



Planta per la fabricació de CClF_3

Grau en Enginyeria Química

Tutora: M^a Eugenia Suárez Ojeda

PART I: VOLUMS I, II, III i IV

Andrés Palacios

Pedro Guerrero

Marc Catalá

Alberto Cárceles

Laia Camprubi

Índex

- 1. Volum I: Especificacions del projecte*
- 2. Volum II: Fulls d'especificació*
- 3. Volum III: Instrumentació i control*
- 4. Volum IV: Canonades, vàlvules, accessoris i bombes*

VOLUM III:

Instrumentació i control



Índex

3.1.	Característiques del control	2
3.1.1.	Introducció	2
3.1.2.	Sistemes de monitorització	2
3.1.3.	Tipus d'accions de control.....	5
3.1.4.	Enclavaments	7
3.1.5.	Senyals digitals i analògiques	8
3.1.6.	Implantació del sistema de control.....	8
3.1.7.	Nomenclatura.....	9
3.2.	Àrea 100	9
3.3.	Àrea 200	12
3.4.	Àrea 300	21
3.5.	Àrea 400	27
3.6.	Àrea 500	43
3.7.	Elements de mesura.....	44
3.7.1.	Temperatura.....	44
3.7.2.	Pressió	45
3.7.3.	Cabal màssic	46
3.7.4.	Nivell.....	47
3.7.5.	Llistat d'instrumentació.....	49

3. Instrumentació i control

3.1. Característiques del control

3.1.1. Introducció

La implementació d'equips de control permet garantir la seguretat a la planta i la recopilació d'informació de tot el procés per validar que aquesta operi correctament. En aquest apartat es presenta tota la informació referent als sistemes de control per cada zona de la planta.

Per aquest motiu, s'han descrit totes les variables manipulades i mesurades per cada element de l'equip, les arquitectures de cada control, els elements d'anàlisi i la mesura de cada paràmetre analitzat a cada equip.

Al dissenyar els mapes de control, s'ha procurat no sobre especificar el sistema per evitar un augment de la despesa econòmica destinada a l'efecte.

3.1.2. Sistemes de monitorització

El sistema de monitorització de la planta estarà governat per un PLC (programable logic controller) a cada zona. Un controlador lògic programable (PLC) , és una computadora emprada en l'enginyeria d'automatització industrial per tal d'automatitzar els processos electromecànics. L'avantatge dels PLC és que aquests estan dissenyats per múltiples senyals d'entrada i de sortida, rangs amplis de temperatura, immunitat al soroll elèctric i resistència a la vibració i a l'impacte.

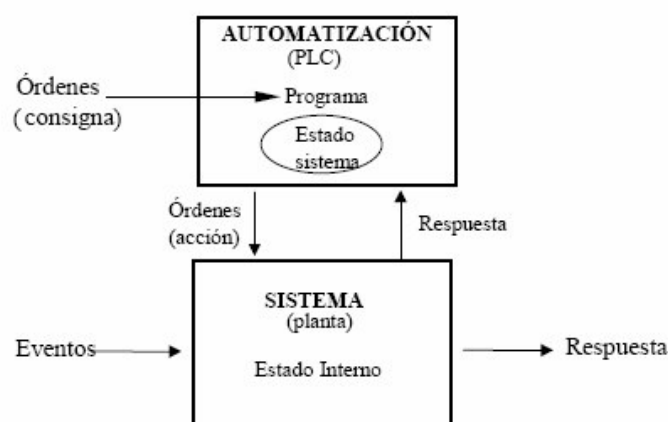


Figura III – 1. Esquema de funcionament d'un PLC i la relació amb planta.

Cada PLC estarà situat dins d'un armari amb tots els mòduls d'entrades i sortides analògiques i digitals connectats per rebre totes les senyals dels equips de la zona on es trobi, per tal de poder visualitzar l'estat del procés controlat des de fora de l'armari. Cada controlador PLC estarà governat per un ordinador central situat a la sala de control que funcionarà amb un programa anomenat SCADA. A partir d'aquest ordinador central es podrà visualitzar el control complet.

El software SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) permet controlar i supervisar processos a distància facilitant la retroalimentació a temps real amb dispositius de camp (sensors i actuadors), i controla el procés de forma automàtica. A més, proveeix de tota la informació generada en el procés de producció i permet la seva gestió i intervenció. El programa SCADA està compost per una estació central i una sèrie d'unitats remotes (RTUs). Aquestes unitats són les encarregades de recopilar la informació dels sensors i dels transmissors. A més, també es fa us de sistemes DCS (Distributed Control System) sobre les bases de control, és a dir, sobre els PLCs per tal d'evitar la centralització del control. Els DCS són els responsables de que els controls de la planta treballin correctament tot i que una de les unitats d'alguna zona falli.

Tots els elements de control estan organitzats en 6 elements:

- Sensor: dispositiu capaç de detectar magnituds físiques o químiques, anomenades variables d'instrumentació, i transformar-les en variables elèctriques. Sempre està en contacte amb la variable d'instrumentació.
- Transmissor: instruments que capten la variable de procés i la transmeten a distància a un altre instrument receptor indicador, registrador, controlador o una combinació d'aquests.
- Controlador: calcula l'acció de control que s'ha programat a partir de la senyal rebuda del transmissor, i envia la senyal cap a l'element final de control.
- Transductor: element que té la missió de convertir una magnitud física, no interpretable pel sistema, amb una interpretable. Transforma la senyal que entrega el sensor en una altra manera de tipus elèctric.
- Actuadors: elements finals de control que funcionen com a òrgans de funcionament d'una vàlvula, aquests poden ser bobines y relés capaços d'obeir a un altra ofici.
- Targeta d'entrades i sortides: interfase entre el controlador i el camp. Utilitza entrades analògiques i digitals per connectar el controlador amb el camp.

Actualment al mercat hi ha una gran varietat de PLCs tan per les seves funcions, capacitat, aspecte físic i altres. Pel control de la planta s'ha seleccionat un de la casa Allen-Bradley MicroLogix 1500 ja que té cinc nivells de control disponibles que proporcionen una gran adaptació a la majoria de les aplicacions, té un format compacte més petit i de baix cost. Conté 12 entrades i 12 sortides a 24 Vcc.



Figura III – 2. Exemple de PLC.

De forma esquemàtica es presenta el PLC a continuació:

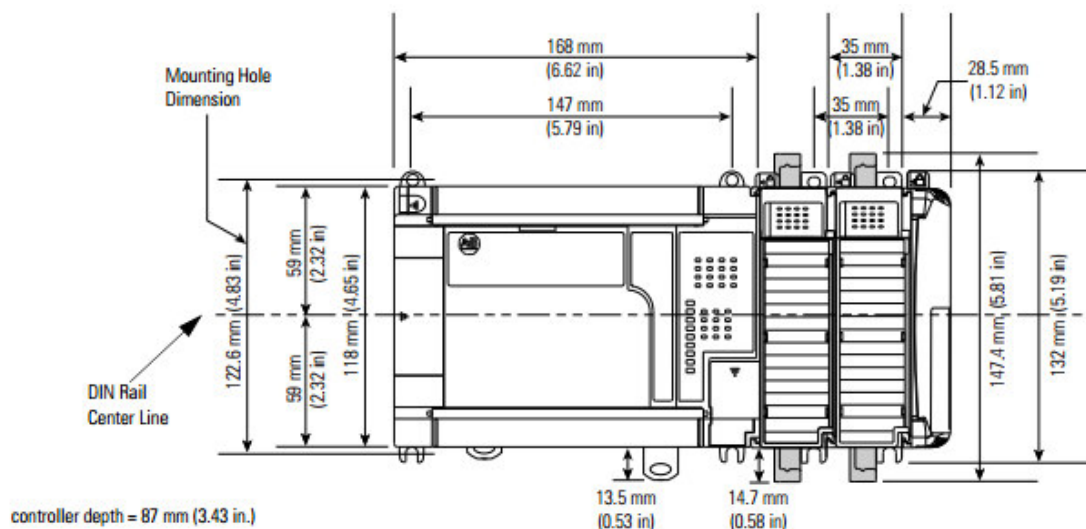


Figura III – 3. Especificació d'un PLC.

L'estructura de control emprada es basa en grups de processos amb certa independència buscant com a objectiu l'assignació a cada grup d'una unitat de control. Cada una d'aquestes unitats de control ha de tenir la capacitat d'intercomunicar-se amb la resta i recopilar tota la informació del procés.

L'agrupació d'aquesta planta s'ha realitzat per àrees clarament diferenciades segons l'operació que es realitza, i aquestes àrees s'han mantingut per facilitar-ne el control i la comprovació

pels operaris in situ del funcionament del procés, així com la seva possible modificació. Per aquest motiu, els sensors, transmissors i els actuadors que donen resposta del control estaran juntament amb els equips, a diferència del que passa amb els controladors i PLCs.

Sensors de temperatura

Entre els sensors que s'utilitzaran per garantir el correcte funcionament de la planta n'hi haurà de temperatura situats als reactors, als tancs isotèrms, entre d'altres. Segons les temperatures que hagin de suportar els sensors i depenent dels fluids a mesurar, la gamma de sensors de temperatura és realment extensa.

Sensors de pressió

Aquest tipus de sensors es troben a tots els equips que treballen a pressió de planta: tancs de mescla, columnes, reactors... Resulten vitals per qualsevol equip que treballi a més de mig bar-g a qualsevol planta.

Sensor de nivell

Els sensors de nivell resulten primordials per conèixer com de ple està un equip i si efectivament aquest és el desitjable. Els reactors líquid, els tancs que no treballin completament plens i els reboilers entre d'altres constaran de transmissors, indicadors i alarmes de nivell per constatar que no hi ha cap malfuncionament en el procés

Cabalímetres

És precís controlar el cabal màssic dels corrents clau en una planta per comprovar que el balanç de matèria esperat s'està complint a tot arreu. Per aquest motiu, s'empren cabalímetres màssics a fi de poder detectar i posteriorment controlar qualsevol irregularitat que presenti un cabal determinat. Al procés productiu de CFC-13 s'emprarà principalment pel control de cabal d'entrada al reactor R-201 i als absorbidors, ja que són els equips principals on hi ha entrada de líquid (exceptuant les columnes). Els sensors específics emprats es recullen a l'apartat 3.7.3 d'aquest volum.

3.1.3. Tipus d'accions de control

Els tipus de control més emprats per ser implementats a planta són els controls On/Off, els control feedback i els feedforward.

Control ON/OFF

Aquest tipus de control és el més elemental, només presenta dues accions (encès o apagat) i s'utilitzen per controls de nivells a planta.

Control feedback

Està més destinat a equips que operen en continu i es basa en mantenir amb la menor diferència possible la variable mesurada del punt de consigna. Els controls de temperatura dels reactors, columnes i bescanviadors, com els de cabal d'entrada o sortida d'equips utilitzen aquest control per tal de garantir que les variables mesurades es mantenen dins del rang d'operació. El control feedback difereix en tres controls diferents segons com és la resposta: proporcional, integral i/o derivativa. Els més interessats i els que s'han implementat a la planta dissenyada han sigut els PID (proporcionals, integrals i derivatius) ja que s'aconsegueix reduir l'offset a zero, gràcies al control integral, i mantenir el control estable gràcies a la resposta derivativa.

Control feedforward

També anomenat control anticipatiu ja que realitza modificacions al corrent a partir de les possibles pertorbacions que puguin afectar al sistema controlat. A la planta no s'emprarà aquest tipus de control.

Control en cascada

El control en cascada millora la resposta del control feedback davant canvis en el procés, ja que existeixen variacions en dos set-points abans que s'actui actuar sobre la variable manipulada. Un exemple de control en cascada és el que mostra la següent figura:

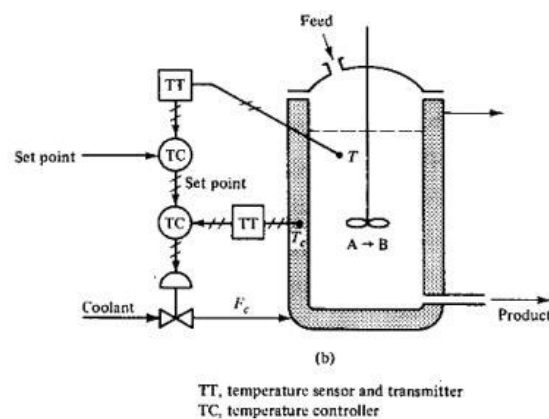


Figura III – 4. Exemple de control en cascada.

A la planta només hi haurà un cas de control en cascada pel control de l’Absorbidor de clorhídric de paret humida.

3.1.4. Enclavaments

Els enclavaments també esdevenen una part molt destacable dins de la planta ja que són dispositius que permeten establir un control rígid de seguretat molt important pels equips que treballen en estat estacionari en els processos industrials. Aquests dispositius permeten detectar un límit o una condició fora dels límits amb la finalitat d’evitar una situació perillosa.

Llaç de seguretat

Consisteix en un element o equip dissenyat per actuar automàticament quan una variable arriba a un cert valor sense necessitat de sensors ni de controladors. La instrumentació que s’utilitza són les vàlvules de seguretat i els discs de ruptura.

Una vàlvula de seguretat (PSV) és una vàlvula tot o res que s’obra quan el sistema sobrepassa una pressió establerta segons les condicions de disseny de l’equip, i torna al seu estat de repòs un cop la pressió torna a ser inferior al valor normal de treball.

En canvi, els discs de ruptura (BD) són dispositius d’alliberament de pressió sense tancament repetit del mecanisme, són accionats per la diferència de pressió entre l’interior i l’exterior, i dissenyats per funcionar per ventall d’un disc. D’aquesta manera, un disc de ruptura està tarat a una certa pressió (inferior a la màxima pressió de treball del reactor) , fent que si se supera aquest valor, el disc es trenca i la diferència de pressió provoca la descàrrega del contingut de recipients.

Per normativa està establert que la pressió d’actuació de la vàlvula de seguretat sigui un 10% per sobre de la pressió normal de treball i que la pressió d’actuació del disc de ruptura sigui del 20% per sobre.

Pel cas concret de la planta de producció de CFC-13, els reactors estan equips de vàlvules de seguretat i discs de ruptura i els condensadors de les columnes també. La mescla reactiva recollida en el cas del funcionament d’aquesta instrumentació queda recollida a l’àrea 700 de tractament de gasos.

Llaços de monitorització

Els llaços de monitorització consten d'un sensor i, en alguns casos, d'uns dispositiu d'alarma. La seva funció principal és enregistrar els diferents valors que adquireix una certa variable per tal d'avisar al sistema de control en cas de situacions anòmales o perilloses. Si l'anomalia persisteix, es pot arribar a donar-se una parada d'emergència de l'equip implicat per seguretat de la planta.

3.1.5. Senyals digitals i analògiques

A qualsevol control hi pot haver dos tipus de senyals segons el funcionament de l'acció de control a la que es treballa, són les analògiques i les digitals. Aquests senyal poden ser tan d'entrada com de sortida. Una senyal serà de sortida quan aquesta doni informació a l'element final del llaç.

Senyals analògiques

Són aquelles que treballen en continu dins d'un rang d'actuació sobre la variable manipulada en continu en funció de les variacions de la variable mesurada. Aquest tipus de senyal està molt més associada als llaços de control de tipus feedback i feed-forward. Un clar exemple de sortida analògica seria la manipulació del cabal de DJ per mantenir el reactor R-201 en condicions isoterms. Aquesta senyal és la més emprada a la planta.

Senyals digitals

Per altra banda, les senyals digitals indiquen l'activitat o inactivitat d'una variable, expressat per "0" o "1". Per aquest motiu, aquestes senyals d'entrada o sortida són més emprades en el control ON/OFF, és a dir, bàsicament per operacions en discontinu o per alarmes que indiquen que s'ha assolit un màxim permès. N'és un cas clar, el sensor de màxim nivell del R-201 que s'activaria si el nivell sobrepassés aquest màxim establert.

3.1.6. Implantació del sistema de control

La jerarquia d'implantació a seguir en el cas del sistema de control es basa en la prèvia instal·lació de tots els sensors i transmissors als equips, les connexions dels PLCs distribuïts per les diferents àrees als armaris amb el sistema SCADA implementat amb les seves unitats remotes i la connexió amb el propi PLC.

Un cop realitzada la instal·lació, es procedeix a la connexió dels sensors i els transmissors a les entrades dels PLCs i les d'aquests amb els elements finals de control per garantir un bon control de les variables del sistema amb una eficaç actuació.

3.1.7. Nomenclatura

La nomenclatura de la instrumentació seguirà la normativa ISA sobre instrumentació industrial:

Taula III – 1. Abreviacions de la instrumentació utilitzada en el control de processos.

