

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Automatització caldera de vapor

**Document:** 1. Memòria

**Alumne:** Carlos Arjona Bollo

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñé

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any):** Juny / 2022

## ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ .....	3
1.1 ANTECEDENTS .....	3
1.2 OBJECTE .....	3
1.3 ESPECIFICACIONS I ABAST .....	4
2 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS .....	6
2.1 LINIA D'AIRE .....	6
2.2 LÍNIA DE GAS .....	7
2.2.1 CONTROL D'ESTANQUEÏTAT .....	8
2.2.2 CREMADOR .....	9
2.3 LÍNIA D'AIGUA ENTRADA CALDERA .....	10
2.4 CALDERÍ I SORTIDA DE VAPOR .....	11
2.5 PARO HOME MORT .....	12
2.6 CONTROL D'EMISSIONS .....	12
3 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA .....	15
3.1 ALIMENTACIONS .....	15
3.2 QUADRE ELÈCTRIC .....	15
3.3 FONT D'ALIMENTACIÓ .....	15
3.4 PLC .....	16
3.4.1 MÒDUL D'ENTRADES I SORTIDES ANALÒGIQUES .....	17
3.4.2 MÒDUL D'ENTRADES I SORTIDES DIGITALS .....	18
3.5 MÒDUL SIEMENS LGK16.635A27 I SIEMENS LDU 11.523A27 .....	18
3.6 PROTECCIONS .....	18
3.7 PANTALLA TÀCTIL .....	21
3.8 ELEMENTS EXTERNS DE COMANDAMENT .....	21
3.9 SENSORS DIGITALS PRESSÒSTATS .....	22
3.10 SENSORS ANALOGICS .....	22
3.11 INDICADOR ACUSTIC SIRENA .....	24
3.12 PRE-ACTUADORS .....	24
3.13 ACTUADORS .....	25
4. COMUNICACIONS .....	26
5 PROGRAMACIÓ .....	27
5.1 RELACIÓ D'ENTRADES I SORTIDES PLC AMB EL SEU ESCALAT .....	27
5.2 UTILITZACIÓ DE LA GUIA GEMMA I GRAFCET DEL PROCÉS .....	33

5.2.1 ESTATS DEL PROCÉS I GRAFCET COMPLET DE LA CALDERA DE VAPOR .....	34
5.3 CONDICIONS DE CANVI D'ESTAT .....	35
5.4 DESCRIPCIÓ DE LES ACCIONS QUE ES REALITZEN A CADA ESTAT .....	46
5.5 CONFIGURACIÓ DEL VARIADOR .....	48
5.6. LLAÇOS DE REGULACIÓ .....	50
6. PANELL DE CONTROL I SCADA .....	54
6.1. PANELL DE CONTROL .....	54
6.2. SCADA .....	54
6.2.1 SINÒPTIC .....	55
6.2.2. OPERACIÓ .....	56
6.2.3. REGULADORS .....	57
6.2.4. MOTORS .....	58
6.2.5. ALARMES .....	58
6.2.6. CONSUMS .....	59
7. RESUM DEL PRESSUPOST .....	61
8. CONCLUSIONS .....	62
9. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	63
10. BIBLIOGRAFIA .....	64
11. GLOSSARI .....	65
A ALARMES .....	66
B INTERCANVI DE DADES AMB PLC AUX_CALD .....	69
C. PROGRAMACIÓ .....	72

## **1 INTRODUCCIÓ**

En els següents apartats es farà una introducció a el projecte que es vol realitzar, l'automatització d'una caldera de vapor.

### **1.1 ANTECEDENTS**

A continuació es descriuran els antecedents d'aquest projecte que venen a situar el següent document dins el context que s'utilitzarà per a la realització de l'automatització.

La instal·lació és una caldera de vapor que va ser construïda i muntada l'any 1973 a la secció de serveis generals de la fàbrica i s'encarrega juntament amb quatre calderes més de generar tot el vapor que es consumeix. En total són cinc calderes, dos de les quals, són més actuals i realitzen alhora tasques de cogeneració elèctrica i generació de vapor. Les tres restants són del mateix tipus i només generen vapor.

Totes cinc consumeixen gas natural com a matèria prima, però esmentar que les tres més antigues han sigut adaptades per utilitzar gas natural, ja que, abans anaven amb fuel.

Com a sistema de control s'utilitza la lògica de relés i contactors, cooperant conjuntament amb els elements de control dels diferents actuadors que es troben a la instal·lació, com són el modulador del cremador i la vàlvula reguladora d'entrada d'aigua a calderí. Per a la regulació d'aquests actuadors s'utilitzen dos reguladors electrònics de la casa Siemens, de la família SIPART, els models DR-20 i DR-21. Tota aquesta lògica de control està ubicada a peu de caldera amb els corresponents comandaments i senyalitzacions, tant lluminoses com acústiques, dins un pupitre, on l'operari pot fàcilment comandar i supervisar l'operació de la instal·lació en tot moment.

A continuació s'explicarà el que es vol aplicar a l'automatització.

### **1.2 OBJECTE**

L'automatització que es vol realitzar té com a principal objectiu la modernització de l'element de control aprofitant els sensors, transmissors i actuadors que conté la instal·lació, encara que alguns models s'hauran d'actualitzar, per així aconseguir la unificació dels diferents

elements de control que existeixen sota un sol comandament. Actualment, per les característiques de la instal·lació pot ser representat per un autòmat de gama mitja-baixa com a millor solució en relació preu-prestacions. Aquesta solució inclouria el tractament dels diferents llaços de regulació (senyals analògics) i de tots els senyals digitals d'entrada i de sortida.

A més a més, s'afegeix la introducció de la interfície visual per que l'operari rebi informació més detallada de com està la instal·lació, facilitant també l'actuació sobre aquesta. Aquesta interfície visual ve representada per una pantalla tàctil, on apareixeran els dibuixos i comandaments de la instal·lació de forma gràfica.

Finalment, afegir que la utilització d'un autòmat també facilitarà la transmissió de informació sobre la caldera per els diferents llaços de comunicació presents a la fàbrica en l'actualitat (Ethernet, ControlNet, Devicenet, RIO/DH+), i així es podrà tractar la informació produïda per tasques de supervisió.

A més es demana que es realitzi, a part, la instal·lació dels elements necessaris per poder realitzar el seguiment d'emissions de la caldera de vapor segons marquen les lleis mediambientals.

### **1.3 ESPECIFICACIONS I ABAST**

L'automatització implicarà segons el demandant que es realitzi la creació d'un quadre elèctric únic. Aquest estarà situat a peu de caldera (on ara hi ha l'antic quadre) a serveis generals.

Al quadre situat a peu de la instal·lació s'ubicaran els següents elements:

Controlador del sistema de control d'estanqueïtat de gas: Aquest sistema controla la línia d'alimentació de gas natural i alerta de qualsevol tipus de fuga que podria fer perillar la instal·lació. Per això si no hi ha conformitat d'aquest sistema no deixa iniciar-se la maniobra d'arrencada del cremador de gas.

Controlador d'arrencada del cremador: Aquest sistema quan rep ordre de posta en marxa i té les condicions inicials necessàries correctes inicia la seqüència d'arrencada del cremador

finalitzant amb el cremador encès si no troba cap anomalia de funcionament. Per entendre'ns, actua com un seqüenciador.

Sistema de control amb interfície visual per l'operador: Que en aquest cas serà un panell tàctil model PANELVIEW 2711-T10C15 del fabricant Rockwell Automation, a petició del client. Mitjançant aquest panell es podran donar totes les ordres i rebrà tota la informació de la instal·lació visualitzant-la en tot moment (com poden ser les temperatures, pressions i estat de motors). A més, avisarà de les anomalies que es produeixin. El panell donarà i rebrà tota la informació necessària de l'autòmat de control situat al mateix quadre, mitjançant el bus de comunicacions ControlNet.

Sistema de control principal: Serà el cervell de l'automatització i se'ns demana la utilització d'un PLC que és el més adequat per àmbits i processos industrials. Aquest autòmat s'haurà d'alimentar per tensió segura, per això, es portarà tensió de SAI amb una línia dedicada des de una sala adjunta a la secció, ja que per les característiques de la caldera de vapor, una fallida de la alimentació podria tenir greus conseqüències. El model de CPU escollit és del fabricant Rockwell Automation i pertany a la seva gama baixa, que s'anomena FlexLogix. Exactament s'ha triat el model FlexLogix5434 1794-L34. És de tipus modular i permet fàcilment realitzar ampliacions. Aquestes es realitzen amb mòduls d'entrades-sortides digitals i analògiques del tipus FlexI/O (també del fabricant Rockwell Automation). Com a tasca més important tenim que s'haurà d'encarregar de la regulació de tres llaços de control: dos llaços per el control de nivell del calderí i un per la modulació de la potència del cremador en marxa. Alhora tractarà tots els senyals binaris del procés i s'encarregarà de comunicar-se amb el PanelView mitjançant el bus de comunicacions ControlNet. La informació d'aquesta xarxa es podrà supervisar també per mitjà de la interconnexió de la xarxa ControlNet amb la xarxa Ethernet de la fàbrica. Per aconseguir això es portarà aquest bus fins a una Porta d'enllaç (Gateway), que està format per un rack de la família ControlLogix on hi conviuen mòduls de comunicacions Ethernet, ControlNet i RIO/DH+. (aquesta part serà realitzada per personal qualificat de la factoria en relació amb la part de xarxes informàtiques).

Sistema de potència: Aquest s'encarregarà principalment d'actuar sobre els dos motors que es troben a la instal·lació: el motor del ventilador de combustió (45Kw) i el motor de recirculació (3Kw). Per al motor de petita potència s'ha triat l'arrencada directa per contactor i per al motor de 45Kw s'ha escollit la opció d'un variador de freqüència de la gama ABB ACS800.

## 2 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS

L'automatització d'una caldera de vapor podem dir que es pot dividir en tres grans blocs que són la línia d'alimentació de comburent, en aquest cas, la línia d'aire. La línia d'alimentació de combustible, en aquest cas, seria l'alimentació de gas natural. I finalment, la línia d'alimentació d'aigua que acaba produint tot el vapor a la sortida d'aquesta de la caldera. Aquests tres processos s'entrellacen dins la caldera.

La caldera en qüestió està dissenyada per donar 17 Tn/h de vapor de capacitat nominal, Així com la pressió màxima que pot suportar són 25 Kg/m<sup>2</sup> a dins el seu calderí o "domo". La caldera es de tipus aquotubular. A la figura 1 es pot veure el Flowsheet reduït de tota la instal·lació.

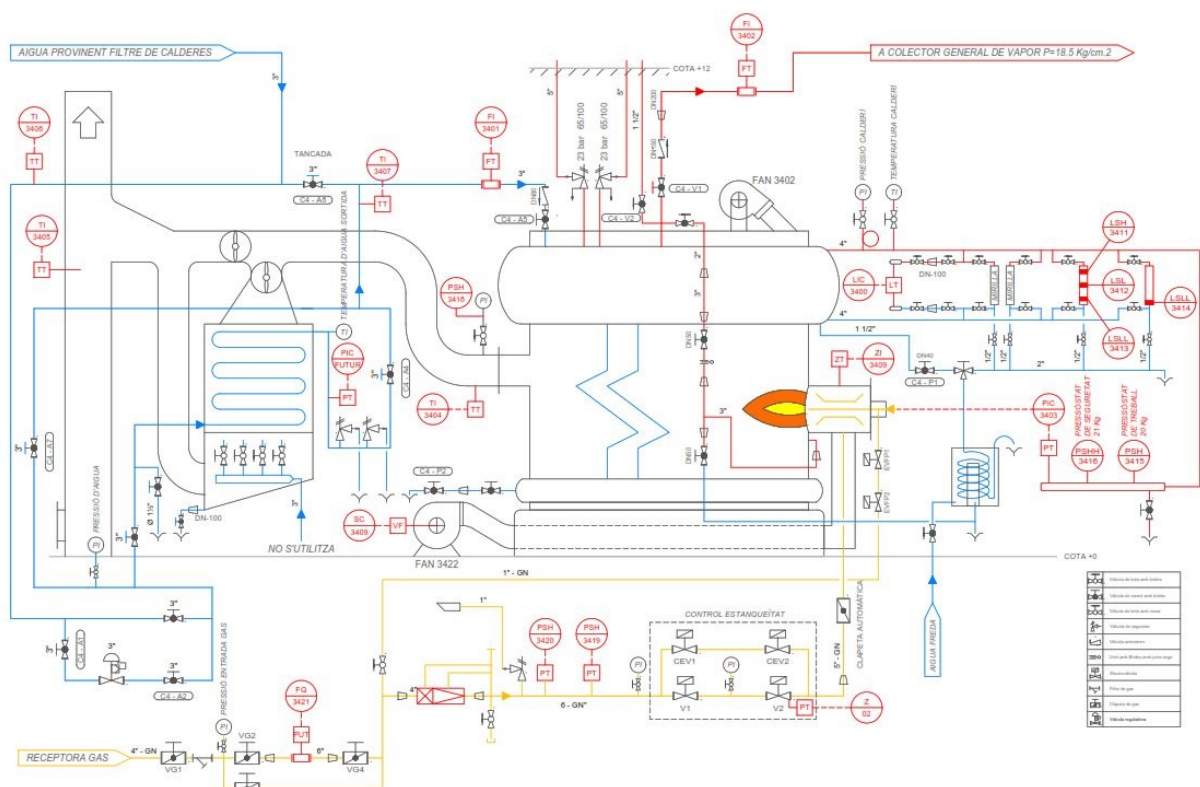


Figura 1. Flowsheet Caldera de vapor.

### 2.1 LINIA D'AIRE

Com en tot procés de combustió és necessari la utilització d'un comburent i un combustible, sense un dels dos aquesta reacció no succeeix. En aquest cas el comburent és l'aire i per

travessar la caldera podríem dir que el seu recorregut té tres zones ben diferenciades:

La primera part es on l'aire s'impulsa mitjançant un ventilador de pales, el qual canalitza l'aire per el conducte que arriba directament fins al cremador de gas. Aquest ventilador de pales es impulsat per un motor de 45 Kw que és controlat per un arrencador estàtic. Això vol dir que sempre mantindrà un règim constant de treball. En el conducte d'alimentació d'aire està situat un pressòstat de seguretat que farà parar la caldera en el cas de no percebre un mínim de 5 – 10 mbar de pressió.

La segona part és on té lloc la combustió, a la llar. L'aire passa a través de la clapeta que es troba a l'entrada del cremador de gas. El cremador regula alhora la quantitat de gas i aire que necessita per realitzar la combustió en funció de la potència que demana la caldera, mitjançant un servomotor que controla mecànicament les dos clapetes de pas.

També s'ha de tenir en compte que a la sortida de gasos de la caldera, abans d'entrar a la xemeneia, està ubicat un pressòstat d'aire que està ajustat a 10 mbars de pressió i aturarà la caldera si sobrepassem aquesta pressió.

## **2.2 LÍNIA DE GAS**

La línia de combustible que alimenta el cremador de la caldera, és una línia de gas natural que arriba fins a la instal·lació amb una pressió de 1,8 kg. Fins arribar al cremador ha de passar per un regulador de pressió que deixa la pressió de gas aproximadament a 150 mbar, aquest tram hi han dos pressòstats de seguretat, un de mínima pressió de gas i un altre de màxima. Les pressions a les quals van tarats els pressòstats són de 10 i 400 mbars respectivament. Per sota de 10 mbars i per sobre de 400 mbars el cremador s'atura per seguretat. Tot seguit es troben dues electrovàlvules "tot o res" ubicades en sèrie, que aïllen el circuit de gas amb el cremador. Aquestes electrovàlvules incorporen un control d'estanqueïtat que s'utilitza per detectar possibles fuites que podrien provocar explosions en l'arrencada del cremador. És un element important a la posta en marxa de la caldera.

Finalment, arriba a la clapeta de pas regulada pel cremador abans d'entrar a la cambra de combustió on es genera la flama.



### 2.2.1 CONTROL D'ESTANQUEÏTAT

Aquest control es realitza per la seguretat de la caldera ja que té la funció de detectar si les electrovàlvules que donen pas al gas cap al cremador tenen fuites o no. El control el realitza el mòdul SIEMENS LDU 11.523A27 i la instal·lació del control d'estanqueïtat és com indica la figura 2.

- 1 i 2 Electrovàlvules principals de gas
- 3 i 4 Electrovàlvules de by-pass per prova estanqueïtat
- 5 Clapeta de gas
- 6 Clapeta d'aire

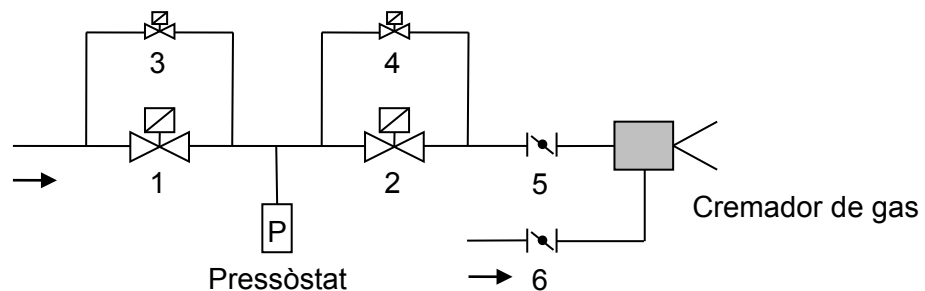


Figura 2. Control d'estanqueïtat

El procés de test és automàtic i comença quan el mòdul rep l'ordre de marxa provinent del mòdul d'engegada del cremador (SIEMENS LGK 16.635A27), i consta dels següents passos:

Obre V2 per deixar sense pressió el pressòstat.

El pressòstat confirma falta de pressió entre V1 i V2 durant un temps, si no puja la pressió avança de pas.

Obre V1 per pressuritzar la zona del pressòstat.

El pressòstat confirma que hi ha pressió entre V1 i V2 durant un temps. Si no cau la pressió finalitza el test com OK.

Al finalitzar el test activa una sortida que dona el vistiplau per que la seqüència d'engegada continui.

