UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

Carles Cervantes Ricaldi
Mario Fernández Herrán
Adrian Leo Herrera
Eric Miras Brea
Leandro Rafaelich Piulats
Uc Riera Rojas

TUTOR
Josep Anton Torà

CC BY SA

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Escola d'Enginyeria

FORMATECH
SOLUCIONS INDUSTRIALS

PLANTA DE PRODUCCIÓ DE FORMALDEHID

PROJECTE DE FI DE GRAU
Enginyeria Química

Juny 2026

CAPÍTOL 3: CONTROL I INSTRUMENTACIÓ

Taula de continguts

3.1. Introducció 8

3.2. Fonaments del sistema de control 8

3.2.1. Definició de les variables de procés 8

3.2.1.1. Variables d'entrada 8

3.2.1.2. Variables de sortida 9

3.2.2. Paràmetres tècnics de la instrumentació 9

3.2.3. Elements constitutius d'un llaç de control 10

3.3. Normativa, nomenclatura i simbologia 12

3.3.1. La normativa ISA-5.1 12

3.3.2. Codificació d'instruments (TAG) 12

3.3.3. Simbologia gràfica i línies de transmissió 15

3.3.4. Simbologia de vàlvules i estats de fallada 16

3.3.5. Arquitectura del sistema de control 18

3.3.6. Estratègies de configuració del control 18

3.3.7. Interfície Home-Màquina (HMI) i SCADA 19

3.3.7.1. Definició i jerarquia 19

3.3.7.2. Funcions principals en la nostra instal·lació 19

3.3.7.3. Seguretat i Operativitat 20

3.4 Instrumentació a la planta 20

3.4.1 Sensors de nivell 20

3.4.2 Sensors de pressió 26

3.4.3 Sensors de cabal 30

3.4.4 Sensors de temperatura 34

3.4.5. PLC 38

3.4.6. Estació remota 40

3.4.5. Recompte senyals d'instrumentació 41

3.5. Llistat de llaços de control de la planta 42

3.5.1. Emmagatzematge de metanol 43

3.5.2. Zona de reacció 44
3.5.3. Zona de separació 45
3.5.4. Emmagatzematge formaldehid 46

3.6. Llistat d'instrumentació de la planta 47
3.6.1. Zona emmagatzematge metanol 47
3.6.2. Zona de reacció 51
3.6.3. Zona de separació 55
3.6.4. Zona emmagatzematge formaldehid 60

3.7. Descripció i diagrama dels llaços de control 64
3.7.1. Tancs de metanol 64
3.7.1.1. Control de nivell 64
3.7.1.2. Control de pressió 66
3.7.1.3. Control de cabal 68
3.7.2. Bufadors 70
3.7.2.1. Control de pressió 70
3.7.3. Bescanviador de calor 72
3.7.3.1. Control de temperatura 72
3.7.4. Reactors 76
3.7.4.1. Control de cabal 76
3.7.4.2. Control de pressió 78
3.7.4.3. Control de temperatura 80
3.7.5. Columna de destil·lació 82
3.7.5.1. Control de pressió 82
3.7.5.2. Control de temperatura fons 84
3.7.5.3. Control de nivell 86
3.7.5.4. Control de cabal 88
3.7.6. Tanc pulmó 90
3.7.6.1. Control nivell 90
3.7.7. Columna d'absorció 92
3.7.7.1. Control de cabal 92
3.7.7.2. Control de pressió 94
3.7.7.3. Control de nivell 96

3.7.8. Tancs de formaldehid 98
3.7.8.1. Control de nivell 98
3.7.8.2. Control de pressió 100
3.7.8.3. Control de temperatura 102
3.8. Bibliografia 104

3. Control i instrumentació

3.1. Introducció

La instrumentació i el control de processos constitueixen el sistema nerviós de qualsevol instal·lació industrial moderna. Un cop definit el disseny dels equips al Capítol 2, es fa imprescindible implementar un sistema que permeti mesurar, transmetre i actuar sobre les variables del procés en temps real per assegurar que la planta operi de manera eficient, rendible i segura.

3.2. Fonaments del sistema de control

L'enginyeria de control en una planta química té com a objectiu principal mantenir les condicions d'operació dins d'uns marges prefixats, garantint així la seguretat del personal, la integritat dels equips i la qualitat del producte final on el sistema de control actua com el mecanisme regulador que corregeix les desviacions del procés de manera automàtica i contínua.

El principi fonamental d'aquest sistema es basa en la capacitat de mesurar magnituds físiques, processar la informació i executar accions sobre el procés per minimitzar la diferència entre el valor real d'una variable i el seu valor desitjat o punt de consigna (Setpoint).

3.2.1. Definició de les variables de procés

Per establir una estratègia de control eficaç a la planta, és necessari categoritzar les diferents variables que intervenen en el sistema segons la seva naturalesa i el seu comportament.

3.2.1.1. Variables d'entrada

Les variables d'entrada són aquells paràmetres que incideixen directament sobre el sistema des de l'exterior. Es divideixen en:

- **Variables manipulades:** Són les variables que el sistema de control o un operador pot ajustar activament per mantenir el procés en l'estat desitjat.

  Un exemple de la nostra planta podria ser el cabal de metanol d'alimentació o el cabal de l'aigua de refrigeració que circula pel reactor.

- **Pertorbacions:** Són variables d'entrada que no podem controlar i que alteren l'equilibri del procés.

  Poden ser externes, com en la nostra planta, la temperatura de l'aire ambient, o internes, com en la nostre planta les fluctuacions en la pressió de vapor de la xarxa de serveis.

3.2.1.2. Variables de sortida

Representen la resposta del procés davant les variables d'entrada. Es classifiquen en:

- **Variables controlades:** Són els paràmetres més crítics que volem mantenir estables.

  Per a la nostre planta, per exemple, algunes variables controlades principals són la temperatura de la reacció al reactor de plata i la concentració de formaldehid a la sortida.

- **Variables no mesurades:** Aquelles que, tot i ser rellevants per al procés, no es monitoritzen en temps real per la seva dificultat tècnica de mesura o perquè la seva evolució es pot deduir a partir de les variables controlades.

3.2.2. Paràmetres tècnics de la instrumentació

Per a la correcta selecció, calibratge i operació dels equips de la planta, és necessari definir els paràmetres tècnics que descriuen el comportament i la precisió dels instruments de mesura i control. [1]

- **Rang de mesura:** Es defineix com l'interval de valors de la variable mesurada compresos entre els límits superior i inferior de la capacitat de mesura o de transmissió de l'instrument.

- **Abast:** Representa la diferència entre els valors superior i inferior del camp de mesura de l'equip.

- **Error o Offset:** És la diferència entre el valor mostrat per l'instrument en un instant determinat i el valor real de la variable mesurada. En el control de processos, es busca minimitzar aquest valor per garantir que el sistema operi al punt de consigna o Setpoint.

- **Exactitud i precisió:** L'exactitud es refereix a la capacitat de l'instrument per donar lectures pròximes al valor real de la magnitud, mentre que la precisió

defineix l'interval on és admissible que es trobi el valor mesurat segons les especificacions del fabricant.

- **Zona morta:** És el camp de valors de la variable d'entrada que no produeix cap variació en el senyal de sortida de l'instrument. S'expressa normalment com un percentatge de l'abast de la mesura.
- **Sensibilitat:** És la ràtio entre l'increment de la lectura de sortida i l'increment de la variable que l'ocasiona, un cop l'instrument ha assolit l'estat de repòs.
- **Histèresi:** Fenómen que es produeix quan el senyal de sortida de l'instrument depèn de la direcció (ascendent o descendent) en què s'ha assolit el valor de la variable, generant diferències en la resposta.
- **Resolució:** Es defineix com l'increment més petit de la variable mesurada que és capaç de generar un canvi detectable en la lectura o el senyal de sortida de l'instrument.
- **Estabilitat:** Capacitat d'un instrument o sistema de control per produir una sortida acotada i constant davant d'una entrada especificada, independentment del seu estat inicial.
- **Repetibilitat:** Indica la capacitat d'un instrument per mostrar el mateix senyal de sortida en realitzar diverses mesures sota les mateixes condicions i al llarg del temps.

La comprensió d'aquests paràmetres és essencial per al disseny de la planta , ja que permeten assegurar que el sistema de control respondrà amb la precisió necessària davant les exigents condicions d'operació.

3.2.3. Elements constitutius d'un llaç de control

Perquè el sistema de control pugui actuar de manera autònoma sobre el procés, cal establir un flux continu d'informació a través de diversos components físics connectats en el que s'anomena un llaç de control tancat. Cada element té una funció específica en la cadena de transmissió i processament de dades:

- **Element primari o Sensor:** És el dispositiu que es troba en contacte directe amb el procés i s'encarrega de mesurar la variable d'interès. La seva funció és transformar una magnitud física en un senyal que pugui ser interpretat (per exemple, la variació de resistència elèctrica en una PT100 segons la temperatura del reactor).

- **Transmissor:** És l'equip que rep el senyal del sensor i el condiciona per ser enviat a distància. La seva missió és estandarditzar la mesura en un senyal de transmissió universal, que en la nostra planta serà elèctric de 4-20 mA, per minimitzar les interferències i la pèrdua de precisió durant el trajecte fins a la sala de control.
- **Controlador:** Rep el senyal del transmissor, el compara amb el Setpoint i calcula el valor de l'error. Mitjançant un algoritme programat, determina l'acció correctiva necessària i genera un senyal de sortida cap a l'actuador.

Aquest algoritme pot ser de quatre tipus[2]:

- **Control Tot o Res (On/Off):** És l'estratègia més simple on l'actuador només té dues posicions (obert o tancat).
- **Acció Proporcional (P):** Aquest mode genera una resposta que és directament proporcional a la magnitud de l'error detectat en el moment de la mesura. Tot i ser l'acció més ràpida i senzilla d'implementar, presenta l'inconvenient de no poder eliminar completament la desviació, generant un error residual permanent anomenat offset. Aquest tipus de control es reserva per a llaços on l'exactitud absoluta no és crítica.
- **Acció Proporcional-Integral (PI):** L'acció integral es suma a la proporcional per tenir en compte la persistència de l'error al llarg del temps, la qual cosa permet corregir el sistema fins a eliminar completament l'error estacionari. Aquest mode és ideal per al control de variables on es requereix una estabilitat total en el règim permanent.
- **Acció Proporcional-Integral-Derivativa (PID):** Constitueix el sistema de control més avançat en afegir una component que analitza la velocitat de canvi de l'error per anticipar-se a la seva evolució futura. L'acció derivativa actua com un mecanisme de predicció que frena el sistema quan s'apropa ràpidament al punt de consigna, evitant sobre oscil·lacions brusques.
- **Element final de control o Actuador:** És el component encarregat de modificar físicament la variable manipulada per corregir la desviació del sistema.

La interconnexió d'aquests quatre elements permet que la planta s'autoreguli constantment, compensant qualsevol pertorbació i mantenint l'operació en un estat estacionari segur.

3.3. Normativa, nomenclatura i simbologia

L'enginyeria de processos requereix un llenguatge universal que permeti la comunicació precisa entre els diferents departaments implicats en el cicle de vida d'una planta: des del disseny i la construcció fins a l'operació i el manteniment. Sense un sistema estandarditzat, la interpretació dels diagrames complexos de la nostra instal·lació podria donar lloc a ambigüitats perilloses.

En aquest apartat s'estableixen les regles per a la representació gràfica i la codificació de tota la instrumentació que formarà part de la nostra planta de formalina. Aquest marc normatiu s'aplicarà de manera rigorosa tant en els diagrames de canonades i instrumentació com en els índexs d'instruments i les fulles de dades tècniques.

3.3.1. La normativa ISA-5.1

L'estàndard escollit per a la identificació i representació dels sistemes de control a la nostra planta és la norma ANSI/ISA-5.1-2009 [3]. Aquesta normativa és la referència més reconeguda a nivell mundial en el sector de la química industrial i l'automatització.

La norma ISA-5.1 no és simplement un llistat de símbols, sinó un sistema lògic i flexible que compleix diferents punts com:

- **Uniformitat en la identificació:** Proporciona un mètode sistemàtic per assignar un codi únic, anomenat TAG, a cada instrument. Aquest codi indica, de manera immediata, quina és la variable que es mesura i quina és la funció de l'instrument.
- **Simbologia gràfica estandarditzada:** Defineix la geometria i les línies que s'han de dibuixar en els diagrames.
- **Seguretat i claredat operativa:** En seguir una norma internacional, ens assegurem que qualsevol tècnic o enginyer extern a la nostra planta pugui comprendre el funcionament dels llaços de control sense necessitat d'explicacions addicionals, la qual cosa és un requisit indispensable per complir amb les normatives de seguretat vigents.

3.3.2. Codificació d'instruments (TAG)

Seguint les directrius de la norma ISA-5.1, cada instrument de la nostra instal·lació s'identifica mitjançant un codi únic anomenat TAG. En la Taula 3.1 es poden veure el que representen les diferents lletres en aquest TAG [3].

Taula 3.1. Lletres d'identificació d'instruments (ISA-5.1).

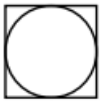
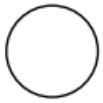
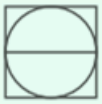
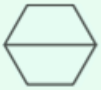
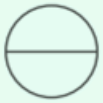
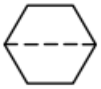
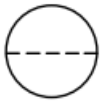
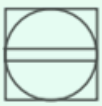
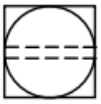
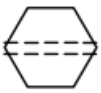
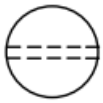
Lletra	1a lletra		Lletres posteriors		
	Variable mesurada	Modificador de variable	Funció de lectura	Funció de sortida	Modificador de funció
A	Anàlisi		Alarma		
B	Cremador, Combustió		Elecció de l'usuari	Elecció de l'usuari	Elecció de l'usuari
C	Elecció de l'usuari			Control	Tancar
D	Elecció de l'usuari	Diferència, Diferencial			Desviació
E	Tensió		Sensor, element primari		
F	Cabal	Relació			
G	Elecció de l'usuari		Vidre, manòmetre, visor		
H	Manual				Alt
I	Corrent elèctric		Indicador		
J	Potència		Escanejar		
K	Temps	Taxa de canvi temporal		Estació de control	
L	Nivell		Llum		Baix
M	Elecció de l'usuari				Mig,
N	Elecció de l'usuari		Elecció de l'usuari	Elecció de l'usuari	Elecció de l'usuari

Lletra	1a lletra		Lletres posteriors		
O	Elecció de l'usuari		Orifici, restricció		Obert
P	Pressió, buit		Punt de prova de connexió		
Q	Quantitat	Integrar, totalitzar	Integrar, totalitzar		
R	Radiació		Registre		Executar
S	Velocitat, freqüència	Seguretat		Interruptor	Aturar
T	Temperatura			Transmissor	
U	Multivariable		Multifunció	Multifunció	
V	Vibració, anàlisi mecànica			Vàlvula, reixeta	
W	Pes , força		Pou, sonda		
X	No classificat	Eix X	Dispositius accessoris, no classificat	No classificat	No classificat
Y	Esdeve-niment, estat, presència	Eix Y		Dispositius auxiliars	
Z	Posició, dimensió	Eix Z, sistema instrumentat de seguretat		Conductor, actuador, element final de control no classificat	

3.3.3. Simbologia gràfica i línies de transmissió

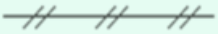
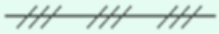
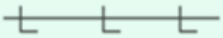
La representació gràfica de la instrumentació en els diagrames P&ID segueix una convenció de formes geomètriques que informen sobre l'accessibilitat i la ubicació física de cada element. A més, s'utilitzen diferents traços per identificar la naturalesa dels senyals de transmissió. En la Taula 3.2 es pot veure la simbologia dels dispositius d'instrumentació [3].

Taula 3.2. Simbologia dels dispositius d'instrumentació (ISA-5.1).

Ubicació	Opció primària o BPCS (A)	Opció alternativa o SIS (B)	Sistemes informàtics i programari (C)	Discret (D)
Muntat en camp				
Panell principal, accessible				
Panell principal, inaccessible				
Panell auxiliar, accessible				
Panell auxiliar, inaccessible				

Per connectar aquests símbols, la normativa defineix traços específics que eviten confusions entre el transport de producte i el transport de dades que es poden observar en la Taula 3.3.

Taula 3.3. Simbologia de línies d'instrumentació (ISA-5.1).

Definició	Representació
Connexió a procés o enllaç mecànic o alimentació de instruments	
Senyal neumàtica	
Senyal elèctrica	
Senyal elèctrica (alternatiu)	
Tub capil·lar	
Senyal sonora o electromagnètica guiada (inclou calor, radio, nuclear, llum)	
Senyal sonora o electromagnètica guiada (inclou calor, radio, nuclear, llum)	
Senyal sonora o electromagnètica no guiada	
Connexió de software o dades	
Connexió mecànica, Senyal hidràulica	

3.3.4. Simbologia de vàlvules i estats de fallada

Els elements finals de control més comuns a la nostra planta són les vàlvules de control automàtiques. Segons la normativa ISA-5.1, la representació bàsica d'una vàlvula és el símbol de "llaç"  , al qual se li afegeix el símbol de l'actuador a la part superior. A la Figura 3.1 es poden veure els actuadors més típics.

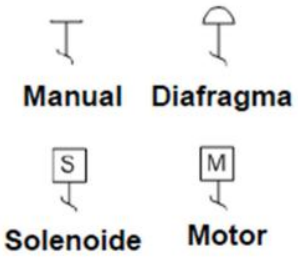


Figura 3.1. Representació dels actuadors més típics.

Un aspecte vital en el disseny és la definició de la posició de fallada. Aquest paràmetre determina quina configuració mecànica adoptarà la vàlvula si es produeix una pèrdua total d'energia, garantint sempre la seguretat de la planta.

A la nostra instal·lació farem servir les següents nomenclatures:

- **Fail Close (FC):** La vàlvula es tanca automàticament mitjançant l'acció d'una molla interna si es perd el senyal.
- **Fail Open (FO):** La vàlvula s'obre completament en cas de fallada.
- **Fail Last / Locked (FL):** La vàlvula manté l'última posició que tenia abans de la pèrdua de senyal.

A continuació es presenta una taula de les vàlvules de control i la seva posició de fallada

Taula 3.4. Vàlvules de control i la seva posició de fallada.

Àrea 100		Àrea 200		Àrea 300		Àrea 500	
VGC-101	Fail Open	**VGC-201**	Fail Close	**VGC-301**	Fail Close	**VGC-501**	Fail Close
VGC-102	Fail Open	**VGC-202**	Fail Open	**VGC-302**	Fail Close	**VGC-502**	Fail Close
VGC-103	Fail Open	**VGC-203**	Fail Close	**VGC-303**	Fail Close	**VGC-503**	Fail Open
VGC-104	Fail Open	**VGC-204**	Fail Open	**VGC-304**	Fail Close	**VGC-504**	Fail Open
VBC-101	Fail Close	**VPC-201**	Fail Open	**VGC-305**	Fail Close	**VGC-505**	Fail Open
VBC-102	Fail Close	**VPC-202**	Fail Open	**VGC-306**	Fail Close	**VGC-506**	Fail Open
VBC-103	Fail Close	**VPC-203**	Fail Open	**VGC-307**	Fail Close	**VBC-501**	Fail Close
VBC-104	Fail Close	**VPC-204**	Fail Open	**VGC-308**	Fail Close	**VBC-502**	Fail Close
PSV-101	-	**PSV-201**	-	**VPC-301**	Fail Open	**VBC-503**	Fail Close
PSV-102	-	**PSV-202**	-	**VPC-302**	Fail Open	**VBC-504**	Fail Close
				VPC-303	Fail Open	**PSV-501**	-
				VRP-301	Fail Close	**PSV-502**	-
				PSV-301	-		
				PSV-302	-		
				PSV-303	-		

3.3.5. Arquitectura del sistema de control

L'arquitectura defineix com es distribueixen les funcions de control i supervisió al llarg de la instal·lació. Per a la nostra planta, considerem dues configuracions principals segons la seva jerarquia i distribució física:

- **Control Centralitzat:** Tots els senyals dels sensors s'envien a un únic controlador central que processa la informació i envia les ordres als actuadors. Tot i que és més econòmic per a plantes petites, presenta el risc d'un "punt únic de fallada": si el controlador central falla, tota la planta s'atura.
- **Sistema de Control Distribuït:** En aquesta arquitectura, les tasques de control es reparteixen entre diversos controladors autònoms connectats per una xarxa de comunicació d'alta velocitat. Cada unitat funcional de la nostra planta (per exemple, el reactor o la columna d'absorció) pot tenir el seu propi mòdul de control. Això augmenta la fiabilitat i facilita l'ampliació de la planta en el futur.

3.3.6. Estratègies de configuració del control

- **Retroalimentació (Feedback):** És la configuració clàssica on el controlador actua un cop s'ha detectat una desviació en la sortida del procés. És un mètode reactiu que busca corregir l'error ja existent.
- **Anticipatiu (Feedforward):** Mesura les pertorbacions a l'entrada del procés i actua preventivament abans que aquestes afectin la variable principal. Millora el temps de resposta davant canvis previstos en les condicions del corrent.
- **Control en Cascada:** Estructura de dos llaços on la sortida del controlador mestre (variable principal) defineix el punt de consigna del controlador esclau (variable secundària). És vital per eliminar pertorbacions en els serveis auxiliars (com canvis de pressió en l'aigua de refrigeració) abans que afectin la temperatura del reactor.
- **Control de Relació (Ratio):** Manté una proporció fixa i constant entre dos corrents de procés.
- **Rang Partit (Split Range):** Un únic controlador gestiona dos o més actuadors amb funcions oposades.
- **Control de Selecció (Override):** Diversos controladors competeixen per gestionar un mateix actuador a través d'un selector de mínim o màxim. S'aplica per motius de seguretat, permetent que un control de pressió "sobrepassi" el de cabal si se superen els límits de disseny de l'equip.

- **Control Predictiu (MPC):** Estratègia avançada que utilitza un model matemàtic per predir el comportament de la planta a futur i optimitzar múltiples variables simultàniament.

3.3.7. Interfície Home-Màquina (HMI) i SCADA

Perquè la nostra planta funcioni de manera eficient, no n'hi ha prou amb tenir controladors potents; és imprescindible que l'operari pugui visualitzar, supervisar i actuar sobre el procés en temps real. Aquesta funció es realitza a través dels sistemes HMI (*Human-Machine Interface*) i SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) [1] [4] .