	PRIMER CARÀCTER		CARACTERES SUSCESIVOS		
	VARIABLE MEDIDA	LETRA DE MODIFICACIÓN	FUNCION DE LECTURA PASIVA	FUNCION DE SALIDA	LETRA DE MODIFICACION
A	Análisis	-----	Alarma	-----	-----
B	Llama	-----	Disponible	Disponible	Disponible
C	Conductividad	-----	-----	Control	-----
D	Densidad	Diferencial	-----	-----	-----
E	Tensión (EMF)	-----	E.P.M.	-----	-----
F	Caudal	Relación	-----	-----	-----
G	Calibre ó Dimensión	-----	Vidrio	-----	-----
H	Manual	-----	-----	-----	Valor Alto
I	Corriente Eléctrica	-----	Indicador	-----	-----
J	Potencia	Exploración	-----	-----	-----
K	Tiempo	-----	-----	Estación de control	-----
L	Nivel	-----	Lampara ó Luz Piloto	-----	Valor Bajo
M	Humedad	-----	-----	-----	V. Intermedio
N	Disponible	-----	Disponible	Disponible	Disponible
O	Disponible	-----	Orificio	-----	-----
P	Presión ó Vacío	-----	Punto de prueba	-----	-----
Q	Cantidad	Totalización	-----	-----	-----
R	Radioactividad	-----	Registro	-----	-----
S	Velocidad ó Frec.	Seguridad	-----	Interruptor	-----
T	Temperatura	-----	-----	Transmisor	Multifunción
U	Multivariable	-----	Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Viscosidad	-----	-----	Válvula	S/C
W	Peso ó Fuerza	-----	Vaina	S/C	-----
X	S/C	-----	S/C	S/C	S/C
Y	Disponible	-----	-----	Relé/Convertidor	-----
Z	Posición	-----	-----	E.F.C. S/Clasificar	-----

3.2. Àrea 100

A l'àrea de tancs d'emmagatzematge només hi ha dos tipus de tancs diferenciables: els de tetraclorometà i els de fluorur d'hidrogen anhidre. Cadascun d'aquests tipus està sextuplicat, amb què es dissenya un control per cada tipus de tanc i després es repeteix en les rèpliques.

Ambdós tipus de tanc presentaran un control de nivell a partir de sensors de nivell de màxima i de mínima, que s'acompanyaran amb un nivell radar. Els de màxima serviran per parar la descàrrega de matèries primeres des de cisterna un cop el tanc estigui ple, amb la qual cosa la vàlvula VA-T-10X-01 o la VA-T-11X-01 (depenent si son tancs d'HF o de CCl₄ respectivament)

s'hauria de tancar. D'altra banda, quan s'està dosificant matèria primera cap a procés (el control de cabal és fa a la pròpia àrea 200) i el tanc està a prop de buidar-se, el sensor de nivell de mínima s'activa, la qual cosa indica que ha de tancar la VA-T-10X-02 ó VA-T-11X-02 i s'ha d'obrir la següent.

A continuació es presenta una taula on es troba cada llaç de control en l'àrea d'emmagatzematge de matèries primeres.

Taula III – 2. Identificació de cada llaç de control en l'àrea 100 d'emmagatzematge de matèries primeres.

Identificació	Tipus	Variable Controlada	Variable Manipulada	Element Final	Set Point
T-T101-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T101-01	10°C
T-T102-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T102-01	10°C
T-T103-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T103-01	10°C
T-T104-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T104-01	10°C
T-T105-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T105-01	10°C
T-T106-01	feedback	temperatura de tanc	cabal de refrigerant	VC-T106-01	10°C

També, es mostra una taula amb els llaços de seguretat i monitorització dels que es disposa en la mateixa àrea.

Taula III – 3. Identificació de cada llaç de seguretat i monitorització de l'àrea 100.

Identificació	Variable	Aparell	Set Point	Acció
T-101	Nivell	LAH-T-101	95%	Tancar VA-T-101-01
T-102	Nivell	LAH-T-102	95%	Tancar VA-T-102-01
T-103	Nivell	LAH-T-103	95%	Tancar VA-T-103-01
T-104	Nivell	LAH-T-104	95%	Tancar VA-T-104-01
T-105	Nivell	LAH-T-105	95%	Tancar VA-T-105-01
T-106	Nivell	LAH-T-106	95%	Tancar VA-T-106-01
T-101	Nivell	LAL-T-101	2%	Tancar VA-T-101-02
T-102	Nivell	LAL-T-102	2%	Tancar VA-T-102-02
T-103	Nivell	LAL-T-103	2%	Tancar VA-T-103-02
T-104	Nivell	LAL-T-104	2%	Tancar VA-T-104-02
T-105	Nivell	LAL-T-105	2%	Tancar VA-T-105-02
T-106	Nivell	LAL-T-106	2%	Tancar VA-T-106-02
T-111	Nivell	LAH-T-111	95%	Tancar VA-T-111-01
T-112	Nivell	LAH-T-112	95%	Tancar VA-T-112-01
T-113	Nivell	LAH-T-113	95%	Tancar VA-T-113-01
T-114	Nivell	LAH-T-114	95%	Tancar VA-T-114-01
T-115	Nivell	LAH-T-115	95%	Tancar VA-T-115-01
T-116	Nivell	LAH-T-116	95%	Tancar VA-T-116-01
T-111	Nivell	LAL-T-111	2%	Tancar VA-T-111-02
T-112	Nivell	LAL-T-112	2%	Tancar VA-T-112-02
T-113	Nivell	LAL-T-113	2%	Tancar VA-T-113-02
T-114	Nivell	LAL-T-114	2%	Tancar VA-T-114-02

T-115	Nivell	LAL-T-115	2%	Tancar VA-T-115-02
T-116	Nivell	LAL-T-116	2%	Tancar VA-T-116-02

Llaç de temperatura T-T-10X-01

Com a particularitat dels tancs d'HF, existeix un llaç de control de temperatura que ha de mantenir els tancs a una temperatura entre 0 i 10 °C ja que a 20 bull l'HF. Es fa portar un cabal de Dowtherm-J des de chiller a 0°C fins al serpentí intern de cada tanc. El cabal es regula segons un llaç de control feedback que mesura la temperatura del tanc i actua sobre la vàlvula de control VC-T-10X-01.

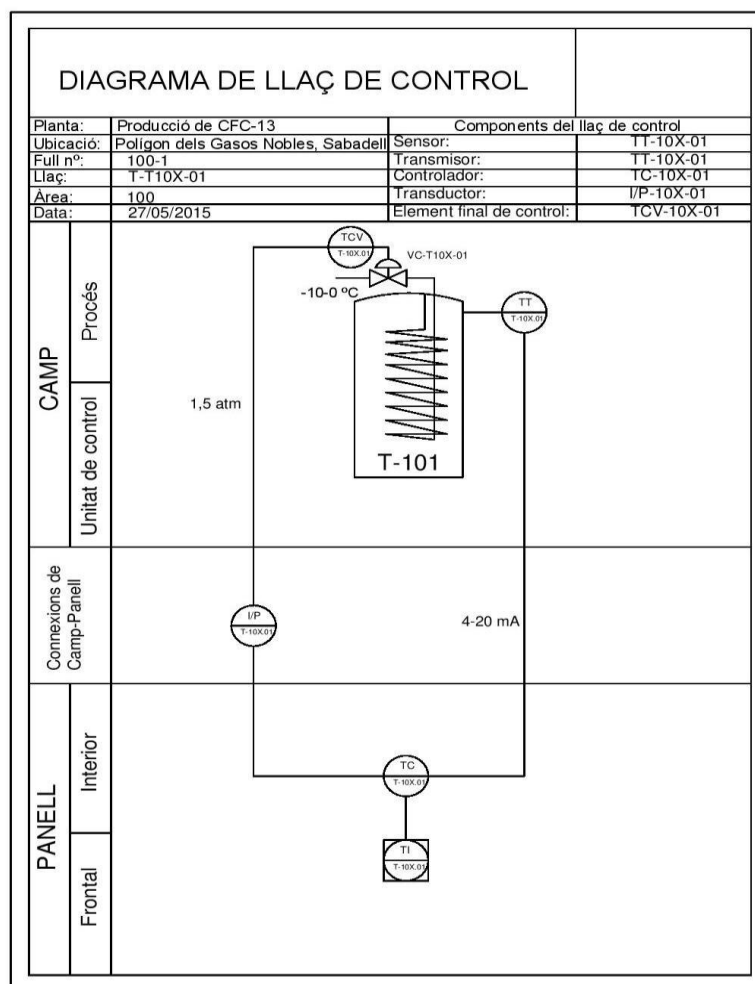


Figura III – 5. Llaç de control de temperatura dels tancs d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric anhidre.

3.3. Àrea 200

L'àrea 200 és on té lloc la primera fluoració per l'obtenció del FREON-13. Al tractar-se d'una àrea molt important dins del procés, té una gran quantitat d'instrumentació i un control exhaustiu. Abans d'aprofundir en els llaços de control de la primera fluoració, es mostra la taula de llaços de control i de seguretat i monitorització a continuació.

Taula III – 4. Identificació de cada llaç de control en l'àrea de la primera fluoració.

Identificació	Tipus	Variable Controlada	Variable Manipulada	Element Final	Set Point
T-R-201-01	feedback	Temp. Si R-201	Cabal de vapor	VC-E-206-01	95°C
T-R-201-02	feedback	Temp. Fons R-201	Cabal d'aigua de torre	VC-E-201-01	95°C
L-R-201-01	feedback	Nivell R-201	Cabal de sortida R-201	VC-R-201-03	65%
P-R-201-01	feedback	Pressió R-201	Gasos de sortida R-201	VC-R-201-02	7 atm
P-R-202-01	feedback	Pressió R-202	Gasos de sortida R-202	VC-R-202-02	6,6atm
F-R-202-01	feedback	Composició R-202	Cabal ent clor R-202	VC-R-202-04	10,6 kg/h
L-R-202-01	feedback	Nivell R-202	Cabal sortida R-202	VC-R-202-01	66%
T-R-202-01	feedback	Temp. R-202	Cabal aigua de torre	VC-R-202-03	95°C
F-E-202-01	feedback	Cabal HF a R-201	Cabal ent HF E-202	VC-E-202-01	825 kg/h
L-T-CN-201-01	ON/OFF	Nivell T-CN-201	Cabal sortida T-CN-201	VC-T-CN-201-01	50%
L-T-CN-202-01	ON/OFF	Nivell T-CN-202	Cabal sortida T-CN-202	VC-T-CN-202-01	50%
L-T-CN-203-01	ON/OFF	Nivell T-CN-203	Cabal sortida T-CN-203	VC-T-CN-203-01	50%
P-T-201-01	feedback	Pressió T-201	Cabal sortida T-201	VC-T-201-02	7,3atm
P-T-202-01	feedback	Pressió T-202	Cabal sortida T-202	VC-T-202-01	6,6atm
F-T-201-01	feedback	Cabal CCl ₄ a R-201	Cabal ent CCl ₄ a T-201	VC-T-201-01	2130 kg/h
T-RB-201-01	feedback	Temperatura RB-201	Cabal vapor a RB-201	VC-RB-201	109,4°C
T-RB-202-01	feedback	Temperatura RB-202	Cabal vapor a RB-202	VC-RB-202	33,31 °C
P-C-201-01	feedback	Pressió C-201	Cabal sortida gas C-201	VC-CN-201-01	7 atm
P-C-202-01	feedback	Pressió C-202	Cabal sortida gas C-202	VC-CN-202-01	8 atm
T-CN-201-01	feedback	Temperatura CN-201	Cabal Dow-J a CN-201	VC-CN-201-02	-28,1°C
T-CN-202-01	feedback	Temperatura CN-202	Cabal Dow-J a CN-202	VC-CN-202-02	-37,9°C

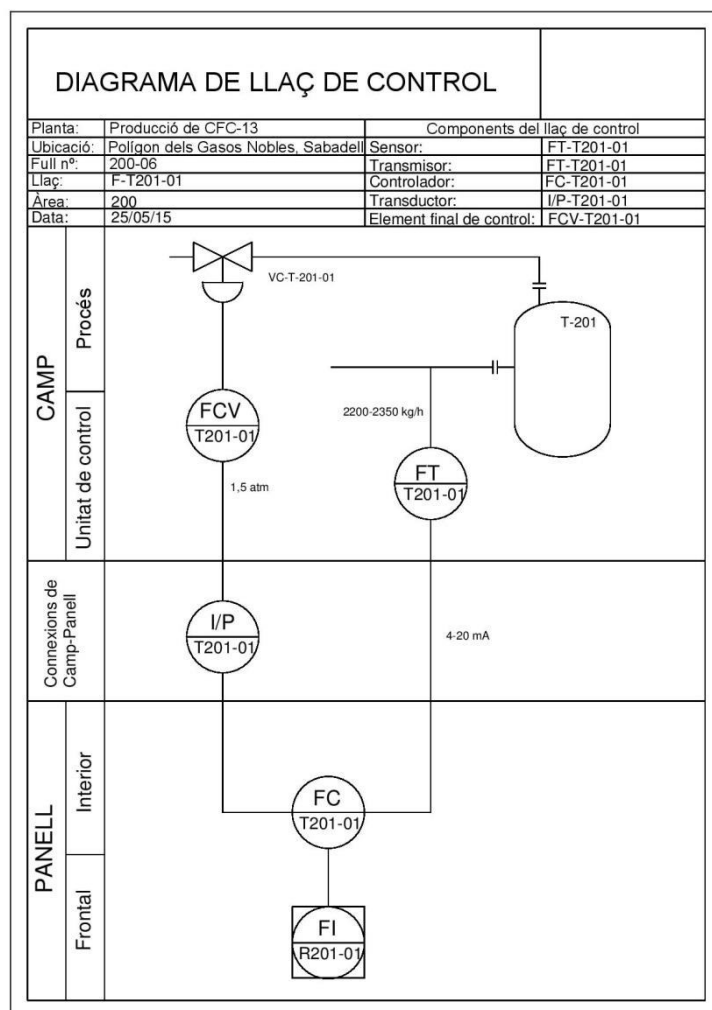
Taula III – 5. Identificació de cada llaç seguretat i monitorització de l'àrea 200.

Identificació	Variable	Aparell	SET	Vàlvula seguretat	Acció
R-201	Nivell	LSHH-R-201-01	90%	VA-R-201-03	Obrir vàlvula
	Temperatura	TT-R-201-01	160°C	VA-R-201-01	Tancar vàlvula
		PT-R-201-01	7,7 atm	VA-R-201-02	Obrir vàlvula
	Pressió	-	7,8 atm	PSV-R-201-01	-
		-	8,6 atm	DR-R-201	-
T-201	Pressió	-	8 atm	DR-T-201	-
T-202	Pressió	-	8 atm	DR-T-202	-
R-202	Pressió	-	7,2	PSV-R-201-01	-
		-	7,8	DR-R-201	-
C-201	Pressió	-	7,7 atm	PSV-C-201	-

C-202	Nivell	LSH-C-201-01	30%	VA-RB-201-01	Obrir vàlvula
	Pressió	-	8,8 atm	PSV-C-202	-
RB-201	Nivell	LSH-C-202-01	30%	VA-RB-202-01	Obrir vàlvula
	Pressió	-	7,7 atm	PSV-RB-201	-
RB-202	Nivell	LAL-RB-201-01	5%	VA-RB-201-02	Tancar vàlvula
	Pressió	-	8,8 atm	PSV-RB-202	-
RB-202	Nivell	LAL-RB-202-01	5%	VA-RB-202-02	Tancar vàlvula

Llaç de control de cabal F-T-201-01

Primer de tot, hi ha l'entrada d'HF des de l'àrea 100 (T-10X) al primer bescanviador (E-202), per tal de regular el cabal d'entrada, hi ha un primer llaç de control del corrent on es mesura el cabal d'HF abans del bescanviador E-202 i es regula el seu cabal amb una vàlvula per tal de mantenir uns valors de corrent dins de les especificacions d'operació del bescanviador (825 kg/h). En el cas que el cabal sigui superior, la vàlvula VC-E202-01 es tancaria disminuint-lo per tal de tornar a les condicions òptimes.

**Figura III – 6. Diagrama del llaç de control de cabal en el tanc T-201.**

Una altra entrada de reactiu des de l'àrea 100 és el cas del corrent de CCl_4 (T-11X) el qual s'ajunta en el tanc T-201 amb les recirculacions de líquid de les columnes C-202 i C-402 . En aquest cas hi torna a haver un llaç de control de cabal on es mesura el cabal recirculat de la C-202 regulant el cabal de CCl_4 de l'àrea d'emmagatzematge. D'aquesta manera, si hi ha una gran recirculació de la columna C-202, la vàlvula de control VC-T201-01 es tancaria evitant així un augment del cabal no assumible pel tanc de mescla, és a dir, evitant que se superi el volum d'operació de 12 m^3 .

