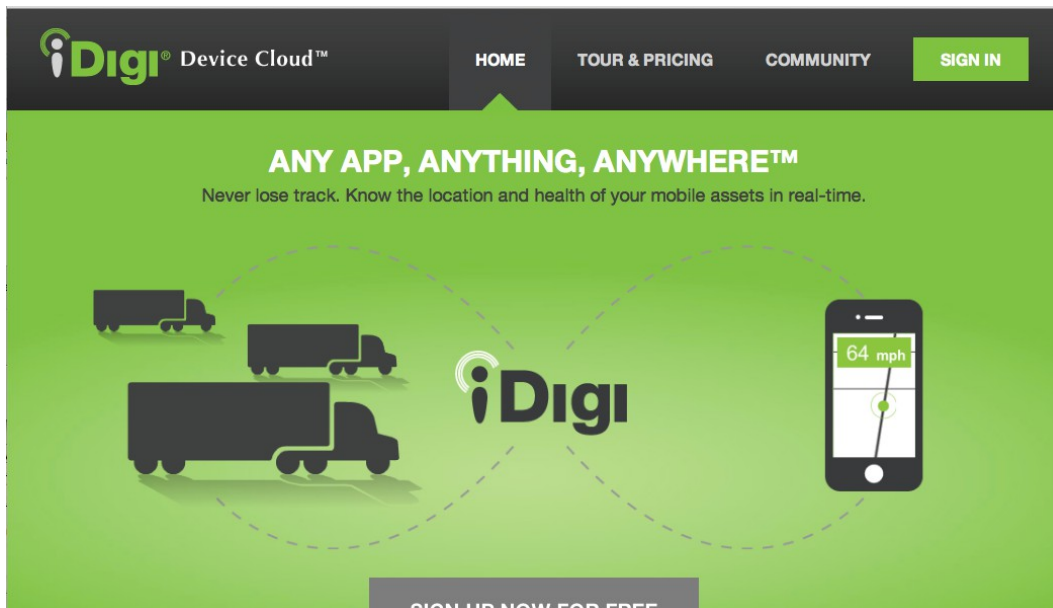


Fig 18: Portal web de idigi.com

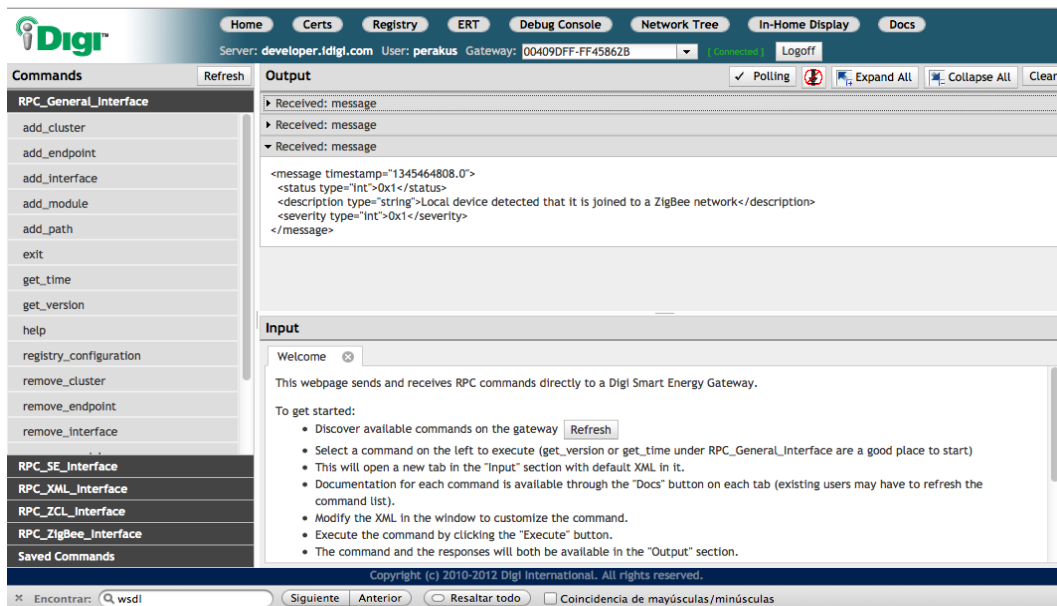


Fig 19: Portal web de gestió dels dispositius www.appspot.idigi.com

9.1.5 Programació del captador de dades

Un cop desestimat el programari que proporciona Digi, es va realitzar una reunió amb l'enginyer de DsetSolutions S.L, en aquesta, es va estructurar i enfocar la primera part de la programació del projecte, la recollida de dades. Dins la reunió es va fixar el nom del projecte, aquest es va anomenar **SlothX2**.

- **Observació:** El nom de SlothX2 ve donat de “*Sloth*” que és un “Peresós” fent referència a la nomenclatura que s'utilitza en els projectes de Gnu/Linux de posar noms d'animals als projectes, seguint la línia de projectes de DsetSolutions S.L el següent era la llera S. El nom “Peresós” s'ajunta amb X2 que ve referenciada pel dispositiu on s'aplica el projecte, el “*gateway*”ConnectportX2.

Recollida de dades

Aquesta primera part del projecte es va enfocar com el seu nom indica, a la recollida de dades del sensor, aquesta es va realitzar enquestant el sensor PLC del laboratori de proves mitjançant el protocol de comunicacions Modbus.

En aquest apartat es van crear les següents classes del programa:

Nom de la classe
SlothX2.py
LogInsertClass.py
SingalList.py
SlavesDef.py
Historic.py

Taula 10: Classes primera etapa recollida de dades