3.3.7.1. Definició i jerarquia

Mentre que l'HMI es refereix al dispositiu o pantalla específica (sovint ubicada a peu de planta o integrat en un panell local) que permet la interacció directa amb una màquina, el SCADA és un sistema de programari més ampli que s'executa en un ordinador central a la sala de control. El SCADA integra múltiples HMI i es comunica amb els diversos PLC o DCS de la instal·lació per centralitzar tota la informació.

3.3.7.2. Funcions principals en la nostra instal·lació

Un sistema SCADA modern per a la nostra planta ha de complir quatre funcions crítiques:

- **Visualització de procés:** Mitjançant representacions gràfiques simplificades dels equips, l'operari pot veure en temps real l'estat de les vàlvules, la marxa dels motors i els valors de les variables de procés .
- **Supervisió i control:** Permet a l'operari modificar els punts de consigna (*Setpoints*), canviar els llaços de control de mode automàtic a manual en cas d'incidència, o forçar l'obertura i el tancament d'actuadors si la seqüència de procés ho requereix.
- **Gestió d'alarmes:** És el mòdul encarregat de notificar situacions anòmales. Les alarmes es classifiquen per prioritats i obliguen l'operari a reconèixer-les per assegurar-se que cap desviació, com un augment sobtat de la pressió al reactor, passi desapercebuda.
- **Històric de dades:** El sistema registra i emmagatzema cada segon el valor de totes les variables. Això és fonamental per a l'anàlisi posterior, el càlcul de rendiments i l'optimització de la planta, ja que permet comparar el comportament actual amb situacions passades.

3.3.7.3. Seguretat i Operativitat

L'HMI/SCADA també actua com a barrera de seguretat. Mitjançant la jerarquia d'usuaris, es restringeix l'accés a determinades funcions crítiques. A més, en el context de la nostra planta, un disseny ergonòmic de la interfície és clau per reduir l'estrès de l'operari i minimitzar els errors humans en situacions d'emergència.

3.4 Instrumentació a la planta

En aquest apartat es presentaran els diferents instruments fets servir en les plantes amb el full d'especificacions de cadascun així com una petita justificació d'en quins equips es posa cada controlador.

3.4.1 Sensors de nivell

S'han instal·lat tres tipus de sensors de nivell en la planta depenent de les condicions d'operació de cada equip i les seves necessitats. Tots els sensors són de l'empresa Endress + Hauser.

El primer full d'especificacions és el del model Levelflex FMP50 [5] :

Taula 3.5. Full d'especificacions de Levelflex FMP50

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de nivell**
	Àrea	100/500	**Localització**	Tarragona	

Identificació		
Denominació	Element primari de nivell	
Ítem	LIS-TE101-1/LIS-TE102-1	LIS-TE501-1/LIS-TE502-1
Llaç de control	L-TE101-1/L-TE102-1	L-TE501-1/L-TE502-1
Fluid	Metanol/Formaldehid	
Estat	Líquid	

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-20	20	80
Pressió (bar)	0	1	6

Dades d'operació	
Element de mesura	Sensor de nivell
Alimentació	11,5-30 v dc
Senyal de sortida	4-20ma
Variable de mesura	Nivell continu
Precisió	±2 mm
Temps de resposta (s)	< 0,8
Indicador de camp	Sí

Dades de construcció	
Model	Levelflex fmp50
Element sensor	Sonda de radar d'ona guiada (cable)
Conexió a procés	Brida uni
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	9300/104
Material en contacte amb el fluid	316l
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	5,87
Atex	Sí
Quantitat	4

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de nivell**
	Àrea	100/500	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)	80				
T. Ambient mín (ºC)	-20				
Orientació	Vertical				
Empresa	Endress+Hauser 				

El sensor Levelflex FMP50 es farà servir als tancs d'emmagatzematge tant de metanol com de formaldehid per la seva mesura de nivell contínua. En tractar-se de tancs verticals que operen a pressió atmosfèrica, però amb un matalàs de nitrogen el pols electromagnètic guiat és el més fiable ,ja que en viatjar al llarg de la sonda la lectura no es veu afectada per variacions exteriors.

El següent full d'especificacions és el del model Deltabar PMD63B [6] :

Taula 3.6. Full d'especificacions Deltabar PMD63B

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió diferencial**
	Àrea	300	**Localització**	Tarragona	

Identificació			
Denominació	Element primari de nivell		
Ítem	LIS-AC301-1	LIS-DC301-1	LIS-TP301-1
Llaç de control	L-AC301-1	L-DC301-1	L-TP301-1
Fluid	Formaldehid/Metanol/Aigua		
Estat	Líquid en ebullició/Líquid		
Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-70	20	250
Pressió (bar)	0	1	240
Dades d'operació			
Element de mesura	Sensor de pressió		
Alimentació	10,5-35 V DC		
Senyal de sortida	4-20mA		
Variable de mesura	Pressió diferencial		
Precisió	±0,075 %		
Temps de resposta (s)	< 1,5		
Indicador de camp	Sí		
Dades de construcció			
Model	Deltabar PMD63B		
Element sensor	Cèl·lula de silici monocristal·lí		
Conexió a procés	Doble brida DN50		
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	No aplica/85		
Material en contacte amb el fluid	316L		
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa		
Pes (kg)	7,5		
Atex	Sí		
Quantitat	3		

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió diferencial**
	Àrea	300	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)	85				
T. Ambient mín (ºC)	-40				
Orientació	Vertical				
Empresa	Endress+Hauser 				

El sensor Deltabar PMD63B és un sensor de pressió diferencial entre dos punts, però es fa servir per mesurar nivell de manera indirecta a través de la pressió hidrostàtica.

S'instal·la en les dues columnes ja que el fons de les columnes treballa en condicions turbulentes amb formació d'escumes que podria donar error en uns sensors normals de nivell. Es col·loca una presa del sensor a la part superior de la columna on no hi ha líquid i l'altre al fons sempre inundat pel líquid per poder mesurar indirectament el nivell. També es farà servir en el tanc pulmó de la columna de destil·lació, ja que al ser tan petit un radar de nivell normal portaria a molts errors per zona morta.

El següent full d'especificacions és el del model Liquiphant FTL51B [7]:

Taula 3.7. Full d'especificacions Liquiphant FTL51B

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de nivell**
	Àrea	100/500	**Localització**	Tarragona	

Identificació			
Denominació	Interruptor de nivell puntual		
Ítem	-		
Llaç de control	-		
Fluid	Formaldehid/Metanol		
Estat	Líquid		
Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-50	20	150
Pressió (bar)	0	1	100
Dades d'operació			
Element de mesura	Cristall piezoelèctric		
Alimentació	10-30 V DC		
Senyal de sortida	16/8 mA		
Variable de mesura	Nivell		
Precisió	±1 mm		
Temps de resposta (s)	< 1		
Indicador de camp	Sí		
Dades de construcció			
Model	Liquiphant FTL51B		
Element sensor	Forquilla vibratòria		
Conexió a procés	Brida DN50		
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	40/75		
Material en contacte amb el fluid	316L		
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa		
Pes (kg)	1,2		
Atex	Sí		
Quantitat	6		

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió diferencial**
	Àrea	100/500	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)	70				
T. Ambient mín (ºC)	-60				
Orientació	Vertical				
Empresa	Endress+Hauser 				

El sensor Liquiphant FTL51B es farà servir com a element d'alarma independent als altres sensors per evitar que un error en el sensor porti a un desbordament o buidat d'algun dels equips. S'instal·larà en els tancs de metanol i formaldehid com a switch de nivell molt alt aturant les bombes si s'arriba al nivell molt alt.

També s'instal·larà en els fons de les columnes tant de destil·lació com d'absorció assegurant que les bombes de fons s'aturin si el nivell cau per sota del límit.

3.4.2 Sensors de pressió

S'han instal·lat dos tipus de sensors de pressió en la planta depenent de les condicions d'operació de cada equip i les seves necessitats. Tots els sensors són de l'empresa Endress + Hauser.

El primer full d'especificacions és el del model Cerabar PMP51B [8]:

Taula 3.8. Full d'especificacions Cerabar PMP51B

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió**
	Àrea	200/300	**Localització**	Tarragona	

Identificació				
Denominació	Element primari de pressió			
Ítem	PIS-R201 -1	PIS-R202-1	PIS-AC301-1	PIS-DC301
Llaç de control	P-R201 -1	P-R202-1	P-AC301 -1	P-DC301 -1
Fluid	Metanol/Oxigen/Formaldehid/Aigua			
Estat	Gas			

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-40	20	125/400
Pressió (bar)	400 mbar	1	400 bar

Dades d'operació	
Element de mesura	Sensor de pressió
Alimentació	10,5-35 V CC
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Pressió manomètrica relativa
Precisió	±0,075 %
Temps de resposta (s)	< 0,15
Indicador de camp	Sí

Dades de construcció	
Model	Cerabar PMP51B
Element sensor	Cèl·lula de medició amb membrana de metall
Conexió a procés	Brida DN25-DN80
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	No aplica/101
Material en contacte amb el fluid	316L, Alloy(C276 i 400)
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	2,4-8
Atex	Sí
Quantitat	4

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió**
	Àrea	100/500	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)	85				
T. Ambient mín (ºC)	-40				
Orientació	Vertical				
Empresa	Endress+Hauser 				

El sensor Cerabar PMP51B es fa servir per mesurar la pressió en la capçalera de la columna de destil·lació i en l'absorbidor de la columna d'absorció. En aquests dos equips s'instal·larà el sensor estàndard que pot aguantar fins a temperatures de 125 ºC, ja que no s'arribarà a temperatures superiors a les columnes.

En els reactors es farà servir el mateix sensor, però en aquest cas en comptes de ser l'estàndard es farà servir el de junta amb diafragma que podrà suportar temperatures fins a 400 ºC, atès que els reactors treballen a temperatures superiors als 125 ºC que pot suportar la versió estàndard.

El següent full d'especificacions és el del model Liquiphant Cerabar PMC51B [9]:

Taula 3.9. Full d'especificacions Cerabar PMC51B

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió**
	Àrea	200/300	**Localització**	Tarragona	

Identificació				
Denominació	Element primari de pressió			
Ítem	PIS-TE101 -1	PIS-TE102 -1	PIS-TE501 -1	PIS-TE502-1
Llaç de control	P-TE101-1	P-TE102-1	P-TE501-1	P-TE502-1
Fluid	Nitrogen			
Estat	Gas			

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-40	20	100
Pressió (bar)	100 mbar	200 mbar	40 bar

Dades d'operació	
Element de mesura	Sensor de pressió
Alimentació	10,5-35 V CC
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Pressió manomètrica relativa
Precisió	±0,075 %
Temps de resposta (s)	< 0,15
Indicador de camp	Sí

Dades de construcció	
Model	Cerabar PMC51B
Element sensor	Cèl·lula de medició amb capacitiva ceràmica
Conexió a procés	Brida DN25
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	No aplica/85
Material en contacte amb el fluid	Ceràmica
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	1,5-2,2
Atex	Sí
Quantitat	4

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sensor de pressió**
	Àrea	200/300	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)			85		
T. Ambient mín (ºC)			-40		
Orientació			Vertical		
Empresa					

Es fa servir el sensor Cerebar PMC51B per els tancs d'emmagatzematge tant de metanol com de formaldehid degut a que aquests requereixen un matalàs de nitrogen que treballa a pressions molt baixes i el model anterior PMP51B està fet per treballar amb pressions més altes. Per tant, com el model fet servir en altres equips donaria molt error en els reactors s'ha decidit fer servir un sensor més petit per els tancs.

3.4.3 Sensors de cabal

S'han instal·lat dos tipus de sensors de cabal en la planta depenent de les condicions d'operació de cada equip i les seves necessitats. Tots els sensors són de l'empresa Endress + Hauser.

El primer full d'especificacions és el del model Proline Promass F300 [10]:

Taula 3.10. Full d'especificacions Proline Promass F300

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Cabalímetre**
	Àrea	100/200/300	**Localització**	Tarragona	

Identificació				
Denominació	Element primari de cabal			
Ítem	FIS-P102a/b	FIS-P103a/b	FIS-R201/2	FIS-D/AC301
Llaç de control	F-P102a/b	F-P103a/b	F-R201/2	F-D/AC301
Fluid	Formaldehid/Metanol/Aigua			
Estat	Líquid			

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-50	20	150
Pressió (bar)	-	-	-

Dades d'operació	
Element de mesura	Cabalímetre
Alimentació	24 V
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Cabal màssic
Precisió	±0,05 %
Temps de resposta (s)	Depèn de configuració
Indicador de camp	Sí

Dades de construcció	
Model	Proline Promass F300
Element sensor	Cèl·lula de medició con membrana de metal
Conexió a procés	Brida
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	No aplica/169
Material en contacte amb el fluid	316L/304
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	11-400 kg depen de DN
Atex	Sí
Quantitat	8

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Cabalímetre**
	Àrea	100/200/300	**Localització**	Tarragona	

Dades d'instal·lació	
T. Ambient màx (ºC)	60
T. Ambient mín (ºC)	-40
Orientació	Horitzontal
Empresa	Endress+Hauser 

Es fa servir el sensor Proline Promass F300 per mesurar el cabal de totes les bombes del procés, per l'entrada al reactor, pel cabal de reflux en la columna de destil·lació i per mesurar la relació entre el cabal d'aigua i el fluid del procés en la columna d'absorció.

S'ha decidit fer servir un sensor amb tecnologia Coriolis perquè mesura la massa pura dels corrents evitant que hi hagi grans variacions en les mesures depenent de la temperatura del corrent, ja que la densitat del metanol i formaldehid pot canviar dràsticament amb les fluctuacions de temperatura. El sensor mesura el cabal màssic, densitat de fluid i temperatura simultàniament permetent calcular la concentració dels corrents.

L'altre cabalímetre fet servir és el Proline t-mass F 300 [11]:

Taula 3.11. Full d'especificacions Proline t-mass F 300

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Cabalímetre**
	Àrea	200	**Localització**	Tarragona	

Identificació		
Denominació	Element primari de cabal	
Ítem	FIS-C201A-1	FIS-C201b-1
Llaç de control	F-C201A-1	F-C201b-1
Fluid	Nitrogen/Oxigen	
Estat	Gas	

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-50	20	150
Pressió (bar)	-	falta	-

Dades d'operació	
Element de mesura	Cabalímetre
Alimentació	24 V
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Cabal màssic
Precisió	±1 %
Temps de resposta (s)	<1
Indicador de camp	Sí

Dades de construcció	
Model	Proline t-mass F 300
Element sensor	Dos sensors de temperatura Pt100
Conexió a procés	Brida estàndard DN100
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	No aplica/140
Material en contacte amb el fluid	316L
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	8-15 kg depen de DN
Atex	No
Quantitat	2

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Cabalímetre**
	Àrea	200	**Localització**	Tarragona	

Dades d'instal·lació	
T. Ambient màx (ºC)	60
T. Ambient mín (ºC)	-40
Orientació	Horitzontal
Empresa	Endress+Hauser 

El sensor Proline t-mass F 300 es farà servir per mesurar el cabal d'aire dels bufadors d'aire, on no es pot fer servir el sensor anterior ja que la baixa densitat de l'aire porta a grans errors de mesura en fer servir el mètode Coriolis. El Proline t-mass F 300 es bassa en dispersió tèrmica, per la qual cosa no depèn de la densitat del component.

3.4.4 Sensors de temperatura

S'han instal·lat dos tipus de sensors de temperatura en la planta depenent de les condicions d'operació de cada equip i les seves necessitats. Tots els sensors són de l'empresa Endress + Hauser.

El primer full d'especificacions és el del model Proline Promass F300[12]:

Taula 3.12. Full d'especificacions iTHERM ModuLine TM131

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sonda de temperatura**
	Àrea	200/300/500	**Localització**	Tarragona	

Identificació				
Denominació	Element primari de temperatura			
Ítem	TIS-E201/2-1	TIS-E301/2/3	TIS-DC301-1	TIS-TE501/2-1
Llaç de control	T-E201/2-1	T-E301/2/3	T-DC301-1	T-TE501/2-1
Fluid	Metanol/Formaldehid/Aigua			
Estat	Líquid			

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-50	20	500
Pressió (bar)	0	1	100

Dades d'operació	
Element de mesura	Detector de temperatura de resistència
Alimentació	24 V
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Temperatura de fase líquida
Precisió	±0,15 ºC
Temps de resposta (s)	Depèn de configuració
Indicador de camp	No

Dades de construcció	
Model	iTHERM ModuLine TM131
Element sensor	Sonda RTD Pt100
Conexió a procés	Brida DN40 B1,C
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	2000/80
Material en contacte amb el fluid	316L
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	4,2 kg
Atex	Sí
Quantitat	2

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sonda de temperatura**
	Àrea	200/300/500	**Localització**	Tarragona	

Dades d'instal·lació	
T. Ambient màx (ºC)	85
T. Ambient mín (ºC)	-40
Orientació	Inclinada
Empresa	Endress+Hauser 

El sensor iTHERM ModuLine TM131 es fa servir en els bescanviadors, columna de destil·lació i els tancs de formaldehid atès que té una sonda i pren la temperatura en un punt del bescanviador, cosa que és suficient per a els equips esmentats.

L'altre sensor fet servir és el iTHERM MultiSens Linear TMS11 [13]:

Taula 3.13. Full d'especificacions iTHERM MultiSens Linear TMS11

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sonda de temperatura**
	Àrea	200	**Localització**	Tarragona	

Identificació		
Denominació	Element primari de temperatura	
Ítem	TIS-R201-1	TIS-R202-1
Llaç de control	T-R201-1	T-R202-1
Fluid	Metanol/Formaldehid/Aigua/Aire	
Estat	Líquid/Gas	

Condicions de servei			
	Mínima	**Operació**	**Màxima**
Temperatura (ºC)	-50	20	500
Pressió (bar)	0	1	100

Dades d'operació	
Element de mesura	Termòmetre multipunt lineal
Alimentació	10-35 V
Senyal de sortida	4-20mA
Variable de mesura	Perfil de temperatura continu
Precisió	±0,15 °C + 0,002·t
Temps de resposta (s)	21
Indicador de camp	No

Dades de construcció	
Model	iTHERM MultiSens Linear TMS11
Element sensor	12 Sondas RTD Pt100
Conexió a procés	Brida ASME B16.5
Longitud sonda/Diàmetre capçal (mm)	4000/80
Material en contacte amb el fluid	316L
Material no en contacte amb el fluid	Alumini de fosa
Pes (kg)	5-25 kg
Atex	Sí
Quantitat	2

FULL D'ESPECIFICACIONS D'INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 2
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Data**	21/05/2026	**Planta**	Planta de formaldehid	**Sonda de temperatura**
	Àrea	200	**Localització**	Tarragona	
Dades d'instal·lació					
T. Ambient màx (ºC)	850				
T. Ambient mín (ºC)	-40				
Orientació	Vertical				
Empresa	Endress+Hauser 				

El sensor iTHERM MultiSens Linear TMS11es fa servir en el reactor, ja que conté una reacció molt exotèrmica i es poden formar punts calents a diferents altures del llit del reactor. Aquest termòmetre ofereix 12 sensors independents de temperatura distribuïts per la sonda permetent tenir un perfil de temperatura continu de tot el reactor.

3.4.5. PLC

Per centralitzar la intel·ligència de la planta i coordinar tots els llaços de regulació en continu s'ha seleccionat un controlador de la família SIMATIC de siemens, específicament el SIMATIC S7-1500 [14]:

Taula 3.14. Full d'especificacions del PLC

FULL D'ESPECIFICACIONS PLC		Full 1 de 1
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	Planta de formaldehid
	Localització	Tarragona
Paràmetre de l'equip	**Detall de l'especificació**	
Proveïdor	SIEMENS	
Gama	SIMATIC S7-1500	
Interfície de xarxa	PROFINET IRT	
Grau d'estanquitat	IP20	
Funcionalitat principal	Processament segregat de llaços de control crítics i matriu d'enclavaments d'emergència	
Certificació d'àrea	Apte per a zona segura, amb capacitat de gestió de senyals de zones ATEX	
Unitat Central	CPU 1517F-3 PN/DP	
Targetes Digitals d'Entrada	S7-1500, DI 32 x 24 V DC High Feature	
Targetes Digitals de Sortida	S7-1500, DQ 32 x 24 V DC / 0.5 A High Feature	
Targetes Analògiques d'Entrada	S7-1500, AI 8 x I 2-/4-wire High Feature	
Targetes Analògiques de Sortida	S7-1500, AQ 8 x I High Feature	
Mòduls de Potència	Font d'alimentació del sistema PS 60W+ Mòdul de càrrega PM 190W 24 V DC	
Plataforma de Programació	STEP 7 Safety Advanced V18	
Naturalesa de les senyals	Commutació digital a 24 V DC/ Bucles de corrent analògics de 4-20 mA	
Dinàmica de la resposta	Cicle digital <1 ms / Cicles analògics < 5 ms	
Velocitat d'execució	Temps de processament de fins a 2 ns per instrucció binària	

3.4.6. Estació remota

Atesa la distribució dels equips i el risc de les àrees de procés, s'ha optat per una arquitectura descentralitzada mitjançant estacions remotes de camp. Aquest sistema es connecta al PLC central. Aquestes estacions remotes també han de complir amb normativa ATEX. [15]

Taula 3.15. Full d'especificacions estació remota

FULL D'ESPECIFICACIONS ESTACIÓ REMOTA		Full 1 de 1
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	Planta de formaldehid
	Localització	Tarragona
Paràmetre de l'equip	**Detall de l'especificació**	
Fabricant	SIEMENS	
Gama	SIMATIC ET 200SP	
Protocol de comunicació	PROFINET IRT mitjançant mòdul de capçalera IM 155-6 PN High Feature	
Grau d'estanquitat	IP20	
Homologació ATEX	Sí, Categoria per a muntatge en zona 2 i amb barreres específiques si cal muntar en Zona 0 i 1.	
Entrades Digitals Protegides	ET 200SP, Ex-DI 4 x 24 V DC NAMUR	
Sortida Digitals Protegides	ET 200SP, Ex-DQ 4 x 24 V DC / 11,8 V DC PM	
Entrades Analògiques Protegides	ET 200SP, Ex-AI 4 x I 2-wire HART	
Sortida Analògiques Protegides	ET 200SP, Ex-AQ 2 x I HART	

3.4.5. Recompte senyals d'instrumentació

La determinació del nombre de senyals associades al procés és un pas necessari per establir les característiques del sistema de control de la planta. Aquesta quantificació permet estimar els recursos d'automatització requerits i definir adequadament la infraestructura necessària per al funcionament i la supervisió del procés industrial.

