

Grau en Enginyeria Química

Treball Final de Grau



# DISSENY D'UNA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE MONOETILENGLICOL

Febrer 2021

Marina Martínez Moreno  
Albert Muñoz Palenciano  
Clàudia Prieto Ribera  
Albert Ramos Verdugo  
Rafael Rodríguez Jorge

Tutora: María Eugenia Suárez Ojeda



Grau en Enginyeria Química

Treball Final de Grau



# DISSENY D'UNA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE MONOETILENGLICOL

Capítol 3.

Control i instrumentació

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Escola d'Enginyeria



<b>3. Control i Instrumentació</b> .....	<b>2</b>
<b>3.1. Conceptes</b> .....	<b>2</b>
<b>3.2. Simbologia i Nomenclatura</b> .....	<b>4</b>
3.2.1. Etiquetes identificadores.....	4
3.2.2. Simbologia dels diagrames.....	6
<b>3.3. Llistat dels llaços de control i alarmes</b> .....	<b>7</b>
<b>3.4. Descripció dels llaços de control</b> .....	<b>16</b>
3.4.1. Control de cabal .....	16
3.4.2. Control del tancs d'emmagatzemament.....	18
3.4.2.1. Llaç de control de temperatura (TF)0-10 .....	18
3.4.2.2. Llaç de control de nivell (LF)5-10.....	20
3.4.3. Control dels bescanviadors de calor. Llaç (TF)1-10 .....	22
3.4.4. Control del reactor .....	25
3.4.4.1. Llaç de control de pressió (PF) 2-10 .....	25
3.4.4.2. Llaç de control de temperatura (TF) 2-20.....	27
3.4.5. Control de les columnes de deshidratació .....	30
3.4.5.1. Llaç de control de pressió (PF) 3-10 .....	30
3.4.5.2. Llaç de control de temperatura (TF) 3-20.....	32
3.4.5.3. Llaç de control de nivell (LF) 3-30.....	35
3.4.6. Control de les columnes de separació.....	39
3.4.6.1. Llaç de control de pressió (PF) 4-10 .....	39
3.4.6.2. Llaç de control de temperatura (TF) 4-20.....	41
3.4.6.3. Llaç de control de nivell (LF) 4-30.....	43
<b>3.5. Instrumentació</b> .....	<b>46</b>
3.5.1. Sensors de nivell.....	46
3.5.2. Sensors de temperatura .....	47
3.5.3. Sensors de cabal .....	47
3.5.4. Sensors de pressió.....	47
3.5.5. Fulls d'especificacions .....	49
<b>3.6. Arquitectura del sistema de control</b> .....	<b>53</b>
3.6.1. Implementació física .....	53
3.6.2. Recompte de senyals i dimensionament.....	55
3.6.3. Configuració de les targetes d'adquisició de dades .....	66
<b>3.7. Referències bibliogràfiques</b> .....	<b>73</b>

## 3. CONTROL I INSTRUMENTACIÓ

Els sistemes de control són una part molt important a qualsevol empresa química, ja que ajuden a mantenir els paràmetres de procés de forma automàtica i són capaços de fer saltar alarmes en cas que algun es desvii. El disseny dels llaços de control i alarmes és clau per garantir la seguretat a la planta, així com la qualitat del producte final, assegurant que cap pertorbació provoca un accident o desviació al procés. Fent això també s'incrementa la productivitat i el rendiment general, ja que s'asseguraran les condicions òptimes de reacció i de separació per obtenir la major conversió i puresa possibles.

En aquest capítol es presenten els diagrames, taules i instrumentació que defineixen els llaços de control dissenyats per la producció en continu de monoetilenglicol.

### 3.1. CONCEPTES

Un llaç de control permet actuar sobre uns certs elements finals per assegurar el compliment d'uns paràmetres o condicions. Per a fer-ho, és necessari definir les següents variables:

- **Consigna o *Set-Point*:** valor desitjat que es vol constant per la variable controlada.
- **Variable controlada:** aquella variable del procés que es desitja constant en un cert valor.
- **Variable manipulada:** aquella variable del procés que el llaç és capaç de modificar per tal d'apropar la variable controlada al seu valor desitjat de consigna.
- **Pertorbació:** variable externa que altera la variable controlada.
- **Error o *offset*:** diferència entre el valor de consigna i el de la variable controlada.

Per mesurar, controlar i manipular aquestes variables cal fer ús de la instrumentació. L'element mesurador és un dispositiu capaç de llegir la variable mesurada per tal d'enviar-la i comparar-la amb la consigna i obtenir l'error. Aquest error és llegit pel controlador, que a través dels seus paràmetres P, I i D de la seva funció de transferència és capaç de transformar aquesta informació en un senyal de sortida, que mana actuar a l'element final. La manipulació d'aquest element final és la responsable del canvi de la variable controlada.

A nivell de senyals, però, cal parlar de dos instruments més: el transmissor, que rep el senyal del mesurador i el transforma en senyal elèctric, normalment d'entre 4 i 20 mA en proporció de la lectura, i el transductor I/P que es troba entre el controlador i l'actuador i converteix el senyal elèctric rebut del controlador en potència per tal que l'element final pugui actuar.

Per exemple, la **Figura 3.1** mostra l'actuació d'un llaç de control de nivell davant una consigna estipulada. En aquest cas, la variable controlada és el nivell del tanc on està instal·lat el sistema i es vol que aquest es mantingui constant a 1m, que és el set-point. Per a fer-ho, hi haurà un mesurador de nivell que més endavant es compararà amb la consigna marcada.

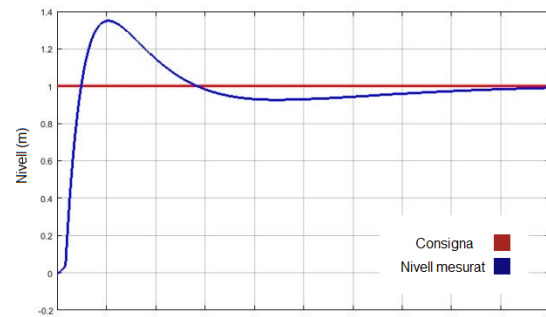


Figura 3. 1 Exemple d'actuació d'un llaç de control de nivell

La comparació entre nivell mesurat i consigna és el càlcul de l'error que s'envia al controlador com a senyal elèctric. Les funcions de transferència del controlador transformen aquest valor i el converteixen en un senyal de sortida que s'envia a l'element actuador final, en aquest cas es tracta d'una vàlvula. Aquesta obeeix el senyal i s'obre o tanca en proporció a la diferència de nivell mesurat per tal d'augmentar-lo o disminuir-lo cap al set-point. Pot ser, però, que l'apertura de la vàlvula no hagi sigut l'adequada al primer moment i el nivell del tanc hagi crescut massa. En aquest cas, com el sistema de control treballa de manera continua, l'element mesurador llegirà el nou valor de nivell i el controlador reaccionarà tancant la vàlvula en proporció, fent oscil·lar el nivell fins que s'assoleix el valor desitjat, on l'error serà 0.

Aquest exemple és un control tipus *feedback*. La majoria dels llaços de control de la planta Glicat segueixen el seu mateix esquema, tot i que no és l'únic tipus de llaç de control que es pot trobar a un procés químic:

- Control anticipatiu o *feedforward*: mesura la pertorbació per corregir-ne el seu efecte abans que afecti el sistema.
- Control de retroalimentació o *feedback*: mesura la variable controlada i la compara amb la consigna per actuar de manera correctiva sobre l'error.
- Control en cascada: consta de dos llaços de control. Un llaç principal que marca la consigna del sistema i un llaç secundari que llegeix la sortida del primer com la seva pròpia consigna i n'actua en un *loop* o llaç interior.
- Control Split-range: fa ús d'un únic controlador que envia el senyal a dos o més elements finals.
- Control ratio: mesura una variable controlada i una variable *wild* o salvatge sobre la que no actua el llaç de control, en calcula la proporció i modifica la variable controlada per corregir-ne la relació entre les dues.
- Override: uneix dos llaços, amb dos controladors i un interruptor que determina quin dels dos funciona en cada moment.

## 3.2. SIMBOLOGIA I NOMENCLATURA

### 3.2.1. ETIQUETES IDENTIFICADORES

Cada llaç de control està identificat amb un codi que informa del seu tipus, l'àrea on està situat i la variable que controla.

La primera lletra correspon a la inicial (en anglès) de la variable controlada, mentre que la resta especifiquen les capacitats o detalls del controlador i l'instrument. El seu identificador numèric consta de tres o més nombres. La primera xifra indica la zona en la que es troba el llaç, seguida d'un guió i el número de llaç (desenes) i de instrument de control (unitats). Així doncs, l'etiqueta PFC 2-12 correspondrà a un controlador (C) de pressió (P) tipus feedback (F), situat a la zona A-200, serà el primer llaç d'aquesta àrea i el segon instrument d'aquest llaç.

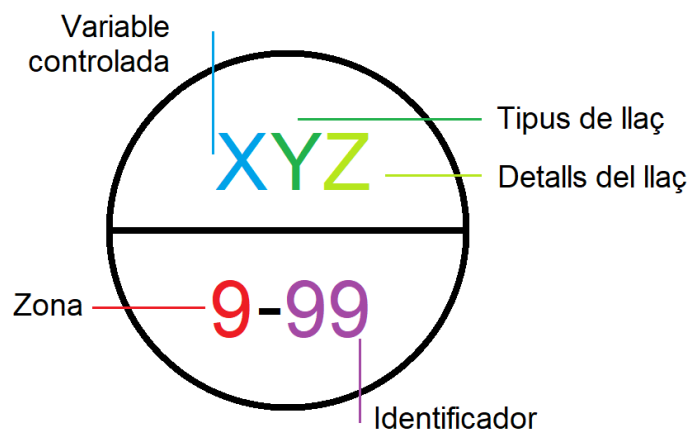



Figura 3. 2 Esquema de les etiquetes identificadores de control

Per identificar els llaços de manera independent a la seva instrumentació s'ha suprimit l'última lletra, corresponent als aparells, així com la darrera xifra, que queda substituïda per un 0. Per tant, si hom es volgués referir al tercer llaç de control de temperatura retroalimentat de l'àrea A-000 faria servir les sigles TF 0-10 o (TF)0-10 per evitar confusions amb instruments.

A la **Taula 3.1** es pot observar el significat de les diferents lletres identificadores dels llaços de control segons la posició en la que es troben.









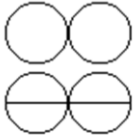

Taula 3.1 Nomenclatura dels llaços de control

	SIGNIFICAT DE LA NOMENCLATURA DELS LLAÇOS DE CONTROL SEGONS LA POSICIÓ		
	Posició primària	Posició secundària	
	Variable controlada	Tipus de llaç	Lectura
A	Anàlisi	Anticipatiu	Alarma
C		Cascada	Controlador
E	Voltatge		Sensor primari
F	Cabal	Feedback	
H			Alt
I	Corrent		Indicador
J	Potència		
L	Nivell		Baix
O		Override	
P	Pressió		Pressió
R		Ratio	Registrador
S	Velocitat	Split-range	Interruptor
T	Temperatura		Transmissor
V	Vibració		Vàlvula
Z	Posició		Actuador

3.2.2. SIMBOLOGIA DELS DIAGRAMES



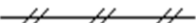







Per llegir de manera correcta els diagrames de control, cal tenir en compte el que significa cadascun dels seus símbols, ja que representen la localització física de l'instrument i l'accessibilitat a la seva lectura.

Taula 3.2 Simbologia de la instrumentació del sistema

Símbol instrument	Descripció	Símbol control	Descripció
	Muntat localment		<b>Accessible a l'operador</b> - visualització (i control) compartits - accés a la xarxa de comunicacions - interfase de l'operador a la xarxa de comunicacions
	Darrere de la consola – no accessible		
	En el tauler		<b>Interfase auxiliar</b> - muntat en el panell - estació manual
	En tauler auxiliar		
	Instruments per dues variables mesurades o més d'una funció		<b>No accessible normalment a l'operador</b> - controlador - visualització compartida instal·lada en camp - càlcul, condicionament de senyal en control compartit

A més, com el tipus de senyals varia segons els instruments, les línies que els relacionen podran prendre diferents formes (**Taula 3.3**). En general, tal i com es veurà a l'apartat 3.4, els senyals que s'envien són elèctrics, a excepció dels mecànics quan l'instrument està connectat de forma directa al procés i dels pneumàtics que controlen les vàlvules i elements actuadors.

