

# **ENERGY.home**

## **Control i monitorització del pla de manteniment preventiu de Legionel·losis i instal·lacions d'energia solar tèrmica als edificis esportius**

**Montse López Puerta**

Treball Final de Grau TFG, Disseny de Sistemes Electrònics

Grau de Tecnologies de la Telecomunicació

**Universitat Oberta de Catalunya, UOC**

Consultor: Carlos Gonzalo Moreno Soriano

Professor de l'assignatura: Germán Cobo Rodríguez

Juny 2018

*Quan la sorpresa ve d'un mateix, resulta una experiència molt més gratificant que no pas esperar que sempre ho facin els altres...*

# ABSTRACT

S'ha detectat deficiències a les instal·lacions d'energia solar tèrmica per el sistema d'aigua calenta sanitària i presència dels nivells de concentració de legionel·losi per sobre dels permesos per la normativa del Departament de Salut.

Amb l'impacte que deriva d'això, aquest projecte implanta una eina d'ajut al control i prevenció automàtic de les instal·lacions segons les normatives vigents, així com la verificació del funcionament correcte del sistema de captació d'energia solar tèrmica i la comprovació de l'estalvi energètic previst.

El sistema es basa en la recollida de dades físicament en les instal·lacions mitjançant sondes, elements de camp, un sistema de centrals, estacions de mòduls d'adquisició i tractament de dades, programació i integració de tot el sistema a distància.

S'aconsegueix així, el control dels sistemes i la prevenció del problema de contaminació i del coneixement de l'estalvi dels costos de manteniment i d'energia.

*Paraules clau* : Control i monitorització, legionel·losi, energia solar tèrmica, estalvi energètic i integració de sistema.

Deficiencies have been detected in thermal solar energy installations for the sanitary hot water system and presence above the permitted levels of Legionella concentration above those permitted by the Department of Health regulations.

With the impact that results from this, this project implements a tool to help control and prevent automatic installations according to current regulations, as well as the verification of the correct operation of the thermal solar collecting system and the verification of the expected energy savings.

Form a system for collecting data physically in the installations through probes, field elements and a system of power stations and modules, data acquisition and treatment, programming and integration of the entire remote system.

This is achieved, the control of the systems and the prevention of the problem of pollution and knowledge, saving maintenance and energy costs.

*Keywords*: Control and monitoring, level of concentration of Legionella, solar thermal system, energy saving, and system integration.

# RESUM

Actualment és d'obligat compliment la realització del manteniment preventiu tant en les instal·lacions d'energia solar tèrmica en els edificis així com de manteniment de prevenció i control de la legionel·losi en dels sistemes de ACS (aigua calenta sanitària) per part de la propietat, segons les normatives vigents.

Entre les tasques a realitzar hi ha una fase de presa de dades repetitives a un punts i elements concrets de la instal·lació com temperatures d'acumulació, temperatures d'entrada i sortida d'aigua del sistema solar, etc., que es tenen que registrar. Una altra fase és la realització dels xocs tèrmics necessaris per minimitzat els nivells de concentració de Legionel·losis, que a vegades no es fan i no es detecta amb les greus conseqüències que deriva.

A vegades els pocs medis d'estructura o el baix cost destinat a les empreses contractades per la seva realització, provoquen que no es facin les lectures i presa de dades tal com indica el *planning* i es pugui analitzar ràpida i mecànicament.

Moltes de les instal·lacions d'energia solar tèrmica instal·lades en el període obligat per l'Ordenança solar tèrmica de Barcelona de 2006 als edificis, avui dia no funcionen correctament.. En alguns casos la propietat no és conscient d'això degut a la manca de control i manteniment d'aquesta instal·lació, accentuat especialment al període de crisi que s'ha patit en el darrers anys. En aquests, uns dels primers contractes de serveis en retallar-se van ser els de manteniment. Com a conseqüència, el desaprofitament i el no estalvi de l'energia prevista, motiu pel que es van implementar.

Amb el sistema que es proposa, l'usuari i/o propietat disposarà de les dades en temps reals per controlar el funcionament, comprovar i realitzar les intervencions com els xocs tèrmics. En definitiva, una eina de prevenció, control i informació, per evitar els brots de legionel·losi i assegurar l'estalvi d'energia solar tèrmica i dels costos de manteniment.

# AGRAÏMENTS

Agraeixo a la UOC i al seu equip docent, per fer possible la insistència d'alguns que no ens cansem mai d'aprendre i voler ser millors per dintre.

Demano disculpes a tots els que m'estimen per no dedica'ls-hi el temps que mereixem, que espero recompensar en breu.

# ÍNDIX DE CONTINGUTS

<b>ABSTRACT</b>	<b>ii</b>
<b>RESUM</b>	<b>iii</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDIX DE CONTINGUTS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDIX DE FIGURES</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDIX DE TAULES</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICACIÓ	1
1.2 OBJECTIUS PRINCIPALS	2
1.3 OBJECTIUS ESPECÍFICS	3
1.4 METODOLOGIA	4
1.5 PLANIFICACIÓ	5
1.6 DIAGRAMA DE GANTT	6
1.7 ORGANITZACIÓ DEL PROJECTE	7
<b>CAPITOL 2: ESTAT DE L'ART</b>	<b>8</b>
2.1 INTRODUCCIÓ	8
2.2 LEGIONEL·LOSI PNEUMOPHILA	8
2.2 NORMATIVES VIGENTS	9

2.3. REQUERIMENTS I ACTUACIONS CONTRA LA LEGIONEL·LOSI .....	10
2.4 INSTAL·LACIÓ ACTUAL .....	13
2.5 IMPLANTACIÓ DELS NOUS ELEMENTS DE CAMP.....	15
2.5.1 SONDES DE MESURA, SERVOMOTORS I CONTROL D'ESTATS.....	15
2.5.2 JUSTIFICACIÓ ENTRADES/SORTIDES ANALÒGIQUES/DIGITALS .....	17
<b>CAPÍTOL 3: DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA .....</b>	<b>20</b>
3.1 INTRODUCCIÓ .....	20
3.2 SONDES DE TEMPERATURA .....	21
3.3 VÀLVULES MOTORITZADES .....	21
3.4 CONTROLADOR .....	22
3.4.1 FUNCIONS DEL CONTROLADOR.....	23
3.4.2 CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS.....	24
3.4.3 OBTENCIÓ DE DADES .....	25
3.4.4 FUNCIONS DE CONMUTACIÓ I MONITORITZACIÓ .....	26
3.4.5 ESQUEMA DE CONNEXIÓ .....	28
3.4.6 BLOCS .....	28
3.5 UNITAT OPERADOR SYNCO 700.....	45
3.5.1 FUNCIONS .....	45
3.5.1 CONFIGURACIÓ .....	46

3.6 WEB SERVER .....	50
3.6.1 FUNCIONS .....	51
3.6.2 TRACTAMENT WEB .....	52
3.6.3 ACCESSIBILITAT.....	51
3.6.4 SERVEIS .....	54
3.6.5 VISUALITZACIÓ GRÀFICA .....	55
3.6.6 KNX MODE .....	55
3.6.7 TENDÈNCIES .....	56
3.7 ACS790.....	57
3.7.1 FUNCIONS.....	57
3.7.2 PROBA FUNCIONAMENT .....	63
3.8 ESQUEMA PRINCIPI SISTEMA .....	63
<b>CAPÍTOL 4: CONCLUSIONS .....</b>	<b>65</b>
4.1 INTRODUCCIÓ .....	65
4.2 ESTUDI ECONÒMIC .....	66
4.3. ESTALVI COSTOS I AMORTITZACIÓ .....	68
4.4 GESTIÓ MULTIPLES D'INSTAL·LACIONS .....	69
4.5 INTEGRACIÓ PLATAFORMA SENTILO .....	72
4.6 CONCLUSIONS .....	78
<b>GLOSSARI .....</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>83</b>
<b>ANNEXOS .....</b>	<b>86</b>



# ÍNDIX DE FIGURES

<b>Figura 1.</b> Esquema de principi de l'energia solar tèrmica actual (font: Projecte executiu subministrat per l'empresa instal·ladora Climaespais Serveis Integrals d'Instal·lacions S.L.....	14
<b>Figura 2.</b> Detalls del sistema de mescla a l'entrada dels nuclis. (font: Projecte executiu subministrat per l'empresa instal·ladora Climaespais Serveis Integrals d'Instal·lacions S.L. ....	15
<b>Figura 3.</b> Esquema de principi del sistema d'acumulació amb els elements de camp necessaris per implementar el nou sistema de control .....	16
<b>Figura 4.</b> Esquema de principi del sistema de producció amb els elements de camp necessaris per implementar el nou sistema de control .....	16
<b>Figura 5.</b> Esquema de principi del sistema de mescla d'entrada als nuclis amb els elements de camp necessaris per implementar el nou sistema de control .....	17
<b>Figura 6.</b> Sonda de immersió QAE2120.010 de temperatura .....	21
<b>Figura 7.</b> Vàlvules de dos vies per la realització dels xocs tèrmics de temperatura a l'entrada dels nuclis .....	21
<b>Figura 8.</b> Vàlvules de tres vies per la realització dels xocs tèrmics de temperatura a l'entrada dels dipòsits d'acumulació .....	21
<b>Figura 9.</b> Esquema intern simplificat.....	22
<b>Figura 10.</b> Lògica de funcionament.....	22
<b>Figura 11.</b> Controlador programable mitjançant funcions lògiques RMS705 .....	23
<b>Figura 12.</b> Esquema de connexions .....	27

<b>Figura 13.</b> Diagrama de blocs.....	28
<b>Figura 14.</b> Connexió de blocs.....	28
<b>Figura 15.</b> Entrades universals .....	29
<b>Figura 16.</b> Entrades universals estat/fallida.....	29
<b>Figura 17.</b> Seqüència fallida.....	30
<b>Figura 18.</b> Bloc de funció de tendències .....	30
<b>Figura 19.</b> Visualització canals de tendències.....	30
<b>Figura 20.</b> Registre esdeveniments.....	31
<b>Figura 21.</b> Bloc horari.....	31
<b>Figura 22.</b> Hores esdeveniments, darrer manteniment (xoc tèrmic) .....	31
<b>Figura 23.</b> Bloc senyals de polsos .....	32
<b>Figura 24.</b> Bloc commutació horària.....	32
<b>Figura 25.</b> Selecció calendari .....	32
<b>Figura 26.</b> Selecció mode xocs tèrmic en cas de brot.....	33
<b>Figura 27.</b> Bloc calculadora.....	33
<b>Figura 28.</b> Estimació potencia calorífica amb el bloc calculadora.....	34
<b>Figura 29.</b> Bloc duplicador/inversor del senyal.....	35
<b>Figura 30.</b> Bloc lògic .....	35
<b>Figura 31.</b> Bloc lògic sortida relé .....	35
<b>Figura 32.</b> Activació del bloc lògic .....	36
<b>Figura 33.</b> Bloc comparador .....	36
<b>Figura 34.</b> Bloc controlador.....	37
<b>Figura 35.</b> Bloc motor.....	38

<b>Figura 36.</b> Bloc sortida modulant .....	38
<b>Figura 37.</b> Commutador d'etapes rotatiu .....	39
<b>Figura 38.</b> Opcions commutador .....	39
<b>Figura 39.</b> Opcions commutador entrades/sortides .....	40
<b>Figura 40.</b> Opcions commutador vista entrades/sortides .....	40
<b>Figura 41.</b> Esquema final de connexió .....	40
<b>Figura 42.</b> Unitat operador endollable SYNCO 700 RMZ790.....	41
<b>Figura 43.</b> Pantalla LCD.....	41
<b>Figura 44.</b> Pantalla inici.....	42
<b>Figura 45.</b> Configuració adaptada .....	43
<b>Figura 46.</b> Identificació de les entrades físiques .....	43
<b>Figura 47.</b> Assignar entrades i sortides.....	43
<b>Figura 48.</b> Llaços de control.....	44
<b>Figura 49.</b> Configuració entrada sonda temperatura .....	44
<b>Figura 50.</b> Menú operador .....	44
<b>Figura 51.</b> Control d'agregats.....	45
<b>Figura 52.</b> Menú operador .....	45
<b>Figura 53.</b> Assignar la variable controlada i la seqüència de control.....	46
<b>Figura 54.</b> Menú operador .....	46
<b>Figura 55.</b> Múltiples de l'entrada N.X6.....	46
<b>Figura 56.</b> Menú operador .....	46
<b>Figura 57.</b> Web Server per un controlador OZW772.01 .....	46
<b>Figura 58.</b> Arquitectura Web Server OZW772.01 .....	47

<b>Figura 59.</b> Pantalla visualització.....	50
<b>Figura 60.</b> Gràfic de tendències.....	51
<b>Figura 61.</b> Transmissió de dades .....	52
<b>Figura 62.</b> Vista i anàlisi amb Excel.....	52
<b>Figura 63.</b> Definició de zones i llista de dispositius.....	53
<b>Figura 64.</b> Configuració real del sistema.....	53
<b>Figura 65.</b> Estat de planta .....	53
<b>Figura 66.</b> Area de treball punts de consigna .....	54
<b>Figura 67.</b> Selecció tipus de connexions .....	54
<b>Figura 68.</b> Visualització fallides i avisos .....	54
<b>Figura 69.</b> Creació d'informes .....	55
<b>Figura 70.</b> Comprovació funcionament sistema.....	56
<b>Figura 71.</b> Arquitectura del sistema.....	56
<b>Figura 72.</b> Connexió global múltiples clients.....	61
<b>Figura 73.</b> Diagnòstic.....	61
<b>Figura 74.</b> Arquitectura Synco IC.....	63
<b>Figura 75.</b> Arquitectura Sentilo .....	65
<b>Figura 76.</b> Capa de transport.....	66
<b>Figura 77.</b> Capa de servei .....	67
<b>Figura 78.</b> Ampliació del sistema. ....	69

# ÍNDIX DE TAULES

<b>Taula 1.</b> HE <sub>4</sub> : Plà de Vigilància .....	11
<b>Taula 2.</b> HE <sub>4</sub> : Mesures obligatòries Real Decret 865/2003[5].....	11
<b>Taula 3.</b> HE <sub>4</sub> : Neteja i desinfecció tèrmica Real Decret 865/2003[5] .....	12
<b>Taula 4.</b> Tipus de senyals, entrades i sortides previstes .....	18
<b>Taula 5.</b> Taula de temperatura/resistència del component de mesura LG-Ni 1000, (1000 Ω a 0°C) .....	20
<b>Taula 6.</b> Característiques principals controlador RMS 705.....	23
<b>Taula 7.</b> Navegació principal.....	45
<b>Taula 8.</b> Navegació secundària.....	47
<b>Taula 9.</b> Tendències .....	48

# CAPÍTOL 1:

# INTRODUCCIÓ

## 1.1 JUSTIFICACIÓ

Amb aquest projecte es posa en pràctica els coneixements adquirits durant els estudis de Grau de Tecnologies de la Telecomunicació, amb un sistema amb aplicacions reals de les tecnologies de comunicació (TIC) i eines innovadores per trobar, millorar i/o afegir idees a un problema en un sistema actual.

Encara que la majoria d'edificis construïts a partir del 2006 estan dotats de sistema d'energia solar tèrmica i amb l'obligatorietat de contracte de serveis de manteniment de les instal·lacions tèrmiques als edificis i de prevenció de legionel·losi, es dona que actualment un gran nombre d'edificis públics i sobretot esportius pateixen brots de legionel·losi i els sistemes d'energia solar tèrmica aturats. Uns dels motius, és un baix cost destinat als serveis de manteniment, derivat de la crisi patida als darrers anys. [1]

Aquest projecte estudia els sistemes actuals de presses de dades, sistemes de control i monitorització com SCADA, HMI, etc, amb possibles integracions futures com ara la plataforma d'informació SENTILO i els integra creant un sistema **ENERGY.home**. L'objectiu; millorar i recolzar els sistemes actuals de vigilància de la prevenció contra la legionel·losi en sistemes de ACS en instal·lacions de consum públiques esportives i el control de l'aprofitament i l'estalvi de l'energia solar tèrmica implantats en aquest edificis.

## 1.2 OBJECTIUS PRINCIPALS

Els objectius principals són:

- Analitzar el problema real actual, derivat de la contaminació de legionel·losi en instal·lacions esportives detectat en els darrers mesos en el municipi de Badalona.
- Estudiar un edifici actual amb les característiques descrites i realitzar el projecte per la implantació del sistema ENERGY.Home, per el control i monitorització del pla de manteniment preventiu de legionel·losi i la instal·lació d'energia solar tèrmica.
- Desenvolupar l'ampliació, millora o implantació del nou sistema, i documentar-ho amb una memòria tècnica amb esquema de principi dels elements de camp, relació de material necessari, entrega del sistema amb el controlador, programació, manual d'usuari, estudi de costos i el seu impacte i la presentació a l'empresa gestora competent municipal responsable com a propietària del manteniment d'aquest edifici.
- Oferir a l'Ajuntament de Badalona una eina pel control a distància de manteniment preventiu de legionel·losi i la instal·lació d'energia solar tèrmica d'aquest edifici i a la vegada la capacitat d'ampliació futura per la resta d'edificis esportius del Municipi.
- Valorar el futur del sistema per a altres tipus d'edificis com els d'habitatges que incorporin sistema de captació d'energia solar tèrmica, edificis privats i a nivell domèstic d'un únic usuari que vulgui controlar el seu sistema individual.
- Investigar i valorar la integració amb el sistema SENTILO.

### 1.3 OBJECTIUS ESPECÍFICS

- Recull de normatives, requeriments i actuacions a realitzar en aquest tipus d'instal·lacions en quant a manteniment i prevenció contra la legionel·losi i energia solar tèrmica de recolzament.
- Estudiar una instal·lació actual d'un centre esportiu com ara l'Estadi Municipal de Badalona finalitzat al 2007, dotat de sistema d'acumulació de ACS, amb recolzament d'energia solar tèrmica, mitjançant tubs de buit i avaluar el sistema actual de manteniment de prevenció contra la legionel·losi.
- Cercar i estudiar els punts de la instal·lació concrets on ubicar els elements de camp per les entrades de mesura de dades en la instal·lació existent de consum de ACS i localització dels punts de controls d'estats necessaris pel sistema d'energia solar tèrmica per la implantació del nou sistema.
- Cercar i estudiar els punts de la instal·lació concrets on ubicar els elements de camp necessaris i actuadors per la realització dels xocs tèrmics a distància, com vàlvules solenoides i servomotors *off-on*, necessaris.
- Investigació i cerca dels controladors existents, tecnologies, programari, plataformes més adients per la implantació del nou sistema. Cerca equips senzills, eficients i amb codis oberts però a la vegada amb capacitat d'ampliació per un control i monitorització superior tipus KNX o similar.
- Cerca de sondes o elements de mesura de Cl (Clor) i pH de nivell capaços de donar senyals analògics per ampliar el sistema de control.
- Estudi de la infraestructura necessària, viabilitat i impacte en un edifici en funcionament.
- Memòria i definició del sistema *ENERGY.Home*, relació de material, programari, tecnologies i infraestructura necessària per la seva implementació.
- Estudi i pressupost del sistema.
- Lliurament del projecte a la propietat.



## 1.4 METODOLOGIA

En una primera fase, les tasques seran detallar els conceptes bàsics, definició de la legionel·la *Pneumophila*, recerca de la normativa vigent i selecció d'un edifici actual similar als que actualment tenen el problema de brot de legionel·losi i que incorpora aquest tipus d'instal·lacions. S'estudiarà el seu manteniment actual i les seves instal·lacions.

A la fase de projecte els treballs a realitzar, són una recerca de controladors per adaptar, ampliar o substituir els que incorpori la instal·lació actual. Es valora els més adients en funció del cost, implantació i funcionament. Una vegada triats els elements que formaran el sistema, es detalla els diferents actuadors, esquemes de principi i descripció tècnica, relació d'elements i equips necessaris, estudi de costos, sistemes de programació, tipus de controladors, elements de camp i resultats de la implantació. A més, també s'inclourà del control de seguiment del *planning*.

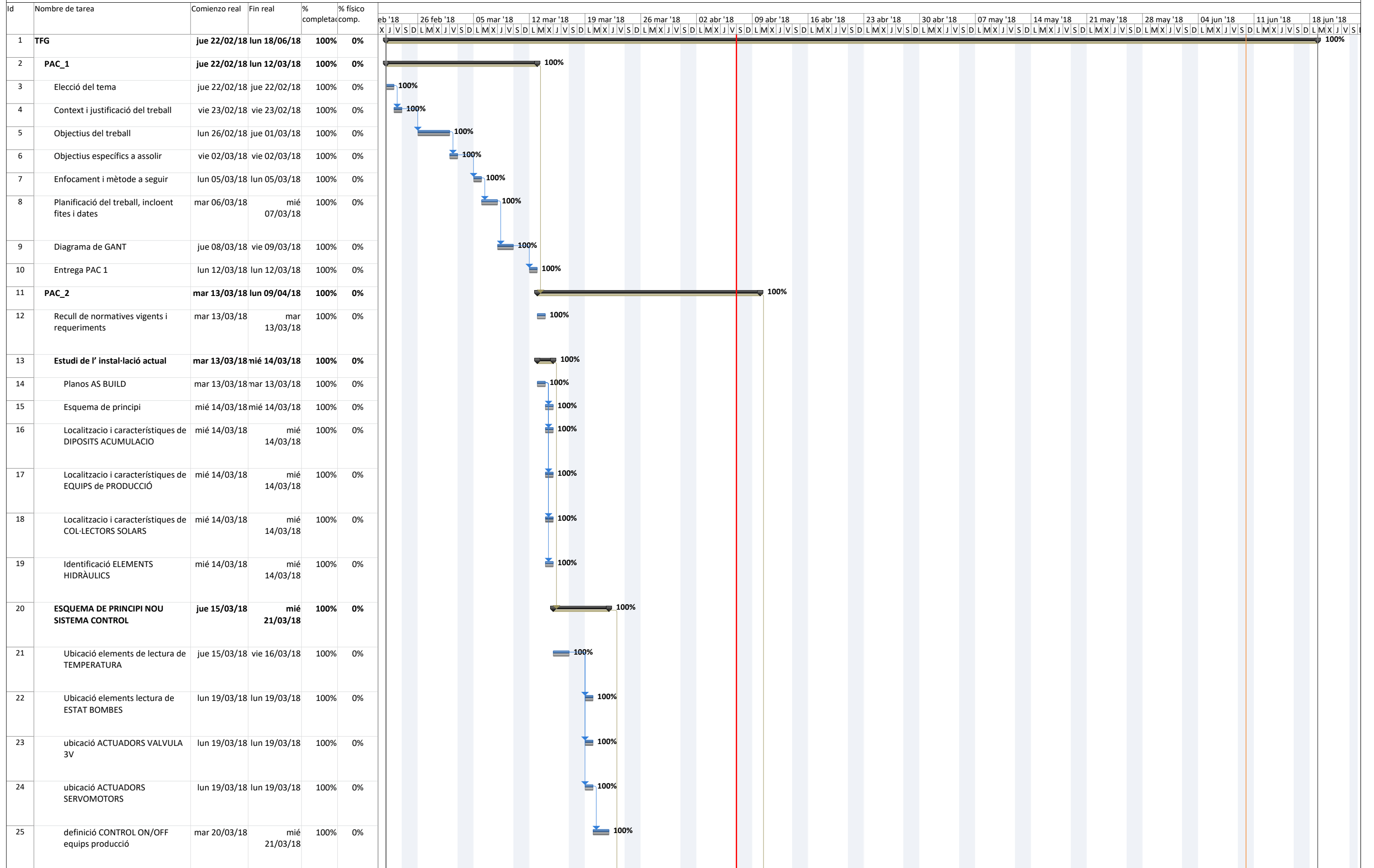
Donades les pretensions d'aquest sistema, s'ha decidit triar controladors existents al mercat amb disseny modular per deixar oberta l'ampliació en un futur per controlar més edificis de les mateixes característiques, en aquest cas, el conjunt de centres esportius amb instal·lacions d'acumulació d'ACS (33 centres esportius actuals al municipi de Badalona), amb recolzament d'energia solar tèrmica, i fins i tot, altres edificis amb un total d'ampliació de 50 controladors. És un sistema del tipus industrial però senzill i no pas domèstic que es podria resoldre amb controladors tipus *Arduino* o *Raspberry* més senzills i econòmics amb un software electrònic de codi obert.

Altre punt en aquesta decisió ha estat que el personal in situ al control d'aquests edificis sovint no té la capacitat per manipular els controladors ni els coneixements de programació necessaris. És per això, que s'ha decidit un control i monitorització a distància controlat en un principi per l'empresa externa responsable del manteniment i/o les persones competents assignades per la propietat que consideri.

## 1.5 PLANIFICACIÓ

Concepte	Durada/ dies	Inici	Termini
<b>PAC_1</b>			
Elecció del tema	1	22/02/18	22/02/18
Planificació	16	23/02/18	12/03/18
<b>PAC_2</b>			
Recull de normatives vigents i requeriments	1	13/03/18	13/03/18
Estudi de la instal·lació actual	1	13/03/18	14/03/18
Ubicació dels elements de camp, entrades	1	13/03/18	19/03/18
Ubicació dels elements de camp, sortides	1	13/03/18	19/03/18
Resum requeriments del controlador, E/S, A/D	7	20/03/18	05/04/18
Selecció elements de camp	8	20/04/18	05/04/18
Selecció controlador	1	05/04/18	05/04/18
Recerca de documentació tècnica	3	06/04/18	09/04/18
<b>PAC_3</b>			
Implementació del sistema, disseny	10	10/04/18	20/04/18
Control seguiment, costos, pressupost	1	21/04/18	21/04/18
Documentació tècnica, manual d'usuari, producte	18	22/04/18	10/05/18
Qualitat, proves parcials, imprevistos	3	11/05/18	14/05/18
<b>PAC_4</b>			
Revisió i comprovació memòria	9	15/05/18	24/05/18
Revisió i comprovació producte	10	25/05/18	05/06/18
Presentació del projecte	9	06/06/18	15/06/18
Presentació TFG	3	15/06/18	18/06/18

## 1.6 DIAGRAMA DE GANTT



Id	Nombre de tarea	Comienzo real	Fin real	% completac	% físico comp.	Feb '18	26 Feb '18	05 Mar '18	12 Mar '18	19 Mar '18	26 Mar '18	02 Abr '18	09 Abr '18	16 Abr '18	23 Abr '18	30 Abr '18	07 May '18	14 May '18	21 May '18	28 May '18	04 Jun '18	11 Jun '18	18 Jun '18		
						X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
26	Taula E/S, A/D	vie 23/03/18	vie 23/03/18	100%	0%																				
27	Selecció CONTROLADOR	lun 26/03/18	lun 26/03/18	100%	0%																				
28	Selecció ELEMENTS DE CAMP	mar 27/03/18	mié 28/03/18	100%	0%																				
29	Selecció d'ACTUADORS	jue 29/03/18	jue 29/03/18	100%	0%																				
30	Selecció SOFTWARE	vie 30/03/18	vie 30/03/18	100%	0%																				
31	Selecció MONITORITZACIÓ	lun 02/04/18	mar 03/04/18	100%	0%																				
32	Selecció TRANSMISIÓ de DADES	mié 04/04/18	jue 05/04/18	100%	0%																				
33	recull de documentació tècnica	vie 06/04/18	vie 06/04/18	100%	0%																				
34	Entrega PAC 2	lun 09/04/18	lun 09/04/18	100%	0%																				
35	<b>PAC_3</b>	mar 10/04/18	lun 14/05/18	100%	0%																				
36	<b>PRODUCTE</b>	mar 10/04/18	mié 25/04/18	100%	0%																				
37	PROTOCOL funcionament	mar 10/04/18	jue 12/04/18	100%	0%																				
38	Codi Programació Controlador	vie 13/04/18	lun 16/04/18	100%	0%																				
39	Sistema HMI	mar 17/04/18	mié 18/04/18	100%	0%																				
40	Sistema SCADA software	jue 19/04/18	vie 20/04/18	100%	0%																				
41	Manual d'Usuari	lun 23/04/18	mié 25/04/18	100%	0%																				
42	<b>MEMÒRIA</b>	jue 26/04/18	vie 11/05/18	100%	0%																				
43	ABSTRACT	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
44	RESUM	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
45	INDEX DE CONTINGUTS	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
46	INDEX DE FIGURES	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
47	CAP 1 INTRODUCCIO	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
48	CAP 2 ESTAT DE L'ART	vie 27/04/18	vie 27/04/18	100%	0%																				
49	CAP 3 DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE	lun 30/04/18	jue 10/05/18	100%	0%																				
50	Estudi de COSTS	jue 26/04/18	jue 26/04/18	100%	0%																				
51	BIBLIOGRAFIA	vie 11/05/18	vie 11/05/18	100%	0%																				
52	Entrega PAC 3	lun 14/05/18	lun 14/05/18	100%	0%																				
53	<b>PAC_4</b>	mar 15/05/18	lun 18/06/18	100%	0%																				
54	Revisió i comprovació memòria	mar 15/05/18	jue 24/05/18	100%	0%																				
55	Revisió i comprovació producte	vie 25/05/18	mar 05/06/18	100%	0%																				
56	Video presentació PowerPOint	mié 06/06/18	lun 11/06/18	100%	0%																				
57	Maquetació Document final	mar 12/06/18	vie 15/06/18	100%	0%																				
58	Presentació del projecte	mar 12/06/18	mié 13/06/18	100%	0%																				
59	Presentació TFG	jue 14/06/18	lun 18/06/18	100%	0%																				

## 1.7 ORGANITZACIÓ DEL PROJECTE

Els capítols estan justificats en funció de l'ordre de treballs per el desenvolupament del sistema:

**Capítol\_2:** Una primera fase serà la descripció de conceptes bàsics i definició de la Legionel·losi Pneumophila, recerca de la normativa vigent, selecció d'un edifici actual amb problemes de brot de legionel·losi que incorpora aquest tipus de instal·lacions, estudi del seu manteniment actual i la seva problemàtica.

Una segona fase consisteix en l'adaptació dels elements de camp a la instal·lació actual, resum dels requeriments del nou controlador, recerca de dispositius per adaptar, ampliació o substitució de la instal·lació actual, valorant els més adients en funció del cost, implantació i funcionament.

**Capítol\_3:** Una vegada definits els requeriments dels punts a controlar i ubicats a la instal·lació actual, es fa la descripció tècnica dels elements i equips necessaris pel disseny del sistema de control. Amés, una descripció d'arquitectura de funcionament, recerca de manuals d'usuari, sistemes de programació, tipus de controladors, elements de camp, esquemes i lògica de funcionament. Finalment, es realitzarà un esquema de principi del sistema final amb l'arquitectura de funcionament.

**Capítol\_4:** Al capítol final, s'estudiarà tot allò relatiu al cost econòmic dels equips, la infraestructura necessària per la implementació del sistema, els seus beneficis econòmics i amortització en el temps.

També es farà una descripció de les possibilitats futures del sistema i capacitat d'ampliació i integració amb altres sistemes i/o plataformes actuals. Finalment, es presentarà les conclusions, resultats finals i valoració dels objectius previstos.

## CAPÍTOL 2

# ESTAT DE L'ART

### 2.1 INTRODUCCIÓ

Aquest capítol consta de tres apartats. La primera part explica els conceptes bàsics i definició de la Legionel·losi Pneumophila. La segona part relaciona la normativa vigent i mostra les preses de dades que contemplen els protocols de control i intervencions de manteniment per aquestes instal·lacions.

Finalment, en una tercera part es presenten les característiques actuals de l'Estadi de Badalona de recent construcció i els seus elements principals per la implementació del nou sistema de control.

### 2.2 LEGIONEL·LOSI PNEUMOPHILA

L'hàbitat natural de la Legionel·losi Pneumophila és l'aigua i medis aquàtics naturals com; rius, llacs, fonts, etc. Es troba habitualment en petites concentracions, i sobreviuen en condicions ambientals molt diverses.

Perquè la bactèria produeixi risc per les persones és precís que colonitzi els sistemes híbrids construïts per l'ésser humà a través de les xarxes de distribució d'aigua potable i a una temperatura adequada tal que permeti la seva proliferació (20-45°C). Juntament amb nutrients com òxids, fang i brutícia en general, aconseguint el màxim creixement en aigües manses o amb poca velocitat de circulació.