A mesura que el procés incorpora un major nombre d'instruments i elements de control, augmenta també la necessitat de disposar de més punts de connexió al PLC, tant d'entrades com de sortides, així com d'una arquitectura de comunicació capaç de gestionar l'intercanvi d'informació entre equips de camp i sistema de control. Paral·lelament, també es veuen afectats aspectes com el disseny del cablejat, la configuració dels panells elèctrics i la capacitat de processament necessària per garantir una resposta adequada en temps real.

Per tal de disposar d'una visió global de les necessitats de control de la instal·lació, a la següent taula es recull el nombre de senyals identificades a cadascuna de les àrees de la planta. Aquesta distribució facilita l'avaluació dels requeriments específics de cada zona i serveix de base per al dimensionament del sistema de control i monitoratge.

Taula 3.16. Recompte de senyals per àrees de la planta

RECOMPTE SENYALS INSTRUMENTACIÓ				Full 1 de 1
FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	**Planta**	Planta de formaldehid		
	Localització	Tarragona		
Àrea	**Tipus de senyal**			
	ED	**EA**	**SD**	**SA**
100	16	6	4	8
200	8	11	-	10
300	6	12	-	11
500	20	6	4	6
TOTAL	50	35	8	35

Per tal d'establir una classificació de les diferents àrees de la planta en funció de les seves necessitats d'automatització, s'ha pres com a criteri el nombre de senyals d'entrada i sortida associades a cada zona.

Amb l'objectiu de facilitar el dimensionament del PLC i l'assignació dels mòduls d'entrades/sortides, s'han considerat uns valors de referència habituals per categoritzar cada zona segons el nivell de complexitat i el tipus d'entorn d'operació. D'aquesta manera, es distingeix entre zones segures i zones classificades, les quals presenten requeriments diferents pel que fa a instrumentació i condicionants d'instal·lació.

- **Zona segura:** ED: 16 ; EA:8 ; SD:8 ; SA:4
- **Zona classificada: ED:** 8 ; EA:4 ; SD:4 ; SA:2

3.5. Llistat de llaços de control de la planta

A continuació es presenta el llistat dels llaços de control implementats a la planta, organitzats segons les diferents àrees del procés. Per a cada llaç s'indica la seva nomenclatura, les variables controlada i manipulada, així com els elements que intervenen en el sistema de control i la seva configuració. L'element primari correspon al dispositiu encarregat de mesurar la variable de procés que es vol controlar, mentre que l'element secundari és l'encarregat d'actuar sobre el procés per tal de corregir les desviacions detectades i mantenir les condicions d'operació establertes. Aquest llistat permet identificar de manera clara l'estratègia de control adoptada en cadascun dels equips de la planta.

3.5.1. Emmagatzematge de metanol

A continuació es presenta el llistat de llaços de control de l'àrea 100.

Taula 3.17. Llistat llaços de control àrea 100

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT LLAÇOS DE CONTROL					Full 1 de 1
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	100

Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
TE-101	L-TE101-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada i sortida de metanol	LIT-TE101-1	LCV-TE101-1	Feedback
	P-TE101-1	Pressió del tanc	Cabal d'entrada de nitrogen i sortida de gasos	PIT-TE101-1	PCV-TE101-1	Split range
TE-102	L-TE102-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada i sortida de metanol	LIT-TE102-1	LCV-TE102-1	Feedback
	P-TE102-1	Pressió del tanc	Cabal d'entrada de nitrogen i sortida de gasos	PIT-TE102-1	PCV-TE102-1	Split range
P-102a	F-P102a-1	Cabal de sortida de metanol	Freqüència de la bomba	FIT-P102a-1	VFD-P102a-1	Feedback
P-102b	F-P102b-1	Cabal de sortida de metanol	Freqüència de la bomba	FIT-P102a-1	VFD-P102b-1	Feedback
P-103a	F-P103a-1	Cabal de sortida de metanol	Freqüència de la bomba	FIT-P103a-1	VFD-P103a-1	Feedback
P-103b	F-P103b-1	Cabal de sortida de metanol	Freqüència de la bomba	FIT-P103a-1	VFD-P103b-1	Feedback

3.5.2. Zona de reacció

A continuació es presenta el llistat de llaços de conEn aquest apartat es presenten els plànols corresponents a la planta Formatech, incloent-hi el diagrama general de procés i els diferents diagrames P&ID organitzats segons les àrees de la instal·lació. Aquesta documentació gràfica permet obtenir una visió global del funcionament de la planta, identificant els equips principals, les línies de procés, els sistemes de control i instrumentació, així com les connexions amb els serveis auxiliars necessaris per a l'operació. A més, també s'hi inclouen els plànols d'implantació, que mostren la distribució física dels equips i instal·lacions dins de la planta.trol de l'àrea 200.

Taula 3.18. Llistat llaços de control àrea 200

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT LLAÇOS DE CONTROL					Full 1 de 1
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	200

Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
C-201a	F-C201a-1	Cabal de sortida del bufador	Freqüència bufador	FIT-C201a-1	VFD-C201a-1	Feedback
C-201b	F-C201a-1	Cabal de sortida del bufador	Freqüència bufador	FIT-C201a-1	VFD-C201b-1	Feedback
E-201	T-E201-1	Temperatura del corrent de sortida	Cabal d'oli tèrmic	TIT-E201-1	TCV-E201-1	Feedback
E-202	T-E202-1	Temperatura del corrent de sortida	Cabal d'oli tèrmic	TIT-E202-1	TCV-E202-1	Feedback
R-201	F-R201-1	Cabal d'entrada al reactor	Regulació vàlvula de control	FIT-R201-1	FCV-R201-1	Feedback
	T-R201-1	Temperatura del reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIT-R201-1	TCV-R201-1	Feedback
	P-R201-1	Pressió del reactor	Regulació vàlvula de control	PIT-R201-1	PCV-R201-1	Feedback
R-202	F-R202-1	Cabal d'entrada al reactor	Regulació vàlvula de control	FIT-R202-1	FCV-R202-1	Feedback
	T-R202-1	Temperatura del reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIT-R202-1	TCV-R202-1	Feedback
	P-R202-1	Pressió del reactor	Regulació vàlvula de control	TIT-R202-1	PCV-R202-1	Feedback

3.5.3. Zona de separació

A continuació es presenta el llistat de llaços de control de l'àrea 300.

Taula 3.19. Llistat llaços de control àrea 300

LLISTAT LLAÇOS DE CONTROL					Full 1 de 1
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
AC-301	F-AC301-1	Relació entre el cabal d'aigua i el cabal del fluid de procés	Cabal d'aigua subministrat a l'absorbidor	FIT-AC301-1	FCV-AC301-1	Ràtio
	P-AC301-1	Pressió a l'absorbidor	Cabal de sortida de gasos	PIT-AC301-1	PCV-AC301-1	Feedback
	L-AC301-1	Nivell de líquid al fons de l'absorbidor	Cabal de sortida de líquid de procés per fons	LIT-AC301-1	LCV-AC301-1	Feedback
E-301	T-E301-1	Temperatura de sortida del corrent de procés	Cabal d'aigua de refrigeració	TIT-E301-1	TCV-E301-1	Feedback
E-302	T-E301-1	Temperatura de sortida del corrent de procés	Cabal d'oli tèrmic	TIT-E302-1	TCV-E302-1	Feedback
DC-301	P-DC301-1	Pressió de capçalera de la columna	Cabal d'aigua de refrigeració al condensador	PIT-DC301-1	PCV-DC301-1	Feedback
	F-DC301-1	Cabal de reflux	Vàlvula de regulació del cabal de reflux	FIT-DC301-1	FCV-DC301-1	Feedback
	T-DC301-1	Temperatura de fons de la columna	Cabal d'oli tèrmic al reboiler	TIT-DC301-1	TCV-DC301-1	Feedback
	L-DC301-1	Nivell de fons de la columna	Cabal de producte de fons	LIT-DC301-1	LCV-DC301-1	Feedback
E-303	T-E303-1	Temperatura de sortida del corrent de procés	Cabal d'aigua de refrigeració	TIT-E303-1	TCV-E303-1	Feedback
TP-301	L-TP301-1	Nivell del tanc pulmó	Cabal de destil·lat	LIT-TP301-1	LCV-TP301-1	Feedback

3.5.4. Emmagatzematge formaldehid

A continuació es presenta el llistat de llaços de control de l'àrea 500.

Taula 3.20. Llistat llaços de control àrea 500

LLISTAT LLAÇOS DE CONTROL					Full 1 de 1
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	500

Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
TE-501	L-TE501-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada i sortida de metanol	LIT-TE501-1	LCV-TE501-1	Feedback
	P-TE501-1	Pressió del tanc	Cabal d'entrada de nitrogen i sortida de gasos	PIT-TE501-1	PCV-TE501-1	Split range
	T-TE501-1	Temperatura reactor	Cabal d'oli tèrmic al serpentí	TIT-TE501-1	TCV-TE501-1	Feedback
TE-502	L-TE502-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada i sortida de metanol	LIT-TE502-1	LCV-TE502-1	Feedback
	P-TE502-1	Pressió del tanc	Cabal d'entrada de nitrogen i sortida de gasos	PIT-TE502-1	PCV-TE502-1	Split range
	T-TE502-1	Temperatura reactor	Cabal d'oli tèrmic al serpentí	TIT-TE502-1	TCV-TE502-1	Feedback

3.6. Llistat d'instrumentació de la planta

3.6.1. Zona emmagatzematge metanol

A continuació es presenta el llistat d'instrumentació de l'àrea 100.

Taula 3.21. Llistat d'instrumentació àrea 100

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT INSTRUMENTACIÓ				Full 1 de 4	
	Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	100

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-101	LIS-TE101-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-TE101-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-TE101-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-TE101-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE101-1	Vàlvula ON/OFF entrada de metanol	En camp	Elèctrica
	TD-TE101-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE101-2	Vàlvula ON/OFF sortida de metanol	En camp	Pneumàtica
	LAH-TE101-1	Alarma nivell alt	Sala de control	Visual
	LSH-TE101-1	Interruptor nivell alt	Sala de control	Visual
	LAL-TE101-1	Alarma nivell baix	Sala de control	Visual

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 4
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	100

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-101	LSL-TE101-1	Interruptor nivell baix	Sala de control	Visual
	PIS-TE101-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-TE101-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-TE101-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-TE101-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE101-1	Vàlvula de control d'entrada de nitrogen	En camp	Pneumàtica
	TD-TE101-4	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE101-2	Vàlvula de control de sortida de gasos	En camp	Pneumàtica
	PAH-TE101-1	Alarma pressió alta	Sala de control	Visual
	PSH-TE101-1	Interruptor pressió alta	Sala de control	Visual
	PAL-TE101-1	Alarma pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSL-TE101-1	Interruptor pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSV-TE101-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
TE-102	LIS-TE102-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-TE102-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-TE102-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ — Full 3 de 4

Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	100

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-102	TD-TE102-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE102-1	Vàlvula ON/OFF entrada de metanol	En camp	Pneumàtica
	TD-TE102-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE102-2	Vàlvula ON/OFF sortida de metanol	En camp	Pneumàtica
	LAH-TE102-1	Alarma nivell alt	Sala de control	Visual
	LSH-TE102-1	Interruptor nivell alt	Sala de control	Visual
	LAL-TE102-1	Alarma nivell baix	Sala de control	Visual
	LSL-TE102-1	Interruptor nivell baix	Sala de control	Visual
	PIS-TE102-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-TE102-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-TE102-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-TE102-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE102-1	Vàlvula de control d'entrada de nitrogen	En camp	Pneumàtica
	TD-TE102-4	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE102-2	Vàlvula de control de sortida de gasos	En camp	Pneumàtica
	PAH-TE102-1	Alarma pressió alta	Sala de control	Visual

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 4 de 4
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	100

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
P-102a	FIS-P102a-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-P102a-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-P102a-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	VFD-P102a-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
P-102b	VFD-P102b-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
P-103a	FIS-P103a-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-P103a-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-P103a-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	VFD-P103a-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
P-103b	VFD-P103b-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

3.6.2. Zona de reacció

A continuació es presenta el llistat d'instrumentació de l'àrea 200.

Taula 3.22. Llistat d'instrumentació àrea 200

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 4
	Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	200

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
C-201a	FIS-C201a-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-C201a-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-C201a-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	TD-C201a-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	VFD-C201a-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
C-201b	TD-C201b-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	VFD-C201b-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
E-201	TIS-E201-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-E201-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-E201-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-E201-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-E201-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 4
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	200

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
E-202	TIS-E202-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-E202-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-E202-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-E202-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-E202-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
R-201	FIS-R201-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	FIT-R201-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	FIC-R201-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-R201-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	FCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal d'entrada al reactor	En camp	Pneumàtica
	TIS-R201-1a	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-R201-1a	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIS-R201-1b	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-R201-1b	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-R201-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-R201-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 3 de 4
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	200

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
R-201	TCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	PIS-R201-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-R201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-R201-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-R201-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal de sortida del reactor	En camp	Pneumàtica
	PSV-R201-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	PAH-R201-1	Alarma pressió alta	Sala de control	Visual
	PSH-R201-1	Interruptor pressió alta	Sala de control	Visual
	TAH-R201-1	Alarma temperatura alta	Sala de control	Visual
	TSH-R201-1	Interruptor temperatura alta	Sala de control	Visual
	TCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	PIS-R201-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-R201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-R201-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-R201-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 4 de 4
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	200

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
R-202	FIS-R202-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-R202-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-R202-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	TD-R202-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	FCV-R202-1	Vàlvula de control de cabal d'entrada al reactor	En camp	Pneumàtica
	TIS-R202-1a	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-R202-1a	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIS-R202-1b	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-R202-1b	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-R202-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-R202-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-R202-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	PIS-R202-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-R202-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-R202-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-R202-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica

3.6.3. Zona de separació

A continuació es presenta el llistat d'instrumentació de l'àrea 300.

Taula 3.23. Llistat d'instrumentació àrea 300

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 1 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
E-301	TIS-E301-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-E301-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-E301-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-E301-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-E301-1	Vàlvula de control de cabal de refrigeració	En camp	Pneumàtica
AC-301	FIS-AC301-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-AC301-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIS-AC301-2	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-AC301-2	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-AC301-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	TD-AC301-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	FCV-AC301-1	Vàlvula de control de cabal d'aigua	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
AC-301	PIS-AC301-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-AC301-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-AC301-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-AC301-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-AC301-1	Vàlvula de control de cabal de gasos de sortida	En camp	Pneumàtica
	PSV-AC301-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	LIS-AC301-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-AC301-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-AC301-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-AC301-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-AC301-1	Vàlvula de control de cabal de fons	En camp	Pneumàtica
E-302	TIS-E302-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-E302-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-E302-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-E302-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-E302-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 3 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
DC-301	FIS-DC301-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIT-DC301-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
	FIC-DC301-1	Controlador de cabal	En camp	Elèctrica
	TD-DC301-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	FCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal de reflux	En camp	Pneumàtica
	PIS-DC301-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-DC301-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-DC301-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-DC301-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	PSV-DC301-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	TIS-DC301-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-DC301-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-DC301-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-DC301-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ — Full 4 de 5

Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
DC-301	PSV-DC301-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	TIS-DC301-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-DC301-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-DC301-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-DC301-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	LIS-DC301-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-DC301-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-DC301-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-DC301-4	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal de fons	En camp	Pneumàtica
E-303	TIS-E303-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-E303-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-E303-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-E303-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-E303-1	Vàlvula de control de cabal de refrigeració	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 5 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	300

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TP-301	LIS-TP301-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-TP301-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-TP301-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-TP301-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TP301-1	Vàlvula de control de cabal de destil·lat	En camp	Pneumàtica
	PSV-TP301-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica

3.6.4. Zona emmagatzematge formaldehid

A continuació es presenta el llistat d'instrumentació de l'àrea 500.

Taula 3.24. Llistat d'instrumentació àrea 500

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	LLISTAT INSTRUMENTACIÓ				Full 1 de 5	
	Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	500

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-501	LIS-TE501-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-TE501-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-TE501-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-TE501-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE501-1	Vàlvula ON/OFF entrada de formaldehid	En camp	Elèctrica
	TD-TE501-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE501-1	Vàlvula ON/OFF sortida de formaldehid	En camp	Pneumàtica
	LAH-TE501-1	Alarma nivell alt	Sala de control	Visual
	LSH-TE501-1	Interruptor nivell alt	Sala de control	Visual
	LAL-TE501-1	Alarma nivell baix	Sala de control	Visual
	LSL-TE501-1	Interruptor nivell baix	Sala de control	Visual
	PIS-TE501-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	500

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-501	PIT-TE501-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-TE501-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica
	TD-TE501-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE501-1	Vàlvula de control de sortida de gasos	En camp	Pneumàtica
	TD-TE501-4	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE501-2	Vàlvula de control d'entrada de nitrogen	En camp	Pneumàtica
	PAH-TE501-1	Alarma pressió alta	Sala de control	Visual
	PSH-TE501-1	Interruptor pressió alta	Sala de control	Visual
	PAL-TE501-1	Alarma pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSL-TE501-1	Interruptor pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSV-TE501-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	TIS-TE501-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-TE501-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-TE501-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-TE501-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-TE501-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 5 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	500

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-501	TAL-TE501-1	Alarma temperatura baixa	Sala de control	Visual
	TSL-TE501-1	Interruptor temperatura baixa	Sala de control	Visual
TE-502	LIS-TE502-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIT-TE502-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
	LIC-TE502-1	Controlador de nivell	En camp	Elèctrica
	TD-TE502-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE502-1	Vàlvula ON/OFF entrada de formaldehid	En camp	Pneumàtica
	TD-TE502-2	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	LCV-TE502-2	Vàlvula ON/OFF sortida de formaldehid	En camp	Pneumàtica
	LAH-TE502-1	Alarma nivell alt	Sala de control	Elèctrica
	LSH-TE502-1	Interruptor nivell alt	Sala de control	Elèctrica
	LAL-TE502-1	Alarma nivell baix	Sala de control	Elèctrica
	LSL-TE502-1	Interruptor nivell baix	Sala de control	Elèctrica
	PIS-TE502-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIT-TE502-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
	PIC-TE502-1	Controlador de pressió	En camp	Elèctrica

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS

LLISTAT INSTRUMENTACIÓ					Full 2 de 5
Planta	Planta de formaldehid	**Localització**	Tarragona	**Àrea**	500

Equip	ID Instrument	Descripció	Ubicació	Tipus de senyal
TE-502	TD-TE502-3	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE502-1	Vàlvula de control de sortida de gasos	En camp	Pneumàtica
	TD-TE502-4	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	PCV-TE502-2	Vàlvula de control d'entrada de nitrogen	En camp	Elèctrica
	PAH-TE502-1	Alarma pressió alta	Sala de control	Visual
	PSH-TE502-1	Interruptor pressió alta	Sala de control	Visual
	PAL-TE502-1	Alarma pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSL-TE502-1	Interruptor pressió baixa	Sala de control	Visual
	PSV-TE502-1	Vàlvula de seguretat	En camp	Elèctrica
	TIS-TE502-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIT-TE502-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
	TIC-TE502-1	Controlador de temperatura	En camp	Elèctrica
	TD-TE502-1	Transductor I/P	En camp	Elèctrica
	TCV-TE502-1	Vàlvula de control de cabal d'oli tèrmic	En camp	Pneumàtica
	TAL-TE502-1	Alarma temperatura baixa	Sala de control	Visual
	TSL-TE502-1	Interruptor temperatura baixa	Sala de control	Visual

3.7. Descripció i diagrama dels llaços de control

Una vegada presentats tots els llaços de control de la planta, així com els instruments associats a cadascun d'ells, es descriurà breument el funcionament de cada sistema juntament amb el seu corresponent diagrama PI&D.

3.7.1. Tancs de metanol

3.7.1.1. Control de nivell

El metanol arriba a la planta mitjançant camions cisterna i s'emmagatzema en diferents tancs de reserva. Com que el consum de la planta és continu i elevat, és necessari disposar d'un sistema de control de nivell que permeti gestionar correctament la descàrrega del producte i garantir en tot moment el subministrament de metanol al procés.

El sistema de control de nivell es basa en un sensor instal·lat al tanc, encarregat de mesurar de forma contínua la quantitat de metanol emmagatzemada. Aquest sensor està connectat al PLC de la planta, el qual actua sobre les vàlvules d'entrada i sortida segons el nivell detectat. A més, el sistema incorpora diferents alarmes de seguretat i operació, tan de nivell alt com de nivell baix, les quals s'activen per indicar que el tanc està per sobre del 80% o per sota del 20% de la seva capacitat màxima.

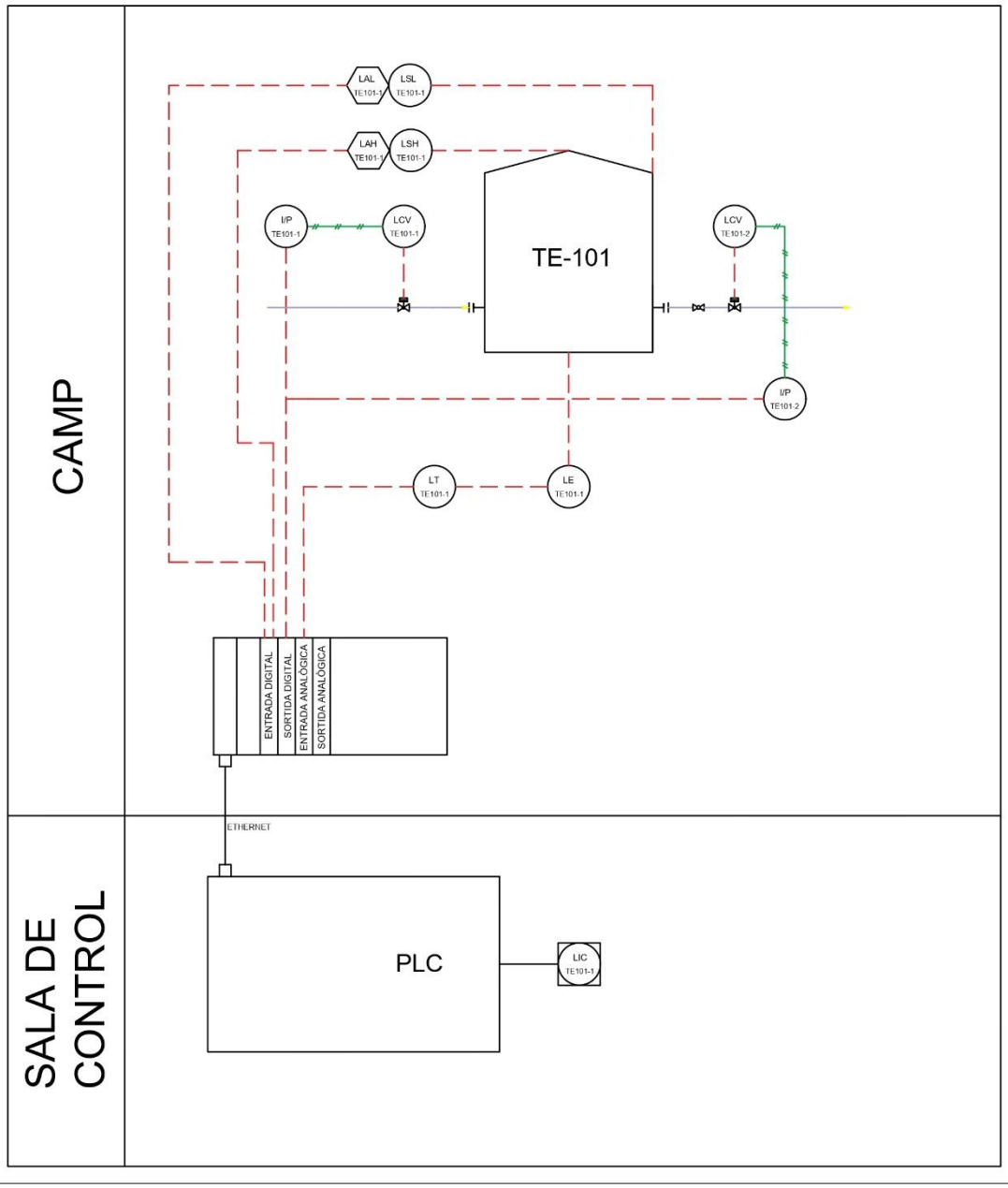
D'aquesta manera, quan el nivell del tanc arriba al valor màxim establert, el PLC ordena el tancament de la vàlvula d'entrada per evitar sobre ompliments durant la descàrrega del camió cisterna. De la mateixa manera, quan el nivell baixa per sota del límit mínim de funcionament, el sistema actua sobre la línia de sortida per protegir les bombes i evitar problemes d'operació per manca de producte.