### 2.2.2 CREMADOR

El cremador de la Caldera de vapor es del fabricant Klockner model RPD M-70 amb una capacitat de 20470 Kw, i està comandat per un servomotor ARIS CL-M 60-100Nm amb 6 contactes de lliure potencial que indiquen els límits de mínima i màxima potència i un potenciòmetre de 10K $\Omega$  per donar feedback de la potència del cremador. Per arrencar el cremador s'utilitza el mòdul SIEMENS LGK 16.635A27, aquest realitza una seqüència automàtica quan rep l'ordre d'engegar. Prèviament s'han de complir una sèrie de requisits que s'engloben en dos sèries de seguretat: seguretats de gas i bloqueig cremador. A continuació definim quines són les condicions en cada cas. La sèrie de seguretats de gas són:

Que no tingui nivell mínim calderí 1<sup>a</sup> seguretat.

Que no tingui nivell mínim calderí 2<sup>a</sup> seguretat.

Que no pugui la pressió i activi el pressòstat de treball calderí (ajustat 20,5 bar).

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat de seguretat calderí (ajustat 21 bar).

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat sortida de gasos caldera (ajustat 10 mbar).

Que no baixi la pressió i s'activi el pressòstat de gas mínim (ajustat a 10 mbar).

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat de gas màxim (ajustat a 400 mbar).

Que no s'activi l'Alarma paro home mort (2 hores sense validar alarma).

Que el transmissor de pressió no activi XD\_PARO\_SOBREPRESSIÓ (sortida PLC).

Que el control estanqueïtat doni OK. (mòdul SIEMENS LDU).

Que el PLC no bloquegi per engegar, XD\_BLOQUEIG\_CREMADOR\_SM (sortida PLC).

Selector permís marxa cremador -SQPP (panell frontal).

La sèrie de seguretats de bloqueig cremador són:

Que el PLC doni permís per engegar, XD\_PERMIS\_MARXA\_CREMADOR (sortida PLC).

Que no tingui nivell mínim calderí 1<sup>a</sup> seguretat.

Que no tingui nivell mínim calderí 2<sup>a</sup> seguretat.

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat de seguretat calderí (ajustat 21 bar).

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat d'aire de combustió (ajustat 10 mbar).

Que no pugui la pressió i s'activi el pressòstat de sortida de gasos caldera (ajustat 10 mbar).

Que no s'activi l'alarma paro home mort (2 hores sense validar alarma).

Un cop es compleixen les dos sèries de seguretats s'inicia el procés d'encesa del cremador. Aquest consta dels següents passos: primer porta el servo del cremador a mínim, si tenim pressió d'aire de combustió obre a màxim el servo del cremador, quan detecta màxima obertura comença un temps d'escombrat, un cop acabat el temps d'escombrat dona ordre d'anar a mínim el servo, quan detecta mínim dona ordre d'obrir les electrovàlvules de la flama pilot i dona tensió al transformador d'encesa per que provoqui guspires per encendre la flama pilot i espera resposta del detector de flama. Si la rep dona ordre d'obrir les vàlvules principals de gas i s'encén la flama principal. Espera un temps i si el detector de flama continua detectant flama dona el cremador per encès, activant una sortida que rep el PLC.

### 2.3 LÍNIA D'AIGUA ENTRADA CALDERA

La línia d'entrada d'aigua prové d'un col·lector pressuritzat d'on s'alimenten totes les calderes de serveis generals, aquest està pressuritzat a uns 25 bars i té una vàlvula manual que ha d'obrir el fogoner si ha de posar la caldera en servei. L'aigua està tractada per treure-li els minerals que són nocius per la caldera. A la figura 3 es pot veure la part de la instal·lació al Flowsheet.

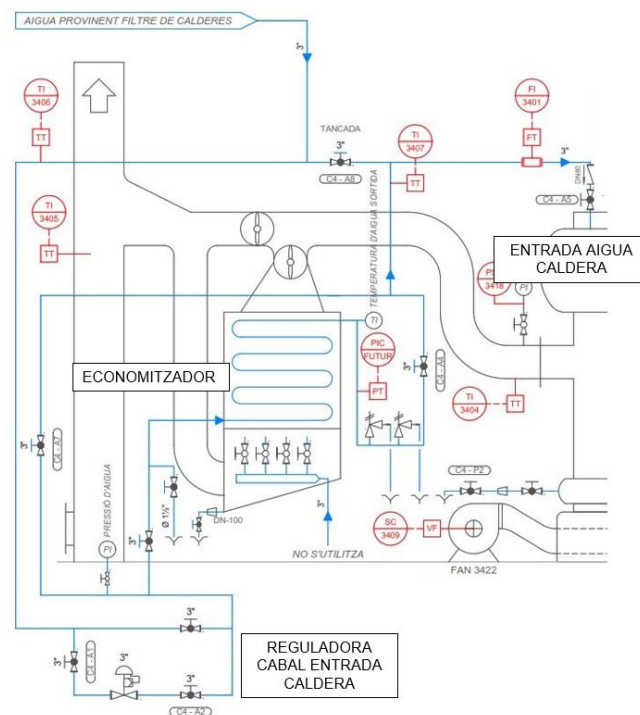


Figura 3. Entrada aigua Caldera de vapor.

L'aigua passa per un economitzador que intercanvia calor entre els gasos que surten de la caldera i l'aigua que entra al calderí. Aproximant la temperatura als 100 °C. La reguladora del cabal d'entrada que s'ha renovat és una SAMSON 3241 DN75 PN40 Kv=40, també s'ha renovat el cabalímetre FI-3401, de tipus Vòrtex ROSEMOUNT model 8800DW030SK3N2D1, i les sondes de temperatura d'entrada i sortida l'economitzador, tant del circuit d'aigua (TI-3406 i TI-3407) com el de gasos (TI-3404 i TI-3405), muntant sondes JUMO 902020/10, -50..400 °C, 4 fils, L= 40mm D= 10mm, al circuit d'aigua i sondes JUMO 902020/10, -200..600 °C, 4 fils, L= 800mm D= 10mm, al circuit de gasos.

## 2.4 CALDERÍ I SORTIDA DE VAPOR

En aquesta part del procés es on es genera el vapor d'aigua que després s'anirà cap els punts de consum. A la figura 4 podem veure la part de la instal·lació al Flowsheet.

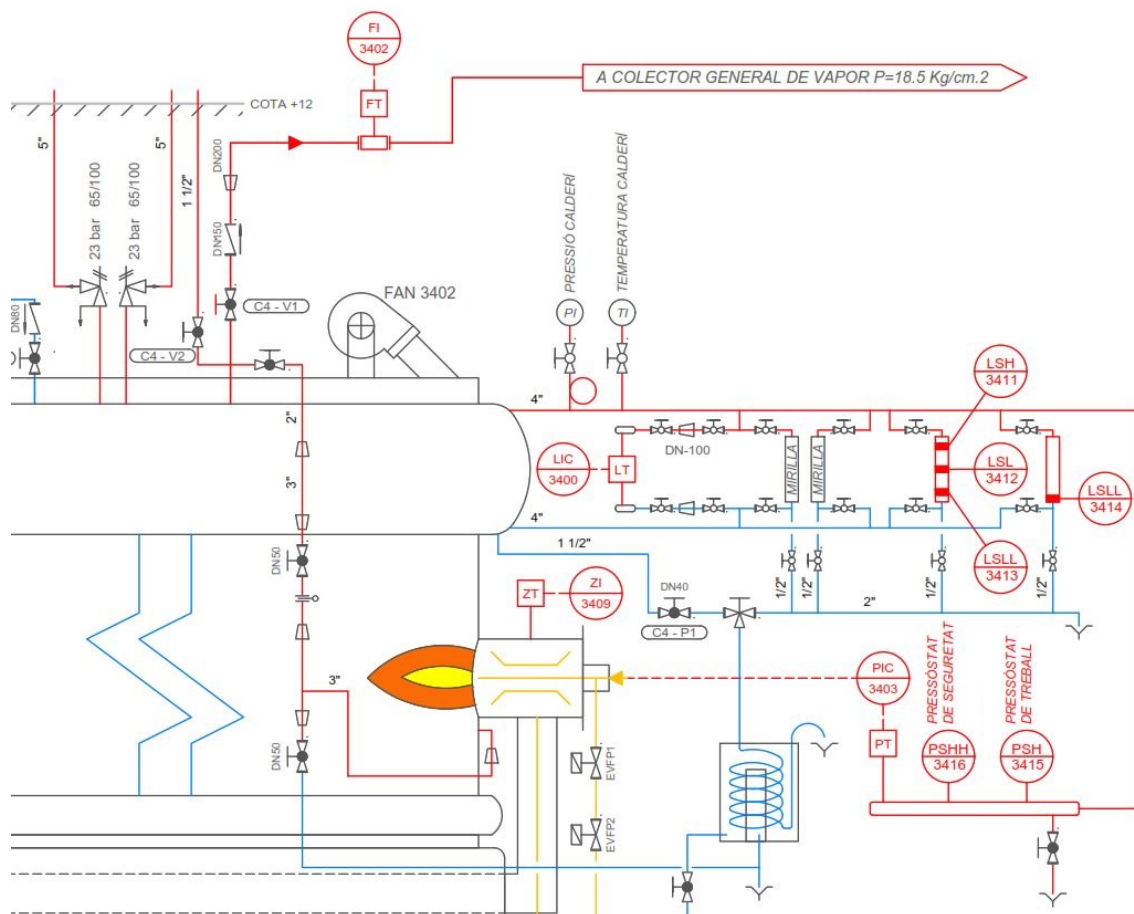


Figura 4. Calderí i sortida de vapor.

Aquesta part és la més crítica i és on es troben la major part de senyals i seguretats que haurem de tractar. Com a senyals analògics tenim el renovat transmissor de nivell del calderí ROSEMOUNT 3051CD1A02A1A112B1 que pertany al llaç de regulació LIC-3400 i el també renovat Transmissor pressió del calderí ROSEMOUNT 3051TG3A2C21B que pertany al llaç de regulació PIC-3403. A la sortida de vapor de la caldera s'ha instal·lat, de nou, un transmissor de cabal Vòrtex ROSEMOUNT 8800DF200SK3N2D1 que és el FI-3402.

Com a senyals digitals tenim:

LSL3412: Nivell Mínim calderí.

LSLL3413: 1ª seguretat nivell mínim calderí.

LSLL3414: 2ª seguretat nivell mínim calderí (última).

LSH3411: Nivell màxim calderí.

PSH3415: Pressòstat de treball (ajustat a 20,5 bar).

PSH3416: Pressòstat de seguretat (ajustat a 21 bar).

## **2.5 PARO HOME MORT**

Un dels requisits de seguretat que ha de complir la caldera de vapor, és la presència directa, de forma regular, del fogoner davant la caldera per supervisar el seu correcte funcionament. Per fer complir la normativa, que ja complia el quadre antic, es realitza una maniobra que atacarà el mòdul Pilz de seguretat i parará la caldera si no es supervisa presencialment la caldera. Aquesta maniobra consta de dos temporitzadors, el primer està configurat per comptar 1 hora 45 minuts i el segon 15 minuts. Quan el primer acaba de comptar dona una alarma avisant que el fogoner ha de revisar la instal·lació i pulsar el botó per reiniciar el temporitzador, si no ho fa, el segon temporitzador comptarà 15 minuts i si no es prem el botó la caldera s'aturarà.

## **2.6 CONTROL D'EMISSIONS.**

Només ens limitem a realitzar la instal·lació de tot el necessari per portar la mostra de fums al quadre on es troba ja instal·lat l'analitzador ROSEMOUNT NGA-2000, que està a uns 20 metres de la caldera de vapor. A la figura 5 es mostra el muntatge que es farà.

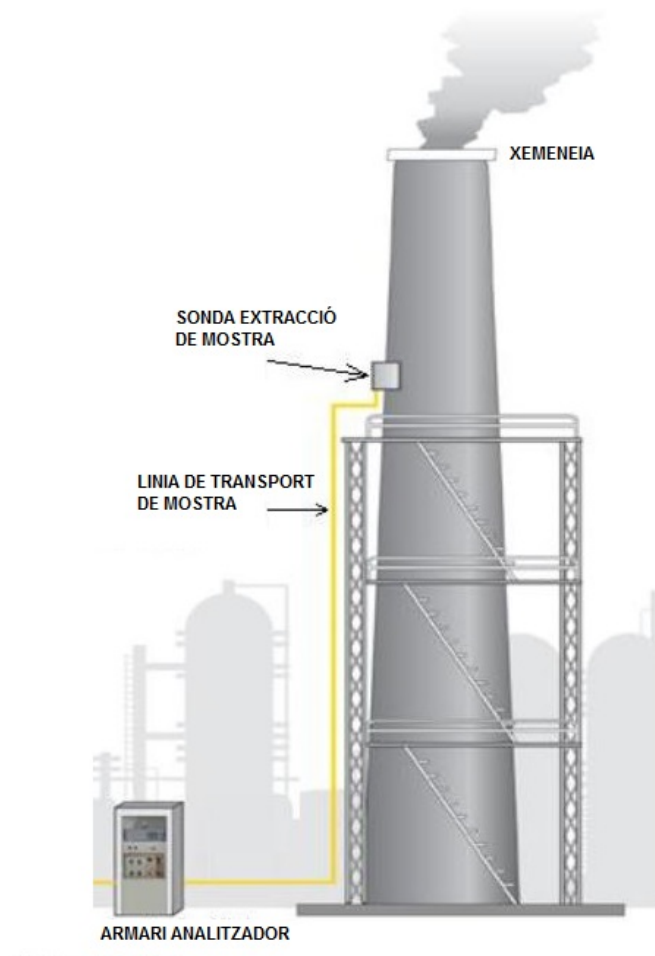


FIGURA 5. Instal·lació control d'emissions.

Per realitzar aquest muntatge s'instal·larà la sonda d'extracció de mostra de la marca BUHLER 222.17 amb filtre ceràmic, calefactada amb brida DN65 , amb funció de fallo, que es representa a la figura 6.



Figura 6. Sonda Buhler 222.17.

Per transportar la mostra s'utilitzaran 20 metres de línia de transport de mostra calefactada Hillesheim H300, amb element calefactor fet de resistència de níquel, recoberta de Poliamida amb sensor de temperatura Pt100, amb 2 tubs PTFE 6/4mm. interiors per on passarà la mostra, tal i com es descriu a la figura 7.

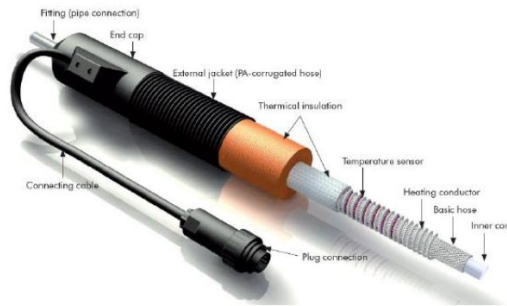


Figura 7. Línia calefactada Hillesheim H300.

La interconnexió de tots els elements amb el quadre del analitzador va a càrrec de l'empresa, que té contractat aquests serveis directament amb ROSEMOUNT. Així com tots els procediments per enviar les dades al departament de medi ambient de l'administració corresponent.

### **3 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA**

Aquí es descriuran tot el que comporta el muntatge, instal·lació i configuració de tots els elements elèctrics de la Caldera de vapor com són tots els aparells elèctrics, aparells d'instrumentació i les xarxes d'alimentació a 380V i tensió segura a 230V (SAI) que necessita el procés.

#### **3.1 ALIMENTACIONS**

Al quadre arriben 2 alimentacions, una de trifàsica a 380V amb línia de terra que prové del OKKEN nº 12 ubicat al recinte de distribució de la Estació de transformació de Serveis Generals. En cas de treure l'alimentació de potència s'haurà de bloquejar l'OKKEN del recinte de distribució.

La alimentació segura prové de una sala adjacent al recinte de distribució on s'ubiquen el conjunt de SAI que donen alimentació segura a diferents parts de fàbrica. El Magnetotèrmic etiquetat com -FC4 és el que alimenta la caldera de vapor. En cas de necessitar tallar l'alimentació segura s'hauria de bloquejar aquest element.

#### **3.2 QUADRE ELÈCTRIC**

S'han seleccionat dos quadres de la sèrie VX25 combinable de RITTAL, el quadre de potència fa 2000x800x500 mm. i l'armari de control fa 2000x1000x500 mm. tots dos tenen ventilació no forçada amb obertures amb filtres. Tenen lluminàries led amb endoll schuko 2P+T 16A model RITTAL 2500.210, aquestes funcionen amb un interruptor de porta RITTAL 2500.470. A més tots dos armaris van a sobre d'un sòcol RITTAL de la sèrie VX25 de 200 mm. d'alçada.

#### **3.3 FONT D'ALIMENTACIÓ**

La font d'alimentació que s'ha escollit es una SIEMENS SITOP PSU100S 6EP1334-2BA20 alimentada amb tensió monofàsica 120V-230V 50Hz amb una sortida estabilitzada i aïllada galvànicament que es pot ajustar per potenciòmetre dintre del rang 22,8-28V i pot donar fins a 10A. Amb protecció contra curtcircuits. A la figura 8 veiem una imatge de la font



d'alimentació.



Figura 8. Font d'alimentació

### 3.4 PLC

A petició del client el sistema de control ha de ser del fabricant Rockwell Automation, ja que tot el control de la fàbrica es fa amb aquesta marca. Seguint les necessitats que tenim a l'automatització de la Caldera de vapor que és un procés senzill, que no necessita gran capacitat de memòria, amb unes necessitats d'entrades i sortides petites i que tingui versatilitat per interconnectar-se amb diferents protocols de comunicació.