Taula 3.3 Simbologia de les línies d'instrumentació

Tipus de línia	Descripció	Tipus de línia	Descripció
	Connexió a procés		Senyal sonora o electromagnètica guiada
	Senyal pneumàtic		Senyal sonora o electromagnètica no-guiada
	Senyal elèctric		Connexió a SW o dades
	Senyal elèctric (alternatiu)		Connexió mecànica
	Tub capil·lar		Senyal hidràulic

### 3.3. LLISTAT DELS LLAÇOS DE CONTROL I ALARMES

Taula 3. 4 Llistat dels llaços de control de la planta (pàgina 1 de 3)

		LLISTAT DELS LLAÇOS DE CONTROL (1/3)						
Zona	Equip	Llaç	Tipus de llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
<b>A-000</b>	T-001	(TF)0-10	Feedback	Temperatura	Cabal serpentí	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	10°C
	T-002	(TF)0-20	Feedback	Temperatura	Cabal serpentí	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	10°C
	T-003	(TF)0-30	Feedback	Temperatura	Cabal serpentí	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	10°C
	T-004	(TF)0-40	Feedback	Temperatura	Cabal serpentí	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	10°C
	T-101	(FR)0-50	Ratio	Proporció A : OE	Cabal màssic aigua	Proline Promass F300	Vàlvula A-002	8.18 : 1
<b>A-100</b>	E-101	(TF)1-10	Feedback	Temperatura	Cabal carcassa	ITHERM TM131	Vàlvula carcassa	200 °C
<b>A-200</b>	R-201	(PF)2-10	Feedback	Pressió	Cabal entrada	Cerabar S PMP75	Vàlvula M-103	30 atm
		(TF)2-20	Feedback	Temperatura	Cabal camisa	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	235 °C
	E-201	(TF)2-30	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	88 °C
<b>A-300</b>	D-301	(PF)3-10	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula A-301	1 atm
		(TF)3-20	Feedback	Temperatura	Cabal camisa	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	215 °C


Taula 3. 5 Llistat dels llaços de control de la planta (pàgina 2 de 3)

		LLISTAT DELS LLAÇOS DE CONTROL (2/3)						
Zona	Equip	Llaç	Tipus de llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
<b>A-300</b>	D-301	(LF)3-30	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-301	5.0 m
	E-301	(TF)3-40	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	88 °C
	D-302	(PF)3-50	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula A-302	1 atm
		(TF)3-60	Feedback	Temperatura	Cabal camisa	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	200 °C
		(LF)3-70	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-302	5.2 m
	E-302	(TF)3-80	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	88 °C
	D-303	(PF)3-90	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula A-303	1 atm
		(TF)3-100	Feedback	Temperatura	Cabal camisa	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	200 °C
		(LF)3-110	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-303	5.4 m
	E-303	(TF)3-120	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	85 °C
	D-304	(PF)3-130	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula A-304	1 atm
		(TF)3-140	Feedback	Temperatura	Cabal camisa	ITHERM TM131	Vàlvula camisa	110°C
		(LF)3-150	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-304	5.7 m


Taula 3. 6 Llistat dels llaços de control de la planta (pàgina 3 de 3)

		LLISTAT DELS LLAÇOS DE CONTROL (3/3)						
Zona	Equip	Llaç	Tipus de llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
A-300	E-304	(TF)3-160	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	70 °C
A-400	C-401	(PF)4-10	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula A-401	1 atm
		(TF)4-20	Feedback	Temperatura	Cabal camisa reboiler	ITHERM TM131	Vàlvula Q-401	200 °C
		(LF)4-30	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-401	13.5 m
	C-402	(PF)4-40	Feedback	Pressió	Cabal sortida caps	Cerabar S PMP75	Vàlvula ME-401	0.8 atm
		(TF)4-50	Feedback	Temperatura	Cabal camisa reboiler	ITHERM TM131	Vàlvula Q-402	270 °C
		(LF)4-60	Feedback	Nivell	Cabal sortida cues	Vegaplug 66	Vàlvula P-402	12.4 m
A-500	T-501	(LF)5-10	Feedback	Nivell	Cabal sortida	Vegaplug 66	Vàlvula V-501	4.8 m
	E-502	(TF)5-20	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	25 °C
A-600	E-601	(TF)6-10	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	25 °C
	E-602	(TF)6-20	Feedback	Temperatura	Cabal tubs	ITHERM TM131	Vàlvula tubs	25 °C


Taula 3. 7 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 1 de 6)

		LLISTAT D'ALARMES (1/6)			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
A-000	T-001	Nivell tanc	(LH)0-10	Vegaplug 66	8.3 m
		Temperatura interior	(TH)0-20	ITHERM TM131	20 °C
			(TL)0-30	ITHERM TM131	5 °C
			(TH)0-40	ITHERM TM131	20 °C
		Pressió interior	(PH)0-50	Cerabar S PMP75	5.5 atm
			(PL)0-60	Cerabar S PMP75	3 atm
	T-002	Nivell tanc	(LH)0-70	Vegaplug 66	8.3 m
		Temperatura interior	(TH)0-80	ITHERM TM131	20 °C
			(TL)0-90	ITHERM TM131	5 °C
			(TH)0-100	ITHERM TM131	20 °C
		Pressió interior	(PH)0-110	Cerabar S PMP75	5.5 atm
			(PL)0-120	Cerabar S PMP75	3 atm
	T-003	Nivell tanc	(LH)0-130	Vegaplug 66	8.3 m
		Temperatura interior	(TH)0-140	ITHERM TM131	20 °C
			(TL)0-150	ITHERM TM131	5 °C
			(TH)0-160	ITHERM TM131	20 °C
		Pressió interior	(PH)0-170	Cerabar S PMP75	5.5 atm
			(PL)0-180	Cerabar S PMP75	3 atm
	T-004	Nivell tanc	(LH)0-190	Vegaplug 66	8.3 m
		Temperatura interior	(TH)0-200	ITHERM TM131	20 °C
			(TL)0-210	ITHERM TM131	5 °C

Taula 3. 8 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 2 de 6)


		LLISTAT D'ALARMES (2/6)			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
A-000	T-004	Temperatura serpentí	(TH)0-220	ITHERM TM131	20 °C
		Pressió interior	(PH)0-230	Cerabar S PMP75	5.5 atm
			(PL)0-240	Cerabar S PMP75	3 atm
	T-005	Nivell tanc	(LH)0-250	Vegaplug 66	13.8 m
	T-006	Nivell tanc	(LH)0-260	Vegaplug 66	13.8 m
A-100	T-101	Nivell mixer	(LH)1-10	Vegaplug 66	90% V
		Temperatura interior	(TH)1-20	ITHERM TM131	20 °C
			(TL)1-30	ITHERM TM131	10 °C
			Pressió interior	(PH)1-40	Cerabar S PMP75
		(PL)1-50		Cerabar S PMP75	3 atm
	E-101	Temperatura interior	(TH)1-60	ITHERM TM131	250 °C
			(TL)1-70	ITHERM TM131	180 °C
A-200	R-201	Pressió interior	(PH)2-10	Cerabar S PMP75	35 atm
			(PL)2-20	Cerabar S PMP75	25 atm
		Temperatura interior	(TH)2-30	ITHERM TM131	270 °C
			(TL)2-40	ITHERM TM131	200 °C
		Nivell reactor	(LH)2-50	Vegaplug 66	90% V
	E-201	Temperatura	(TH)2-60	ITHERM TM131	100 °C
			(TL)2-70	ITHERM TM131	50 °C

Taula 3. 9 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 3 de 6)


		<b>LLISTAT D'ALARMES (3/6)</b>			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
A-300	D-301	Pressió caps	(PH)3-10	Cerabar S PMP75	2 atm
			(PL)3-20	Cerabar S PMP75	0.8 atm
		Temperatura cues	(TH)3-30	ITHERM TM131	250 °C
			(TL)3-40	ITHERM TM131	180 °C
		Nivell columna	(LH)3-50	Vegaplug 66	60% V
	E-301	Temperatura	(TH)3-60	ITHERM TM131	100 °C
			(TL)3-70	ITHERM TM131	50 °C
	D-302	Pressió caps	(PH)3-80	Cerabar S PMP75	2 atm
			(PL)3-90	Cerabar S PMP75	0.8 atm
		Temperatura cues	(TH)3-100	ITHERM TM131	230 °C
			(TL)3-110	ITHERM TM131	180 °C
		Nivell columna	(LH)3-120	Vegaplug 66	60% V
	E-302	Temperatura	(TH)3-130	ITHERM TM131	100 °C
			(TL)2-140	ITHERM TM131	50 °C
	D-303	Pressió caps	(PH)3-150	Cerabar S PMP75	2 atm
			(PL)3-160	Cerabar S PMP75	0.8 atm
		Temperatura cues	(TH)3-170	ITHERM TM131	180 °C
			(TL)3-180	ITHERM TM131	140 °C
		Nivell columna	(LH)3-190	Vegaplug 66	60% V
	E-303	Temperatura	(TH)3-200	ITHERM TM131	100 °C
			(TL)3-210	ITHERM TM131	50 °C




Taula 3. 10 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 4 de 6)

		<b>LLISTAT D'ALARMES (4/6)</b>			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
<b>A-300</b>	D-304	Pressió caps	(PH)3-220	Cerabar S PMP75	2 atm
			(PL)3-230	Cerabar S PMP75	0.8 atm
		Temperatura cues	(TH)3-240	ITHERM TM131	130 °C
			(TL)3-250	ITHERM TM131	90 °C
	Nivell columna	(LH)3-260	Vegaplug 66	60% V	
	E-303	Temperatura	(TH)3-270	ITHERM TM131	100°C
			(TL)3-280	ITHERM TM131	50°C
<b>A-400</b>	C-401	Pressió caps	(PH)4-10	Cerabar S PMP75	2 atm
			(PL)4-20	Cerabar S PMP75	0.8 atm
		Temperatura cues	(TH)4-30	ITHERM TM131	220 °C
			(TL)4-40	ITHERM TM131	180 °C
		Nivell columna	(LH)4-50	Vegaplug 66	
	C-402	Pressió caps	(PH)4-60	Cerabar S PMP75	1.5 atm
			(PL)4-70	Cerabar S PMP75	0.6 atm
		Temperatura cues	(TH)4-80	ITHERM TM131	290 °C
			(TL)4-90	ITHERM TM131	250 °C
		Nivell columna	(LH)4-100	Vegaplug 66	
<b>A-500</b>	T-501	Nivell tanc	(LH)5-10	Vegaplug 66	90% V
	E-502	Temperatura	(TH)5-20	ITHERM TM131	35 °C
<b>A-600</b>	E-601	Temperatura	(TH)6-10	ITHERM TM131	35°C
			(TL)6-20	ITHERM TM131	10°C

Taula 3. 11 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 5 de 6)

		<b>LLISTAT D'ALARMES (5/6)</b>			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
A-600	E-602	Temperatura	(TH)6-30	ITHERM TM131	35°C
			(TL)6-40	ITHERM TM131	10°C
	T-601	Nivell	(LH)6-50	Vegaplug 66	90% V
			Temperatura	(TH)6-60	ITHERM TM131
		(TL)6-70		ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-80	Cerabar S PMP75	1.5 atm
	T-602	Nivell	(LH)6-90	Vegaplug 66	90% V
			Temperatura	(TH)6-100	ITHERM TM131
		(TL)6-110		ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-120	Cerabar S PMP75	1.5 atm
	T-603	Nivell	(LH)6-130	Vegaplug 66	90% V
			Temperatura	(TH)6-140	ITHERM TM131
		(TL)6-150		ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-160	Cerabar S PMP75	1.5 atm
	T-604	Nivell	(LH)6-170	Vegaplug 66	90% V
			Temperatura	(TH)6-180	ITHERM TM131
		(TL)6-190		ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-200	Cerabar S PMP75	1.5 atm
	T-605	Nivell	(LH)6-210	Vegaplug 66	90% V
			Temperatura	(TH)6-220	ITHERM TM131
(TL)6-230		ITHERM TM131		10°C	
Pressió		(PH)6-240	Cerabar S PMP75	1.5 atm	

Taula 3. 12 Llistat de les alarmes de procés de la planta (pàgina 6 de 6)

		<b>LLISTAT D'ALARMES (6/6)</b>			
Zona	Equip	Variable mesurada	Llaç	Element primari	Límit
<b>A-600</b>	T-606	Nivell	(LH)6-250	Vegaplug 66	90% V
		Temperatura	(TH)6-260	ITHERM TM131	35°C
			(TL)6-270	ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-280	Cerabar S PMP75	1.5 atm
	T-607	Nivell	(LH)6-290	Vegaplug 66	90% V
		Temperatura	(TH)6-300	ITHERM TM131	35°C
			(TL)6-310	ITHERM TM131	10°C
		Pressió	(PH)6-320	Cerabar S PMP75	1.5 atm

### 3.4. DESCRIPCIÓ DELS LLAÇOS DE CONTROL

#### 3.4.1. CONTROL DE CABAL

La reacció que es duu a terme en aquest procés està en presència d'un excés d'aigua 20:1 molar respecte l'òxid d'etilè. L'objectiu del llaç (FR)0-50 és controlar aquesta proporció i assegurar que més endavant l'entrada al reactor té aquesta composició.

Per aconseguir-ho es fa servir un llaç tipus *ratio* o proporcional, on un cabalímetre màssic llegeix la quantitat d'òxid d'etilè que arriba al T-101 i l'identifica com a *wild stream*, ja que és de només lectura i no és un cabal controlat. Per altra banda, un altre cabalímetre mesura la massa d'aigua que hi entra, el llaç de control calcula la proporció A : OE i la compara amb la proporció consigna, que és una relació 8,18 : 1,00 kg. Aquesta comparació, en forma d'error, és la que provoca que el controlador mani actuar a l'actuador o element final, en aquest cas, la vàlvula del cabal d'aigua. Aquesta vàlvula de regulació s'obrirà més o menys per regular només la quantitat d'aigua d'entrada, és a dir, el cabal controlat A-002 per aconseguir la relació A : OE desitjada sense manipular el cabal OE-002.