Aquest sistema permet mantenir el funcionament segur i estable de la planta, assegurant una coordinació adequada entre l'emmagatzematge i el consum de metanol.

Taula 3.25. Característiques del llaç de control de nivell

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**L-TE101-1**	
Equips	TE-101	TE-102
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Nivell de metanol al tanc	
Variable manipulada	Cabal d'entrada / sortida de metanol	
Setpoint	20%-80% capacitat màxima del tanc	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	100	ÍTEM	TE-101
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
L-TE102-1	LE-TE101-1	Sensor de nivell	I/P-TE101-2	Transductor intensitat a pressió
	LT-TE101-1	Transmissor de nivell	LSH-TE101-1	Interruptor temperatura alta
	LIC-TE101-1	Controlador i indicador de nivell	LAH-TE101-1	Alarma temperatura alta
	LCV-TE101-1	Vàlvula de control i nivell	LSL-TE101-1	Interruptor temperatura baixa
	I/P-TE101-1	Transductor intensitat a pressió	LAL-TE101-1	Alarma temperatura baixa
	LCV-TE101-2	Vàlvula de control i nivell		



3.7.1.2. Control de pressió

A l'interior dels tancs d'emmagatzematge de metanol existeix un espai buit situat per sobre del líquid. Com que el metanol és un producte inflamable i amb elevada volatilitat, és necessari evitar la presència d'aire en aquest espai per reduir el risc de formació d'atmosferes explosives i minimitzar les pèrdues per evaporació.

Per aquest motiu, els tancs disposen d'un sistema d'inertització per nitrogen, que permet mantenir una atmosfera inerta a l'interior del tanc substituint l'aire per nitrogen gas. Amb aquest sistema s'aconsegueix augmentar la seguretat de la instal·lació i protegir el producte emmagatzemat.

Per garantir el correcte funcionament del sistema d'inertització, és necessari controlar la pressió interna del tanc. El sistema incorpora un sensor de pressió que mesura contínuament la pressió de l'espai gasós i envia el senyal al controlador del PLC. Aquest controlador actua sobre les vàlvules de regulació del nitrogen per mantenir la pressió del tanc propera al valor de consigna establert.

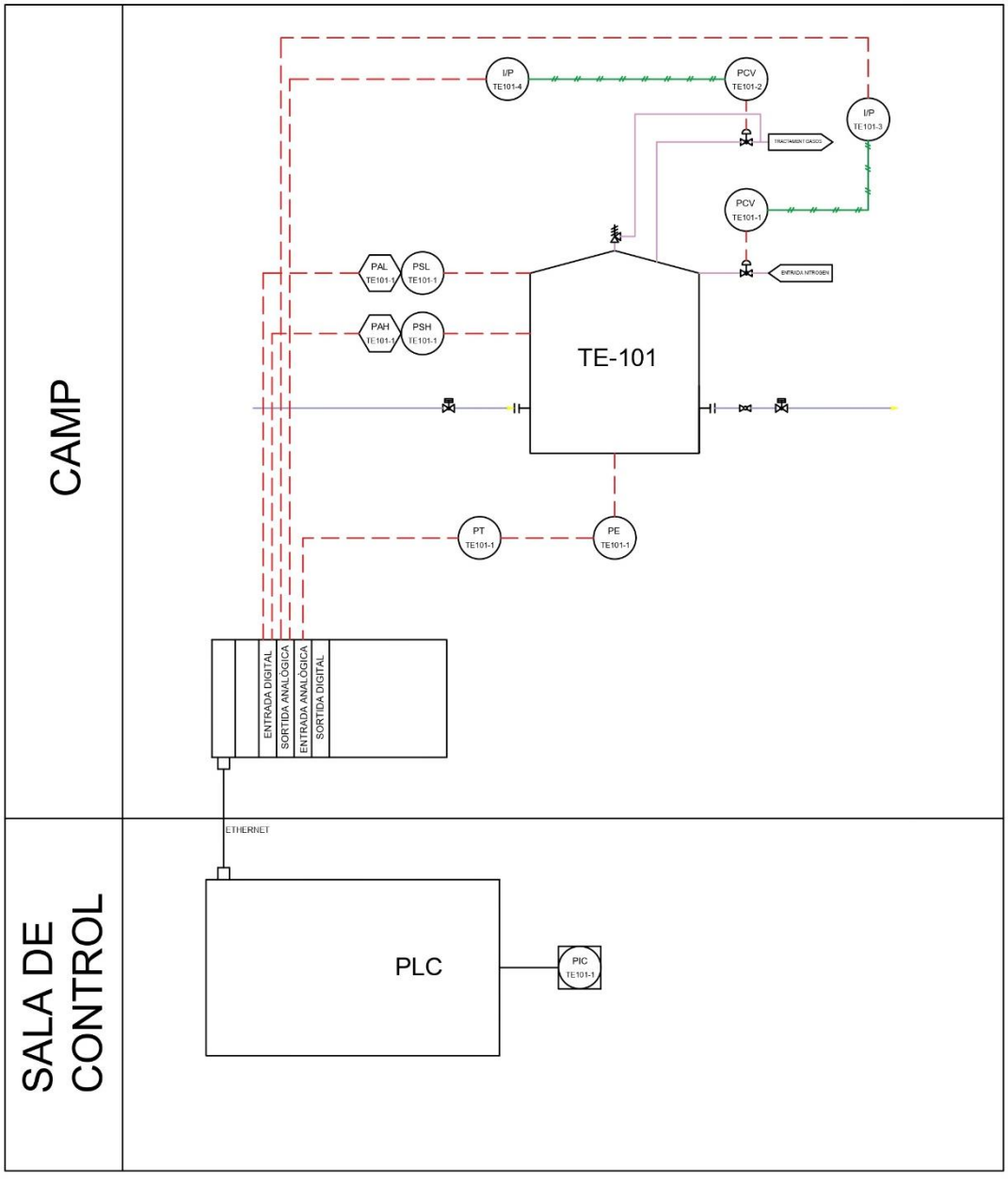
El funcionament del llaç de control es basa en un sistema *split range*, el qual permet que el controlador obri la vàlvula d'entrada de nitrogen quan la pressió interior del tanc disminueixi per sota del valor de referència, permetent l'entrada de més gas inert i incrementant així la pressió interna. En canvi, si la pressió supera el valor establert, el sistema actua sobre la vàlvula de venteig, alliberant part del nitrogen acumulat fins recuperar les condicions normals de funcionament.

Aquest sistema de control permet mantenir unes condicions d'operació segures, evitant sobrepressions o depressions al tanc i assegurant la conservació adequada del metanol emmagatzemat.

Taula 3.26. Característiques del llaç de control de pressió

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**P-TE101-1**	
Equips	TE101	TE102
Tipus de llaç	Split range	
Variable controlada	Pressió al tanc	
Variable manipulada	Cabal d'entrada / sortida de nitrogen	
Setpoint	1 bar	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	100	ÍTEM	TE-101
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
P-TE102-1	PE-TE101-1	Sensor de pressió	PCV-TE101-2	Vàlvula de control i pressió
	PT-TE101-1	Transmissor de pressió	PSH-TE101-1	Interruptor pressió alta
	PIC-TE101-1	Controlador i indicador de pressió	PAH-TE101-1	Alarma pressió alta
	PCV-TE101-1	Vàlvula de control i pressió	PSL-TE101-1	Interruptor pressió baixa
	I/P-TE101-1	Transductor intensitat a pressió	PAL-TE101-1	Alarma pressió baixa
	I/P-TE101-2	Transductor intensitat a pressió		



3.7.1.3. Control de cabal

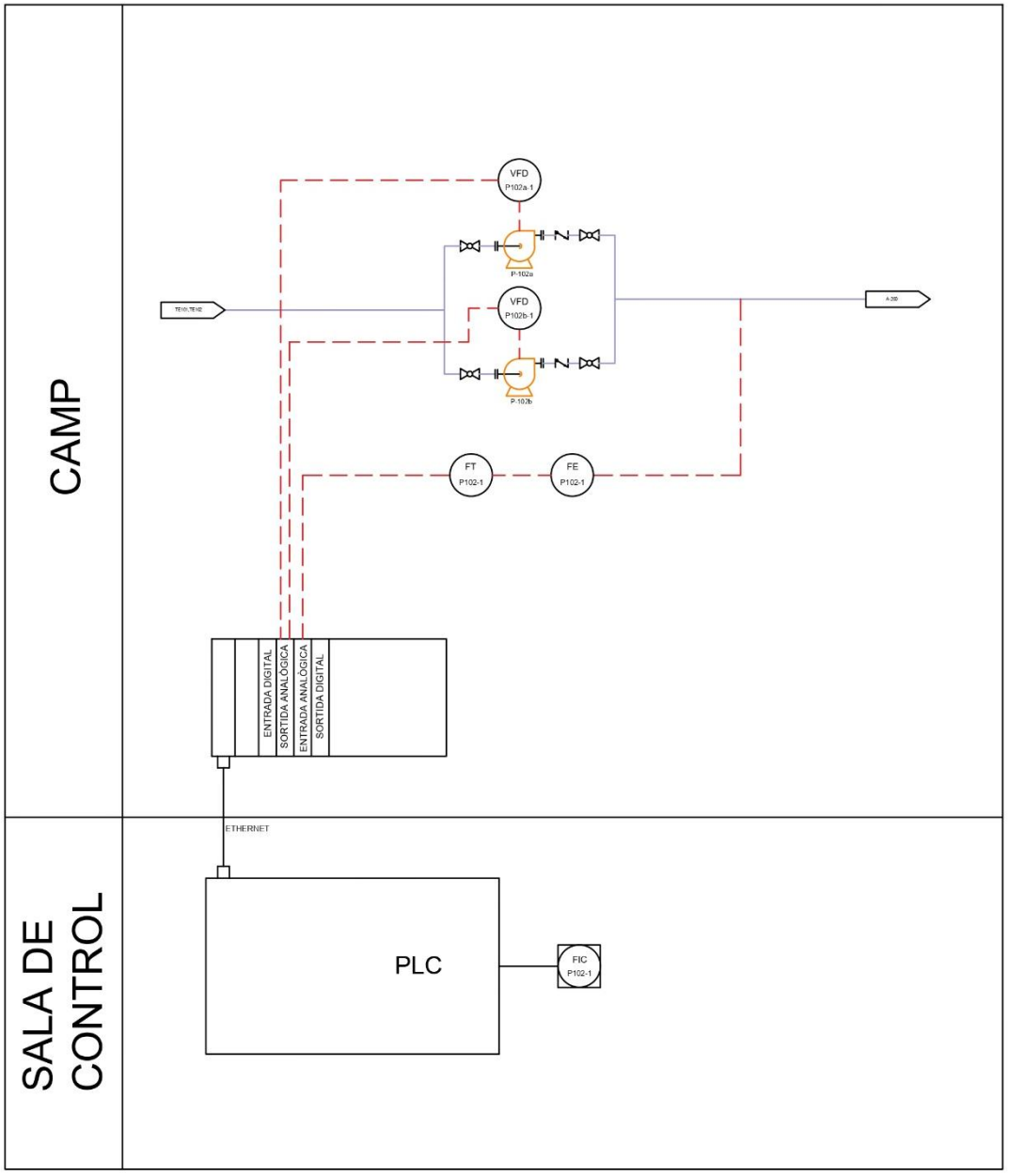
Per garantir un subministrament estable de metanol a les etapes posteriors del procés, les bombes de transferència situades a la sortida dels tancs d'emmagatzematge operen sota un sistema de control automàtic de cabal. Aquest sistema ajusta contínuament la velocitat de funcionament de les bombes en funció de les necessitats instantànies de la planta, assegurant que el cabal enviat al procés es mantingui al voltant del valor de consigna establert.

El control es basa en un mecanisme de retroalimentació que compara el cabal real amb el cabal requerit. Quan es detecta una desviació entre ambdós valors, el sistema modifica la velocitat de gir de la bomba per corregir-la. D'aquesta manera, s'aconsegueix compensar automàticament les variacions derivades dels canvis de nivell als tancs, de les pèrdues de càrrega a les canonades o de les fluctuacions en la demanda de metanol del procés.

Taula 3.27. Característiques del llaç de control de cabal

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**F-P102-1**	
Equips	P102	P103
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Cabal de metanol	
Variable manipulada	Velocitat de gir de la bomba	
Setpoint	Cabal requerit pel procés	
Indicador	Sí	
Alarma	No	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	100	ÍTEM	P-102
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
F-P103-1	FE-P102-1	Sensor de cabal		
	FT-P102-1	Transmissor de cabal		
	FIC-P102-1	Controlador i indicador de cabal		
	VFD-P102-1	Variador de freqüència		



3.7.2. Bufadors

3.7.2.1. Control de pressió

El sistema representat correspon a un llaç de control de pressió de la línia d'aire de procés mitjançant dos bufadors treballant en paral·lel**, C-201a** i **C-201b (es tracta del mateix bufador duplicat).** L'objectiu principal del sistema és mantenir una pressió constant a la línia de subministrament d'aire requerida pel procés, assegurant així un funcionament estable de la planta.

El control de pressió es realitza mitjançant un sensor, que mesura contínuament la pressió de la línia de sortida comuna dels bufadors. Aquest senyal és enviat al transmissor i posteriorment al controlador de pressió.

El controlador compara la pressió mesurada amb el valor de consigna establert (*setpoint*) i actua sobre les vàlvules de control associades als compressors. Aquestes vàlvules regulen el funcionament dels bufadors i el cabal d'aire comprimit subministrat a la línia.

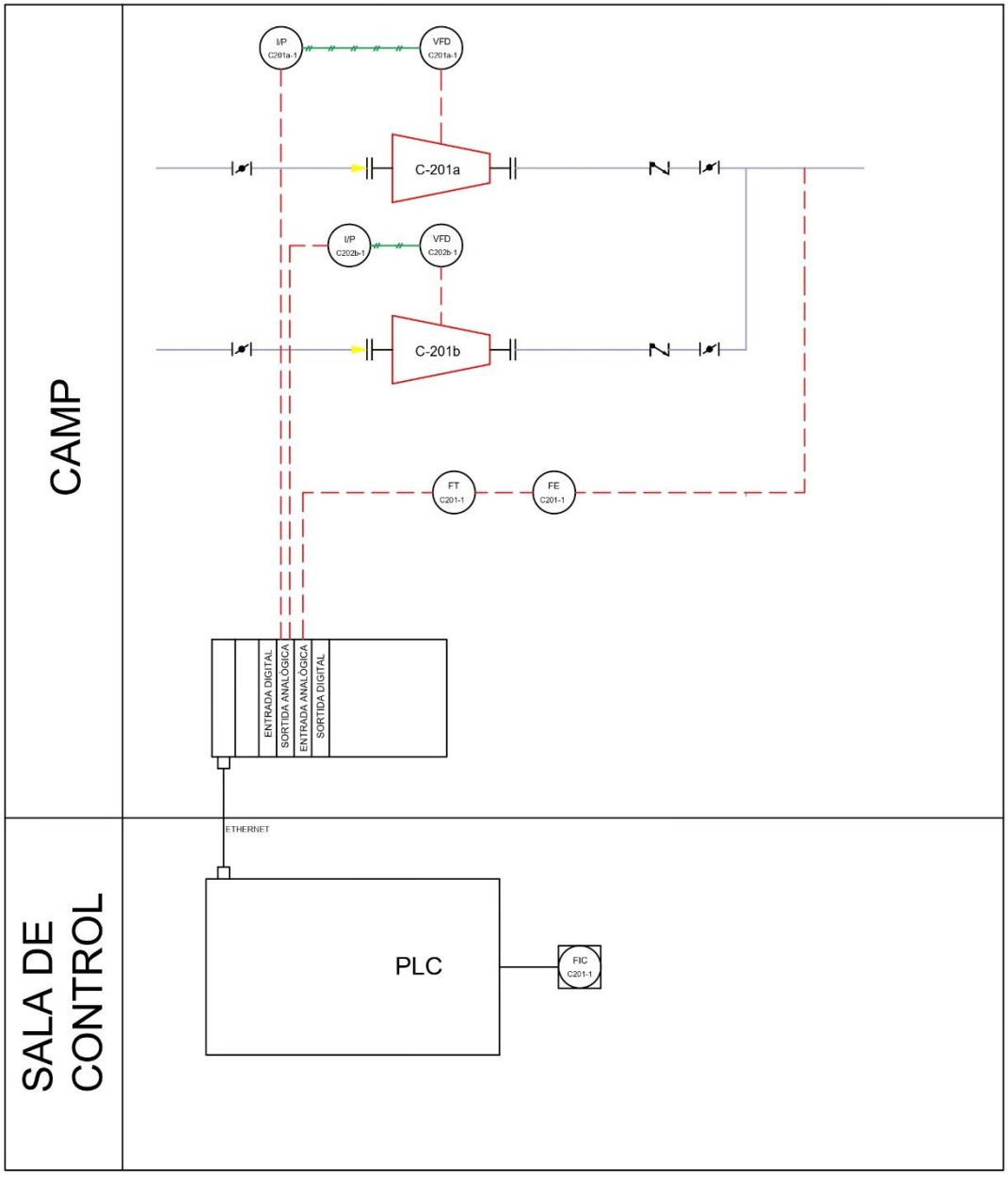
Quan la pressió de la línia disminueix per sota del valor desitjat, el controlador incrementa l'acció de control sobre els compressors per augmentar el cabal d'aire comprimit i recuperar la pressió de servei. En canvi, si la pressió és superior al valor de consigna, el sistema redueix la capacitat de compressió per estabilitzar novament la pressió.

La configuració amb dos compressors en paral·lel proporciona una major flexibilitat operativa i millora la fiabilitat del sistema, ja que permet mantenir el subministrament d'aire fins i tot en cas d'aturada o manteniment d'un dels equips.

Taula 3.28. Característiques del llaç de control de pressió

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**P-C201-1**	
Equips	C-201a	C-201b
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Pressió de la línia d'aire comprimit	
Variable manipulada	Cabal d'aire comprimit subministrat	
Setpoint	1.7 bar	
Indicador	Sí	
Alarma	No	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	200	ÍTEM	C-201
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	FE-C201-1	Sensor de pressió	I/P-C201a-1	Transductor intensitat a pressió
	FT-C201-1	Transmissor de pressió	I/P-C201b-1	Transductor intensitat a pressió
	FIC-C201-1	Controlador i indicador de pressió	VFD-C201b-1	Vàlvula de control i pressió
	VFD-C201a-1	Vàlvula de control i pressió		



3.7.3. Bescanviador de calor

3.7.3.1. Control de temperatura

Els intercanviadors de calor de la planta disposen de llaços de control de temperatura amb l'objectiu de mantenir les condicions d'operació requerides en cada corrent de procés. El control es realitza mitjançant un sensor de temperatura situat a la sortida del corrent de procés de cada intercanviador.

La temperatura mesurada pel sensor és enviada al transmissor i posteriorment al controlador de temperatura, el qual compara el valor obtingut amb el valor de consigna establert. En funció de la desviació detectada, el controlador actua sobre la vàlvula de control, regulant el cabal del fluid de servei que circula per l'intercanviador.

En els equips d'escalfament, la variable manipulada és el cabal d'oli tèrmic. Quan la temperatura del procés disminueix per sota del valor desitjat, el controlador augmenta el cabal d'oli tèrmic per incrementar la transferència de calor. Per contra, si la temperatura supera el setpoint, el cabal d'oli tèrmic es redueix.

En els intercanviadors de refrigeració, el principi de funcionament és equivalent, però el fluid de servei utilitzat és aigua de refrigeració. En aquest cas, si la temperatura del procés augmenta, el controlador incrementa el cabal d'aigua refrigerant per afavorir l'eliminació de calor. Si la temperatura disminueix excessivament, el cabal d'aigua es redueix.

Aquest tipus de llaç permet mantenir un control estable de la temperatura dels corrents de procés i assegurar unes condicions adequades d'operació a tota la planta.

A continuació es mostren les característiques dels equips d'escalfament i de refrigeració, respectivament.