- **Observació :** Es va utilitzar el protocol Modbus ja que és el que el PLC (Fig 20) disposava per defecte, com que aquest també era consultat per altres proves que realitza l'empresa, no es va modificar. Es va proposar que un cop funcionés tot, s'afegiria un pont Zigbee per realitzar la comunicació mitjançant aquest protocol.



Fig 20: PLC de recollida de senyals

9.1.6 Programació de una passarel·la

Com s'explica anteriorment a la memòria, el ConnectportX2 de Digi no era capaç d'implementar dins seu un servei “WSDL”, aquests serveis eren la única manera de comunicar-se amb l'aplicatiu web YES (Fig 21) de DsetSolutions S.L. Un cop diagnosticat i havent donat per confirmat que el problema era incorregible, es va realitzar una reunió amb DsetSolutions S.L, en aquesta reunió es va proposar realitzar una passarel·la.

La passarel·la rebria les dades del Connectport X2 mitjançant “sockets” i les enviaria mitjançant “WSDL” a l'aplicatiu YES de DsetSolutions S.L

La passarel·la es va dividir en dos apartats que un cop en funcionament es van fusionar :

- L'apartat encarregat de rebre les dades del Connectport X2, el “Bridge”
 - Aquest apartat es va programar paral·lelament amb la segona part de la programació del SlothX2, ja que òbviament s'havien d'interconnectar un amb l'altre.
- L'apartat encarregat d'adequar i enviar les dades a l'aplicatiu YES mitjançant WSDL.
 - Aquest apartat es va realitzar un cop finalitzat el primer apartat, ja que feia falta tenir les dades en un fitxer per poder-lo realitzar. Tot i que es van fer algunes proves amb dades simulades