Taula 3. 13 Característiques del llaç (FR)0-50

Característiques del llaç (FR)0-50	
<b>Mètode</b>	Ratio
<b>Variable controlada</b>	Relació A:OE
<b>Variable mesurada</b>	Cabals entrada a MIX-101: OE-002 , A-002
<b>Variable manipulada</b>	Cabal aigua A-002
<b>Consigna</b>	8,18 :1 màssic (20:1 molar)



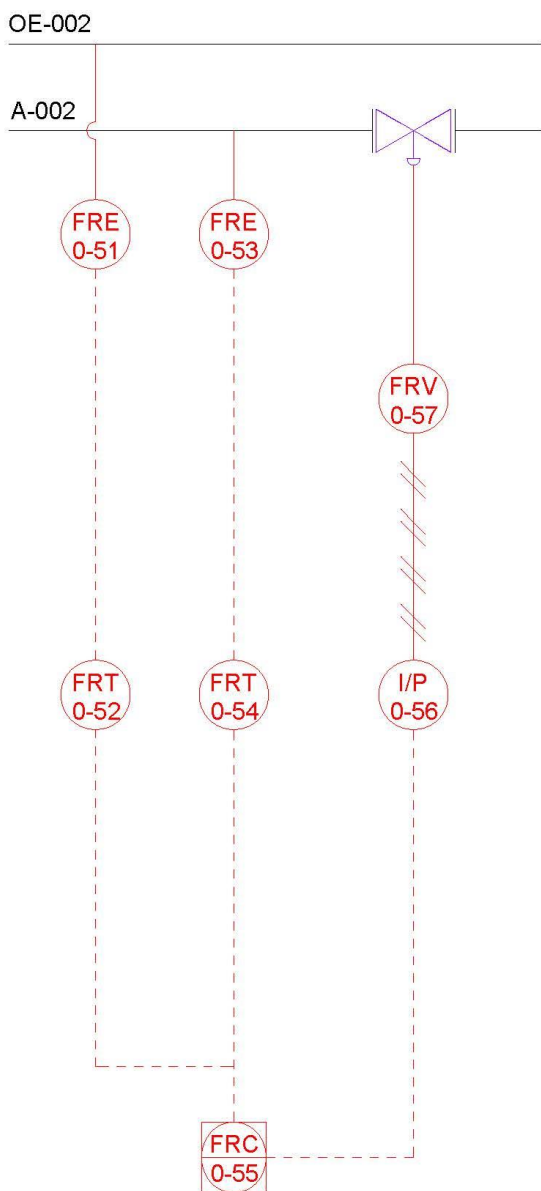
		Full 1 de 1		ESPECIFICACIONS DEL LLAÇ DE CONTROL	
		Llaç	(FR)0-50	Data	20/01/2021
		Àrea	A - 000	Revisat	04/02/2021
		Planta	Glicat		
		Localitat	La Canonja		
Anàlegs		ELEMENTS DEL LLAÇ			
-		FRE 0-51	Cabalímetre màssic	FRC 0-55	Controlador
		FRE 0-53	Cabalímetre màssic	I/P 0-56	Transductor I/P
		FRT 0-52	Transmissor de cabal	FRV 0-57	Vàlvula actuadora
		FRT 0-54	Transmissor de cabal		
CAMP	Procés				
	Unitat de control				
CONDUCCIÓ panell-control					
PANELL	Interior				
	Frontal				

Figura 3. 3 Diagrama del llaç de control (FR)0-50

### 3.4.2. CONTROL DEL TANC D'EMMAGATZEMAMENT

#### 3.4.2.1. LLAÇ DE CONTROL DE TEMPERATURA (TF)0-10

Aquest llaç està implementat amb l'objectiu de controlar la temperatura dels tancs d'emmagatzematge d'òxid d'etilè (T-001, T-002, T-003 i T-004).

És de tipus feedback amb una consigna que permet al reactiu estar a una temperatura segura en estat líquid a pressió. És important controlar la temperatura a la que es troba l'òxid d'etilè per no provocar cap reacció *runaway* i assegurar que tampoc polimeritzi degut a les baixes temperatures.

És per aquests motius també que s'instal·len diverses alarmes amb instrumentació independent. A cada tanc d'emmagatzematge hi haurà una alarma que avisarà en cas que el serpentí refrigerant pugui de temperatura (THA 0-42), ja que voldria dir que aquest està absorbint més energia de la dissenyada i, per tant, que el contingut del tanc està reaccionant de forma exotèrmica. A més i per qüestions normatives de seguretat (veure apartat 5.4), en cada equip es podran trobar dues alarmes de pressió alta, de pressió baixa, de temperatura alta i de temperatura baixa en zones diferents del tanc. Finalment, una alarma de nivell avisarà en cas que aquest sigui massa alt i el tanc corri el risc de desbordar-se.

Taula 3. 14 Característiques del llaç (TF)0-10

Característiques del llaç (TF)0-10			
<b>Mètode</b>	Feedback		
<b>Variable controlada</b>	Temperatura		
<b>Variable manipulada</b>	Cabal serpentí		
<b>Consigna</b>	10 °C		
<b>Llaços anàlegs</b>	(TF)0-20 , (TF)0-30 , (TF)0-40		
<b>Alarmes</b>	(TF)0-10	(TH)0-20, (TL)0-30, (TH)0-40	
	(TF)0-20	(TH)0-80, (TL)0-90, (TH)0-100	
	(TF)0-30	(TH)0-140, (TL)0-150, (TH)0-16	
	(TF)0-40	(TH)0-200, (TL)0-210, (TH)0-220	
<b>Altres alarmes de l'equip:</b> (LH)0-10, 0-70, 0-13, 0-19 (PH)0-50, 0-110, 0-170, 0-230 (PL)0-60, 0-120, 0-180, 240			

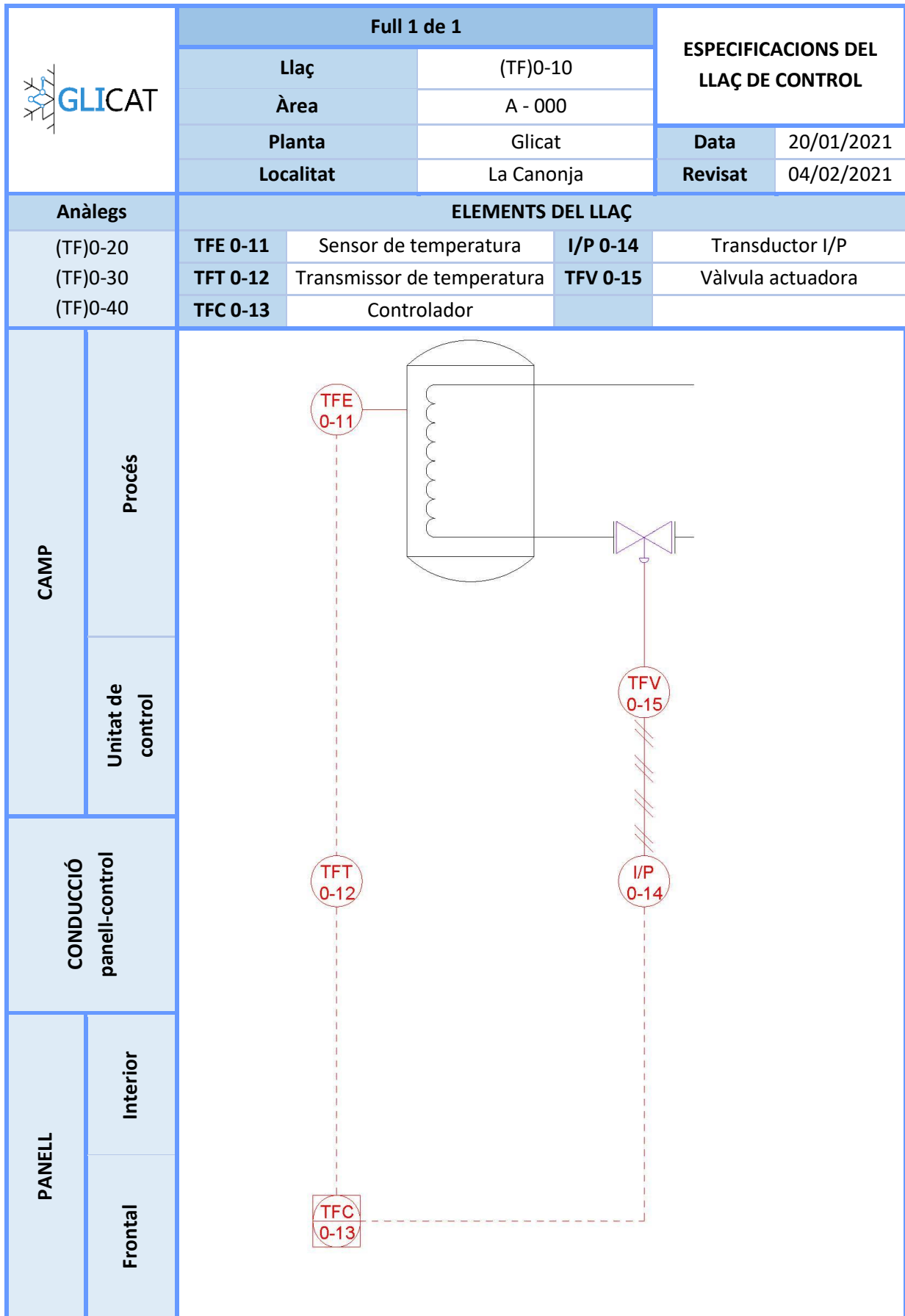


Figura 3. 4 Diagrama del llaç de control (TF)0-10

3.4.2.2. LLAÇ DE CONTROL DE NIVELL (LF)5-10

El llaç (LF)5-10 té com a objectiu controlar el nivell del tanc T-501 manipulant el cabal d'aigua de sortida d'aquest, que més endavant es dividirà en un corrent de purga i de recirculació al procés.

Es tracta d'un control tipus feedback que mesura el nivell en metres i actua sobre la vàlvula reguladora del cabal A-506. A més del llaç de control, també s'hi instal·la una alarma per si el sistema de control fallés.

Taula 3. 15 Característiques del llaç (LF)5-10

<b>Característiques del llaç (LF)5-10</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal sortida
<b>Consigna</b>	4.8 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)5-10



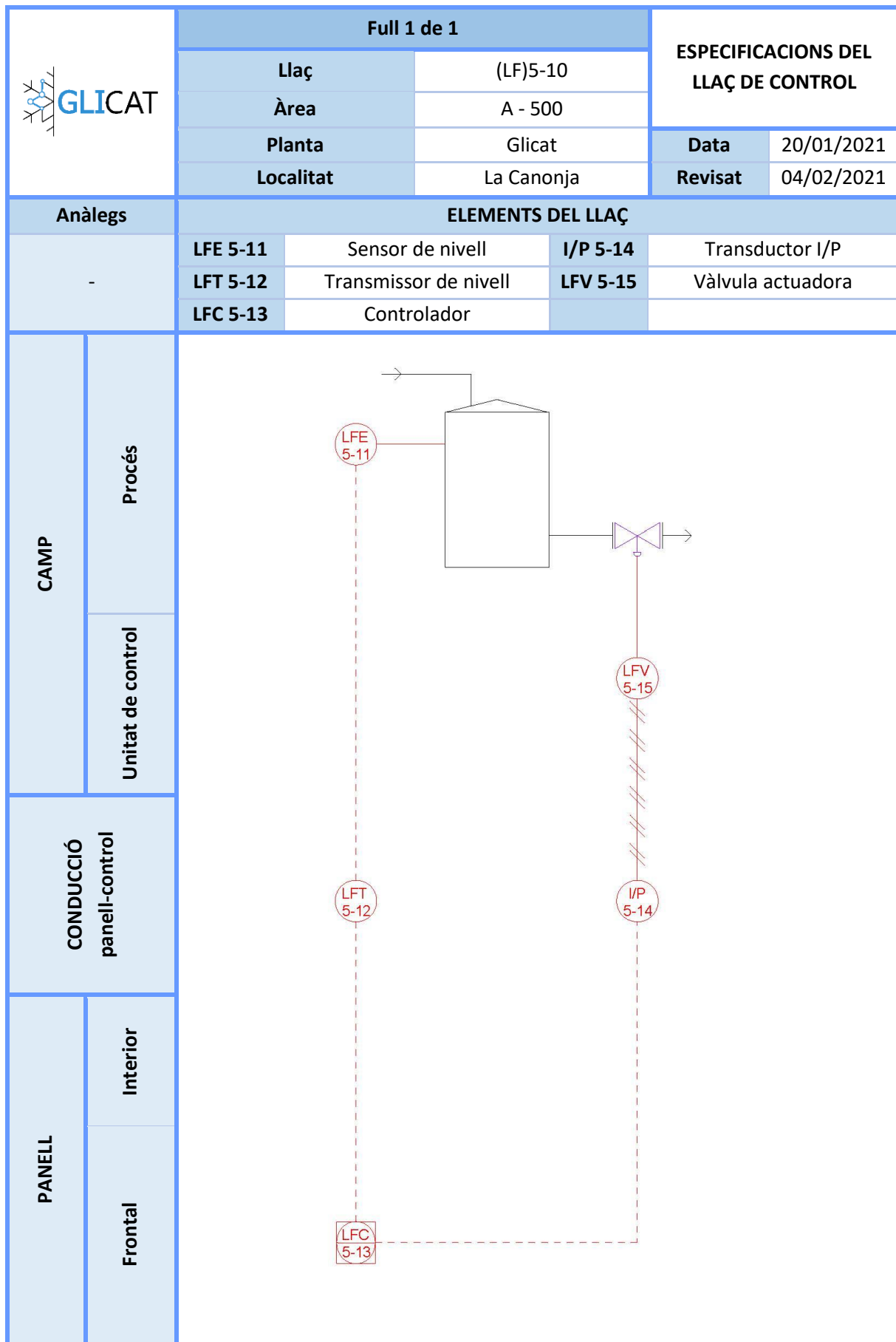


Figura 3. 5 Diagrama del llaç de control (LF)5-10

## 3.4.3. CONTROL DELS BESCOANVIADORS DE CALOR. LLAÇ (TF)1-10

Els bescanviadors de calor del procés estan controlats per llaços feedback de temperatura que actuen sobre la quantitat de cabal del fluid bescanviador, mesurant sempre la temperatura de sortida del cabal de procés. La consigna dependrà de l'equip concret i es pot veure a les **Taules 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 i 3.20**.