Taula 3.29. Característiques del llaç de control de temperatura

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL			
Nom	**T-E201-1**		
Equips	E-202	E-202	E-302
Tipus de llaç	Feedback		
Variable controlada	Temperatura de sortida del corrent de procés		
Variable manipulada	Cabal d'oli tèrmic		
Setpoint	E201: 80ºC	E202: 280ºC	E302: 120ºC
Indicador	Sí		
Alarma	No		

Taula 3.30. Característiques del llaç de control de temperatura

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**T-E301-1**	
Equips	E-301	E-303
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Temperatura de sortida del corrent de procés	
Variable manipulada	Cabal aigua de refrigeració	
Setpoint	E301: 40ºC	E303: 25ºC
Indicador	Sí	
Alarma	No	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	200	ÍTEM	E-201
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
T-E202-1, T-E302-1	TE-E201-1	Sensor de temperatura	I/P-E201-1	Transductor intensitat a pressió
	TT-E201-1	Transmissor de temperatura		
	TIC-E201-1	Controlador i indicador de temperatura		
	TCV-E201-1	Vàlvula de control i temperatura		

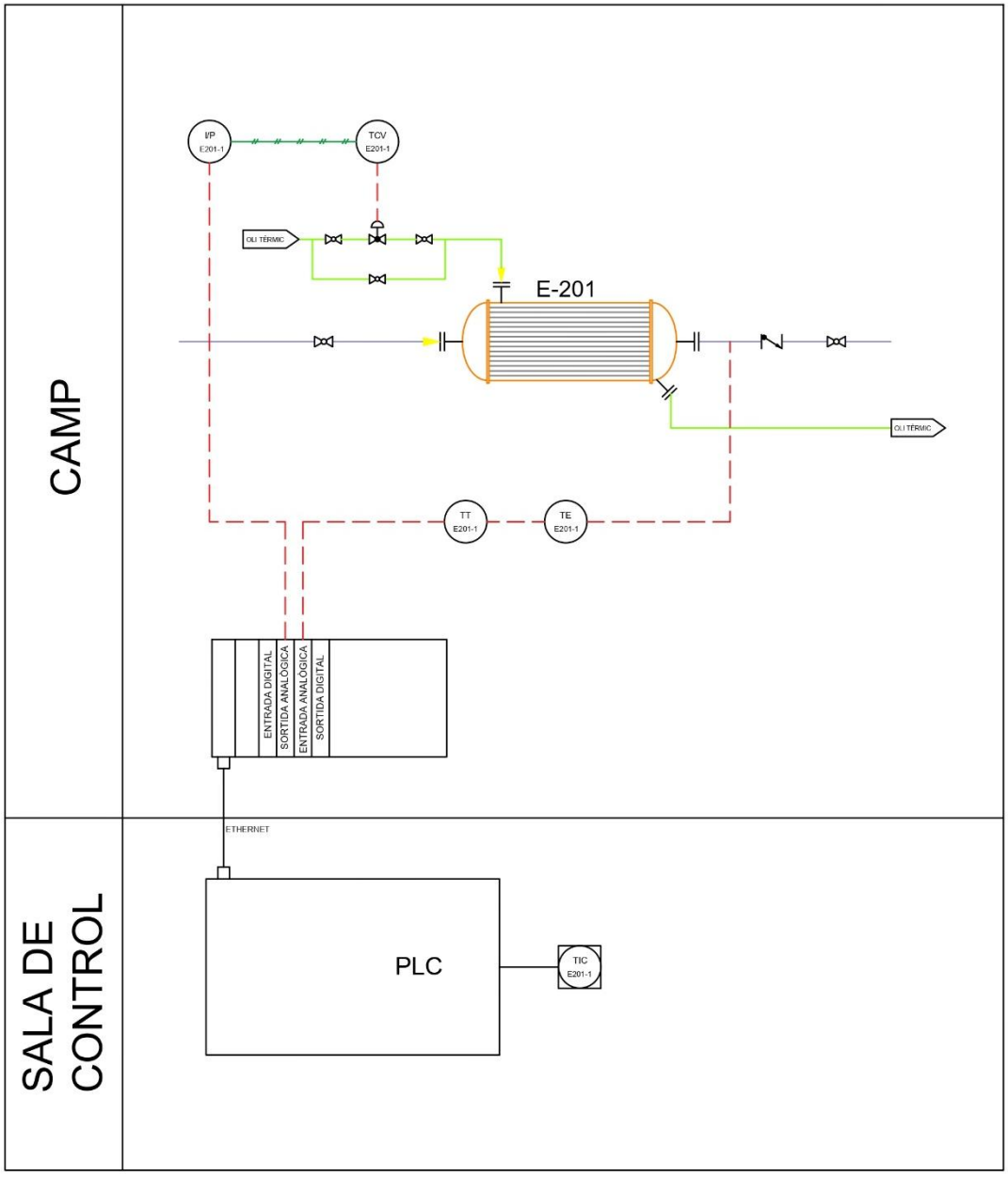
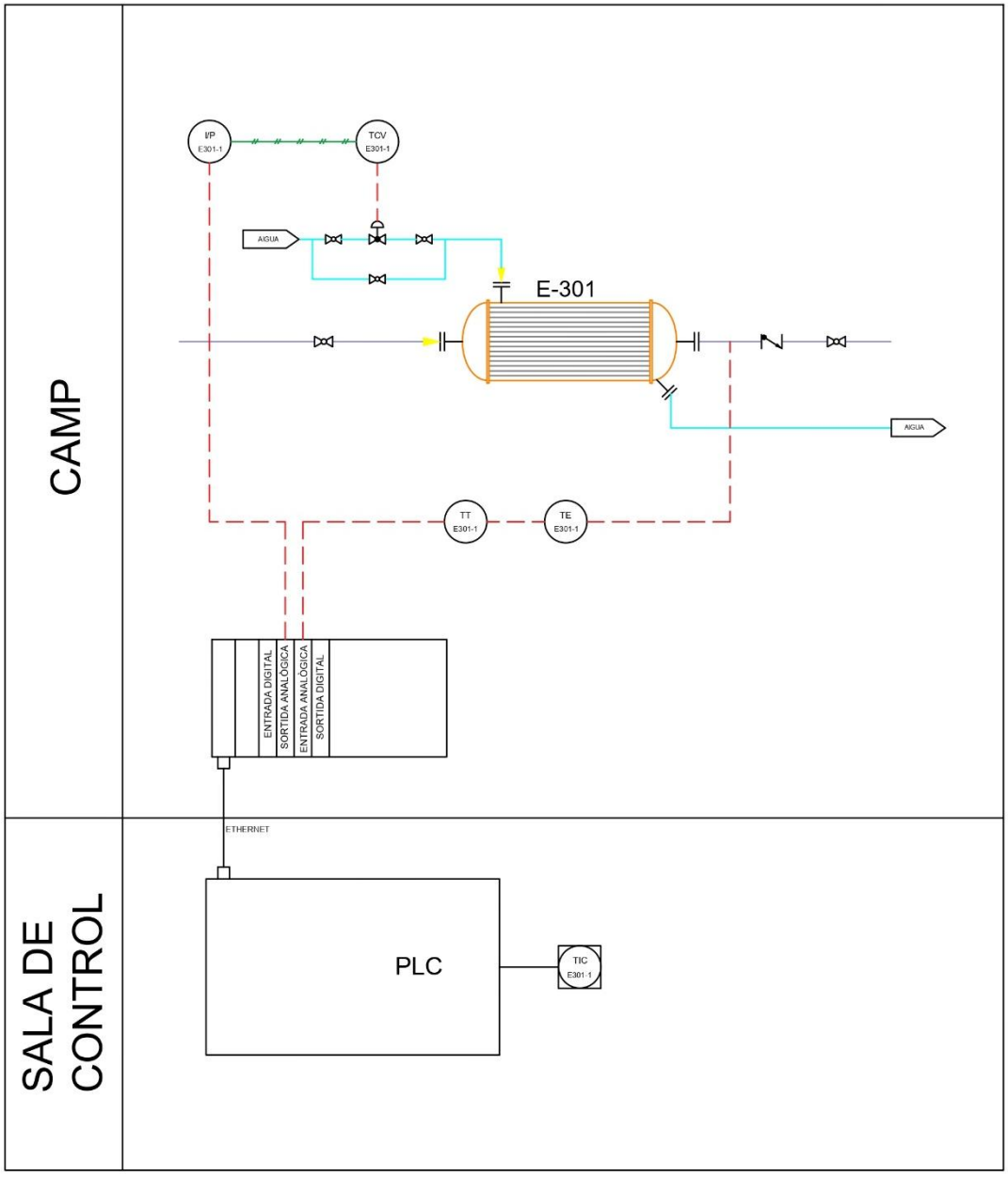


	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	E-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
T-E303-1	TE-E301-1	Sensor de temperatura	I/P-E301-1	Transductor intensitat a pressió
	TT-E301-1	Transmissor de temperatura		
	TIC-E301-1	Controlador i indicador de temperatura		
	TCV-E301-1	Vàlvula de control i temperatura		



3.7.4. Reactors

3.7.4.1. Control de cabal

El control de cabal d'alimentació al reactor té com a objectiu garantir que el corrent d'entrada es mantingui al valor de disseny establert, assegurant unes condicions d'operació estables i una alimentació constant al reactor de flux pistó. Aquest control és especialment important, ja que variacions significatives del cabal poden afectar el temps de residència dels reactius, la conversió i el rendiment global del procés.

El cabal del corrent d'alimentació es mesura de manera contínua abans de l'entrada al reactor. El valor mesurat és enviat al controlador, que el compara amb el valor de consigna establert. A partir d'aquesta comparació, el controlador actua sobre la vàlvula de regulació situada a la línia d'alimentació, ajustant-ne l'obertura per mantenir el cabal desitjat.

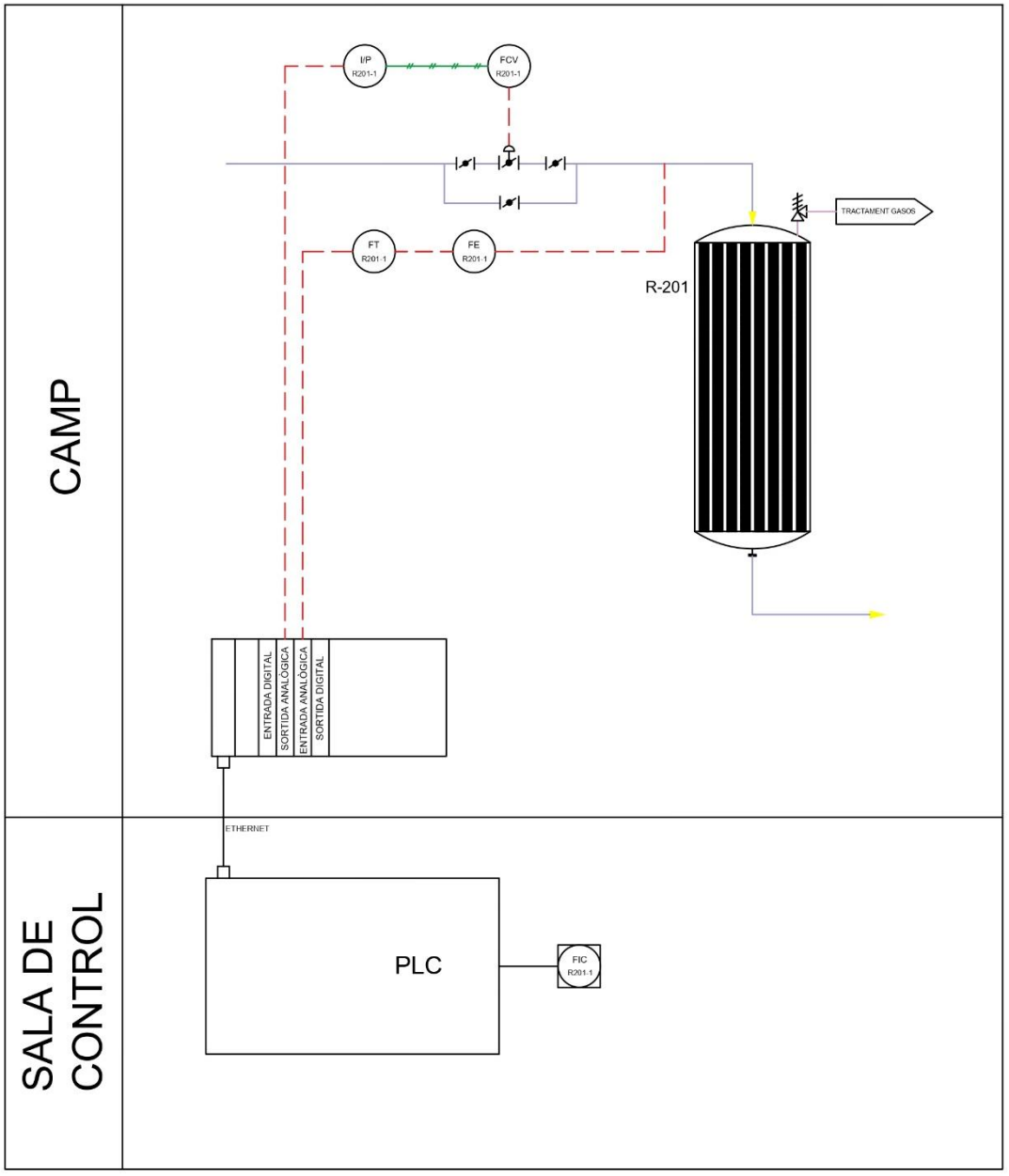
Quan el cabal mesurat és inferior al valor de referència, el controlador augmenta l'obertura de la vàlvula per permetre el pas d'una major quantitat de fluid cap al reactor. En canvi, si el cabal supera el valor de consigna, el controlador redueix l'obertura de la vàlvula, limitant l'entrada de corrent i recuperant les condicions d'operació establertes.

Aquest llaç de control permet minimitzar les fluctuacions de cabal provocades per variacions de pressió o pertorbacions en les etapes anteriors del procés. Com a conseqüència, es garanteix una alimentació més uniforme al reactor i es millora l'estabilitat de la reacció i del conjunt de la planta.

Taula 3.31. Característiques del llaç de control cabal

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**F-R201-1**	
Equips	E301	R202
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Cabal d'entrada al reactor	
Variable manipulada	Obertura vàlvula de control de cabal	
Setpoint	$30500 m^3/h$	
Indicador	Sí	
Alarma	No	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	200	ÍTEM	R-201
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
F-R202-1	FE-R201-1	Sensor de cabal	I/P-R201-1	Transductor intensitat a pressió
	FT-R201-1	Transmissor de cabal		
	FIC-R201-1	Controlador i indicador de cabal		
	FCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal		



3.7.4.2. Control de pressió

El control de pressió del reactor de flux pistó té com a objectiu mantenir unes condicions d'operació estables i segures durant la reacció d'oxidació del metanol. Atès que es tracta d'una reacció fortament exotèrmica, qualsevol desviació significativa de les condicions de funcionament pot afectar tant el rendiment del procés com la seguretat de la instal·lació. Per aquest motiu, el control de la pressió constitueix una de les variables més importants del reactor.

La pressió es mesura contínuament a l'interior del reactor i es compara amb el valor de consigna establert. A partir d'aquesta comparació, el controlador actua sobre la vàlvula situada a la línia de sortida del reactor, regulant la quantitat de fluid que abandona l'equip.

Quan la pressió augmenta per sobre del valor desitjat, el controlador incrementa l'obertura de la vàlvula de sortida, afavorint l'evacuació dels gasos de reacció i reduint la pressió interna del reactor. En canvi, si la pressió disminueix per sota del valor de consigna, la vàlvula tendeix a tancar-se parcialment, augmentant la resistència a la sortida i permetent recuperar la pressió d'operació.

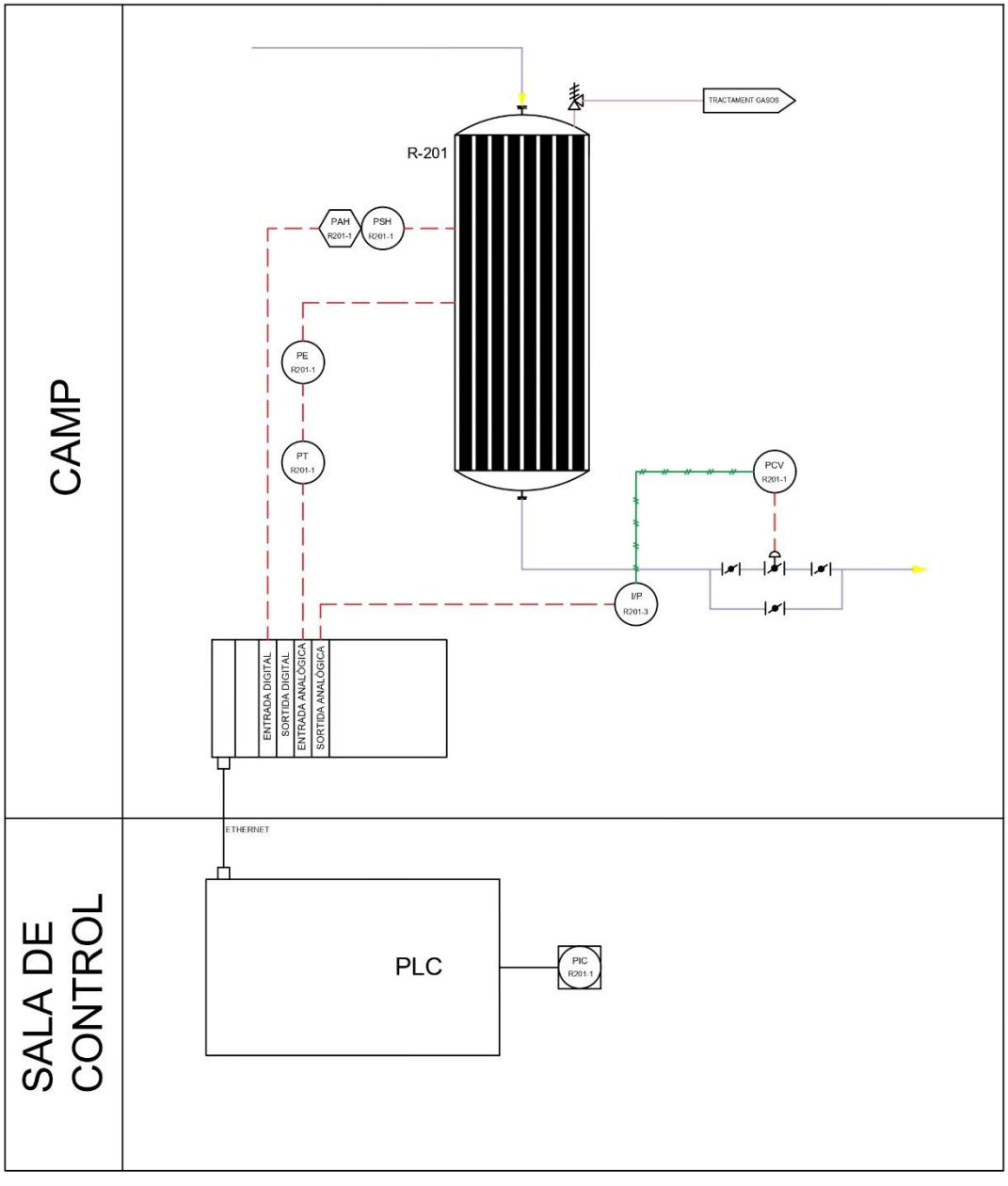
Aquest tipus de configuració és especialment adequada en reactors continus, ja que permet absorbir les fluctuacions de cabal o de composició que es puguin produir al llarg del procés, mantenint unes condicions de funcionament estables i millorant el control global de la reacció.

S'incorporen alarmes de seguretat per detectar situacions anormals d'operació. Si la pressió continua augmentant fins assolir un valor crític, l'alarma alerta els operadors de la necessitat d'una actuació immediata per evitar riscos operatius o danys als equips.

Taula 3.32. Característiques del llaç de control de pressió

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**P-R201-1**	
Equips	R201	R202
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Pressió del reactor	
Variable manipulada	Cabal de gasos de sortida	
Setpoint	1.3 bar	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	200	ÍTEM	R-201
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
P-R202-1	PE-R201-1	Sensor de pressió	I/P-R201-3	Transductor intensitat a pressio
	PT-R201-1	Transmissor de pressió	PSH-R201-1	Interruptor pressió alta
	PIC-R201-1	Controlador i indicador de pressió	PAH-R201-1	Alarma pressió alta
	PCV-R201-1	Vàlvula de control i pressió		



3.7.4.3. Control de temperatura

La reacció de producció de formaldehid és una reacció fortament exotèrmica, fet que implica l'alliberament d'una quantitat considerable de calor durant el seu desenvolupament. Per aquest motiu, és imprescindible disposar d'un sistema de control de temperatura que permeti mantenir el reactor dins dels límits d'operació establerts i garantir tant la seguretat com el rendiment del procés.

La temperatura es mesura contínuament a l'interior del reactor i es compara amb el valor de consigna fixat per a l'operació. A partir d'aquesta comparació, el controlador regula el cabal d'oli tèrmic que circula per el sistema d'intercanvi de calor associat al reactor. En aquest cas, l'oli tèrmic actua com a fluid refrigerant, absorbint part de la calor generada per la reacció i evitant increments excessius de temperatura.