En el mateix tanc T-201 també s'ha dissenyat un llaç de control de nivell mesurant-lo en el reactor i modificant l'obertura de la vàlvula VC-T201-02 situada a la sortida del tanc. Aquest llaç té la finalitat de garantir sempre un volum mínim dins d'aquest i evitar, en cas contrari, un nivell massa elevat. Arribant a l'equip central d'aquesta àrea, el reactor catalític de tanc agitat on hi té lloc la primera reacció de fluoració. Per tal de garantir l'operació d'aquest en les condicions òptimes hi ha 4 llaços de control: dos de temperatura, un de pressió i un de nivell.

Llaç de control T-R-201-01

Pel que fa el primer llaç de control de temperatura, mesura la temperatura del tanc i controla l'entrada de vapor d'alta al bescanviador E-206, en el cas que la temperatura del reactor fos superior a la d'operació, la vàlvula de control VC-E206-01 disminuiria la seva obertura per deixar entrar menys vapor d'alta fent que l'oli tèrmic Dowtherm J disminuís la seva temperatura d'entrada i baixant així la del R-201.

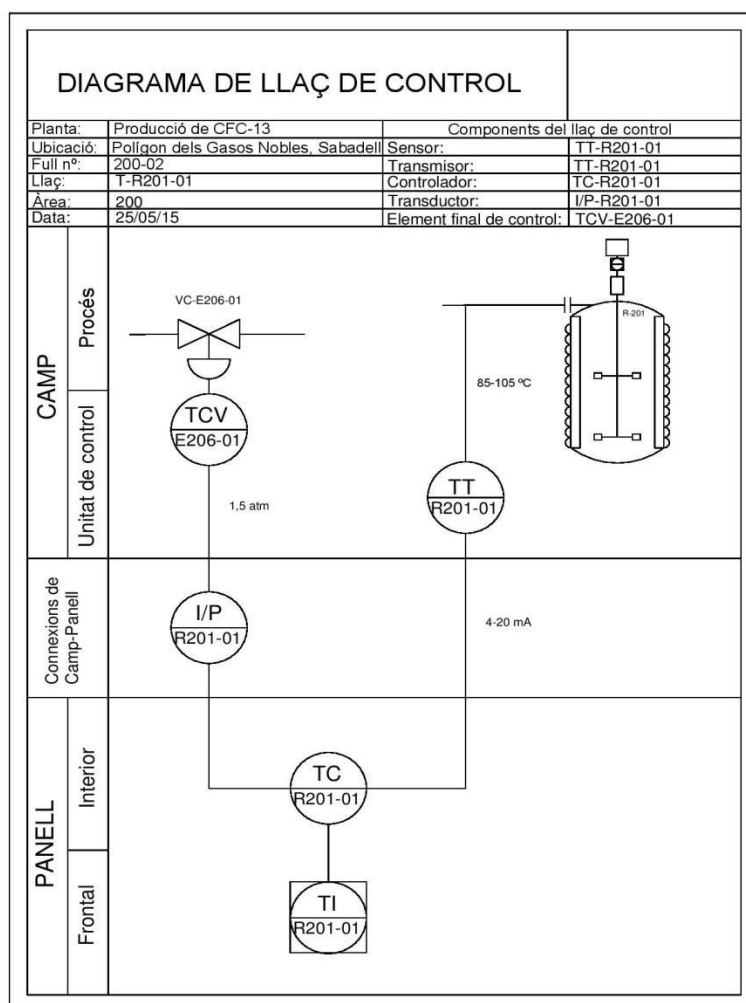


Figura III – 7. Representació del llaç de control de temperatura T-R-201-01.

Llaç de control de temperatura T-R-201-02

L'altra llaç de control de temperatura mesura la temperatura a baix del reactor i controla el cabal d'entrada d'aigua de torre al bescanviador E-201 amb la vàlvula de control VC-E201-01. L'operació d'aquesta vàlvula repercuteix directament en la temperatura d'entrada dels reactius dins del tanc de mescla T-201 on majoritàriament entra CCl₄ i CFC-12. D'aquesta manera, si la temperatura detectada dins del reactor es inferior a la òptima, la VC-E203-01 disminuiria el seu diàmetre evitant així un refredament excessiu del corrent d'entrada al reactor R-201 aconseguint pujar la temperatura a aquesta zona on l'acció de la mitja canya no és tan eficaç com a la zona cilíndrica del mateix.

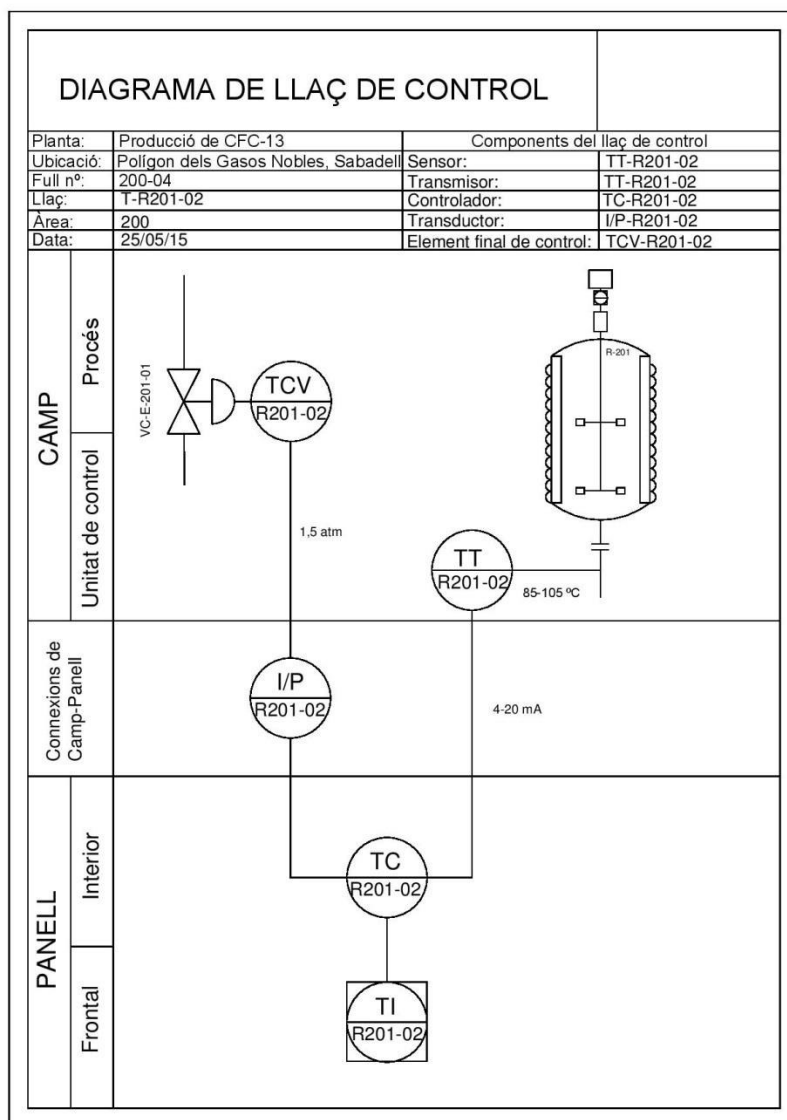


Figura III – 8. Diagrama del segon llaç de control de temperatura al reactor, T-R-201-02.

Llaç de control de pressió P-R-201-01

El llaç de control de pressió és molt important ja que marca, en certa manera, la conversió del reactor ja que els productes d'aquest són gasos. Tot i això, un excés de pressió dins del reactor poden culminar en problemes de seguretat, per aquest motiu es mesura la pressió dins del reactor modificant amb la vàlvula de control VC-R201-01 el cabal de sortida de gasos, obrint-se en cas de que la pressió sigui superior a la d'operació.

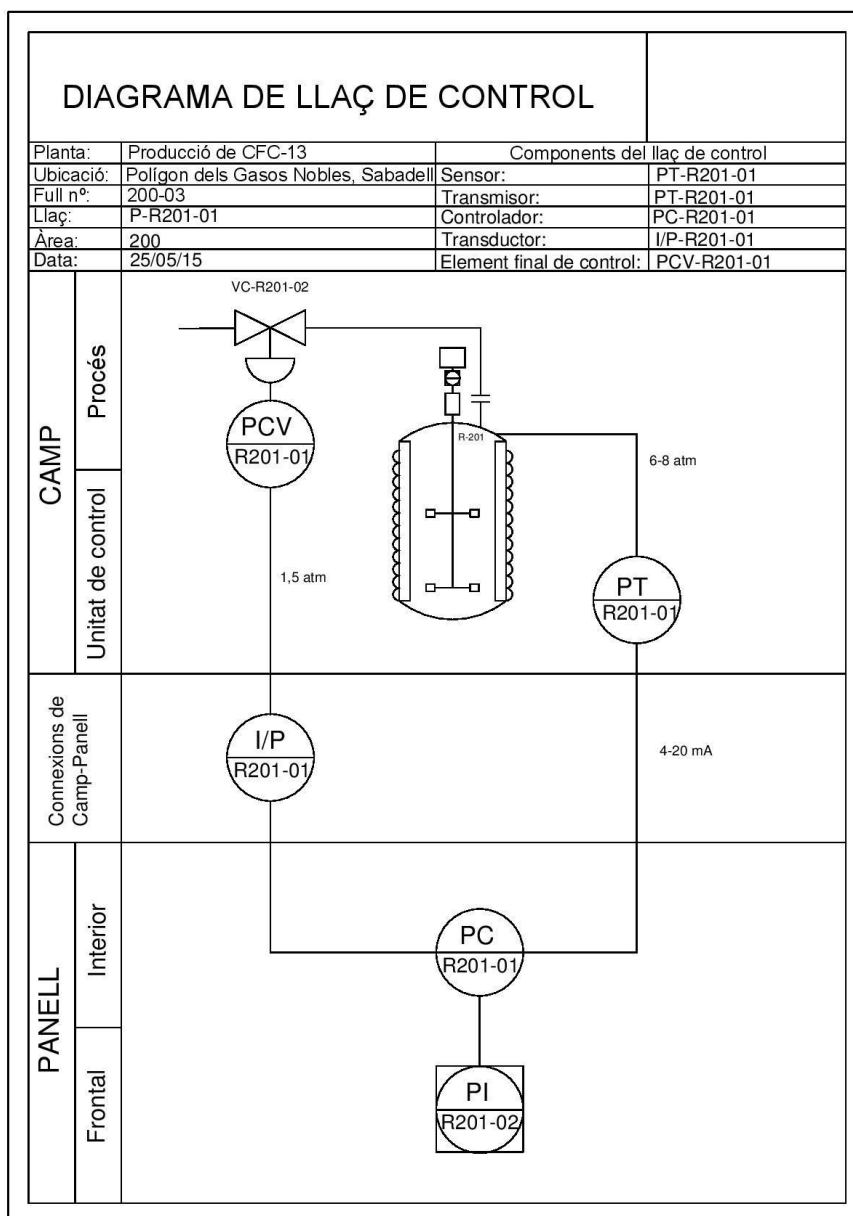


Figura III – 9. Diagrama del llaç de control de pressió en el reactor R-201.

Llaç de control de nivell L-R-201-01

L'últim llaç de control del reactor R-201 és el de nivell que es controla a partir de la vàlvula VC-R201-02 que modifica el cabal de sortida de líquid per cues del reactor, tancant-se si el nivell del reactor és inferior al resultant a un volum inferior al 10.5 m³. Tan aquest llaç com el de pressió esmentat abans, tenen un sistema de vàlvules amb un by-pass per si hi hagués una fallada en el sistema de control i la vàlvula s'hagués de canviar. Per aquest motiu, hi ha dues

vàlvules de no retorn a cada corrent, dues vàlvules manuals per tancar el corrent desitjat i en una d'elles una vàlvula automàtica que actuaria en cas de que la de control fallés.

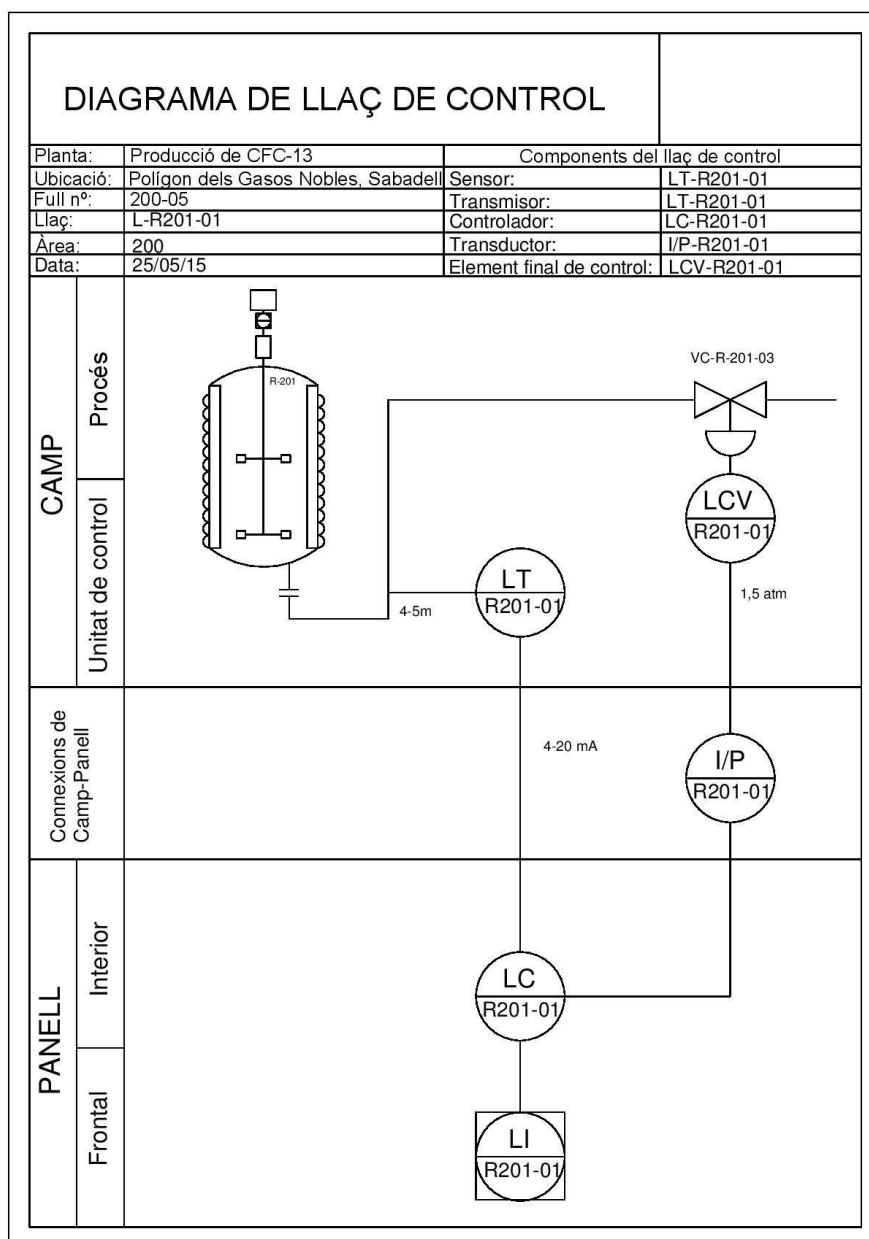


Figura III – 10. Diagrama del llaç de control L-R-201-01.

Llaç de control de nivell L-R-202-01

En el cas del tanc de cloració emprat per la regeneració del catalitzador, el control establert es basa en una vàlvula de cabal per l'entrada de Cl_2 on es mesura el cabal de sortida per tubs (concentrat) de la nanofiltració i es regula amb la vàlvula VC-R202-01 el cabal d'entrada del Cl_2 perquè sempre entrin amb en la proporció establerta per la reacció de cloració. A més, s'ha dissenyat un llaç de nivell per tal de garantir el volum mínim d'agitació d'aquest i evitar-ne

també un nivell massa elevat perillós per l'operació. Aquest llaç es basa en un sensor de nivell del tanc que modifica el cabal de sortida del líquid. L'acció de la vàlvula VC-R202-02 es basa en la seva obertura quan hi ha un nivell excessiu en el tanc per tal de buidar-lo i evitar situacions no segures.