Adicionalment al llaç de control, cada bescanviador està dotat de les alarmes corresponents per monitoritzar si la temperatura final assolida és massa alta o massa baixa en cas que el llaç fallés.

Taula 3. 16 Característiques del llaç (TF)1-10

Característiques del llaç (TF)1-10	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal líquid bescanviador
<b>Consigna</b>	200 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)1-60 , (TL)1-70

Taula 3. 17 Característiques del llaç (TF)2-30

Característiques del llaç (TF)2-30	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal líquid bescanviador
<b>Consigna</b>	88 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	(TF)3-40 , (TF)3-80
<b>Alarmes</b>	(TH)2-60 , (TL)2-70 (Anàlogues: (TH)3-60, (TL)3-70, (TH)3-3130, (TL)3-3140)

Taula 3. 18 Característiques del llaç (TF)3-120

<b>Característiques del llaç (TF)3-120</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal líquid bescanviador
<b>Consigna</b>	85 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-200 , (TL)3-210

Taula 3. 19 Característiques del llaç (TF)3-160

<b>Característiques del llaç (TF)3-160</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal líquid bescanviador
<b>Consigna</b>	70 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-270 , (TL)3-280

Taula 3. 20 Característiques del llaç (TF)5-20

<b>Característiques del llaç (TF)5-20</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal líquid bescanviador
<b>Consigna</b>	25 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	(TF)6-10 , (TF)6-20
<b>Alarmes</b>	(TH)5-20 (Anàlogues: (TH)6-10, (TL)6-20, (TH)6-30, (TL)6-40)


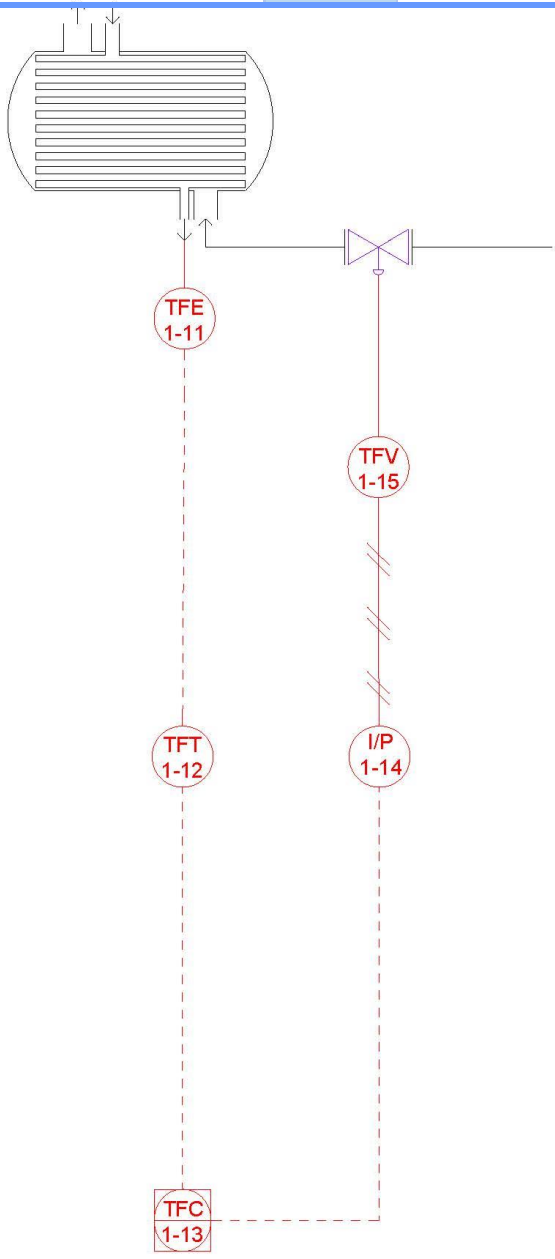
	<b>Full 1 de 1</b>			<b>ESPECIFICACIONS DEL LLAÇ DE CONTROL</b>		
	<b>Llaç</b>	(TF)1-10				
	<b>Àrea</b>	A-100,200,300,500,600				
	<b>Planta</b>	Glicat		<b>Data</b>	20/01/2021	
	<b>Localitat</b>	La Canonja		<b>Revisat</b>	04/02/2021	
<b>Anàlegs</b>		<b>ELEMENTS DEL LLAÇ</b>				
(TF)2-30 , (TF)3-40 (TF)3-80 , (TF)3-120 (TF)3-160 , (TF)5-20 (TF)6-10 , (TF)6-20		<b>TFE 1-11</b>	Sensor de temperatura	<b>I/P 1-14</b>	Transductor I/P	
		<b>TFT 1-12</b>	Transmissor de temperatura	<b>TFV 1-15</b>	Vàlvula actuadora	
		<b>TFC 1-13</b>	Controlador			
<b>CAMP</b>		<b>Procés</b>				
		<b>Unitat de control</b>				
<b>CONDUCCIÓ panell-control</b>						
<b>PANEL</b>		<b>Interior</b>				
		<b>Frontal</b>				
						

Figura 3. 6 Diagrama del llaç de control (TF)1-10

### 3.4.4. CONTROL DEL REACTOR

#### 3.4.4.1. LLAÇ DE CONTROL DE PRESSIÓ (PF) 2-10

El reactor és l'equip central del procés, en ell es troben totes les substàncies involucrades. Per tal que la reacció es dugui a terme, aquest RCTA ha d'estar en les condicions de pressió i temperatura estipulades.

Pel que fa a la pressió, aquesta ha d'estar al voltant de les 30atm. Per això s'instal·la un llaç tipus feedback, que corregeix les pertorbacions i manté l'interior del reactor a la consigna marcada. L'element mesurador estarà situat a prop de la sortida de gasos superior del tanc agitat per tal de poder llegir la variable correctament. D'aquesta manera es mesurarà la pressió ambient del reactor. A més, a l'igual que a la resta d'equips, s'instal·len alarmes paral·leles al sistema de control per tal de monitoritzar el seu funcionament i assegurar la seguretat del reactor i el seguiment de la reacció.

Taula 3. 21 Característiques del llaç (PF)2-10

<b>Característiques del llaç (PF)2-10</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Pressió
<b>Variable manipulada</b>	Cabal d'entrada al reactor M-103
<b>Consigna</b>	30 atm
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(PH)2-10 , (PL)2-20

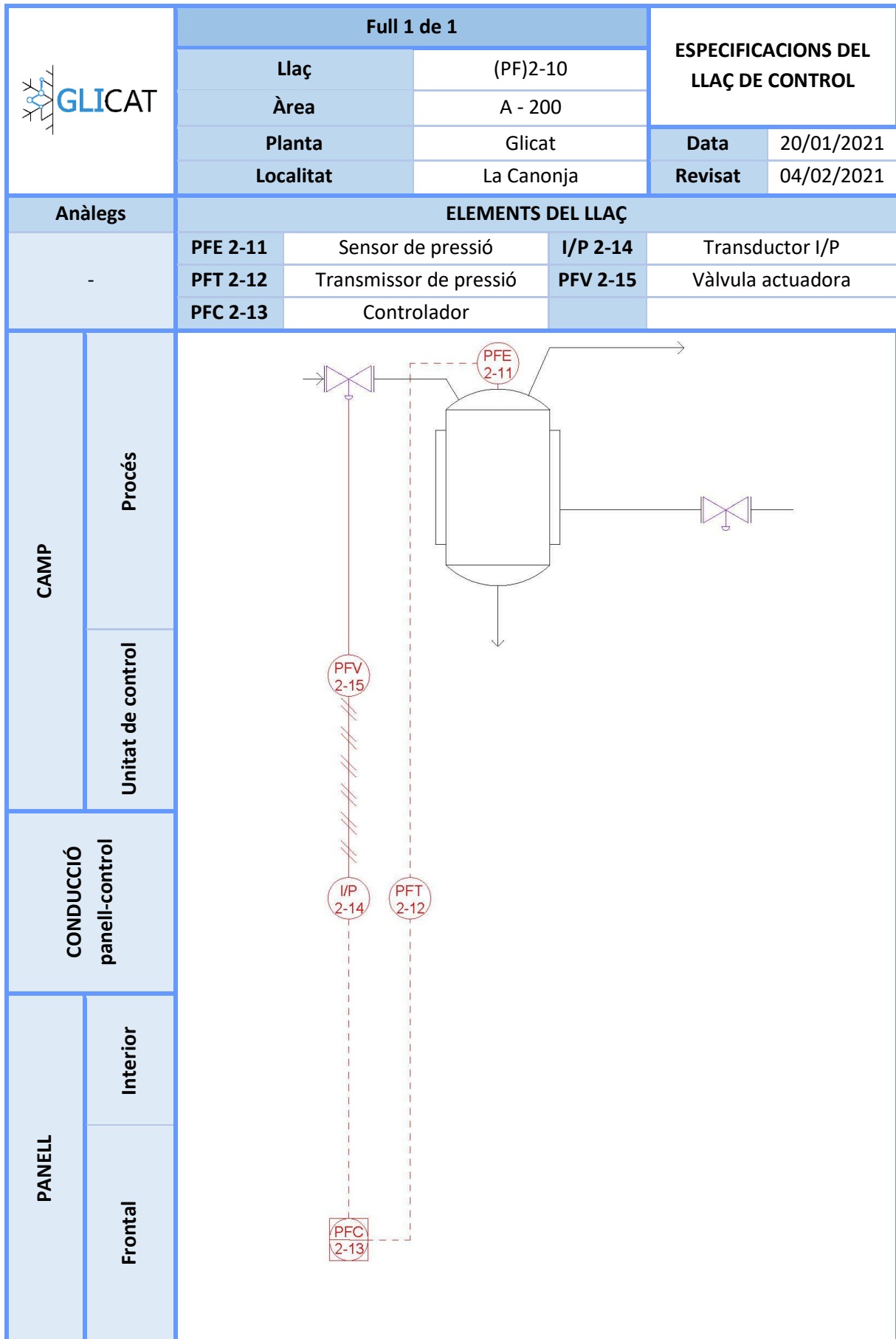


Figura 3. 7 Diagrama del llaç de control (PF)2-10

#### 3.4.4.2. LLAÇ DE CONTROL DE TEMPERATURA (TF) 2-20

Pel que fa a la temperatura de l'interior del reactor, aquesta ha de superar els 200 °C. Per això s'instal·la un llaç tipus feedback, que corregeix les pertorbacions i manté l'interior del reactor a la consigna marcada. L'element mesurador estarà situat a prop de la sortida del tanc agitat per tal de poder llegir la variable correctament.

A més, s'instal·len alarmes paral·leles al sistema de control per tal de monitoritzar el seu funcionament i assegurar la seguretat del reactor i el seguiment de la reacció.