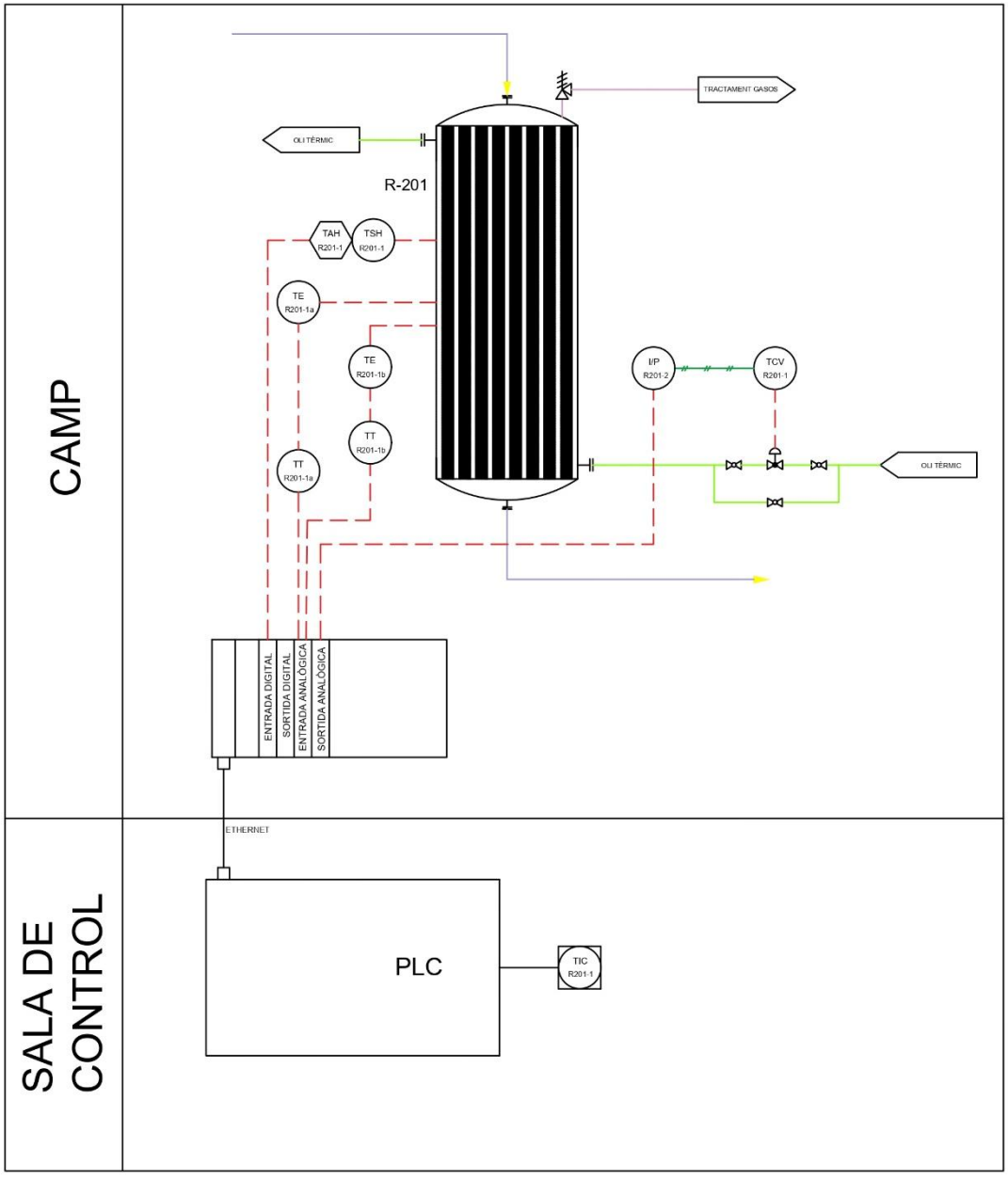
Quan la temperatura del reactor supera el valor establert, el controlador augmenta l'obertura de la vàlvula de control, incrementant el cabal d'oli tèrmic. D'aquesta manera, s'afavoreix l'extracció de calor del reactor i la temperatura tendeix a disminuir fins al valor de consigna. Per contra, si la temperatura és inferior a la desitjada, el controlador redueix el cabal d'oli tèrmic, disminuint la capacitat de refrigeració del sistema i permetent recuperar les condicions òptimes d'operació.

Aquest llaç de control resulta especialment important en reactors de flux pistó, ja que petites variacions de temperatura poden provocar canvis significatius en la velocitat de reacció, la conversió del metanol i la selectivitat cap al formaldehid. Per tant, mantenir una temperatura estable és fonamental per assegurar el correcte funcionament del procés.

Taula 3.33. Característiques del llaç de control de temperatura

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**T-R201-1**	
Equips	R201	R202
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Temperatura del reactor	
Variable manipulada	Cabal d'oli tèrmic	
Setpoint	301ºC	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	200	ÍTEM	R-201
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
T-R202-1	TE-R201-1a	Sensor de temperatura	I/P-R201-2	Transductor intensitat a pressió
	TT-R201-1a	Transmissor de temperatura	TSH-R201-1	Interruptor temperatura alta
	TIC-R201-1	Controlador i indicador de temperatura	TAH-R201-1	Alarma temperatura alta
	TCV-R201-1	Vàlvula de control i temperatura	TT-R201-1b	Transmissor de temperatura
	TE-R201-1b	Sensor de temperatura		



3.7.5. Columna de destil·lació

3.7.5.1. Control de pressió

El llaç de control de pressió té com a objectiu mantenir estable la pressió d'operació a l'interior de la columna de destil·lació, garantint així unes condicions adequades de separació i funcionament del procés. Per aconseguir-ho, s'instal·la un sensor de pressió a la part superior de la columna, concretament a la línia de vapors que surt en direcció al condensador.

El funcionament del llaç es basa en la capacitat de condensació del condensador. Quan la pressió de la columna augmenta per sobre del valor desitjat, el controlador incrementa el cabal d'aigua refrigerant, augmentant així la condensació dels vapors de cap. Com a conseqüència, disminueix la quantitat de vapor present a la part superior de la columna i la pressió interna es redueix fins recuperar el valor d'operació.

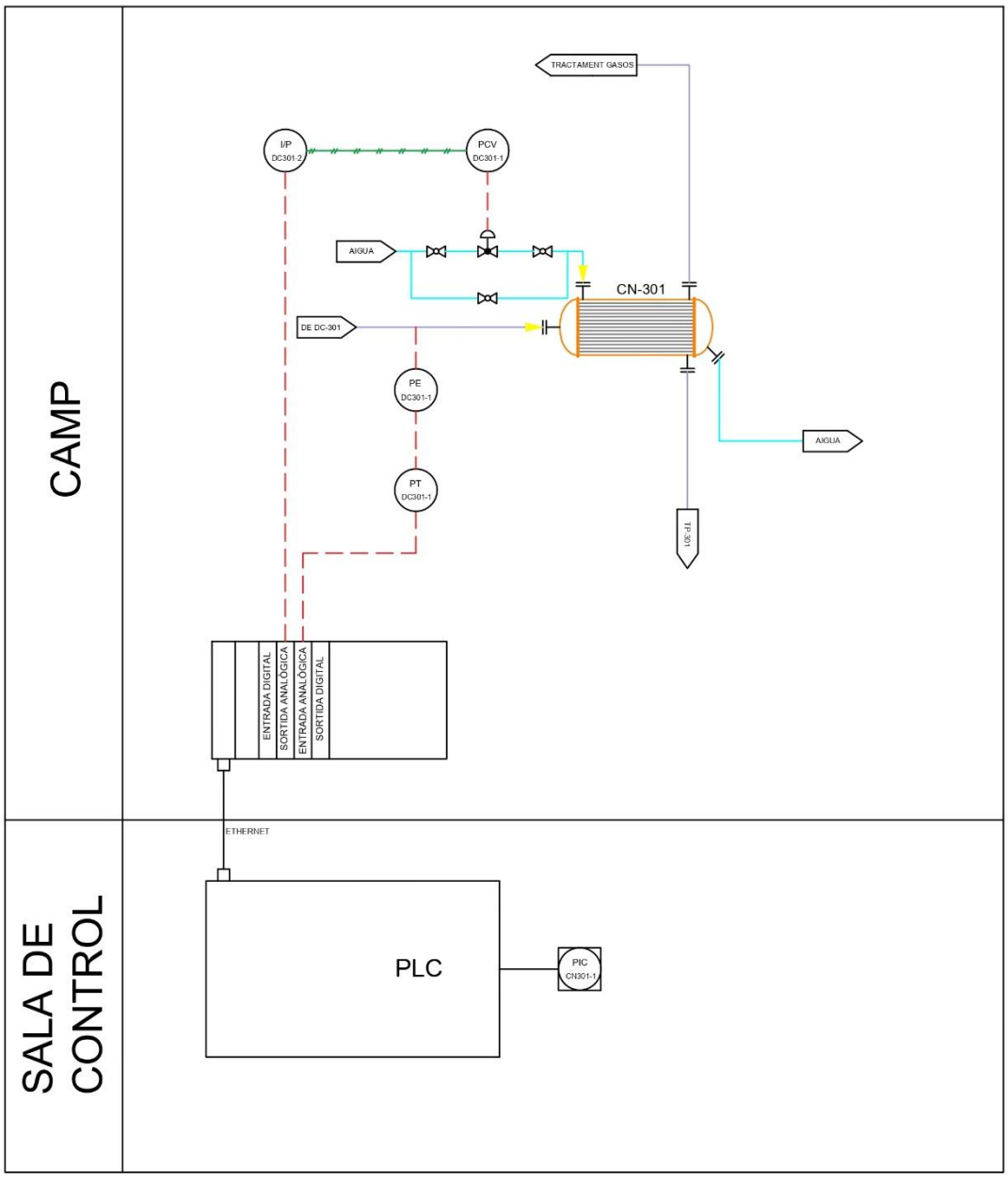
Per contra, si la pressió disminueix per sota del valor de referència, el controlador redueix el cabal d'aigua de refrigeració. D'aquesta manera disminueix la capacitat de condensació del sistema i la pressió a l'interior de la columna torna a augmentar progressivament.

Aquest llaç de control es troba estretament relacionat amb la resta de controls de la columna, especialment amb els llaços de temperatura i nivell, ja que totes les variables de procés es troben interconnectades. Un canvi en la pressió d'operació afecta directament les temperatures d'equilibri i el comportament global de la separació dins la columna.

Taula 3.34. Característiques del llaç de control de pressió

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL
Nom	**P-DC301-1**
Equips	DC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Pressió de capçalera de la columna
Variable manipulada	Cabal d'aigua de refrigeració al condensador
Setpoint	1,6 bar
Indicador	Sí
Alarma	No

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	DC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	PE-DC301-1	Sensor de pressió	I/P-AC301-2	Transductor intensitat a pressió
	PT-DC301-1	Transmissor de pressió		
	PIC-DC301-1	Controlador i indicador de pressió		
	PCV-DC301-1	Vàlvula de control i pressió		



3.7.5.2. Control de temperatura fons

El control de temperatura de la columna de destil·lació té com a objectiu mantenir les condicions adequades de separació dels components presents al procés. Per aconseguir-ho, es controla la temperatura de la part inferior de la columna, ja que aquesta està directament relacionada amb la composició del corrent de fons i amb l'aportació de calor realitzada pel *reboiler*.

El sistema disposa d'un sensor situat a la zona inferior de la columna o a la línia de sortida cap al *reboiler*. La temperatura mesurada és enviada al transmissor, que comunica el senyal al controlador de temperatura.

El controlador compara la temperatura mesurada amb el valor de consigna establert (*setpoint*) i actua sobre la vàlvula de control **TCV**, situada a la línia d'entrada d'oli tèrmic del *reboiler*. Aquesta vàlvula regula el cabal d'oli tèrmic que circula per l'equip i, per tant, la quantitat de calor aportada a la columna.

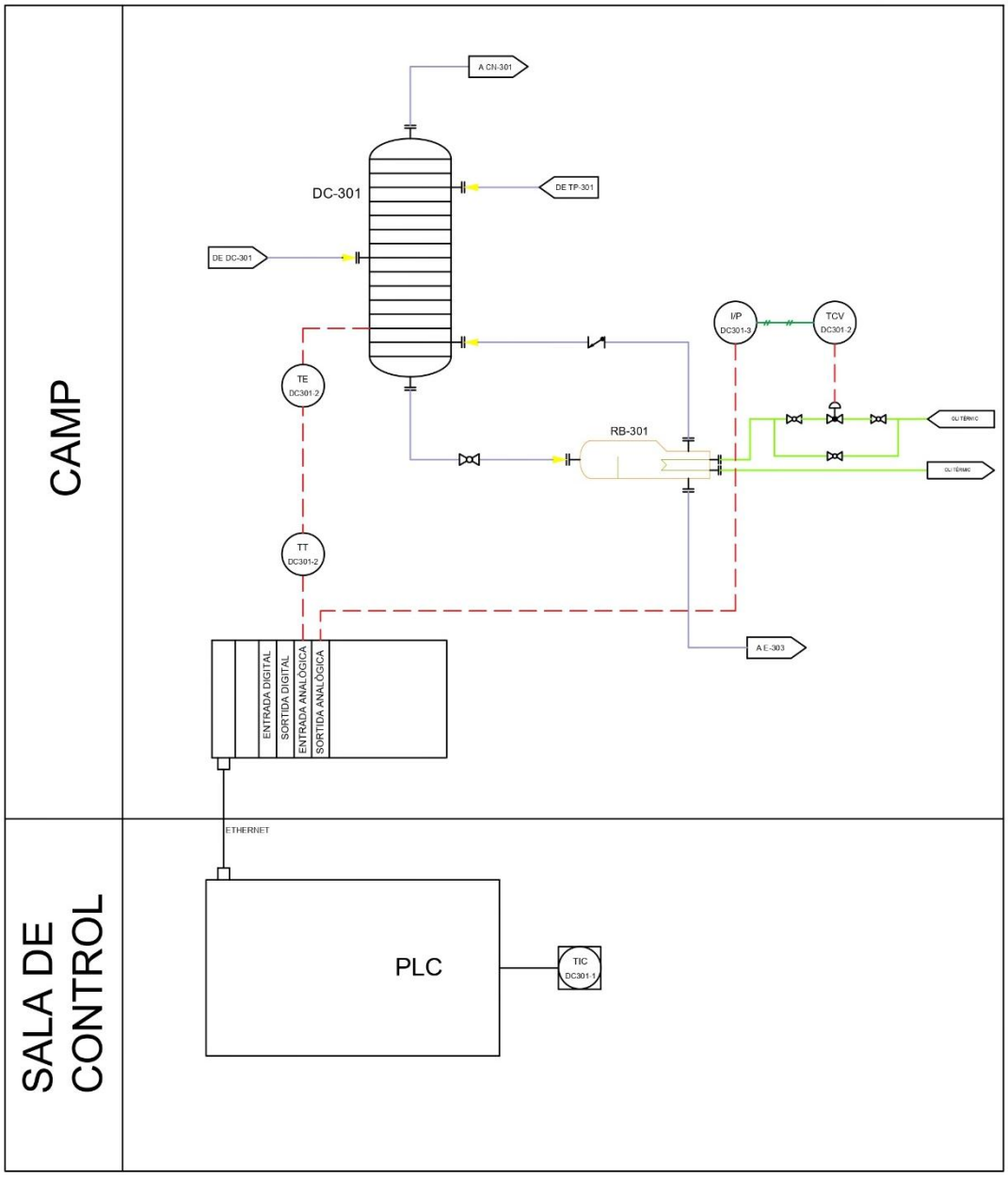
Quan la temperatura de la part inferior de la columna disminueix per sota del valor desitjat, el controlador augmenta el cabal d'oli tèrmic per incrementar l'aportació de calor i afavorir la vaporització dels components més volàtils. En canvi, si la temperatura supera el valor de consigna, el controlador redueix el cabal d'oli tèrmic, disminuint la transferència de calor al sistema.

Aquest llaç de control permet mantenir estable l'operació de la columna i assegurar una separació adequada dels components al llarg del procés de destil·lació.

Taula 3.36. Característiques del llaç de control temperatura de fons

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL
Nom	**T-DC301-2**
Equips	DC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Temperatura de fons de la columna
Variable manipulada	Cabal d'oli tèrmic al reboiler
Setpoint	122 ºC
Indicador	Sí
Alarma	No

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	DC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	TE-DC301-2	Sensor de temperatura	I/P-DC301-3	Transductor intensitat a pressió
	TT-DC301-2	Transmissor de temperatura		
	TIC-DC301-2	Controlador i indicador de temperatura		
	TCV-DC301-2	Vàlvula de control i temperatura		



3.7.5.3. Control de nivell

El control de nivell de la zona inferior de la columna de destil·lació té com a objectiu mantenir una quantitat adequada de líquid acumulat als fons de la columna, garantint un funcionament estable del *reboiler* i evitant tant el risc de buidatge com de sobre ompliment.

Per a això, s'instal·la un sensor de nivell a la part inferior de la columna, que mesura contínuament el nivell de líquid existent. El senyal és enviat al transmissor i posteriorment al controlador de nivell, que compara el valor mesurat amb el valor de consigna establert.

La variable manipulada és el cabal de producte de fons que surt del *reboiler* cap a la següent etapa del procés. Per aquest motiu, el controlador actua sobre una vàlvula de control **LCV** situada en aquesta línia de sortida.

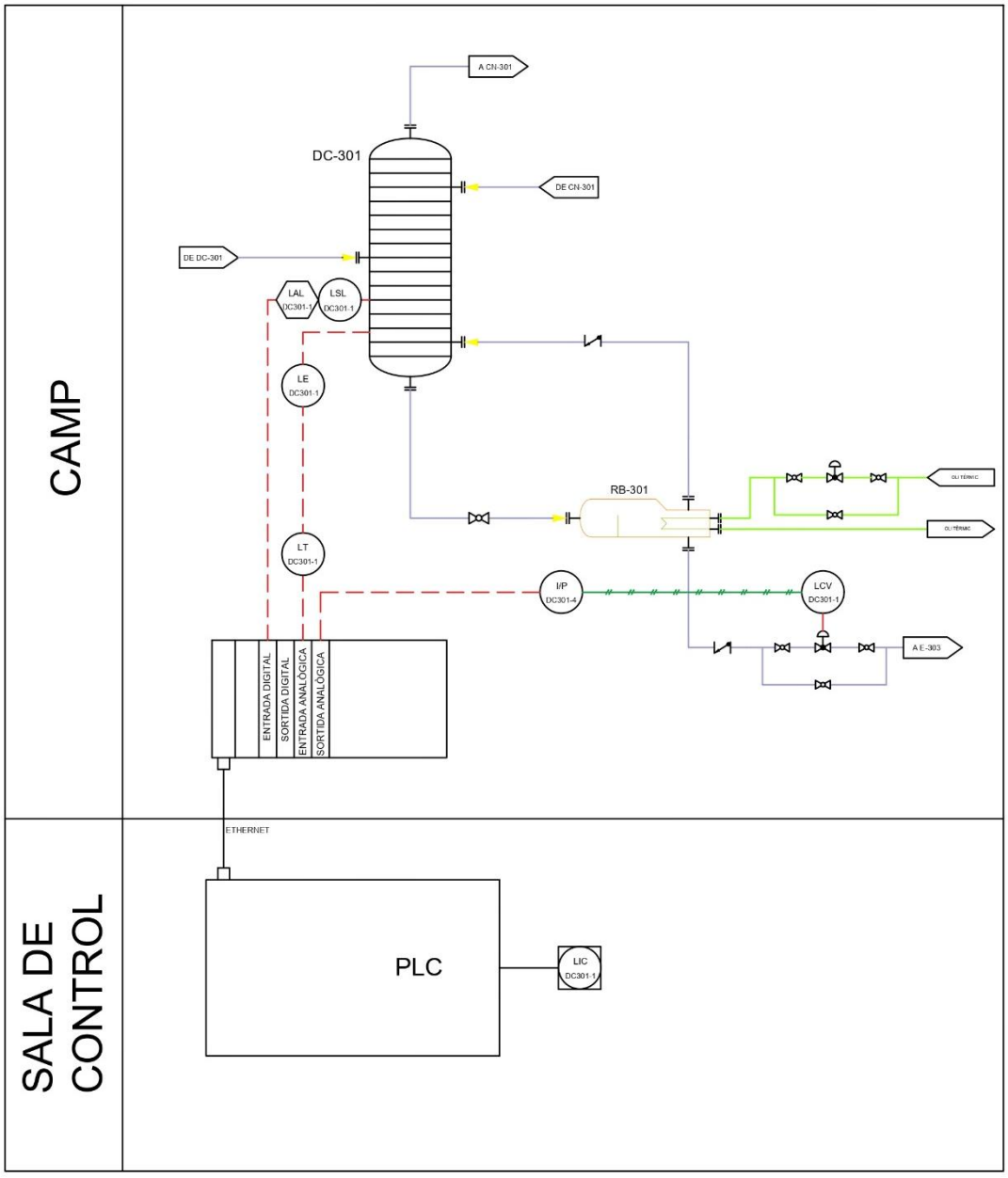
Quan el nivell augmenta per sobre del valor de referència, el controlador incrementa l'obertura de la vàlvula, augmentant el cabal de sortida i reduint el nivell acumulat. En canvi, quan el nivell disminueix per sota del valor de consigna, la vàlvula es tanca parcialment, reduint la sortida de líquid i permetent recuperar el nivell desitjat.

Aquest llaç de control garanteix unes condicions d'operació estables als fons de la columna i assegura el correcte funcionament del *reboiler* i de les etapes posteriors del procés.

Taula 3.37. Característiques del llaç de control de nivell

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**L-DC301-1**
Equips	DC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Nivell de líquid al fons de la columna
Variable manipulada	Cabal de producte de fons
Setpoint	50% del nivell útil
Indicador	Sí
Alarma	Sí

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	DC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	LE-DC301-1	Sensor de nivell	I/P-DC301-4	Transductor intensitat a pressió
	LT-DC301-1	Transmissor de nivell	LSL-DC301-1	Interruptor nivell baix
	LIC-DC301-1	Controlador i indicador de nivell	LAL-DC301-1	Alarma nivell baix
	LCV-DC301-1	Vàlvula de control i nivell		



3.7.5.4. Control de cabal

Aquest llaç de control té com a finalitat regular el cabal de reflux que retorna a la columna de destil·lació, amb l'objectiu de mantenir unes condicions operatives estables i garantir una separació adequada dels compostos presents a la columna.

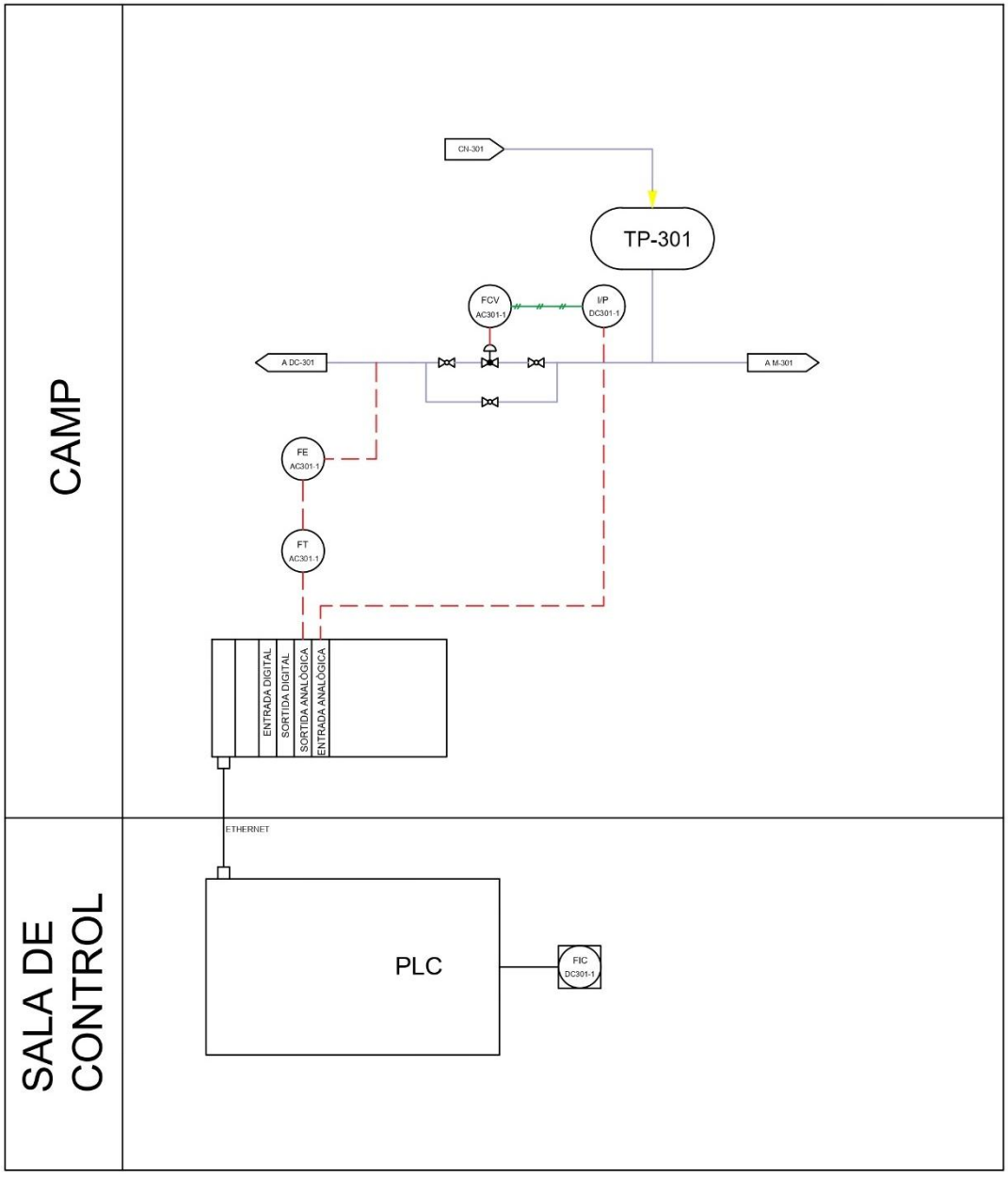
El sistema funciona mitjançant un control automàtic del cabal del corrent de reflux procedent del condensador i del tanc pulmó associat, regulant la quantitat de líquid que retorna a la part superior de la columna. El cabal real és monitoritzat contínuament i comparat amb el valor de consigna establert. En cas de desviació respecte al valor desitjat, el sistema actua sobre l'element final de control per corregir el flux i restablir les condicions de funcionament.