Seguint la guia de selecció del fabricant dintre de la família de controladors de Rockwell Automation hem seleccionat la família FlexLogix, és un sistema modular que interactua amb mòduls d'entrades i sortides FLEXIO. La CPU escollida és la FlexLogix 1794-L34 amb 512Kbytes de memòria d'usuari. S'ha d'alimentar a 24V i té dos sòcols per instal·lar fins a 2 cartes de comunicacions diferents. En el nostre cas se'ns demana instal·lar, com a opció principal la carta CONTROLNET 1788-CNC que utilitzarem per connectar-nos amb el PanelView i amb el GATEWAY de Serveis Generals. Opcionalment instal·larem una carta d'ETHERNET/IP 1788-ENBT que d'entrada no s'utilitzarà però donarà més connectivitat en el futur. components.

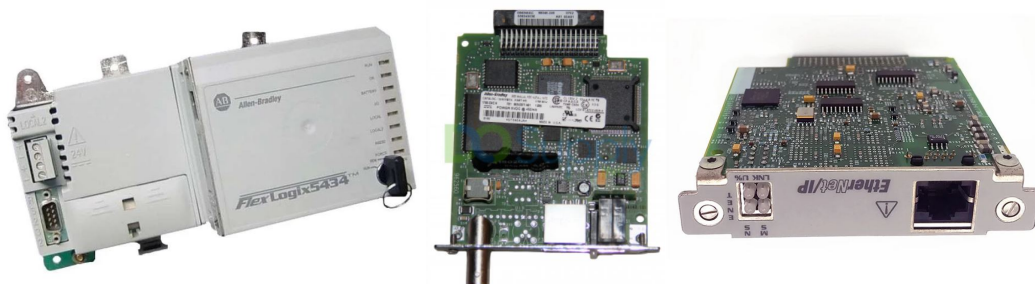


Figura 9. CPU FLEXLOGIX 1794-L3 i les targetes de comunicacions 1788-CNC i 1788-ENBT

### 3.4.1 MÒDUL D'ENTRADES I SORTIDES ANALÒGIQUES

El mòdul seleccionat d'entrades analògiques és el model FLEX I/O 1794-IE8 del fabricant Rockwell Automation. S'alimenta externament a 24Vdc. i disposa de 8 entrades analògiques que es poden configurar com entrades de 0-20 mA, 4-20 mA i 0-10Vdc. També es poden configurar com entrades analògiques individuals o en mode diferencial on reduiríem la capacitat del mòdul a 4 entrades analògiques, ja que cada canal utilitzaria 2 entrades físiques. El sòcol on es muntarà és el FLEX I/O 1794-TB3S. S'haurà de tenir en compte si les entrades que connectem són passives o actives per que es connecten de diferent manera, consultar el manual.

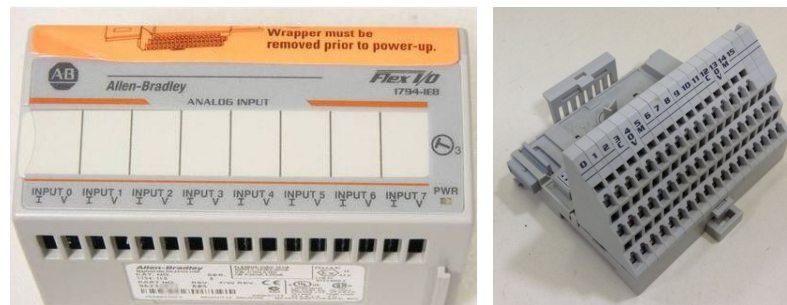


Figura 10. Mòdul FLEX 1794-IE8 i base 1794-TB3S

El mòdul de sortides analògiques és un FLEX I/O 1794-OE4 també del fabricant Rockwell Automation. S'alimenta externament a 24Vdc. Disposa de 4 sortides que es poden configurar de 0-20 mA, 4-20 mA i 0-10V segons convingui. El sòcol on es muntarà és el FLEX I/O 1794-TB3S. S'haurà de tenir en compte si les entrades que connectem són passives o actives per que es connecten de diferent manera, consultar el manual.



Figura 11. Mòdul FLEX 1794-OE8.

### 3.4.2 MÒDUL D'ENTRADES I SORTIDES DIGITALS

Els mòduls d'entrades digitals seleccionats són els FLEX I/O 1794-IB16. S'alimenta externament a 24Vdc. i té 16 entrades. El mòdul de sortides digitals és el FLEX I/O 1794-OB16 i també s'alimenta externament a 24Vdc. i té 16 sortides.



Figura 12. Mòduls FLEX 1794-IB16 i 1794-OB16.

### 3.5 MÒDUL SIEMENS LGK16.635A27 I SIEMENS LDU 11.523A27

Aquests mòduls són els encarregats de realitzar l'arrancada del cremador de la caldera de vapor. Són dos seqüenciadors, el LGK16 s'encarrega del procés complet de marxa del cremador detallat a l'apartat 2.2.2 i el LDU11 només tracta la part del control d'estanqueïtat detallat a l'apartat 2.2.1. Tots dos són alimentats a 230V 50Hz.



Figura 13. Mòduls LDU11 i LGK16.

### 3.6 PROTECCIONS

Per l'entrada general d'alimentació al quadre s'ha muntat un Interruptor automàtic EATON NZM2 25kA/415V. 4P 125A. R. 125/160A amb bobina de desconexió per telecomandament NZM2-XS-R que tindrà connectat un toroidal CIRCUTOR WG-105. Aquesta interruptor

automàtic s'ha d'ajustar a 125 A i té com a funció principal a part de treure l'alimentació de tota la Caldera de vapor, la de protegir la escomesa que arriba fins al quadre. A més tenim instal·lades unes proteccions per sobretensions DEHNgard 275.



Figura 14. Interruptor automàtic EATON NZM2

Per als motors s'ha escollit a la capçalera el seccionador portafusibles WOHLER LTS-000 NH III T000/125A. 35mm<sup>2</sup> i es posen fusibles de fulla SIEMENS NH T00-63A segons potència a protegir.

La protecció de motor del ventilador d'aire primari és un EATON NZM1 B1-A80 25kA/415V. 3P 63/80A i el del ventilador de recirculació d'aire és un EATON PKZM0-10 16kA/400V. 3P 0/10A.

Per les proteccions de maniobra s'han escollit models de la sèrie Merlin Guerin Multi 9 C60N, amb diferents configuracions com 4P (P=pols), 2P, 1P+N (N=neutre) i amb una corba de resposta de tipus C. S'han seleccionat els models en funció de la càrrega a protegir segons normativa.



Figura 15. Merlin Guerin Multi9 C60N 4P

També s'ha instal·lat al quadre de potència un relé de seguretat que és de la marca PILZ i és el model PNOZ X2.8P que va alimentat a 24 Vdc. Aquest mòdul quan perd la sèrie de condicions que té cablejat fa caure la maniobra i fa caure tota la potència del quadre quan. Per tornar a restaurar la tensió s'han de restablir les condicions de seguretat preestablertes i mitjançant un polsador de rearmament -SPR a la Caldera de vapor tornem a donar alimentació de control al sistema.



Figura 16. PILZ PNOZ X2.8P

Un altre element de seguretat és el mòdul IFM A300 que fa la funció de supervisió de funcionament del PLC, generant un tren d'impulsos configurable que el PLC ha de replicar sobre ell, i si no el rep obre un contacte que està seriat amb els contactes del mòdul PILZ. Parant la Caldera.



Figura 17. IFM A300

Tenim 2 temporitzadors EATON ETR4-69-A que estan configurats per realitzar la funció de vigilància d'home mort. El primer està configurat per comptar 1 hora 45 minuts i el segon 15 minuts. Quan el primer acaba de comptar dona una alarma avisant que el fogoner ha de revisar la instal·lació i pulsar el botó per reiniciar el temporitzador, si no ho fa, el segon

temporitzador comptarà 15 minuts i si no es prem el botó la caldera s'aturarà.

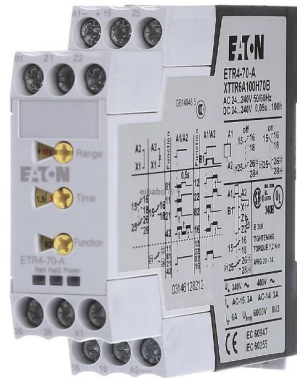


Figura 18. Eaton ETR4-69-A

### 3.7 PANTALLA TÀCTIL

La pantalla tàctic és de Rockwell Automation el model PANELVIEW 2711-T10C15, és totalment tàctil i va alimentat a 220 Vac. Té inclòs el port de comunicacions CONTROLNET.



Figura 19. PANELVIEW 2711

### 3.8 ELEMENTS EXTERNS DE COMANDAMENT

Com a elements de comandament tenim diferents models instal·lats al panell de potència. Tenim pulsadors normals, amb led, selectors i paro d'emergència de la sèrie EATON M22.



Figura 20. Polsadors EATON sèrie M22

### 3.9 SENSORS DIGITALS PRESSÒSTATS

Els pressòstats utilitzarem són els que ja estaven instal·lats anteriorment. Només renovarem les connexions i l'etiquetat.

### 3.10 SENSORS ANALÒGICS

Els sensors analògics que instal·larem són els següents:

Transmissor Nivell ROSEMOUNT 3051CD1A02A1A112B1. S'ha d'alimentar a 24 Vdc., per tant es passiu i dona senyal 4-20 mA per un rang configurat de 0-100%



Figura 21. Transmissor de nivell 3051

Transmissor Cabal Vòrtex ROSEMOUNT 8800DW030SK3N2D1. S'ha d'alimentar a 24 Vdc, per tant és passiu i dona senyal 4-20 mA per un rang configurat de 0-30 m<sup>3</sup>/h d'aigua.



Figura 22. Transmissor de cabal 8800DW tipus "Sandwich"

Transmissor Cabal Vòrtex ROSEMOUNT 8800DF200SK3N2D1. S'ha d'alimentar a 24 Vdc, per tant és passiu i dona senyal 4-20 mA per un rang configurat de 0-25 Tn/h de vapor.



Figura 23. Transmissor de cabal 8800DF tipus brida

Transmissor pressió ROSEMOUNT 3051TG3A2C21B. S'ha d'alimentar a 24 Vdc., per tant és passiu i dona senyal 4-20 mA per un rang configurat de 0-25 Bar de pressió de vapor.





Figura 24. Transmissor de cabal

Sonda temperatura JUMO 902020/10, -200..600 °C, 4 fils, L= 800mm, D= 10mm i sonda temperatura JUMO 902020/10, -50..400 °C, 4 fils, L= 40mm, D= 10mm. Tots els models porten incorporat el convertidor de temperatura a 4-20 mA. ROSEMOUNT 644HA. S'han d'alimentar a 24 Vdc., per tant és passiu i dona senyal 4-20 mA per un rang configurat de 0-200 °C les que van muntades al circuit d'aigua i un rang de 0-400 °C . Totes van muntades a la part de l'economitzador.

### 3.11 INDICADOR ACUSTIC SIRENA

S'utilitzarà l'indicador acústic existent a l'anterior instal·lació de la caldera.

### 3.12 PRE-ACTUADORS

Com a pre-actuadors utilitzarem Relés RELECO models C10-A10BX 24Vcc i C9-A41X 24Vcc que s'utilitzaran per tractar senyals interns del quadre.

Especialment utilitzem dos relés d'estat sòlid Carlo Gavvazzi RJ1A23A20E alimentats a 220 Vac que s'utilitzen per el control del modulador de potència del cremador.

Per controlar el ventilador d'aire primari s'utilitzarà el variador de freqüència ABB ACS800-04-0060-3, de 60 Kw de potència, que serà alimentat a 380 Vac trifàsic. El cablejat de la maniobra es farà a 24 Vac.

### 3.13 ACTUADORS

La reguladora SAMSON 3241 DN50 PN40 con posicionador SAMSON 3730 EXPERT PLUS, s'encarrega de la regulació del cabal d'aigua que entra a la caldera, com que substituïm la vella aprofitarem la connexió d'aire que hi ha. L'acció de la vàlvula és aire-tenca, per tant quan es quedi sense tensió per seguretat s'obrirà al 100% per no deixar la caldera sense aigua. S'ha d'alimentar a 24V i es regula per 4-20 mA donant una obertura de 100-0% . Per configurar el posicionador es muntarà el pin metàl·lic que transmet la posició de la vàlvula en la posició 35. S'ha de configurar el selector de mode de funcionament a la posició aire-tenca. Un cop realitzat, es configura el paràmetre 4 amb l'opció 35mm i el paràmetre 6 amb l'opció MAX, un cop realitzats els ajustos de funcionament es realitza la inicialització, polsant mantingudament el botó INIT. Durant un temps la vàlvula es mourà buscant els límits de la vàlvula. Quan s'aturi la vàlvula ja estarà configurada.



Figura 25. Reguladora de cabal SAMSON 3241

## 4. COMUNICACIONS

Principalment s'ha escollit el protocol de comunicació ControlNet per establir la comunicació entre els diferents elements de la caldera de vapor.

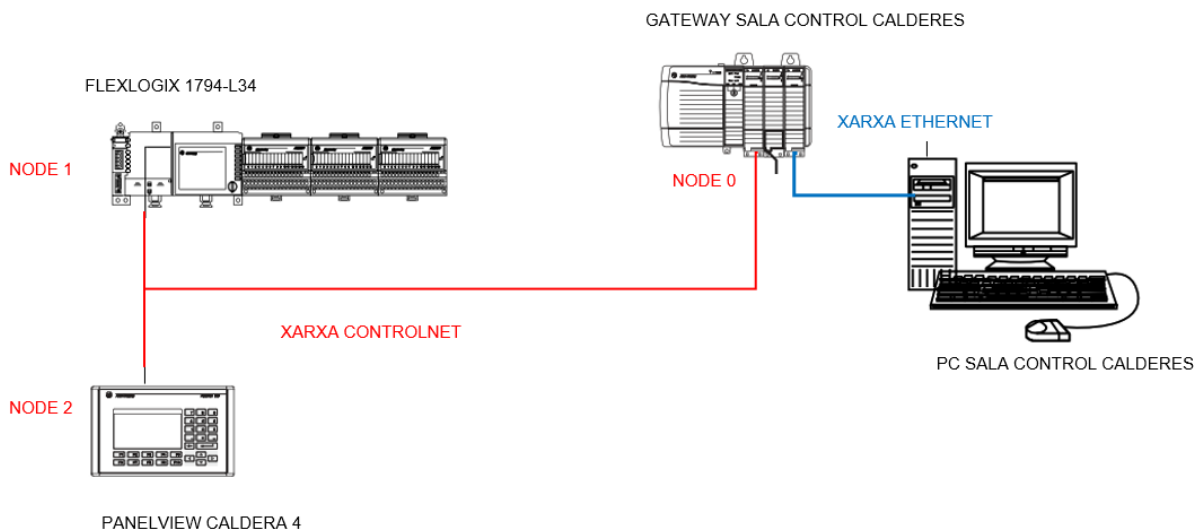


Figura 26. Comunicacions Caldera de vapor

La xarxa ControlNet es configurarà com indica la figura 26. Els nodes es poden programar amb uns petits interruptors que estan disponibles a cada unitat de la xarxa, però per configurar totes les opcions utilitzarem el software específic per xarxes ControlNet de Rockwell Automation, RSNetWorx for ControlNet. Un cop configurat al programa de RSLOGIX5000 farem el mapejat i podrem començar a utilitzar a programar les seves variables al programa de la Caldera de vapor.

La passarel·la que intercanviarà les dades entre el PLC Aux\_Cal (Auxiliar Calderes), el SCADA de la fàbrica i la caldera de vapor es realitzarà a través del Gateway ubicat a la sala de control de calderes. A l'annex A i B es defineix tota la informació que s'enviarà. Aquesta informació constarà de totes les alarmes, la informació més rellevant de la caldera i els consums d'aigua, llum i gas així com la producció de vapor.

## 5 PROGRAMACIÓ

La programació d'aquest projecte es realitza amb el software de Rockwell Automation anomenat RSLogix5000 V16.04.00 (CPR 9). Aquest software té la possibilitat d'utilitzar llenguatge de programació amb diagrama de contactes (escala), amb diagrama de blocs, seqüencial i amb text estructurat. El procés de la Caldera de vapor s'ha realitzat utilitzant diagrama de contactes i s'ha fet una part amb diagrama de blocs per la facilitat d'integració i per fer seguiment d'elements importants com són els PID i entrades i sortides analògiques, utilitzant blocs lògics proporcionats pel software de programació.

Per programar el PanelView utilitzarem el software de Rockwell Automation, Panelbuilder32 V03.81.00 (BUILD 316). En aquest programa es dissenyarà la representació de la instal·lació, així com els controls dels motors i reguladors, així com les alarmes que es necessitaran. Tot estarà definit en una taula de variables que estarà lligada amb el PLC.

A continuació detallarem en taules la relació de totes les entrades i sortides, digitals i analògiques que necessitarem al procés de la Caldera de vapor. Es detalla a la taula el següent:

### 5.1 RELACIÓ D'ENTRADES I SORTIDES PLC AMB EL SEU ESCALAT

Ara veurem en els següents apartats la relació d'entrades i sortides que necessitarem, cada taula representa un mòdul i de cada entrada i sortida es detalla, si té, el TAG identificatiu, la descripció, quina entrada o sortida física és i l'aliè que té al programa. Aquests són els mòduls instal·lats:

2 mòduls FLEXIO 1798-IE8 de 8 entrades analògiques.

1 mòdul FLEXIO 1798-OE8H de 8 sortides analògiques.

3 mòduls FLEXIO 1798-IB16 de 16 entrades digitals.

2 mòduls FLEXIO 1798-OB16 de 16 sortides digitals.

A tots els mòduls es deixen entrades i sortides lliures, per si es fan malbé, encara que el sistema FLEXIO de Rockwell, al ser modular permet en qualsevol aturada planificada ampliar amb facilitat la capacitat d'interconnexió del sistema de control.

Les entrades del mòdul A10 queden definides com s'indica a la taula 1.

TAG	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC
C3408	Conductivitat aigua de purga calderí	0:I.Ch0Data	NAC3408
L3400	Nivell calderí	0:I.Ch1Data	NAL3400
F3401	Cabal d'entrada aigua calderí	0:I.Ch2Data	NAF3401
F3402	Cabal vapor sortida calderí	0:I.Ch3Data	NAF3402
P3403	Pressió de vapor calderí	0:I.Ch4Data	NAP3403
Z3409	Posició servomotor cremador	0:I.Ch5Data	NAZ3409
	Reserva	0:I.Ch6Data	
	Reserva	0:I.Ch7Data	

Taula 1 – Mòdul d'entrades analògiques A10

A la taula 2 veiem com queden escalades.

DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC	MÍNIM	MÀXIM	UNITATS
Conductivitat purga calderí	0:I.Ch0Data	NAC3408	0	5000	µsiemens
Nivell calderí	0:I.Ch1Data	NAL3400	0	500	mm H2O
Cabal d'entrada aigua calderí	0:I.Ch2Data	NAF3401	0	30000	l/h
Cabal vapor sortida calderí	0:I.Ch3Data	NAF3402	0	25000	kg/h
Pressió de vapor calderí	0:I.Ch4Data	NAP3403	0	25	bar
Posició servomotor cremador	0:I.Ch5Data	NAZ3409	0	100	%
Reserva	0:I.Ch6Data				
Reserva	0:I.Ch7Data				

Taula 2 – Escalat mòdul d'entrades analògiques A10

Les entrades del mòdul A11 queden definides com s'indica a la taula 3.

TAG	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC
T3404	T <sup>a</sup> entrada gasos economitzador	1:I.Ch0Data	NAT3404
T3405	T <sup>a</sup> sortida gasos economitzador	1:I.Ch1Data	NAT3405
T3406	T <sup>a</sup> entrada aigua economitzador	1:I.Ch2Data	NAT3406
T3407	T <sup>a</sup> sortida aigua economitzador	1:I.Ch3Data	NAT3407
O2-3410	Mesura d'O2	1:I.Ch4Data	NAO2-3410
	Reserva	1:I.Ch5Data	
	Reserva	1:I.Ch6Data	
	Reserva	1:I.Ch7Data	

Taula 3 – Mòdul d'entrades analògiques A11

A la taula 4 veiem com queden escalades.

DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC	MÍNIM	MÀXIM	UNITATS
T <sup>a</sup> entrada gasos eco.	1:I.Ch0Data	NAT3404	0	400	°C
T <sup>a</sup> sort. gasos eco.	1:I.Ch1Data	NAT3405	0	400	°C
T <sup>a</sup> entrada aigua eco.	1:I.Ch2Data	NAT3406	0	250	°C
T <sup>a</sup> sortida aigua eco.	1:I.Ch3Data	NAT3407	0	250	°C
Mesura d'O2	1:I.Ch4Data	NAO2-3410	0	25	%
Reserva	1:I.Ch5Data				
Reserva	1:I.Ch6Data				
Reserva	1:I.Ch7Data				

Taula 4 – Escalat mòdul d'entrades analògiques A11

Les sortides del mòdul A12 queden definides com s'indica a la taula 5.

TAG	DESCRIPCIÓ	SORTIDA PLC	ALIAS PLC
FCV-3400	Reguladora entrada aigua calderí	2:I.Ch0Data	XAF3400
SIC-3409	Consigna variador aire primari	2:I.Ch1Data	XASC3409
	Reserva	2:I.Ch2Data	
	Reserva	2:I.Ch3Data	
	Reserva	2:I.Ch4Data	
	Reserva	2:I.Ch5Data	
	Reserva	2:I.Ch6Data	
	Reserva	2:I.Ch7Data	

Taula 5 – Mòdul de sortides analògiques A12

A la taula 6 veiem com queden escalades les sortides analògiques del mòdul A12.

DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC	MÍNIM	MÀXIM	UNITATS
Reguladora entrada aigua	2:I.Ch0Data	XAF3400	0	100	%
Consigna variador aire p.	2:I.Ch1Data	XASC3409	0	100	%
Reserva	2:I.Ch2Data				
Reserva	2:I.Ch3Data				
Reserva	2:I.Ch4Data				
Reserva	2:I.Ch5Data				
Reserva	2:I.Ch6Data				
Reserva	2:I.Ch7Data				

Taula 6 – Escalat mòdul de sortides analògiques A12

Les entrades del mòdul A13 queden definides com s'indica a la taula 7.

TAG	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC
LSH3411	Nivell màxim calderí	3:I.Ch0Data	NDLH3411
LSL3412	Nivell mínim calderí	3:I.Ch1Data	NDLL3412
LSLL3413	Nivell mínim 1ª seguretat	3:I.Ch2Data	NDLLL3413
LSLL3414	Nivell mínim 2ª seguretat (última)	3:I.Ch3Data	NDLLL3414
PSH3415	Pressòstat de treball	3:I.Ch4Data	NDPH3415
PSHH3416	Pressòstat de seguretat	3:I.Ch5Data	NDPHH3416
PSL3417	Pressòstat pressió aire comb.	3:I.Ch6Data	NDPL3417
PSH3418	Pressòstat sortida gasos	3:I.Ch7Data	NDPH3418
PSLL3419	Pressòstat de gas mínim	3:I.Ch8Data	NDPLL3419
PSHH3420	Pressòstat de gas màxim	3:I.Ch9Data	NDPHH3420
FQ3421	Cabal gas (1 pols = 1 m³)	3:I.Ch10Data	NDFQ3421
AHM	Alarma home mort	3:I.Ch11Data	ND_AHM
APHM	Alarma Paro per home mort	3:I.Ch12Data	ND_PHM
	Cremador de gas en marxa	3:I.Ch13Data	ND_CREMADOR_ON
	Control cremador automàtic	3:I.Ch14Data	ND_CTRL_AUTO_CREM
	Estat EVs flama pilot	3:I.Ch15Data	ND_FB_FLAMA_PILOT

Taula 7 – mòdul d'entrades digitals A13

Les entrades del mòdul A14 queden definides com s'indica a les taules 8 i 9.

PHM	Polsador home mort	4:I.Ch0Data	NDPB_HOME_MORT
SPE	Polsador paro emergència	4:I.Ch1Data	NDPB_P_EMERGENCIA
SACX	Polsador paro alarma clàxon	4:I.Ch2Data	NDPB_P_CLAXON
SPW	Polsador confirmació PV	4:I.Ch3Data	NDPB_CONF_PV
	Confirmació senyal PLC viu	4:I.Ch4Data	ND_CONF_PLC_RUN
	Sèrie seguretats cremador	4:I.Ch5Data	ND_SEG_CREMADOR
	Sèrie seguretats de gas	4:I.Ch6Data	ND_SEG_GAS
	Fallo cremador	4:I.Ch7Data	ND_FALLO_CREMADOR
	Clapeta servo posició oberta	4:I.Ch8Data	ND_CLAPETA_OBERTA
	Control estanqueïtat OK	4:I.Ch9Data	ND_ESTANQU_OK
	Magnetotèrmics FlexIO	4:I.Ch11Data	NDTF_FLEXIO
	Relé fallo tensió 380V	4:I.Ch12Data	NDTF_TENSIO_380V

Taula 8 – Mòdul d'entrades digitals A14(1)

TAG	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC
	Fallo control estanqueïtat	4:I.Ch10Data	ND_ESTANQU_FALLO
FQ3402	pols sortida vapor(1 pols=1m³)	4:I.Ch13Data	NDFQ3402
FQ3424	Consum Kw/h	4:I.Ch14Data	NDFQ3424
	Servo posició tancada	4:I.Ch15Data	ND_CLAPETA_TENCADA

Taula 9 – Mòdul d'entrades digitals A14(2)

Les entrades del mòdul A15 queden definides com s'indica a la taula 10.

TAG	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC	ALIAS PLC
FAN3422	Confirmació marxa VC	5:I.Ch0Data	NDSC3422
FAN3422	Fallo tèrmic VC	5:I.Ch1Data	NDFS3422
FAN3423	Confirmació marxa VR	5:I.Ch2Data	NDKM3423
FAN3423	Fallo tèrmic VR	5:I.Ch3Data	NDFK3423
KM3440	Fuga gas DRÄGER	5:I.Ch4Data	NDKM3440
	Reserva	5:I.Ch5Data	
	Reserva	5:I.Ch6Data	
	Reserva	5:I.Ch7Data	
	Sel. cremador ON/OFF	5:I.Ch8Data	ND_SELECTOR_CREMADOR
	Reserva	5:I.Ch9Data	
	Reserva	5:I.Ch10Data	
	Reserva	5:I.Ch11Data	
	Reserva	5:I.Ch12Data	
	Reserva	5:I.Ch13Data	
	Reserva	5:I.Ch14Data	
	Reserva	5:I.Ch15Data	

Taula 10 – Mòdul d'entrades digitals A15

Les sortides del mòdul A16 queden definides com s'indica a les taules 11 i 12.

TAG	DESCRIPCIÓ	SORTIDA PLC	ALIAS PLC
	Clàxon	6:O.Ch0Data	XD_ALARMA_CLAXON
	Obrir servo (PID)	6:O.Ch1Data	XD_OBRIR_SERVO
	Tancar servo (PID)	6:O.Ch2Data	XD_TANCAR_SERVO
	Paro per sobrepressió Calderí	6:O.Ch3Data	XD_PARO_SOBREPRESSIÓ
	Senyalització alarma clàxon	6:O.Ch4Data	XD_LED_CLAXON

Taula 11 – Mòdul de sortides digitals A16(1)



	Senyalització confirmació PV	6:0.Ch5Data	<i>XD_LED_CONF_PV</i>
	Emissió senyal PLC viu	6:0.Ch6Data	<i>XD_SENYAL_PLC_RUN</i>
	Permís marxa cremador	6:0.Ch7Data	<i>XD_PERMIS_MARXA_</i> <i>_CREMADOR</i>
	Bloqueig cremador a seqüència manual	6:0.Ch8Data	<i>XD_BLOQUEIG_CREMADOR_</i> <i>SM</i>
	Reserva	6:0.Ch9Data	
	Reserva	6:0.Ch10Data	
	Reserva	6:0.Ch11Data	
	Reserva	6:0.Ch12Data	
	Reserva	6:0.Ch13Data	
	Reserva	6:0.Ch14Data	
	Reserva	6:0.Ch15Data	

Taula 12– Mòdul de sortides digitals A16(2)

Les sortides del mòdul A17 queden definides com s'indica a la taula 13.

<b>TAG</b>	<b>DESCRIPCIÓ</b>	<b>SORTIDA PLC</b>	<b>ALIAS PLC</b>
FAN3422	Marxa ventilador de combustió	7:0.Ch0Data	<i>XDSC3422</i>
FAN3423	Marxa ventilador recirculació	7:0.Ch1Data	<i>XDKM3423</i>
	Reserva	7:0.Ch2Data	
	Reserva	7:0.Ch3Data	
	Reserva	7:0.Ch4Data	
	Reserva	7:0.Ch5Data	
	Reserva	7:0.Ch6Data	
	Reserva	7:0.Ch7Data	
	Reserva	7:0.Ch8Data	
	Reserva	7:0.Ch9Data	
	Reserva	7:0.Ch10Data	
	Reserva	7:0.Ch11Data	
	Reserva	7:0.Ch12Data	
	Reserva	7:0.Ch13Data	
	Reserva	7:0.Ch14Data	
	Reserva	7:0.Ch15Data	

Taula 13 – Mòdul de sortides digitals A17

### 5.2 UTILITZACIÓ DE LA GUIA GEMMA I GRAFCET DEL PROCÉS

A la figura 27 es mostra la guia gemma que presenta tots els procediments possibles que es poden donar a una automatització. Aquests són els procediments de parada, producció i defecte. Aquests procediments inclouran tots els estats necessaris per definir el funcionament de la Caldera de vapor.

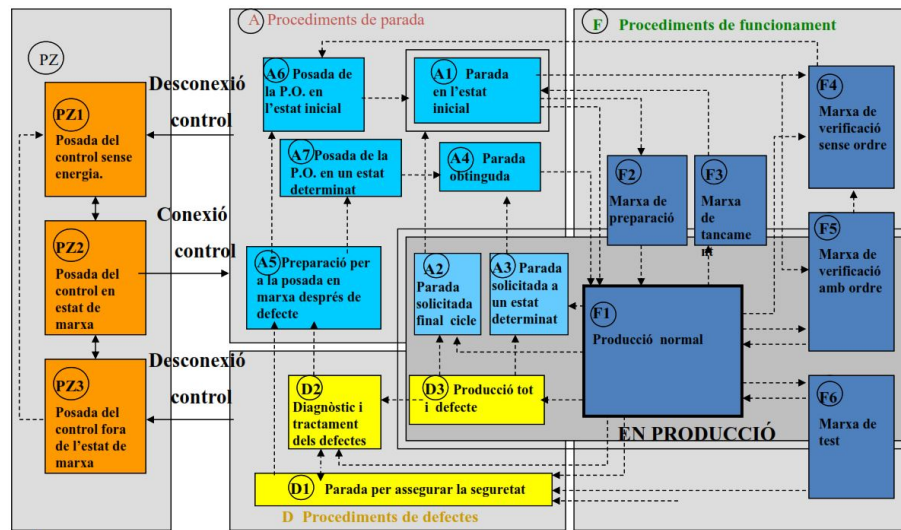


Figura 27. Descripció guia GEMMA

La figura 28 mostra l'aplicació de la guia GEMMA al procés de la Caldera de vapor.

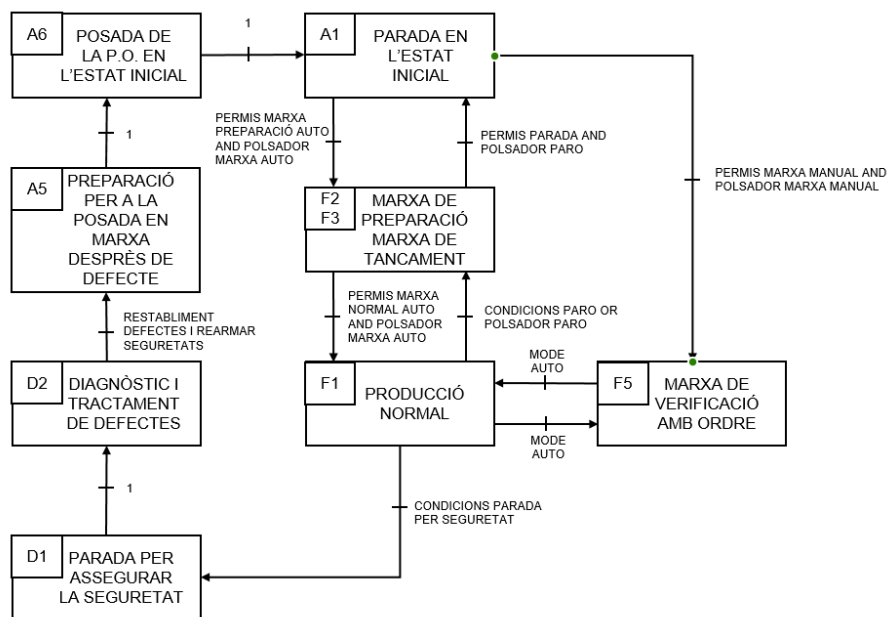


Figura 28. Aplicació GEMMA al procés Caldera de vapor

### 5.2.1 ESTATS DEL PROCÉS I GRAFCET COMPLET DE LA CALDERA DE VAPOR

A Continuació es detallen tots els estats que necessita l'automatització i totes les accions que es realitzaran dintre d'aquests. L'automatització constarà de 5 estats, aquests són:

ESTAT 0 : PARO TOTAL

ESTAT 1 : MARXA MOTORS

ESTAT 2 : TEST D'ESTANQÜEITAT

ESTAT 3 : MARXA CREMADOR

ESTAT 4 : MARXA NORMAL

Es demana que compleixin els següents requisits:

Tant per passar de l'estat 0 a l'estat 1, com de l'estat 1 a l'estat 2 el procediment ha de ser supervisat i controlat per l'operari en tot moment, tant en automàtic com en manual, l'avanç de pas el donarà l'operari.

A partir de l'estat 2 en endavant si l'operari té seleccionat el mode automàtic la caldera seguirà els passos necessaris i acabarà en marxa normal, en canvi, si està el mode manual l'operari haurà de validar tots els passos fins arribar a marxa normal.

Si l'operari vol aturar la caldera primer haurà de passar del pas 4 al pas 1, o sigui de marxa normal a marxa motors. Un cop allà l'operari decidirà quan atura definitivament la caldera passant al pas 0, paro total.

L'única manera que la caldera passa de l'estat 4 a l'estat 0 és si es prem el polsador d'emergència o hi ha un tall de corrent o el nivell del calderí supera el 95%.

A continuació es representa a la figura 29 el Grafcet complet de la instal·lació.

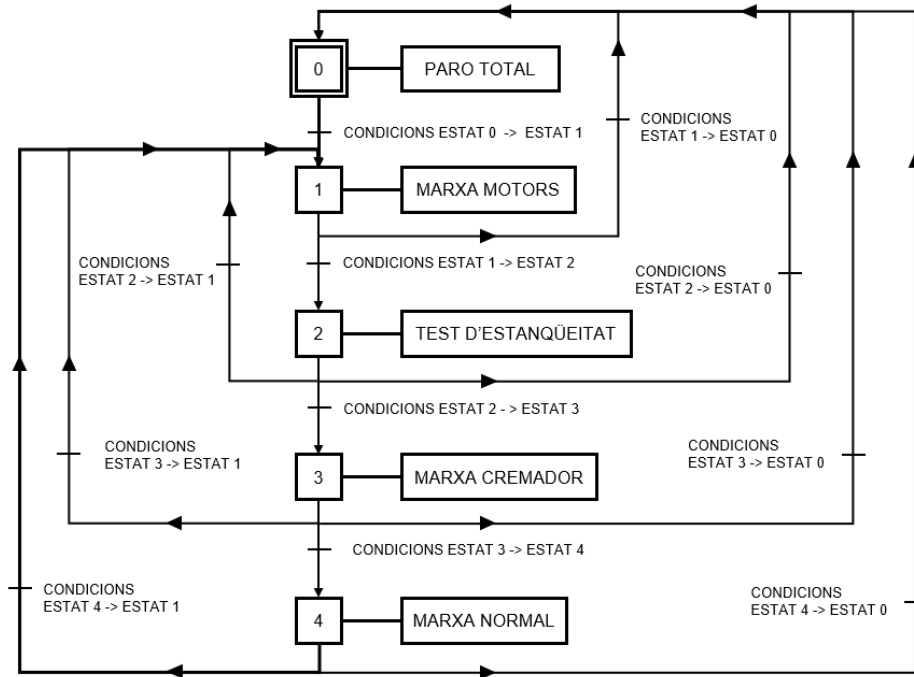


Figura 29 – Grafcet complet automatització Caldera de vapor

### 5.3 CONDICIONS DE CANVI D'ESTAT

Ara explicarem al detall les condicions que s'han de complir per poder canviar d'estat.