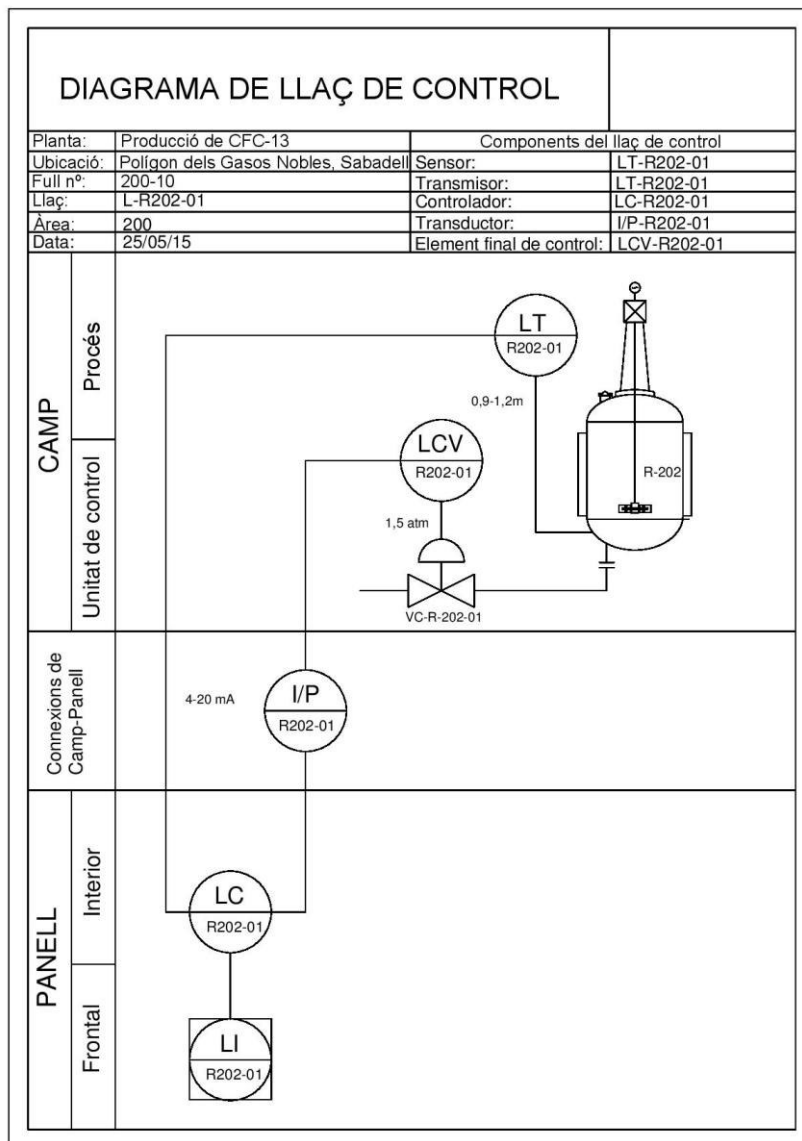


Figura III –11. Representació del llaç de control de nivell al reactor R-202.

Llaç de control de temperatura T-R-202-01

Per últim, el llaç de control de temperatura ha de garantir una temperatura de 95°C, per fer-ho es controla l'entrada d'aigua de torre a la camisa amb la vàlvula VC-R202-03. Aquesta s'obra quan la temperatura supera la òptima de treball fent entrar més aigua de torre freda a la camisa i en conseqüència, reduir la temperatura a l'interior del tanc de cloració.

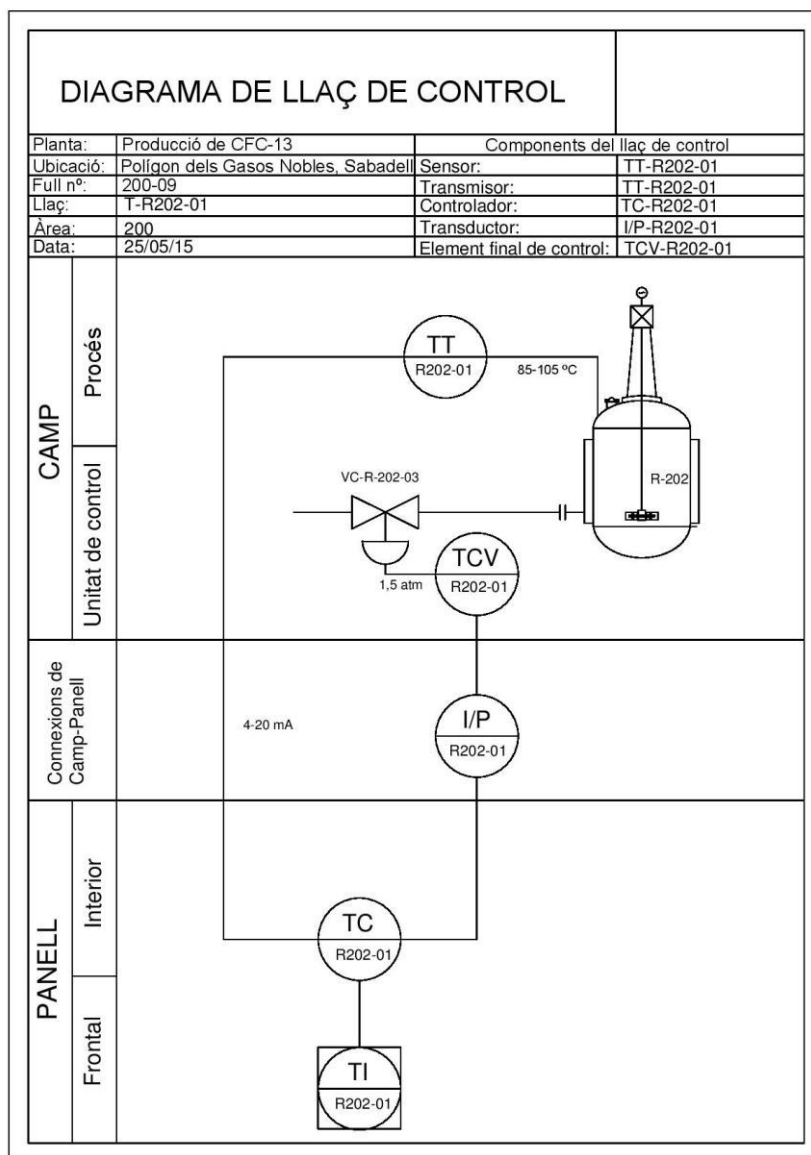


Figura III – 12. Diagrama de control de temperatura al segon reactor de l'àrea 200, R-202.

Llaç de control de nivell L-T-CN-203

Per últim hi ha un control de nivell del tanc de condensats T-CN-203 on es controla amb la vàlvula VC-TCN203-01 el cabal de sortida d'aquest ja que sempre s'ha de garantir un volum mínim de $7,2 \text{ m}^3$ tal com està establert en les fitxes d'especificació de l'equip. Per aquest motiu, si el nivell és inferior a aquest, la vàlvula de control esmentada es tanca evitant la sortida de líquid i fent-ne augmentar el volum.

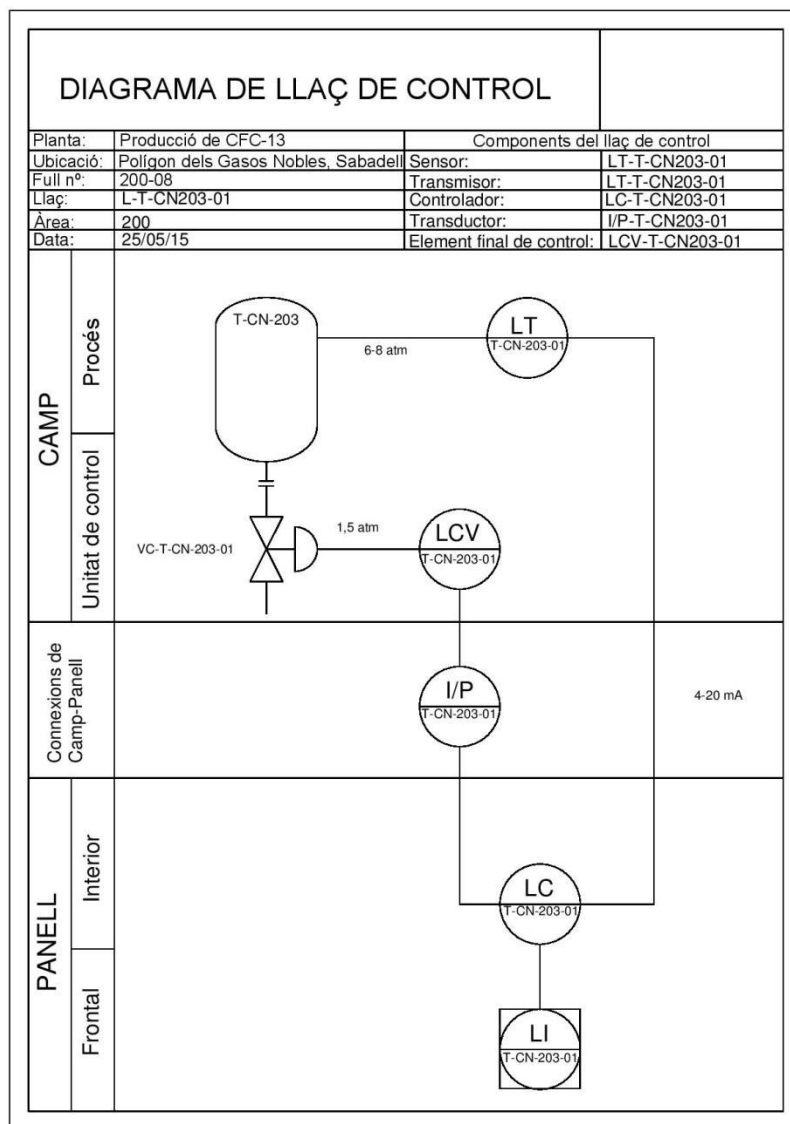


Figura III – 13. Diagrama del llaç de control de nivell del tanc de condensats T-CN-203.

Els llaços de control de les columnes de destil·lació es contempla en l'Àrea 400, on s'esmenta els llaços de control presents per cada columna a mode d'exemple representatiu, ja que totes les columnes disposaran dels mateixos llaços.

3.4. Àrea 300

L'àrea 300 o àrea d'absorció d'HCl és una de les àrees, juntament amb les dues fluoracions, que més complicacions a nivell de control i instrumentació suposa. La llista de llaços de control d'aquesta zona es troba representada en la Taula III – 6.

Taula III – 6. Llaços de control de l'àrea d'absorció d'àcid clorhídric.

Identificació	Tipus	Variable Controlada	Variable Manipulada	Element Final	Set Point
T-E-303-01	feedback	T entrada HCL a A-301	Cabal de vapor E-303	VC-E-303-01	10°C
P-A-301-01	feedback	Pressió HCl ent A-301	Cabal d'HCl a A-301	VC-A-301-01	1,3 atm
T-A-302-01	cascada	T ent. Clorhídric a A-301	Cabal d'aigua a A-302	VC-A-302-01	56,5 °C

Tanmateix, s'exposa en la següent taula els sistemes de seguretat i de monitorització per l'absorció de l'àcid, que només és un, per saber si l'A-302 es troba inundat:

Taula III – 7. Llaços de seguretat i de monitorització de l'àrea 300.

Identificació	Variable	Aparell	SET	Vàlvula seguretat	Acció
A-302	Nivell	LSH-A-302-01	70%	VA-A-302-01	tancar vàlvula

Llaç de control de temperatura T-E-303-01

El primer dels llaços de control de l'àrea és el de la temperatura d'entrada a l'absorbidor A-301, el qual manipula la vàlvula d'entrada de vapor per escalfar o refredar en excés el Dowtherm del circuit de calefacció a partir de la mesura que s'extreu del cabal gasós a la sortida de l'E-302.

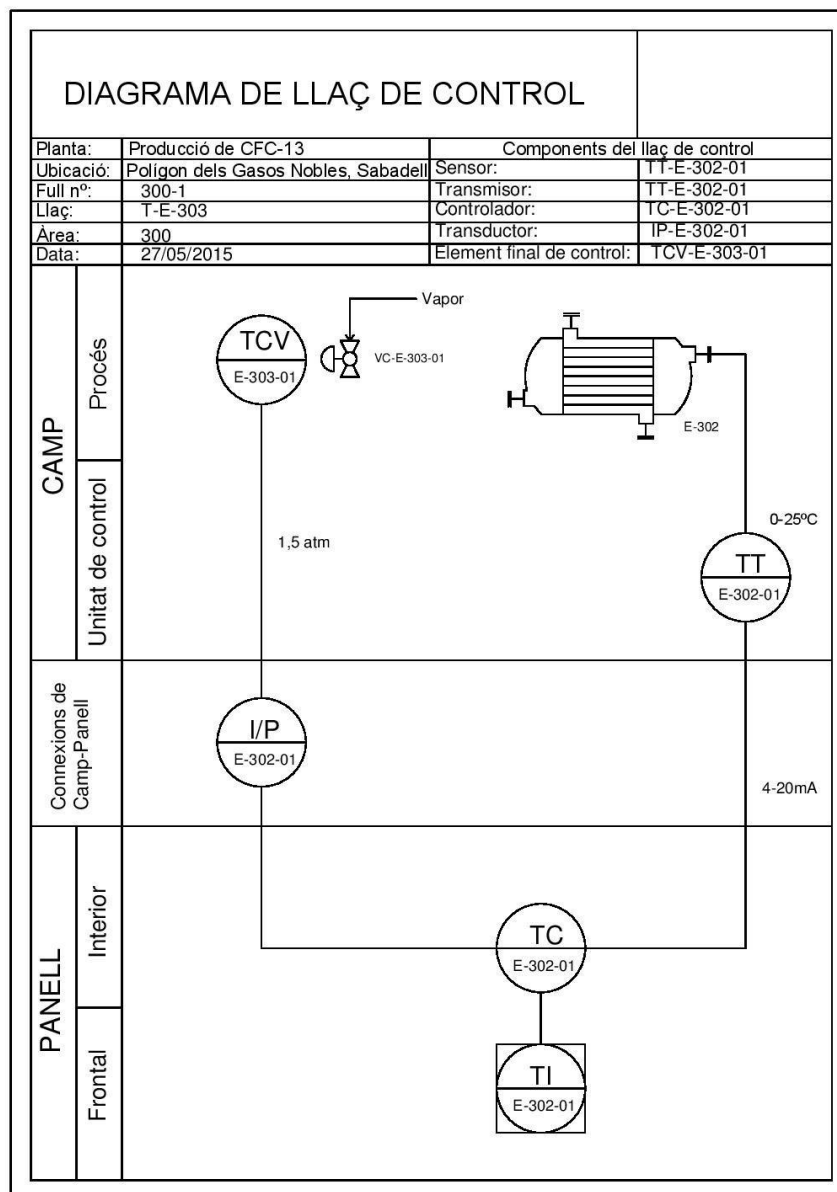


Figura III – 14. Diagrama del llaç de control de temperatura al bescanviador E-303.

Llaç de control de pressió P-A-302-01

En aquest cas es tracta d'un llaç de control feedback per controlar la pressió d'entrada de l'HCl gas a l'absorbidor de paret humida, la qual ha de ser d'1,3 atm.

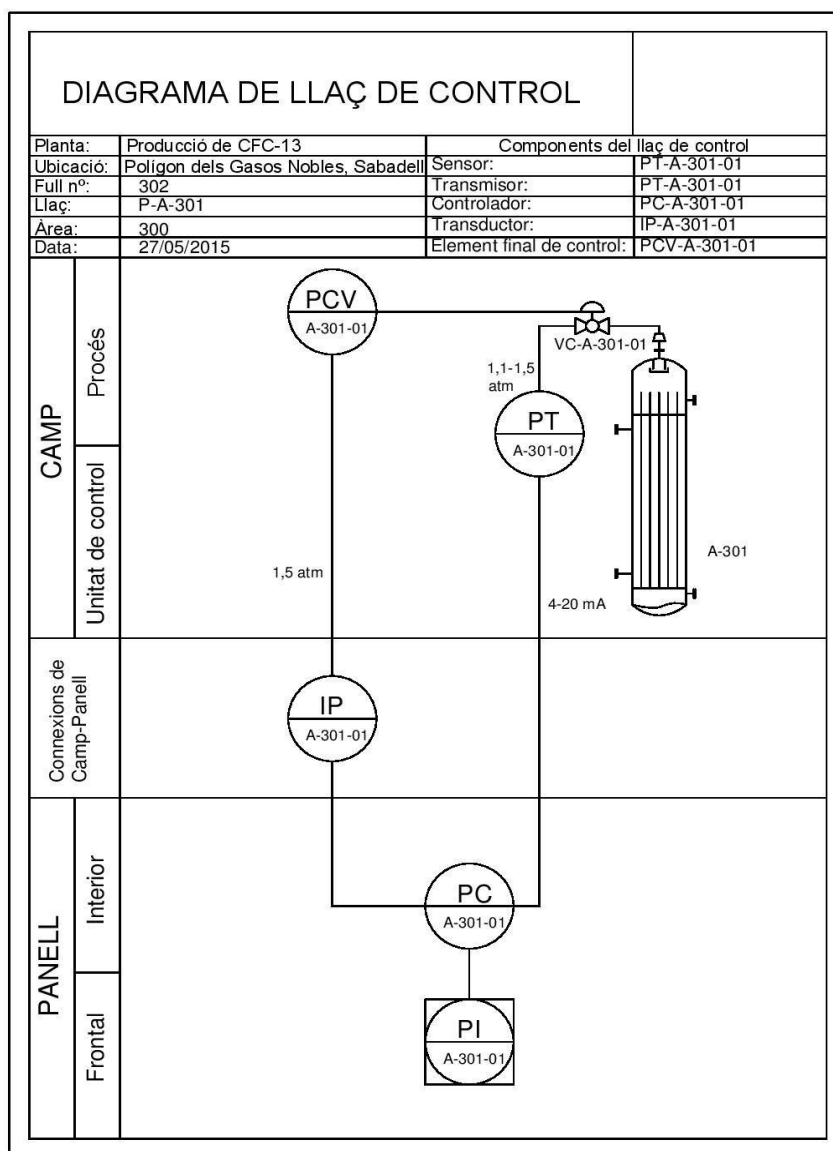


Figura III – 15. Diagrama del llaç de control de pressió a l'absorbidor A-301.