Taula 3. 22 Característiques del llaç (TF)2-20

<b>Característiques del llaç (TF)2-20</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal camisa del reactor
<b>Consigna</b>	235 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)2-30 , (TL)2-40

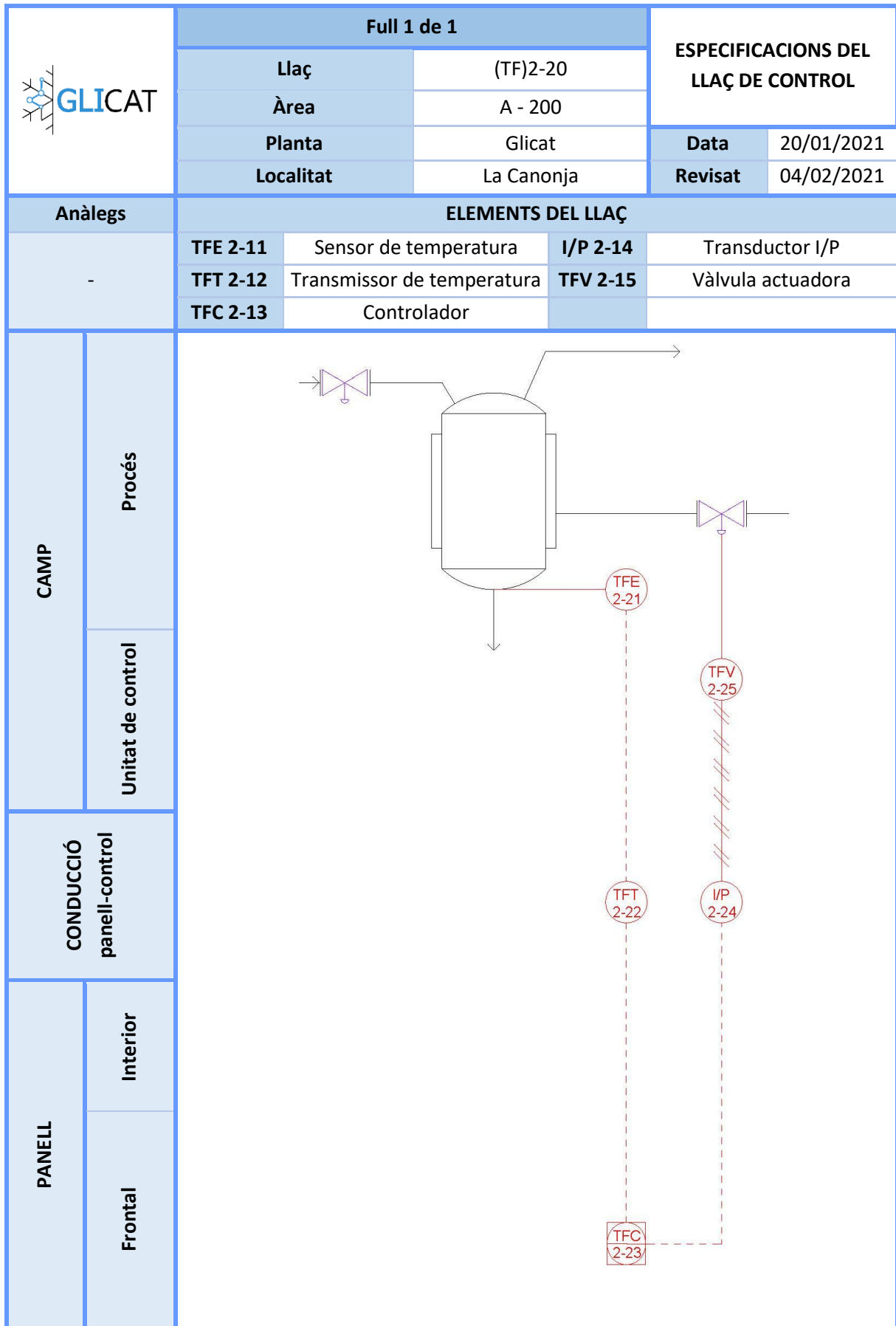


Figura 3. 8 Diagrama del llaç de control (TF)2-20



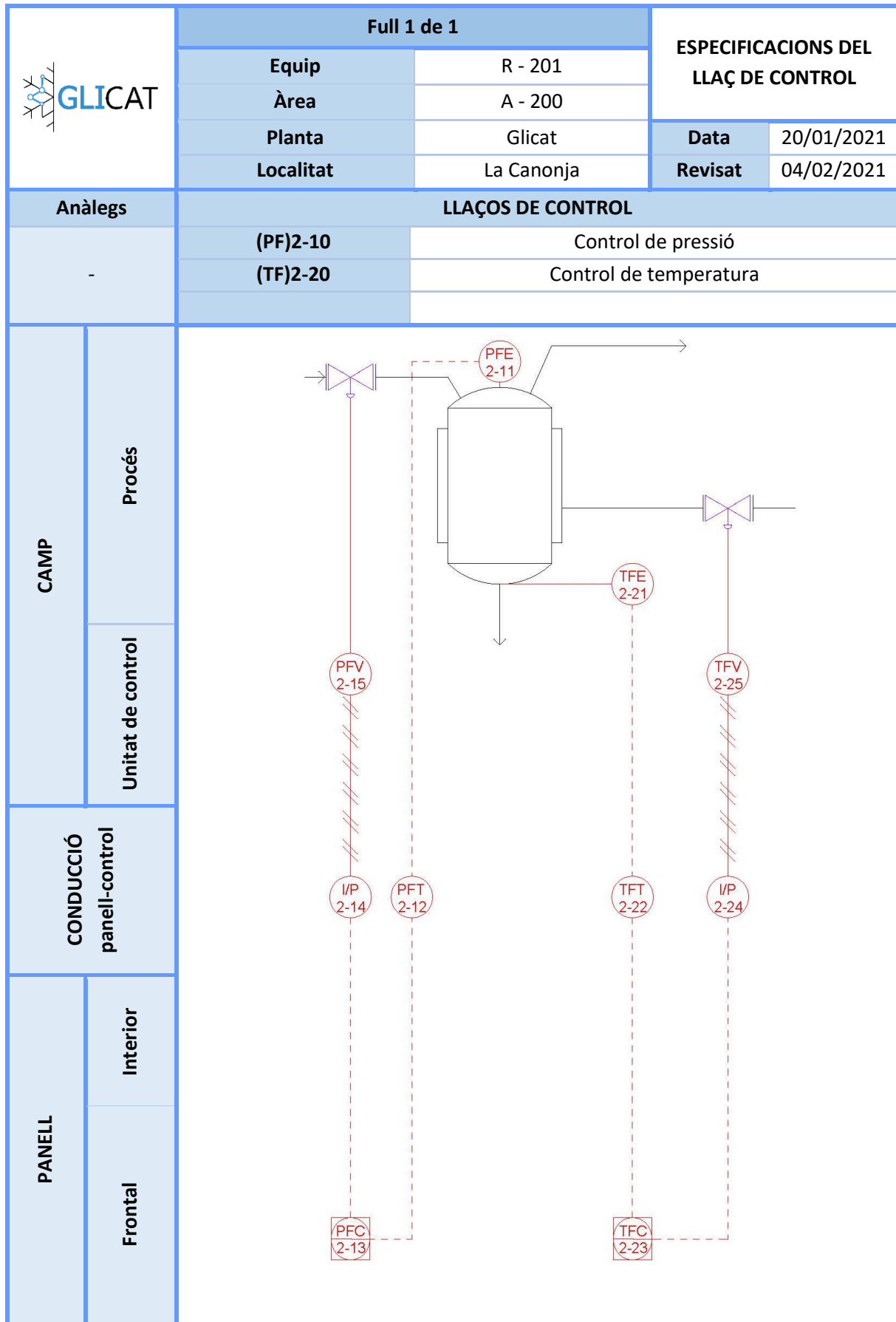


Figura 3. 9 Diagrama dels llaços de control del reactor R-201

### 3.4.5. CONTROL DE LES COLUMNES DE DESHIDRATACIÓ

#### 3.4.5.1. LLAÇ DE CONTROL DE PRESSIÓ (PF) 3-10

La pressió d'una columna flash és un dels paràmetres clau per assegurar una bona separació. És per això que s'instal·la un llaç de control tipus feedback a cadascuna de les columnes de deshidratació que mesura la pressió a caps i la controla actuant sobre la vàlvula de vapor per tal de manipular-ne la sortida de gasos.

Amb un bon control de la pressió i la temperatura, es poden aconseguir millors pureses de cabals i, per tant, de producte. A més, és important que el vapor d'aigua que s'extrau tingui la menor quantitat de glicols i d'òxid d'etilè possible, ja que aquest cabal es recircula cap a l'inici del procés, on tant la seguretat com l'absència de residu és molt important. Fent això també es controla que l'aigua que es purga compleixi els límits d'abocament i no sigui perjudicial pel medi ambient.

Taula 3. 23 Característiques del llaç (PF)3-10

<b>Característiques del llaç (PF)3-10</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Pressió
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per caps A-301
<b>Consigna</b>	1 atm
<b>Llaços anàlegs</b>	(PF)3-50 , (PF)3-90 , (PF)3-130
<b>Alarmes</b>	(PH)3-10 , (PL)3-20 (Anàlogues: (PH)3-80,(PL)3-90, (PH)3-150,(PL)-160, (PH)3-220,(PL)3-230)

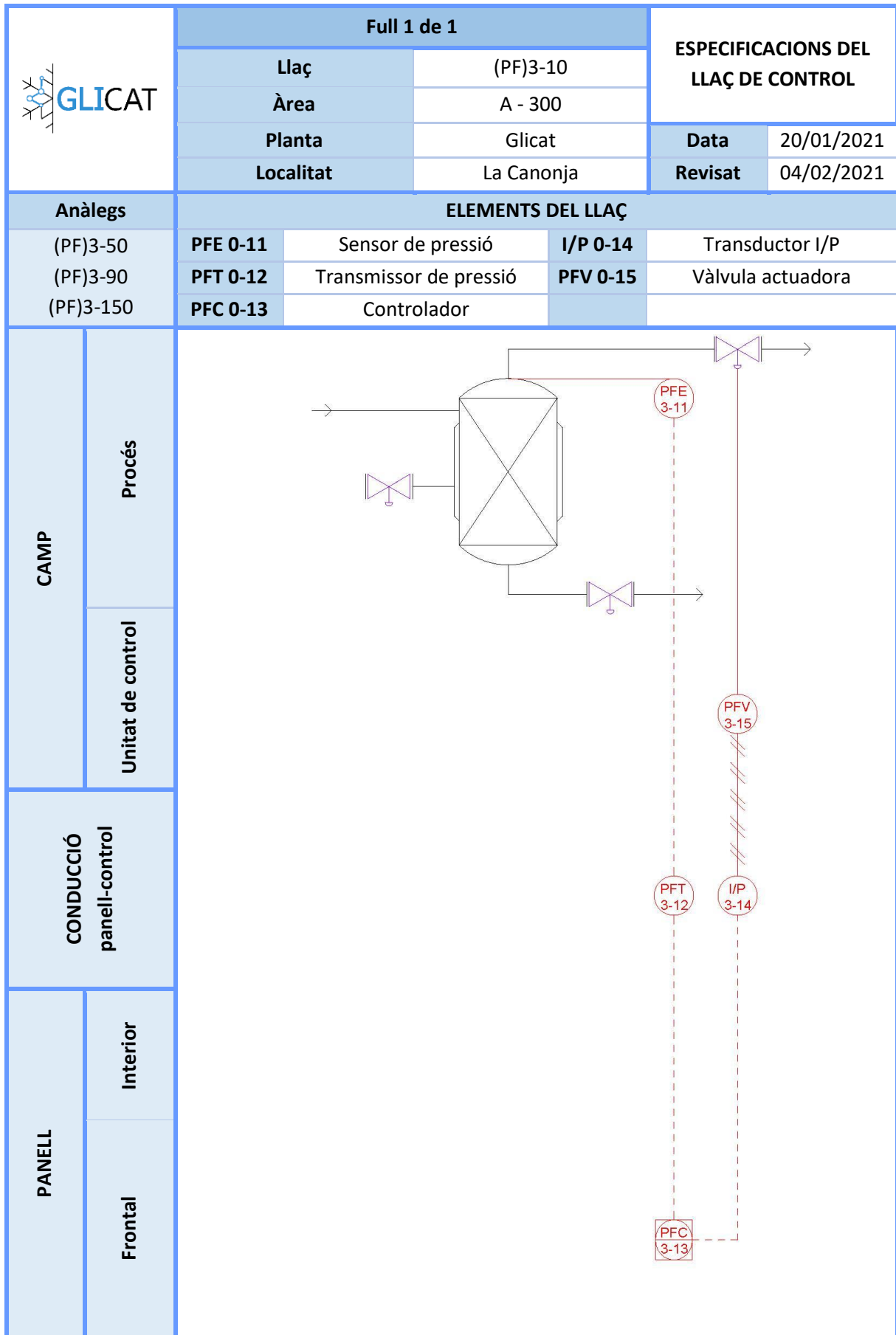


Figura 3. 10 Diagrama del llaç de control (PF)3-10

## 3.4.5.2. LLAÇ DE CONTROL DE TEMPERATURA (TF) 3-20

Un altre dels paràmetres clau per assegurar una bona separació de les columnes flash és la temperatura. És per això que s'instal·la un llaç de control tipus feedback a cadascuna de les columnes de deshidratació que mesura la temperatura a cues i la controla actuant sobre la vàlvula del fluid bescanviador de la columna per tal de manipular-ne el cabal i apropar la temperatura de sortida de producte a la consigna.

Amb un bon control de la pressió i la temperatura, es poden aconseguir millors pureses de cabals i, per tant, de producte. Així doncs, és important extraure la major quantitat d'aigua possible del corrent de monoetilenglicol, no només per assegurar la qualitat, sinó per poder recircular l'aigua cap a l'inici del procés i aprofitar-la al màxim possible. Fent això, es millora l'economia i la petjada ecològica de la planta.