Les condicions per passar de Paro Total a Marxa Motors es defineixen a la taula 12.

ESTAT 0 : PARO TOTAL	➡	ESTAT 1 : MARXA MOTORS
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísMarxaMotorsAuto = PanelView.SelAutoMan AND NDTF_FLEXIO AND (L3400.PV &lt; 80%) AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V</i>		
<i>Operació.PermísMarxaMotorsAuto AND Operació.PolsadorMarxaMotors AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísMarxaMotorsManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDTF_FLEXIO AND (L3400.PV &lt; 80%) AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V</i>		
<i>Operació.PermísMarxaMotorsManual AND Operació.PolsadorMarxaMotors AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		

Taula 14 – Condicions per passar de l'estat 0 al 1

En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Aquestes són les condicions que s'han de complir:

Control automàtic o manual seleccionat al PanelView.

Que el nivell del calderí estigui per sota del 80%.


Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Les condicions per passar de Marxa Motors a Test Estanqueïtat es defineixen a la taula 15.

<b>ESTAT 1 : MARXA MOTORS</b>		<b>ESTAT 2 : TEST D'ESTANQUEÏTAT</b>
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísTestEstanqueïtatAuto = PanelView.SelAutoMan AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422 AND NDLLL3413 AND NDLLL3414 AND NOT(NDPHH3416) AND NOT(NDPH3415) AND NDPL3417 AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>Operació.PermísTestEstanqueïtatAuto AND Operacio.PolsadorTestEstanqueïtat AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísTestEstanqueïtatManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422 AND NDLLL3413 AND NDLLL3414 AND NOT(NDPHH3416) AND NOT(NDPH3415) AND NDPL3417 AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>Operació.PermísTestEstanqueïtatManual AND Operacio.PolsadorTestEstanqueïtat AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		

Taula 15 – Condicions per passar de l'estat 1 al 2

En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Aquestes són les condicions que s'han de complir:

Control automàtic o manual seleccionat al PanelView.

Que el ventilador de combustió estigui en marxa.

Que els dos nivèstats de nivell mínim detectin que hi ha un mínim d'aigua suficient per arrencar.

Que la pressió del calderí no excedeixi la pressió de seguretat.

Que la pressió de la sortida de gasos de la caldera no excedeixi la pressió de seguretat.

Que hi hagi un mínim de pressió d'aire de combustió.

Ordre per que el servomotor del cremador se'n vagi a mínim.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Les condicions per passar de Test d'Estanqueïtat a Marxa Cremador es donen a la taula 16.

ESTAT 2 : TEST D'ESTANQUEÏTAT	⇒	ESTAT 3 : MARXA CREMADOR
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísMarxaCremadorAuto= PanelView.SelAutoMan AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422 AND NDLLL3413 AND NDLLL3414 AND NOT(NDPHH3416) AND NOT(NDPH3415) AND NOT(NDPH3418) AND NDPLL3419 AND ND_ESTANQU_OK AND ND_SEG_CREMADOR AND ND_SELECTOR_CREMADOR</i>		
<i>Operació.PermísMarxaCremadorAuto AND Operació.Temporitzador[2]= 5 seg.</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísMarxaCremadorManual= NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422 AND NDLLL3413 AND NDLLL3414 AND NOT(NDPHH3416) AND NOT(NDPH3415) AND NOT(NDPH3418) AND NDPLL3419 AND ND_ESTANQU_OK AND ND_SEG_CREMADOR AND ND_SELECTOR_CREMADOR</i>		
<i>Operació.PermísMarxaCremadorManual AND Operació.PolsadorMarxaCremador AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		

Taula 16 – Condicions per passar de l'estat 2 al 3

En aquest canvi d'estat les condicions en automàtic són:

Control automàtic seleccionat al PanelView.

Que el ventilador de combustió estigui en marxa.

Que el control d'estanqueïtat sigui correcte.

Que la sèrie de seguretats del Cremador sigui correcte.

Que els dos nivòstats de nivell mínim detectin que hi ha un mínim d'aigua suficient per arrencar.

Que la pressió del calderí no excedeixi la pressió de treball .

Que la pressió del calderí no excedeixi la pressió de seguretat .

Que la pressió de la sortida de gasos de la caldera no excedeixi la pressió de seguretat .  
Que hi hagi un mínim de pressió d'aire de combustió. .  
Que s'hagi donat permís de marxa cremador amb el selector del panell de control.  
Que no estigui polsat el paro d'emergència.  
Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.  
Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.  
Complertes totes les condicions anteriors s'activa un temporitzador de 5 segons i avança de pas automàticament.

En aquest canvi d'estat les condicions en manual són:

Control manual seleccionat al PanelView.  
Que el ventilador de combustió estigui en marxa.  
Que el control d'estanqueïtat sigui correcte.  
Que la sèrie de seguretats del Cremador sigui correcte.  
Que els dos nivòstats de nivell mínim detectin que hi ha un mínim d'aigua suficient per arrencar.  
Que la pressió del calderí no excedeixi la pressió de treball .  
Que la pressió del calderí no excedeixi la pressió de seguretat .  
Que la pressió de la sortida de gasos de la caldera no excedeixi la pressió de seguretat .  
Que hi hagi un mínim de pressió d'aire de combustió. .  
Que s'hagi donat permís de marxa cremador amb el selector del panell de control.  
Que no estigui polsat el paro d'emergència.  
Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.  
Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.  
Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Com es pot veure hi ha moltes condicions de procés que s'aniran repetint en la majoria de passos encara que s'han d'indicar perquè quedi més clar com entendre el canvi d'estat e així poder interpretar tot el que passa en el procés.

Condicions per passar de Marxa Cremador a Marxa Normal definides a la taula 17. En aquest pas passem de tenir el cremador encès a funcionament normal, on el cremador deixa de ser controlat per l'arrencador Landis LGK16 i passa a ser controlat totalment per PLC.

ESTAT 3 : MARXA CREMADOR	⇒	ESTAT 4 : MARXA NORMAL
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísMarxaNormalAuto= PanelView.SelAutoMan AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND ND_CREMADOR_ON</i>		
<i>Operació.PermísMarxaNormalAuto AND Operació.Temporitzador[3]= 10 seg.</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísMarxaNormalManual= NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND ND_CREMADOR_ON</i>		
<i>Operació.PermísMarxaNormalManual AND Operació.PolsadorMarxaNormal AND NDPB_CONF_PANELVIEW</i>		

Taula 17 – Condicions per passar de l'estat 3 al 4

En aquest canvi d'estat les condicions en automàtic són:

Control automàtic seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Confirmació que el cremador estigui encès i en marxa.

Complertes totes les condicions anteriors s'activa un temporitzador de 10 segons i avança de pas automàticament.

En aquest canvi d'estat les condicions en manual són:

Control manual seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Confirmació que el cremador estigui encès i en marxa.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

A continuació s'exposen les condicions per passar de Marxa Motors a Paro Total, que estaran definides a la taula 18. En aquest canvi, el fogoner, és qui té el control ja que no es pot fer automàticament.



ESTAT 1 : MARXA MOTORS	⇨	ESTAT 0 : PARO TOTAL
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísParoAuto = PanelView.SelAutoMan AND NOT(ND_CREMADOR_ON) AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>(Operació.PermísParoAuto AND Operacio.PolsadorAtur AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísParoManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NOT(ND_CREMADOR_ON) AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>(Operació.PermísParoManual AND Operacio.PolsadorAtur AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		

Taula 18 – Condicions per passar de l'estat 1 al 0

En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Aquestes són les condicions que s'han de complir:

Control automàtic o manual seleccionat al PanelView.

Confirmació de que el cremador estigui aturat.

Ordre per que el servomotor del cremador se'n vagi a mínim.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Independentment passem a l'estat 0 si es compleix qualsevol d'aquestes condicions:

Si es polsa el paro d'emergència.

Si falla l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si el nivell del Calderí supera el 95%.

Les condicions per passar de Test d'Estanqueïtat a Paro Total es defineixen a la taula 19. En aquest canvi d'estat el control és totalment del fogoner ja que no es pot realitzar de forma automàtica sense validació per polsador per part del fogoner, però s'ha de dir que no és la forma normal d'aturar la caldera. S'ha habilitat aquesta opció en cas que trobés alguna anomalia i hagués de tornar al punt l'estat de paro total.

<b>ESTAT 2 : TEST D'ESTANQUEÏTAT</b>	⇨	<b>ESTAT 0 : PARO TOTAL</b>
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísParoAuto = PanelView.SelAutoMan AND NOT(ND_CREMADOR_ON) AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>(Operació.PermísParoAuto AND Operació.PolsadorAtur AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísParoManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NOT(ND_CREMADOR_ON) AND ControlCaldera.Bit[0]</i>		
<i>(Operació.PermísParoManual AND Operació.PolsadorAtur AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		

Taula 19 – Condicions per passar de l'estat 2 al 0

En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Aquestes són les condicions que s'han de complir:

Control automàtic o manual seleccionat al PanelView.

Confirmació de que el cremador estigui aturat.

Ordre per que el servomotor del cremador se'n vagi a mínim.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Independentment passem a l'estat 0 si es compleix qualsevol d'aquestes condicions:

Si es polsa el paro d'emergència.

Si falla l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si el nivell del Calderí supera el 95%.

Les condicions per passar de Marxa Cremador a Paro Total es defineixen a la taula 20.

<b>ESTAT 3 : MARXA CREMADOR</b>	⇨	<b>ESTAT 0 : PARO TOTAL</b>
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		

Taula 20 – Condicions per passar de l'estat 3 al 0


En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Independentment passem a l'estat 0 si es compleix qualsevol d'aquestes condicions :

Si es polsa el paro d'emergència.

Si falla l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si el nivell del Calderí supera el 95%.

Les condicions per passar de Marxa Normal a Paro Total es defineixen a la taula 21.

<b>ESTAT 4 : MARXA NORMAL</b>		<b>ESTAT 0 : PARO TOTAL</b>
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>NDPB_P_EMERGENCIA OR (L3400.PV&gt;95%) OR NDTF_TENSIO_380V</i>		

Taula 21 – Condicions per passar de l'estat 4 al 0


En aquest canvi d'estat les condicions són idèntiques tant si s'actua en manual com en automàtic. Independentment passem a l'estat 0 si es compleix qualsevol d'aquestes condicions :

Si es polsa el paro d'emergència.

Si falla l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si el nivell del Calderí supera el 95%.

Les condicions per passar de Test d'Estanqueïtat a Marxa Motors es donen a la taula 22.

<b>ESTAT 2 : TEST D'ESTANQUEÏTAT</b>		<b>ESTAT 1 : MARXA MOTORS</b>
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísParoCremadorManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422</i>		
<i>(Operació.PermísParoCremadorManual AND Operació.PolsadorMarxaMotors AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDLLL3413 OR NDLLL3414 OR NDPHH3416 OR (NAP3403.PV &gt; 21Bar) OR NDPL3417 OR NDPH3418 OR ND_PHM</i>		

Taula 22 – Condicions per passar de l'estat 2 al 1

En aquest canvi d'estat només es pot fer si s'actua en manual i les condicions que s'han de complir són:

Control manual seleccionat al PanelView.

Que el ventilador de combustió estigui en marxa.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Independentment passem a l'estat 1 si es compleix qualsevol d'aquestes condicions:

Si un dels dos nivèstats de nivell mínim deixen de detectar un mínim d'aigua al calderí.

Si la pressió del calderí supera la pressió de seguretat .


Si el valor del transmissor de pressió del calderí supera els 21 Bar.

Si la pressió d'aire de combustió no és suficient. .

Si la pressió de la sortida de gasos és alta. .

Si superem el temps de vigilància de 2 hores sense rearmar l'alarma d'home mort.

Les condicions per passar de Marxa Cremador a Marxa Motors es donen a la taula 23.

<b>ESTAT 3 : MARXA CREMADOR</b>		<b>ESTAT 1 : MARXA MOTORS</b>
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísParoCremadorAuto = PanelView.SelAutoMan AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422 AND ND_CREMADOR_ON</i>		
<i>(Operació.PermísParoCremadorAuto AND Operacio.PolsadorMarxaMotors AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDLLL3413 OR NDLLL3414 OR NDPHH3416 OR (NAP3403.PV &gt; 21Bar) OR NDPL3417 OR NDPH3418 OR ND_PHM OR ND_FALLO_CREMADOR OR NDPLL3419 OR NDPHH3420</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísParoCremadorManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422</i>		
<i>(Operació.PermísParoCremadorManual AND Operacio.PolsadorMarxaMotors AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDLLL3413 OR NDLLL3414 OR NDPHH3416 OR (NAP3403.PV &gt; 21Bar) OR NDPL3417 OR NDPH3418 OR ND_PHM OR ND_FALLO_CREMADOR OR NDPLL3419 OR NDPHH3420</i>		

Taula 23 – Condicions per passar de l'estat 3 al 1

En aquest canvi d'estat les condicions en automàtic són:

Control automàtic seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Que tinguem la confirmació de marxa del ventilador de combustió

Que tinguem la confirmació de marxa del cremador.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

En aquest canvi d'estat les condicions en manual són:

Control manual seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Que tinguem la confirmació de marxa del ventilador de combustió

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Independentment passem a l'estat 1 tant en manual com en automàtic si es compleix qualsevol d'aquestes condicions:

Si un dels dos nivòstats de nivell mínim deixen de detectar un mínim d'aigua al calderí.

Si la pressió del calderí supera la pressió de seguretat .

Si el valor del transmissor de pressió del calderí supera els 21 Bar.

Si la pressió d'aire de combustió no és suficient. .

Si la pressió de la sortida de gasos és alta. .

Si superem el temps de vigilància de 2 hores sense rearmar l'alarma d'home mort.

Si falla el cremador

Si falta pressió de gas natural a la instal·lació.

Si superem el límit de pressió de gas de la instal·lació.

Les condicions per passar de Marxa Normal a Marxa Motors es donen a la taula 24.

ESTAT 4 : MARXA NORMAL	⇨	ESTAT 1 : MARXA MOTORS
<b>Mode Automàtic</b>		
<i>Operació.PermísParoCremadorAuto = PanelView.SelAutoMan AND            NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND            NDSC3422 AND ND_CREMADOR_ON</i>		
<i>(Operació.PermísParoCremadorAuto AND Operacio.PolsadorMarxaMotors            AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDLLL3413 OR NDLLL3414 OR NDPHH3416 OR            (NAP3403.PV &gt; 21Bar) OR NDPL3417 OR NDPH3418 OR ND_PHM OR            ND_FALLO_CREMADOR OR NDPLL3419 OR NDPHH3420</i>		
<b>Mode Manual</b>		
<i>Operació.PermísParoCremadorManual = NOT(PanelView.SelAutoMan) AND            NDTF_FLEXIO AND NDPB_P_EMERGENCIA AND NDTF_TENSIO_380V AND NDSC3422</i>		
<i>(Operació.PermísParoCremadorManual AND Operacio.PolsadorMarxaMotors            AND NDPB_CONF_PANELVIEW) OR NDLLL3413 OR NDLLL3414 OR NDPHH3416 OR            (NAP3403.PV &gt; 21Bar) OR NDPL3417 OR NDPH3418 OR ND_PHM OR            ND_FALLO_CREMADOR OR NDPLL3419 OR NDPHH3420</i>		

Taula 24 – Condicions per passar de l'estat 4 al 1

En aquest canvi d'estat les condicions en automàtic són:

Control automàtic seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Que tinguem la confirmació de marxa del ventilador de combustió

Que tinguem la confirmació de marxa del cremador.

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

En aquest canvi d'estat les condicions en manual són:

Control manual seleccionat al PanelView.

Que no estigui polsat el paro d'emergència.

Que no falli l'alimentació dels mòduls FLEXIO.

Que no falli l'alimentació trifàsica a 380V que alimenta la instal·lació.

Que tinguem la confirmació de marxa del ventilador de combustió

Si es compleixen totes les condicions anteriors només caldrà activar el control designat al PanelView i validar l'operació amb el polsador de confirmació del panell de control.

Independentment passem a l'estat 1 tant en manual com en automàtic si es compleix qualsevol d'aquestes condicions:

Si un dels dos nivèstats de nivell mínim deixen de detectar un mínim d'aigua al calderí.

Si la pressió del calderí supera la pressió de seguretat .

Si el valor del transmissor de pressió del calderí supera els 21 Bar.

Si la pressió d'aire de combustió no és suficient. .

Si la pressió de la sortida de gasos és alta. .

Si superem el temps de vigilància de 2 hores sense rearmar l'alarma d'home mort.

Si falla el cremador

Si falta pressió de gas natural a la instal·lació.

Si superem el límit de pressió de gas de la instal·lació.

#### **5.4 DESCRIPCIÓ DE LES ACCIONS QUE ES REALITZEN A CADA ESTAT.**

Les accions que realitza el procés en l'estat 0, Paro total són:

Parem tots els motors.

Inhabilitem tots els estats de marxa.

Bloqueig regulador pressió vapor calderí *PIC3403\_CTRL.PERMÍS = 0*.

Activem bloqueig engegar cremador *XD\_BLOQUEIG\_CREMADOR\_SM = 1*.

Amb el regulador FIC3401 en automàtic, forcem el cabal d'entrada d'aigua al calderí a 0, *FIC3401.CVOper = 0*.

Inhabilitem polsador PanelView *DisplayPolsadorAtur*.