Les condicions per que les persones es vegin afectades són:

- Penetració del bacteri als circuits d'aigua (sistemes d'ACS com els que estem analitzant).

- Multiplicació de la bactèria amb temperatura i brutícia (dipòsits d'acumulació). Creix a temperatures entre 20 °C i 50 °C amb un desenvolupament òptim entre 35 °C i 45 °C. Per sota dels 20 °C s'estableix latent i mor per sobre dels 80 °C.
- Dispersió a l'aire. El bacteri actua per via respiratòria pel que prèviament s'ha de dispersar a l'aire en forma d'aerosol. Les partícules de dimensions inferiors a 5 µm poden arribar a les zones més profundes del pulmó. Un exemple són els vapors de les dutxes que poden aspirar els usuaris.
- Exposició dels individus. És precís que el microorganisme sigui virulent ja que, no totes les persones són iguals de susceptibles. El risc augmenta amb major bacteries a l'aerosol i temps d'exposició (sistema immunològic diferents per a cada persona ).

Com es comprova un sistema d'ACS amb dipòsits d'acumulació, és un hàbitat artificial idoni per la reproducció i proliferació del bacteri i la seva transmissió a l'ésser humà.

Altre factor que té influència en el seu desenvolupament és el pH de l'aigua, entre 2 i 9,5.

## 2.2 NORMATIVES VIGENTS

Amb l'entrada en vigor del CTE (Codi Tècnic de l'Edificació), tots els edificis de nova construcció amb consum d'ACS han de disposar d'instal·lació per l'escalfament d'aigua amb energia solar tèrmica que haurà d'integrar-se a las instal·lacions tèrmiques i proporcionar un percentatge del consum total d'ACS.

Les normatives més importants que regulen aquestes instal·lacions són les següents:

- Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves Instruccions tècniques (IT), Real Decret 1027/2007, de 20 de juliol del Ministeri de la Presidència. B.O.E.: 29 d'agost de 2007.
- Criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losi. Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, del Ministeri de Sanitat i Consum. B.O.E.: 18 de juliol de 2003.

- E4 del Codi Tècnic de l'Edificació. Instal·lacions de Salubritat: Subministrament d'aigua. HS4, Real Decret 314/2006 de 17 de març. BOE de 28 de març de 2006.
- Mesures de manteniment obligatòries, segons Real Decret 865/2003 per a la prevenció de la legionel·losi.
- Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària. HE4: Document d'Aplicació del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Guia Tècnica Aigua calenta sanitària central, Guia per a la prevenció i control de la proliferació de legionel·losi en instal·lacions. UNE 100.030 2005.
- Especificacions per instal·lacions de conducció d'aigua destinada al consum humà en l'interior dels edificis. UNE-EN 806 2001. [2]

### 2.3 REQUERIMENTS I ACTUACIONS CONTRA LA LEGIONEL·LOSI

A continuació detallarem els processos i actuacions necessaris, que obliga la normativa vigent i els plans de controls i analitzarem els que seran objecte de la implantació del nou sistema. **Aquest projecte només farà referència als requeriments que ens obliga la normativa de la part de manteniment i les seves actuacions del conjunt total que es vol controlar i monitoritzar amb el nou sistema ENERGY.Home.**

Les instal·lacions de producció d'ACS amb acumulació i recirculació son instal·lacions del *grup 1*, és a dir, de major risc. Les mesures de prevenció de la legionel·losi que podem controlar amb el nou sistema són [3]:

- Mantenir el programa de temperatura recomanat mínim de 50 °C a la canonada de retorn.
- Desinfecció tèrmica mínim 70 °C.
- Temperatura de l'aigua en recirculació fins els punts de consum > 70 °C (mata la legionel·losi).



- Temperatura de l'aigua d'acumulació almenys 60 °C.
- Assegurar la temperatura de 50 °C als punts més allunyats.
- La instal·lació permetrà que l'aigua arribi als 70 °C, per la realització dels xocs tèrmics.
- L'acumulador procedent del sistema solar tèrmica permetrà que arribi als 60°C.
- La temperatura de l'aigua freda, en funció de si les condicions climàtiques ho permeten, ha de ser inferior a 20 °C.
- La temperatura de treball no haurà de ser inferior a 70 °C.

El manteniment de la instal·lació d'ACS es remet a la Guia Tècnica nº1: Manteniment d'instal·lacions tèrmiques i a la ITE 03 del RITE.

A més, és obligat la realització de mesures i el seu registre de manera repetitiva al llarg de tot el pla de prevenció i el seu registre. [4]

Al següent quadre, es mostren les mesures i operacions de manteniment mínimes obligatòries que afecten a les instal·lacions centralitzades d'ACS, indicades a la taula 3.1 del RITE, recolzades amb un sistema de captació solar tèrmica, segons el document HE4 (document bàsic) del Codi Tècnic l' Edificació.

Element	Operació	Període	Descripció
Circuit Secundari	Termòmetre	Diari	IV. temperatura

**Taula 1. HE<sub>4</sub> (document bàsic del CT): Pla de Vigilància[5]**

El següent quadre resum mostra les mesures de manteniment obligatòries segons Real Decret 865/2003 per prevenció de la legionel·losi:

Element	Operació	Període	Descripció
Dipòsit ACS	Termòmetre	Diari	Mínim 60 °C
Dipòsit AF	Termòmetre	Mensual	Màxim 20 °C
Aixetes	Termòmetre	Mensual	Mínim 50°C

**Taula 2. HE<sub>4</sub>: Mesures obligatòries Real Decret 865/2003[5]**

Segons l'article [5], el titulars de les instal·lacions hauran de disposar d'un registre de les operacions amb la data i mesures realitzades, operacions, temps d'actuació, incidències i mesures adoptades, a disposició de les autoritats sanitàries responsables de la inspecció.

El següent quadre mostra els criteris de revisió, neteja i desinfecció (xoc tèrmic) de les instal·lacions que es donen en l'Annex 3 del Real Decreto 865/2003:

Element	Durada	Període	Descripció
Dipòsit ACS	2 hores	Mínim anual	Mínim 70 °C
Aixetes i dutxes	5 minuts	Mínim anual	Mínim 60 °C

**Taula 3. HE<sub>4</sub>: Neteja i desinfecció tèrmica Real Decret 865/2003[6] Xoc tèrmic.**

Finalment, els processos a controlar en aquest nou sistema seran:

- Pressa de dades dels dipòsits d'acumulació diàriament i d'aigua freda mensualment.
- Neteja i desinfecció amb xoc tèrmic (actuació corresponent a la recirculació de l'aigua al circuit interior durant 2 hores a 70 °C) en dipòsits i circuit hidràulic i finalment obertura d'aixetes de consum als nuclis humits durant un període de 5 minuts.
- Xoc tèrmic en cas de brot de legionel·losi que consisteix un duració de l'actuació de 4 hores a 70 °C.
- Reserva per la mesura de les dades en un futur de pH i Cl.

A continuació, una vegada detallats els requeriments i els processos a controlar del pla de prevenció que són de l'abast d'aquest projecte i detallats els processos que es vol controlar i monitoritzar amb el nou sistema, s'estudia a continuació la instal·lació actual, equips, ubicació de les sales principals i el sistema actual de prevenció.

## 2.4 INSTAL·LACIÓ ACTUAL

La instal·lació actual està formada per la sala de calderes on s'ubica l'equip de producció de calor (caldera) i la segona sala on s'ubiquen els acumuladors d'ACS. A l'entrada a cada nucli humit (conjunt de dutxes), es disposa d'un conjunt d'aixetes per realitzar els xocs tèrmics actualment de mode manual. Per últim, un sistema de captació d'energia solar tèrmica està disposat a la façana de l'edifici.

Els elements principals que formen el sistema d'ACS, són:

- Equips de producció de calor format per una caldera a gas de potència calorífica 80 KW calorífics c de la marca *Buderus Logamax Plus*.
- Equip de recolzament i d'estalvi d'energia obligat per la normativa vigent format per un conjunt de captadors solars tipus, tubs de buit, de la marca *Buderus* i model, LOGASOL SKR10.
- Acumulador d'aigua principal d'ACS procedent de caldera marca, LAPESA GX-1000-P de 1.500 l.
- Acumulador d'aigua calenta procedent del sistema solar LAPESA GX-1000-P de 1.000 l.
- Distribució hidràulica format per un conjunt de bombes de circulació, circuit hidràulic i xarxes de canonades de distribució del fluid caloportador fins els punts de consum.
- Vàlvula de tres vies mescladora principal a la sortida dels acumuladors.
- Vàlvules mescladores **manuals** a l'entrada dels nuclis.
- Elements terminals de consum.

A la Figura 1, es representa l'esquema de principi de la instal·lació actual amb els elements descrits anteriorment com els dipòsits d'acumulació, col·lectors solars, equips de producció, interconnexions hidràuliques i elements de regulació.

A la Figura 2, es detalla l'esquema de principi de distribució i consum amb un detall del sistema de mescla a l'entrada dels nuclis i conjunt d'elements per la realització de xocs tèrmics manualment.

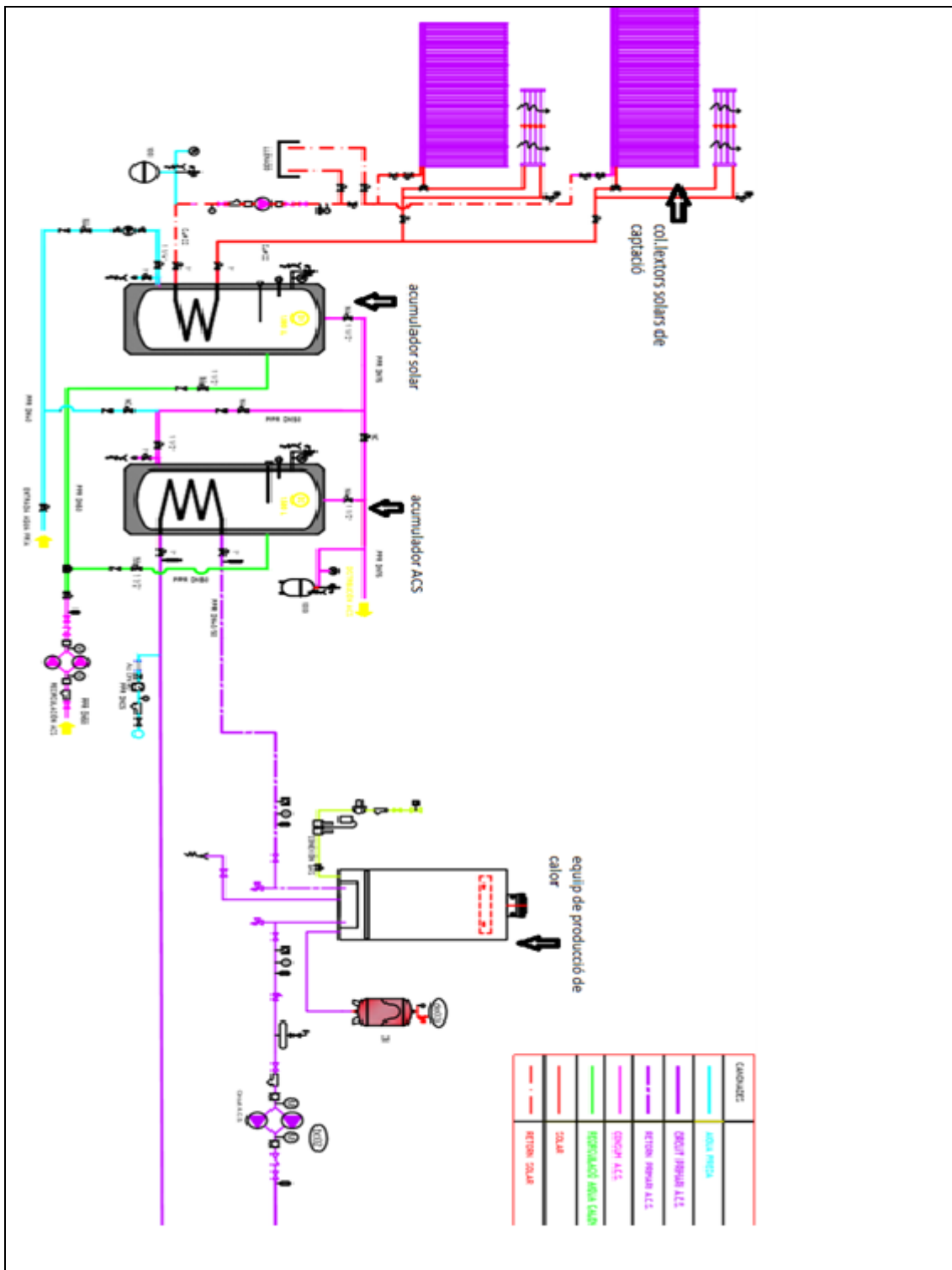


Figura 1. Esquema de principi producció de calor i energia solar tèrmica de recolzament actual (font: Projecte executiu subministrat per l'empresa instal·ladora Climaespais Serveis Integrals d'Instal·lacions S.L.)

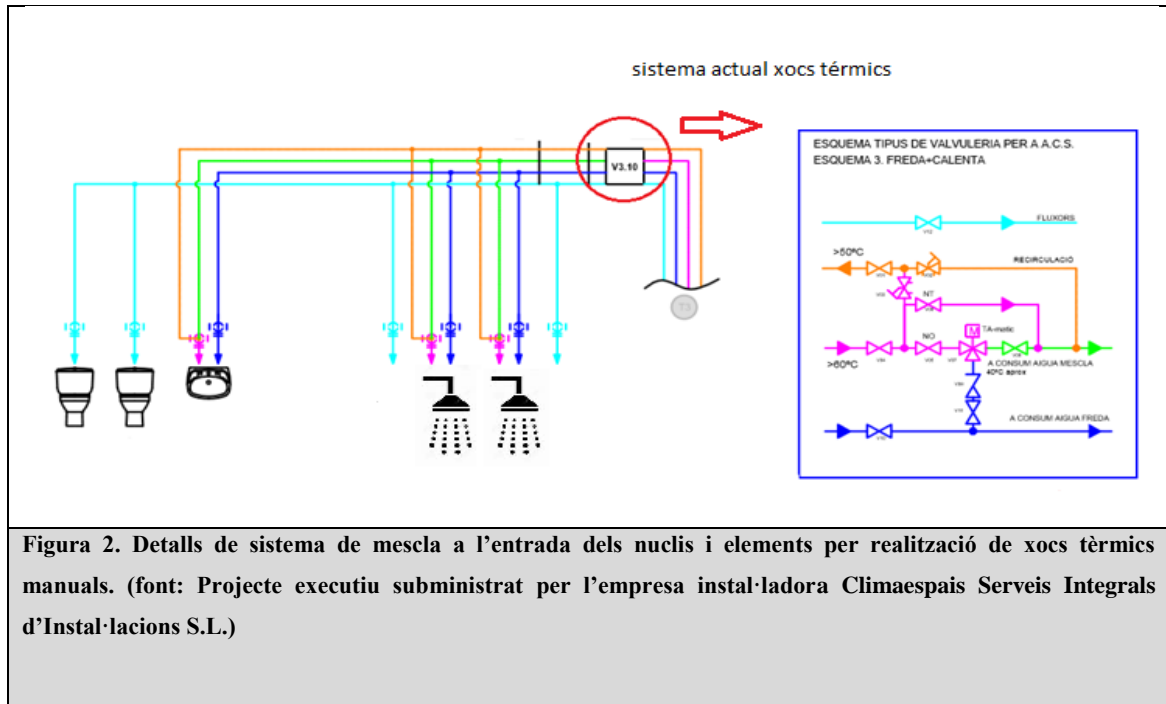


Figura 2. Detalls de sistema de mescla a l'entrada dels nuclis i elements per realització de xocs tèrmics manuals. (font: Projecte executiu subministrat per l'empresa instal·ladora Climaespais Serveis Integrals d'Instal·lacions S.L.)

## 2.5 IMPLANTACIÓ DELS NOUS ELEMENTS DE CAMP

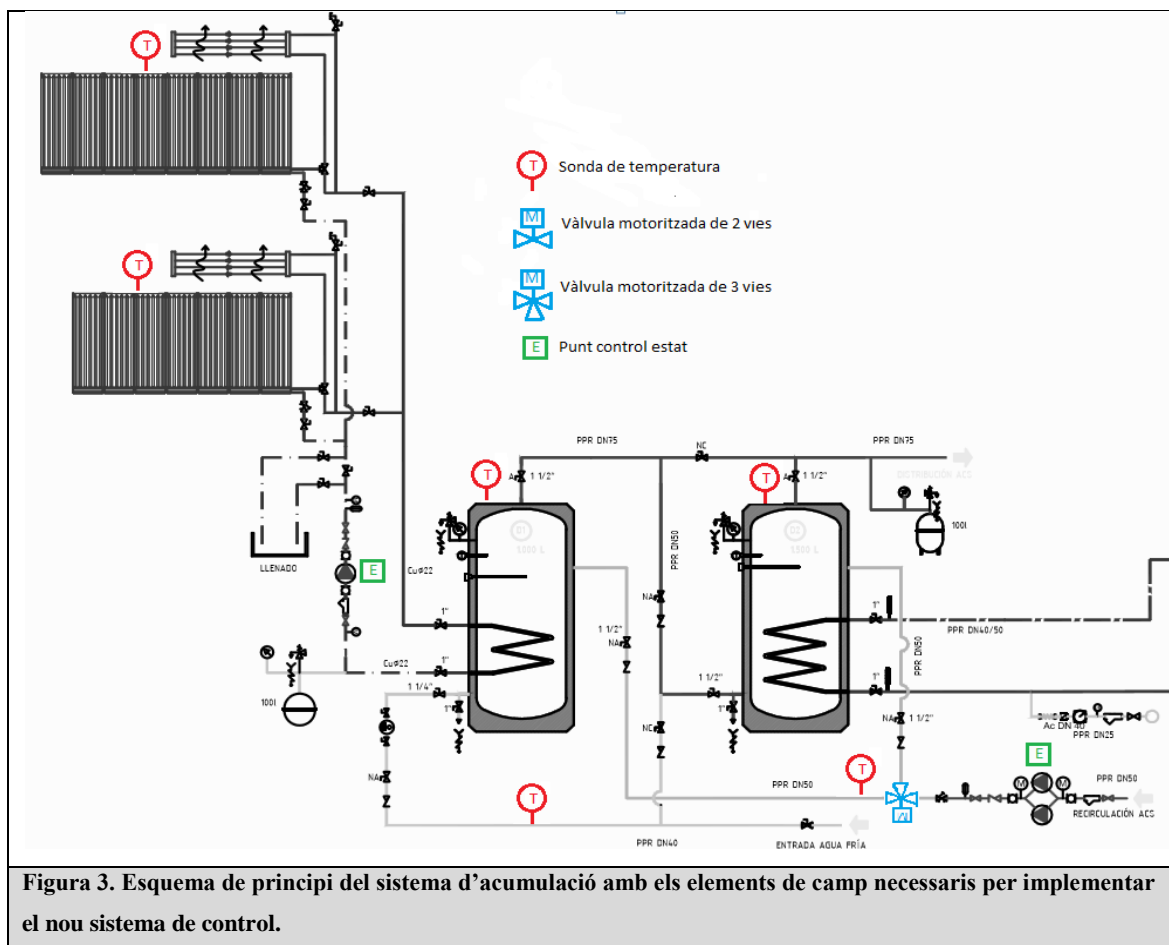
Una vegada analitzat la part de requeriments i mesures obligatòries segons normativa que són objecte d'aquest projecte, s'estudia tots els elements de camp con sondes, actuadors, comptadors d'energia, etc, necessaris per la implantació del sistema de control i monitorització ENERGY.Home.

### 2.5.1 SONDES DE MESURA, SERVOMOTORS I CONTROL D'ESTATS

Segons els requeriments necessaris anteriors, al següent esquema mostra la ubicació de les sondes de temperatura necessària per la realització del control del nou sistema, ubicant els punts concrets a la instal·lació.

A la figura 3, la sala d'acumulació amb els disposit, circuit d'impulsió i retorn i els col·lectors solars.

A la figura 4, la sala de producció de calor circuit d'impulsió i retorn i estat de les bombes i finalment a la figura 5, mostra la ubicació de les vàlvules motoritzades a l'entrada dels nuclis per el control de temperatura al finals dels circuits i la realització dels xocs tèrmics. Una vegada ubicats tots el elements obtenim el total de entrades i sortides del sistema.



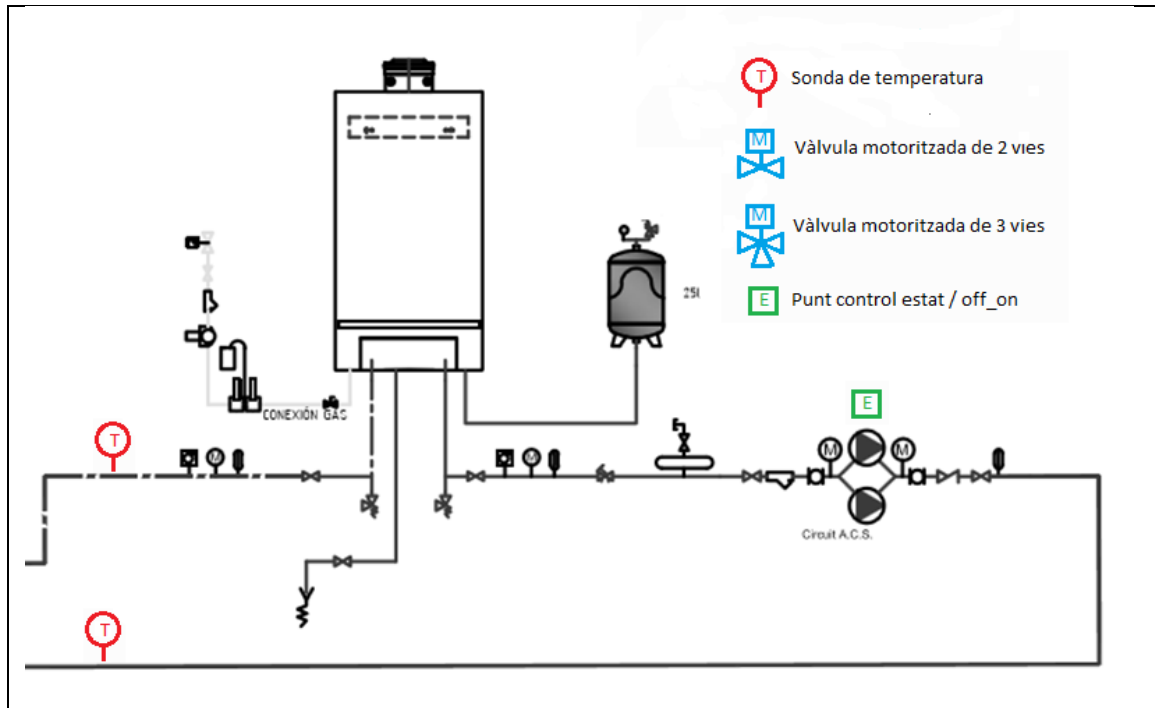


Figura 4. Esquema de principi del sistema de producció amb els elements de camp necessaris per implementar el nou sistema de control.

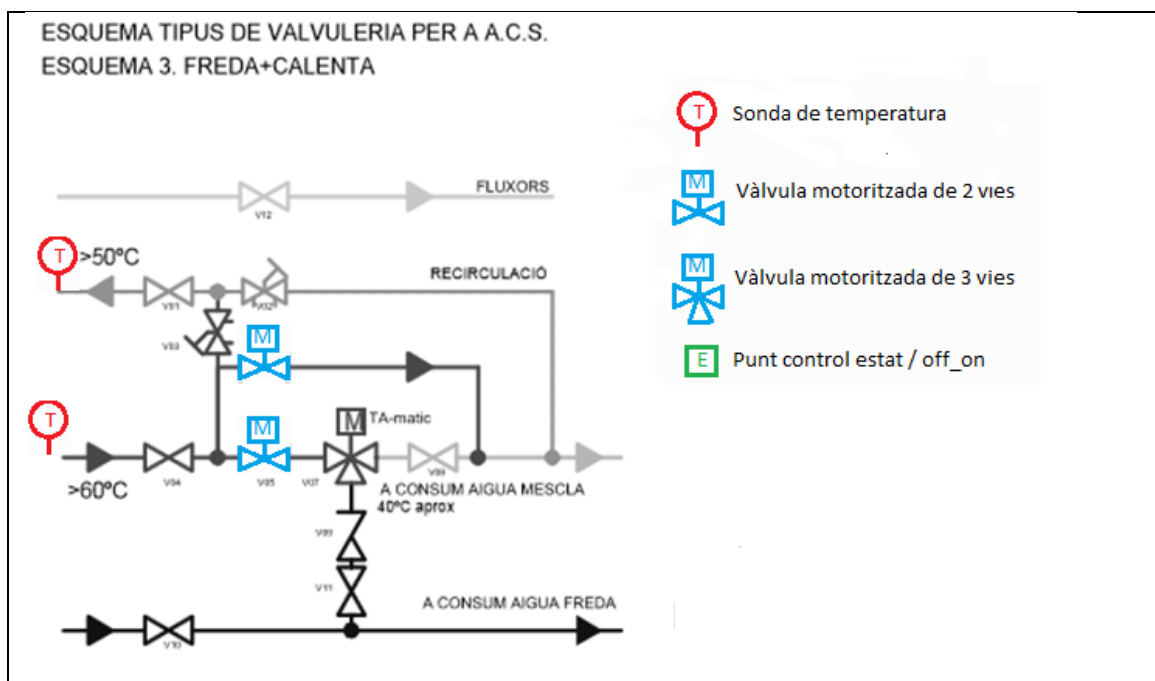


Figura 5. Esquema de principi del sistema de mescla a l'entrada dels nuclis de consum amb els elements de camp necessaris per implementar el nou sistema de control.

### 2.5.2 JUSTIFICACIÓ ENTRADES/SORTIDES, ANALÒGIQUES/DIGITALS

- Una vegada tenim el total d'elements de camp a controlar, es detalla el resum del total d'entrades i sortides necessàries del sistema:

- Entrades analògiques: Es caracteritzen per les lectures dels valors de tensió de 0-5 V o 0-10 V i variacions del nivell del senyal d'entrada fins a 5 mV, per les presses de dades dels sensors.

- Entrades digitals: Processen només dos nivells de senyals; LOW, o valors a prop de 0 i HIGH, amb valor a prop de 5 V-10 V, amb polsos digitals per a lectures d'estats dels equips de bombes i caldera principal.

- Sortides analògiques: Es caracteritzen per les sortides de valors de corrent de 4-20 mA i voltatge de 0-10 Vdc, i 1-5 Vdc a 0-20 mA, per a comandaments de servomotors proporcionals o variadors de freqüència dels motors.

- Sortides digitals : Són sortides amb dos nivells de tensió discrets com 24 Vcd, 120 Vac i 220 Vac, per a comandaments *off-on*, (paro-marxa) d'equips i servomotors amb control tot-res (T/R) de les vàlvules de dos i tres vies.

A la taula següent, es mostra el resum d'entrades i sortides amb el tipus de senyals segons els elements ubicats als diferents punts a controlar. Allò, ens servirà de punt de partida per la cerca i selecció del controlador més adient, la seva capacitat de control i l'elecció del tipus de sistema més adequat.

Al següent capítol, una vegada detallat les actuacions que volem controlar amb el nou sistema, ubicats els elements de camp en la instal·lació actual i el total d'entrades i sortides del controlador, es realitza la selecció dels components, equips, controladors i software necessaris per el disseny del nou sistema de control.



Descripció del senyal	EA	ED	SA	SD
Producció Calor		1		
Temperatura d'impulsió	1			
Temperatura retorn	1			
Aturada/ Marxa caldera				1
Estat caldera		1		
Alarma caldera				1
Temperatura de recirculació	1			
Producció dipòsits ACS	1			
Temperatura dipòsit, ACS caldera	1			
Temperatura dipòsit, ACS solar	1			
Temperatura col·lectors solars	1			
Marxa – Aturament bombes 01				1
Marxa – Aturament bombes 02				1
Estat bombes producció 01		1		
Estat bombes producció 02		1		
Temperatura impulsió ACS	1			
Marxa – Aturament bombes 03				1
Marxa – Aturament bombes 04				1
Estat bombes recirculació 03		1		
Estat bombes recirculació 04		1		
Servomotor vàlvula 2V a l'entrada dels nuclis NA (normalment oberta)				1
Servomotor vàlvula 2V a l'entrada nuclis NA (normalment tancada)				1
Servomotor vàlvula 3V a l'entrada nuclis NA (normalment tancada)				1
Nivell de Clor (previsió)	1			
Nivell de pH (previsió)	1			
<b>TOTAL SENYALS</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>9</b>

EA: Entrada analògica 0...10V, ED: Entrada digital, SA: Sortida digital, SD: Sortida analògica 0-220 V

Taula 4. Tipus de senyals, entrades i sortides previstes.

## CAPÍTOL 3

# DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

### 3.1 INTRODUCCIÓ


El sistema de control i monitorització de la instal·lació d'ACS i energia solar tèrmica estarà format per: centrals, estacions de mòduls d'adquisició i tractament de dades amb entrades i sortides booleanes i analògiques, passarel·les, sensors de temperatura, vàlvules motoritzades, elements per les lectures de consum d'aigua, control de temperatures d'acumulació, lectures consum de AC (aigua calenta) i AF (aigua freda), previsió de analítiques de clor i pH, previsió de nivell de concentració de legionel·losi, connexió i control d'estats dels equips de generació de calor (calderes), elements de control de funcionament dels captadors solars, mòduls CPU, mòduls d'expansió, bateries, diferents sensors de mesura, previsió de comptadors d'aigua, d'energia i electricitat dels diferents equips que componen el sistema, programació i integració.[7]

A més, un *software* per ordenadors que permet controlar i supervisar els procés a distància. Facilita la retroalimentació en temps real amb el dispositius de camp (sensors i actuadors), controlant el procés automàticament. Proporciona tota la informació que es genera en el procés productiu (supervisió, control qualitat, control de producció i emmagatzemant de dades) i permet la seva gestió i intervenció.