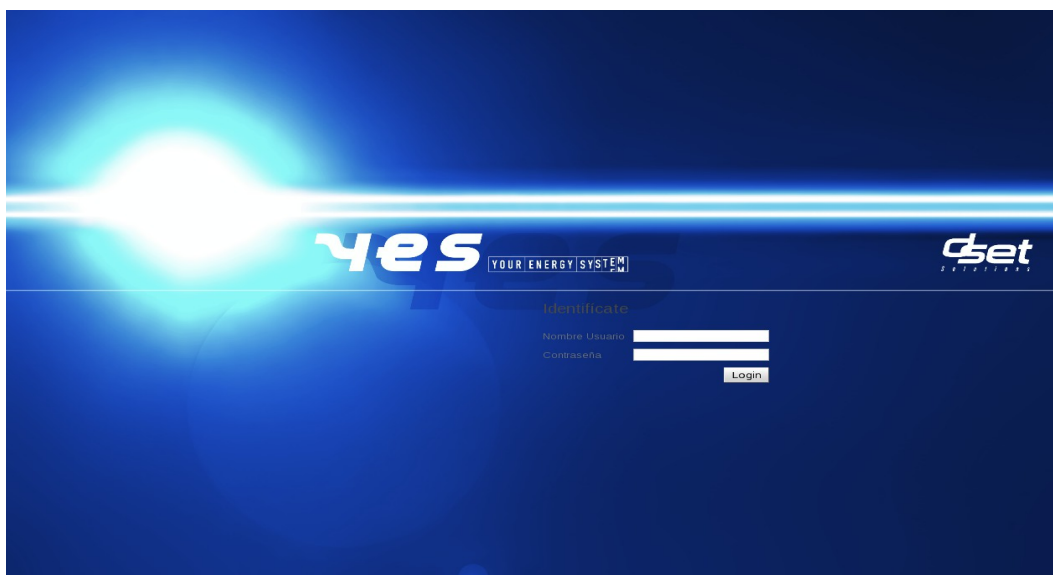


Fig 21: Portal YES (Your Energy System) de DsetSolutions S.L

9.1.7 Esbós del gadget

Paral·lelament a la programació, es va crear un esbós del que seria el gadget pel servei YES. Aquest esbós es va realitzar molt per sobre, només com una pauta, mirant els altres gadgets (Fig22) ja fets pels enginyers de DsetSolutions S.L. El gadget es desenvoluparia com a penúltima operació del projecte després del correcte funcionament de l' SlothX2 i el ToYes.