Si tenim *PermisMarxaMotorsAuto* o *PermisMarxaMotorsManual* activem visualització polsador *DisplayMarxaMotors* al PanelView per poder canviar d'estat.

Les accions que realitza el procés en l'estat 1, Marxa Motors són:

Forcem el regulador de pressió del calderí PIC3403 a control manual activant la opció del regulador *PIC3403\_CTRL.EstatManual = 1*.

Activem els permisos *LIC3400\_CTRL.PERMÍS = 1* i *FIC3401\_CTRL.PERMIS = 1* per habilitar els llaços de regulació, encara que la sortida del regulador *FIC3401.CVOper* la continuem forçant a 0 en aquest pas per que no entri aigua al calderí.

Posem en marxa ventilador de combustió FAN3422

Si tenim confirmació de marxa del ventilador de combustió FAN3422 posem en marxa ventilador de recirculació FAN3423

Si tenim *PermísTestEstanqueïtatAuto* o *PermísTestEstanqueïtatManual* activem visualització polsador *DisplayPolsadorTestEstanqueïtat* al PanelView per poder canviar d'estat.

Si tenim *PermísParoAuto* o *PermísParoManual* activem visualització polsador *DisplayPolsadorAtur* al PanelView per poder canviar d'estat.

Les accions que realitza el procés en l'estat 2. Control Estanqueïtat són:

Activem sortida *XD\_PERMIS\_MARXA\_CREMADOR = 1* per iniciar el test d'estanqueïtat si aquest és correcte rebrem confirmació per la entrada *ND\_ESTANQU\_OK = 1*.

Si tenim *PermísMarxaCremadorAuto* s'activarà automàticament al cap de 10 segons l'estat 3, *MarxaCremador*.

Si tenim *PermísMarxaCremadorManual*, per poder canviar d'estat, activem visualització polsador *DisplayPolsadorMarxaCremador*.

Si tenim *PermísMarxaMotorsManual*, per poder canviar d'estat, activem visualització polsador *DispalyPolsadorMarxaMotors*.

Les accions que realitza el procés en l'estat 3. Marxa Cremador són:

Desbloqueig del cremador *XD\_BLOQUEIG\_CREMADOR\_SM = 0* per poder engegar.

Un cop el cremador de la caldera estigui en marxa rebrem confirmació per la entrada *ND\_CREMADOR\_ON = 1*.

Si tenim *PermísMarxaNormalAuto* s'activarà automàticament al cap de 5 segons l'estat 4, *Marxa Normal*.

Si tenim *PermísMarxaNormalManual*, per poder canviar d'estat, activem visualització polsador *DisplayPolsadorMarxaNormal*.

Si tenim *PermísParoCremadorAuto*, per poder canviar d'estat, activem visualització polsador *DispalyPolsadorMarxaMotors*.

Si tenim *PermísParoCremadorManual*, per poder canviar d'estat, activem visualització



pulsador *DispalyPulsadorMarxaMotors*.

Les accions que realitza el procés en l'estat 4, Marxa Normal són:

Un cop rebem confirmació, mitjançant l'entrada  $ND\_CTRL\_AUTO\_CREM = 1$ , que el mòdul que realitza la seqüència d'arrencada allibera el modulador de potència del cremador per que el controli el PLC, desbloquejarem el llaç de control que controla la pressió del calderí activant  $PIC3403\_CTRL.PERMÍS = 0$ .

Si tenim *PermisParoCremadorAuto*, per poder canviar d'estat, activem visualització pulsador *DispalyPulsadorMarxaMotors*.

Si tenim *PermisParoCremadorManual*, per poder canviar d'estat, activem visualització pulsador *DispalyPulsadorMarxaMotors*.

## 5.5 CONFIGURACIÓ DEL VARIADOR

Per configurar el variador ho farem a través del HIM (panell incorporat al variador) encara que podríem utilitzar el seu software de programació, el DRIVE COMPOSER de ABB. A continuació descrivim els paràmetres de configuració.

Nº	DESCRIPCIÓ	VALOR
<b>GRUP 99 – DADES INICIALS</b>		
01	IDIOMA	CATALA
02	MACRO APLICACIÓ	FÀBRICA
03	RESTAURAR APLICACIÓ	NO
04	MODE CONTROL APLICACIÓ	DTC
05	TENSIÓ NOMINAL MOTOR	400 V
06	INTENSITAT NOMINAL MOTOR	81,0 A
07	FREQÜÈNCIA NOMINAL MOTOR	50.0 Hz
08	VELOCITAT NOMINAL MOTOR	1475 rpm
09	POTÈNCIA NOMINAL MOTOR	45 Kw
10	MARXA IDENTIFICACIÓ MOTOR	ID MAGN
<b>GRUP 10 - EXT1 MAR/PARO/DIR</b>		
01	EXT1 MAR/PARO/DIR	ED1,2
02	EXT2 MAR/PARO/DIR	SIN SEL
03	DIRECCIÓ	AVANÇ
<b>GRUP 11 – SELECTOR DE REFERÈNCIA</b>		
01	SELECCIÓ REFERÈNCIA PANELL	REF1 (rpm)

Taula 25. Paràmetres variador (1).

Nº	DESCRIPCIÓ	VALOR
02	SELECCIÓ EXT1/EXT2	EXT1
03	SELECCIÓ REFERÈNCIA EXT1	EA2
04	REFERÈNCIA EXT1 MÍNIM	590 rpm
05	REFERÈNCIA EXT1 MÀXIM	1475 rpm
06	REFERÈNCIA EXT2	PANEL·L
07	REFERÈNCIA EXT2 MÍNIM	0 %
08	REFERÈNCIA EXT2 MÀXIM	100 %
<b>GRUP 12 – VELOCITATS CONSTANTS</b>		
01	SELECTOR VELOCITAT CONSTANT	ED4 (VEL4)
02	VELOCITAT CONSTANT 1	300 rpm
03	VELOCITAT CONSTANT 2	600 rpm
04	VELOCITAT CONSTANT 3	900 rpm
05	VELOCITAT CONSTANT 4	1475 rpm
<b>GRUP 13 – ENTRADES ANALÒGIQUES</b>		
06	MÍNIM EA2	4 mA
07	MÀXIM EA2	20 mA
08	ESCALA EA2	100 %
09	FILTRE EA2	0,1 seg
<b>GRUP 14 – SORTIDES DE RELÉ</b>		
01	SORTIDA RELÉ SR1	EN MARXA
03	SORTIDA RELÉ SR3	FALLO (-1)
<b>GRUP 15 – SORTIDES ANALÒGIQUES</b>		
01	SORTIDA ANALÒGICA 1	INTENSITAT
02	INVERTIR SA1	NO
03	MÍNIM SA1	4 mA
04	FILTRE SA1	0,1 seg
05	ESCALAT SA1	100 %
06	SORTIDA ANALÒGICA 2	VELOCITAT
07	INVERTIR SA2	NO
08	MÍNIM SA2	4 mA
09	FILTRE SA2	2,0 seg
10	ESCALAT SA2	ID MAGN
<b>GRUP 16 – ENTRADES CONSTANTS SISTEMA</b>		
01	PERMÍS DE MARXA	SI
<b>GRUP 17 – LÍMITS</b>		
01	VELOCITAT MÍNIMA	590 rpm

Taula 26. Paràmetres variador(2).

Nº	DESCRIPCIÓ	VALOR
02	VELOCITAT MÀXIMA	1475 rpm
03	INTENSITAT MÀXIMA	81,0 A
04	LIM1 PAR MÀXIM	300,0 %
05	CONTROL SOBRETENSIÓ	SI
06	CONTROL SUBTENSIÓ	SI
<b>GRUP 21 – MARXA/PARO</b>		
01	FUNCIÓ MARXA	AUTO
03	FUNCIÓ ATURADA	ATURADA LLIURE
<b>GRUP 30 – FUNCIONS DE FALLO</b>		
01	EA<FUNCIÓ MÍNIMA	NO
04	PROTECCIÓ TÈRMICA MOTOR	FALLO
05	MODE PROTECCIÓ TÈRMICA MOTOR	DTC
06	TEMPS TÈRMIC MOTOR	2270,9 seg
01	NÚMERO DE TENTATIVES	3
02	TEMPS TENTATIVES	5 seg
10	FUNCIÓ BLOQUEIG	FALLO
<b>GRUP 31 – REARMAMENT AUTOMÀTIC</b>		
06	SUBTENSIÓ	SI

Taula 27. Paràmetres variador(3).

## 5.6. LLAÇOS DE REGULACIÓ

A la caldera de vapor tenim definits 3 llaços de control, s'han programat amb lògica de diagrama de blocs que permet el software de Rockwell Automation. Els llaços de control són:

Cabal d'entrada aigua a caldera (FIC3401).

Nivell d'aigua al calderí de la caldera (LIC3400).

Pressió de vapor del calderí (PIC3403).

Per realitzar la regulació utilitzarem el bloc PIDE, a la figura 30 veiem com queda la instrucció per el FIC3401 i a la figura 31 com queda parametrizat.

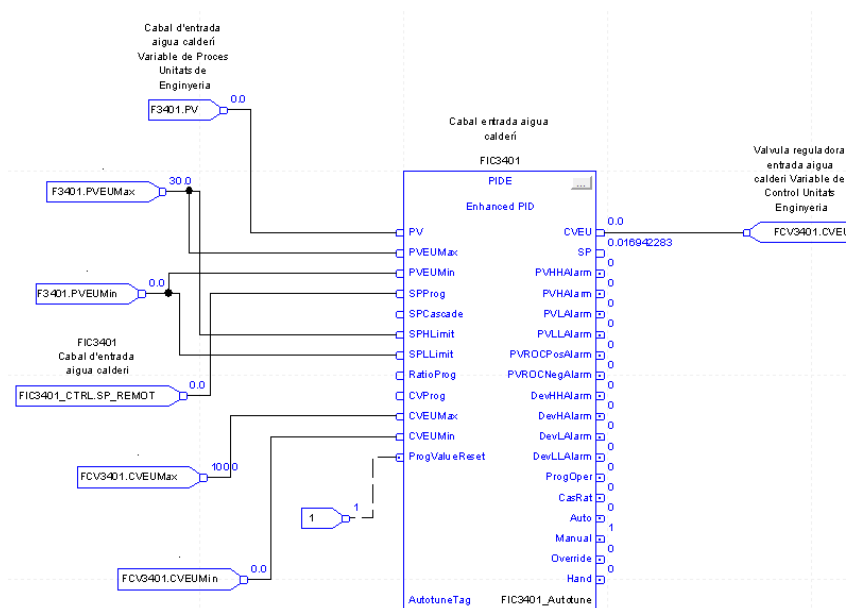


figura 30. PIDE 3401

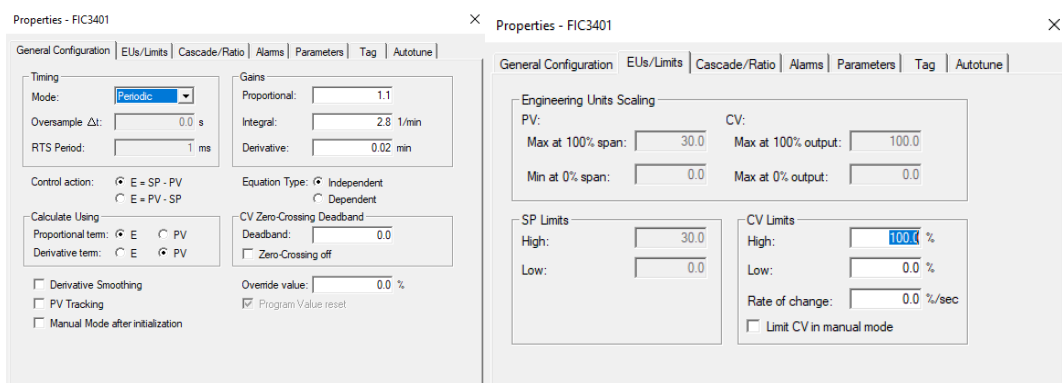


figura 31. Parametrització PIDE 3401

El més rellevant és que el mostreig el fa cada mil·lèsima de segon, calculem l'error mesurant la diferència entre el punt de consigna (SP) i la variable real (PV). Apliquem la part proporcional sobre l'error (E) i la part derivativa sobre la variable real (PV). Per calcular la resposta del regulador utilitzem el tipus de càlcul independent.

El FIC3401 rep el senyal del cabalímetre d'entrada que està ajustat de 0-30 m<sup>3</sup>/h (PV) i la variable de sortida s'utilitza per el càlcul de la consigna (SP) d'obertura de la reguladora que controla el pas d'aigua d'entrada a la caldera que està ajustat de 0-100 % (CV).

Per ajustar el PID el propi bloc necessita la creació d'una variable que en aquest cas és el *FIC3401\_autotune*, un cop assignada al bloc PIDE, podem anar a les propietats del bloc i

obri la pestanya AUTOTUNE, allà seleccionarem del desplegable el tipus de procés que més s'assembli al nostre, indicarem el límit de la variable de procés que volem i el percentatge que volem que variï a cada pas del procés. Ara ja ho tenim tot a punt, polsem el botó AUTOTUNE, i esperem que ens doni els resultats.

A més el FIC3401 realitzem uns càlculs que afecten al càlcul de la consigna que ha de donar a la reguladora de cabal. Calculem un valor *ControlFIC3401.SumaNivellSP* que es la mesura de l'error del nivell real i la consigna de nivell, aplicant-li un percentatge.

Després calculem un altre valor *ControlFIC3401.SumaCabalSP* que es la resta del cabal de vapor de sortida menys el cabal d'aigua d'entrada, aplicant-li un altre percentatge.

La suma d'aquests dos valors calculats s'envia a la variable de consigna del FIC3401, com es veu a la figura 32.

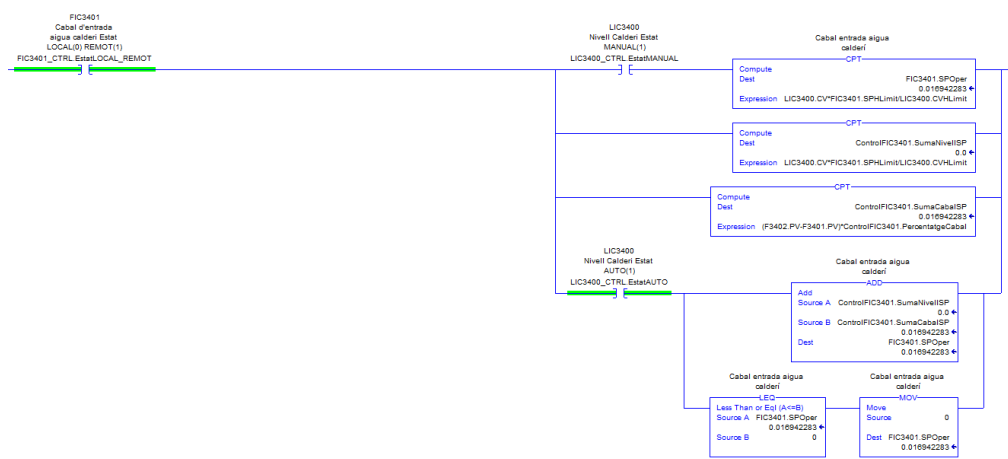


figura 32. Càlcul consigna FIC3401

A les figures 33 i 34 podem veure els configuracions dels llaços de control del LIC3400 i el PIC3403.

El LIC3400 rep el senyal del transmissor de nivell que està ajustat de 0-100 % (PV) i la variable de sortida s'utilitza per el càlcul de la consigna (SP) d'obertura de la reguladora que controla el pas d'aigua d'entrada a la caldera que està ajustat de 0-100 % (CV).

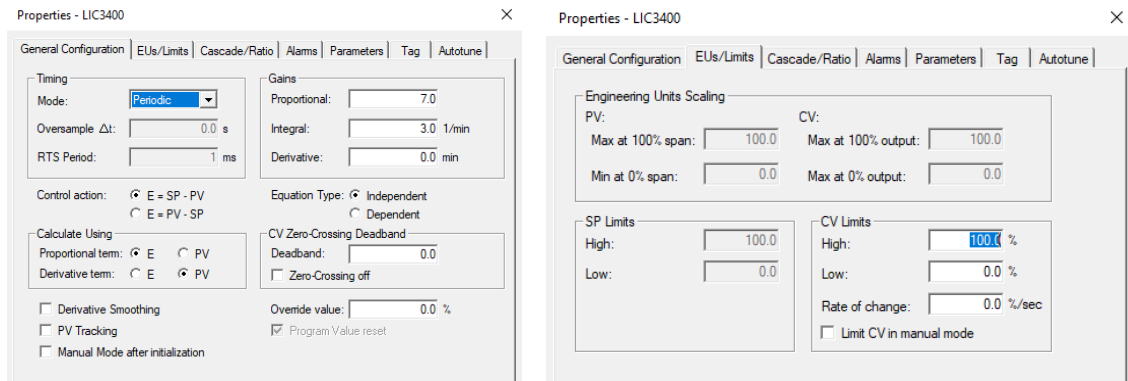
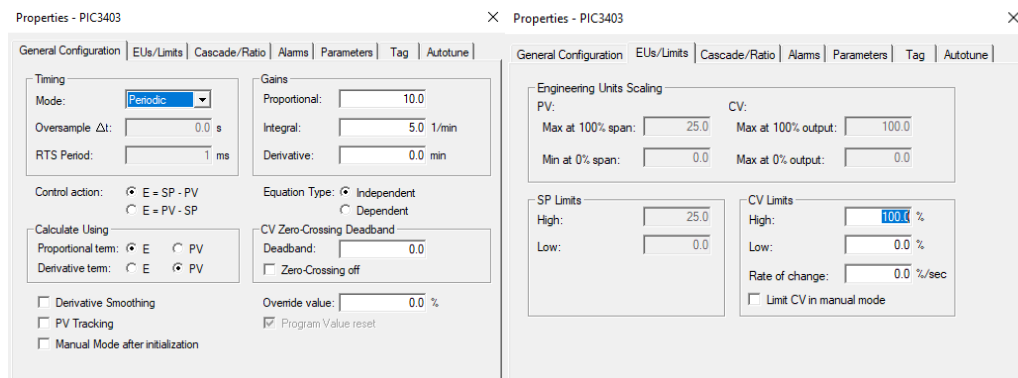


figura 33. Parametrització PIDE LIC3400

El PIC3403 rep el senyal de transmissor de pressió del calderí que està ajustat de 0-25 Bar (PV) i la variable de sortida s'utilitza per el càlcul de la consigna (SP) d'obertura del modulador que controla la potència del cremador de la caldera que està ajustat de 0-100 % (CV).