La realimentació o feedback és el procés de compartir observacions, preocupacions i suggeriments, amb la intenció de rebre informació a nivell individual o col·lectiu, per millorar o modificar diferents aspectes del funcionament del sistema. La realimentació és bidireccional, de manera que, la millora continua sigui possible en l'esglaió jeràrquic, de dalt a baix i de baix a dalt. A continuació, es detalla cada element del sistema, característiques tècniques i arquitectura de funcionament:


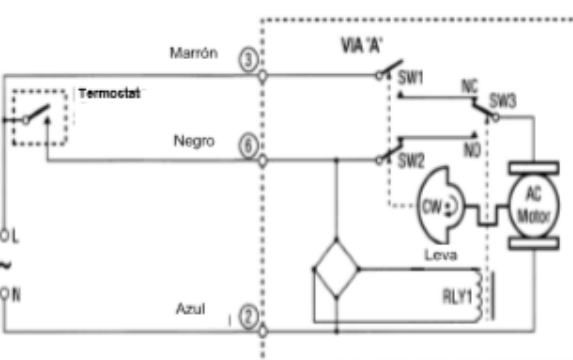
### 3.2 SONDES DE TEMPERATURA

Per les mesura de temperatura, es preveu sondes de temperatura del tipus immersió, amb element de detecció LG-Ni1000 RTD (*resistance temperature detector*) basat en la variació de la resistència del níquel, de rang i precisió -30...130 °C, ±1.3 K, model QAE2120.010 de la marca SIEMENS, generant les entrades analògiques. [8]

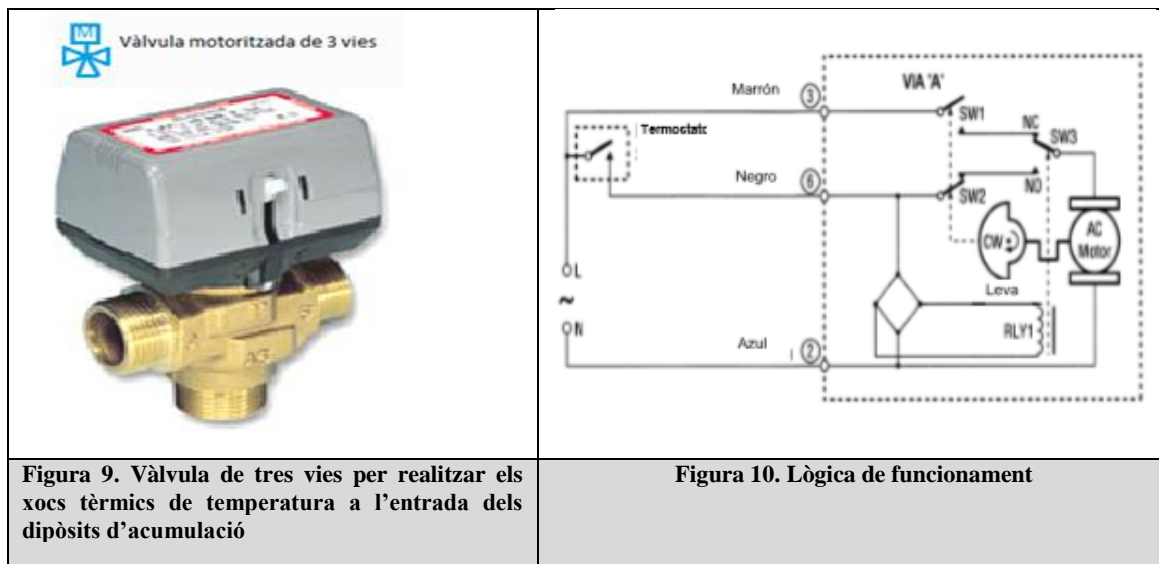
 <p>Sonda de temperatura</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t [°C]</th> <th>R<sub>F</sub> [Ω]</th> <th>t [°C]</th> <th>R<sub>F</sub> [Ω]</th> <th>t [°C]</th> <th>R<sub>F</sub> [Ω]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>1'090.7</td><td>70</td><td>1'337.1</td><td>140</td><td>1'736.5</td></tr> <tr><td>21</td><td>1'095.3</td><td>71</td><td>1'342.4</td><td>142</td><td>1'748.9</td></tr> <tr><td>22</td><td>1'100.0</td><td>72</td><td>1'347.6</td><td>144</td><td>1'761.4</td></tr> <tr><td>23</td><td>1'104.6</td><td>73</td><td>1'352.9</td><td>146</td><td>1'774.0</td></tr> <tr><td>24</td><td>1'109.3</td><td>74</td><td>1'358.2</td><td>148</td><td>1'786.6</td></tr> <tr><td>25</td><td>1'114.0</td><td>75</td><td>1'363.5</td><td>150</td><td>1'799.3</td></tr> <tr><td>26</td><td>1'118.7</td><td>76</td><td>1'368.8</td><td>152</td><td>1'812.0</td></tr> <tr><td>27</td><td>1'123.4</td><td>77</td><td>1'374.1</td><td>154</td><td>1'824.8</td></tr> <tr><td>28</td><td>1'128.1</td><td>78</td><td>1'379.4</td><td>156</td><td>1'837.7</td></tr> <tr><td>29</td><td>1'132.9</td><td>79</td><td>1'384.8</td><td>158</td><td>1'850.6</td></tr> <tr><td>30</td><td>1'137.6</td><td>80</td><td>1'390.1</td><td>160</td><td>1'863.6</td></tr> <tr><td>31</td><td>1'142.4</td><td>81</td><td>1'395.5</td><td>162</td><td>1'876.7</td></tr> <tr><td>32</td><td>1'147.1</td><td>82</td><td>1'400.9</td><td>164</td><td>1'889.8</td></tr> <tr><td>33</td><td>1'151.9</td><td>83</td><td>1'406.3</td><td>166</td><td>1'902.9</td></tr> <tr><td>34</td><td>1'156.7</td><td>84</td><td>1'411.7</td><td>168</td><td>1'916.2</td></tr> <tr><td>35</td><td>1'161.5</td><td>85</td><td>1'417.1</td><td>170</td><td>1'929.5</td></tr> <tr><td>36</td><td>1'166.3</td><td>86</td><td>1'422.5</td><td>172</td><td>1'942.9</td></tr> <tr><td>37</td><td>1'171.2</td><td>87</td><td>1'428.0</td><td>174</td><td>1'956.3</td></tr> <tr><td>38</td><td>1'176.0</td><td>88</td><td>1'433.4</td><td>176</td><td>1'969.8</td></tr> <tr><td>39</td><td>1'180.9</td><td>89</td><td>1'438.9</td><td>178</td><td>1'983.4</td></tr> <tr><td>40</td><td>1'185.7</td><td>90</td><td>1'444.4</td><td>180</td><td>1'997.0</td></tr> <tr><td>41</td><td>1'190.6</td><td>91</td><td>1'449.9</td><td>182</td><td>2'010.7</td></tr> </tbody> </table>	t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]	t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]	t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]	20	1'090.7	70	1'337.1	140	1'736.5	21	1'095.3	71	1'342.4	142	1'748.9	22	1'100.0	72	1'347.6	144	1'761.4	23	1'104.6	73	1'352.9	146	1'774.0	24	1'109.3	74	1'358.2	148	1'786.6	25	1'114.0	75	1'363.5	150	1'799.3	26	1'118.7	76	1'368.8	152	1'812.0	27	1'123.4	77	1'374.1	154	1'824.8	28	1'128.1	78	1'379.4	156	1'837.7	29	1'132.9	79	1'384.8	158	1'850.6	30	1'137.6	80	1'390.1	160	1'863.6	31	1'142.4	81	1'395.5	162	1'876.7	32	1'147.1	82	1'400.9	164	1'889.8	33	1'151.9	83	1'406.3	166	1'902.9	34	1'156.7	84	1'411.7	168	1'916.2	35	1'161.5	85	1'417.1	170	1'929.5	36	1'166.3	86	1'422.5	172	1'942.9	37	1'171.2	87	1'428.0	174	1'956.3	38	1'176.0	88	1'433.4	176	1'969.8	39	1'180.9	89	1'438.9	178	1'983.4	40	1'185.7	90	1'444.4	180	1'997.0	41	1'190.6	91	1'449.9	182	2'010.7
t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]	t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]	t [°C]	R <sub>F</sub> [Ω]																																																																																																																																						
20	1'090.7	70	1'337.1	140	1'736.5																																																																																																																																						
21	1'095.3	71	1'342.4	142	1'748.9																																																																																																																																						
22	1'100.0	72	1'347.6	144	1'761.4																																																																																																																																						
23	1'104.6	73	1'352.9	146	1'774.0																																																																																																																																						
24	1'109.3	74	1'358.2	148	1'786.6																																																																																																																																						
25	1'114.0	75	1'363.5	150	1'799.3																																																																																																																																						
26	1'118.7	76	1'368.8	152	1'812.0																																																																																																																																						
27	1'123.4	77	1'374.1	154	1'824.8																																																																																																																																						
28	1'128.1	78	1'379.4	156	1'837.7																																																																																																																																						
29	1'132.9	79	1'384.8	158	1'850.6																																																																																																																																						
30	1'137.6	80	1'390.1	160	1'863.6																																																																																																																																						
31	1'142.4	81	1'395.5	162	1'876.7																																																																																																																																						
32	1'147.1	82	1'400.9	164	1'889.8																																																																																																																																						
33	1'151.9	83	1'406.3	166	1'902.9																																																																																																																																						
34	1'156.7	84	1'411.7	168	1'916.2																																																																																																																																						
35	1'161.5	85	1'417.1	170	1'929.5																																																																																																																																						
36	1'166.3	86	1'422.5	172	1'942.9																																																																																																																																						
37	1'171.2	87	1'428.0	174	1'956.3																																																																																																																																						
38	1'176.0	88	1'433.4	176	1'969.8																																																																																																																																						
39	1'180.9	89	1'438.9	178	1'983.4																																																																																																																																						
40	1'185.7	90	1'444.4	180	1'997.0																																																																																																																																						
41	1'190.6	91	1'449.9	182	2'010.7																																																																																																																																						
<p>Figura 6. Sonda d'immersió QAE2120.010 de temperatura</p>	<p>Taula 5. Taula de temperatura /resistència del component de mesura LG-Ni 1000 (1000 Ω a 0°C)</p>																																																																																																																																										

### 3.3 VÀLVULES MOTORITZADES

Vàlvules de dos vies motoritzada, model VC66113A/VC4613A de HONEYWELL, amb alimentació 230 Vac i 6 Va, amb un contacte auxiliar de 2 A, com element de camp de control 2 Pt (dos punts), T/N (Tot/res).

 <p>Vàlvula motoritzada de 2 vies</p>	
<p>Figura 7. Vàlvules de dos vies per realitzar els xocs tèrmics de temperatura a l'entrada dels nuclis</p>	<p>Figura 8. Esquema intern simplificat</p>

Vàlvula de tres vies motoritzada VC6613M/VC4613M de HONEYWELL, alimentació 230 Vac i 6 Va, amb contacte auxiliar 2 A, com l'element de camp de control 3 Pt (tres punts), amb senyal de sortida digital per ubicar a l'entrada dels dipòsits d'acumulació. [10]



### 3.4 CONTROLADOR

A la taula 4 del capítol anterior, s'obté el resum d'entrades, sortides i tipus de senyals necessàries per la selecció del controlador. Aquest equip, és el responsable de gestionar les entrades i sortides de les lectures rebudes, el comandament dels elements de camp definits i el nombre de senyals d'entrades i sortides del tipus digital (tot/res) o analògic (proporcional). Després de la recerca dels diferents controladors existents al mercat actual, el controlador seleccionat serà el model RMS705B-1 lògic digital KON de SIEMENS. [11]

És un controlador multifunció per aplicacions no estàndard, amb blocs de funció lliures de fàcil configuració i programació. Inclou, aplicacions predefinides ampliables fàcilment amb més punts de control, afegint entrades i sortides amb l'eina d'ajut SYNCO 700 de SIEMENS.

És la solució per la supervisió de les temperatures (acumulació i posta a regim), el control d'alarmes d'estat (bombes i equips de producció) i la funció de commutació (horari de les actuacions de xocs tèrmics).

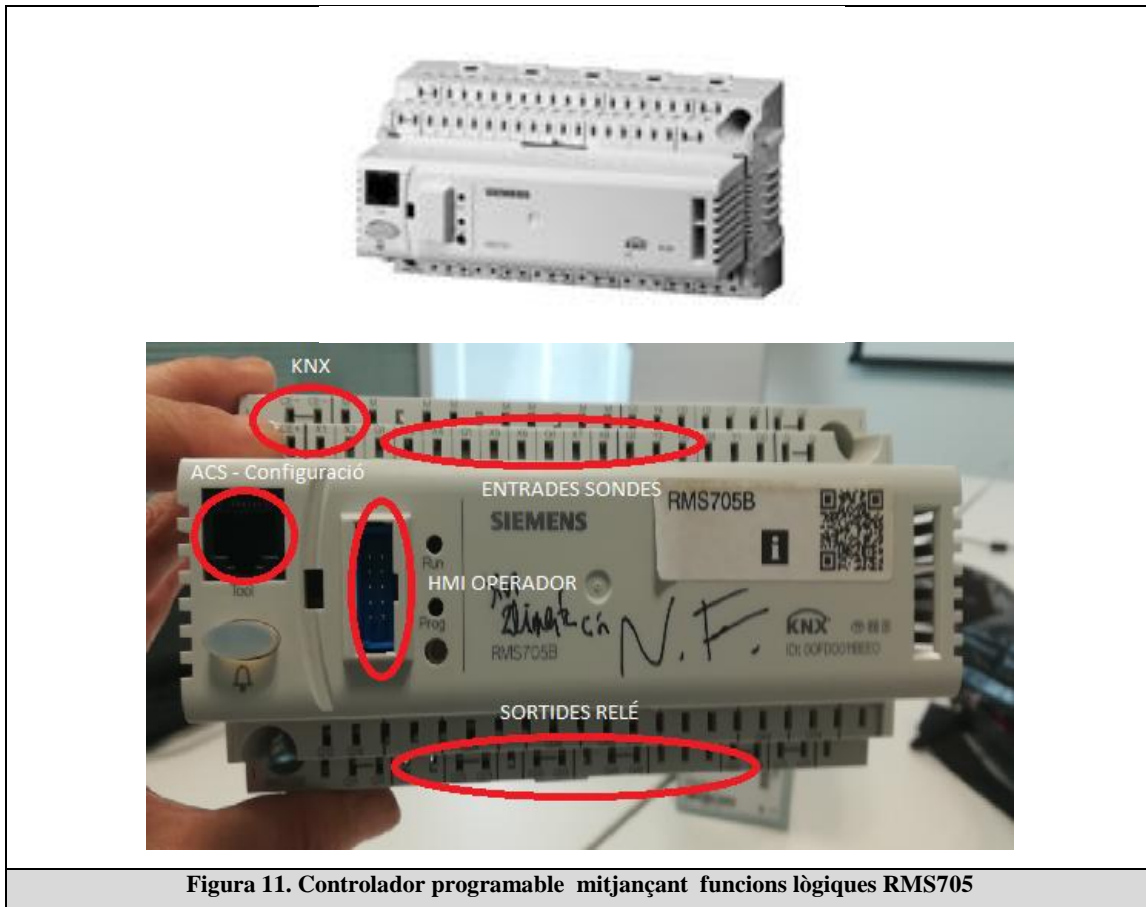


Figura 11. Controlador programable mitjançant funcions lògiques RMS705

### 3.4.1. FUNCIONS DEL CONTROLADOR

A continuació es mostra resum de les entrades/sortides de l'equip i el tipus de senyal:

- 1 EA, sonda del dipòsit acumulador de caldera.
- 1 SD, *on/off* de la caldera i bombes per horari dels xocs tèrmics.
- 1 ED, estat de funcionament de la caldera i bombes de circulació.
- 1 SD, vàlvules 2 vies *bypass* a l'entrada dels nuclis de consum.
- 1 EA, sonda retorn del circuit d'ACS de consum.
- 1 SD, *on/off* de la bomba de recirculació del circuit d'ACS de consum.
- 1 ED, estat de la bomba de recirculació del circuit d'ACS de consum.
- 1 EA, sonda de sortida dels col·lectors del circuit solar.
- 1 EA, sonda del dipòsit d'acumulador del circuit d'ACS de sistema solar.
- 1 ED, estat de la bomba del circuit dels col·lectors solars.

- 1 SD, vàlvules 3 vies a l'entrada dels dipòsits d'acumulació.
- 1 EA, sonda a l'entrada dels circuit d'aigua freda.

Amb un total de E/S (entrades/sortides): EA=5, ED=3, SA=0, SD=4.

### 3.4.2. CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS

A la taula següent es mostra un resum de característiques tècniques principals:

<b>Alimentació</b>	<b>24 VCA</b>
<b>Freqüència</b>	50 Hz
<b>Consum</b>	12 VA
<b>Interfase de comunicació</b>	KNX (KNX TP1)
<b>Sortides analògiques</b>	4
<b>Senyal sortida senyals analògiques</b>	0 ...10 VCC
<b>Corrent sortida analògica</b>	Màxim 1 mA
<b>Senyal entrada universal</b>	PTC, <b>Pt1000</b> , contacte interruptor digital de lliure potencia, <b>LG-Ni 1000</b> , contacte de pols digital 0...10 VCC, 2 x LG-Ni1000 0...1000 Ohm
<b>Nombre entrades universals</b>	8
<b>Nombre de sortides relé</b>	6
<b>Sortides relé</b>	Contacte interruptor lliure de potencial
<b>Sortida relé, voltatge de contacte</b>	AC 19 ... 250 V
<b>Sortida relé, corrent de contacte</b>	4 (3) A
<b>Grau de protecció</b>	IP 20
<b>Dimensions</b>	173x90x80 mm

**Taula 6. Característiques principals controlador RMS 705**

Les característiques principals del sistema són:

- Controlador lliurement programable amb opcions de configuració ajustables amb els blocs de funcions disponibles. Una vegada creada l'aplicació possibilitat de guardar en mode de joc els paràmetres per utilitzar en una instal·lació similar, que permetrà implantar el sistema a edificis similars.
- Entrades universals per indicació, monitorització i alarmes dels estats de les calderes i les bombes de circulació.

- Obtenció de dades de comptador de polsos només per visualització, comptador d'hores de funcionament de les calderes i bombes, tendència de dades de les temperatures de els diferents ubicacions i registre de funció (xoc tèrmic).
- Funcions de commutació i monitorització amb combinació d'operacions lògiques.
- Control anticipat/retardat de les bombes i servomotors de les vàlvules motoritzades.
- Disposa de tres blocs universals bàsics que utilitzarem per les entrades de tres sondes de temperatura.
- Possibilitat d'instal·lar mòduls d'ampliació d'extensió com els RMZ785 i RMZ 787 en aquest cas per el futur control del pH i Cl, amb un total de processament de 28 entrades universals del tipus: Ni1000, Pt1000, T1, 0...10 V CC, 0...1000  $\Omega$ , digital o polsos, 14 relés de sortida de control i quatre sortides proporcionals 0...10 V CC.
- Operacions dirigides per menú amb unitat d'operador endollable independent.
- Connector bus, *Konnex* (KNX) per la informació i procés.
- Commutació i monitorització.
- Senyals analògics i digitals d'entrada de diferents variables de mesura al sistema amb °C, per les mesures de les temperatures i ppm (parts per milió) per les mesures en un futur de pH i Cl.
- Bloc de fallides de les bombes i equips de producció (caldera).
- Sis horaris de commutació *on/off*, propi o extern via KNX que utilitzarem com a calendari dels xocs tèrmics.
- 10 blocs lògics de lliure configuració.
- Sis blocs motor universals per controlar el funcionament de les bombes i els equips de producció de calor, amb els senyals d'estat i els servomotors de les vàlvules de dos i tres vies.
- Dos commutadors rotatius d'etapes, control de retard, commutació d'etapes del tipus lineal, binaria i flexible.
- Temps ajustable de retard, servei, bloqueig i rearmament.
- Intercanvi de dades mitjançant bus KNX.

- Zona de transmissió amb objectes d'entrades universals, sortides digitals i analògiques.
- Zona de recepció amb objectes de recepció d'entrades universals.
- Lliure configuració de funció de commutació horària pels programes dels xocs tèrmics, funció de monitorització, visualització paràmetres amb esquema de la instal·lació i tendències de registre (temperatures diàries d'acumulació).

### 3.4.3. OBTENCIÓ DE DADES

- Disposa de quatre comptadors per l'obtenció dels valors de consum i processament de la instal·lació, d'un comptador de gas, un d'aigua freda i un elèctric. Actualment els existents no disposen de sortides de polsos. Formarà part d'una proposta futura d'ampliació.
- Comptatge d'hores de funcionament amb quatre comptadors que mostren el total d'hores de servei, missatges de manteniment amb temps d'interval dels xocs tèrmics i temps transcorregut de la darrera revisió o actuació de manteniment.
- Visualització de dades de tendència amb quatre canals per registrar les variables de mesura, via bus KNX.
- Quatre registres per monitorització en mode programat amb els 10 darrers esdeveniments. Detall de data, hora, valor límit actiu, valor límit inactiu i gravació del valor màxim o mínim.

### 3.4.4. FUNCIONS DE CONMUTACIÓ I MONITORITZACIÓ

- Bloc de errors amb 20 entrades d'estat programables d'entrades universals, analògiques i digitals amb els corresponents missatges d'estat enviades via bus KNX amb LED de color vermell, per l'equip principal de calor (caldera) i les bombes de circulació. Aquest bloc es complementa amb dues unitats de sortides amb relé programables de fallida i una unitat d'entrada digital externa per als missatges d'error d'estat.
- Programa horari setmanal amb sis programes horaris amb sis horaris *off-on* (caldera i bombes de circulació), sortida amb relé programable, programa anual

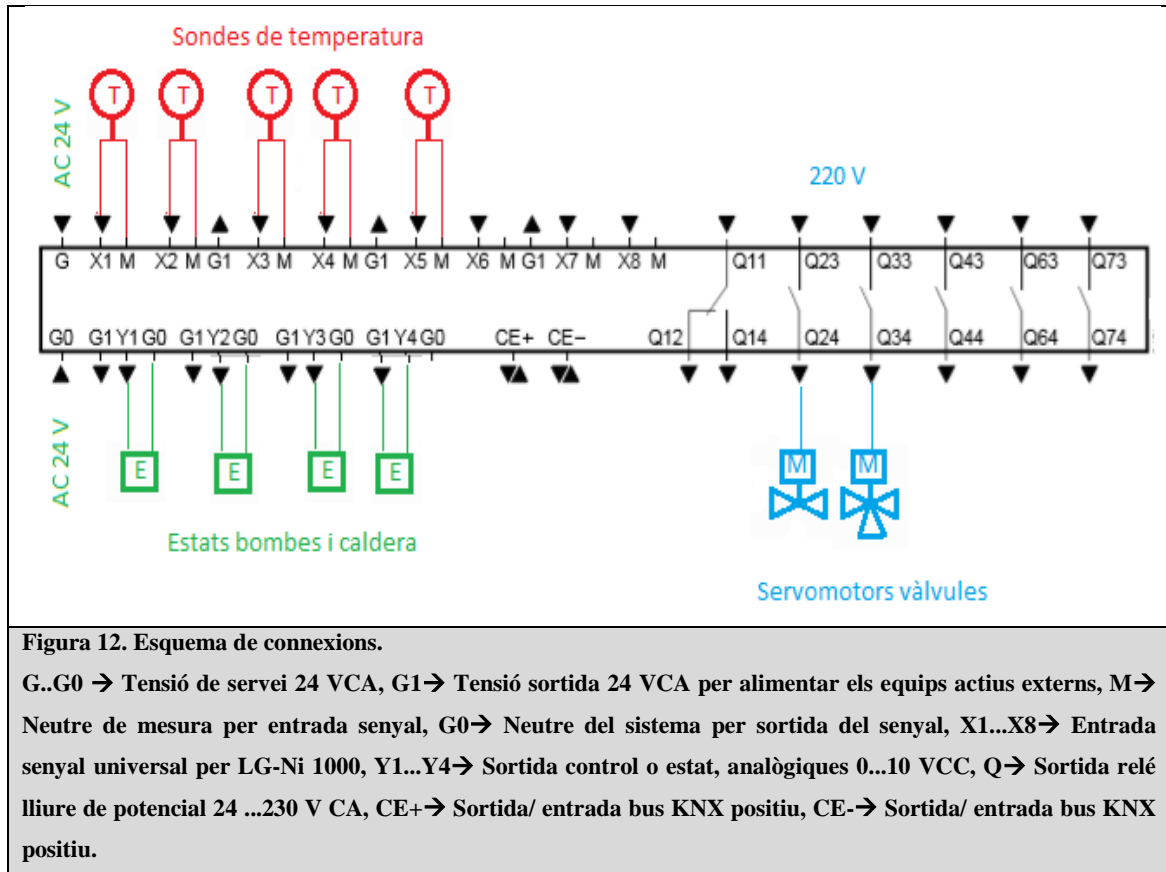


amb selector d'operació, (marxa, auto i paro) o control manual i altres programes horaris via bus KNX.

- Disposa de 10 blocs de funcions lògiques programables per processament de les diferents variables d'entrades universals, connectades lògicament, amb funcions AND, NAND, OR, NOR, EXOR i EXNOR.
- Dues unitats comparadors de dos senyals analògics, que s'utilitzen per comparar la sonda de temperatura ubicada als col·lectors solars i la sonda de temperatura ubicada al dipòsit d'acumulació del sistema solar tèrmic. .
- Sis blocs tipus motors universals, per controlar i monitoritzar motors d'una velocitat de les bombes de la instal·lació i les vàlvules motoritzades amb temps ajustable i control horari de funcionament.
- Commutador d'etapes lineal, binari, flexible amb sortides de commutació i modulats per un control anticipat o retardat de les bombes i servomotors de les vàlvules.
- Tres controladors universals seqüencials PID (Controlador Proporcional Integral Derivatiu), per comparar les temperatures de consigna i les mesures als dipòsits.
- La funció bus, permet la visualització dels missatges des d'altres equips, sortida de missatge d'estat de fallida a un relé, sincronització de l'horari, enviament de dades de rellotge anual a un altre controlador o recepció, emissió i recepció del senyal de demanda.
- Probes de cablejat, *Backup* de dades, visualització de consignes i valors reals.

### 3.4.5. ESQUEMA DE CONNEXIÓ

A continuació es detalla esquemàticament les entrades i sortides que disposa i la seva connexió al controlador físicament:



### 3.4.6. BLOCS

A continuació es detallen el diagrama de blocs lògics, segons la plantilla bàsica “S”, de lliure configuració i les seves connexions entre els diferents blocs.

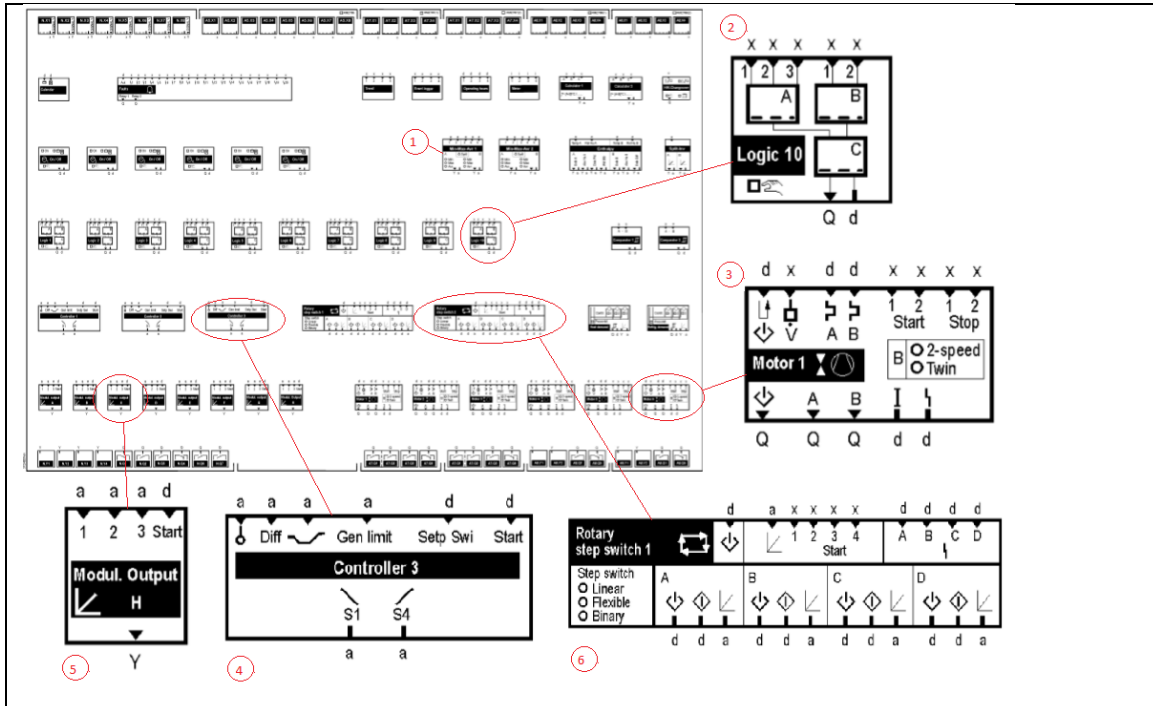


Figura 13. Diagrama de blocs ; 1. Convertidor del senyal; mínim, màxim i valor mitja, duplicador/inversor del senyal 2. Blocs lògics de lliure configuració 3. Blocs motors universals 4. Controlador universal 5. Sortides universal 6. Conmutador rotatiu.

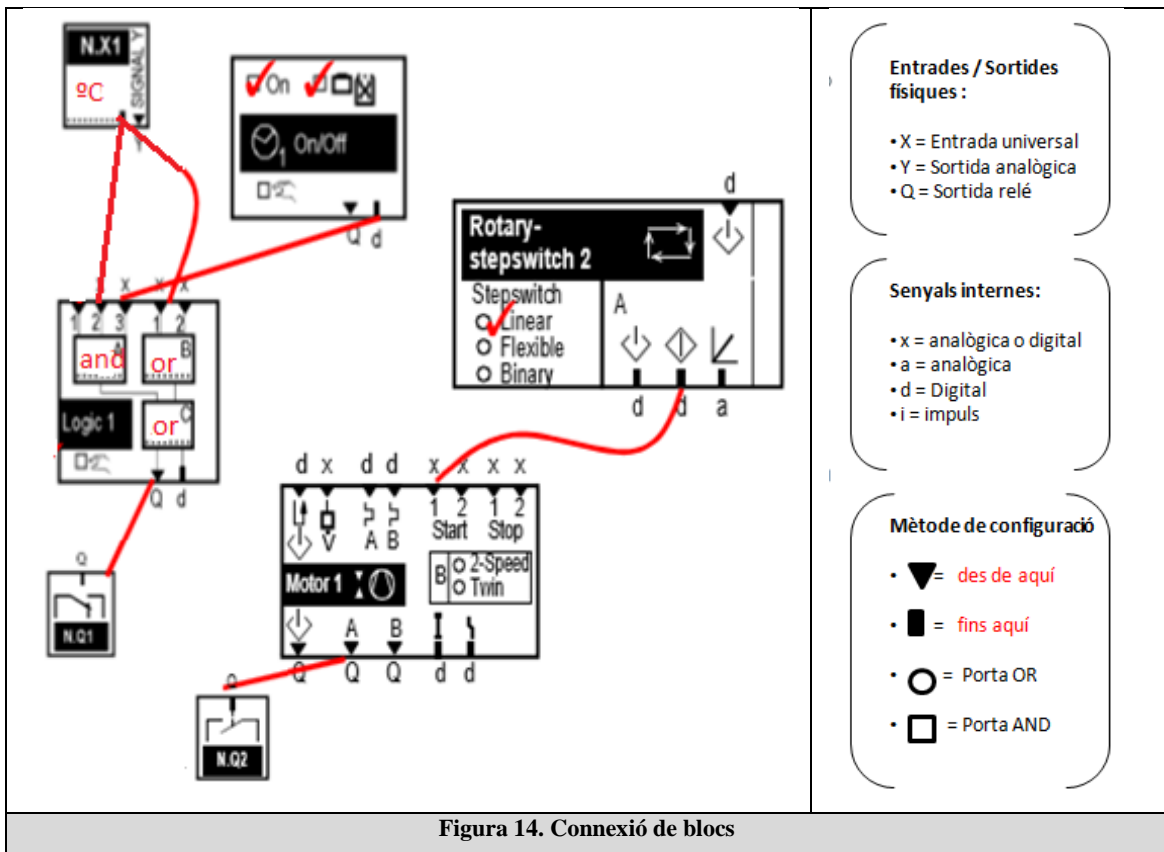


Figura 14. Connexió de blocs

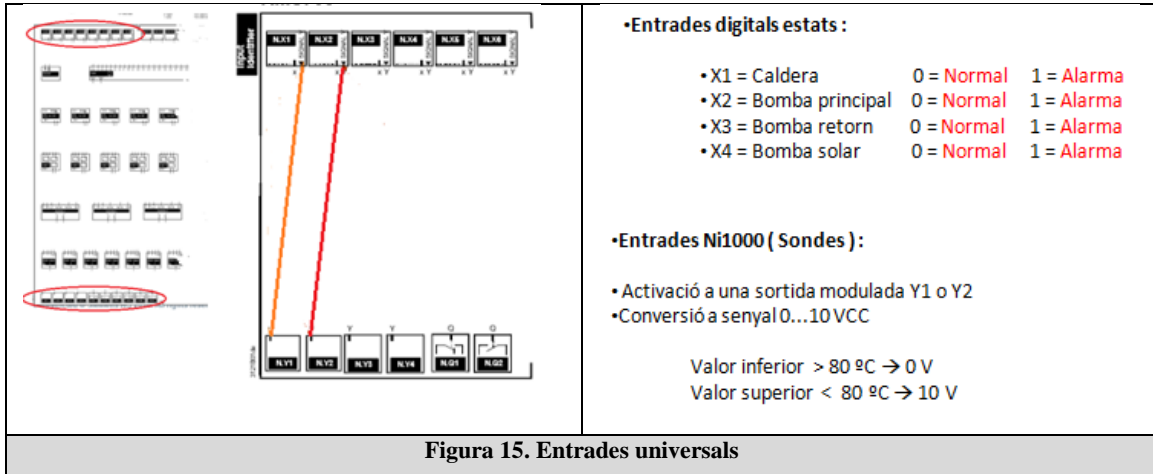


Figura 15. Entrades universals

Al sistema les entrades són:

1. Cinc entrades analògiques de senyals de temperatura Ni 1000 amb conversió del senyal passiu a un senyal 0..10 VCC amb escalat de punts de valor inferior a 0 °C i un valor superior de 120 °C.
2. Entrades digitals dels quatre estats de les bombes i equip de producció, corresponents als estats lògics 0 i 1, que correspon al valor de X1 → 0=Normal i 1=Alarma.