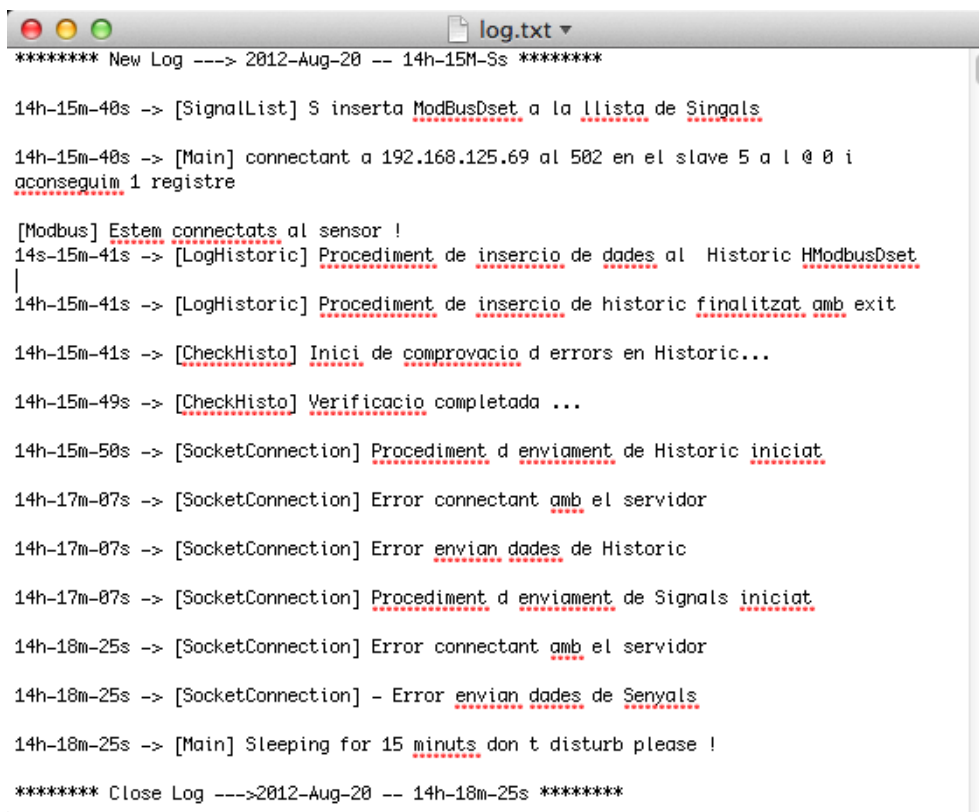


Fig 22: Gadgets inicials de l'aplicatiu web YES

9.1.8 Testeig

En aquesta etapa, que es pot considerar una de les més importants. Un cop el dispositiu ja estava en fase "BETA" es va posar en funcionament, com si d'una instal·lació real es tractés. Es varen realitzar tota mena de diagnòstics (Fig23), a sota mostrem una llista :

- ✓ Verificació del funcionament en llarga durada.
- ✓ Desconnexió de la xarxa elèctrica intermitent.
- ✓ Desconnexió del cable de xarxa.
- ✓ Desconnexió del sensor.
- ✓ Desconnexió del servidor intermediari.



```
***** New Log ---> 2012-Aug-20 -- 14h-15M-Ss *****

14h-15m-40s -> [SignalList] S inserta ModBusDset a la llista de Singals

14h-15m-40s -> [Main] connectant a 192.168.125.69 al 502 en el slave 5 a l @ 0 i
aconsequim 1 registre

[Modbus] Estem connectats al sensor !
14s-15m-41s -> [LogHistoric] Procediment de insercio de dades al Historic HModbusDset
|
14h-15m-41s -> [LogHistoric] Procediment de insercio de historic finalitzat amb exit

14h-15m-41s -> [CheckHisto] Inici de comprovacio d errors en Historic...

14h-15m-49s -> [CheckHisto] Verificacio completada ...

14h-15m-50s -> [SocketConnection] Procediment d enviament de Historic iniciat

14h-17m-07s -> [SocketConnection] Error connectant amb el servidor

14h-17m-07s -> [SocketConnection] Error envian dades de Historic

14h-17m-07s -> [SocketConnection] Procediment d enviament de Signals iniciat

14h-18m-25s -> [SocketConnection] Error connectant amb el servidor

14h-18m-25s -> [SocketConnection] - Error envian dades de Senyals

14h-18m-25s -> [Main] Sleeping for 15 minuts don t disturb please !

***** Close Log --->2012-Aug-20 -- 14h-18m-25s *****
```

Fig 23: Captura del fitxer Log del programa SlothX2 mostrant problemes de comunicació

9.1.9 Depuració

Aquest punt i l'anterior, es poden considerar que són dos punts paral·lels, es a dir, un cop es detectava una errada, automàticament es buscava l'errada i es corregia. Aquesta etapa va ser llarga i complexa, es va haver de re-programar algunes coses del dispositiu que el feien funcionar malament.

9.1.10 El gadget web

Quan casi estava finalitzada l'etapa de testeig i depuració, com el dispositiu havia de romandre moltes hores en proves, es va decidir començar la creació del gadget web. Com s'explica a la memòria, en la part de planificació, degut a la demora causada per la llarga durada de posada en marxa del Connectport X2, i a causa de les necessitats de l'empresa, els enginyers de DsetSolutions S.L van casi finalitzar el “*dashboard*” (Fig 24) de l'aplicatiu YES. En aquest punt, en una petita reunió amb el director del projecte es va decidir sols aplicar la funció de “convertir en taula” qualsevol gadget de l'aplicatiu. Aquesta funció s'ubica dins les opcions de configuració del gadget.