Taula 3. 24 Característiques del llaç (TF)3-20

<b>Característiques del llaç (TF)3-20</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal fluid camisa
<b>Consigna</b>	215 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-30 , (TL)3-40

Taula 3. 25 Característiques del llaç (TF)3-60

<b>Característiques del llaç (TF)3-60</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal fluid camisa
<b>Consigna</b>	200 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-80 , (TL)3-90

Taula 3. 26 Característiques del llaç (TF)3-100

<b>Característiques del llaç (TF)3-100</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal fluid camisa
<b>Consigna</b>	160 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-150 , (TL)3-160

Taula 3. 27 Característiques del llaç (TF)3-140

<b>Característiques del llaç (TF)3-140</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal fluid camisa
<b>Consigna</b>	110 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)3-220 , (TL)3-230

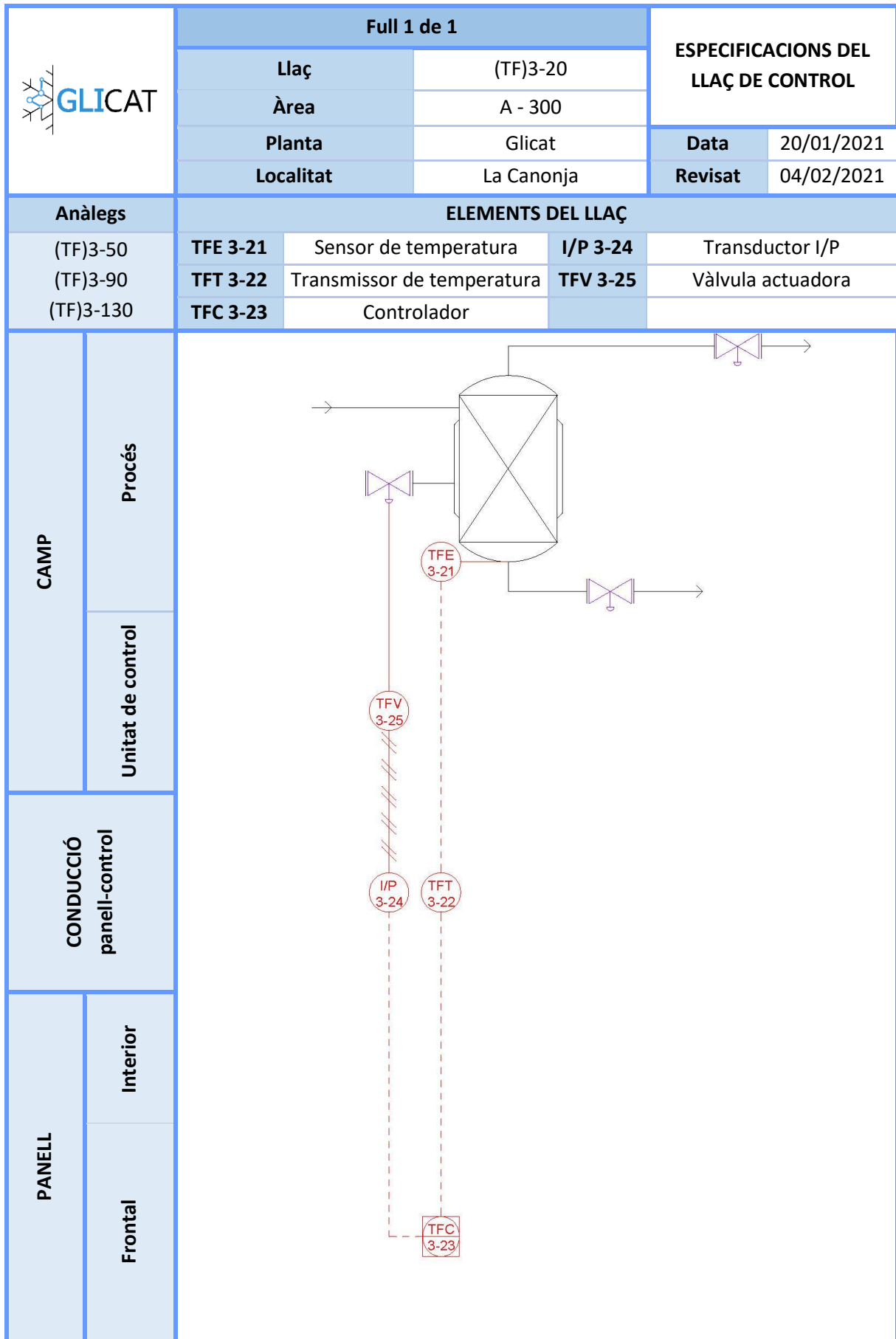


Figura 3. 11 Diagrama del llaç de control (TF)3-20

## 3.4.5.3. LLAÇ DE CONTROL DE NIVELL (LF) 3-30

L'últim aspecte de control de les columnes és el nivell. Proporcionant al llaç feedback d'una consigna, aquest manipularà la vàlvula de sortida de líquid per tal que la columna flash no s'inundi. El procés dissenyat requereix un nivell de líquid aproximat del 50% en volum de l'equip, pel que, com les dimensions de cadascuna de les columnes varien d'una a altra, el set-point, mesurat en metres d'alçada, també serà diferent, tot i que sempre representant la meitat.

Taula 3. 28 Característiques del llaç (LF)3-30

<b>Característiques del llaç (LF)3-30</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per cues P-301
<b>Consigna</b>	5.0 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)3-50

Taula 3. 29 Característiques del llaç (LF)3-70

<b>Característiques del llaç (LF)3-70</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per cues P-302
<b>Consigna</b>	5.2 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)3-120

Taula 3. 30 Característiques del llaç (LF)3-110

<b>Característiques del llaç (LF)3-110</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per cues P-303
<b>Consigna</b>	5.4 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)3-190

Taula 3. 31 Característiques del llaç (LF)3-150

<b>Característiques del llaç (LF)3-150</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per cues P-304
<b>Consigna</b>	5.7 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)3-270



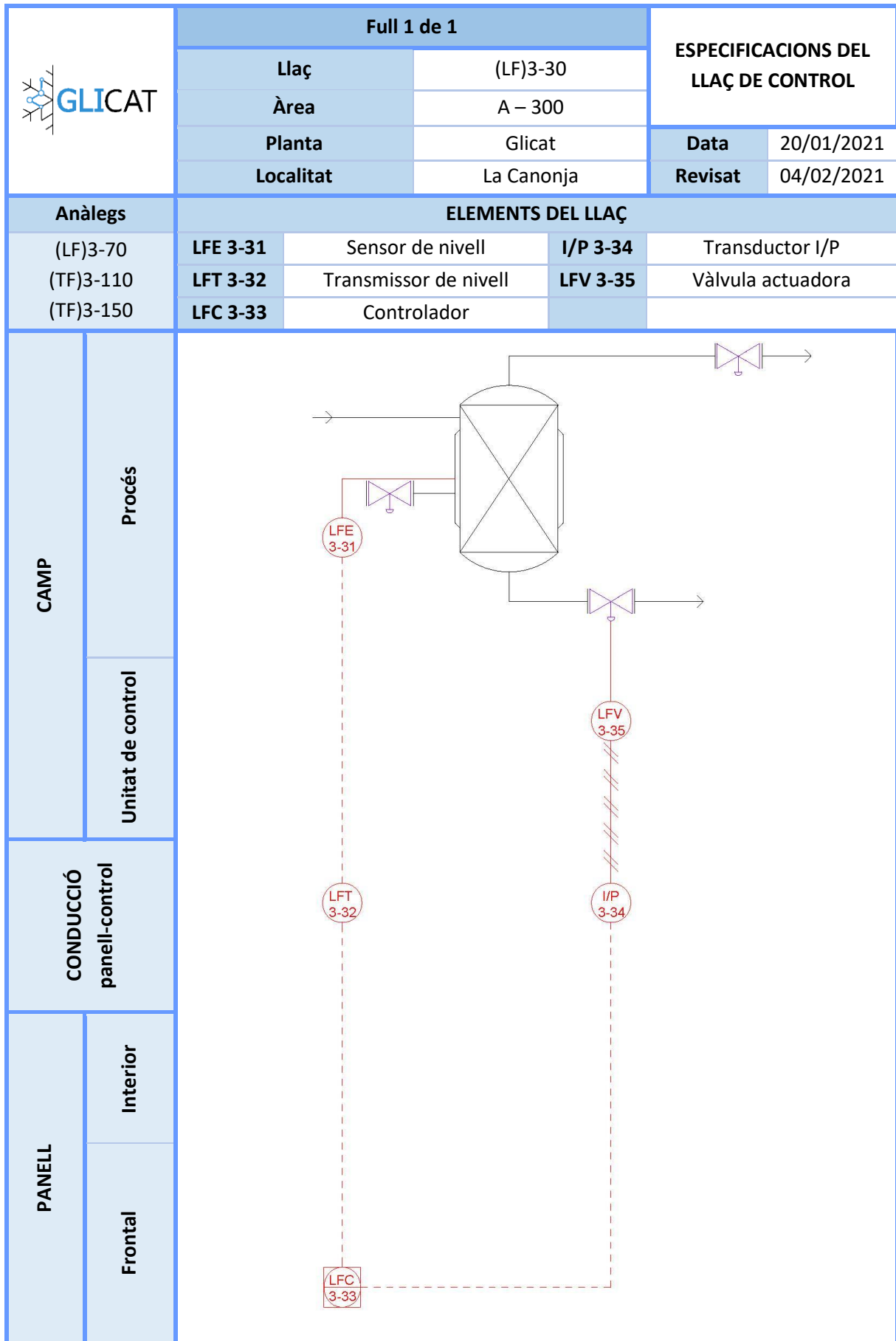


Figura 3. 12 Diagrama del llaç de control (LF)3-30



## 3.4.6. CONTROL DE LES COLUMNES DE SEPARACIÓ

## 3.4.6.1. LLAÇ DE CONTROL DE PRESSIÓ (PF) 4-10

Igual que a les columnes flash, la pressió d'una columna de destil·lació és un dels paràmetres clau per assegurar una bona separació. És per això que s'instal·la un llaç de control tipus feedback a cadascuna d'aquestes per tal de mesurar la pressió a caps i que la controli actuant sobre la vàlvula de vapor per manipulant la sortida de gasos.

La columna C-401 és l'últim pas per acabar d'extreure l'aigua del cabal de producte obtingut. D'igual forma que a l'etapa de procés anterior, aquesta es recircularà al procés, passant primer per un acondicionament per assegurar que les seves condicions són les correctes pel seu emmagatzematge i que compleix els límits d'abocament pel cas de la purga d'aigua.

Taula 3. 32 Característiques del llaç (PF)4-10

<b>Característiques del llaç (PF)4-10</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Pressió
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per caps A-401
<b>Consigna</b>	1 atm
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(PH)4-10 , (PL)4-20

Taula 3. 33 Característiques del llaç (PF)4-40

<b>Característiques del llaç (PF)4-40</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Pressió
<b>Variable manipulada</b>	Cabal de sortida per caps ME-401
<b>Consigna</b>	0.8 atm
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(PH)4-60 , (PL)4-70

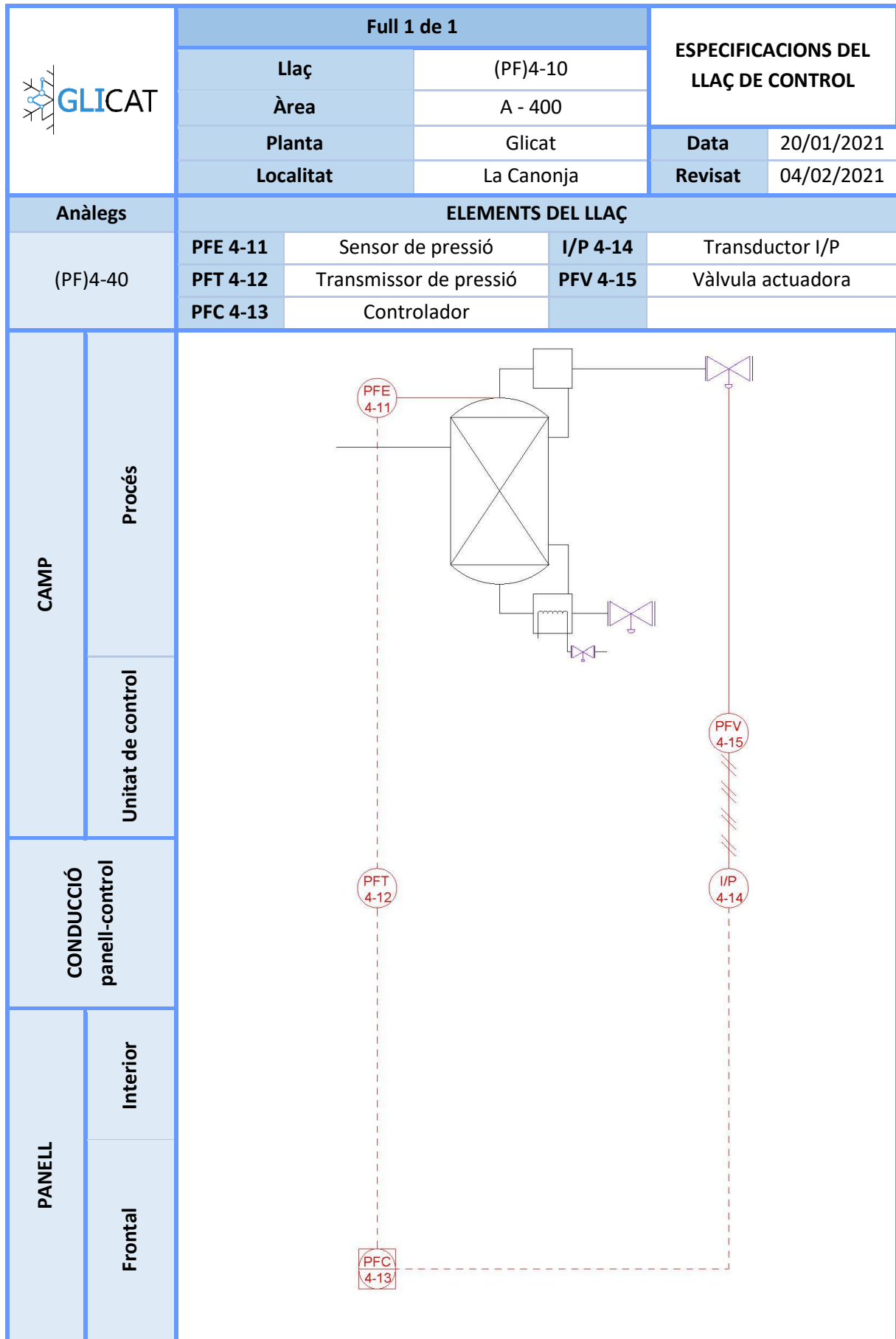


Figura 3. 14 Diagrama del llaç de control (PF)4-10

## 3.4.6.2. LLAÇ DE CONTROL DE TEMPERATURA (TF) 4-20

Adicionalment a la separació de glicols i aigua duta a terme a l'equip D-401, la finalitat de la columna de destil·lació D-402 és separar el monoetilenglicol dels subproductes obtinguts en la reacció. Després de deshidratar el cabal de sortida del reactor, aquest contindrà en la seva majoria MEG, tot i que també transportarà un cert percentatge de dietilenglicol i trietilenglicol. Per això es vol assegurar un bon control de la pressió i la temperatura, que ajudaran a aconseguir millors pureses de producte.