A la següent figura es mostra el bloc d'estats i error del funcionament de la caldera i les bombes i a la Figura 17 un gràfic de les seqüències d'errors:

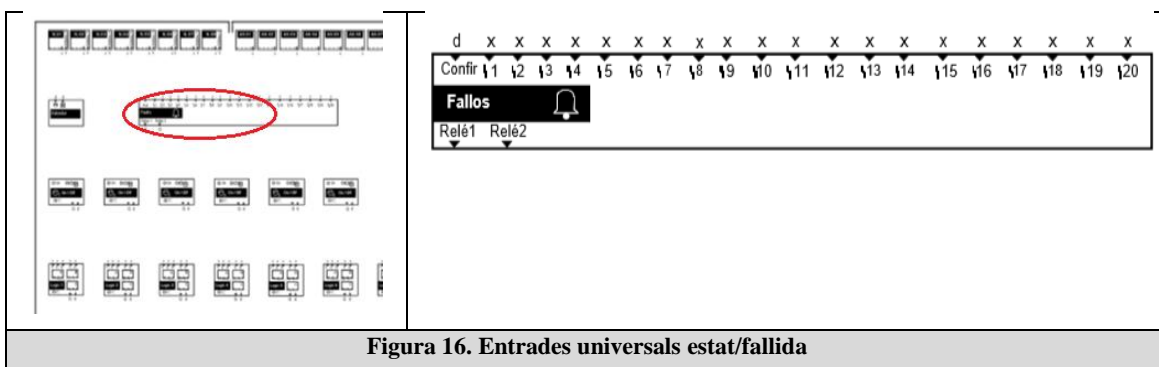


Figura 16. Entrades universals estat/fallida

Les entrades d'error d'estat seran analògiques més digitals, amb selecció de retard de fallida (00.00–60.00 ms), 00.05 ms i reconeixement de fallida amb els dos relés de rearmament amb una prioritat urgent amb indicació òptica intern o de bus.

Pot editar-se, amb un text de missatge personalitzat de màxim 20 caràcters i les aturades de les bombes i l'equip de producció es configuren internament amb els blocs lògics. L'estat del relé de fallida serà visible a l'HMI i la seva verificació serà mitjançant el test de cablejat de les sortides amb una entrada en aquest cas de 0-1.

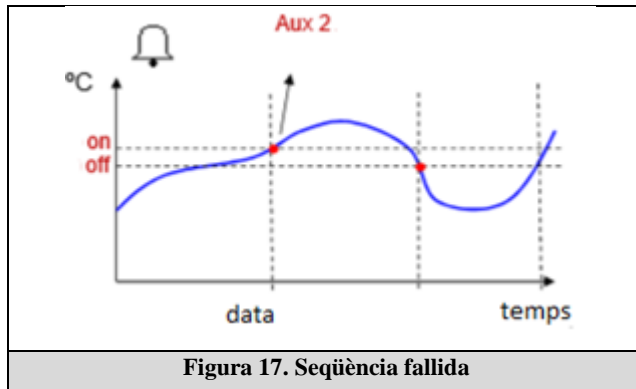


Figura 17. Seqüència fallida

A continuació, el bloc de funció de tendències que registrarà el valors de mesura i la seva relació en el temps amb quatre canals independents corresponents a les entrades analògiques i digitals de les temperatures de les sondes i la seva representació gràfica. Aquesta serà dels darrers sis dies en vistes de 24 hores, 8 minuts i 5 segons.

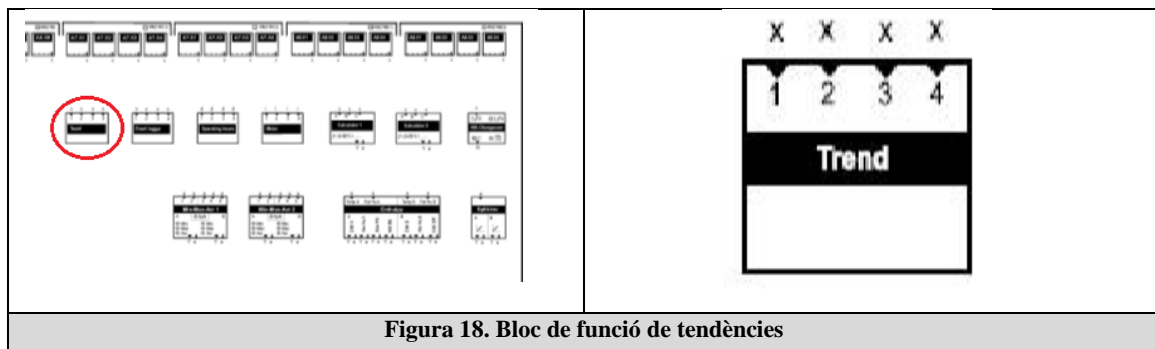


Figura 18. Bloc de funció de tendències

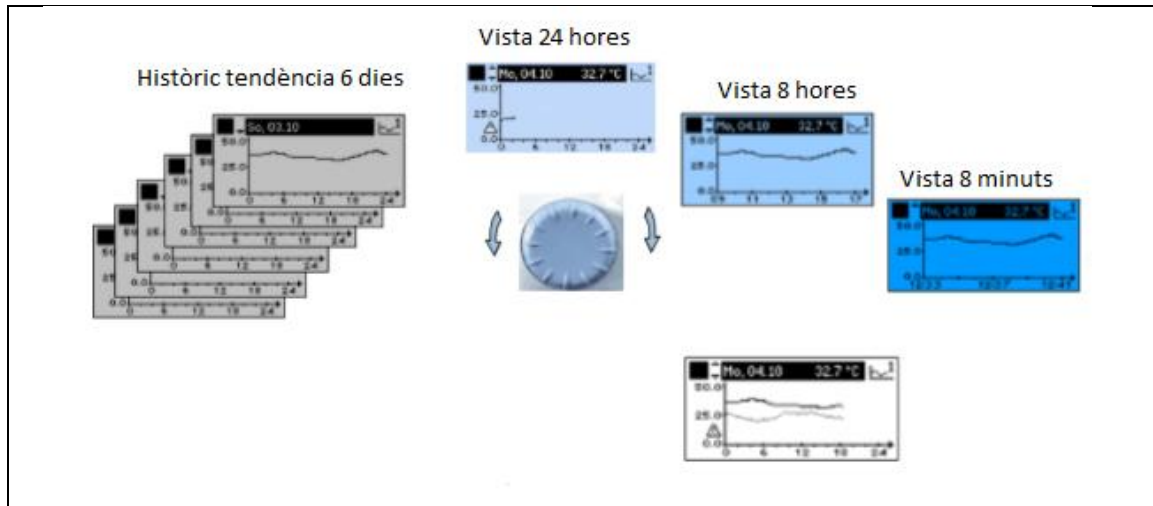


Figura 19. Visualització canals de tendències

Es podrà registrar també entrades externes mitjançant el bus KNX.

Es personalitza una actuació anomenat “xoc tèrmic” amb el que s’obté un registre de hora i data de la realització, amb un valor límit d’activació de 80 °C, valors mínim i màxim dintre de la durada, temps del cicle (dues hores per la desinfecció i quatre hores per al brot de legionel·losi), missatge d’error i visualització dels 10 darrers períodes (10 intervencions anuals).

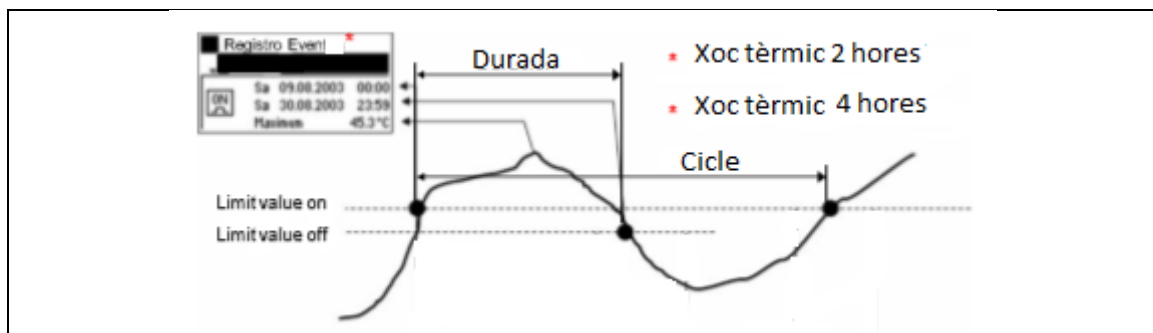


Figura 20. Registre esdeveniments: xoc tèrmic i xoc de brot amb diferents cicles

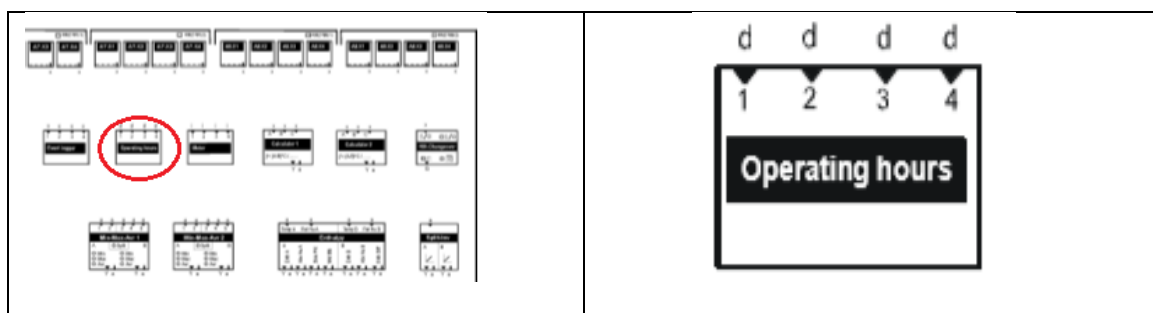
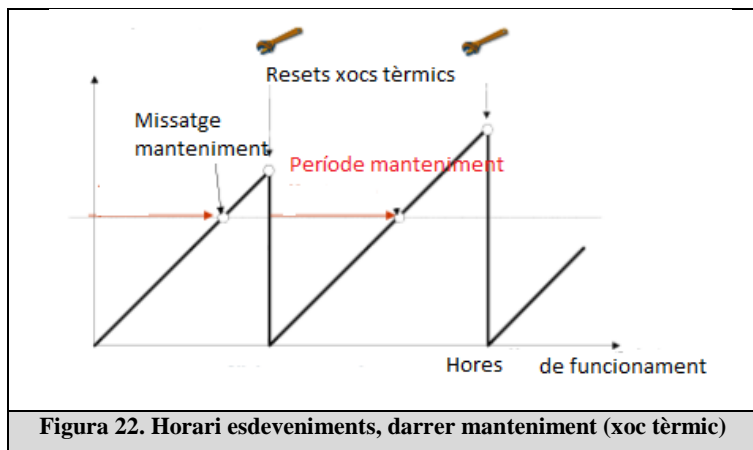
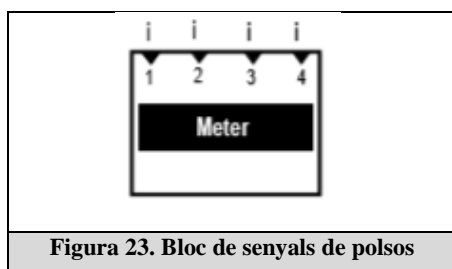


Figura 21. Bloc horari

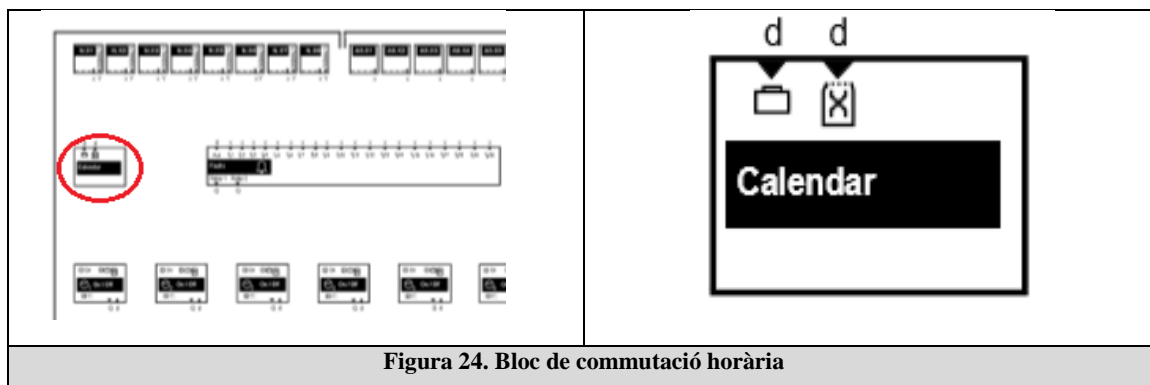
Es selecciona un interval de temps per als missatges de manteniment que apareixen com un missatge d'alarma de 24 hores, amb indicació del darrer manteniment i s'ajusta a 0 després de realitzar el darrer xoc tèrmic.



**Figura 22. Horari esdeveniments, darrer manteniment (xoc tèrmic)**

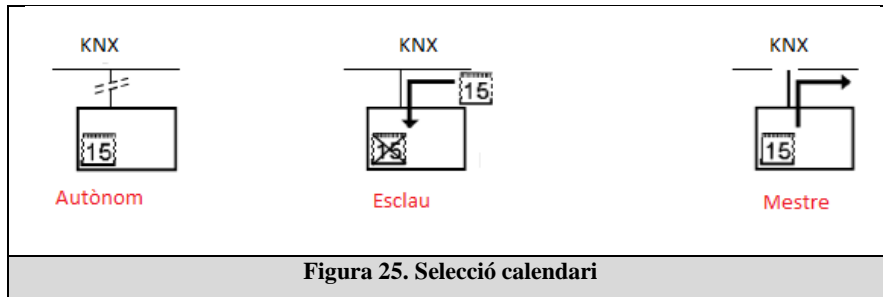


**Figura 23. Bloc de senyals de polsos**

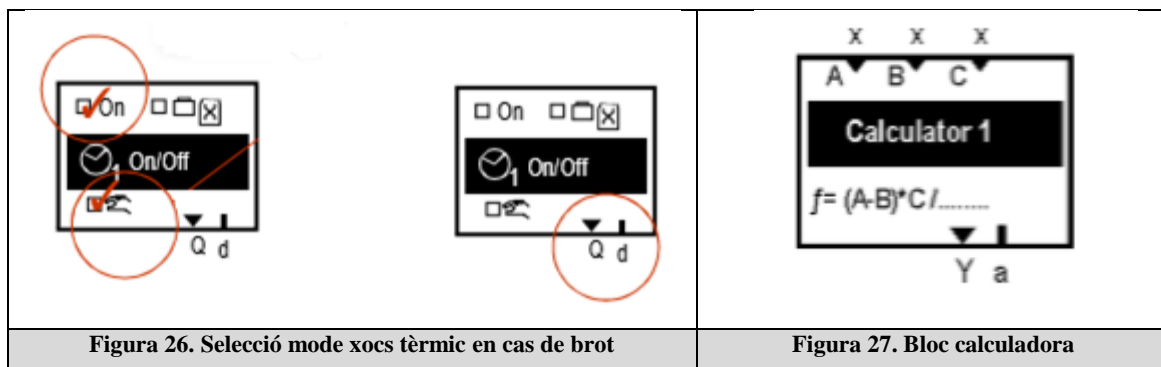


**Figura 24. Bloc de commutació horària**

Disposa de sis programes de commutació horària interns o externs via bus KNX, amb un màxim de 16 entrades. Es programa externament amb el *planning* anual de les intervencions a realitzar dels xocs tèrmics anuals (quatre vegades), seleccionant l'opció autònom o mestre.



Per la realització en cas de brot, es necessari la intervenció immediata amb un durada d'actuació de quatre hores. En aquest cas, el selector d'operació (*On/Off/Aut*) s'activarà en mode manual a l'HMI, amb una prioritat més alta que el programa de commutació horària amb sortida de relé (Q) o sortides digitals (d) marxa/paro per als blocs lògics.



No es objecte d'aquest projecte el comptatge de l'energia, en aquest cas elèctric, calorífic (equip de producció i caldera) i d'energia solar tèrmica, ja que, la instal·lació actual no disposa d'equips de comptatge amb sortida de polsos, però el controlador podrà en un futur, controlar el consum d'energia només disposant de comptadors amb sortides de senyals analògics. Aquest projecte es centra en el control i monitorització de la prevenció de la legionel·losi ja que, és el problema principal.

No obstant això, aquest sistema sí té la capacitat de realitzar una estimació de les potències consumides i aprofitades del sistema d'energia solar tèrmica i calorífica amb les sondes, els estats de funcionament i les temperatures de acumulació, mitjançant càlculs matemàtics. En un futur ho calcularà automàticament amb la incorporació dels elements de camp necessaris.

Recull i mostra dues senyals de polsos amb quatre valors acumulats amb una freqüència màxima de 25 Hz i una durada de pols mínim de 20 ms, amb una limitació mecànica de



frequència màxima de 100 Hz i una durada de pols 5 ms, amb unitats com: h/kWh/KWh/kJ/MJ/GJ/ml/L /m3 amb un valor màxim de comptatge de 999,999,999.

Ara, el sistema disposa de dos blocs calculadora que poden definir un màxim de 20 caràcters o standard (A-B)\*C, sent les operacions bàsiques com Suma (+), Resta (-), Producte (\*), Divisió (/), Exponencials ( $n^x$ ) i arrel quadrada ( $n^{0.5}$ ), amb les constants u,v,w (enter=000.0). Les sortides són modulants Y=0...10 VDC o un senyal intern (a).

Tal i com hem indicat abans, aquest bloc l'utilitzarem per fer una estimació de les potències calorífiques i d'energia solar tèrmica ja que la instal·lació no disposa comptadors de kilocalories. Es calcula amb la fórmula standard (A-B)\*C, en que (A-B), correspon als diferencials de temperatura d'impulsió i retorn en el circuit primari de producció de la impulsió i retorn del circuit de col·lectors de captació d'energia solar. El valor C és l'estat de la bomba (no d'hores) que poden traduir en m3/h (cabdal), resultat de la formula d'energia:

$$P=At \times m \times Ce$$

on:

P=potencia calorífica (Calories/h),

At= salt tèrmic (°C),

m=massa cabdal aigua (l/h)

Ce=calor específic de l'aigua (1 caloria/g °C).

Les funcions del calculador seran, potencia calorífica principal, i potencia energia solar tèrmica en kW, amb sortida modulant (proporcional de 0...10 V, a la sortida (Y) i amb valor de [50.0 ... 9999]). A la figura següent, es mostra com es genera aquesta estimació:

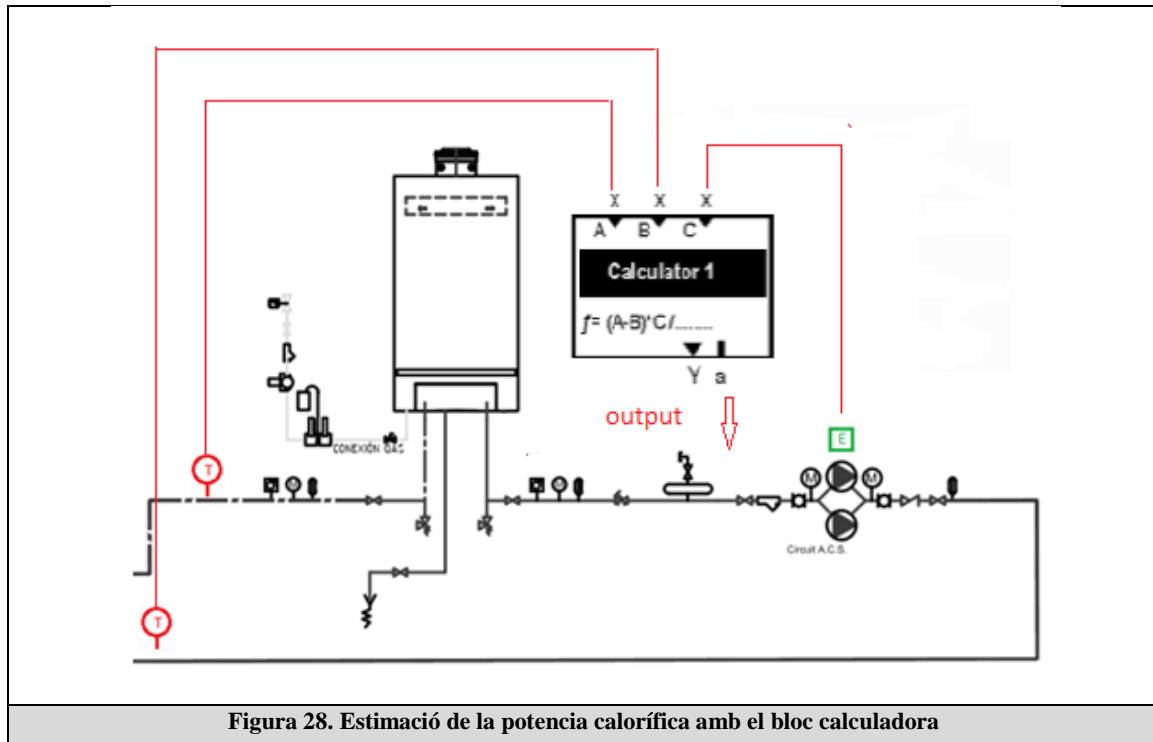


Figura 28. Estimació de la potència calorífica amb el bloc calculadora

Amb el bloc de convertidor del senyal d'entrada passiu en dos senyals actius, converteix el valor màxim i mínim del senyal d'entrada per senyals de sortida de modulació o invertint els senyals.

Aquest bloc, s'encarrega de les entrades analògiques de les temperatures de les sondes ubicades a la instal·lació. En funció de les lectures donarà la sortida digital corresponent que comandarà el tancament o obertura de les vàlvules de dos i tres vies.

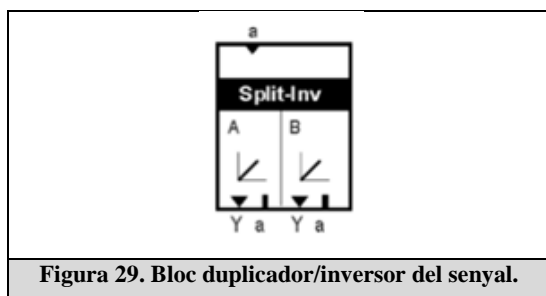
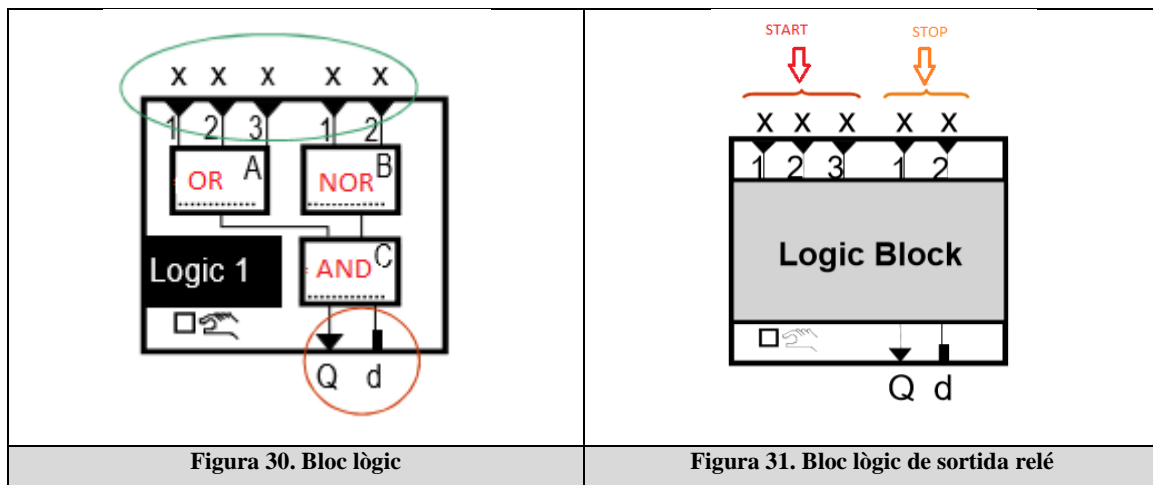


Figura 29. Bloc duplicador/inversor del senyal.

Els blocs individuals lògics generen un senyal a dos punts per activar un relé de sortida (Q) o per un control intern (d). Són senyals universals interns o externs, analògics o digitals amb valor de desconexió o canvi 0 i 1.

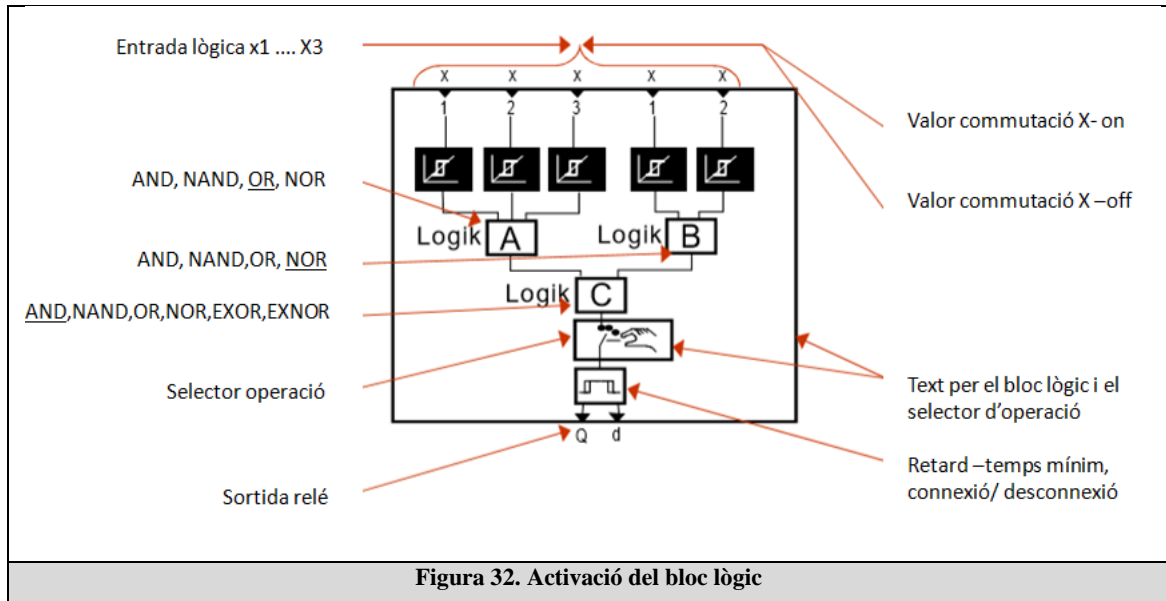
La lògica és de tres etapes (A,B,C) seleccionable per etapa, amb entrades lògiques per A i dues entrades lògiques per B, amb un format d'hora estàndard de >59.59 ms, el *changeover* té un impacte en tots els paràmetres relacionats amb l'hora de connexió/desconnexió amb un rang d'increments de 10 minuts.

Temps ajustables de retard en la connexió/desconnexió o temps d'encesa o apagat de les sortides (Q), amb activació mitjançant el selector d'operació a l'HMI amb prioritat sobre auto.



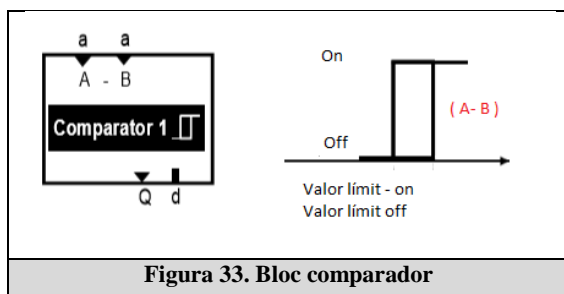
Es pot personalitzar amb un nom únic i es pot activar com activa/desactiva la sortida de relé.

Els dos blocs comparadors individuals activen com a mínim una entrada, i calculen la diferència (A-B) de les dues entrades analògiques de la mateixa unitat, mitjançant un valor límit d'activació i desactivació amb dos punts actius de relé (Q) o donar senyal intern (d).



El sistema s'encarrega de mesurar les temperatures dels dipòsits d'acumulació amb un control diferencial, (A-B) on A és el valor de consigna d'acumulació a 80 °C i B és el valor de la temperatura real que dona el senyal analògic de la sonda que està ubicada als dipòsits. Si,  $A-B=0$ , s'activa la demanda de calor i connecta la producció de calor i les bombes de circulació.

Es recull els senyals de demana de calor (sondes als dipòsits d'acumulació) amb el bus i amb un llindar d'activació i desactivació per transmetre com a sortida digital (Q). Per a el control de les bombes com senyal analògica (a) i per l'equip de producció com un valor modulad Y, o (a). A més, de la transmissió de senyals de demanada a altres zones de distribució al bus KNX com % o °C, visibles a l'HMI.



Els blocs controladors PID (control diferencial) per al control de consigna, s'utilitzen per la vàlvula de tres vies ubicada a l'entrada dels dipòsits. L'entrada serà analògica

dels senyal rebuts per les temperatures ubicades als dos dipòsits. El control serà diferencial: la variable principal controlada menys l'entrada diferencial.

L'activació es produeix configurant la variable principal (temperatura circuit 80 °C) com a condició d'arrencada digital 1=marxa i 0=paro, de la vàlvula de tres vies.

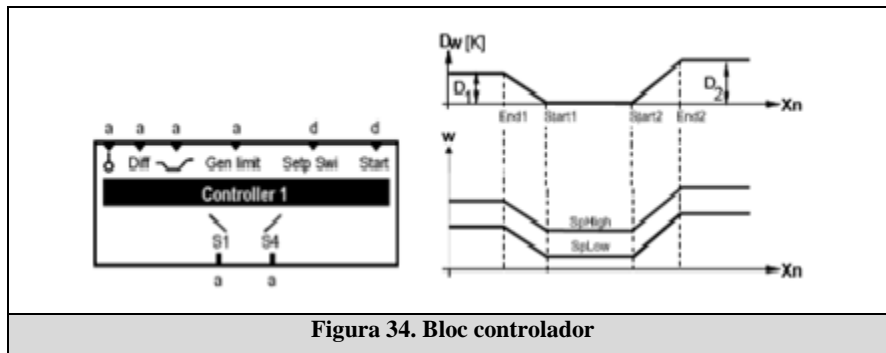


Figura 34. Bloc controlador

El bloc motor arrenca amb els ajustos paro/marxa amb sortida precomandament als actuadors de les vàlvules, en el nostre sistema les vàlvules de 2 vies motoritzades a la entrada dels nuclis del conjunt dels punts terminals (dutxes i lavabos).

A més, disposa d'una sortida d'estat de mode d'operació digital, una sortida d'error de motor digital i entrades analògiques per a els senyals de les sondes ubicades al circuit d'impulsió i retorn a l'entrada dels nuclis humits. Aquests, amb condicions universals de marxa/paro del motor digital i comptador d'hores de funcionament de cada bloc.

El control de les bombes serà amb prioritat de funcionament amb selecció automàtic i funcionament de la bomba bessona en cas de fallida amb duració de canvi ajustable o amb retard d'arrencada de la segona bomba amb visualització a l'HMI.

De les vuit sortides modulades, s'utilitza una per a la vàlvula de tres vies a l'entrada els dos dipòsits d'acumulació. A més del senyal tot/res per la realització dels xocs tèrmics per a la desinfecció d'un o altre dipòsit, té una sortida modulada o proporcional que servirà en un futur segons el diferencial de temperatura entre els dos dipòsits i de l'aportació de la energia procedent del sistema d'energia solar, generar una entrada proporcional de posta a règim dels dipòsits.