Llaç de control de temperatura T-A-302-01

Aquest és el llaç de control en cascada de temperatura de sortida de l'A-302, que canvia el setpoint de cabal d'aigua d'aliment a l'A-302, la qual cosa fa moure la vàlvula VC-A-302-01 i regular l'entrada d'aigua. L'òptim seria que l'entrada fos de 3188 kg/h, però el més important és que la concentració d'entrada a l'A-301 sigui del 5% i que la sortida de gasos fos la suficient com per només arribar a aquesta concentració a l'A-302; amb la qual cosa hom s'assegura que el clorhídric està entre un 32-33% tot i les pertorbacions. Amb aquest control també s'evita la inundació de l'A-301 ja que entra l'aigua suficient com per absorbir el gas que entra.

Tot aquest control és possible gràcies a la gran exotermia d'absorció d'HCl en aigua, la qual marca la temperatura de la solució de sortida de l'A-302 després d'una absorció adiabàtica.

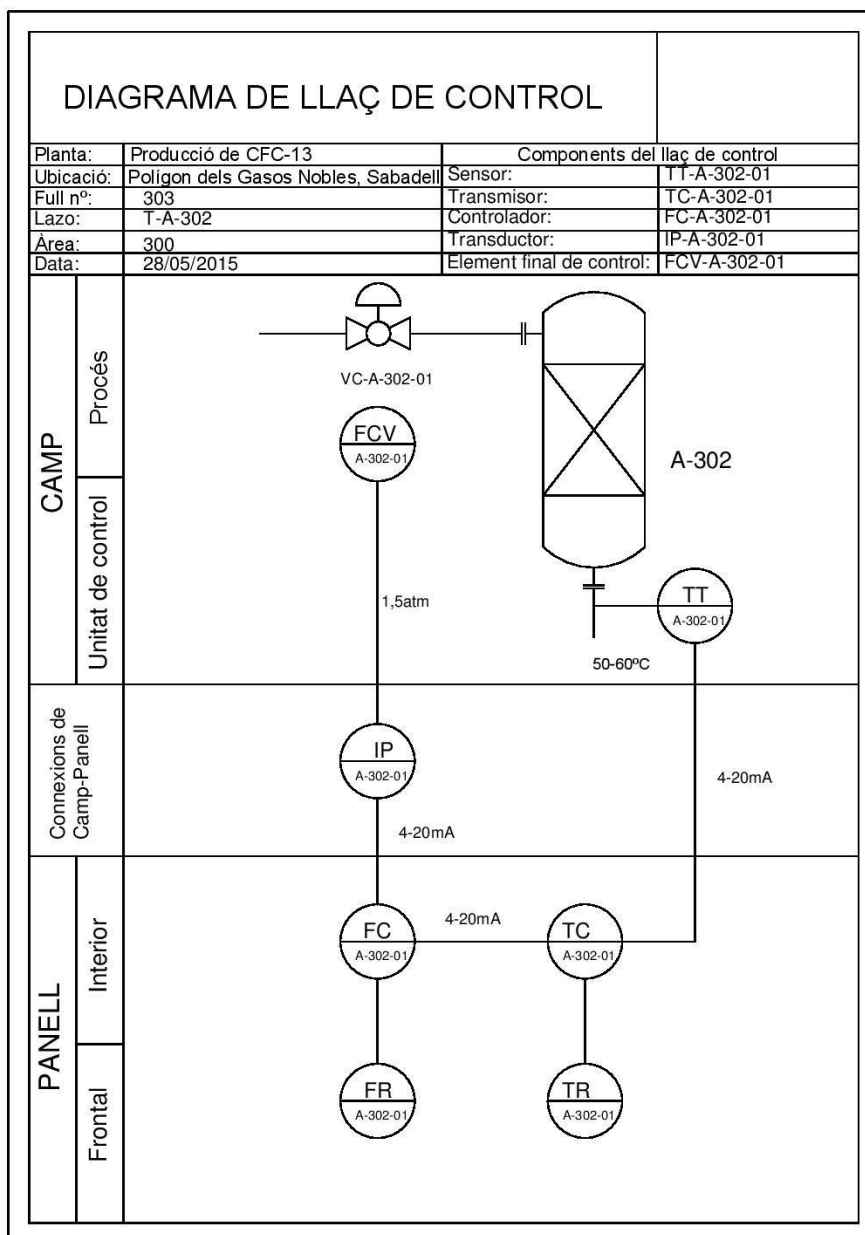


Figura III – 16. Llac de control de temperatura en cascada per a l'absorbidor A-302.

Adicionalment, també s'inclouen LT als dos tancs de l'àrea per comprovar que els nivells son correctes, així com un PT al T-301 per veure que no està havent-hi un malfuncionament inesperat al procés.

3.5. Àrea 400

Juntament amb la 200 i la 300, l'àrea 400 és una de les àrees més completes a nivell d'instrumentació i control. Amb l'objectiu de facilitar el seguiment dels diferents processos i llaços de control, s'explicaran aquests seguint un ordre en funció de l'ordre del procés.

Abans d'explicar en detall cada llaç de control de l'àrea de la segona fluoració, cal identificar la totalitat de llaços de control que es poden trobar, així com les mesures de seguretat i monitorització pròpies de cada equip:

Taula III – 8. Identificació dels llaços de control de l'àrea 400.

Identificació	Tipus	Variable Controlada	Variable Manipulada	Element Final	Set Point
T-E-404	feedback	Temp entrada R-40X	Cabal Dow-J a E-404	VC-T-403-01	125°C
T-E-407	feedback	Temp entrada CN-403	Cabal Dow-J a E-407	VC-E-407-01	
P-E-404	feedback	Pressió entr. R-40X	Cabal R12	VC-E-404-01	1,5 atm
L-T-CN-401	ON/OFF	Nivell T-CN-401	Cabal sortida T-CN-401	VC-T-CN-401-01	50%
L-T-CN-402	ON/OFF	Nivell T-CN-402	Cabal sortida T-CN-402	VC-T-CN-402-01	50%
L-T-CN-403	ON/OFF	Nivell T-CN-403	Cabal sortida T-CN-403	VC-T-CN-403-01	50%
P-T-401	feedback	Pressió T-401	Cabal sortida T-401	VC-T-401-01	8 atm
T-R-40X	feedback	Temperatura R-40X	Cabal aigua torre R-40X	VC-R-40X-01	125°C
P-EV-401	feedback	Pressió EV-401	Cabal sortida EV-401	VC-EV-401-02	8 atm
L-EV-401	feedback	Nivell EV-401	Cabal vapor a EV-401	VC-EV-401-01	50%
T-RB-401	feedback	Temperatura RB-401	Cabal vapor a RB-401	VC-RB-401	114,4 °C
T-RB-402	feedback	Temperatura RB-402	Cabal vapor a RB-402	VC-RB-402	164,5 °C
P-C-401	feedback	Pressió C-401	Cabal sortida gas C-401	VC-CN-401-01	8 atm
P-C-402	feedback	Pressió C-402	Cabal sortida gas C-402	VC-CN-402-01	8 atm
T-CN-401	feedback	Temperatura CN-401	Cabal Dow-J a CN-401	VC-CN-401-02	-30,9°C
T-CN-402	feedback	Temperatura CN-402	Cabal Dow-J a CN-402	VC-CN-402-02	-32,6°C

Taula III – 9. Llaços de seguretat i monitorització de l'àrea de la segona fluoració.

Identificació	Variable	Aparell	SET	Vàlvula seguretat	Acció
C-401	Pressió	-	8,8 atm	PSV-C-401-01	-
	Nivell	LSH-C-401-01	30%	VA-RB-401-01	Obrir vàlvula
C-402	Pressió	-	8,8 atm	PSV-C-402-01	-
	Nivell	LSH-C-402-01	30%	VA-RB-402-01	Obrir vàlvula
RB-401	Pressió	-	8,8 atm	PSV-RB-401-01	-
	Nivell	LAL-RB-401-01	5%	VA-RB-401-02	Tancar vàlvula
RB-402	Pressió	-	8,8 atm	PSV-RB-402-01	-
	Nivell	LAL-RB-402-01	5%	VA-RB-402-02	Tancar vàlvula
R-401	Pressió	-	1,8 atm	PSV-R-401-01	-

R-402	Pressió	-	2,5 atm	DR-R-401	-
		-	1,8 atm	PSV-R-401-02	-
		-	2,5 atm	DR-R-401	-
T-402	Nivell	LAH-T-402-01	90%	VA-T-402-01	Obrir vàlvula
	Nivell	LAL-T-402-01	5%	VA-T-403-01	Obrir vàlvula
T-403	Nivell	LAH-T-403-01	90%	VA-T-403-01	Obrir vàlvula
	Nivell	LAL-T-403-01	5%	VA-T-402-01	Obrir vàlvula

Llaç de control de pressió P-T-401-01

El primer equip que es troba en aquest àrea és el T-401, un tanc de mescla de tetraclorometà amb corrents d'entrada provinents de la columna C-402 i de l'àrea 200. Aquest tanc disposa d'un llaç de control de pressió, el qual regula la pressió interna del tanc (8 atm). Quan aquesta és sobrepassada, el controlador obtura la vàlvula VC-T401-03, que s'obre per deixar passar el líquid pressuritzat cap a l'equip següent, un evaporador (EV-401).

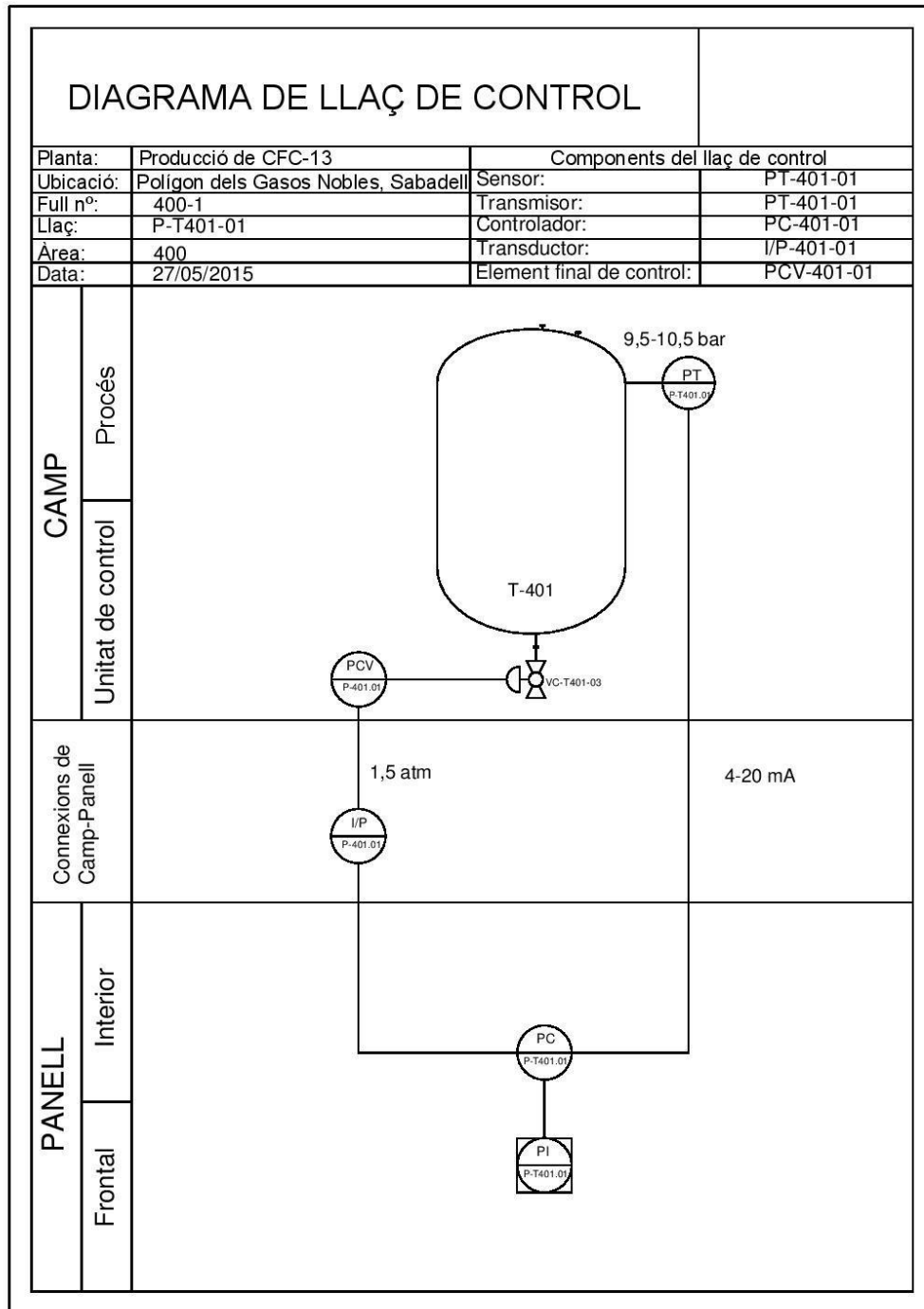


Figura III – 17. Diagrama del llaç de control de pressió P-T-401-01.

Llaç de control de nivell L-EV-401-01

Aquest evaporador EV-401 disposa de múltiples sensors i un parell de llaços de control, de pressió i nivell. El llaç de control de nivell té com objectiu la regulació del nivell de líquid al evaporador, obrint la vàlvula VC-EV401-01, que deixa passar el corrent de vapor que farà vaporitzar el gas de procés.

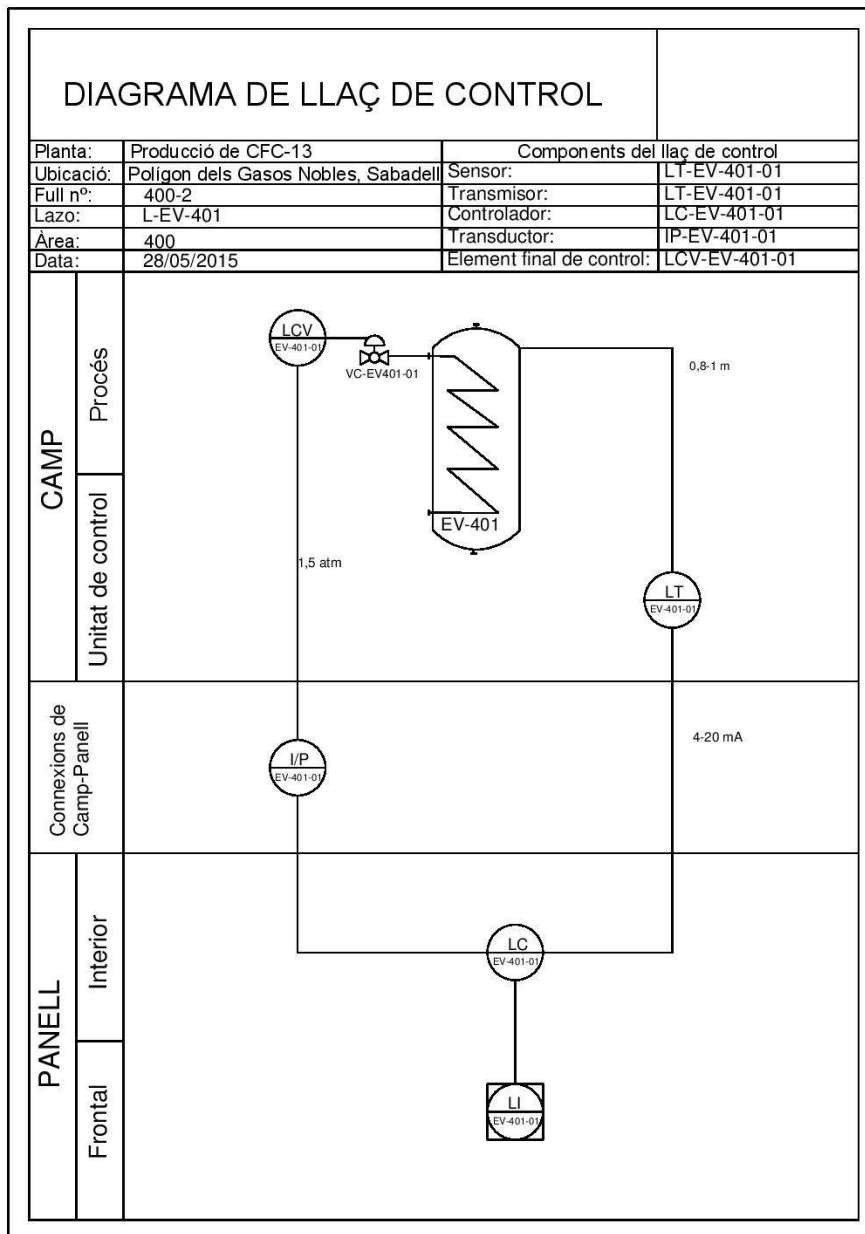


Figura III – 18. Llaç de control de nivell de l'evaporador EV-401-01.