Fig 24: Gadget en mode taula de values (Columna 3 fila 1)

9.1.11 Planificació del controlador de Zigbee

Aquest punt es va fixar en la planificació inicial, però com es comenta a la memòria, a l'apartat de planificació, no s'ha pogut realitzar. Un cop finalitzada la opció de convertir a la taula, es va fer una reunió amb l'enginyer de DsetSolutions S.L i el director del projecte, en aquesta, es va mirar què suposaria afegir el driver que permetés comunicar el ConnectportX2 amb altres dispositius Zigbee. Vist el temps que faltava per finalitzar el projecte, no es va veure viable la implementació d'aquest, i es va preferir acabar de polir els petits detalls que encara li quedaven al Connectport X2.

9.1.12 La memòria

Durant tot el projecte s'ha anat documentant alguns punts que s'anaven realitzant, tot i això ha sigut més cap el final del projecte quan s'ha redactat la gran part d'aquesta memòria.

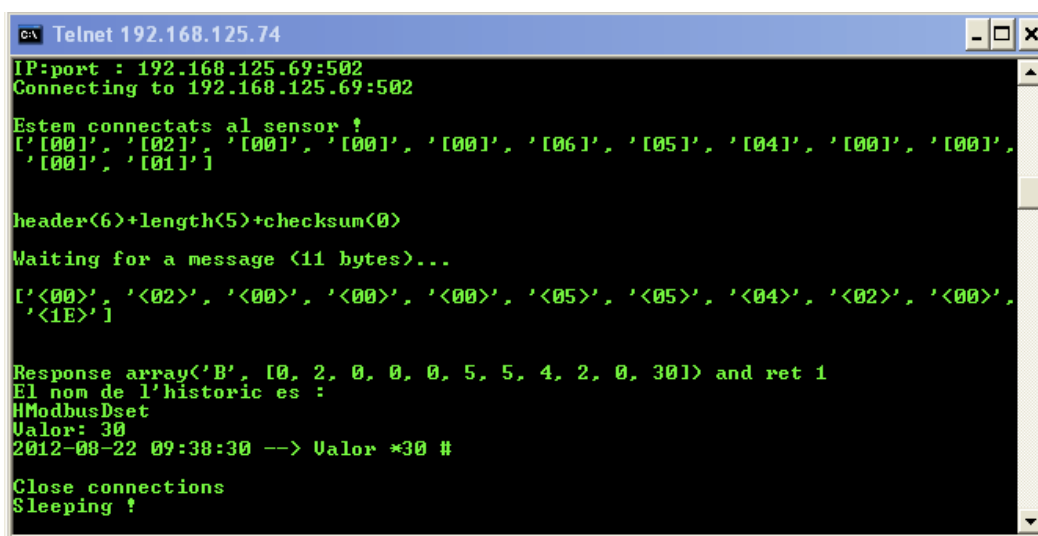
A part de la memòria, i tot i que en un primer moment no es va tenir en conte, l'empresa DsetSolutions S.L va demanar que documentés com instal·lar, modificar i bàsicament posar en marxa el programari que s'havia realitzat en aquest projecte, a partir d'aquesta tasca encomanada es van crear dos manuals d'usuari, un pel SlothX2 i l'altre de l'aplicatiu ToYes. Aquests manuals estan dissenyats i destinats als enginyers de DsetSolutions S.L.

9.2 Resultats

En aquest apartat es descriuran els resultats finals que s'han aconseguit amb aquest projecte :

- ConnectportX2 com a captador de dades en instal·lacions de DsetSolutions S.L adequades a la tecnologia de comunicació del dispositiu.
- Recopilació de dades a l'aplicatiu web YES
- Opció “mostrar taula” en qualsevol dels gadgets del “*dashboard*”.