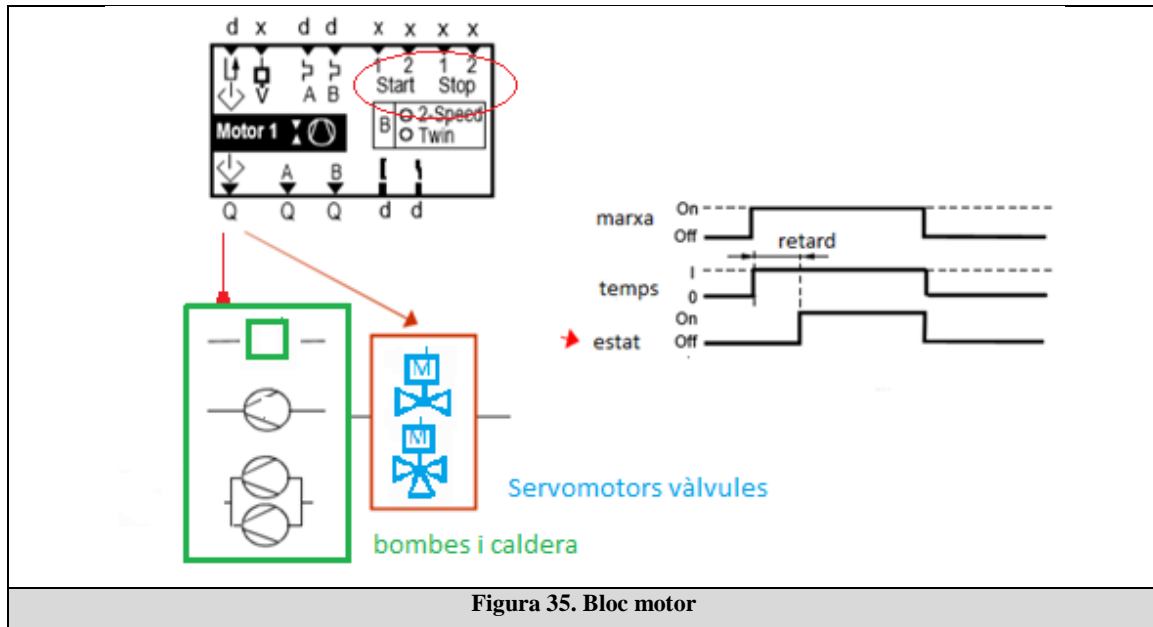


Figura 35. Bloc motor

Les sortides modulades A-H, poden configurar-se en condicions d'arrencada a N,Y1,N,Y2 com entrades digitals=1 (valor sortida 10 V) o paro=0 (sortida 0 V). Les sortides modulants al senyal en posició mínim i màxim seleccionats de 0...100 % amb un nom únic.

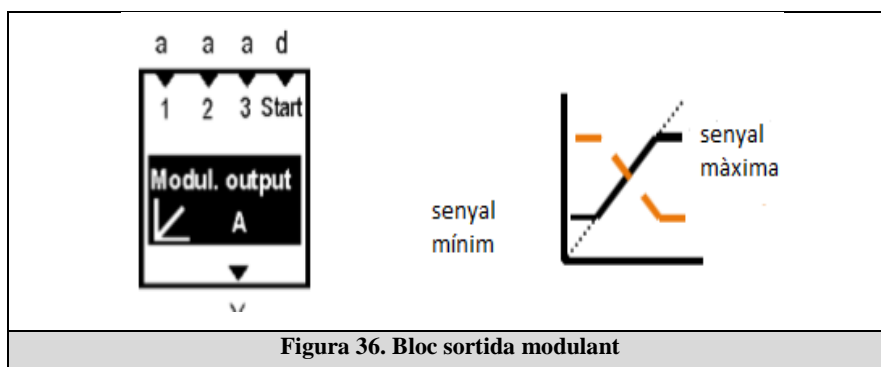


Figura 36. Bloc sortida modulant

El bloc commutador d'etapes rotatiu és:

- Lineal amb una commutació màxima de quatre agregats amb la mateixa capacitat.
- Commutació flexible amb capacitat per a quatre agregats amb diferents capacitats.

- Binari esglaonat fins a 15 etapes amb control de retard de la carrega amb canvi automàtic en funció de les hores de funcionament de les bombes bessones que hauran de funcionar amb intervals en funció del temps.

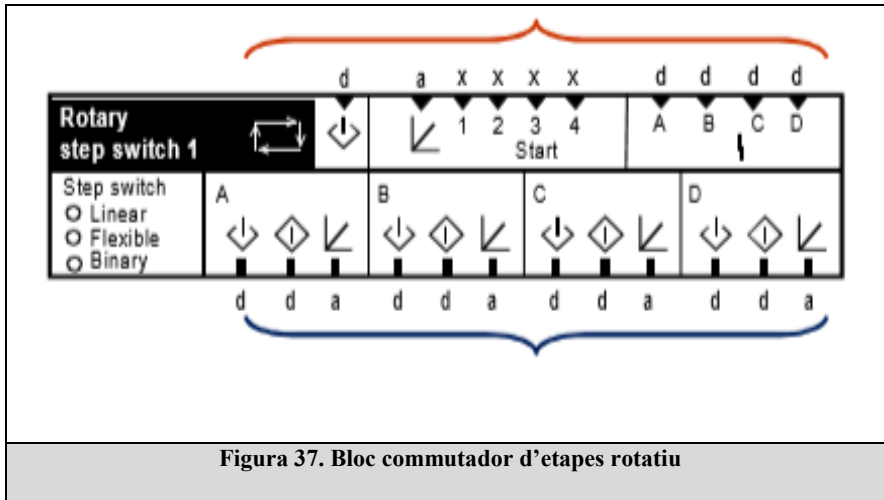


Figura 37. Bloc commutador d'etapes rotatiu

Selecció de seqüència manual en l'HMI.

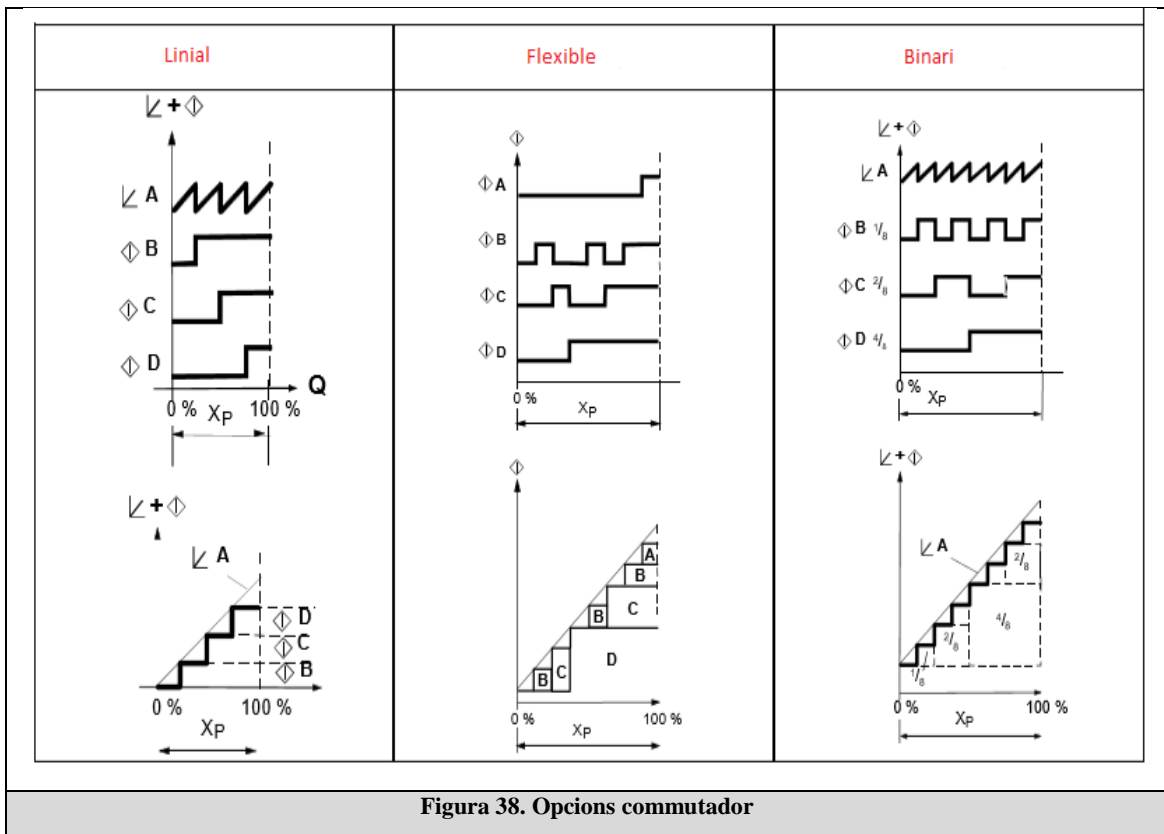


Figura 38. Opcions commutador


A les següents figures es mostra les opcions que disposa el commutador en funció de les entrades i sortides:

Entrades		Sortides	
	- Entrada - Activa sortida	 A B C D d	- Commutació etapa - Arrencada bombes
	- Condicions arrencada - Entrada modulant	 A B C D d	- Commutació etapa - Arrencada caldera
	- Missatges de fallida	 A B C D a	- Commutació etapa - Agregats modulants 0...100%

**Figura 39. Opcions commutador entrades/sortides**

	- Entrada precomandament digital que activa la sortida de A, del commutador d'etapes.
	- Entrada de càrrega analògica - Senyal d'entrada de càrrega 0-100 % des del controlador
	- Condicions de arrencada 1,2,3 i 4 analògica + digital - Alliberament de diferents agregats amb el control de retard de càrrega - Generació d'un senyal analògic des de senyals digitals
	- Missatges de estats de fallida de agregats A-D digital - En cas de que estigui activat el control de retard de càrrega, aquestes entrades canvien la prioritat de rotació i s'elimina el agregat en fallida de rotació.
	- Temps d'arrencada precomandament - Inici de la sortida de càrrega - Temps de parada precomandament
	- Sortida de càrrega A,B,C i D - Es configuren amb les sortides modulants per el control d'agregats modulants - Sortida modulada al commutador 0-100 % per etapa



	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sortida comandament A,B,C i D</li><li>- Arrencada d'un bloc motor o un bloc lògic</li><li>- Temps d'arrencada efectiva entre etapes</li><li>- Temps de bloqueig després de la desconexió</li><li>- Temps de reinici, activa el comptador quan es desconnecta</li></ul>
<b>Figura 40. Opcions commutador entrades/sortides</b>	

Finalment, a continuació es mostra l'esquema de connexió final per l'aplicació concreta del sistema. Seguidament, la configuració mitjançant les dues eines d'ajust i configuració: unitat operador SYNCO 700 i el software ACS790.

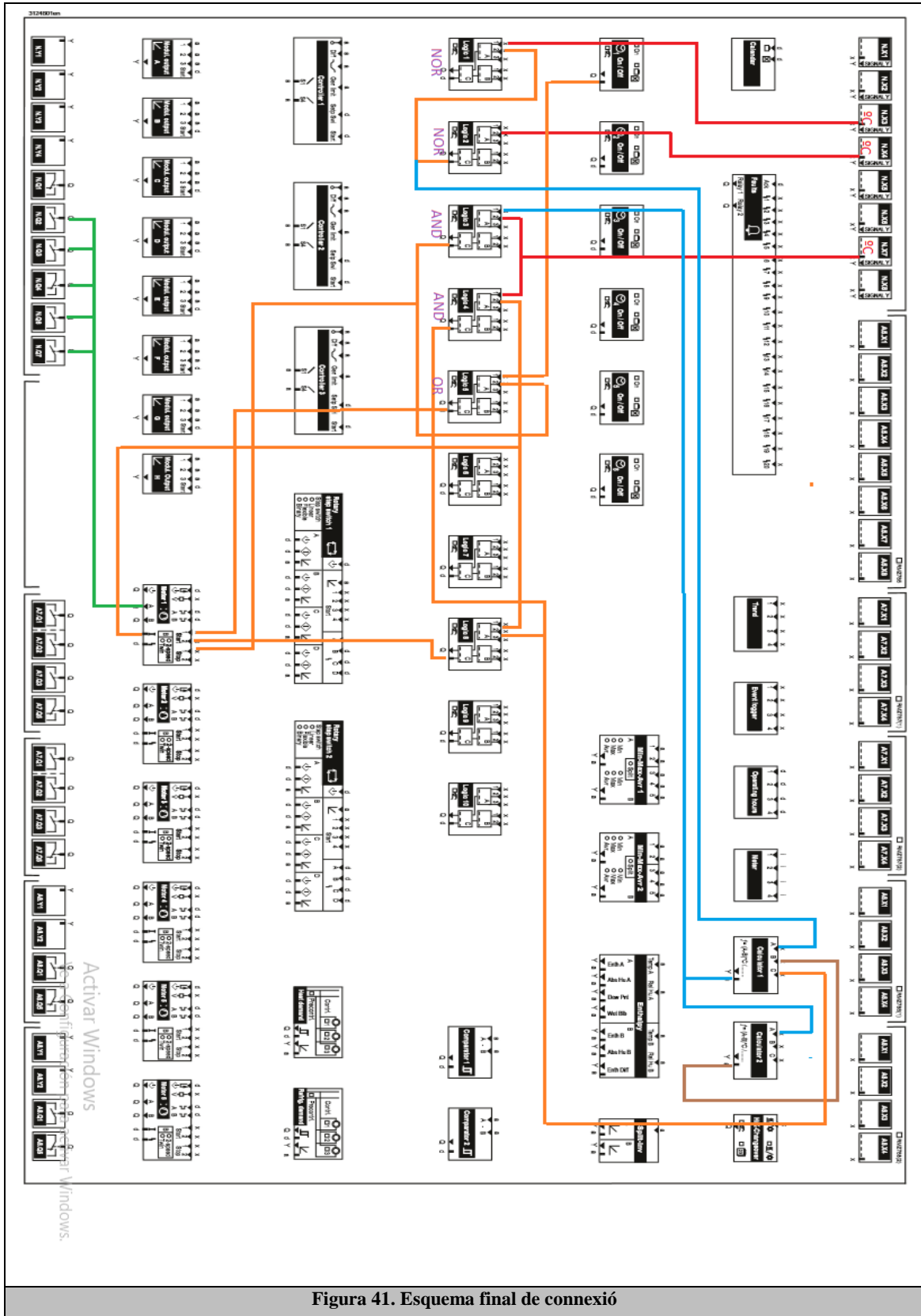


Figura 41. Esquema final de connexió

### 3.5 UNITAT OPERADOR SYNCO 700

La unitat operador del tipus endollable de control central és l'eina d'ajut per la configuració. És un dispositiu de commutació i vigilància endollable per utilitzar amb el controlador RMS 705. [12]



Figura 42. Unitat operador endollable SYNCO 700

#### 3.3.1. FUNCIONS

S'utilitza per realitzar els ajustos i visualitzar les dades en connexió al controlador.

Els estats de les entrades en aquest cas els senyals de les cinc sondes de temperatura disposades, seran transmeses a l'operador i es representen al display LCD de la unitat.

Disposa de *software* de visualització dels ajustos i valors de lectura disposats com punts de dades com a arbre de menús amb les temperatures de les sondes i els estats, on es pot visualitzar i ajustar els punts de dades a la pantalla LCD com a text.

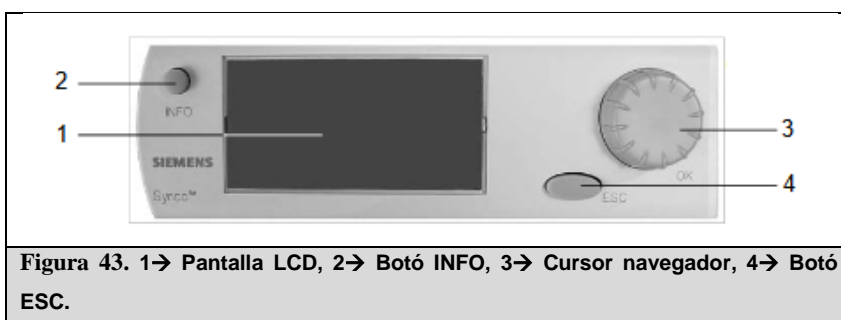
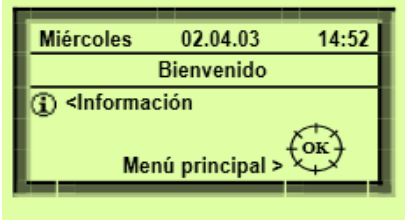
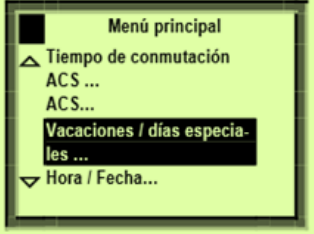
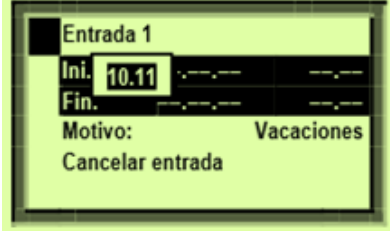
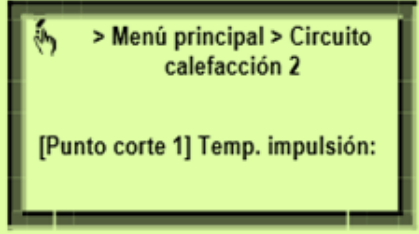


Figura 43. 1→ Pantalla LCD, 2→ Botó INFO, 3→ Cursor navegador, 4→ Botó ESC.

Al sistema els paràmetres a ajustar per part de l'usuari seran els següents:

- Temperatura mínima al dipòsit principal d'acumulació  $\leq 80$  °C per la realització dels xocs tèrmics.
- Temps del xoc tèrmic de desinfecció de durada dues hores.

- Tempos del xoc tèrmic en cas de brot de legionel·losi de durada quatre hores.

	
<p>Figura 44. 1) Pantalla inici</p>	<p>2) Menú principal, selecció paràmetres a ajustar</p>
	
<p>3) Selecció del valor numèric</p>	<p>4) Dades punt de dades seleccionat.</p>

### 3.5.2. CONFIGURACIÓ

Quan l'aplicació desitjada no està entre les preprogramades al catàleg d'aplicacions com es el nostre cas, es configura una aplicació adaptada mitjançant l'operador.

Als següents gràfics, es mostra els passos de configuració:

1. Definició dels identificadors de les entrades físiques, lectures de les sondes i els estats de les bombes i equip de producció.
2. Definició dels agregats (increment del número de sondes de temperatura) i assignació de les entrades i sortides (increment del número de servomotors).
3. Assignació d'agregats i entrades als llaços de control.

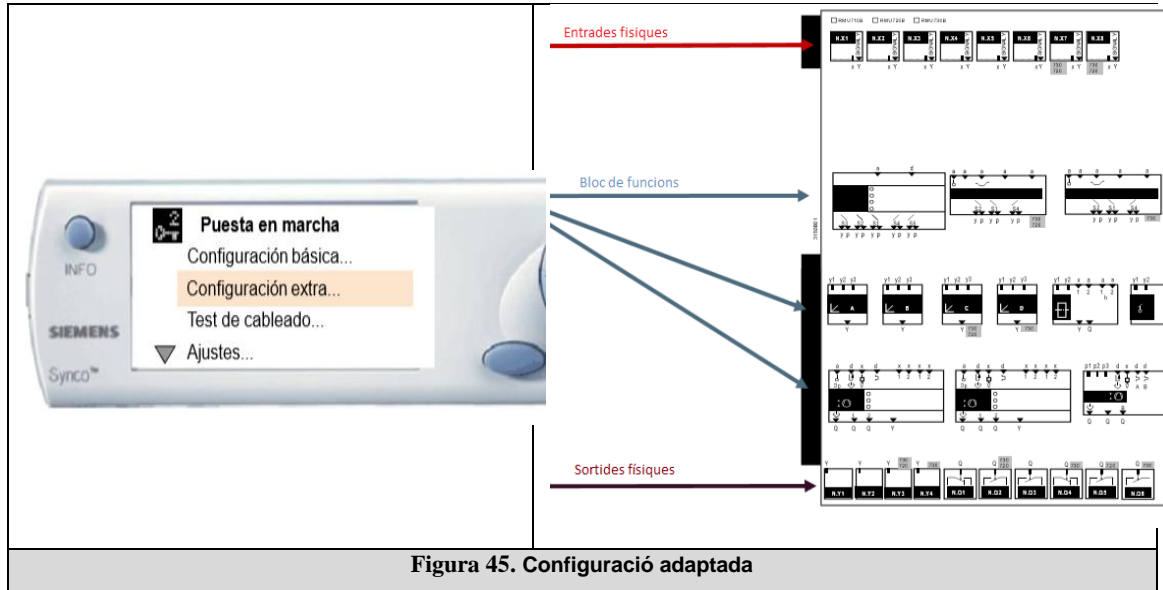


Figura 45. Configuració adaptada

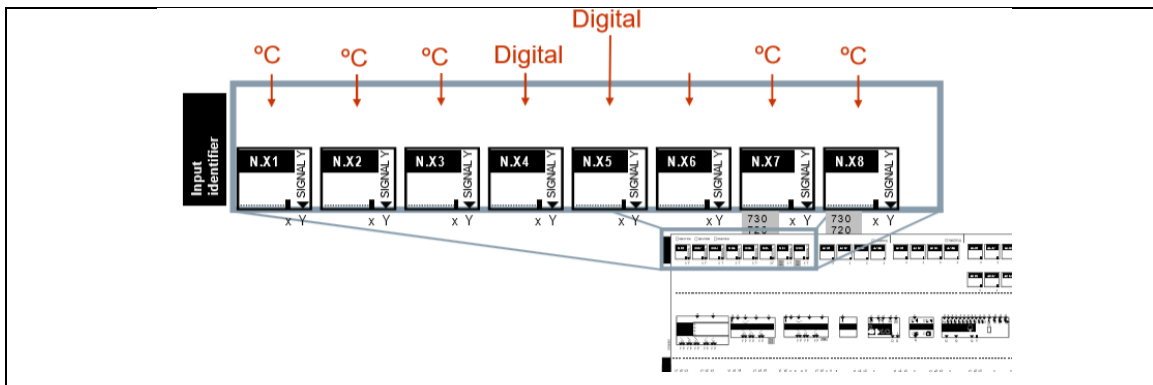


Figura 46. Identificació de les entrades físiques

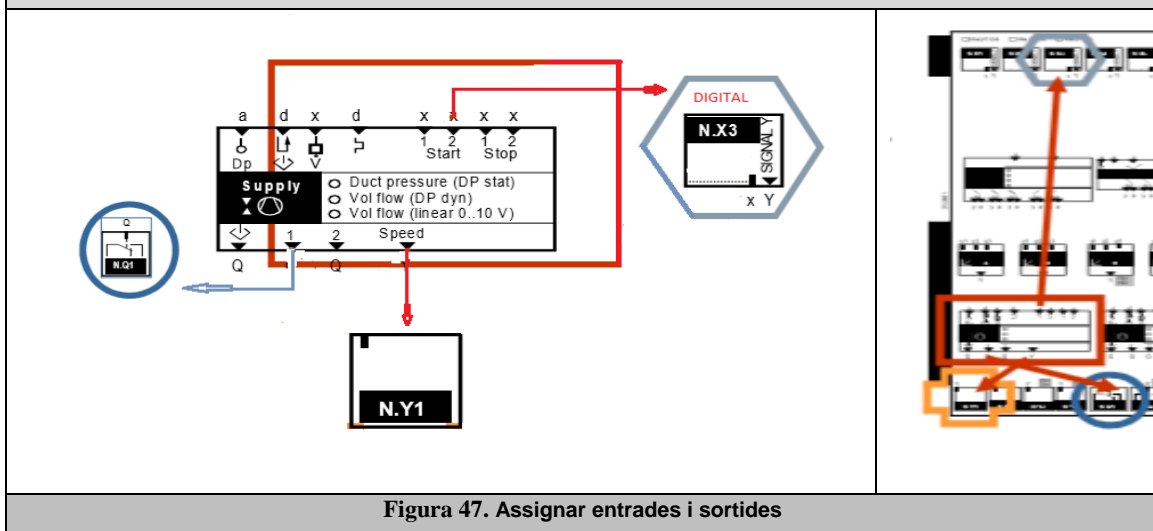


Figura 47. Assignar entrades i sortides

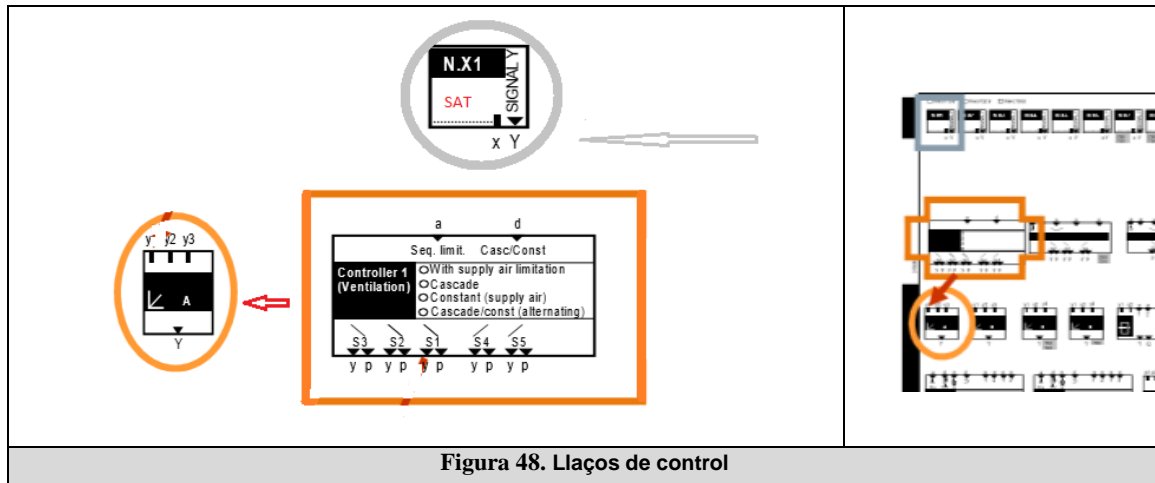


Figura 48. Llaços de control

Seguint els passos anteriors s'afegeix una sonda de captació del senyal als borns N.X7 substituint-los per el pressòstat del filtre a una aplicació preprogramat RMU730B

Primer definim l'entrada N.X7 amb l'identificador d'entrada en °C i desactivem la supervisió del filtre.

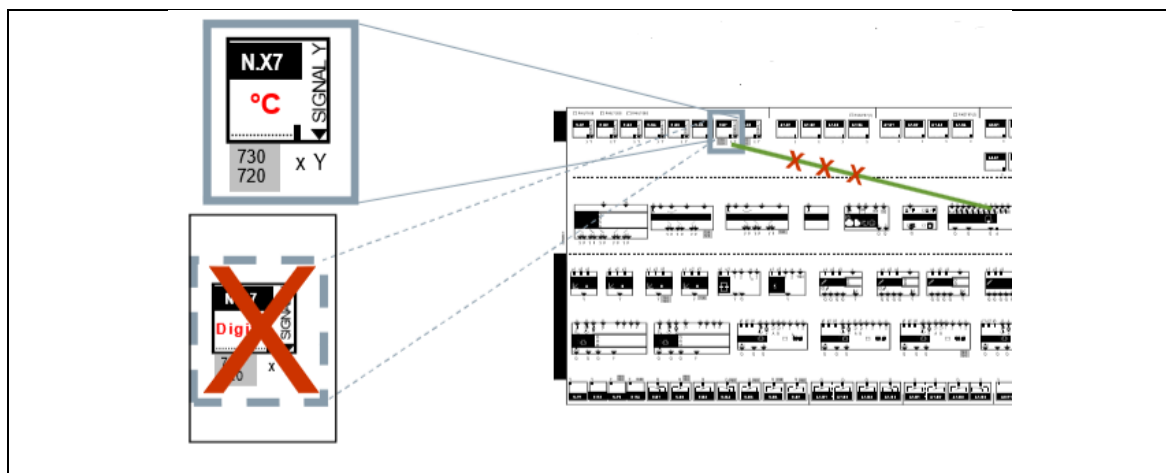


Figura 49. Configuració entrada sonda temperatura

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Identificador entrada			
Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
N.X7	°C	Selección del identificador de entradas	Sin función de control, solo indicación

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Fallos			
Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
Supervisión del filtro	----	Supervisión del filtro	Desactivado

Figura 45. Menú operador

A la següent figura es mostra els passos per realitzar el control d'agregat als borns RMZ788.Q1 i RMZ788.Q5

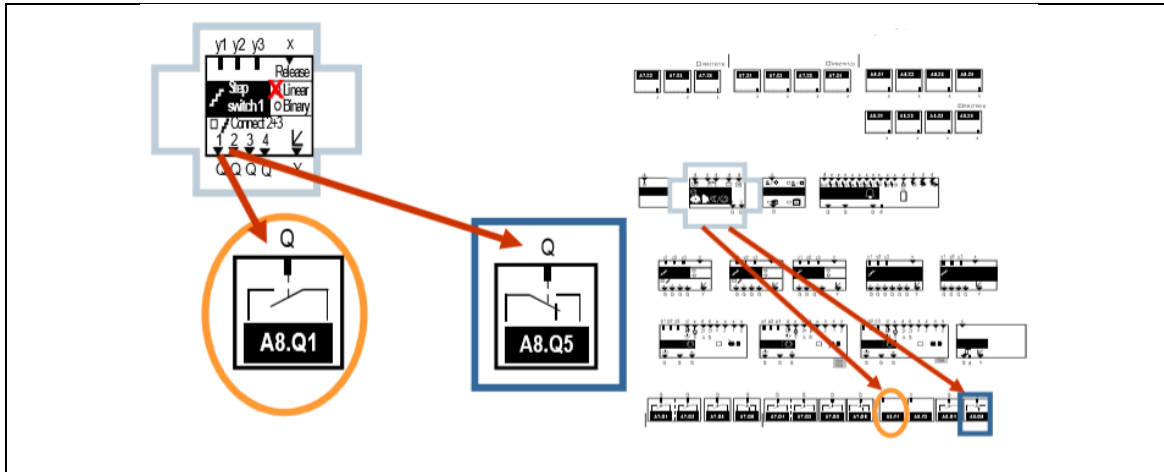


Figura 51. Control d'agregats

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Agregados > Conmutador de etapa.. > Variable etapa conmuta 2

Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
Step 1	RMZ788.Q1	Enlace entre la etapa 1 y el relé	
Step 2	RMZ788.Q5	Enlace entre la etapa 2 y el relé	

Figura 52. Menú operador

A continuació, la integració al llaç de control de 80 °C amb una sonda als borns N.X7 i l'equip de producció als borns RMZ788.Q1 i RMZ788.Q5

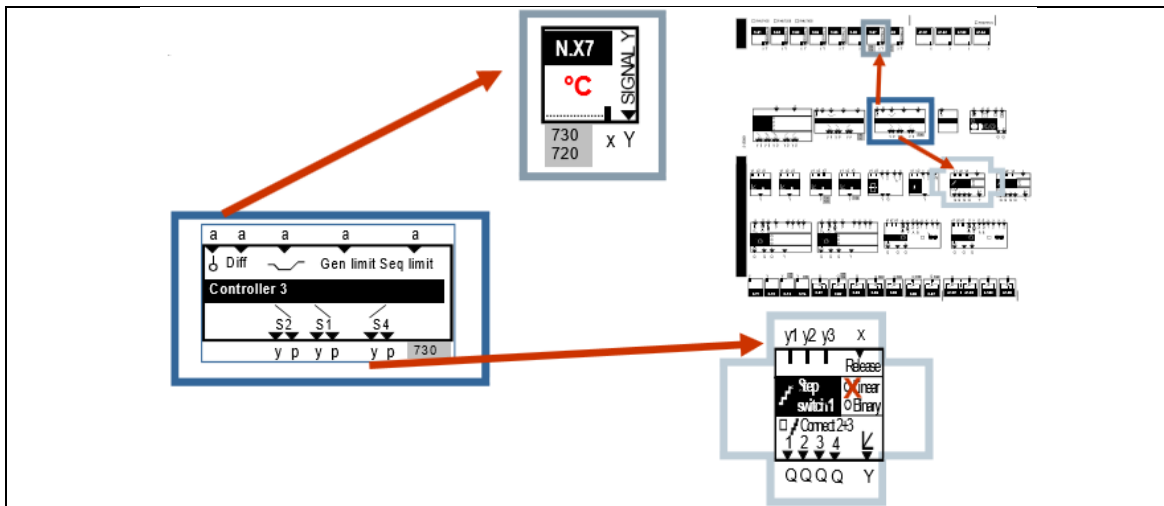


Figura 53. Assignar la variable controlada y la seqüència de control

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Controlador 3 > Entradas

Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
Main controlled var	N.X7	Entrada enlace como variable contrld. principal	

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Controlador 3 > Salidas \\_\\_

Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
[Seq.1] Ultima	Conmutador etapa 2	Salida enlace de secu. Calef. a conmut. etapa	

Figura 54. Menú operador

Per tal d'incorporar més entrades digitals com els estats de les bombes i caldera als borns N.X6:

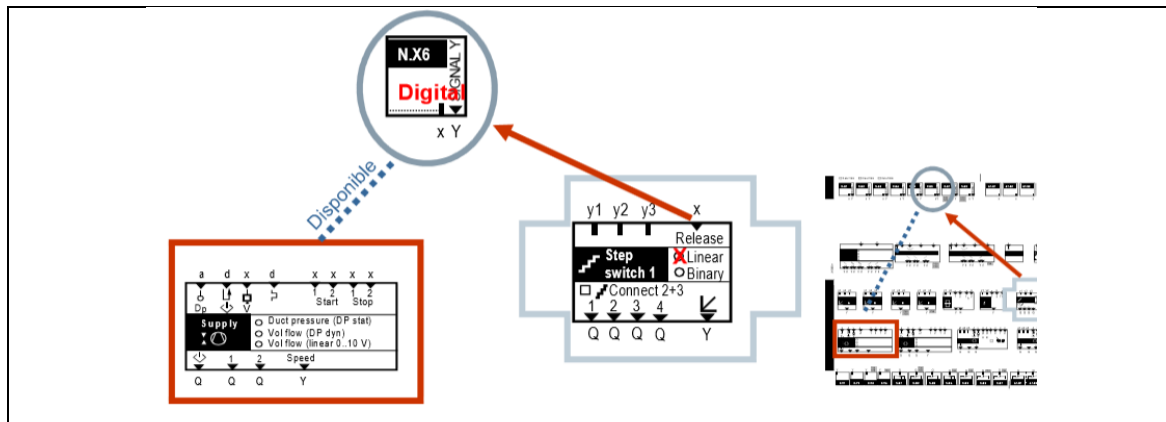


Figura 55. Múltiples de l'entrada N.X6

Ruta: ... > Puesta en marcha > Configuración extra > Agregados > Conmutador de etapa.. > Variable etapa conmuta 1

Parámetro	Ajuste	Función	Comentarios
Etapa 1	Z8.Q1	Enlace entre etapa 1 y relé	
Etapa 2	Z8.Q5	Enlace entre etapa 2 y relé	
Liberación externa	N.X6	Liberación de la batería eléctrica	

Figura 56. Menú operador

Una vegada ajustat el controlador amb l'eina d'ajut unitat operador SYNCO 700, la instal·lació ja pot funcionar automàticament. A continuació, als següents apartats es detalla els components necessaris per el control i monitorització a distancia.