Llaç de control de pressió P-EV-401-01

El segon llaç de control té la finalitat de controlar la pressió de l'evaporador. El seu mecanisme d'actuació és transmetre un senyal elèctric a un controlador que, mitjançant aire comprimit,

obtura la vàlvula VC-EV401-02 per deixar més pas al gas de procés quan la pressió augmenta sobre el *set-point*. Tanmateix, l'evaporador disposa d'un indicador de pressió, un de temperatura i una alarma de nivell màxim, la qual s'activa quan el nivell de líquid a l'evaporador sobrepassa el 80% del nivell total.

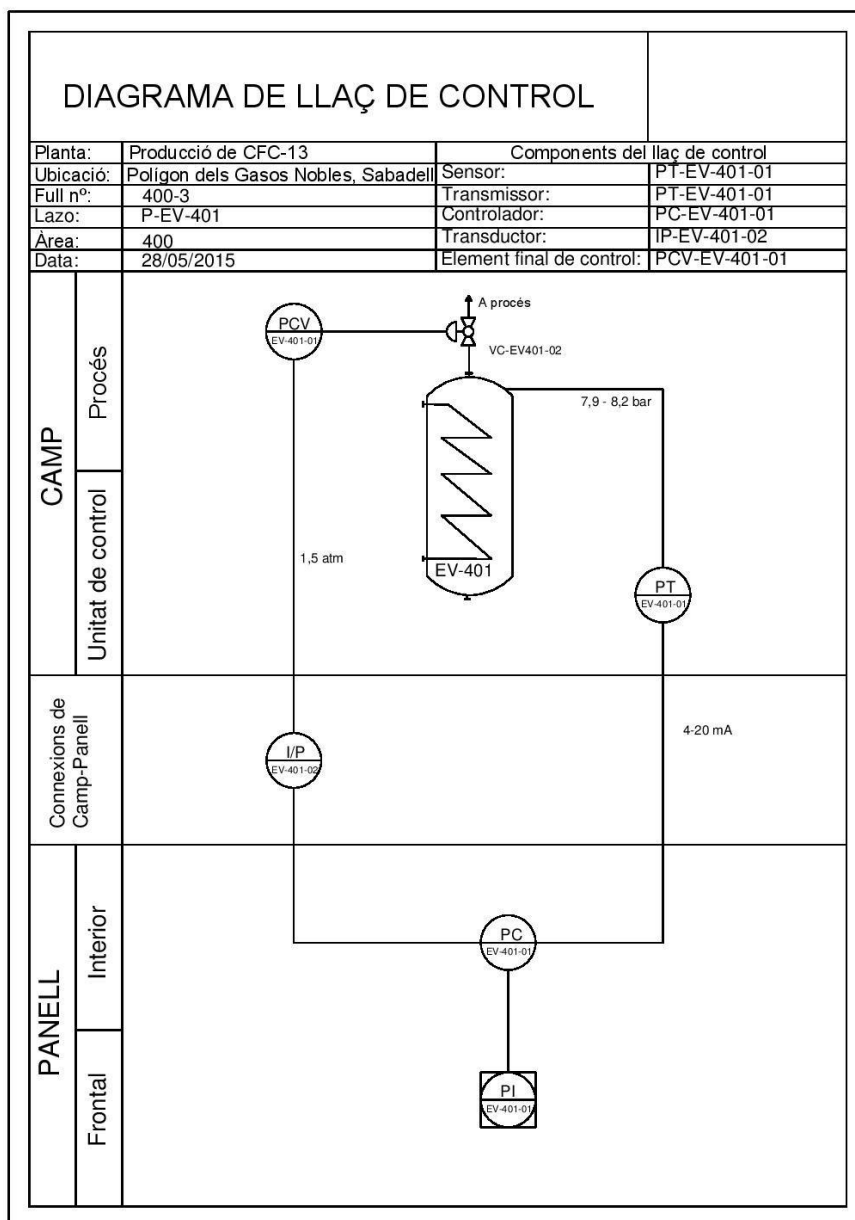


Figura III – 19. Diagrama del llac de control P-EV-401-01 en l'evaporador EV-401.

Llaç de control de temperatura T-R-401-01

El següent equip important és el reactor de la segona fluoració (que està duplicat: R-401 i R-402). Ambdós reactors estan proveïts d'un llaç de control de temperatura. Aquest, quan la temperatura mesurada supera el *set-point* (95 °C), envia una senyal elèctrica al controlador que obrirà la vàlvula d'entrada del refrigerant que circula per la mitja canya per tal de refredar més ràpidament el reactor. Aquests reactors disposen també de dos transmissors de temperatura, connectats a registradors d'aquesta pressió. Un d'ells està instal·lat en l'entrada i, l'altre, en la sortida.

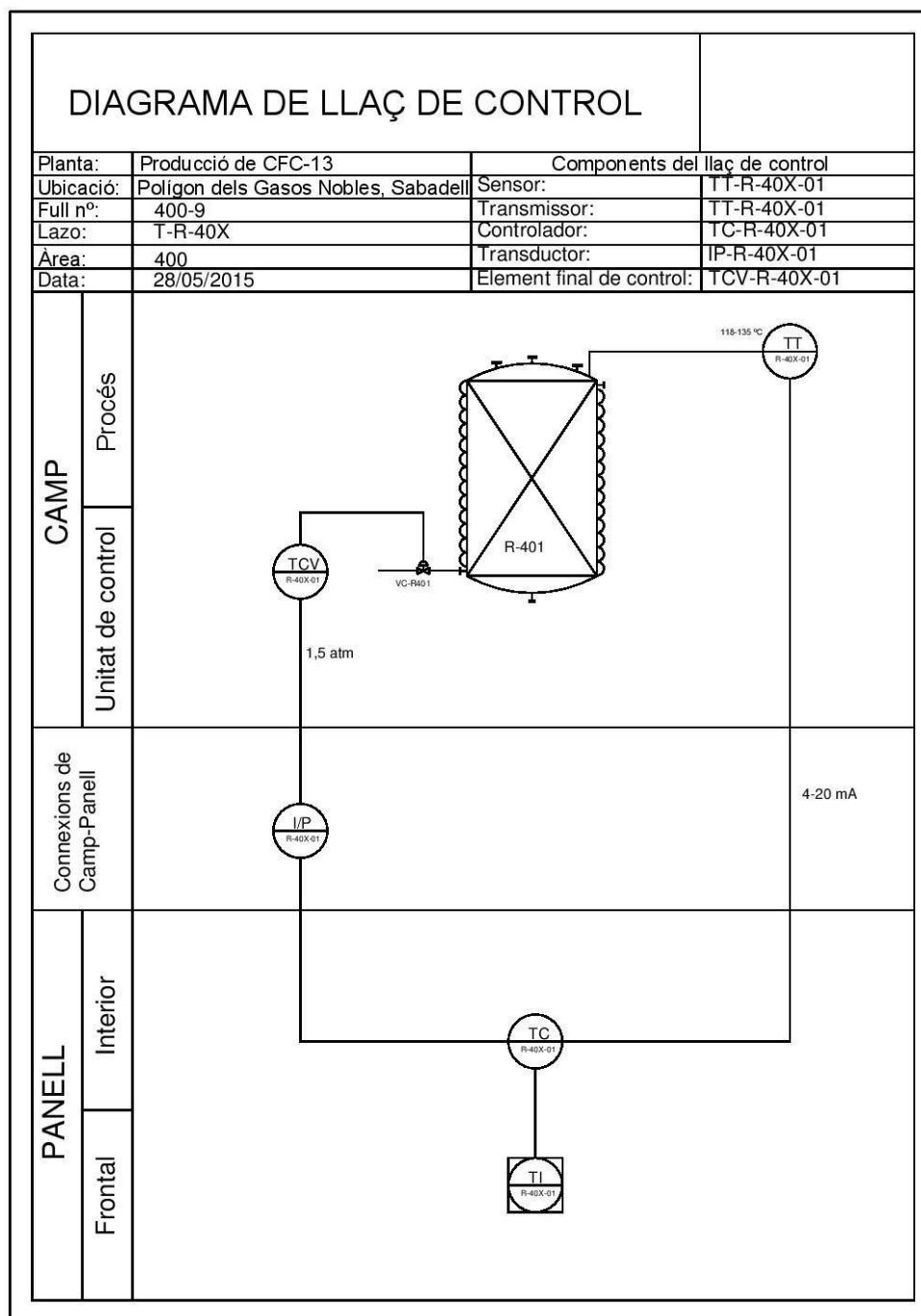


Figura III – 20. Representació del llaç de control T-R-40X-01.

Llaç de control de temperatura T-E-407-01

El següent llaç de control és de temperatura i es troba en el circuit tancat de bescanviadors de calor que pretenen escalfar l'entrada al reactor i refrigerar-ne la sortida. Aquest llaç s'encarrega d'obrir la vàlvula VC-E407-01 per deixar passar més cabal de *Dowtherm J* i poder transferir millor el calor.

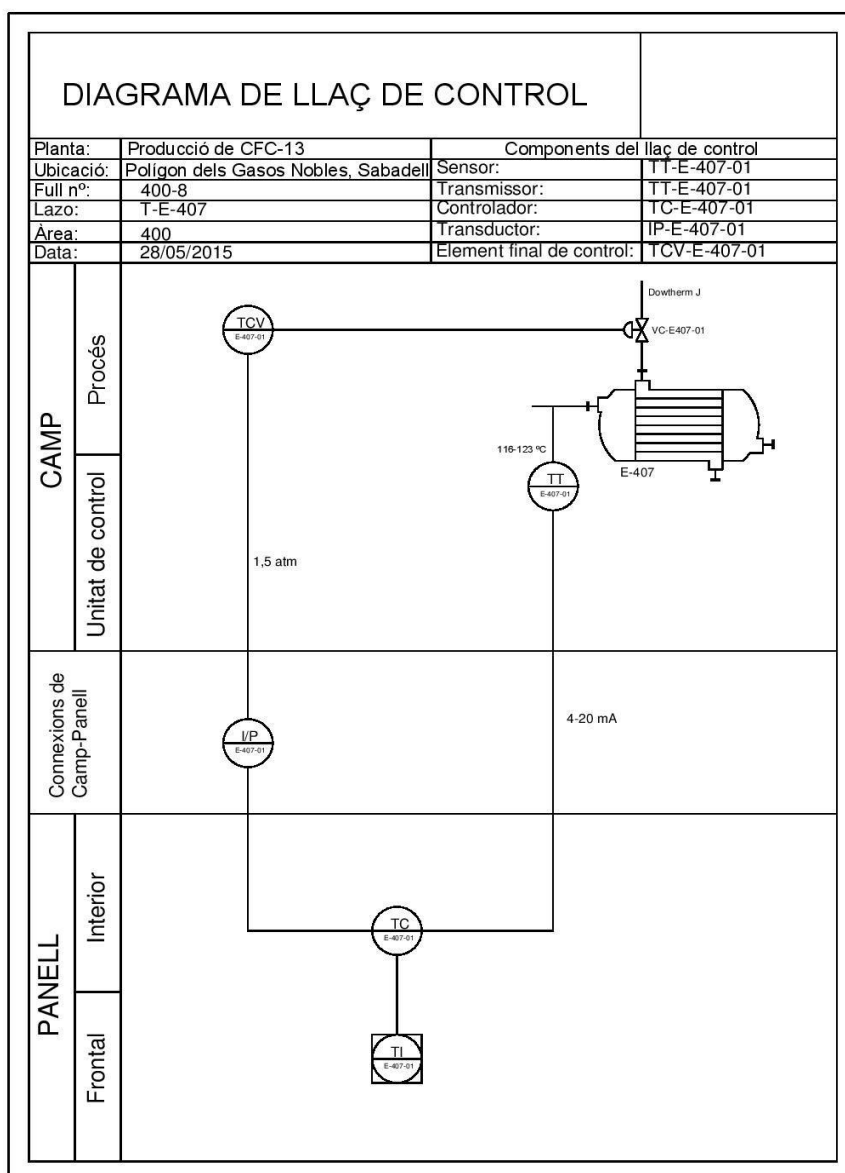


Figura III – 21. Diagrama del llaç de control de temperatura al bescanviador E-407.

Llaç de control de temperatura T-E-404-01

Hi ha un altre llaç de control de temperatura en el circuit de bescanviadors. Aquest segon llaç de control té un objectiu anàleg a l'anterior, amb la diferència que és la vàlvula VC-T403-01 la que s'obre o tanca en funció de la temperatura del gas de procés.

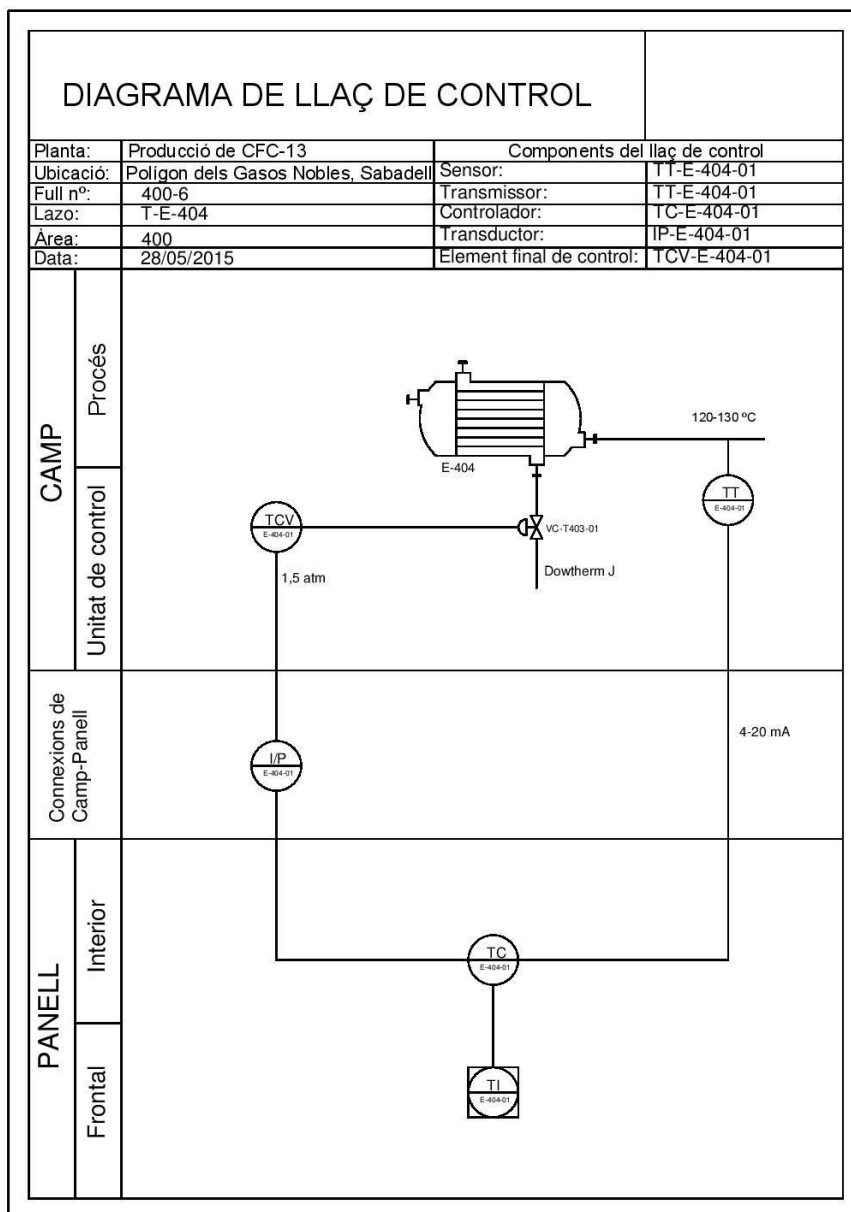


Figura III – 22. Diagrama del llac de control de temperatura en el bescanviador E-404.