Aquest control resulta especialment important ja que la relació de reflux influeix directament sobre l'eficiència de separació de la columna. Un cabal insuficient pot reduir la puresa dels productes obtinguts, mentre que un excés de reflux incrementa el consum energètic del procés sense aportar millores significatives en la separació. Per aquest motiu, el llaç de control permet mantenir un funcionament estable de la columna, reduint fluctuacions del procés i millorant el rendiment global de la unitat de destil·lació.

Taula 3.38. Característiques del llaç de control de cabal

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**F-DC301-1**
Equips	DC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Cabal de reflux a la columna
Variable manipulada	Vàlvula de control de cabal de reflux
Setpoint	Relació de reflux: L/D=2
Indicador	Sí
Alarma	No

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	DC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	FE-DC301-1	Sensor de nivell	I/P-DC301-1	Transductor intensitat a pressió
	FT-DC301-1	Transmissor de nivell		
	FIC-DC301-1	Controlador i indicador de nivell		
	FCV-DC301-1	Vàlvula de control i nivell		



3.7.6. Tanc pulmó

3.7.6.1. Control nivell

El tanc pulmó situat a la sortida del condensador parcial i té com a funció acumular el líquid condensat i permetre la separació entre la fase líquida i els gasos no condensats. Per garantir un funcionament estable del sistema, és necessari mantenir constant el nivell de líquid a l'interior d'aquest recipient.

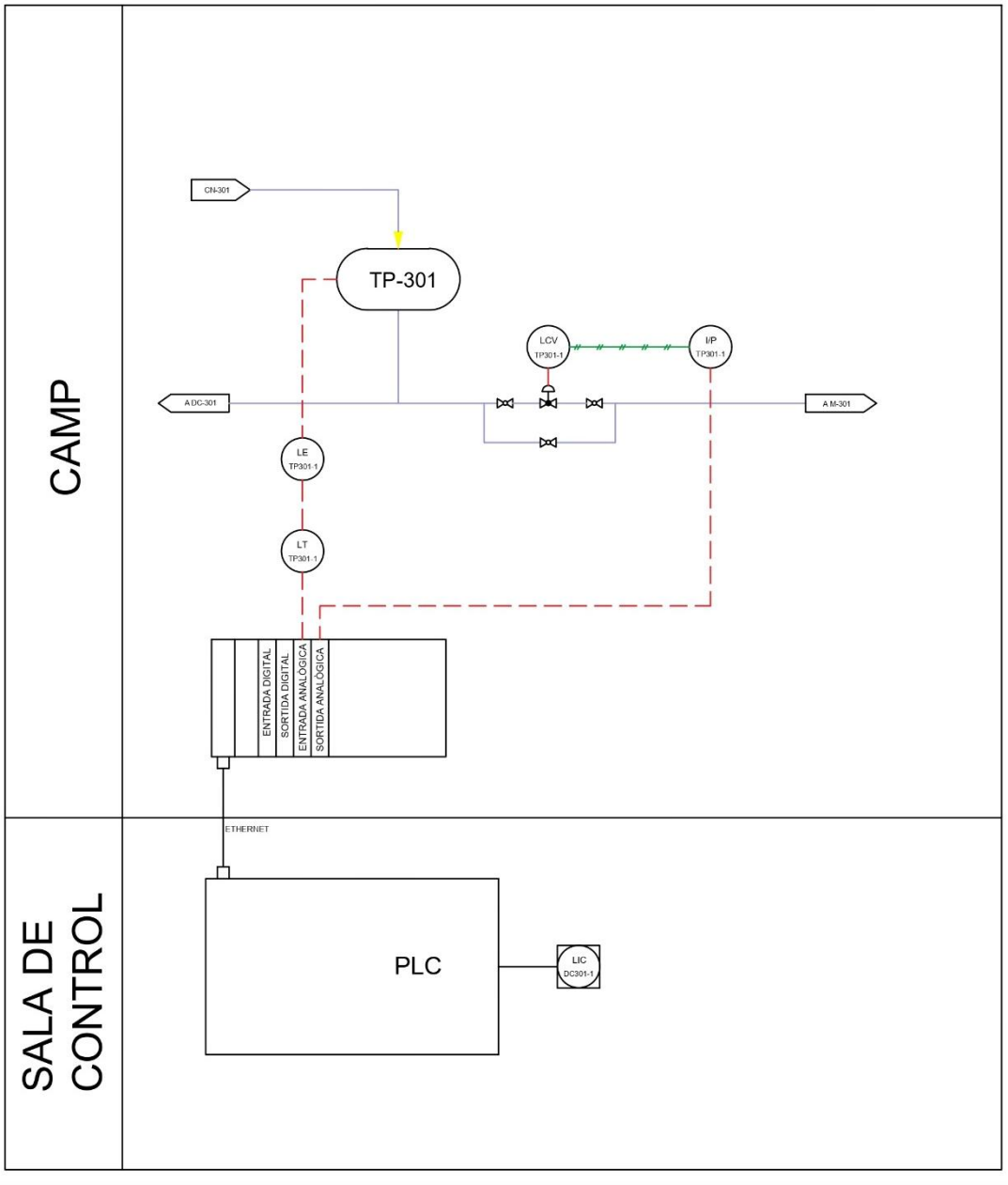
Quan el nivell de líquid augmenta per sobre del valor desitjat, el controlador incrementa l'obertura de la vàlvula, augmentant el cabal de destil·lat evacuat i reduint el nivell del recipient. En canvi, si el nivell disminueix per sota del valor de consigna, la vàlvula es tanca parcialment per reduir la sortida de líquid i recuperar el nivell establert.

Aquest llaç permet mantenir un inventari de líquid adequat al tanc pulmó i assegurar una alimentació estable tant al corrent de destil·lat com al corrent de reflux.

Taula 3.39. Característiques del llaç de control de nivell

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**L-TP301-1**
Equips	TP301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Nivell de líquid del tanc pulmó
Variable manipulada	Cabal de destil·lat
Setpoint	50% del nivell útil
Indicador	Sí
Alarma	No

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	TP-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	LE-TP301-1	Sensor de nivell	I/P-TP301-4	Transductor intensitat a pressió
	LT-TP301-1	Transmissor de nivell	LSL-TP301-1	Interruptor nivell baix
	LIC-TP301-1	Controlador i indicador de nivell	LAL-TP301-1	Alarma nivell baix
	LCV-TP301-1	Vàlvula de control i nivell		



3.7.7. Columna d'absorció

3.7.7.1. Control de cabal

El control del cabal d'aigua es realitza en funció del cabal del fluid de procés que entra a l'equip, amb l'objectiu de mantenir en tot moment la proporció adequada entre ambdós corrents. D'aquesta manera, es garanteix que el sistema disposi del cabal d'aigua necessari segons les condicions d'operació del procés.

Aquest control es basa en un llaç de tipus ràtio amb acció de control PI, habitual en processos on dues variables han d'operar de forma proporcional. El sistema permet adaptar automàticament el cabal d'aigua davant possibles variacions del cabal del procés, assegurant així unes condicions de funcionament estables.

Per al funcionament del llaç, es disposa d'un sensor de cabal a la línia del fluid de procés i d'un altre sensor situat a la línia d'entrada d'aigua. Les mesures obtingudes són enviades al controlador, el qual calcula la relació existent entre ambdós cabals i la compara amb la ràtio de consigna establerta.

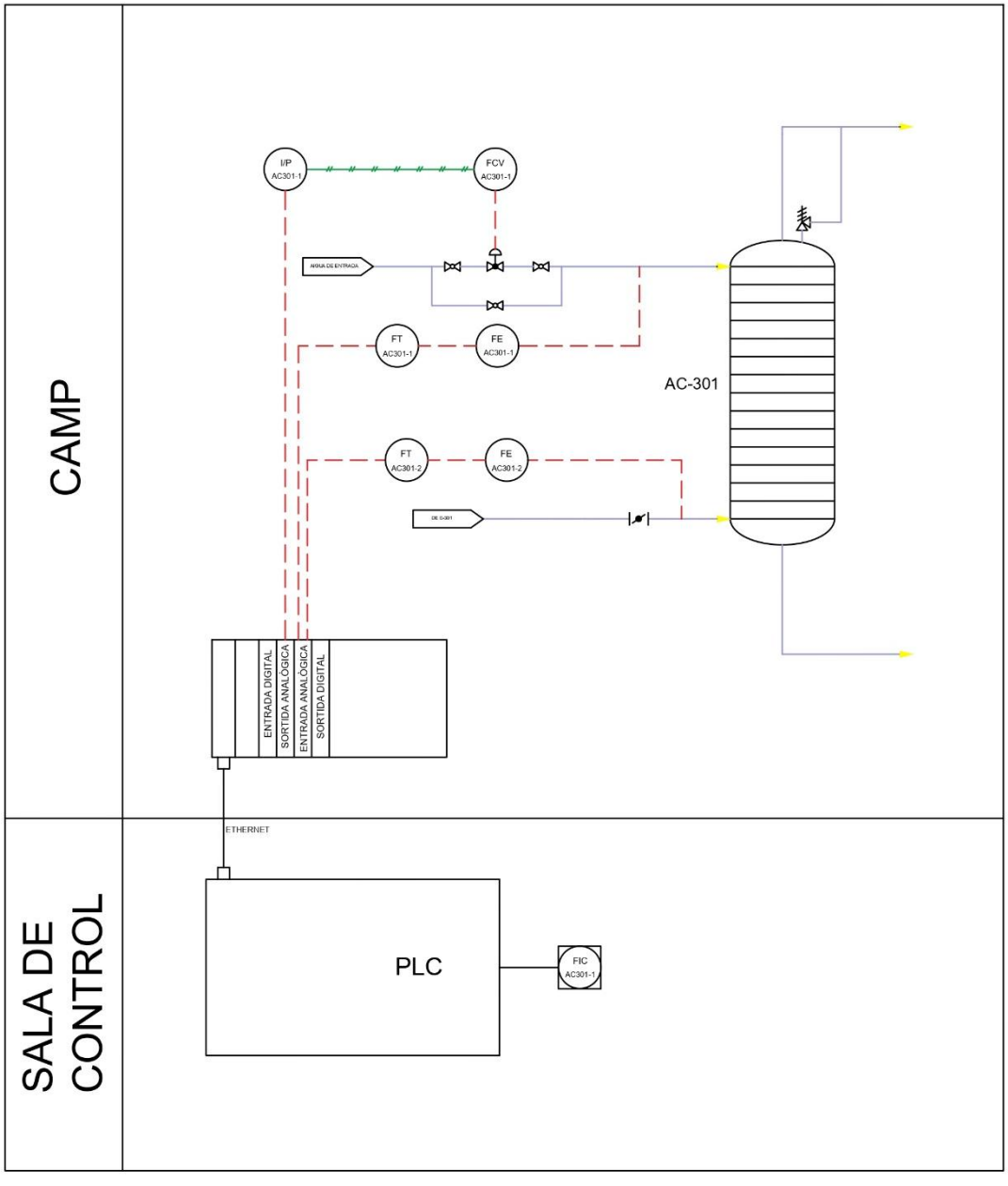
En funció d'aquesta comparació, el controlador actua sobre la vàlvula de regulació del corrent d'aigua, augmentant o disminuint el cabal segons sigui necessari. Així, quan el cabal del procés augmenta, el sistema incrementa automàticament el cabal d'aigua associat. De manera similar, si el cabal del procés disminueix, el controlador redueix proporcionalment el subministrament d'aigua.

Aquest tipus de control permet mantenir una operació més estable i eficient, millorant el rendiment global de l'equip.

Taula 3.40. Característiques del llaç de control de cabal

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**F-AC301-1**
Equips	AC301
Tipus de llaç	Ràtio
Variable controlada	Relació entre el cabal d'aigua i el cabal del fluid de procés
Variable manipulada	Cabal d'aigua subministrat al absorbidor
Setpoint	1:1 (Relació en volum d'aigua: fluid de procés)
Indicador	Sí
Alarma	No

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	AC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	FE-AC301-1	Sensor de cabal	I/P-AC301-1	Transductor intensitat a pressió
	FT-AC301-1	Transmissor de cabal	FE-AC301-2	Sensor de cabal
	FIC-AC301-1	Controlador i indicador de cabal	FT-AC301-2	Transmissor de cabal
	FCV-AC301-1	Vàlvula de control de cabal		



3.7.7.2. Control de pressió

El control de pressió del separador té com a objectiu garantir unes condicions de funcionament segures i evitar possibles sobrepressions que puguin afectar la integritat de l'equip o del procés. Aquest sistema es basa en un llaç de control tipus *feedback* amb un controlador ON/OFF, utilitzat principalment com a mesura de protecció davant situacions anormals d'operació.

El llaç incorpora un sensor de pressió instal·lat a l'interior del separador, encarregat de mesurar contínuament la pressió del sistema. El senyal obtingut és enviat al controlador, que compara el valor mesurat amb el valor límit establert per a l'operació segura de l'equip.

La variable manipulada del sistema és la vàlvula situada a la línia de sortida de gasos, connectada al sistema de tractament de gasos de la planta. Quan la pressió dins del separador supera el valor màxim admissible, el controlador actua obrint la vàlvula de sortida per permetre l'alliberament del gas acumulat i reduir així la pressió interna.

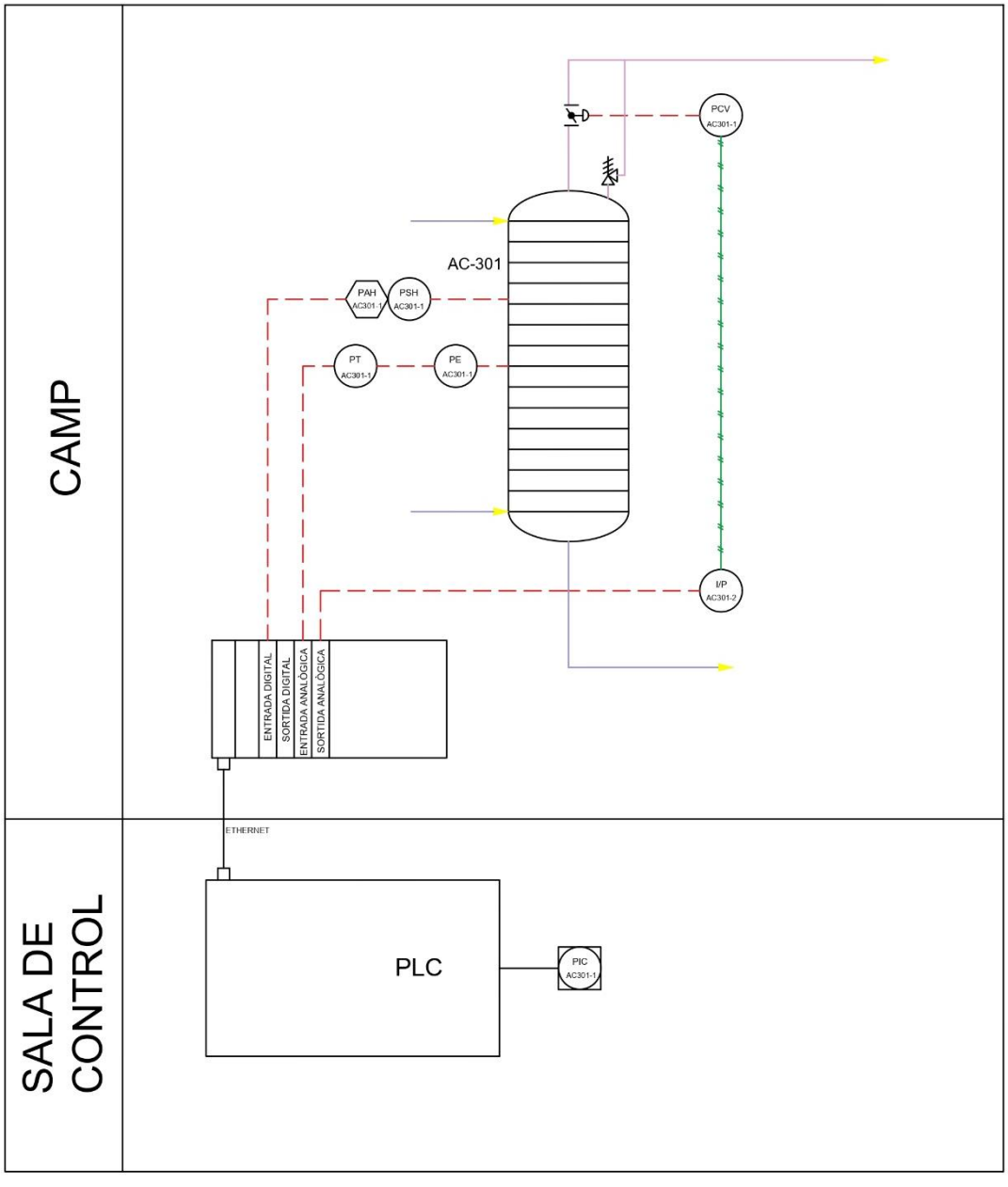
Una vegada la pressió retorna a valors normals de funcionament, el controlador ordena el tancament de la vàlvula, recuperant les condicions habituals del procés. Per tant, el sistema únicament actua en situacions de sobrepressió, funcionant com un mecanisme de seguretat per protegir tant l'equip com la instal·lació.

Aquest tipus de control ON/OFF és adequat en aplicacions on no és necessari un control continu de la variable, sinó una actuació ràpida i efectiva davant possibles desviacions crítiques de pressió.

Taula 3.41. Característiques del llaç de control de pressió

FORMATECH SOLUCIONS INDUSTRIALS	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL
Nom	**P-AC301-1**
Equips	AC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Pressió a l'interior del absorbidor
Variable manipulada	Cabal de sortida de gasos
Setpoint	1.2 bar
Indicador	Sí
Alarma	Sí

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	AC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	PE-AC301-1	Sensor de pressió	I/P-AC301-2	Transductor intensitat a pressió
	PT-AC301-1	Transmissor de pressió	PSH-AC301-1	Interruptor pressió alta
	PIC-AC301-1	Controlador i indicador de pressió	PAH-AC301-1	Alarma pressió alta
	PCV-AC301-1	Vàlvula de control i pressió		



3.7.7.3. Control de nivell

El control de nivell de l'absorbidor té com a finalitat mantenir constant el nivell de líquid acumulat a la part inferior de l'equip, assegurant un funcionament estable del sistema i evitant tant el buidatge excessiu com possibles sobre ompliments.

El controlador compara el nivell mesurat amb el valor de consigna establert i actua sobre la vàlvula de control, situada a la línia de sortida inferior de l'absorbidor. Aquesta vàlvula regula el cabal de líquid evacuat de l'equip.