Els llaços de temperatura (TF)4-20 i (TF)4-50 es sumen al control de pressió de les columnes per tal d'aconseguir les millors condicions de separació.

Taula 3. 34 Característiques del llaç (TF)4-20

<b>Característiques del llaç (TF)4-20</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal camisa reboiler
<b>Consigna</b>	200 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)4-30 , (TL)4-40

Taula 3. 35 Característiques del llaç (TF)4-50

<b>Característiques del llaç (TF)4-50</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Temperatura
<b>Variable manipulada</b>	Cabal camisa reboiler
<b>Consigna</b>	270 °C
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(TH)4-80 , (TL)4-90

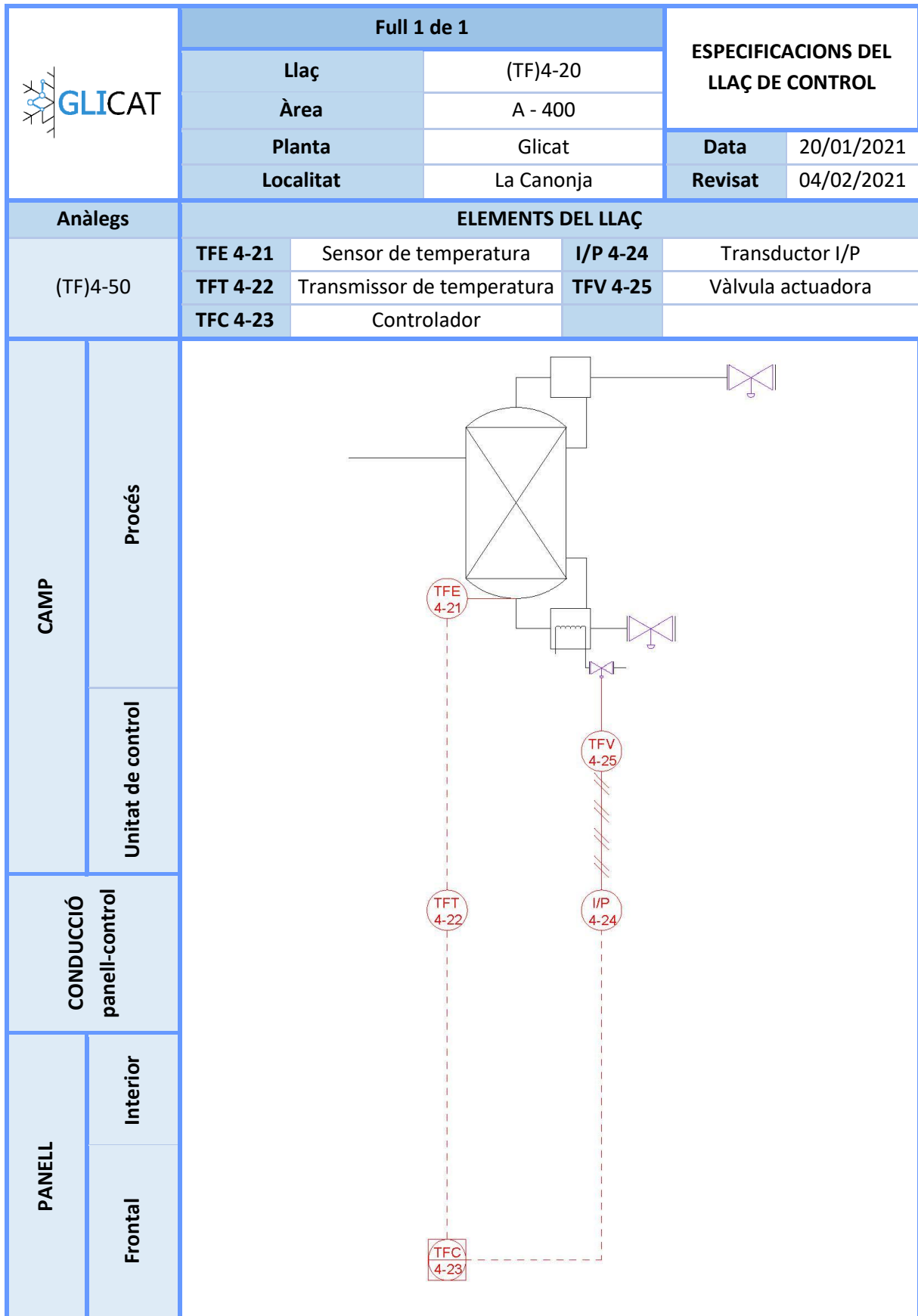


Figura 3. 15 Diagrama del llaç de control (TF)4-20

## 3.4.6.3. LLAÇ DE CONTROL DE NIVELL (LF) 4-30

Finalment i de manera similar a les columnes de deshidratació, un bon control del nivell és important per que la columna no s'inundi.

El llaç instal·lat és retroalimentat, on tant la variable mesurada com la controlada és l'alçada de líquid a l'equip, i manipula el cabal de sortida per cues, actuant sobre la vàlvula que el regula. D'aquesta manera es controla el fluxe que surt del reboiler.

En aquest cas, s'ha de mantenir l'alçada del líquid destil·lat al voltant de la consigna o valor desitjat i en tot moment per sota del plat d'alimentació. Per les dimensions de les columnes dissenyades a la planta, les consignes es poden observar a les **Taules 3.36** i **3.37**.

Taula 3. 36 Característiques del llaç (LF)4-30

<b>Característiques del llaç (LF)4-30</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal sortida cues
<b>Consigna</b>	13.5 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)4-50

Taula 3. 37 Característiques del llaç (LF)4-60

<b>Característiques del llaç (LF)4-60</b>	
<b>Mètode</b>	Feedback
<b>Variable controlada</b>	Nivell
<b>Variable manipulada</b>	Cabal sortida cues
<b>Consigna</b>	12.4 m
<b>Llaços anàlegs</b>	-
<b>Alarmes</b>	(LH)4-50