Llac de control de temperatura T-CN-403-01

També es té un llac de control de temperatura en el condensador CN-403. Aquest llac consisteix en un transmissor que envia la senyal al controlador perquè accioni la vàlvula VC-CN403-02. Aquesta vàlvula provocarà un augment o disminució del cabal del refrigerant del condensador. Quan la temperatura a la qual abandona el fluid és massa alta, el

sensor ho detecta, el transmissor envia la senyal i el controlador acciona la vàlvula de control, fent que passi més refrigerant i, per tant, rebaixant la temperatura del fluid de procés.

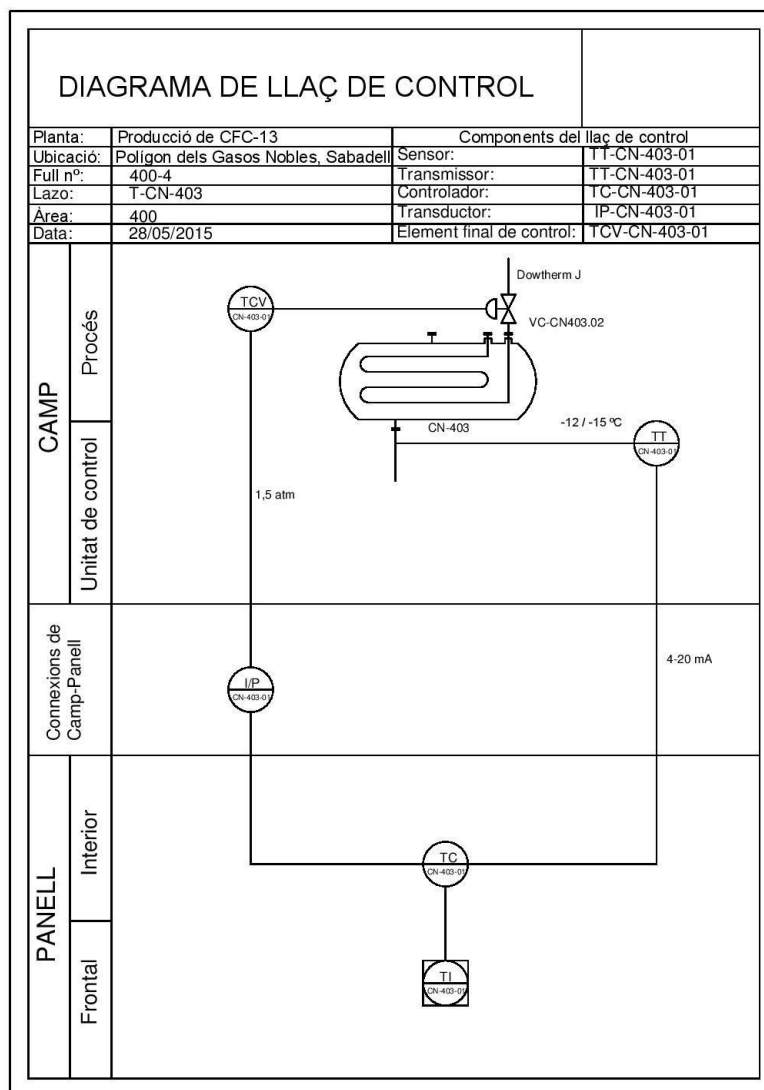


Figura III – 23. Llac de control de temperatura en el condensador CN-403.

Llac de control de nivell L-T-CN-403-01

El tanc de condensats del CN-403 s'anomena T-CN-403 i disposa d'un llac de control de nivell. Quan el nivell al tanc de condensats supera el *set-point*, el controlador d'aquest llac acciona la vàlvula VC-CN403-01, fent que el fluid de procés continuï cap a les columnes de destil·lació.

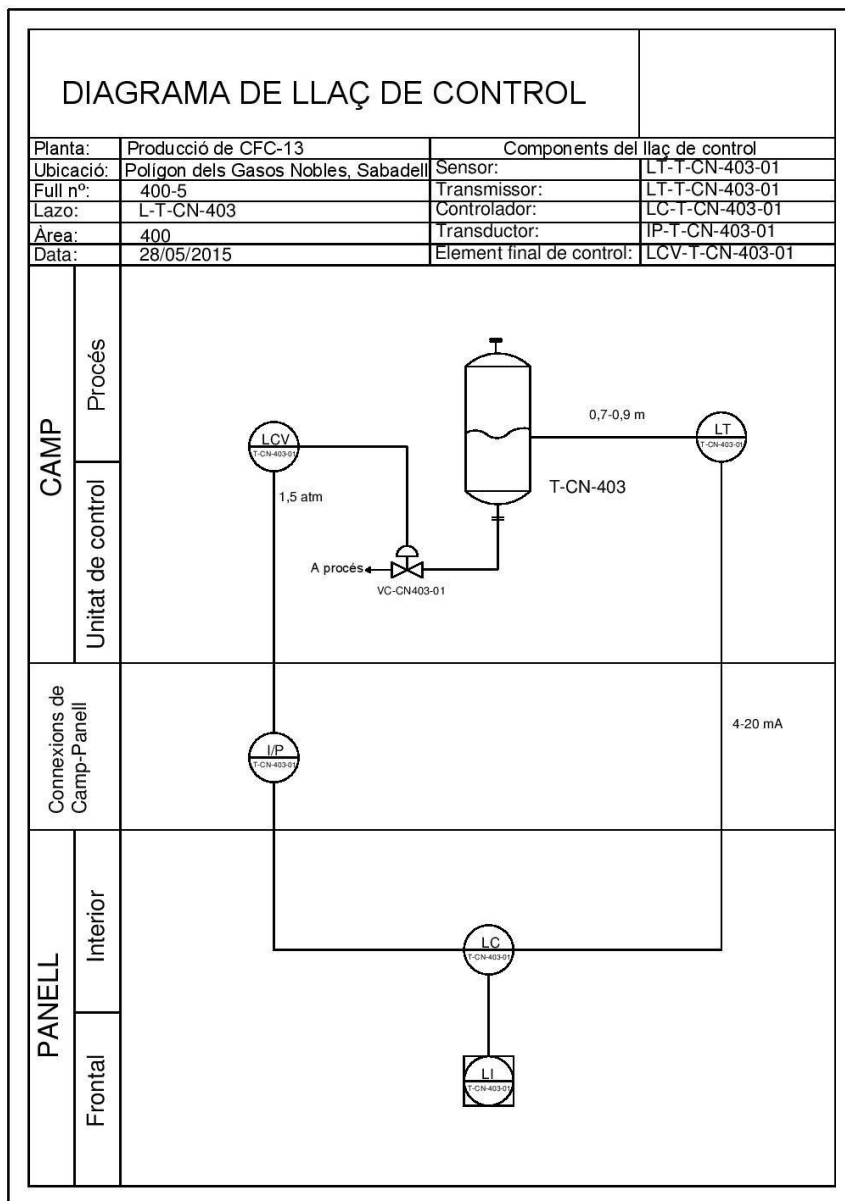


Figura III – 24. Llac de control de nivell en el tanc de condensats T-CN-403.

Llaços de control de pressió P-C-40X-01

Ja en les columnes, es tenen dos llaços de control de pressió per caps i un de temperatura i de nivell al reboiler de cues. El primer llaç de control del condensador té l'objectiu de regular la pressió de la columna, controlant la vàlvula VC-C401-01 (ó VC-C402-01 en el cas de la segona columna) quan la pressió és més alta que el valor del *set-point*. El segon llaç de control de

pressió controla l'entrada de *dowtherm* del condensador de les columnes. També hi ha un llaç de control de nivell en el tanc de condensats, el qual s'utilitza per tenir control del nivell de líquid als mateixos tancs: quan se sobrepassa el nivell màxim de líquid permès.

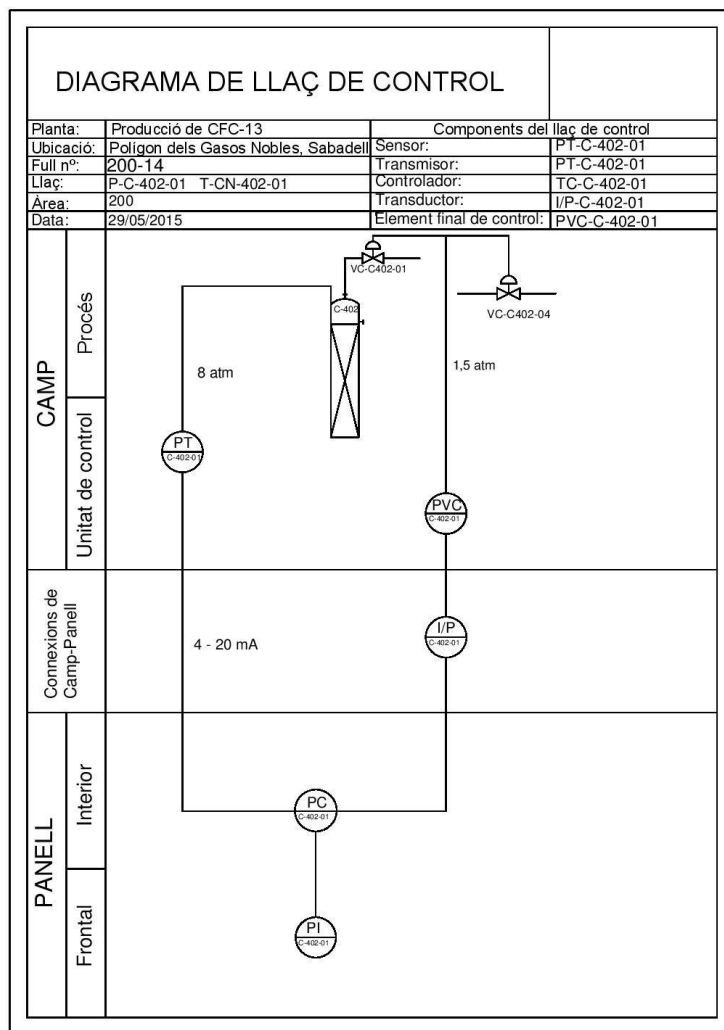


Figura III – 25. Diagrama del llaç de control P-C-402-01, equivalent al llaç anàleg de la columna C-401.

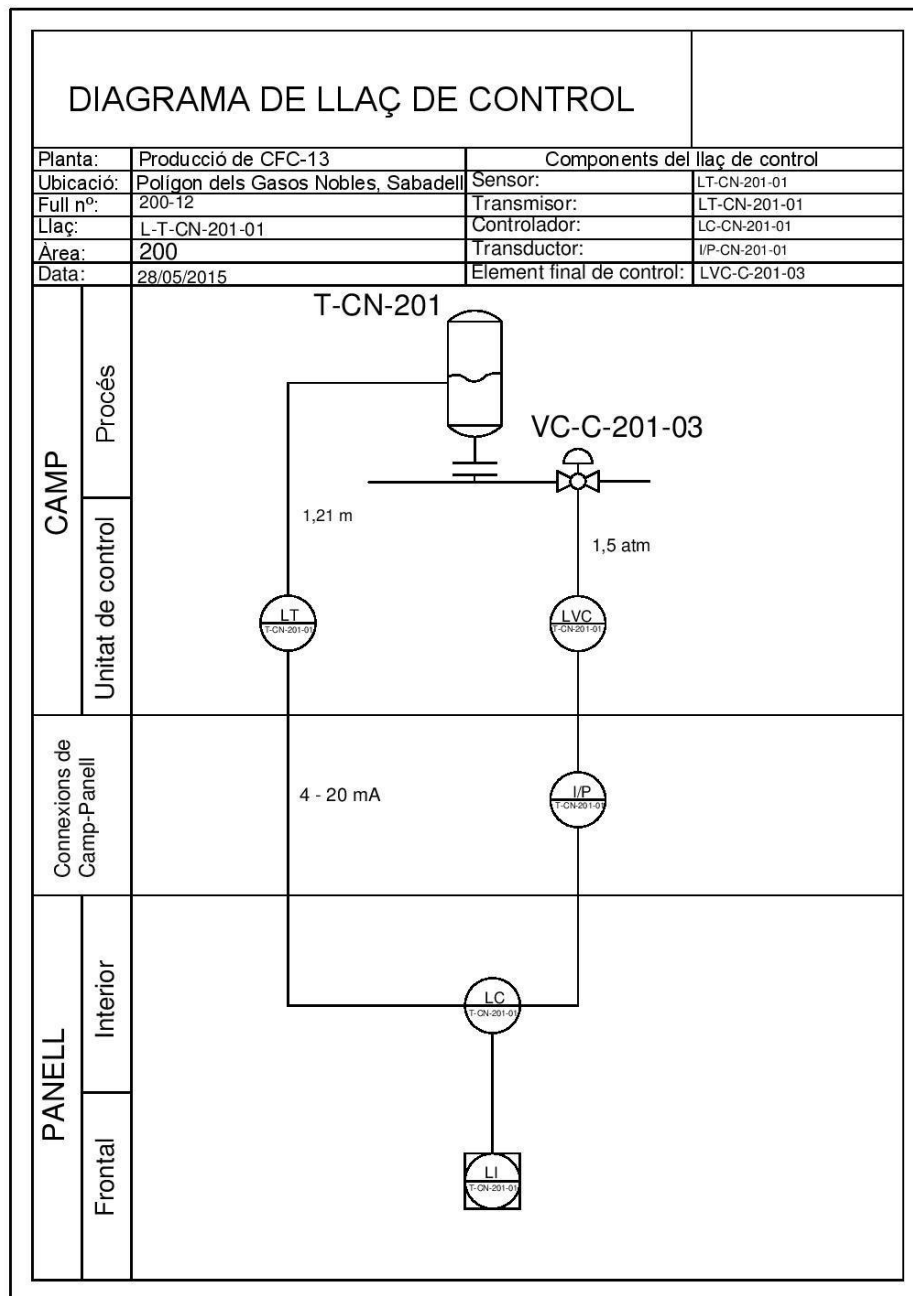


Figura III – 26. Diagrama del llaç de control de nivell en el tanc de condensats de la columna C-201.

Llaç de control de temperatura T-RB-401-01

Pel que fa a cues de columnes, es té un llaç de control de temperatura al reboiler, que té com a objecte el control de l'entrada de vapor mitjançant les vàlvules VC-RB401 i VC-RB402. A més, es té un indicador de nivell al reboiler, un transmissor de pressió i un de nivell. També es disposarà d'indicadors de pressió a l'entrada del vapor de servei, per estar segurs de que n'entra a la pressió desitjada. Tanmateix, les columnes disposen d'alarmes de nivell màxim per tal de identificar qualsevol problema per inundació de les columnes.

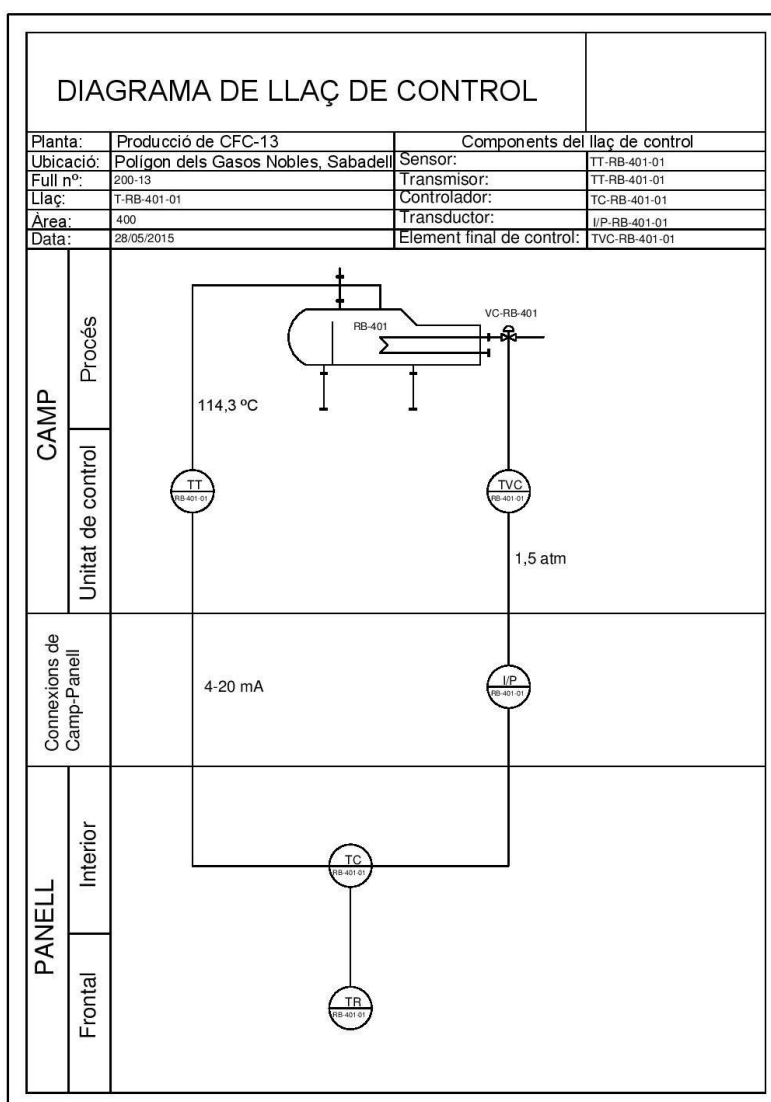


Figura III – 27. Diagrama del llaç de control de temperatura en el reboiler de les columnes de destil·lació.