### 3.6 WEB SERVER

Per la realització del control a distancia dispondrem d'un component; l'equip *Web Server* per un sòl controlador, model OZW772.01 de SIEMENS [13]



Figura 57. Web Server per un controlador, OZW772.01

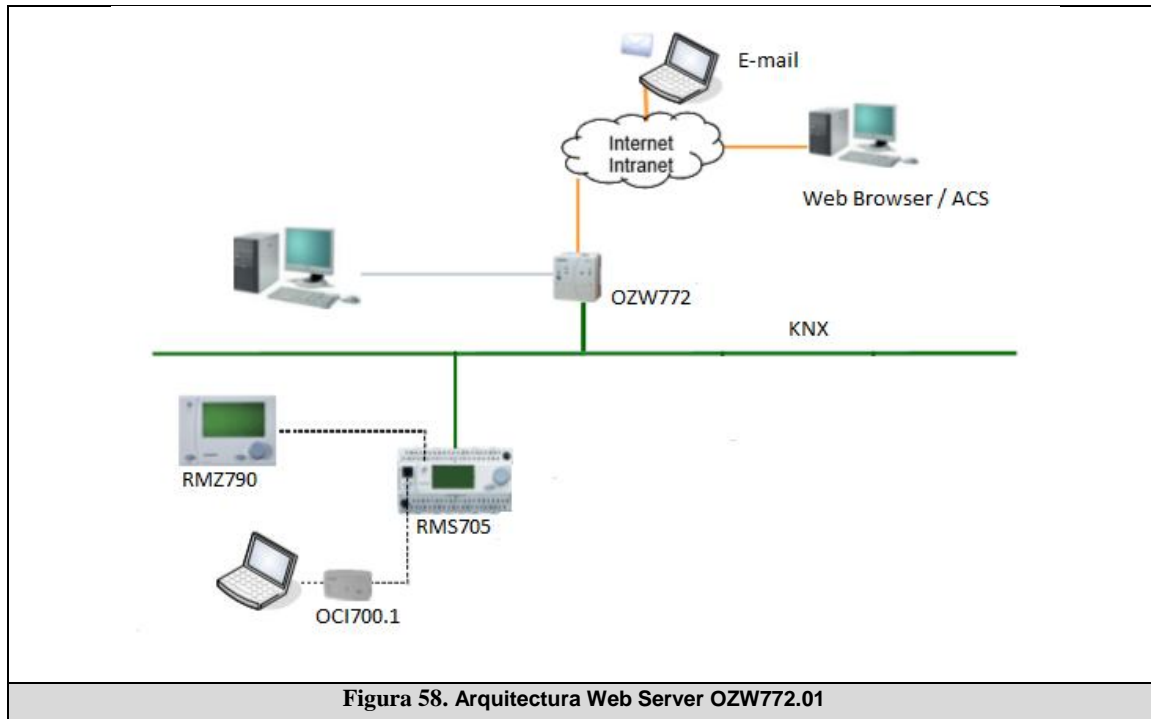


### 3.6.1. FUNCIONS

Les seves principals funcions són:

- Servidor web per dispositius KNX mode S.
- Control remot i monitorització via Internet.
- Operador *web browser* via PC, portàtil i *Smartphone* (iPhone i Android aplicació).
- Software d'instal·lació ACS709 on es pot descarregar del HIT els diagrames de planta per aplicacions estàndards, modificar o crear noves.
- Connexió USB i *Ethernet*.
- Visualització d'errors al *web browser*, dels estats dels equips de producció (caldera) i bombes de circulació.
- Informe de lectura de temperatures diàries, via e-mail.
- Informe d'històrics dels xocs tèrmics, temps i data, via e-mail.
- Visualització amb esquemes personalitzats de la instal·lació, al *web browser*.
- Adquisició i consulta de consum de caldera, bombes i enviament per e-mail.
- Posada en marxa directa amb *web browser*.
- Monitorització dels valors límits energètics denominats "límits verds" i enviament e-mail de les temperatures de les sondes del sistema de captació d'energia solar tèrmica.
- Encriptació de correus electrònics amb *https* i *TLS*.

A la figura següent es mostra la seva arquitectura :



### 3.6.2. TRACTAMENT WEB

- Accés mitjançant el portal d'Internet o mitjançant connexió directa amb diferents usuaris simultanis.
- Comptes i grups d'usuaris amb idioma operatiu.
- Configuració i visualització basat en esquemes de la instal·lació, carregats amb la eina CVC integrada o eina HIT amb pàgines *web* personalitzades de la instal·lació.

### 3.6.3. ACCESSIBILITAT

Portal d'Internet *Climatix/Synco IC* d'accessibilitat senzilla i segura als servidors web, de configuració ràpida en la que no es requereix adreça fixa ni dinàmica IP, a dirigir al port NAT/PAT.

Pot gestionar una o diferents instal·lacions futures amb usuaris centralitzats, visualitzar el resum de la instal·lació, estats, alarmes, conjunt de sondes ubicades amb les temperatures reals, estat de funcionament de les bombes i equip de producció, estat dels elements de camp de les dues vàlvules solenoides instal·lades als nuclis i la vàlvula de

tres vies a l'entrada dels dipòsits d'acumulació. També, les notificacions d'alarmes dels estats o lectures de temperatures per sota dels punts de consigna d'acumulació per correu electrònic.

L'accés sense portal amb connexió directa requereix una dreça IP fixa per al servidor web o una dreça dinàmica per l'enviament mitjançant servidor dinàmic DNS amb configuració al port del *router* o una connexió directa en paral·lel al portal.

La interfície del servidor web es la mateixa accedint des del portal o amb connexió directa. El número de dispositius varia segons el model OZW772.01..64 fins a 64 controladors suportats amb *Synco 700 RXB/RXL RDG/RDF/RDU QAX9.. Synco Living* i KNX de tercers.

La posta en marxa i operacions amb el *software ACS79*, es descriu al final de capítol, mitjançant un PC/portàtil via navegador web o ETS per configurar dispositius KNX S-Mode.

Les operacions web de supervisió i operació remota de la xarxa KNX mitjançant el navegador web des de un PC/portàtil o Smartphone, suport simultani de múltiples usuaris amb comptes d'usuari per operació web (grups d'usuaris i idioma d'operació). Finalment, visualització gràfica basada en diagrames de planta estàndard carregats des de el HIT o pàgines web de planta personalitzades.

### 3.4.4. SERVEIS

La navegació principal ofereix els següents serveis:

<b>Indicador d'energia</b>	Sistema solar tèrmic de captació Equip de producció
<b>Errors</b>	Aturada bombes de circulació Aturada equip de producció
<b>Transferència d'arxius</b>	Històric de temperatures d'acumulació Històric temperatures d'impulsió i retorn Històric temperatura retor ACS Històric temperatura aigua freda Històric tractament xocs tèrmics
<b>Comptes d'usuari</b>	Propietat Mantenedor
<b>Pàgines web</b>	Llistat equips Pàgines operatives

**Taula 7. Navegació principal**

La navegació secundària ofereix les següents funcions :

<b>Pantalla</b>	Contingut de la navegació principal i continguda seleccionada
<b>Estat de la instal·lació</b>	Error de bombes de circulació Error estat de la caldera (Error més greu)
<b>Menú arbre</b>	Selecció sondes de temperatura Selecció bombes de circulació Selecció equip de producció Selecció vàlvules 2 vies ( xoc tèrmic) Selecció vàlvula 3 vies (dipòsits)
<b>Pàgines web</b>	Llistat d'equips Pàgines operatives

**Taula 8. Navegació secundària**

### 3.6.5. VISUALITZACIÓ GRÀFICA

Permetrà la visualització gràfica de la instal·lació mitjançant les pàgines web amb un màxim de 100 punts de dades que en cas d'error, els usuaris poden entrar de manera ràpida i detectar el punt afectat, segons es mostra a la figura següent.

Es pot descarregar el diagrama del HIT de planta web per aplicacions estàndard i dissenyar o modificar els diagrames descarregats.

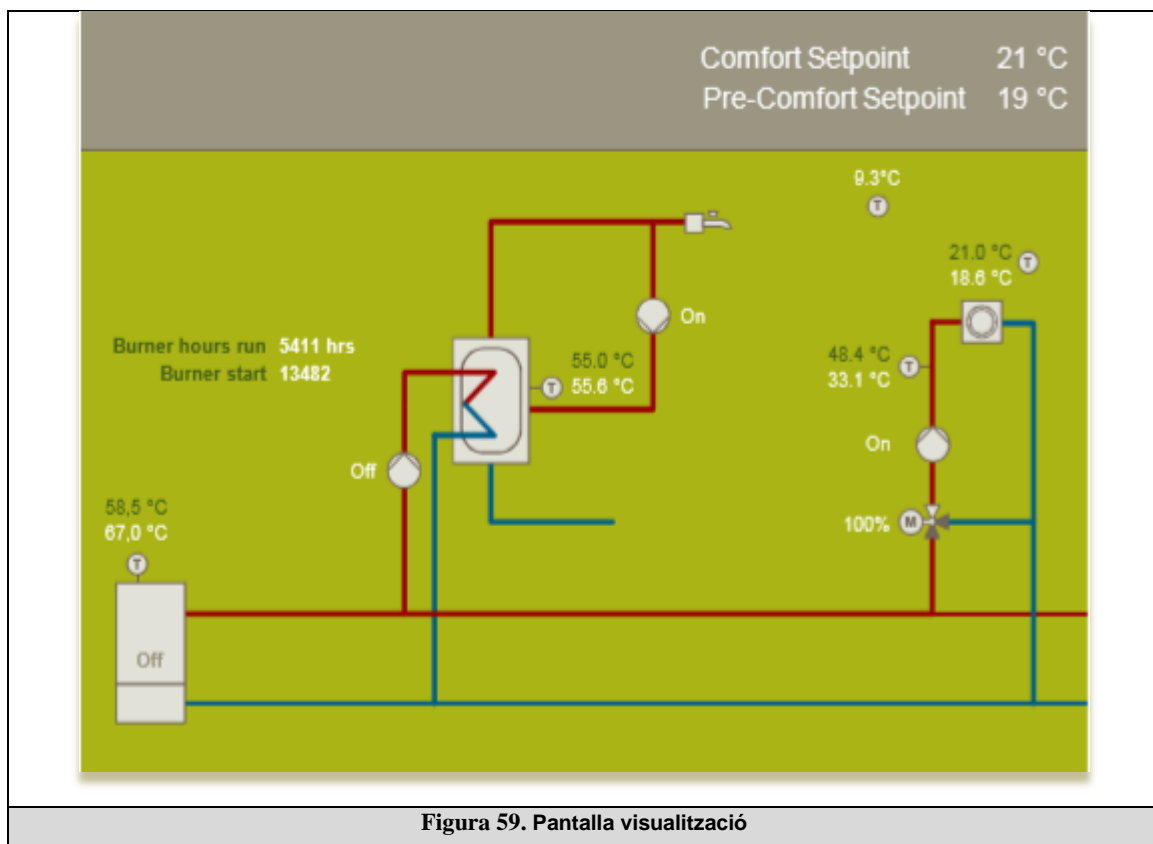


Figura 59. Pantalla visualització

### 3.6.6. KNX MODE

KNX Association és el creador i propietari de la tecnologia de l'estàndard mundial per aplicacions de control d'habitatges i edificis amb l'eina de posta en marxa ETS, independentment del fabricant amb medis físics com TP, PL, RF i IP i modes de configuració suportades. Està aprovat a nivell europeu (CENELEC EN 50090 i CEN EN 13321-1) i internacional (ISO/IEC 14543-3). [14]

La integració de punts KNX *S-Mode*, permet el control centralitzat de selecció. Té el mateix estil que els punts Synco genèric d'arbre, per als punts de planta personalitzats. El servidor web OZW772 assumeix la funció d'interfície KNX/USB i KNX/IP utilitzant les interfícies USB i *Ethernet* integrats.

### 3.6.7. TENDÈNCIES

Es pot registrar els punts de dades dels dispositius connectats a una freqüència de mostreig seleccionable entre 1 s i 24 h, disponibles per els punts KNX *S-Mode* amb cinc canals disponibles, inclòs per cadascú d'ells fons de 100 punts de dades .A les figures següents es mostra el període de tendències que varia amb el número del punts seleccionats i la freqüència de mostreig.

Interval	Punts de dades	Període	
		Canal 1/dies	Canal 2...5/dies
1 segon	1	14	1.8
5 segons	5	30	4.3
1 minut	10	210	30
15 minuts	100	371	53

Taula 9.Tendències

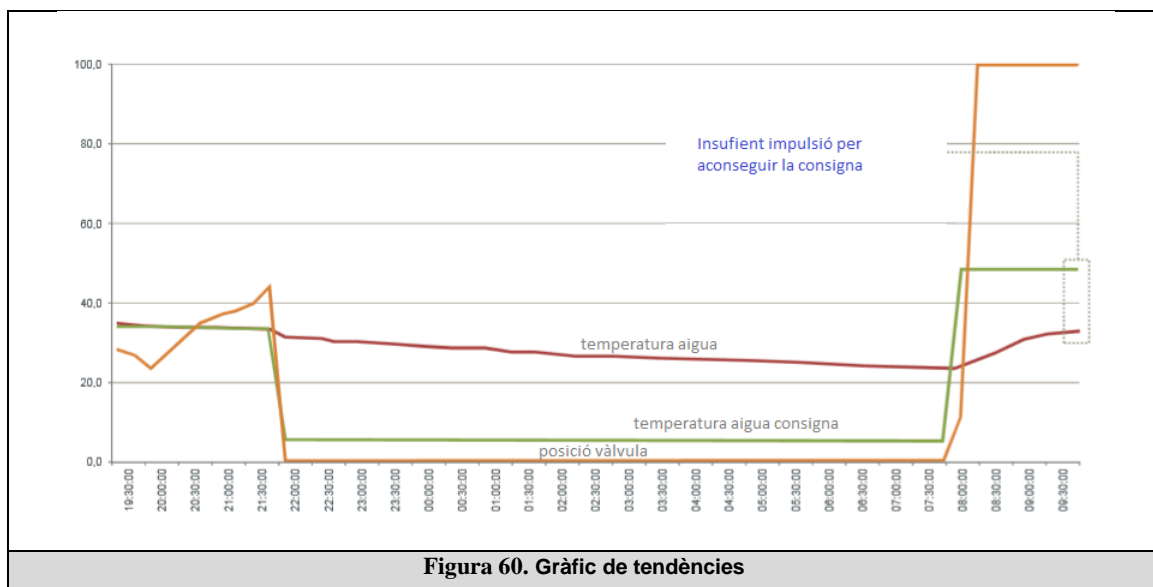
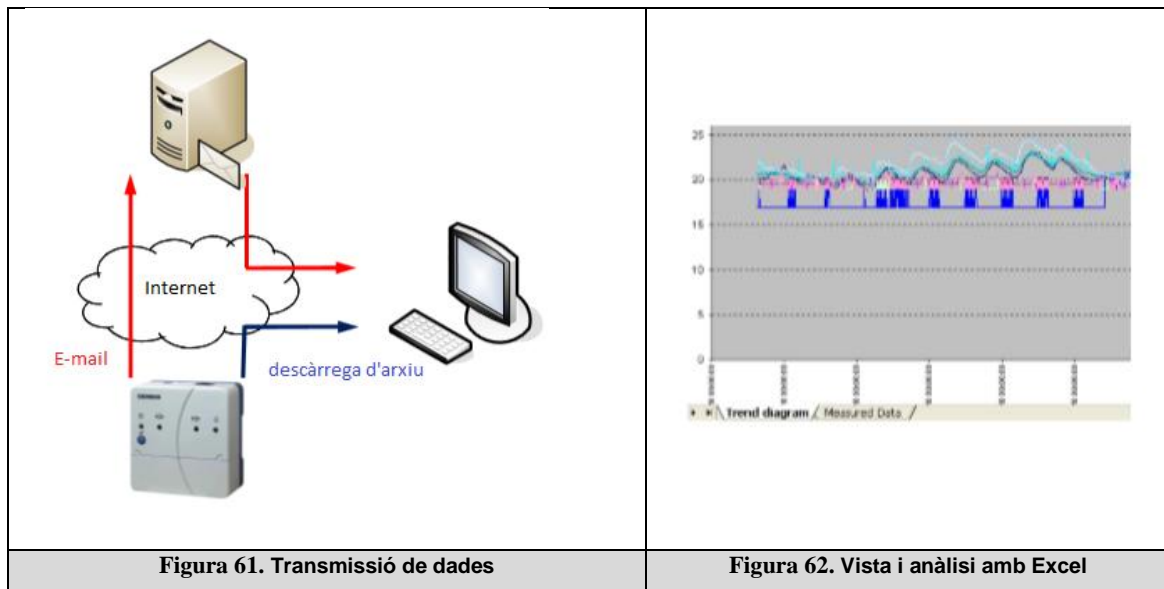


Figura 60. Gràfic de tendències

Es pot descarregar per cada canal utilitzant un navegador web i visualitzar-se en Excel (Figura 62), accedint al servidor de forma local o remota, mitjançant *Internet*, definint fins dos receptors de correu electrònic per les dades de tendències. Es pot importar o exportar del servidor web.

A la figura següent es mostra l'arquitectura:



La funció d'energia, llegeix els valor predeterminats dels punts com les estimacions realitzades d'energia solar tèrmica pel controlador i els compara amb els valor relacionats amb la energia, denominats, *Green limits*, basats en la normativa EN 15232 d'eficiència energètica dels edificis. Seguidament s'enviarà la informació a dos receptors de correu electrònic.

### 3.7 ACS790

Amb els sistemes operatiu *Windows 7 SP1 Home, Home Premium Professional, Ultimate Edicions* de 32 i 64 bits i *Windows 8 edicions* de 32 i 64 bits, es pot configurar l'aplicació del sistema de manera més ràpida i fàcil a distancia, juntament que amb l'operador RMZ790. En el cas, de disposar del software ACS, serà més recomanable la seva utilització per la realització dels ajustos in situ connectant amb el controlador [15].

Les plantes KNX i LPB es poden crear, editar i ampliar amb *offline*. La llista d'equips del servidor web OZW tenen possibilitat de lectura i escriptura de la llista de dispositius només per *Ethernet o RNDIS (OZW-USB)*.

### 3.7.1. FUNCIONS

Les funcions principals del software ACS790 són:

- Definir zones directes en funció de la configuració dels dispositius. La assignació de zones es realitza mitjançant *drag&drop* (arrossegat i soltar). Disposa d'una àrea de treball per configurar la topologia de la planta afegint els dispositius d'equips. Una altra area de treball, per assignar transmissors i receptor d'una zona i selecció de components al controlador RMS 705 i l'equip web server OZW772.01, com es mostra a la següent figura:

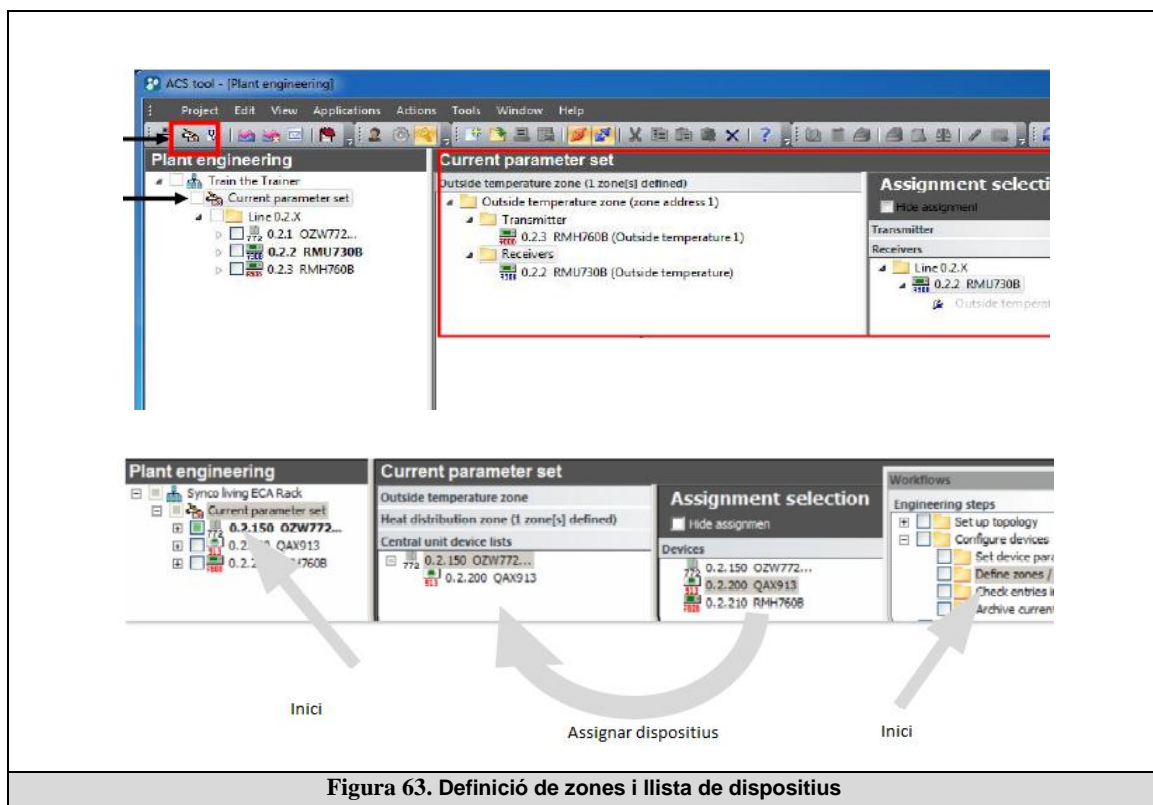
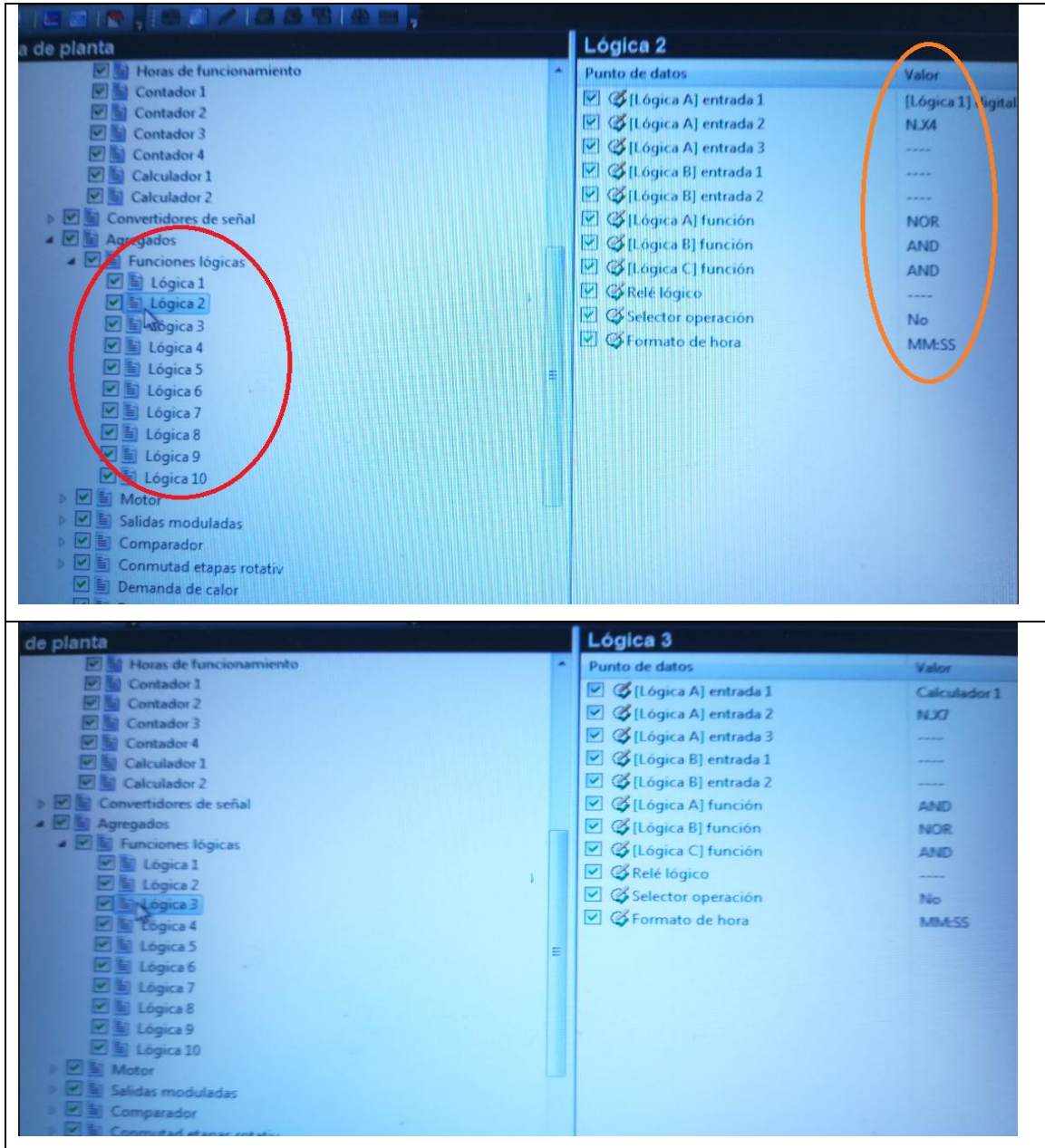


Figura 63. Definició de zones i llista de dispositius

A continuació es mostra les diferents figures, la prova de configuració real dels diferents blocs: lògica 1,2 i 3, motors i registre d'esdeveniments amb el *software ACS 790*:





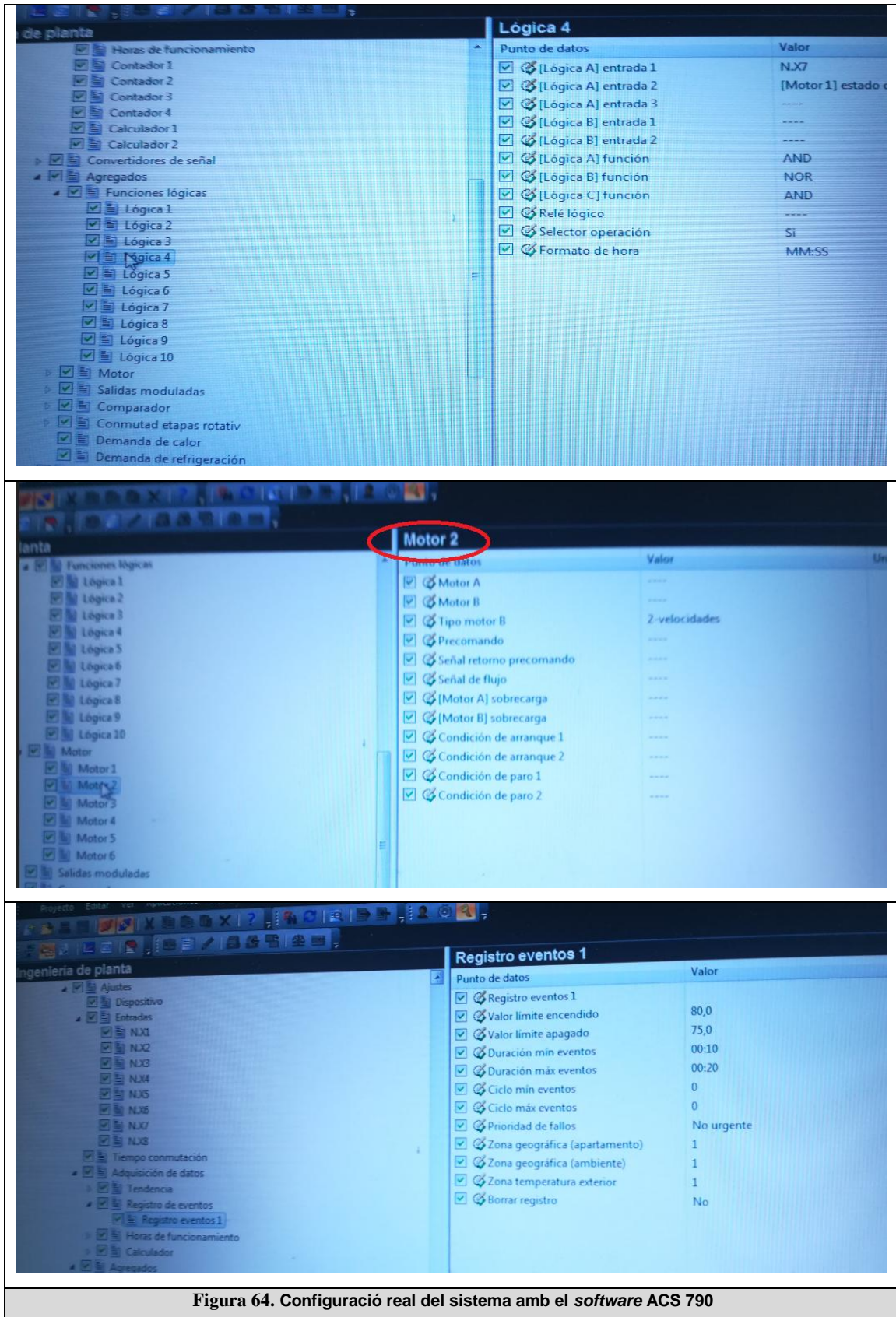


Figura 64. Configuració real del sistema amb el software ACS 790

- Estat dels dispositius de la planta en conjunt o individualment com, els equips de producció, bombes, sondes de temperatura i vàlvules motoritzades. Amb la aplicació “posta en marxa”, visualitzarem els estats dels dispositius instal·lats.