A sota es mostren les captures de pantalla del registre d'adquisició de dades del ConnectportX2 (Fig 25), el registre de rebuda de dades i transmissió del programa ToYes(Fig26), el registre de les dades a l'aplicatiu YES (Fig27)i finalment el “*dashboard*”.



```
CA Telnet 192.168.125.74
IP:port : 192.168.125.69:502
Connecting to 192.168.125.69:502

Estem connectats al sensor !
['[00]', '[02]', '[00]', '[00]', '[00]', '[06]', '[05]', '[04]', '[00]', '[00]',
 '[00]', '[01]']

header(6)+length(5)+checksum(0)
Waiting for a message (11 bytes)...
['<00>', '<02>', '<00>', '<00>', '<00>', '<05>', '<05>', '<04>', '<02>', '<00>',
 '<1E>']

Response array<'B', [0, 2, 0, 0, 0, 5, 5, 4, 2, 0, 30]> and ret 1
El nom de l'historic es :
HModbusDset
Ualor: 30
2012-08-22 09:38:30 --> Ualor *30 #

Close connections
Sleeping ?
```

Figura 25: Captura del registre de funcionament Connectport X2

```
1800152 [Timer-0] INFO root - Validació taula OK
1800152 [Timer-0] INFO root - Ultims valors:
1800402 [Timer-0] INFO root - Últim valor del Codi senyal: 69, Mon Aug 27 23:41:50 CEST 2012 UNIX TIME 1346103710000 53.0
1800402 [Timer-0] INFO root - Data actual amb format UNIX : 1346103710000

1800402 [Timer-0] INFO root - Volcat històrics de la senyal 69:
1800949 [Timer-0] INFO root - Volcat històrics de la senyal 69 OK
1800949 [Timer-0] INFO root - S'ha completat correctament el volcat de dades a l'aplicatiu YES
1800949 [Timer-0] INFO root - *****Finalitza el procés: Wed Aug 29 12:19:39 CEST 2012*****
1800949 [Timer-0] INFO root - *****
1808589 [Thread-0] INFO root - ***** Atencio : Connexio entrant al port 10102 *****
1808605 [Thread-0] INFO root - S'estan rebent dades del captador de dades ...
1808605 [Thread-0] INFO root - S'esta rebent el fitxer historial
1826822 [Thread-0] INFO root - *****Finalització del proces de comunicacio amb l aplicatiu YESWed Aug 29 12:20:05 CEST 2012*****
1826822 [Thread-0] INFO root -
*****
```