3.6. Àrea 500

En l'àrea d'emmagatzematge de producte, CFC-13, tindrem el tanc pulmó T-501. Aquest tanc serà un punt intermedi entre la sortida de producte de l'àrea 400 i les nostres ampolles a pressió per la distribució del nostre producte final.

La clau en aquest sistema és la bomba d'alta pressió per l'envasat del CFC-13 en les ampolles. S'ha plantejat un sistema d'envasat en continu on, idealment, envasarem a la mateixa velocitat que s'omple el nostre tanc pulmó. En aquest cas ideal el nivell es mantindria constant, al igual que la pressió. En condicions reals d'operació s'ha de tenir en compte que l'envasadora treballarà en discontinu, tot omplint ampolles en petits cicles. Mentre duri el cicle el nivell del tanc variarà sensiblement, així com la pressió. Sempre dins del límits establerts.

El nostre tanc pulmó disposarà d'un indicador de nivell del tipus columna de líquid (L-T501-01) amb un indicador de pressió (P-T501-01). Així com un sensor/transmissor de pressió del tipus radar, on es mesura una freqüència de vibració donant un senyal digital 4-20 mA per controlar la pressió del tanc per pantalla.

D'un altra banda el nostre tanc pulmó T-501 disposa d'un sistema de seguretat. Per un costat la vàlvula PSV d'actuació mecànica amb la funció d'obrir quan es sobrepassi en un 10% la pressió d'operació, connectada directament amb l'àrea 400 on es tractarà el gas amb carbó actiu.

Per l'altre costat el tanc pulmó consta de dos discs de ruptura per protegir l'equip d'un augment de pressió sobtat. El disc de ruptura ha de complir amb la NTP 456 del *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene*. En el nostre cas el disc de ruptura obrirà en el cas que sobrepassem un 20% de la pressió d'operació.

Com en aquesta zona no es tenen llaços de control, s'exposa la següent taula amb les mesures de seguretat i monitorització del tanc T-5401

Taula III – 10. Mesures de seguretat i monitorització en l'àrea 500.

Identificació	Variable	Aparell	SET	Vàlvula seguretat	Acció
T-501	Pressió	-	16,5 atm	PSV-T-501-01	-
		-	18 atm	DR-T-501-01	-
		-	18 atm	DR-T-501-02	-

3.7. Elements de mesura

Les sondes i sensors s'encarreguen de la mesura de determinades variables físiques del procés com temperatura, cabal, pressió i nivell.

A més, amb la finalitat de seguir un criteri de simplicitat, cal destacar que s'utilitzarà la mateixa instrumentació especificada a continuació per tots el llaços amb la mateixa variable a mesurar.

A continuació, s'explica la instrumentació necessària per la determinació de cada variable i s'afegeix un full d'especificació del sensor/mesurador/transmissor.

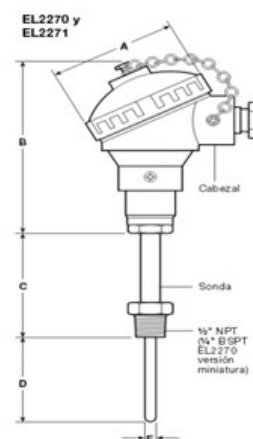
3.7.1. Temperatura

Per a mesurar la temperatura es necessita un mesurador que els seus rangs entrin dintre de les temperatures màximes i mínimes d'operació. A més, al haver-hi contacte de les sondes amb els fluids, s'haurà de escollir bé el material de la sonda.

S'adjunta el full d'especificacions de les sondes utilitzades, en els llaços que s'ha utilitzat i el nom dels ítems.

Sensor de temperatura	Nom ítems			
	The Chemical Freon Company, Sabadell		Data	26/05/2015
Identificació				
Llaços en que s'utilitza				
Descripció		Sensor de Temperatura		
Característiques d'operació				
Element de mesura		Termòmetre de resistència		
Alimentació		24V		
Senyal de sortida		4-20mA(analògica)		
Variable mesurada		Temperatura		
Rang		50 - 180ºC		
Sensibilitat		±0,1%		
Calibrat		Sí		Representació
Característiques de fabricació				
Element sensor		Pt-100		
Temperatura màxima (ºC)		500		
Pressió màxima (bar)		35		
Material		AISI316L		
Tipus i norma		EN 60751 classe A		
Dimensions		L=266mm D=88mm		

Detalls del proveïdor	
Proveïdor	Spirax sarco
Model	EL2271
Certificat	ATEX II 1G EExia IIC/IIB T4/T5/T6
Enllaç especificacions completes	http://www.spiraxsarco.com/



3.7.2. Pressió

Al igual que les sondes de temperatura, les sondes de pressió també han d'anar recobertes amb un material que impedeixi la corrosió. S'haurà de trobar un mesurador de pressió el qual suporti les temperatures d'operació en el caps de les columnes i que en els seus rangs de pressió entrin en les pressions d'operació. Tots els mesuradors de pressió seran del mateix tipus.

A continuació s'adjunta els fulls d'especificacions dels mesuradors de pressió, els llaços on s'utilitzen i els noms dels ítems.

Sensor de pressió	Nom ítems		Data	16/05/2015
	The Chemical Freon Company, Sabadell			
Identificació				
Llaços en que s'utilitza				
Descripció		Sensor de pressió		
Característiques funcionament				
Element de mesura		Sensor de ceràmica de alta puresa resistent		
Alimentació		24V		
Senyal de sortida		4-20 mA		
Variable mesurada		Pressió als caps		
Rang		100 mbar - 40 bar		
Sensibilitat		± 0,075 %		
Calibrat		Si	Representació	
Característiques de fabricació				
Element sensor		Sensor piezoresistivo		
Temperatura màxima (°C)		150		
Pressió màxima (bar)		60		
Posició		Vertical		
Connexió a procés		Rosca i Brida DN		
Detalls del proveïdor				
Proveïdor		Endress+Hauser		
Model		Cerabar 5 PMP75		
Certificat		ATEX,FM,CSA,IEC		
Enllaç especificacions completes		http://www.es.endress.com/		

3.7.3. Cabal màssic

En totes les àrees de procés, la mesura precisa del cabal màssic és essencial per l'optimització del procés. A diferència del cabal volumètric, el cabal màssic proporciona una mesura de la quantitat absoluta, ja que no es veu afectat per el canvis de temperatura i pressió, proporcionant una mesura de cabal fiable en tot moment.

S'adjunta el full d'especificacions del mesurador de cabal que s'ha utilitzat, els llaços de control on apareixen i el nom de cada ítem.

Sensor de cabal màssic	Nom ítems			
	The Chemical Freon Company, Sabadell		Data	26/05/2015
Identificació				
Llacos en que s'utilitza				

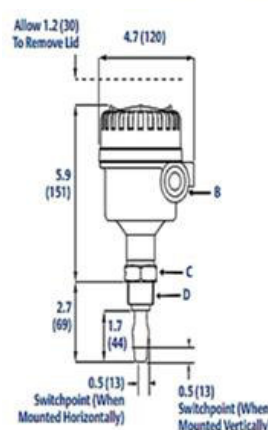
Descripció	Sensor de cabal màssic	
Característiques d'operació		
Element de mesura	Transductor 1,4404 (316L)	
Alimentació	24 V	
Senyal de sortida	4-20 mA	
Variable mesurada	Cabal màssic, temperatura i cabal volumètric	
Rang	20 -720.000 kg/h	
Sensibilitat	3-5 %	
Calibrat	Sí	
Característiques de fabricació		
Element sensor	Transductor AISI 316L	
Temperatura màxima (°C)	180	
Pressió màxima (bar g)	20	
Material	AISI 316L	
Rang diàmetre nominal	DN8 a DN1500	
Connexió a procés	Anell d'obturació	
Detalls del proveïdor		
Proveïdor	Endress Hauser	
Model	Proline t-mass B150	
Certificat	ATEX, IECEx, FM, CSA	
Enllaç especificacions completes	http://www.es.endress.com/	

3.7.4. Nivell

De sensors de nivell s'han utilitzat dos tipus, sensors de nivell d'alarma de alt i baix nivell i sensors de nivell de diferencial de pressió, els quals actuen sobre una vàlvula.

Sensor de nivell	Nom ítems		
	The Chemical Freon Company, Sabadell	Data	26/05/2015
Identificació			
Llaços en que s'utilitza			
Descripció		Alarma de nivell alt i baix radar	
característiques funcionals			
Element de mesura		AISI 316 L revestido de PTFE	
Alimentació		24 V	
Senyal de sortida		8 - 16 mA (digital)	
Variable mesurada		Freqüència de vibració	
Rang			
Sensibilitat		±0,1%	
Calibrat		Sí	Representació
Característiques de fabricació			

Element sensor	Vidre piezoelèctric
Temperatura màxima (°C)	150
Pressió màxima (bar)	100
Material	AISI 316 L
Dimensions	Detallades en figura
connexió a procés	Roscada o bridada
Detalls del proveïdor	
Proveïdor	Emersont Rosemourt
Model	Rosemourt 2120 level switch
Certificat	ATEX
Enllaç especificacions completes	www2.emersonprocess.com/



Sensor de pressió	Nom ítems	
	The Chemical Freon Company, Sabadell	Data
		16/05/2015
Identificació		
Llaços en que s'utilitza		
Descripció	Transmissor de nivell	
Característiques funcionals		
Element de mesura	-	
Alimentació	10-42 V	
Senyal de sortida	4 -20 mA	
Variable mesurada	Caiguda de pressió en un equip	
Rang	fins 16 bar	
Sensibilitat	0,075%	
Calibrat	Si	Representació
Característiques de fabricació		
Element sensor	-	
Temperatura màxima (°C)	205	
Pressió màxima (bar)	40	
Dimensions	-	
connexió a procés	Brida	
Detalls del proveïdor		
Proveïdor	Emersont Rosemourt	
Model	Rosemout 2051	
Certificat	ATEX	
Enllaç especificacions completes	www2.emersonprocess.com	

3.7.5. Llistat d'instrumentació

En aquest apartat es recull tota la instrumentació utilitzada en cada àrea. En la llista, s'inclouen transmissors, indicadors, alarmes, transductors... Tota la instrumentació acoblada a una línia teflonada o a equips on hi hagi risc de corrosió en cas d'entrar-hi aigua també anirà teflonada.

Taula III – 11. Recull de tots els elements d'instrumentació per cada àrea de la planta.

Àrea 100	Àrea 200	Àrea 300	Àrea 400	Àrea 500
TI-P-101-01	PI-T-202-01	PI-E-303-01	PT-T-401-01	LI-T-501
PI-P-101-01	PI-T-202-02	PI-E-303-02	IP-T-401-01	PI-T-501
PI-P-112-01	FT-E-202	TT-E-302-01	PIC-T-401-01	TT-T-501
PI-P-111-01	IP-E-202	IP-E-302-01	LCH-EV-401-01	PT-T-501
LAL-T-101-01	FIC-E-202	TIC-E-303-01	TT-EV-401-01	Àrea 700
LAL-T-102-01	FT-T-201-01	LT-T-302-01	LT-EV-401-01	CI-S-701
LAL-T-103-01	IP-T-201-01	SC-A-302-01	PT-EV-401-01	
LAL-T-104-01	FIC-T-201-01	PT-A-301-01	IP-EV-401-01	
LAL-T-105-01	PT-T-201-01	IP-A-301-01	LIC-EV-401-01	
LAL-T-106-01	PR-T-201-01	PIC-A-301-01	IP-EV-401-02	
LAH-T-101-01	IP-T-201-02	TT-A-302-01	PIC-EV-401-01	
LAH-T-102-01	PIC-T-201-01	TRC-A-302-01	PI-EV-401-01	
LAH-T-103-01	PI-R-201-01	FIC-A-302-01	TI-E-401-01	
LAH-T-104-01	TI-R-201-01	IP-A-302-01	TI-E-402-01	
LAH-T-105-01	PT-R-201-01	LSH-A-302-01	TI-E-403-01	
LAH-T-106-01	PR-R-201-01	LT-T-301-01	TT-E-404-01	
LT-T-101-01	IP-R-201-01	PT-T-301-01	IP-E-404-01	
LT-T-102-01	PIC-R-201-01		TIC-E-404-01	
LT-T-103-01	LSHH-R-201-01		LAH-T-403-01	
LT-T-104-01	LT-R-201-01		LAL-T-403-01	
LT-T-105-01	LR-R-201-01		PT-E-404-01	
LT-T-106-01	IP-R-201-02		IP-E-404-01	
TT-T-101-01	LIC-R-201-01		PIC-E-404-01	
TT-T-102-01	TT-R-201-01		PT-R-401-01	
TT-T-103-01	TT-R-201-02		PT-R-401-02	
TT-T-104-01	TR-R-201-01		PR-R-401-01	
TT-T-105-01	TR-R-201-02		PR-R-401-02	
TT-T-106-01	IP-R-201-03		PT-R-402-01	
TIC-T-101-01	TIC-R-201-01		PT-R-402-02	
TIC-T-102-01	IP-R-201-04		PT-R-402-01	
TIC-T-103-01	TIC-R-201-02		PT-R-402-02	
TIC-T-104-01	LT-T-CN-203-01		TT-R-401-01	
TIC-T-105-01	IP-T-CN-203-01		IP-R-401-01	
TIC-T-106-01	LIC-T-CN-203-01		TIC-R-401-01	
IP-T-101	PI-R-202-01		TT-R-402-01	
IP-T-102	PI-R-202-02		IP-R-402-01	
IP-T-103	PI-R-202-03		TIC-R-402-01	
IP-T-104	TT-R-202-01		TT-CN-403-01	

IP-T-105	IP-R-202-01	IP-CN-403-01
IP-T-106	TIC-R-202-01	TIC-CN-403-01
PI-P-102-01	LT-R-202-01	LT-T-CN-403-01
LAL-T-111-01	IP-R-202-02	TI-E-405-01
LAL-T-112-01	LIC-R-202-01	TI-E-406-01
LAL-T-113-01	PT-R-202-01	TT-E-407-01
LAL-T-114-01	IP-R-202-03	IP-E-407-01
LAL-T-115-01	PIC-R-202-01	TIC-E-407-01
LAL-T-116-01	FT-R-202-01	LAH-T-402-01
LAH-T-111-01	IP-R-202-04	LAL-T-402-01
LAH-T-112-01	FIC-R-202-01	LAH-C-401-01
LAH-T-113-01	PT-T-202-01	LAH-C-402-01
LAH-T-114-01	IP-T-202-01	PT-C-401-01
LAH-T-115-01	PIC-T-202-01	PT-C-402-01
LAH-T-116-01	PT-C-201-01	IP-C-401-01
LT-T-111-01	IP-C-201-01	PIC-C-401-01
LT-T-112-01	PIC-C-201-01	IP-C-402-01
LT-T-113-01	LT-CN-201-01	PIC-C-402-01
LT-T-114-01	IP-CN-201-01	LT-T-CN-401-01
LT-T-115-01	LIC-CN-201-01	IP-T-CN-401-01
LT-T-116-01	LAH-C-201-01	LIC-T-CN-401-01
	LI-RB-201-01	LT-T-CN-402-01
	LAL-RB-201-01	IP-T-CN-402-01
	PT-RB-201-01	LIC-T-CN-402-01
	TI-RB-201-01	LI-RB-401-01
	LT-RB-201-01	LAL-RB-401-01
	TT-RB-201-01	PT-RB-401-01
	IP-RB-201-01	LT-RB-401-01
	TRC-RB-201-01	TT-RB-401-01
	PI-RB-201-01	TI-RB-401-01
	PI-RB-200-01	TIC-RB-401-01
	PI-RB-200-02	IP-RB-401-01
	LI-RB-202-01	LI-RB-402-01
	LAL-RB-202-01	LAL-RB-402-01
	PT-RB-202-01	PT-RB-402-01
	TI-RB-202-01	LT-RB-402-01
	LT-RB-202-01	TT-RB-402-01
	TT-RB-202-01	TI-RB-402-01
	IP-RB-202-01	IP-RB-402-01
	TRC-RB-202-01	TIC-RB-402-01
	PI-RB-202-01	PI-RB-401-01
		PI-RB-402-01