PIC3403 figura 34. Parametrització PIC3403

## 6. PANELL DE CONTROL I SCADA

A continuació es descriuen tots els controls que disposarà el fogoner per interactuar amb la caldera.

### 6.1. PANELL DE CONTROL

A la figura 35 podem veure la distribució dels pulsadors que té el panell de control.

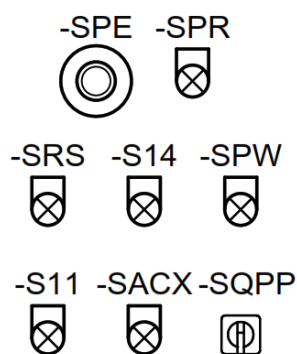


Figura 35. Distribució pulsadors

La funció de cada un és la següent:

SPE: és el pulsador de paro d'emergència.

SPR: és el pulsador de rearmament paro emergència.

SRS: és el rearmament de las seguretats de gas.

S14: és el pulsador de rearmament seguretats cremador.

SPW: és el pulsador de confirmació d'avançament de pas del PanelView.

S11: és el pulsador de rearmament alarma paro home mort

SACX: és el pulsador de paro clàxon.

SQPP: és el selector de permís de marxa del cremador.

### 6.2. SCADA

El sistema SCADA consta de 5 pantalles definides com: SINÒPTIC, OPERACIÓ, REGULADOR, MOTORS, ALARMES I CONSUMS.

## 6.2.1 SINÒPTIC

Aquesta pantalla és la pantalla principal i es veu tota la instal·lació dibuixada esquemàticament amb tots els senyals tant digitals com analògics. Tens tota la informació de l'estat on es troba la caldera. A la part de sota sobre els controls surt una línia on es podrà llegir l'última alarma activa.

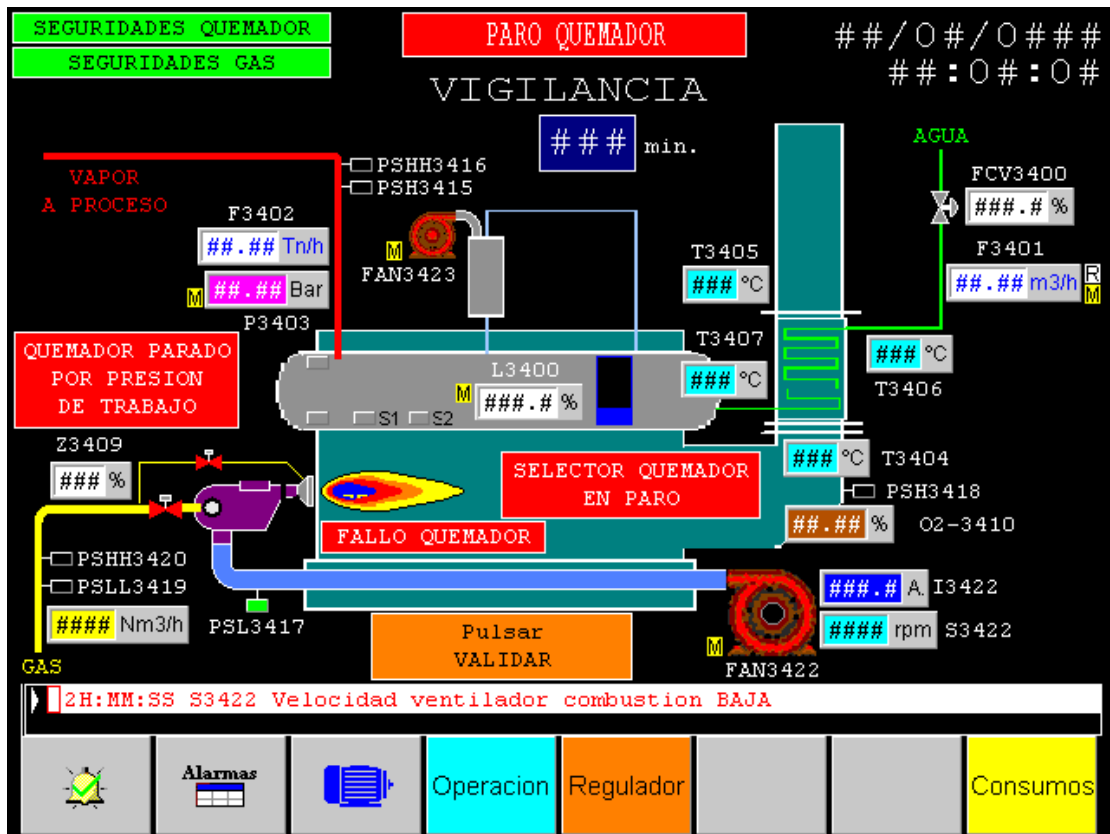


Figura 36. Pantalla OPERACIÓ

A la part de sota estan els pulsadors per canviar de pantalla, d'esquerra a dreta tenim el pulsador de paro clàxon, el següent es per visualitzar les alarmes, a continuació el pulsador per anar a la pantalla de motors, després ve el pulsador per anar a on es controla la seqüència. A continuació tenim el pulsador per anar a la pantalla de reguladors i la última és la pantalla on es veuen els consums d'energies i la producció de vapor.

A dalt al centre es podrà veure en tot moment l'estat en que es troba la caldera. Els missatges en vermell sortiran quan hi hagin les anomalies que descriuen.



### 6.2.2. OPERACIÓ

En aquesta pantalla és on arranquem, parem, avancem o retrocedim de pas la seqüència de la caldera. Per fer-ho estan els pulsadors on es descriuen tots els estats, que només podrem seleccionar si el color del pulsador es blau, que té permís per anar a l'estat. Un cop seleccionat s'ha de validar amb el pulsador SPW del panell de control.

A la dreta tenim dos pulsadors on podem passar la seqüència de mode Manual a Automàtic o viceversa. A sobre d'ells hi ha un indicador on es veu el mode activat.

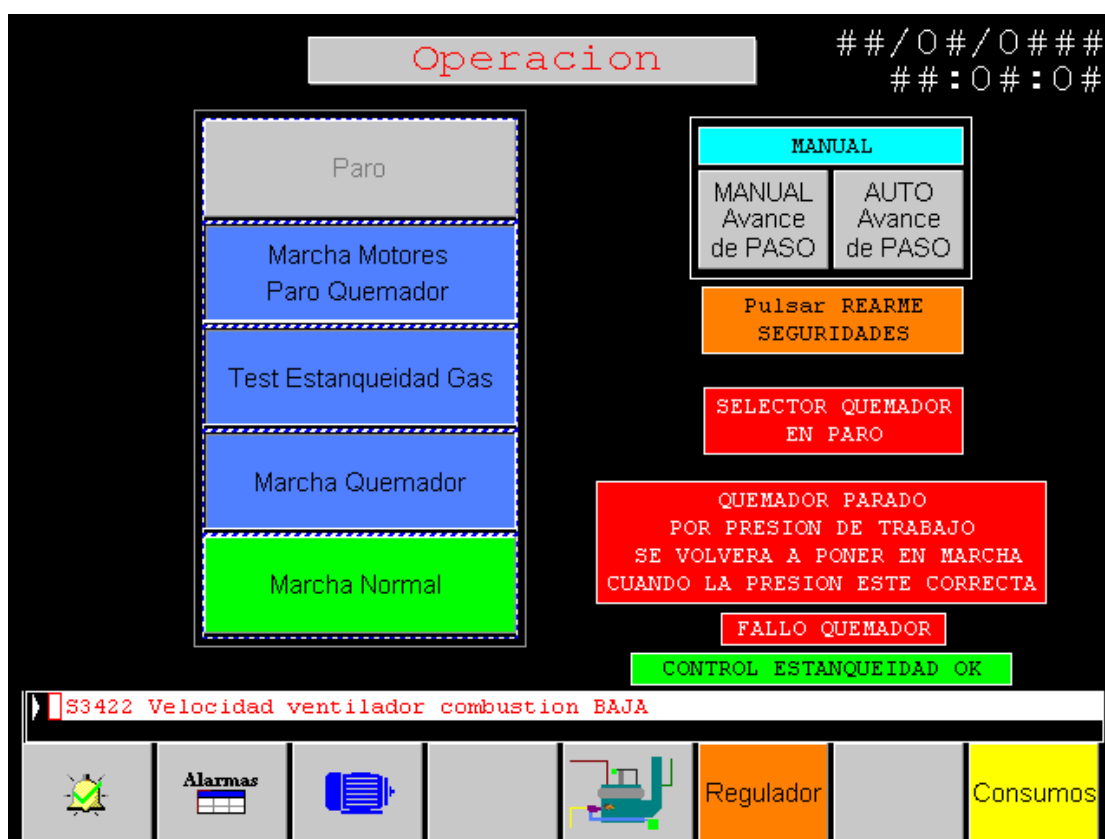


Figura 37. Pantalla OPERACIÓ

Sota els pulsadors de manual-automàtic tenim un pulsador de rearmament de seguretats que té la mateixa funció del pulsador del panell. A sota tenim indicadors amb els missatges vermells que informen d'anomalies que poden sorgir i que el fogoner haurà de solucionar per poder arrencar novament la caldera de vapor.

### 6.2.3. REGULADORS

En aquesta pantalla el fogoner podrà controlar en tot moment els llaços de regulació del procés, primer haurà de seleccionar el regulador per activar-lo i tot seguit els controls de l'esquerra s'activaran amb els indicadors SP i CV per el llaç seleccionat.

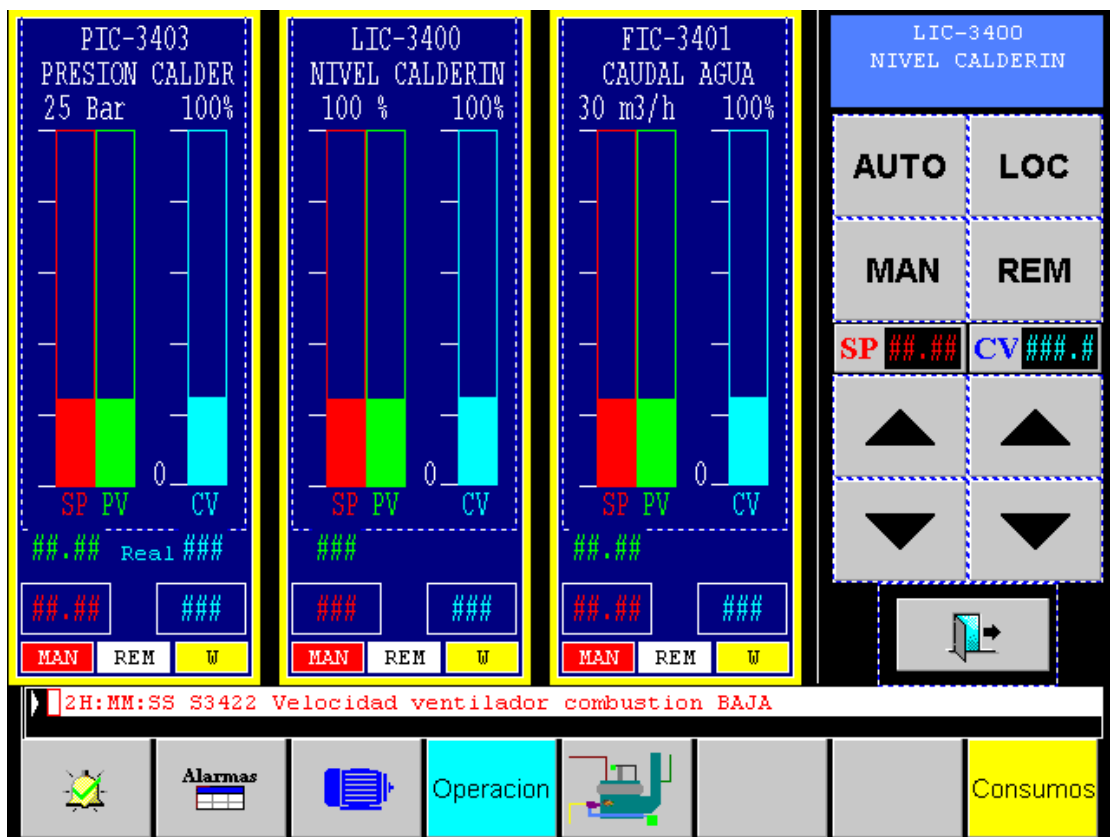


Figura 38. Pantalla REGULADORES

Cada regulador està compost per tres barres de gràfiques, la vermella representa la consigna SP, la verda representa la variable real mesurada PV i la blava representa la variable de sortida o control CV. Com es pot veure cada barra gràfica s'ha escalat igual que al PLC. Sota d'aquestes barres hi ha tres requadres que indiquen l'estat del regulador el primer indica automàtic o manual, el segon remot o local i el tercer si està bloquejat el regulador o no.

Aquesta pantalla es molt important perquè ràpidament el fogoner podrà fer un diagnòstic ràpid de com es troba la caldera i si vol canviar las condicions de procés ho haurà de fer a

través dels reguladors que cregui més adients.

#### 6.2.4. MOTORS

A aquesta pantalla és on es posen els motors en funcionament automàtic o en manual i on es rearmament si pateixen fallo tèrmic o fallo confirmació de marxa.

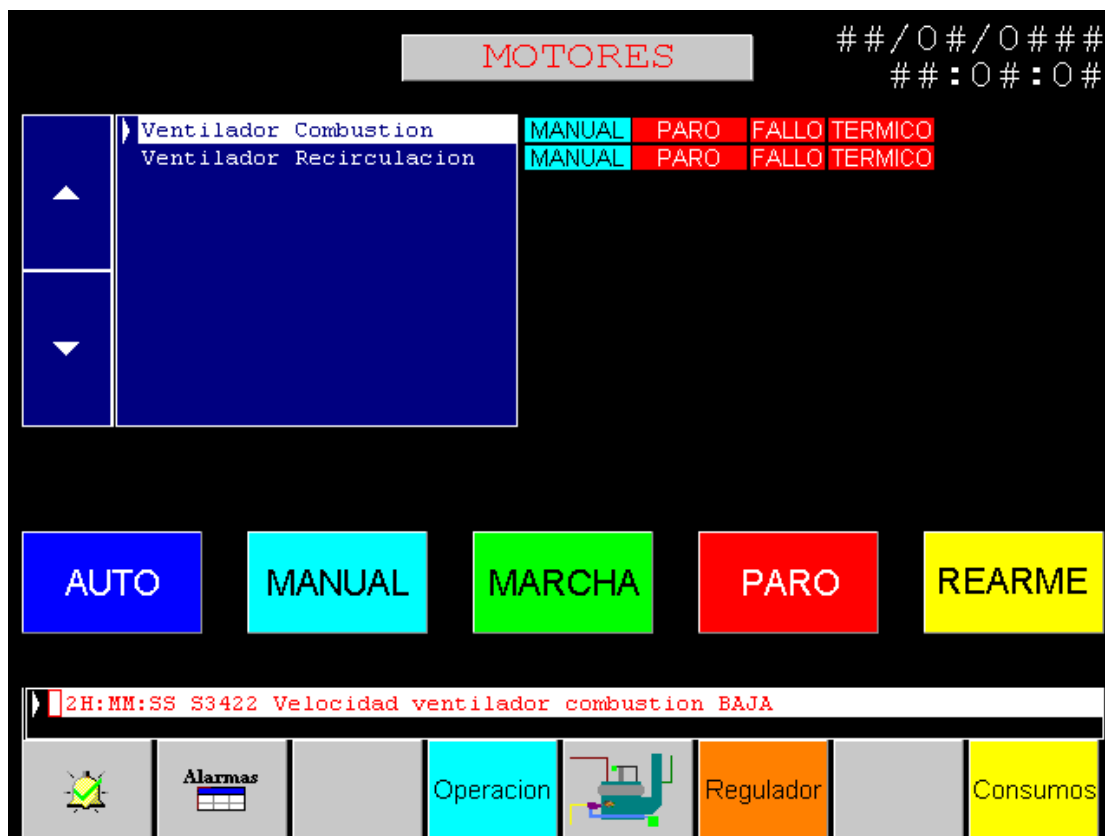


Figura 39. Pantalla MOTORS

Al requadre blau gran tenim dos polsadors amb el dibuix de fletxes que ens permeten ressaltar el motor que volem seleccionar. Un cop seleccionat els botons d'auto, manual, marxa, paro i rearmament actuen sobre aquell motor. Els requadres al costat dret de cada motor poden ressaltar tots els estats que es veuen a la figura 39.

#### 6.2.5. ALARMES

En aquesta pantalla surt tot l'històric d'alarmes fins a un total de 200 alarmes, ordenades per data d'aparició. Les que encara estiguin actives queden ressaltades en vermell canviant les

lletres del text a blanc. A totes les pantalles tenim el botó de la campaneta que és pe validar les alarmes activades. Pots investigar l'històric amb les fletxes amunt i avall. A l'annex A hi ha la taula amb el llistat de totes les alarmes del procés de la Caldera de vapor.