Figura 26 Captura del registre de funcionament de la passarel·la ToYes

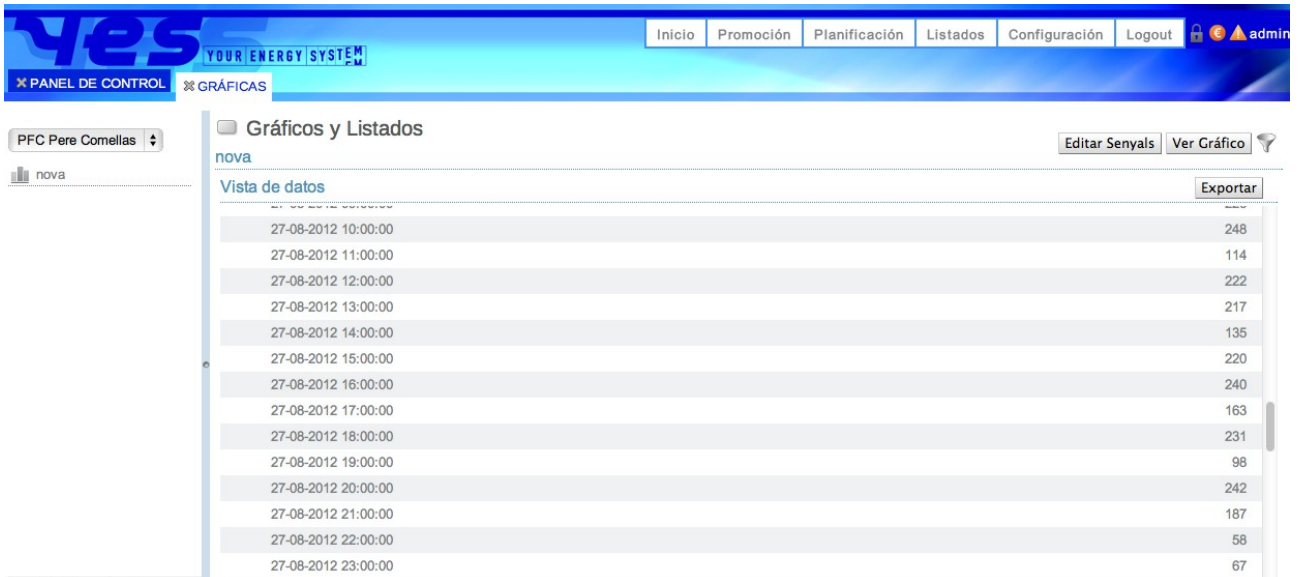


Figura 27: Visualització de dades del sistema YES amb les dades del ConnectportX2



Figura 28: "Dashboard" mostrant les dades adquirides per a la instal·lació de proves

10 Conclusions

10.1 Assoliment de la tasca inicial

L'objectiu d'aquest projecte, com es va comentar en els primers punts de la memòria, era el d'economitzar i millorar un producte que tenia l'empresa, crec que aquest objectiu s'ha realitzat amb èxit ja que en les futures instal·lacions que l'empresa realitzi es podrà aplicar el producte creat amb aquest projecte, d'aquí el sentiment d'èxit. No obstant, com es comenta per a un treball futur, es podran realitzar moltes millores que, o no s'han fet per falta de temps, o s'han vist productives al llarg del projecte. Aquestes millores faran del projecte un producte molt més eficient.

10.2 Desviacions en la planificació

La planificació inicial, va marcar uns punts a seguir, de fet es pot considerar que s'han assolit molt bé casi tots. Aquests punts van ser marcats en un ordre de preferència de tal manera que en el cas de no poder assolir-los tots, com a mínim l'empresa pogués aprofitar el projecte enfocat a les seves necessitats. Amb això, s'explica el fet de que per exemple, el “*Driver*” que era un punt important en el projecte com a tal, es va deixar per l'últim. A l'empresa DsetSolutions S.L li interessava més tenir un producte capaç de recollir dades amb un preu inferior al que actualment tenien, que no pas poder connectar aquest producte a molts dispositius.

Sobre el tema del gadget, la desviació, també comentada en anterioritat en la memòria, es deguda a que a causa de la demora no es va començar a programar els gadget en un temps prudent, i vistes les circumstàncies de futur que tenien marcades en la plataforma YES, DsetSolutions S.L es va decidir que els seus enginyers realitzessin aquesta tasca, deixant pel projecte, una modificació de visualització dels gadgets, que s'explica també a la memòria.

11 Treball futur

En aquest apartat descriurem les millores que es podrien aplicar al projecte. El punt s'ha dividit en tres subapartats .

11.1 Millores aplicades al programari

En aquest punt, sols fa referència al programa SlothX2 principalment, ja que el ToYes, compleix les seves necessitats i no necessita de més expectatives (exceptuant les de seguretat i de comunicacions, com s'aclarirà a sota)

En el SlothX2 es podria :

- ➔ Millorar la seguretat de les comunicacions via socket amb el programa ToYes
 - Les comunicacions socket que s'envien del Connectport X2 cap al ToYes no porten cap verificació, així doncs són vulnerables a atacs informàtics o pèrdues de paquets.

- ➔ Modificar el codi per tal de poder enquestar diferents sensors en diferent freqüencial temporal
 - Actualment, tots els sensors que enquesta el ConnectportX2 es consulten en el mateix interval de temps, un per enquestar-los a tots.

11.2 Millores de tecnologia inal·làmbriques

En aquest punt sols es tracten les millores inal·làmbriques aplicades al ConnectportX2:

- ➔ Evolucionar el sistema de comunicació amb els sensors per incloure les del tipus Zigbee
 - El dispositiu segueix l'estàndard Zigbee, per tant ,aquest es podria comunicar i rebre la informació de qualsevol sensor que utilitzés aquesta tecnologia.

- ➔ Evolucionar el sistema de comunicació amb els sensors per incloure'n del tipus Xbee
 - La mateixa empresa Digi proporciona sensors Xbee els quals es podrien comunicar amb el dispositiu.