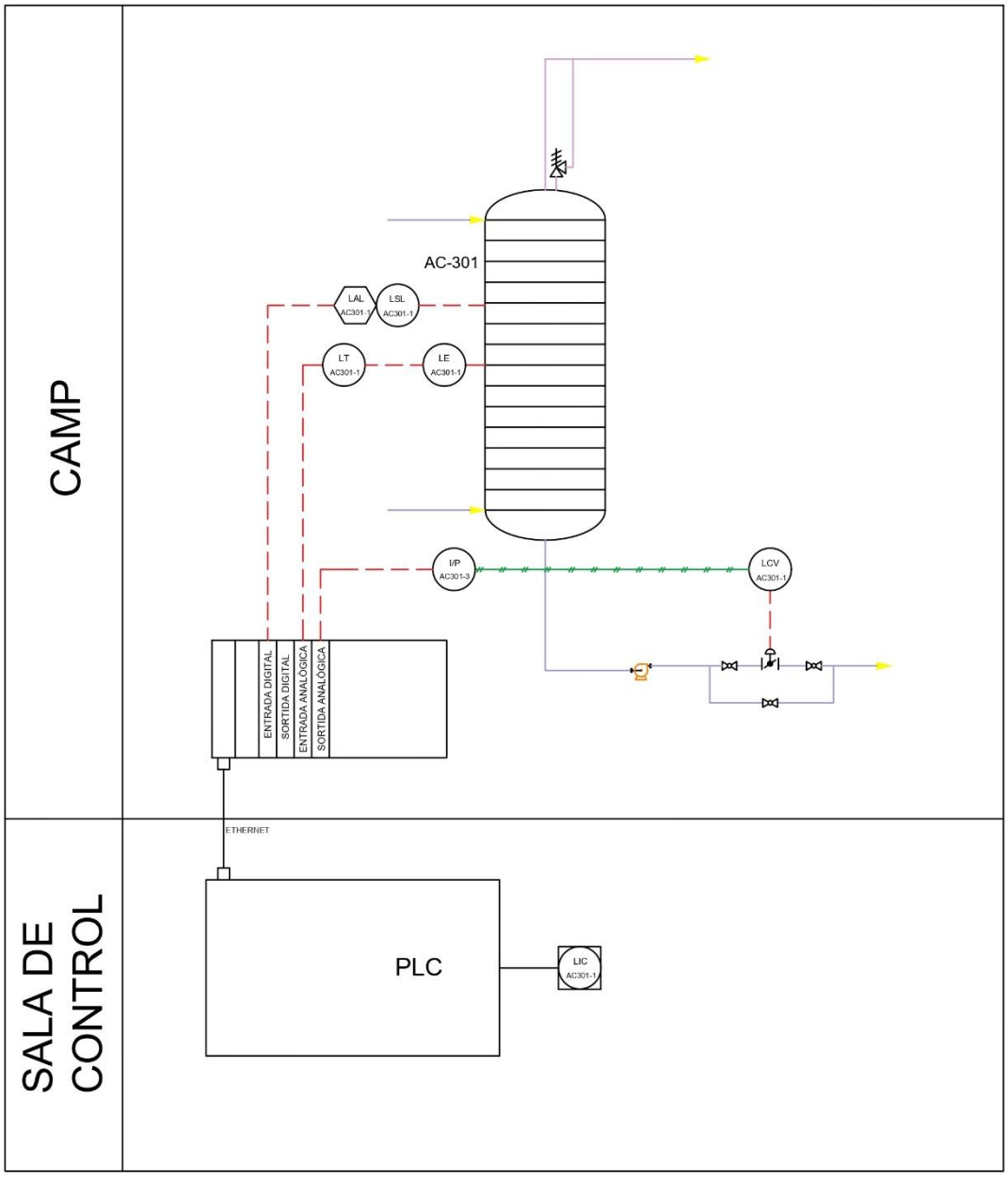
Quan el nivell de líquid augmenta per sobre del valor desitjat, el controlador ordena una major obertura de la vàlvula de control, incrementant així el cabal de sortida i reduint el nivell intern de l'absorbidor. En canvi, si el nivell disminueix per sota del valor de consigna, la vàlvula tendeix a tancar-se parcialment per disminuir la sortida de líquid i recuperar el nivell adequat d'operació.

Aquest llaç de control permet mantenir unes condicions d'operació estables dins l'absorbidor, garantint un correcte contacte entre fases i evitant problemes operatius derivats de fluctuacions importants del nivell de líquid.

Taula 3.42. Característiques del llaç de control de nivell

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
Nom	**L-AC301-1**
Equips	AC301
Tipus de llaç	Feedback
Variable controlada	Nivell de líquid a la part inferior de l'absorbidor
Variable manipulada	Cabal de sortida de líquid
Setpoint	Nivell de líquid d'operació establert
Indicador	Sí
Alarma	Sí

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	300	ÍTEM	AC-301
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
	LE-AC301-1	Sensor de nivell	I/P-AC301-3	Transductor intensitat a pressió
	LT-AC301-1	Transmissor de nivell	LSL-AC301-1	Interruptor nivell baix
	LIC-AC301-1	Controlador i indicador de nivell	LAL-AC301-1	Alarma nivell baix
	LCV-AC301-1	Vàlvula de control i nivell		



3.7.8. Tancs de formaldehid

3.7.8.1. Control de nivell

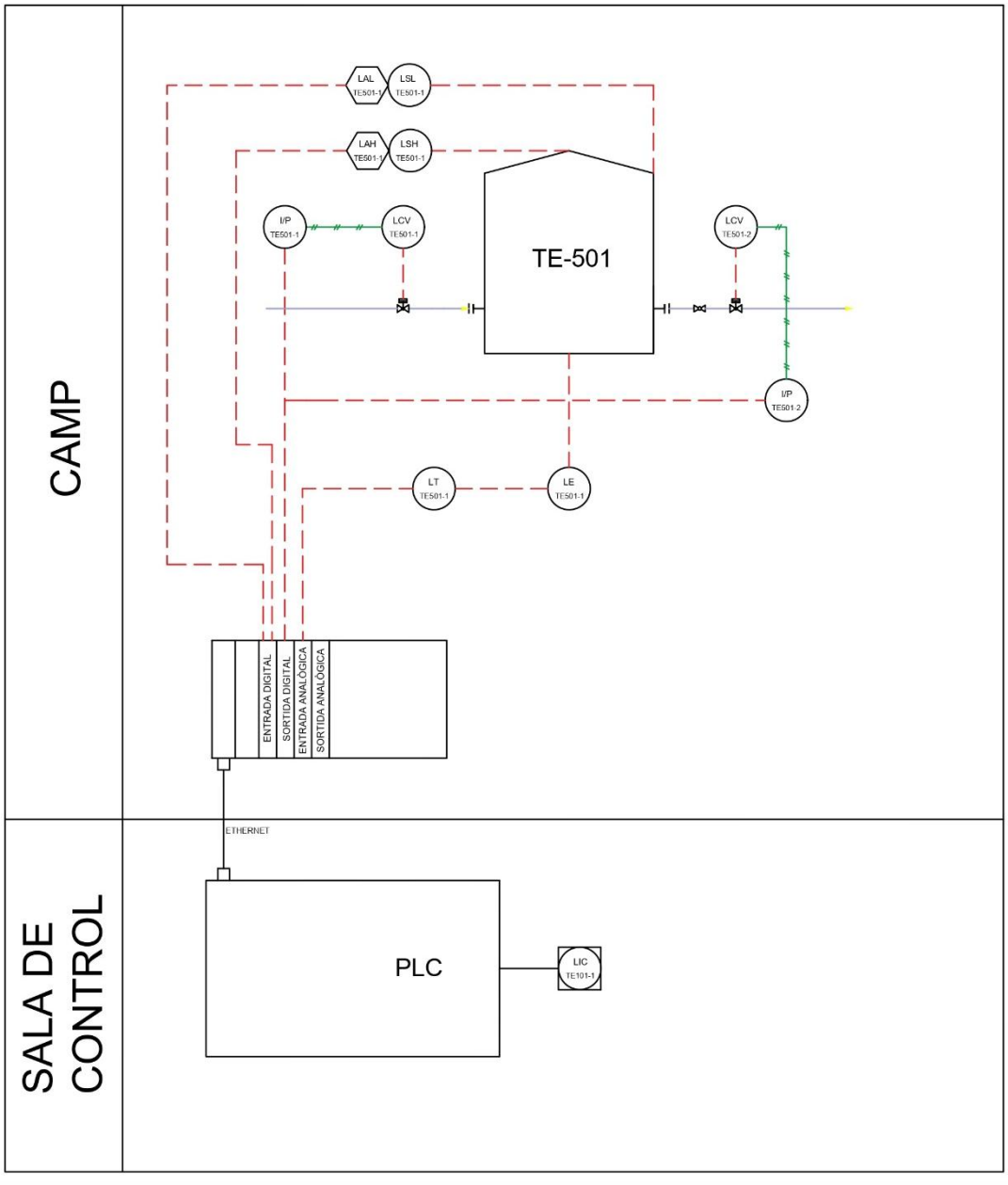
El control de nivell dels tancs d'emmagatzematge de formaldehid es basa en la mateixa filosofia de control descrita anteriorment per als tancs de metanol. L'objectiu principal és mantenir el nivell de producte dins dels límits operatius establerts, garantint tant la disponibilitat de producte com la seguretat de la instal·lació.

Atès que el funcionament, la instrumentació emprada i l'estratègia de control són equivalents als descrits a l'apartat dels tancs de metanol, no es detalla novament el funcionament del llaç. A continuació es mostren el diagrama corresponent i les principals característiques de la instrumentació instal·lada.

Taula 3.43. Característiques del llaç de control de nivell

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**L-TE101-1**	
Equips	TE-501	TE-502
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Nivell de formaldehid 37% al tanc	
Variable manipulada	Cabal d'entrada / sortida de formaldehid 37%	
Setpoint	20%-80% de la capacitat màxima del tanc	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	500	ÍTEM	TE-501
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
L-TE502-1	LE-TE501-1	Sensor de nivell	I/P-TE501-2	Transductor intensitat a pressió
	LT-TE501-1	Transmissor de nivell	LSH-TE501-1	Interruptor temperatura alta
	LIC-TE501-1	Controlador i indicador de nivell	LAH-TE501-1	Alarma temperatura alta
	LCV-TE501-1	Vàlvula de control i nivell	LSL-TE501-1	Interruptor temperatura baixa
	I/P-TE501-1	Transductor intensitat a pressió	LAL-TE501-1	Alarma temperatura baixa
	LCV-TE501-2	Vàlvula de control i nivell		



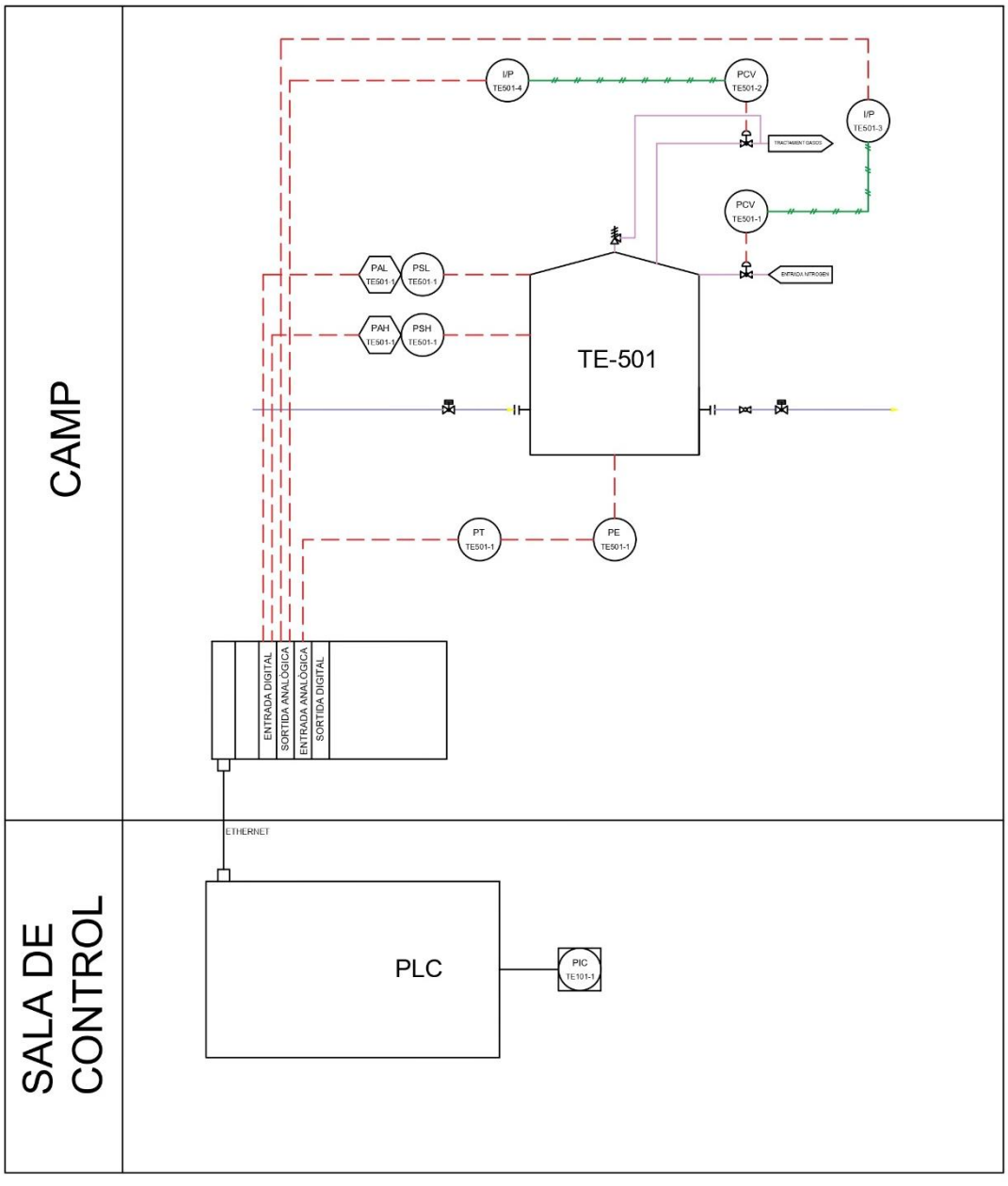
3.7.8.2. Control de pressió

Els tancs d'emmagatzematge de formaldehid disposen del mateix sistema de control de pressió i inertització amb nitrogen descrit anteriorment per als tancs de metanol. El funcionament del llaç es basa igualment en una estratègia *split range*, mitjançant la qual es regula l'entrada de nitrogen o el venteig del gas per tal de mantenir la pressió interna dins dels límits establerts. Per aquest motiu, no es torna a detallar el funcionament del sistema, ja que és idèntic al descrit a l'apartat corresponent als tancs d'emmagatzematge de metanol.

Taula 3.44. Característiques del llaç de control de pressió

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**P-TE501-1**	
Equips	TE501	TE502
Tipus de llaç	Split range	
Variable controlada	Pressió al tanc	
Variable manipulada	Cabal d'entrada / sortida de nitrogen	
Setpoint	1 bar	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	500	ÍTEM	TE-501
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
P-TE502-1	PE-TE501-1	Sensor de pressió	PCV-TE501-2	Vàlvula de control i pressió
	PT-TE501-1	Transmissor de pressió	PSH-TE501-1	Interruptor pressió alta
	PIC-TE501-1	Controlador i indicador de pressió	PAH-TE501-1	Alarma pressió alta
	PCV-TE501-1	Vàlvula de control i pressió	PSL-TE501-1	Interruptor pressió baixa
	I/P-TE501-1	Transductor intensitat a pressió	PAL-TE501-1	Alarma pressió baixa
	I/P-TE501-2	Transductor intensitat a pressió		



3.7.8.3. Control de temperatura

Per tal de garantir les condicions adequades d'emmagatzematge del formaldehid, el tanc disposa d'un sistema de control de temperatura. Aquest sistema permet mantenir la temperatura del producte dins del rang d'operació establert, evitant variacions que puguin afectar-ne les propietats o les condicions de procés.

El llaç de control incorpora un sensor de temperatura situat a l'interior del tanc, que mesura contínuament la temperatura del fluid i envia el senyal al controlador del PLC. A partir d'aquesta mesura, el controlador compara el valor real amb la consigna establerta i actua sobre una vàlvula de control instal·lada a la línia d'oli tèrmic que alimenta el serpentí de calefacció situat a l'interior del tanc.

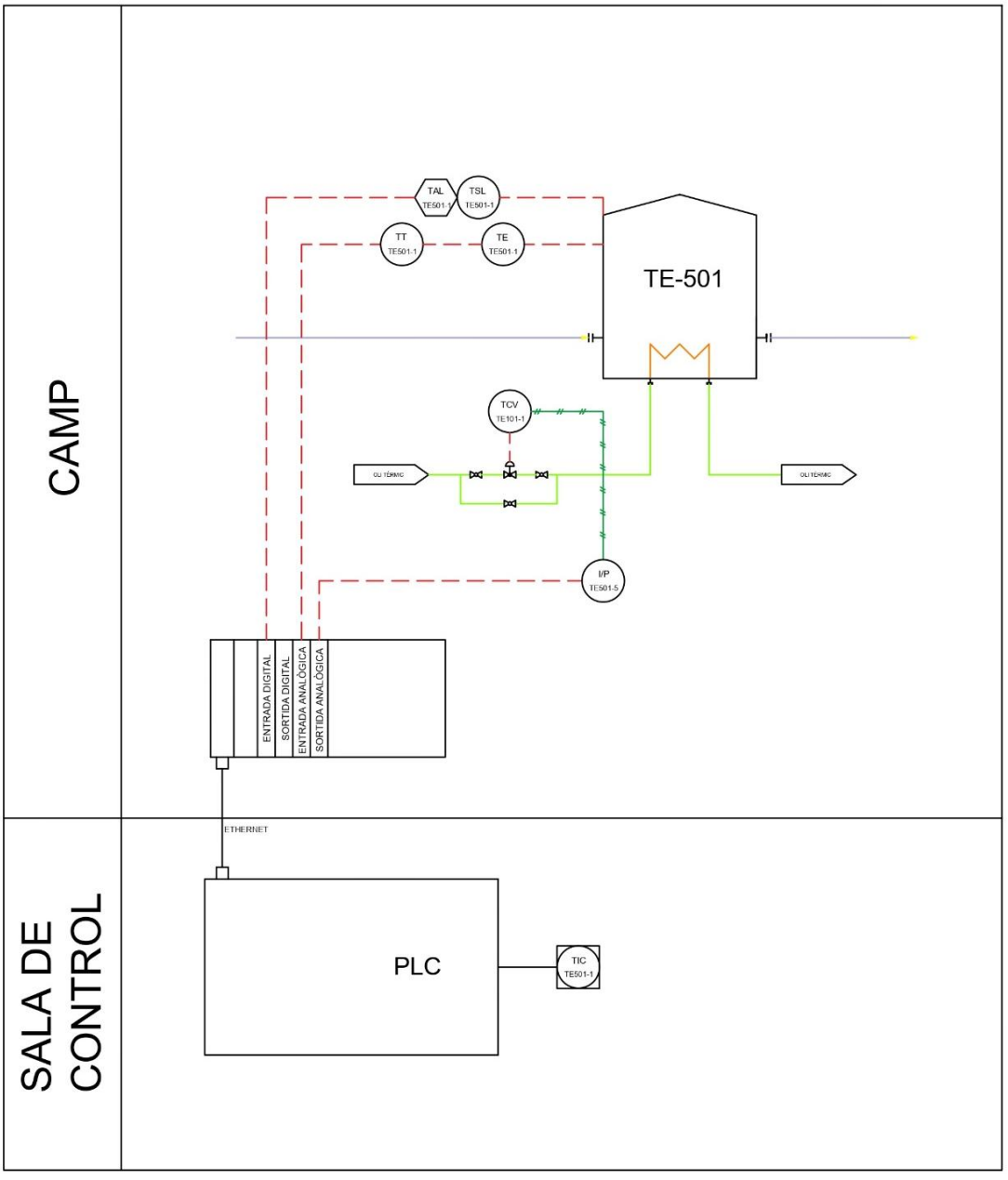
Quan la temperatura del formaldehid disminueix per sota del valor de consigna, la vàlvula augmenta l'obertura per incrementar el cabal d'oli tèrmic que circula pel serpentí, afavorint la transferència de calor al producte. En canvi, quan la temperatura supera el valor establert, la vàlvula redueix la seva obertura, disminuint l'aportació de calor fins recuperar les condicions d'operació desitjades.

Aquest sistema de control permet mantenir una temperatura estable al tanc, assegurant la correcta conservació del producte i unes condicions d'operació segures.

Taula 3.45. Característiques del llaç de control de temperatura

CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL		
Nom	**T-TE501-1**	
Equips	TE501	TE502
Tipus de llaç	Feedback	
Variable controlada	Temperatura al tanc	
Variable manipulada	Cabal d'oli tèrmic al serpentí	
Setpoint	25ºC	
Indicador	Sí	
Alarma	Sí	

	DIAGRAMA LLAÇ DE CONTROL			
	DATA	20/05/2026	REVISIÓ	31/05/2026
	ÀREES	500	ÍTEM	TE-501
LLAÇOS ANÀLEGS	COMPONENTS DEL LLAÇ DE CONTROL			
T-TE502-1	TE-TE501-1	Sensor de temperatura	I/P-TE501-5	Transductor intensitat a pressió
	TT-TE501-1	Transmissor de temperatura	TSL-TE501-1	Interruptor temperatura baixa
	TIC-TE501-1	Controlador i indicador de temperatura	TAL-TE501-1	Alarma temperatura baixa
	TCV-TE501-1	Vàlvula de control i temperatura		



3.8. Bibliografia

[1] CREUS SOLÉ, A. (2010). *Instrumentación Industrial* (8a ed.). Marcombo.

[2] STEPHANOPOULOS, G. (1984). Chemical Process Control: *An Introduction to Theory and Practice. Prenti ce-Hall.*

[3] INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION. (2009) *Instrumentation symbols and identification* (ANSI/ISA-5.1-2009).

[4] BOYER, S. A. (2010). *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition* (4.ª ed.). International Society of Automation.

[5] ENDRESS+HAUSER. (2024). *Levelflex FMP50: Radar de onda guiada. Medición de nivel en líquidos*. *https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/Medicion-nivel-radar-guiado-fmp50?t.tabId=product-overview*

[6] ENDRESS+HAUSER. (s. f.). *Transmisor de presión diferencial Deltabar PMD63B*. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/pressure/PMD63B?t.tabId=product-overview

[7] ENDRESS+HAUSER.(s.f.). *Detectorde nivel capacitivo Liquiphant FLT51B*. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/liquiphant-flt51b?t.tabId=product-overview

[8] ENDRESS+HAUSER. (2026). *Cerabar PMP51B: Transmissor de pressió de procés amb cèl·lula de mesura piezoresistiva*. Endress+Hauser S.A. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/pressure/cerabar-pmp51b-transmisior-de-presion?t.tabId=product-overview

[9] ENDRESS+HAUSER. (s. f.). *Transmisor de presión Cerabar PMC51B*. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/pressure/cerebar-pmc51b-transmisor-de-presion?t.tabId=product-overview

[10] ENDRESS+HAUSER. (2023). *Caudalímetro másico por efecto Coriolis Proline Promass F 300: Información técnica*. Endress+Hauser AG.

https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-caudal/caudalimetro-coriolis-robusto?t.tabId=product-overview

[11] ENDRESS+HAUSER. (s. f.). *Caudalímetro másico térmico t-mass I 300*. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-caudal/Producto-Caudal%C3%ADmetro-m%C3%A1sico-t%C3%A9rmico-t-mass-F300?t.tabId=product-overview

[12] ENDRESS+HAUSER. (2026). *iTHERM ModuLine TM131: Termómetro de resistencia robusto para aplicaciones industriales*. Endress+Hauser Group Services AG. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-temperatura/sensor-de-temperatura-intrinsecamente-seguro-itherm-tm131?t.tabId=product-overview

[13] ENDRESS+HAUSER. (s. f.). *Sistema multipunto de medición de temperatura iTHERM Profile TMS11*. https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-temperatura/tms11?t.tabId=product-overview

[14] SIEMENS. (s. f.). *SIMATIC S7-1500 Software Controller* *https://www.siemens.com/es-es/products/simatic/s7-1500s-controller/*

[15] SIEMENS. (s. f.). *Sistema de periferia descentralizada SIMATIC ET 200SP*. https://www.siemens.com/es-es/products/simatic/et-200sp/