A les següents figures, es mostra la informació d'estat de planta i progressió dels punts de consigna:

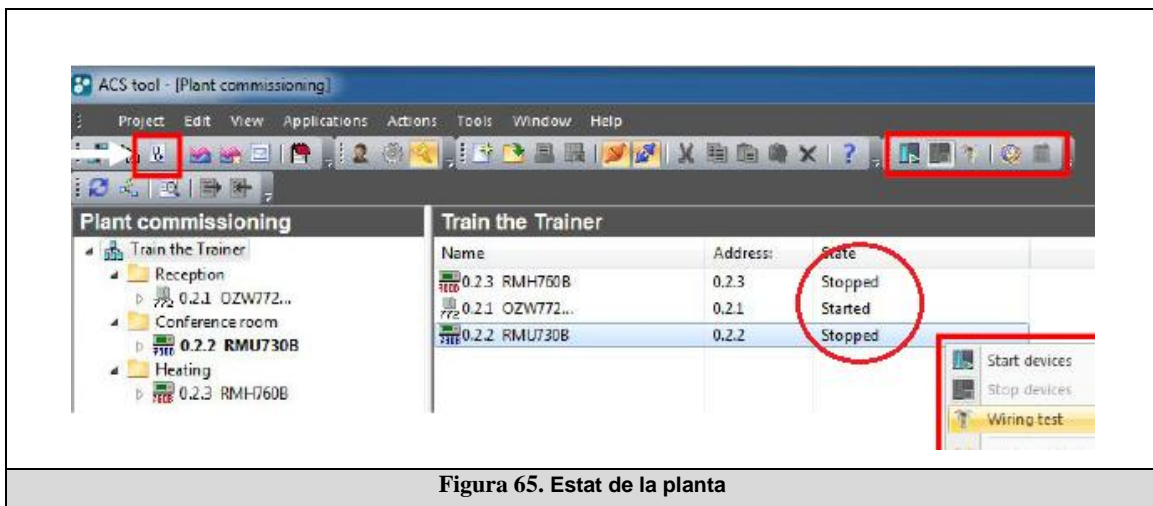


Figura 65. Estat de la planta

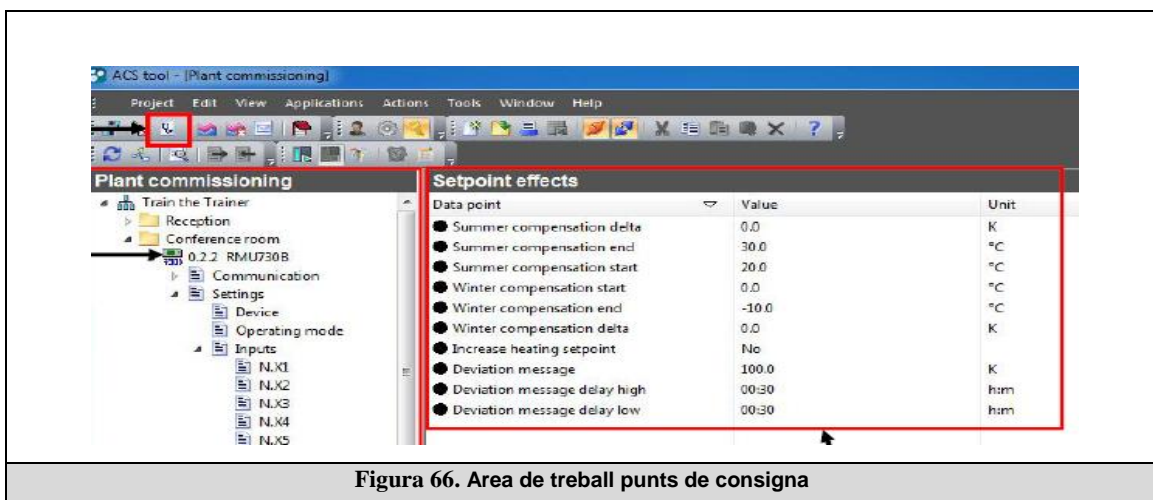


Figura 66. Area de treball punts de consigna

- Múltiples tipus de connexió en la interfície de comunicació, com es mostra a la següent figura:





Figura 67. Selecció tipus de connexions

- Simplicitat d'enginyeria i posta en marxa.
- Visualització d'errors i avisos, per la seva identificació:

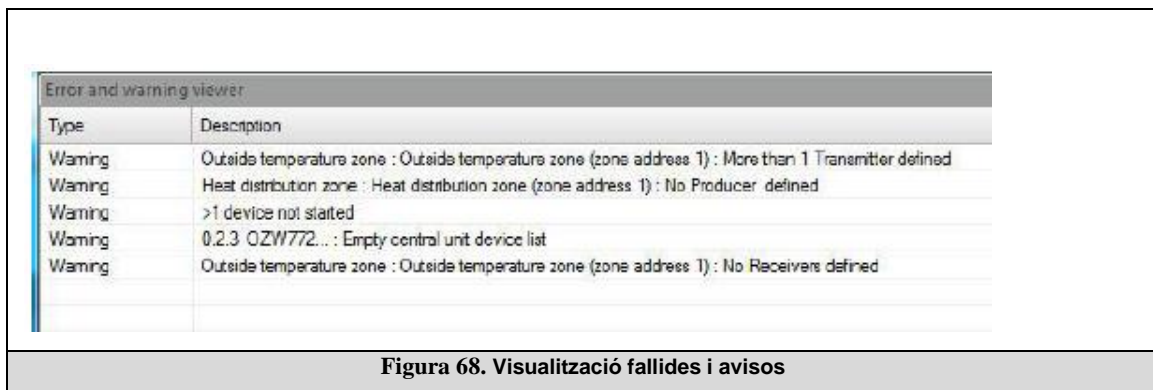


Figura 68. Visualització fallides i avisos

- Creació d'informe de posta en marxa, arxiu i impressió de paràmetres. Funció *Pack&Go* d'exportació i importació del projecte:

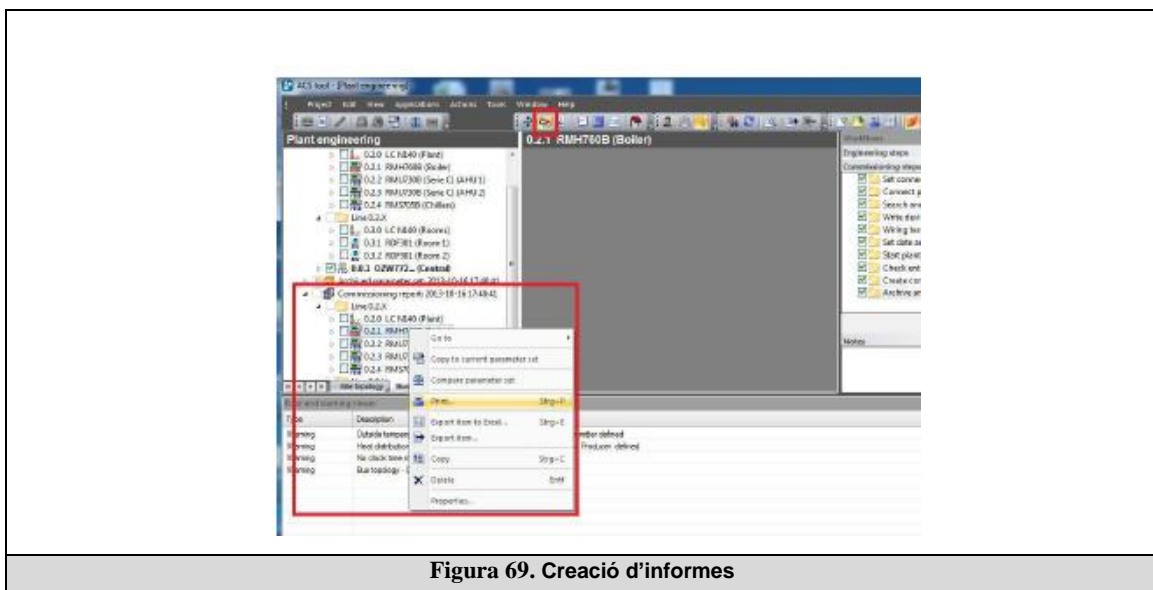


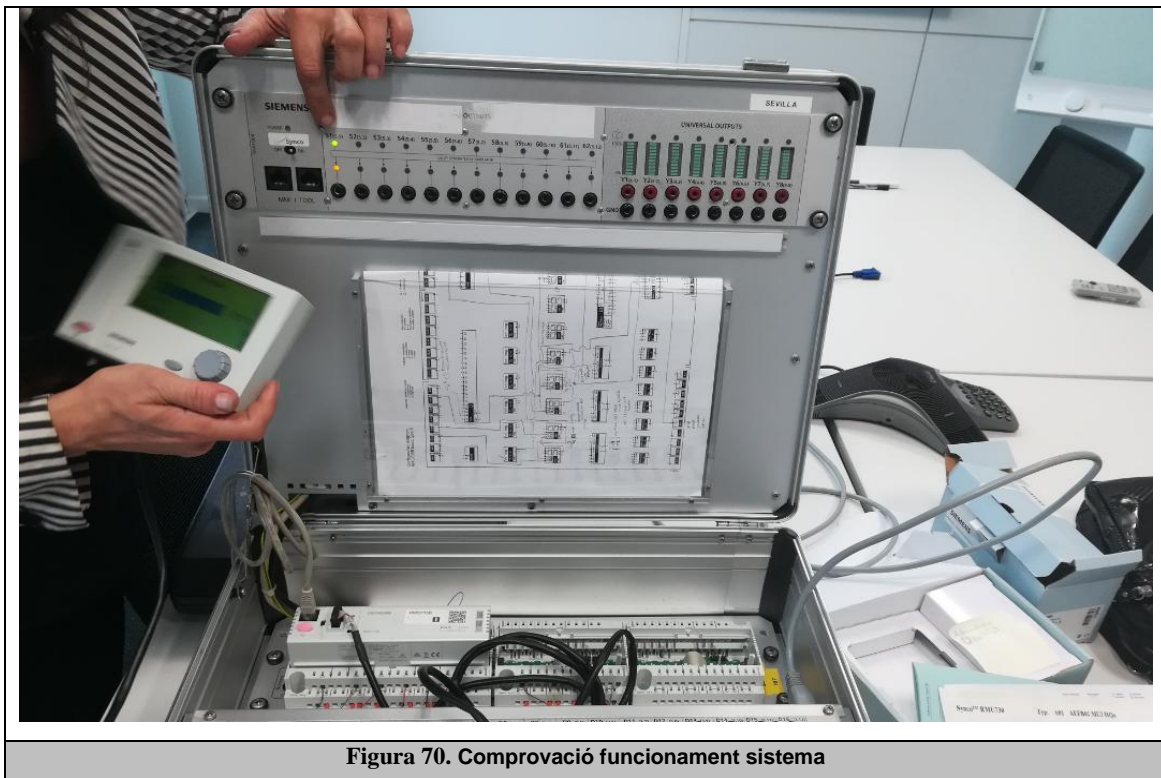
Figura 69. Creació d'informes

- Les llibreries de dispositius les plantes KNX i LPB, es poden crear i editar o ampliar de les existents en *offline*.

### 3.7.2. PROBA FUNCIONAMENT

Una vegada realitzada la configuració amb el software ACS del capítol anterior, es descarrega el programa al controlador i es fa la simulació amb la sortida de relé corresponent a l'ordre de connexió del equip de producció.

Es comprova a la següent imatge, la seva simulació amb el maletí de probes amb resultat satisfactori tal i com s'indica al LED encès en color verd:



## 3.8 ESQUEMA PRINCIPI SISTEMA

A continuació, es mostra l'esquema final que representa la integració del sistema amb tots els components i la seva arquitectura:

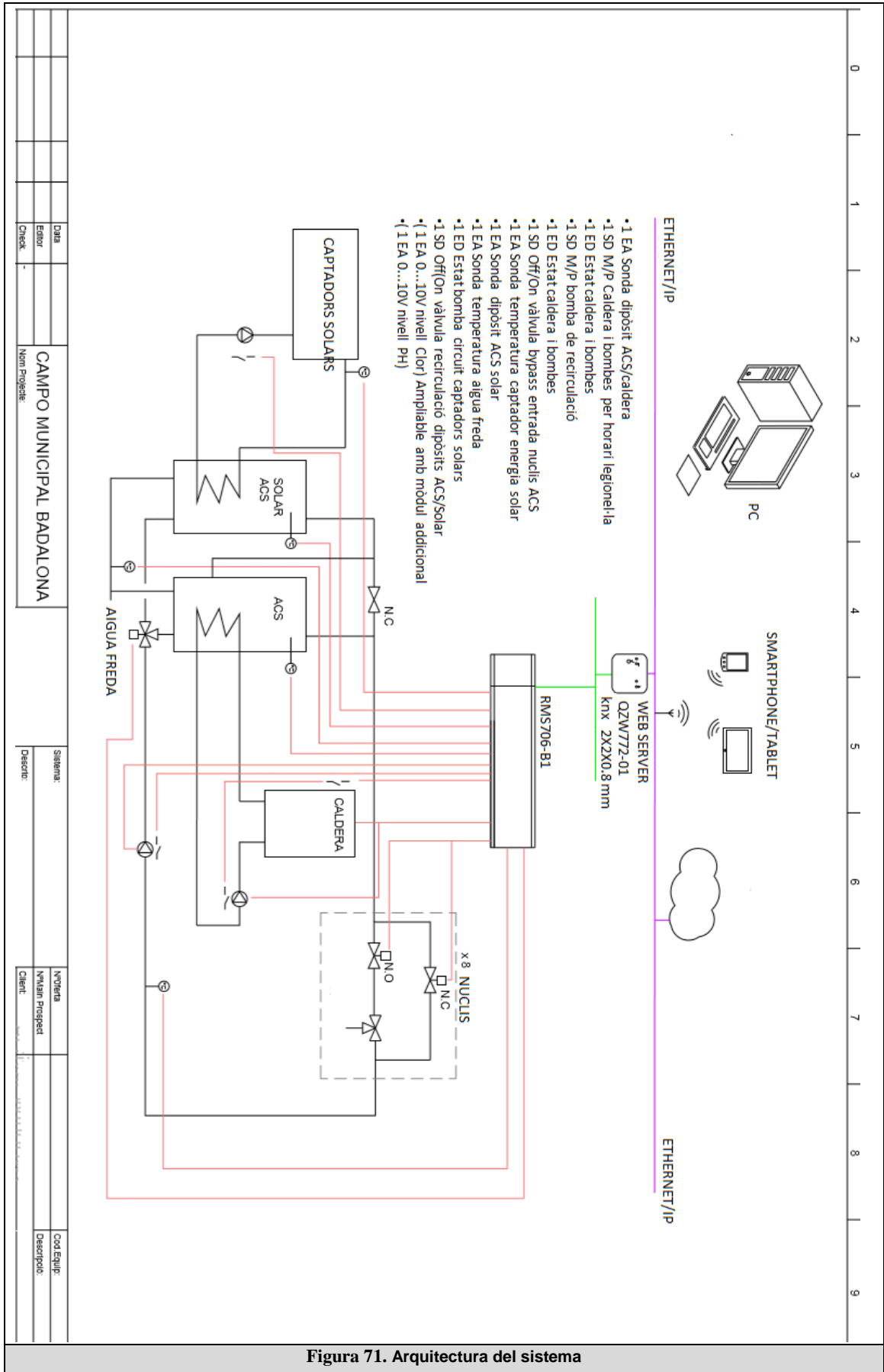


Figura 71. Arquitectura del sistema

# CAPÍTOL 4

## CONCLUSIONS

### 4.1 INTRODUCCIÓ

Al capítol anterior s'ha realitzat les següents tasques, objectius principals:

- Definició dels requeriments dels punts a controlar i la seva ubicació a la instal·lació actual.
- Descripció tècnica dels elements i equips necessaris pel disseny del sistema de control.
- Descripció de l'arquitectura de funcionament i sistemes de programació.
- Descripció tècnica del tipus de controlador i elements de camp.
- Realització dels esquemes de connexió i lògica de funcionament.

A continuació en aquest capítol s'explica aspectes finals del projecte com:

- L'estudi de costos del sistema.
- Beneficis i amortització en funció dels temps amb la realització del pressupost dels diferents elements i de la infraestructura necessària, comparant-los amb els pressupostos actuals que disposa l'administració.
- Possibilitats futures i ampliacions per la incorporació de nous elements a controlar com les sondes pH i CL i els equips de comptatge d'energia.
- Ampliació i/o limitacions del número màxim d'instal·lacions a controlar amb el mateix sistema.
- Integració a altres plataformes com ara Sentilo.

Finalment, es detalla la valoració dels objectius previstos i assolits, el seguiment de la planificació, el futur del sistema, la satisfacció personal del projecte i les reflexions finals.

## 4.2. ESTUDI ECONÒMIC

A continuació es detalla el pressupost de la implantació del nou sistema, amb la quantitat de elements, descripció d'equips, preus unitaris, infraestructura necessària i valoració total:

<b>SISTEMA DE CONTROL</b>			
<b>SONDES</b>			
<i>Ut.</i>	<i>Descripció</i>	<i>Preu Ut.</i>	<i>Preu Total</i>
5,00	Sonda de temperatura d'immersió amb sensor Ni1000, rang -30..130 °C, PN10, beina de llautó G1/2" de 100 mm	48,94	244,70
2,00	Vàlvules de dos vies motoritzada VC66113A/VC4613A de HONEYWELL	80,45	160,90
1,00	Vàlvula de tres vies motoritzada VC6613M/VC4613M de HONEYWELL	254,59	254,59
<b>CONTROLADOR</b>			
1,00	RMS705B-1 Controlador Lògic Digital KONEX	516,82	516,82
1,00	Unitat operador endollable SYNCO 700	134,62	134,62
1,00	Transformador 230 / 24 V CA-30 VA amb interruptor i fusible en rail DIN	26,78	26,78
1,00	Web Server per 1 equip Synco	262,02	262,02
1,00	Tècnics per a la posta en marxa del controlador i el servidor Web	750,00	750,00
<b>CANALITZACIÓ</b>			
320,00	CABLE 2 x 2 x 0.8MM KNX 2 PAR verd LH + Tub PVC rígid	1,89	604,80
<b><u>TOTAL PRESSUPOST.-</u></b>			<b><u>2.955,23</u></b>

El cost de la implantació total en un centre esportiu resulta la quantitat de 2.955,23 euros.



Actualment, la partida econòmica i dedicació en hores destinada al manteniment en un període d'un any del servei de manteniment de prevenció de la legionel·losi a l'Estadi de Badalona es:

	TOTAL ANUAL/Euros	TOTAL HORES ANUALS
ESTADI DE BADALONA (Alt Risc)	10.309,99	592,76

Les hores previstes son 592,76 hores anuals, de les quals les corresponents a les tasques de pressa de dades i xocs tèrmics són:

<b>Revisió xarxa aigua calenta sanitària</b>			
<i>Uts.</i>	<i>Descripció</i>	TOTAL ANUAL/Euros	TOTAL HORES ANUALS
2,00	Control de temperatura aixetes més allunyades i més pròximes (major o igual a 50 °C) *Mensual	34,56	1,92
1,00	Control de temperatura dels acumuladors (igual o superior a 60 °C) *Diari	850,45	47,45
2,00	Neteja i desinfecció de tota la instal·lació, mitjançant procediments químics amb clor o tèrmic *Semestral Xoc tèrmic	215,36	12,00
<b>TOTAL</b>		<b>1.100,37</b>	<b>60,97</b>

Amb un cost de 1.100,37 euros i 60,97 hores anuals.

Segons les dades anteriors el període d'amortització del cost de la implantació del nou sistema s'aconsegueix a partir del tercer any i uns beneficis de 1.100,37 anuals a partir del quart any.

### 4.3. ESTALVI COSTOS I AMORTITZACIÓ

La implantació dels sistema segons els pressupostos anteriors, suposa un estalvi a partir del tercer any d'un 10,7 % de la despesa total. A més, el sistema està preparat per a un futur, realitzar les presses de dades de Cl i pH de l'aigua del circuit, amb la incorporació de les corresponents sondes.

Amb la incorporació futura de comptadors amb polsos elèctrics, de calories es podrà calcular automàticament l'energia elèctrica i calorífica i comprovar el rendiment del sistema l'energia solar tèrmic, comparar-lo amb el seu estudi inicial i la previsió anual.

Actualment l'Ajuntament ha publicat el concurs públic pel "Contracte Plurianual de Manteniment Preventiu i Normatiu de la Legionel·losi", a les instal·lacions esportives municipals amb un total de 33 centres esportius.

El pressupost total és de 200.000,00 euros amb termini de 2 anys, prorrogable a 2 anys més amb un total 400.000,00 euros i a 4 anys més, amb un pressupost total de 800.000,00 euros. [16].

Segons l'estudi anterior un centre consumeix 60,97 hores/anuals, per les tasques de mesura diària dels dipòsits, sense tenir en compte el temps de desplaçament entre edificis i p.p. de vehicles i benzina. Al conjunt dels 33 centres això suposa,  $33 \times 60,97$  hores=2.012 hores/anuals.

Un oficial de 1<sup>a</sup> treballa una mitja de 1.600 hores anuals, que suposa 1,26 operaris per la realització d'aquestes tasques. El seu salari brut d'especialista amb titulació mínima de FPPII, és aproximadament 28.000,00 euros que coincideix amb els 1.100,37 euros. Aquest import per als 33 centres donà la quantitat total de 36.312,21 euros (36.31 %).

A les condicions de la licitació pública, es valorarà amb 70 punts per l'empresa amb la oferta mes avantatjosa sent la màxima puntuació amb un llindar de les ofertes amb valors desproporcionats denominats temeraris justificables fins un 15%.

Amb la implantació del sistema als 33 centres suposa una despesa de 2.955,23 euros\*33 centres=97.522,59 euros, que amb una amortització de 8 anys, dona un cost anual d'implantació de 12.190,32 euros.

Dels 36.312,21 euros d'estalvi en personal directe menys el cost anterior amortitzat durant els 8 anys tenim que,  $36.312,21 - 12.190,32 = 24.121,89$  euros. Això, suposa una baixa justificada d'un **24,12 %**.

L'empresa Climaespais Instal·lacions Integrals S.L., licitarà amb una baixa justificada d'un 24 %, gracies al projecte realitzat per la implantació del sistema Energy.home.

En aquesta licitació no hi ha possibilitats d'oferir millores valorades però, a altres licitacions futures similars amb millores valorades econòmicament serà possible obtenir puntuació en aquest sentit, tenint en compte que es deixa també el sistema preparat per rebre les mesures futures de pH i Cl així com, entrades per a comptadors de polsos per millores futures.

A continuació, una vegada analitzat els beneficis econòmics i l'oportunitat d'empresa d'oferir aquest sistema, s'analitza les possibilitats futures del sistema.

### **4.3 GESTIÓ MÚLTIPLES D'INSTAL·LACIONS**

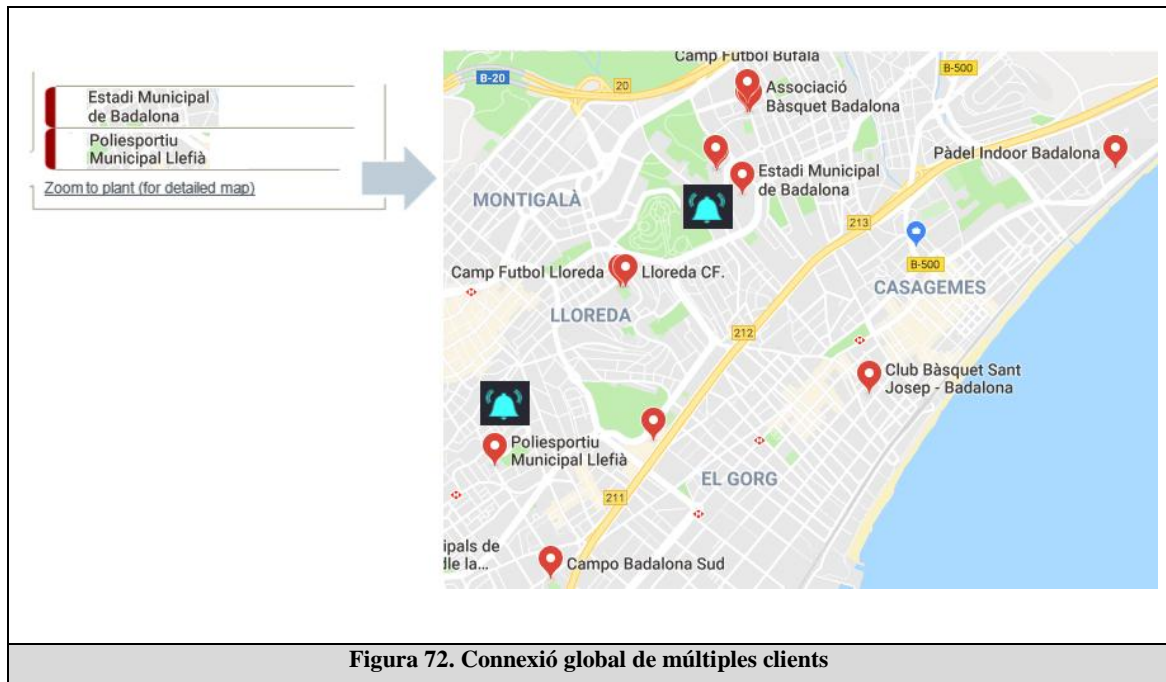
Es possible implantar del sistema Energy.home per als 33 centres esportius municipals descrits anteriorment sense cost addicional mitjançant Synco IC de Siemens.

Permet connectar totes les instal·lacions des d'un ordinador, *tablet* o *Smart Phone* de fàcil connectivitat amb els *Web Servers OZW*, mitjançant una clau d'activació sense cost fins a 100 instal·lacions amb la mateixa compta Synco. A més, amb l'ajut de *Google Maps* es pot optimitzar les incidències i les visites.

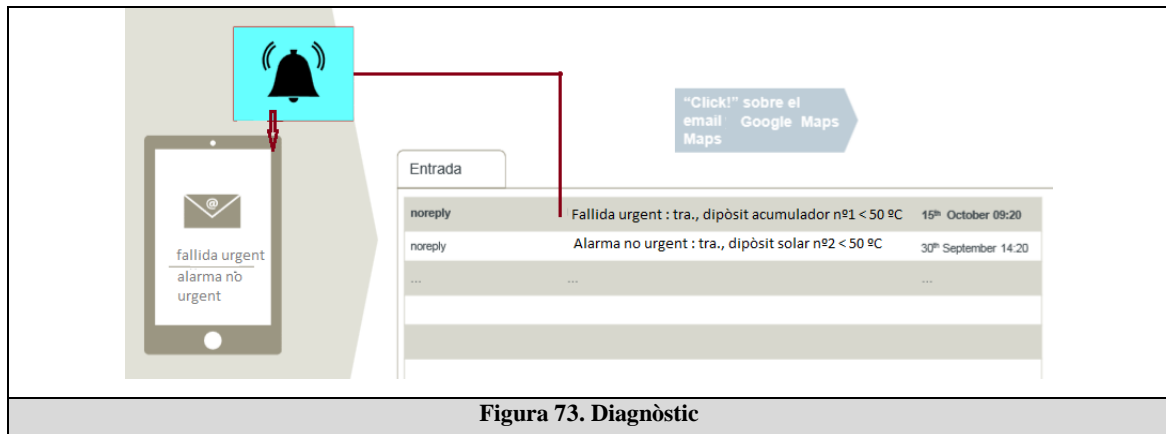
Els diagrames de planta es carreguen automàticament i això, permet el manteniment remot de la planta en qualsevol moment les 24 hores i des de qualsevol lloc, amb el seu punt d'accés <https://www.siemens-syncoic.com>.

L'accés a Internet és de configuració senzilla i ràpida, els missatges d'error es poden enviar per correu electrònic i les comunicacions segures gràcies al xifrat (HTTPS). La

següent figura mostra la pantalla de visualització dels diferents centres i la pantalla d'errors.



**Figura 72. Connexió global de múltiples clients**



**Figura 73. Diagnòstic**

L'accés remot amb l'eina té les següents característiques:

- Connexió de túnel segura al servidor web mitjançant *Synco IC*.
- La connexió s'utilitza per a l'accés a l'eina per ACS i per ETS.
- Configuració simple i ràpida d'accés a Internet sense adreça IP fixa i reenviament a través d'una adreça IP dinàmica o reenviament de ports (NAT / PAT).
- La mateixa vista i operacions com a accés directe al lloc.

- Connexió xifrada.
- No hi ha ports oberts al *router*.
- No és necessari obrir el tallafocs.
- L'accés només és a OZW i no a tota la xarxa LAN.
- L'usuari té un compte en *Synco IC*.
- El nivell d'accés és "Nivell de servei" o superior. Programa l'accés remot de l'eina en un programa independent. L'accés remot de l'eina es distribueix com a part del CD de l'ACS o es pot descarregar a la següent URL: "https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109481853".
- Modificacions remotes senzilles de la configuració.
- Totes les connexions estan xifrades (HTTPS) per evitar l'accés a la línia i atacs manuals.
- Seguretat de dades segons privadesa de dades de la UE.
- Emmagatzematge de dades geo-redundants del nord d'Europa (primària) a Europa occidental (secundària).
- Per al servidor web OZW no és adequat connectar-se directament a Internet; s'ha de connectar mitjançant un tallafoc. Aquest tipus de *routers* normalment tenen un tallafocs que s'ha de configurar per permetre només connexions sortints. Les connexions entrants han de ser suprimides.