11.3 Millores de mobilitat

En aquest punt es tractaran uns conceptes molt importants actualment que són els de mobilitat. En els darrers temps la tecnologia dels mòbils ha avançat d'una manera estrepitosa, casi tothom disposa d'un "smartphone" o "tablet". Així doncs, les millores que es descriuen en aquest apartat pretenen donar èmfasi en aquest punt tant important de les tecnologies de mobilitat actuals.

➔ Creació d'una aplicació mòbil per veure el “*dashboard*”

-Qualsevol empresa amb una instal·lació de monitorització, l'interessa veure clarament totes les seves dades, d'aquí el “*dashboard*”, però també els interessa veure l'aplicació en diferents llocs, ja sigui de l'empresa o a l'exterior. Així doncs, l'adaptació del “*dashboard*” o tot l'aplicatiu YES als terminals mòbils és una necessitat in-descartable.

➔ Creació d'una aplicació mòbil per veure el registre dels sensors

-Aquesta aplicació mòbil va més enfocada als enginyers de l'empresa on s'ha instal·lat el producte, així com DsetSolutions S.L. El registre de successos dels sensors mostra tot el que va passant durant les diferents etapes del procés de recopilació de dades. Així doncs, si hi hagués algun problema es podria detectar ràpidament en qualsevol lloc. En aquesta aplicació es podria incloure un sistema d'alarmes en el cas que hi hagués algun problema.

12 Bibliografia

En aquesta secció es mostraran totes les fonts consultades per la realització d'aquest projecte. Aquesta informació s'ha dividit en dos parts :

- ◆ Llibres consultats
- ◆ Enllaços web consultats

12.1 Llibres consultats

Kenneth L, Calvert. *TCP/IP Sockets in Java : practical guide for programmers*. 2nd ed. Burlington: Morgan Kaufmann/Elsevier, cop,2008. 177 p. (Morgan Kaufmann practical guides series). ISBN 9780123742551

Sedgewick, Robert. *Introduction to programming in Java*. Boston: Pearson Addison-Wesley, cop,2008. 723 p. ISBN 9780321498052

Farahani, Shahin. *ZigBee wireless networks and transcievers*. Amsterdam ; Boston : Newnes/Elsevier, 2008. 339p Recurs electrònic. ISBN 9780750683937

12.2 Enllaços web consultats

[Digi1] Digi Your M2M Solutions Expert, Digi
www.digi.com

[Digi2] Digi Your M2M Solutions Expert – Digi international Support Forum, Digi
<http://forums.digi.com/>

[Digi3] Digi Wiki for Developers, Digi
http://www.digi.com/wiki/developer/index.php/Main_Page

[Digi4] Online Support Request,Digi
www.digi.support/eservice

[Python1] The Python Wiki, Python Software Foundation
<http://wiki.python.org/moin/>

[Python2] Python Documentation, Python Software Foundation

<http://docs.python.org/>

[Java1] The Java EE 5 Tutorial, Oracle

<http://docs.oracle.com/javaee/5/tutorial/doc/>

[Gwt1] Google Web Toolkit main pages, Google INC

<https://developers.google.com/web-toolkit/>

[Gwt2] Google Web Toolkit in Action, Google INC

<https://developers.google.com/web-toolkit/examples/>

[Suds1] SUDS Main Page, Fedora Linux

<https://fedorahosted.org/suds/>

[Suds2] SOAPYpy project, Adam Elman

<http://soapy.sourceforge.net/>

13 Manuals d'usuari/instal·lació

Per poder entendre el funcionament dels dos programes desenvolupats en aquest PFC s'han creat dos manuals d'usuari.

Els manuals especifiquen des de com instal·lar el programari al dispositiu, fins a com fer modificacions en el codi per afegir nous sensors, canviar rutes per defecte, ip's dels servidors etc ,

S'annexen per separat com a :

- Manual SlothX2
- Manual de la passarel·la Java “ToYes”.