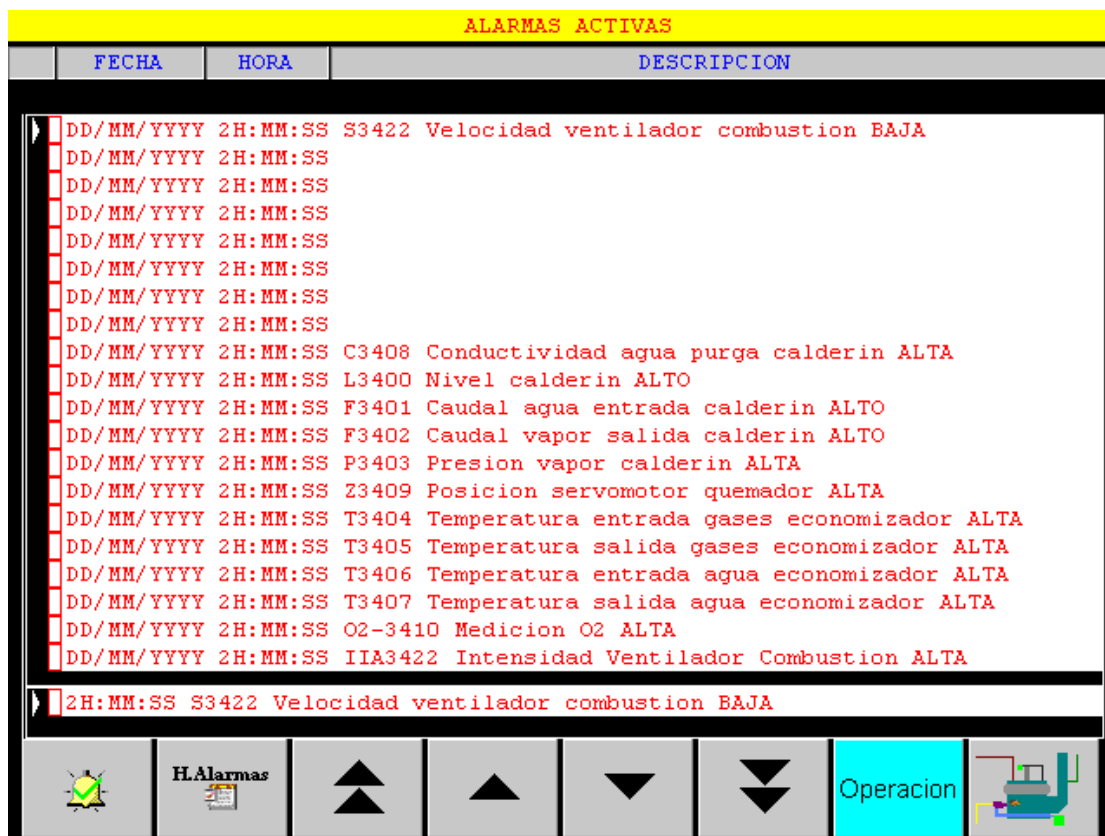


Figura 40. Pantalla MOTORS

### 6.2.6. CONSUMS

A La pantalla de consums podem veure una relació dels consums d'energia que té la caldera. Mostra el consum elèctric en kilowats hora (Kw/h), el consum de gas en metres cúbics (m³), el consum d'aigua en tones (Tn) i per acabar la producció de vapor de la caldera en tones (Tn). Aquesta pantalla té la opció de poder fer controls parcials per saber quins consums té la caldera amb els comptadors parcials. En canvi en els comptadors totals, es troben els consums acumulats.



Figura 41. Pantalla MOTORS

## **7. RESUM DEL PRESSUPOST**

El projecte de la caldera de vapor té un cost total de noranta-tres mil quatre-cents dinou amb divuit cèntims, sense IVA.

## 8. CONCLUSIONS

Aquesta automatització ha representat una millora tant en la seguretat, com en la integració de la informació i el control de la caldera, adaptant-se, a les noves necessitats de la fàbrica.

Des d'un punt de vista de la seguretat s'han mantingut aquelles que marca la normativa de calderes aqüotubulars, norma UNE-EN 12952. Referents a les condicions de seguretat amb el cremador mitjançant la cadena de seguretats de gas, cadena de bloqueig del cremador i referents a la obligatorietat de supervisió regular del fogoner, mitjançant l'alarma d'home mort.

S'han renovat tots els elements de control i supervisió que estaven obsolets. A nivell d'usuari, la implementació de la nova interfície de control ha fet que sigui més amigable per al fogoner i més intuïtiva, amb molta més informació a primera vista que amb el sistema antic de control, agilitzant la supervisió de tot el procés sense que l'operari hagi d'estar desplaçant-se constantment per tota la instal·lació. Tot això s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar la programació. A més, la informació de l'estat de la caldera, ara es pot veure a qualsevol punt de fàbrica amb un terminal que tingui l'SCADA.

A nivell de regulació s'han millorat el control de tots els llaços, això farà que se'ns dubte s'obtingui millor rendiment de la caldera de vapor, gràcies també, al canvi de la instrumentació per una més moderna e instal·lant-la on no hi havia abans. Els PID d'aquests llaços han estat ajustats amb les eines proporcionades pel el software de programació Logix5000 mitjançant la instrucció AUTOTUNE, encara que finalment, a la posta en marxa, s'han fet petits ajustaments dels paràmetres PID per afinar el seu funcionament, augmentant o disminuint la constant proporcional e integral per ajustar el temps de resposta del sistema i la derivativa quasi no l'hem hagut d'ajustar.

Per finalitzar, fer èmfasi, que a partir d'ara es poden controlar totes les variables de la caldera consultant l'SCADA. Que es tenen uns quadres elèctrics actualitzats i al dia en matèria de normativa, conjuntament amb tots els elements instal·lats a camp. D'aquesta s'ha optimitzat la seguretat en la instal·lació, tant per el propi procés, com per les persones que hi han de treballar.

Carlos Arjona Bollo

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 2 de juny de 2022

## **9. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Aquest projecte està constituït pels següents documents: memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.



## 10. BIBLIOGRAFIA

ABB - Programa de control estàndard 7.x del ACS800. Manual de firmware.

([https://library.e.abb.com/public/e8a8a4c1448cc4a3c12579900048098d/ES\\_ACS800\\_standard\\_ctr\\_prg\\_FW\\_L.pdf](https://library.e.abb.com/public/e8a8a4c1448cc4a3c12579900048098d/ES_ACS800_standard_ctr_prg_FW_L.pdf) , 2 de febrer de 2022)

EMERSON / ROSEMOUNT - productes d'instrumentació.

(<https://www.emerson.com/es-es/catalog/measurement-instrumentation--5?fetchFacets=true#facet:&partsFacet:&facetLimit:&productBeginIndex:0&partsBeginIndex:0&orderBy:&partsOrderBy:&pageView:grid&minPrice:&maxPrice:&pageSize:&facetRange:&> ,

2 de febrer de 2022)

ROCKWELL AUTOMATION - Guia de selecció FlexLogix

(<http://www.quantek.com.tw/pdf/FlexLogix%20Selection%20Guide.pdf>, 2 de febrer de 2022)

ROCKWELL AUTOMATION - Manual de referència - Instruccions generals dels controladors Logix 5000.

([https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm003\\_-es-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm003_-es-p.pdf), 2 de febrer 2022)

SIEMENS - Controls de cremador LOK16/LGK16 – Fitxer de característiques del producte.

(<https://sid.siemens.com/go/A6V10386069>, 2 de febrer de 2022)

SIEMENS - Sistema de comprovació per vàlvules automàtiques de tall

<https://sid.siemens.com/v/u/A6V10229085>, 2 de febrer de 2022)

SAMSON - EB 8384-3 ES Posicionador electropneumàtic Tipus 3730-3

(<https://www.samsongroup.com/document/e83844es.pdf>, 2 de febrer de 2022)

## 11. GLOSSARI

Ethernet: és un protocol de xarxa oberta per tot tipus d'aplicacions

GEMMA: Guia d'Estudi dels Modes de Marxes i de Parades

GRAFCET: Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition

LED: Light Emitting Diode

PID: Proportional-Integral-Derivative Controller

PLC: Programmable Logic Controller

## A ALARMES

A continuació a la taula 26 expliquem totes les alarmes que s'han programat a la Caldera de vapor. Aquestes alarmes, a més, de sortir al PanelView, s'envien al sistema SCADA de serveis generals on el client tindrà replicat la imatge del procés de la caldera de vapor.

TAG PROGRAMA	DESCRIPCIÓ
<i>AlarmesPanelView[0]</i>	STOP EMERGENCIA SALA CONTROL
<i>AlarmesPanelView[1]</i>	SÈRIE SEGURETATS CREMADOR
<i>AlarmesPanelView[2]</i>	SÈRIE SEGURETATS GAS
<i>AlarmesPanelView[3]</i>	FALLO CREMADOR
<i>AlarmesPanelView[4]</i>	FALLO CONTROL ESTANQUEÏTAT
<i>AlarmesPanelView[5]</i>	SÈRIE MAGNETOTÈRMICS FLEXIO
<i>AlarmesPanelView[6]</i>	FALLO TENSÍO POTÈNCIA
<i>AlarmesPanelView[7]</i>	ALARMA HOME MORT
<i>AlarmesPanelView[8]</i>	PARO HOME MORT
<i>AlarmesPanelView[9]</i>	FALLO COMUNICACIONS AMB PLC AUXILIAR
<i>AlarmesPanelView[10]</i>	ALARMA VENTILADOR RECIRCULACIÓ PARAT
<i>AlarmesPanelView[11]</i>	ALARMA POSICIÓ SERVO CREMADOR
<i>AlarmesPanelView[12]</i>	ALARMA SELECTOR CREMADOR PARAT
<i>AlarmesPanelView[13]</i>	LSH3411 NIVELL MÀXIM CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[14]</i>	LSL3412 NIVELL MÍNIM CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[15]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[16]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[17]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[18]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[19]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[20]</i>	LSH3411 NIVELL MÀXIM CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[21]</i>	LSL3412 NIVELL MÍNIM CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[22]</i>	LSLL3413 NIVELL MÍNIM 1ª SEGURETAT
<i>AlarmesPanelView[23]</i>	LSLL3414 NIVELL MÍNIM 2ª SEGURETAT
<i>AlarmesPanelView[24]</i>	PSH3415 PRESSÒSTAT DE TREBALL
<i>AlarmesPanelView[25]</i>	PSHH3416 PRESSÒSTAT DE SEGURETAT
<i>AlarmesPanelView[26]</i>	PSL3417 PRESSÒSTAT BAIXA PRESSIÓ AIRE COMBUSTIÓ
<i>AlarmesPanelView[27]</i>	PSH3418 PRESSÒSTAT SORTIDA GASOS
<i>AlarmesPanelView[28]</i>	PSLL3419 PRESSÒSTAT GAS MÍNIM

Taula 28. Llistat d'alarmes(1)

<b>TAG PROGRAMA</b>	<b>DESCRIPCIÓ</b>
<i>AlarmesPanelView[29]</i>	PSHH3420 PRESSÒSTAT GAS MÀXIM
<i>AlarmesPanelView[30]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[31]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[32]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[33]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[34]</i>	FAN3422 FALLO VENTILADOR COMBUSTIÓ
<i>AlarmesPanelView[35]</i>	FAN3423 FALLO VENTILADOR RECIRCULACIÓ
<i>AlarmesPanelView[36]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[37]</i>	FAN3422 FALLO TÈRMIC VENTILADOR COMBUSTIÓ
<i>AlarmesPanelView[38]</i>	FAN3423 FALLO TÈRMIC VENTILADOR RECIRCULACIÓ
<i>AlarmesPanelView[39]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[40]</i>	BAIXA CONDUCTIVITAT AIGUA PURGA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[41]</i>	NIVELL BAIX CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[42]</i>	CABAL BAIX D'AIGUA ENTRADA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[43]</i>	CABAL BAIX VAPOR SORTIDA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[44]</i>	BAIXA PRESSIÓ CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[45]</i>	POSICIÓ MÍNIMA SERVOMOTOR CREMADOR
<i>AlarmesPanelView[46]</i>	BAIXA Tª ENTRADA GASOS ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[47]</i>	BAIXA Tª SORTIDA GASOS ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[48]</i>	BAIXA Tª ENTRADA AIGUA ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[49]</i>	BAIXA Tª SORTIDA AIGUA ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[50]</i>	BAIXA MESURA O <sub>2</sub>
<i>AlarmesPanelView[51]</i>	BAIXA INTENSITAT VENTILADOR COMBUSTIÓ
<i>AlarmesPanelView[52]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[53]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[54]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[55]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[56]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[57]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[58]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[59]</i>	-----RESERVA-----
<i>AlarmesPanelView[60]</i>	ALTA CONDUCTIVITAT AIGUA PURGA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[61]</i>	NIVELL ALT CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[62]</i>	CABAL ALT D'AIGUA ENTRADA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[63]</i>	CABAL ALT VAPOR SORTIDA CALDERÍ
<i>AlarmesPanelView[64]</i>	ALTA PRESSIÓ CALDERÍ

Taula 29. Llistat d'alarmes(2).

<b>TAG PROGRAMA</b>	<b>DESCRIPCIÓ</b>
<i>AlarmesPanelView[65]</i>	POSICIÓ MÀXIMA SERVOMOTOR CREMADOR
<i>AlarmesPanelView[66]</i>	ALTA T <sup>a</sup> ENTRADA GASOS ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[67]</i>	ALTA T <sup>a</sup> SORTIDA GASOS ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[68]</i>	ALTA T <sup>a</sup> ENTRADA AIGUA ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[69]</i>	ALTA T <sup>a</sup> SORTIDA AIGUA ECONOMITZADOR
<i>AlarmesPanelView[70]</i>	ALTA MESURA O <sub>2</sub>
<i>AlarmesPanelView[71]</i>	ALTA INTENSITAT VENTILADOR COMBUSTIÓ

Taula 30. Llistat d'alarmes(3)

## B INTERCANVI DE DADES AMB PLC AUX\_CALD

A la taula 27 tenim un llistat de tots valors que s'envien al PLC AUX\_CALD. Per realitzar això s'ha creat una matriu de 50 paraules doble enter (DINT) anomenat ComPLC\_AUX\_CALD\_DadesEscritura[50].

TAG PER ENVIO AUX_CALD	DESCRIPCIÓ CALDERA VAPOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[0].0	ALARMA CLÀXON ACTIU
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].0	ALARMA PARO D'EMERGÈNCIA
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].1	SÈRIE SEGURETATS CREMADOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].2	SÈRIE SEGURETATS GAS
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].3	FALLO CREMADOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].4	FALLO CONTROL ESTANQUEÏTAT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].5	SÈRIE MAGNETOTÈRMICS FLEXIO
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].6	FALLO TENSIÓ POTÈNCIA
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].7	ALARMA HOME MORT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].8	PARO HOME MORT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].9	FALLO COMUNICACIONS AMB AUX_CALD
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].10	ALR.VENTILADOR RECIRCULACIÓ PARAT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[1].11	ALR. POSICIÓ SERVO CREMADOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].0	ALR. LSH3411 NIVELL MÀXIM CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].1	ALR. LSL3412 NIVELL MÍNIM CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].2	ALR. LSLL3413 NIVELL MÍNIM 1 <sup>a</sup> SEGUR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].3	LSLL3414 NIVELL MÍNIM 2 <sup>a</sup> SEGURETAT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].4	PSH3415 PRESSÒSTAT DE TREBALL
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].5	PSHH3416 PRESSÒSTAT DE SEGURETAT
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].6	PSL3417 PRESSÒSTAT AIRE COMBUSTIÓ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].8	PSH3418 PRESSÒSTAT SORTIDA GASOS
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].9	PSLL3419 PRESSÒSTAT GAS MÍNIM
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[2].10	PSHH3420 PRESSÒSTAT GAS MÀXIM
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[3].0	FAN3422 FALLO VENT. COMBUSTIÓ

Taula 31. Dades enviades PLC\_AUX\_CALD(1)

<b>TAG PER ENVIO AUX_CALD</b>	<b>DESCRIPCIÓ CALDERA VAPOR</b>
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[3].1	FAN3423 FALLO VENT. RECIRCULACIÓ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[3].2	FAN3422 FALLO TÈRMIC VC.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[3].3	FAN3423 FALLO TÈRMIC VR.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].0	BAIXA CONDUCTIVITAT AIGUA PURGA C.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].1	NIVELL BAIX CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].2	CABAL BAIX D'AIGUA ENTRADA CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].3	CABAL BAIX VAPOR SORTIDA CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].4	BAIXA PRESSIÓ CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].5	POSICIÓ MÍNIMA SERVO CREMADOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].6	BAIXA Tª ENTRADA GASOS ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].7	BAIXA Tª SORTIDA GASOS ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].8	BAIXA Tª ENTRADA AIGUA ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].9	BAIXA Tª SORTIDA AIGUA ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].10	BAIXA MESURA O <sub>2</sub>
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[4].11	BAIXA INTENSITAT VENTILADOR COMB.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].0	ALTA CONDUCTIVITAT AIGUA PURGA C.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].1	NIVELL ALT CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].2	CABAL ALT D'AIGUA ENTRADA CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].3	CABAL ALT VAPOR SORTIDA CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].4	ALTA PRESSIÓ CALDERÍ
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].5	POSICIÓ MÀXIMA SERVO CREMADOR
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].6	ALTA Tª ENTRADA GASOS ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].7	ALTA Tª SORTIDA GASOS ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].8	ALTA Tª ENTRADA AIGUA ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].9	ALTA Tª SORTIDA AIGUA ECO.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].10	ALTA MESURA O <sub>2</sub>
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[5].11	ALTA INTENSITAT VENTILADOR COMB.
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[10]	L3400.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[11]	T3505.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[12]	T3407.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[13]	T3404.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[14]	F3402.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[15]	F3401.PV

Taula 32. Dades enviades PLC\_AUX\_CALD(2)

<b>TAG PER ENVIO AUX_CALD</b>	<b>DESCRIPCIÓ CALDERA VAPOR</b>
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[16]	PV.DisplayTempsVigilancia
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[17]	F3421.PV
ComPLC_AUX_CALD_DadesEscritura[18]	Data.Segons

Taula 33. Dades enviades PLC\_AUX\_CALD(3)



## **C. PROGRAMACIÓ**

Tots els programes estan fets amb el software original de Rockwell Automation, Logix5000 per la CPU, Panelbuilder per al PanelView i RsNetworx per la xarxa ControlNet.

Tots els programes realitzats es troben adjunts dins la carpeta 1.Memòria/Programes.