A la figura següent es mostra la seva arquitectura:

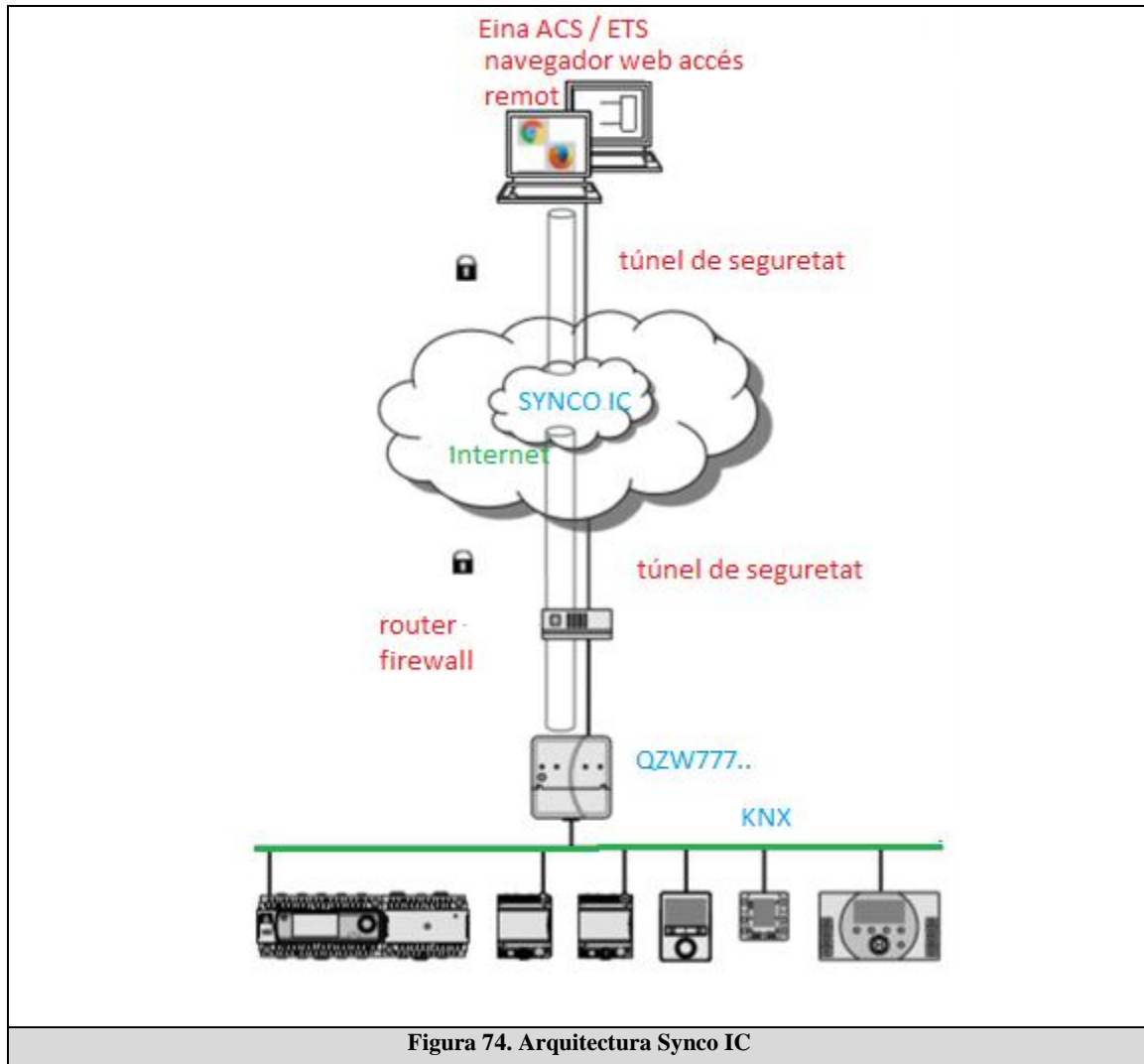


Figura 74. Arquitectura Synco IC

#### 4.5 INTEGRACIÓ PLATAFORMA SENTILO

Una altre possibilitat en un futur del sistema Enegy.Home es la integració amb la plataforma Sentilo. L'Ajuntament de Barcelona treballa amb la plataforma que disposa d'una xarxa de sensors que recopilen dades de la ciutat de diferents procedències i fan un referent al ecosistema de *smart cities*.

La plataforma Sentilo s'ha desenvolupat íntegrament amb tecnologia de codi obert que permet recopilar i compartir dades de dispositius de mesura connectats a Internet (Internet de les coses).

Sentilo és una plataforma orientada a aïllar i comunicar les aplicacions que es desenvolupen per explotar la informació generada per la capa de sensors desplegats per recollir i difondre aquesta informació.

Els seus principals mòduls són:

- Aplicació web que proporciona una consola d'administració i diferents visualitzadors públics.
- Publicació de dades i sistema de subscripció.
- Una base de dades de memòria per emmagatzemar dades en temps real.
- Una base de dades SQL per emmagatzemar dades.
- Emmagatzematge en temps real.

La plataforma, permet als clients publicar, recuperar informació i subscriure els esdeveniments del sistema. Aquest mòdul és un procés independent de Java que utilitza REDIS com a mecanisme de publicació/subscripció.

Per defecte, la informació es transmet amb el format *JSON*. La invocació de diferents serveis de *REST API* es garanteix mitjançant un *token* d'autenticació. Aquest testimoni s'ha d'enviar en cada sol·licitud com a paràmetre de capçalera de la sol·licitud HTTP anomenada *IDENTITY\_KEY*.

Els permisos permeten a Sentilo identificar el sol·licitant i assegurar-se que qui fa una sol·licitud, està autoritzat a fer-ho o són gestionats per l'aplicació web del catàleg. Així, permet configurar permisos de lectura o escriptura a l'aplicació client en recursos de tercers (proveïdor o aplicacions del client). Per defecte, cada entitat de la plataforma té permisos de lectura i escriptura en els seus propis recursos.

La consola de plataforma d'aplicacions web permet gestionar els següents recursos: proveïdors, aplicacions, components, sensors, tipus de sensors, tipus de components, alertes i usuaris.

El conjunt d'operadors condicionals disponibles són:  $>$ ,  $>=$ ,  $<$ ,  $<=$ ,  $=$ , qualsevol canvi, variació i congelat.

Quan el valor rebut d'un sensor no compleix cap de les condicions definides, l'agent d'alerta publica un esdeveniment (alarma) que ho notifica i es defineix a través de la consola. També, hi ha alertes externes que es poden definir i activar externament a través de l'API.

A la figura següent es mostra un diagrama de la seva arquitectura:

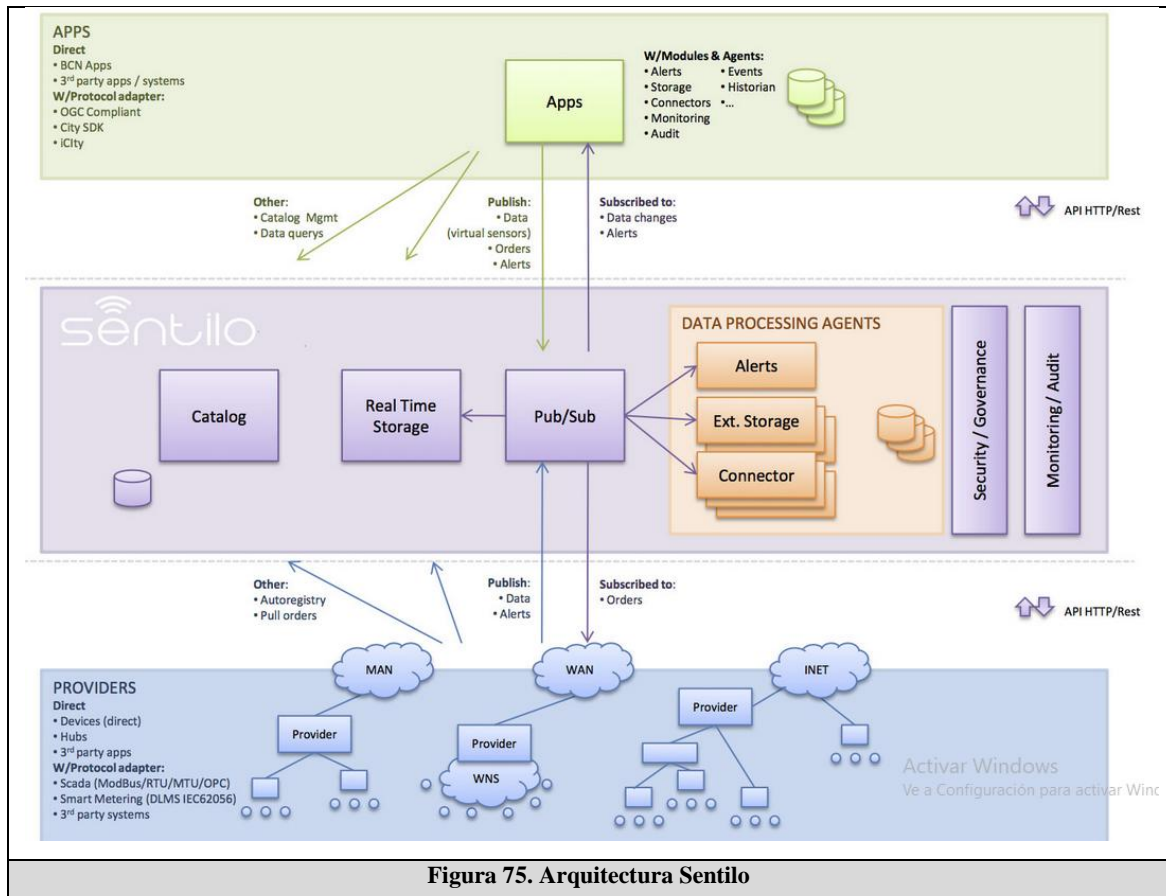


Figura 75. Arquitectura Sentilo

El *PubSub Server* és una aplicació *java* autònoma dissenyada en dues capes :

- Transport Layer:

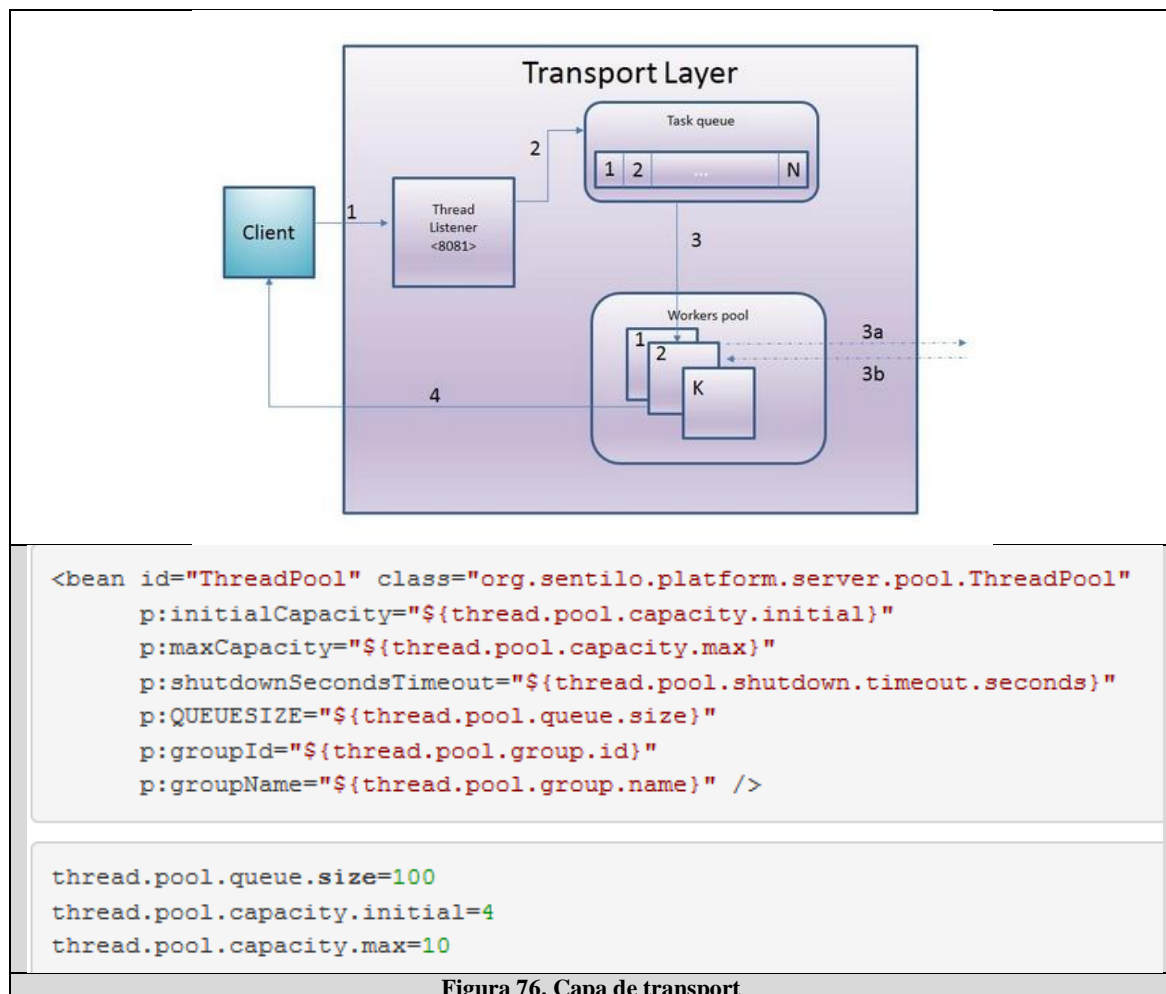
Dissenyada seguint el patró de subprocessos, seguint el patró *Thread Pool* i s'aplica amb la biblioteca *Apache HttpCore*. El diagrama següent mostra el flux principal d'una sol·licitud dins d'aquesta capa.

El client envia una sol·licitud HTTP a la plataforma REST i si el servidor accepta, ho col·loca a la llista de sol·licituds pendents. Seguidament quan està disponible, li assigna



una tasca pendent per al processament (eliminant-la de la cua) i delega la sol·licitud a un element de la capa de servei construint la resposta HTTP a partir de la informació rebuda. Finalment s,envia la resposta a la sol·licitud del client.

Els valors de la cua de treball i el grup de treballadors són totalment configurable a través del fitxer de propietats, per ajustar-se fàcilment als requisits de càrrega de cada entorn:



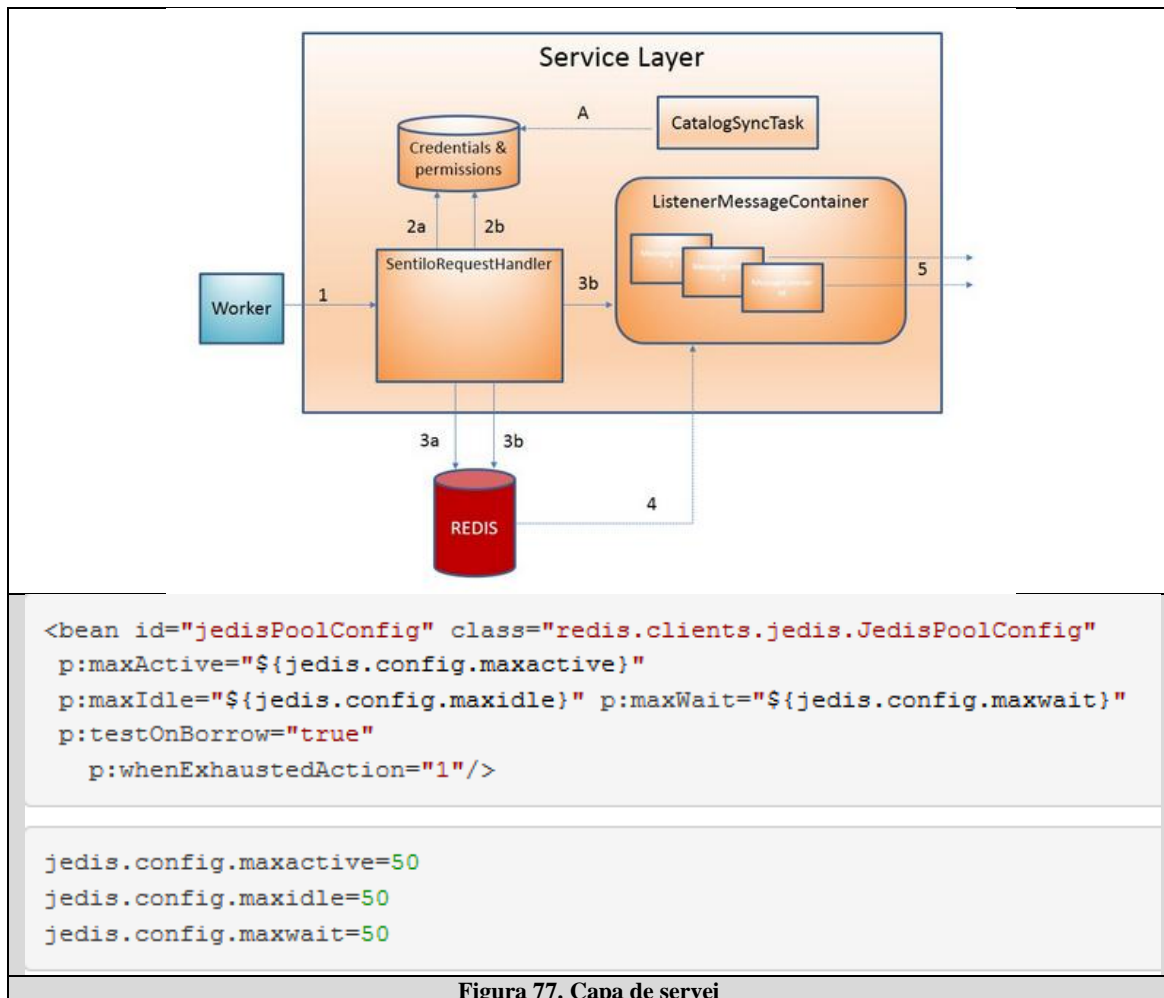
- Capa de servei:

Basada en *Spring* i *Redis*, i dissenyada per oferir taxes d'altre rendiment.

El disseny d'aquesta capa té la premissa principal de minimitzar el temps de processament de la sol·licitud, de manera que tot el treball principal es realitza en la memòria (Redis). Aquest, emmagatzema dades en una base de dades de memòria però

també té la possibilitat d'emmagatzemar en un disc per garantir la durabilitat de les dades.

El diagrama següent mostra el flux principal d'una sol·licitud dins d'aquesta capa:



El treballador delega la sol·licitud al controlador associat en funció del tipus de sol·licitud (dades, ordre o alarma) i es realitza les corresponents validacions a cada sol·licitud:

- Integritat de credencials: Comprova el *token* rebut enviat a l'encapçalament utilitzant la base de dades interna a la memòria que conté totes les credencials actives del sistema.
- Autorització per dur a terme la sol·licitud: Valida que l'acció sol·licitada es pot fer d'acord amb la base de dades de permisos.

- La validesa dels paràmetres de la sol·licitud: Principalment l'estructura i la tipologia.

Després d'això, emmagatzema les dades a *Redis* (memòria) i segons el tipus de dades, aquesta s'encarrega d'enviar la informació publicada a l'esdeveniment, *ListenerMessageContainer* i aquest de gestionar la subscripció a *Redis* com a client per a qualsevol tipus d'esdeveniment. Seguidament, el contenidor notifica l'esdeveniment a cada subscripció associada a ella, enviant una sol·licitud a través de *HttpCallback*.

La plataforma registra una tasca que s'executa periòdicament, sent és responsable de les credencials i la sincronització de permisos i de l'emmagatzematge a la memòria del servidor. Aquestes dades, es recuperen de l'aplicació del catàleg i així, es mantindrà en qualsevol moment una còpia exacta d'aquests valors a la memòria que permetrà verificar les credencials i els permisos a l'instant.

Finalment, l'accés a *Redis* es fa a través d'un conjunt de connexions totalment configurable a través del fitxer de propietats, que permet ajustar-se a les especificacions a cada entorn.

Aquest disseny permet escalabilitat el sistema tant verticalment com horitzontalment, Verticalment augmenta els límits de la cua de treball i els treballadors i horitzontalment, la distribució de la càrrega en diferents instàncies del servidor, reduint el temps de resposta perquè el procés es realitzi a la memòria.

Aquest *webapp* consisteix en:

- Una consola pública per mostrar dades públiques de components, sensors i les seves dades.
- Una part segura per la gestió de recursos: proveïdors, aplicacions del client, sensors, components, alertes, i permisos.
- Està plenament integrat amb la plataforma publicar/subscriure per a la sincronització de dades.
- Registra dades estadístiques i les últimes dades rebudes per mostrar-lo en els diferents gràfics de l'aplicació web.

## 4.6 CONCLUSIONS

Hem arribat al final del projecte i s'han assolit els objectius principals relacionats i en el temps previst.

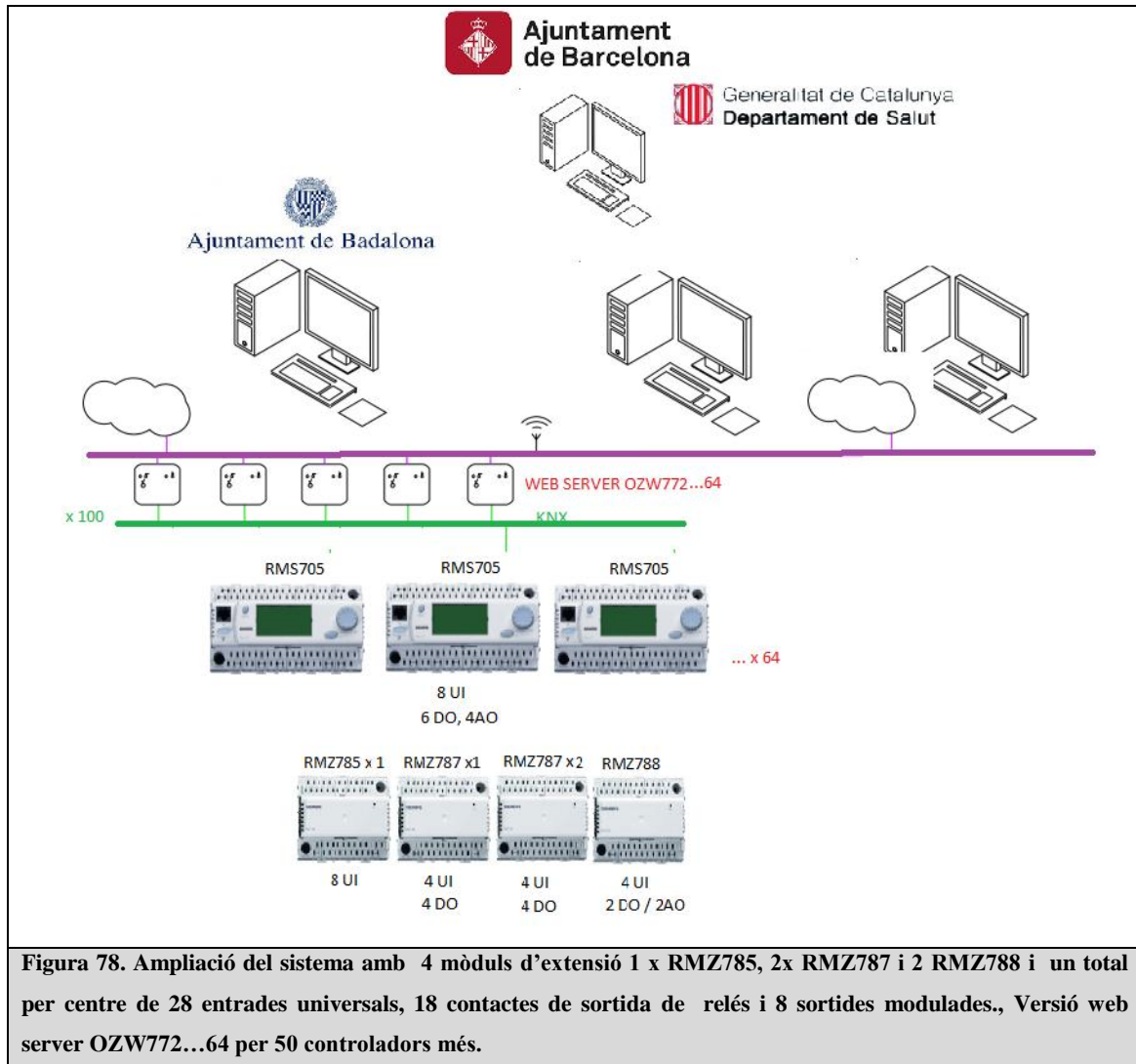
El principal, ha estat en fer un sistema de control i monitorització d'ajut al manteniment preventiu de legionel·losi i el control del funcionament de les instal·lacions d'energia solar tèrmica als edificis esportius. En concret, a l'Estadi Municipal de Badalona amb la possibilitat d'ampliació d'altres elements a controlar i capaç de en un futur controlar fins a 50 controladors més distribuïts en diferents edificis.

S'ha fet l'estudi de costos pels 33 centres esportius que hi ha al municipi de Badalona per la seva licitació pública.

Degut a l'extensió del projecte, ha restat la recerca de les sondes de Cl i pH amb sortides analògiques per ampliar les mesures necessàries.

Finalment qüestions com: ¿pot l'Ajuntament de Badalona enviar els informes a l'Ajuntament de Barcelona?, ¿voldria l'Ajuntament de Barcelona controlar de manera similar edificis esportius d'altres localitats?, ¿seria possible que el Departament de Salut de la Generalitat tenir accés a aquestes dades?

Tot això es possible mitjançant plataformes tipus Sentilo o similars que actualment ja treballen amb l'Ajuntament de Barcelona, amb un sistema obert i amb possibilitats d'ampliació, com es mostra a la següent figura:



Finalment, és un sistema que es pot implementar en un sol edifici i també és la solució per controlar més centres com s'ha detallat a la proposta de la licitació del control de legionel·losi pels 33 centres esportius de l'Ajuntament de Badalona.

A més, és un sistema que pot créixer i ser atractiu en un futur per altres Ajuntaments i organismes com el Departament de Salut, actual organisme de control i inspeccions de la prevenció de la legionel·losi o L'Agència de l'Energia que gestiona les instal·lacions de millores energètiques.

Actualment l'empresa Climaespais Serveis S.L., te adjudicat el manteniment de totes les instal·lacions del Estadi de Badalona. Segons aquest estudi, l'amortització de la implantació del sistema amb equips del mercat actual, no serà assumible en el cost del manteniment. Com a conseqüència, a l'Estadi de Badalona, s'haurà d'estudiar una altre

solució com la que s'ha fet referència al principi del projecte tipus *Arduino* o *Raspberry* més senzills i econòmics. Només, en cas de ser adjudicatari de la licitació dels 33 centres esportius de la licitació de referència es podrà proposar i instal·lar ja que en aquest cas tal i com s'ha estudiat en aquest projecte, serà amortitzable dins de la partida destinada al manteniment.

# GLOSSARI

ACS - Aigua calenta sanitària

SCADA - Acrònim de “*Supervisory Control And Data Acquisition*” (Supervisió, Control i Adquisició de Dades), un software per ordinadors que permet controlar i supervisar processos industrials a distància.

HMI – Acrònim de “*Human Machine Interface*”, dispositiu o sistema que permet la interfase entre la persona i la màquina.

KNX - És un estàndard (ISO/IEC 14543) de protocol de comunicacions de xarxa, basat en OSI, per edificis intel·ligents amb domòtica i immòtica,

OSI - Acrònim de “*Open System Interconnection*”, model de interconnexió de sistemes oberts (ISO/IEC 7498-1), model normalitzat de referència per als protocols de la xarxa de arquitectura en capes.

CTE - Codi tècnic d'edificació.

RITE – Reglament Instal·lacions Tèrmiques als Edificis.

AC – Aigua calenta.

AF – Aigua freda.

T/R – Tot/res senyal digital.

AC – Corrent alterna.

CC – Corrent continua.

PH – Unitat de mesura alcalinitat o acidés d'una solució com la quantitat d'hidrogen en una solució determinada.

LED – Diode emissor de llum. Semiconductor capaç d’emetre radiació electromagnètica en mode de llum.

RMS - *Record Management System*, Mecanisme de emmagatzematge persistent.

PID – Controlador Proporcional Integral Derivatiu. És un mecanisme de control per realimentació i calcula la desviació o error entre un valor mitja i un desitjat.

NAT/PAT - *Network Address Translation*. Mecanisme utilitzat per *routers* IP per intercanvi de paquets entre dues xarxes que assignen adreces incompatibles *Port Address Translation*, és una característica del standard NAT que tradueix connexions TCP i UDN fetes per un host i un port a una xarxa externa.

LAN – *Local Area Network* - Xarxa d’àrea local reduïda d’una casa, departament o edifici.

SQL - *Structured Query Language*. Llenguatge específic del domini que dona accés a un sistema de gestió de base de dades relacionables que permet especificar operacions entre ells.

REDIS – Motor de base de dades en memòria, basat en el emmagatzemament en taules de *hashes* (clau/valor).

API - *Application Programming Interface*. Conjunt de subrutines, funcions i procediments en la programació orientada a objectes que ofereix certa biblioteca per ser utilitzat per un altre software com una capa d’abstracció.

*Apache HttpCore* - Conjunt de components de transport HTTP de baix nivell que es poden utilitzar per generar serveis HTTP de client i servidor personalitzats amb una petjada mínima.

*Thread Pool* - En la programació d'ordinadors, un grup de subprocessos és un patró de disseny de programari per aconseguir concurrència d'execució en un programa informàtic.

HTTP - *Hypertext Transfer Protocol* - Protocol de transferència mitjançant un sistema que permet entre diferents serveis i clients que utilitzen pàgines web.

Webapp – Versió de la pàgina web optimitzada i adaptable a qualsevol dispositiu mòbil.



## BIBLIOGRAFIA

[1] el Periódico Badalona Dimecres 11/10/2017 Edició Catalunya.  
<http://www.elperiodico.com/es/badalona/20171011/cierran-temporalmente-dos-instalaciones-deportivas-de-badalona-por-legionela-6347421>

[2] Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, per el que s'estableix els criteris higiènic-sanitaris per la prevenció i control de la legionel·losis..  
<https://boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-14408-consolidado.pdf>

[3] NTP 692: Legionel·losi: revisió de les normes reglamentaries (II). Mesures específiques.  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_692.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_692.pdf)

[4] Idae – Eficiència i estalvi energètic.  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_08\\_Guia\\_tecnica\\_agua\\_caliente\\_sanitaria\\_central\\_906c75b2.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_08_Guia_tecnica_agua_caliente_sanitaria_central_906c75b2.pdf)

[5] Diputació de Barcelona. El pla de vigilància de les instal·lacions solars tèrmiques.  
[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=930bcb5a-059c-4353-82cf-3036c174be1f&groupId=41289](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=930bcb5a-059c-4353-82cf-3036c174be1f&groupId=41289)

[6] *Documento BOE-A-2003-14408 - Real Decreto 865/2003, de 4 de Juliol.*  
<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-14408>

[7] Siemens España - SIMATIC SCADA

<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/pages/scada.aspx>

[8] Industry Mall - Catàleg de productes i sistema de comandes *online* per Industry Automation and Drive Technology.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Products/10184878>

<https://mall.industry.siemens.com/goos/WelcomePage.aspx?language=es&regionUrl=/es>

[https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty\\_a\\_sluzby/IBT/mere\\_ni\\_a\\_regulace/regulatory/ekvitermni/Documents/Albatros2/dokumenty/Ni1000.pdf](https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/mere_ni_a_regulace/regulatory/ekvitermni/Documents/Albatros2/dokumenty/Ni1000.pdf)

[9] Honeywell – Especificacions tècniques.

<https://products.ecc.emea.honeywell.com/spain/pdf/vc6613-et-sp01r0416.pdf>

[10] Honeywell – Especificacions tècniques.

[https://products.ecc.emea.honeywell.com/spain/ecatdata/pdf\\_vc6613avc4613a\\_vc4613aj1000.html](https://products.ecc.emea.honeywell.com/spain/ecatdata/pdf_vc6613avc4613a_vc4613aj1000.html)

[11] Industry Mall - Catàleg de productes i sistema de comandes *online* per Industry Automation and Drive Technology.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Products/10314484>

[12] Industry Mall - Catàleg de productes i sistema de comandes *online* per Industry Automation and Drive Technology.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Products/10185135>

[13] Industry Mall - Catàleg de productes i sistema de comandes *online* per Industry Automation and Drive Technology.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Products/10312912>

[14] KNX – National Spain

<https://www.knx.org/es/>

[15] Industry Mall - Catàleg de productes i sistema de comandes *online* per Industry Automation and Drive Technology.

<https://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/products/building-automation-systems/synco-system/engineering-and-commissioning/pages/acs790.aspx>

[16] Ajuntament de Badalona – Perfil del contractant.

[https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin\\_pscp/AppJava/notice.pscp?idDoc=29723521&reqCode=viewCn&idCap=1678535&](https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/notice.pscp?idDoc=29723521&reqCode=viewCn&idCap=1678535&)

[17] Ajuntament de Barcelona - Sentilo

<http://www.sentilo.io/xwiki/bin/view/Sentilo.Community.Documentation/Architecture#HPlatformarchitecture>

<https://connecta.bcn.cat/>

[http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/02\\_Projectes/documents/idigital-SmartCAT\\_Plataforma\\_Tecnologica\\_VF.pdf](http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/02_Projectes/documents/idigital-SmartCAT_Plataforma_Tecnologica_VF.pdf)

<https://www.socinfo.es/contenido/seminarios/0508smartcities7/AytoTerrassa.pdf>

# ANNEXOS

DOCUMENT 1: Sondes de temperatura QAE21

DOCUMENT 2: Vàlvules de 2 vies VC6613

DOCUMENT 3: Vàlvules de 3 vies VC6613

DOCUMENT 4: Controlador RMZ705

DOCUMENT 5: Operador RMZ790

DOCUMENT 6: Web Server OZW772.01

DOCUMENT 7: Plataforma SENTILO

DOCUMENT 8: Eina de servei OCI700.1

FQEWGPV"; <CEU9; 2