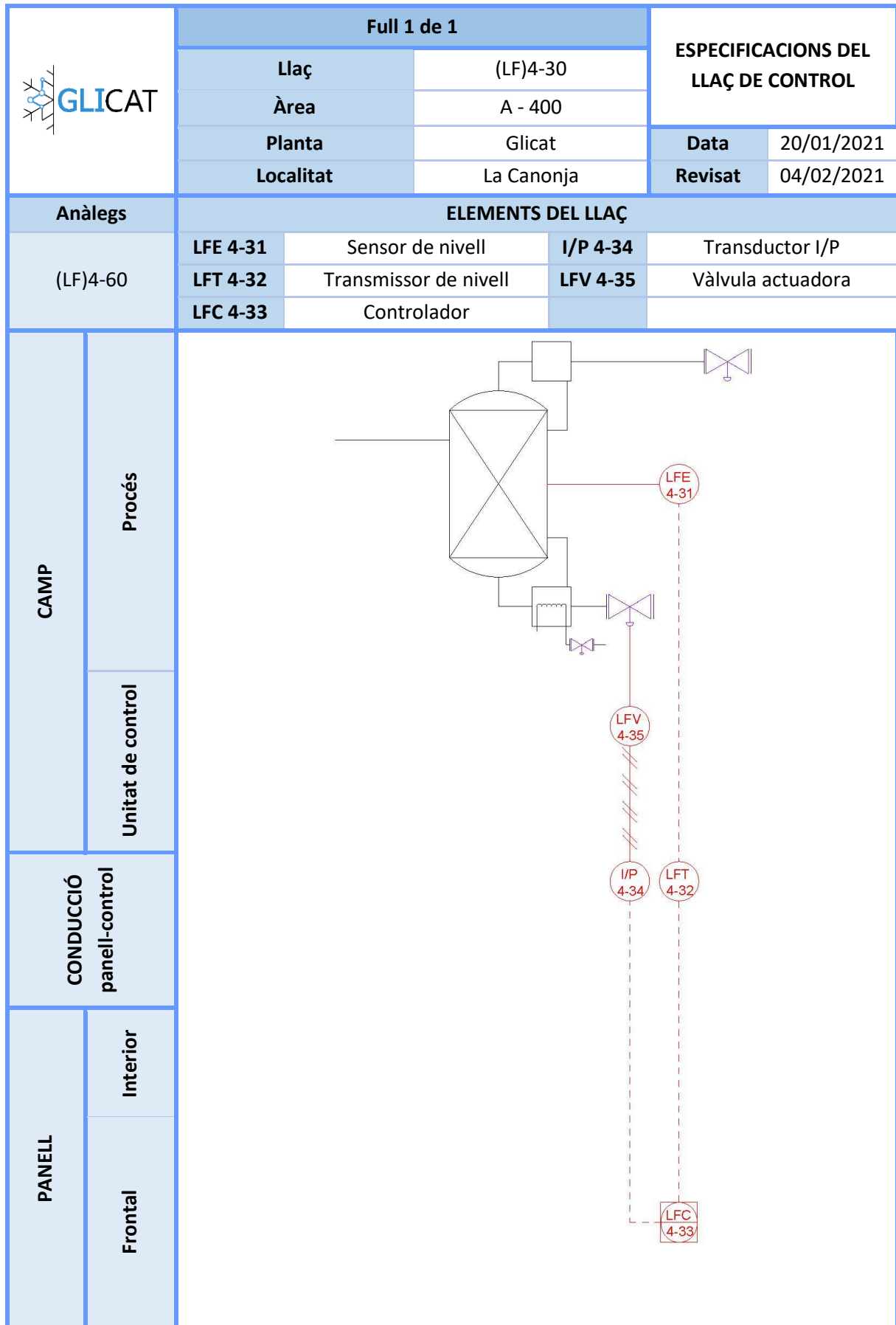


Figura 3. 16 Diagrama del llaç de control (LF)4-30



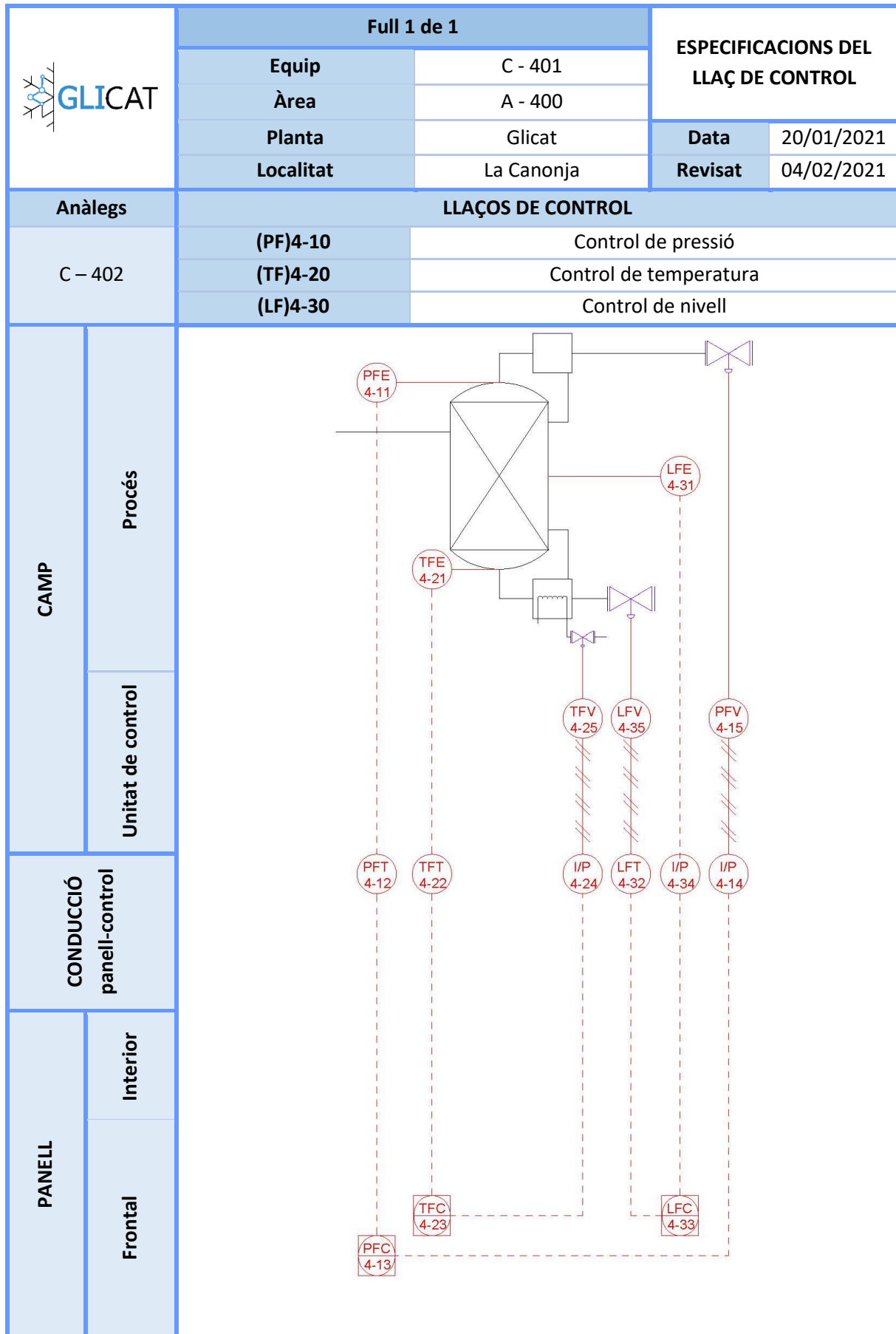


Figura 3. 17 Diagrama dels llaços de control de les columnes de separació

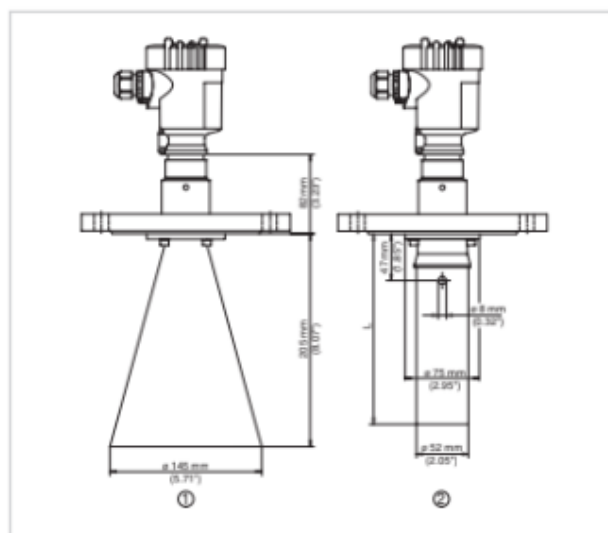
### 3.5. INSTRUMENTACIÓ

Per a que els llaços de control funcionin correctament, es requereix l'elecció d'una instrumentació adequada al procés, ja que els models de sensors, cabalímetres, radars, etc., dependran de les condicions de treball de cadascuna de les etapes.

#### 3.5.1. SENSORS DE NIVELL

El sistema de control dissenyat fa ús de 30 sensors de nivell: 8 per llaços de control i 23 per alarmes de monitorització. Tot i que les condicions d'operació varien a tota la planta, abraçant un rang de pressió d'entre 0.8 i 38 atm, s'ha decidit fer ús d'un únic model proporcionat per VEGA.

El sensor, model VEGAPLUS 66, és un sensor de radar per la mesura del nivell de líquids en continu pel que, al no requerir de contacte, tampoc necessita manteniment. Aquest sistema radar consta de polsos de microones que es reflecteixen en la superfície del líquid i tornen a l'instrument, que en llegeix el temps transcorregut entre enviament i recepció i en calcula la distància. Està homologat pel seu ús en atmosferes ATEX.



Medidas VEGAPULS 66

- 1 Versión con antena de trompeta
- 2 Versión con antena de tubo vertical

Figura 3. 18 Diagrama del sensor de nivell per radar

El mateix sensor que mesura el nivell dels aparells a pressió transforma el senyal mesurat en elèctric, tenint una sortida de 4-20 mA HART depenent de la lectura. Si és 0, la sortida seran 4mA, mentre que com el seu rang màxim són 35m, aquest valor equivaldria al senyal màxim que aquest podria enviar, és a dir, 20mA.

### 3.5.2. SENSORS DE TEMPERATURA

De manera similar cal escollir els sensors de temperatura. Les temperatures d'operació a la planta es troben entre els 0 i 300 °C, pel que no és difícil trobar un termòmetre que abraci aquest rang. El sensor proposat, que funciona per tots els llaços de control i alarmes instal·lades, és una sonda de temperatura RTD (*Resistance Temperature Detector*) que funciona entre els -200 i 1100°C. Aquests termòmetres fan servir resistors de platí Pt100 que són sensibles a la temperatura, així mostren una resistència de 100Ω davant una lectura de 0°C que variarà amb un coeficient de temperatura de 0,00385 °C<sup>-1</sup>.

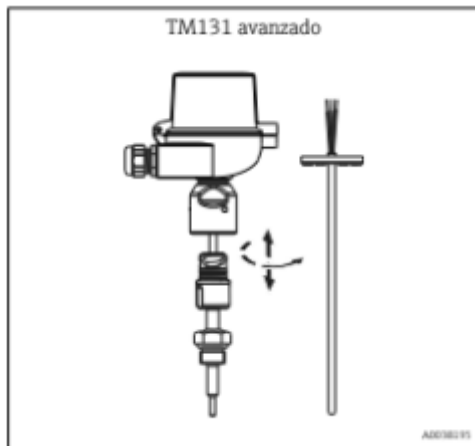


Figura 3. 19 Diagrama del sensor de temperatura

El senyal que envia aquest instrument serà analògic dins un rang decimal i serà llegit directament pel controlador, ja que el sensor transforma de manera directa la variable mesurada en un senyal HART de 4-20 mA.

Tot i que existeix una versió avançada de contacte directe, el model TM131 avançat fa ús de termopous per protegir el termoaparell davant les condicions de pressió a la que es troben alguns dels equips.

Gràcies a això requereix de poc manteniment, que es pot dur a terme sense interrompre el procés. També està certificat per treballar en atmosferes explosives.

### 3.5.3. SENSORS DE CABAL

Als punts on s'ha de mesurar el cabal de fluid que passa per canonades s'ha instal·lat el cabalímetre màssic Proline Promass F 300, tot i que també mesura densitat i temperatura i es pot configurar per que calculi cabals volumètrics i densitats de referència. El seu senyal pot prendre valors fins un fluxe continu de 1 100 000 kg/h. Aquest senyal, igual que la resta de sensors, queda transformada en senyal elèctric dins el protocol HART de 4-20mA.

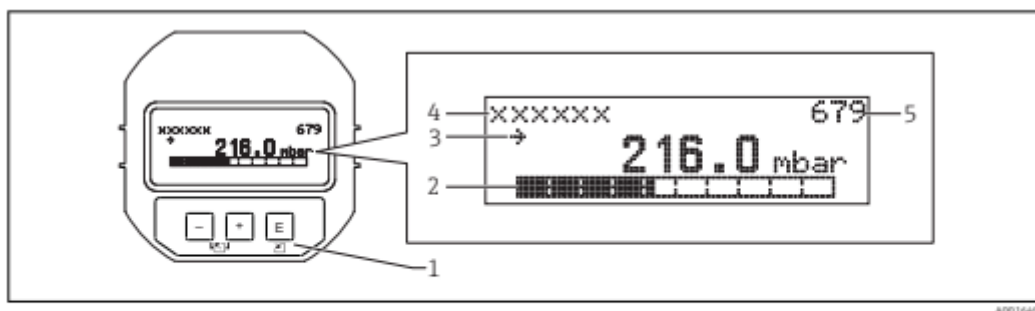
L'instrument està homologat amb certificacions Ex i compleix la normativa ATEX per zones perilloses, ja que es trobarà situat a canonades per on circularà òxid d'etilè a alta pressió.

### 3.5.4. SENSORS DE PRESSIÓ

Una altra variable que es mesura diverses vegades al llarg del procés és la pressió. Per qüestions de seguretat és molt important tenir un bon control de la pressió a cada equip de la planta, d'igual forma que aquesta influeix sobre la conversió de la reacció i la separació del producte per tal que sigui pur.

El dispositiu escollit és el model PMP75 amb diafragmes separadors per poder suportar les temperatures a les que arriba el producte. Pot operar fins les 15 atmosferes i envia el senyal traduït en senyal elèctric HART per tal de ser llegit pel controlador sense necessitat d'instal·lar un altre instrument transductor.

El principi de mesurament està basat en el pont de Wheatstone. Inicialment, el diafragma separador rep la pressió de procés i actua sobre el diafragma d'aïllament a través del fluid de farciment. Aquesta pressió es transfereix al pont de resistències, que genera un canvi en la tensió de sortida i és proporcional a la pressió.





- 1 Teclas de configuración
- 2 Gráfico de barras
- 3 Símbolo
- 4 Encabezado
- 5 Número de identificación del parámetro

Figura 3. 20 Visió general del sensor de pressió

A la **Figura 3.20** es pot veure un gràfic de barres (2). Aquest mostra el senyal de sortida 4-20mA que correspon a la lectura del sensor. La imatge també deixa veure l'identificador del paràmetre mesurat (5), ja que l'instrument és capaç de mesurar tant pressió relativa com absoluta.



3.5.5. FULLS D'ESPECIFICACIONS

Taula 3. 38 Full d'especificacions dels sensors de nivell utilitzats



		Full 1 de 1		<b>FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE NIVELL</b>			
		Ítem	Vegaplug 66			Data	22/01/2021
		Àrea	A-000,100,200, 300,400,500,600			Revisat	04/02/2021
		Planta	Glicat				
		Localitat	La Canonja				
Dades Generals							
Denominació	LFE X-X1 , LHE X-X1						
Localització	(LF)3-30, (LF)3-70, (LF)3-110, (LF)3-15, (LF)4-30, (LF)4-60 i alarmes (LH)						
Senyal enviat a	LFC X-X3 , LHA X-X2						
Condicions de servei							
	Mínima	Màxima					
Temperatura (°C)	- 60	400					
Pressió (atm)	- 1	158					
Condicions d'operació							
Element de mesura	Radar d'impulsos de microones						
Alimentació	9.6 – 36 V						
Senyal sortida	4 – 20 mA						
Variable mesurada	Nivell						
Precisió	± 8 mm						
Dades de construcció							
Temps de resposta	-						
Connexió	Unions roscades, brides a partir de DN50.2"						
Temperatura màxima (°C)	400						
Material en contacte	Acer inoxidable AISI 316 L						
Pressió màxima (kPa)	16 000						
Dades de la instal·lació							
Temperatura ambient (°C)	Mínima	- 40					
	Màxima	80					
Marca	VEGA						
Model	VEGAPLUS 66						

Taula 3. 39



Full d'especificacions dels sensors de temperatura utilitzats

		Full 1 de 1		<b>FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE TEMPERATURA</b>			
		Ítem	iTHERM TM131				
		Àrea	A-000,100,200, 300,400,500,600				
		Planta	Glicat			Data	22/01/2021
		Localitat	La Canonja			Revisat	04/02/2021
Dades Generals							
Denominació	TFE X-X1 , THE X-X1 , TLE X-X1						
Localització	(TF)0-10,0-20,0-30,0-40,1-10,2-20,2-30,3-20,3-40,3-60,3-80,3-100, 3-120,3-140,3-160,4-20,4-50,5-20,6-10,6-20 i alarmes (TH) i (TL)						
Senyal enviat a	TFC X-X3 , THA X-X2 , TLA X-X2						
Condicions de servei							
	Mínima	Màxima					
Temperatura (°C)	-200	600					
Pressió (atm)	0	99					
Condicions d'operació							
Element de mesura	Sensor Pt100 RTD						
Alimentació	24V DC, 20 mA (4 – 20 mA)						
Senyal sortida	4 – 20 mA						
Variable mesurada	Temperatura						
Precisió	± 0.15 %						
Dades de construcció							
Temps de resposta	1,5 segons						
Connexió	Connexió bridada						
Temperatura màxima (°C)	650						
Material en contacte	Acer inoxidable AISI 316 L						
Pressió màxima (kPa)	10 000						
Dades de la instal·lació							
Temperatura ambient (°C)	Mínima	- 20					
	Màxima	70					
Marca	Endress + Hauser						
Model	iTHERM TM131 (PN40)						

Taula 3. 40 Full d'especificacions dels cabalímetres utilitzats

	Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE CABAL	
	Ítem	Proline Promass F300		
	Àrea	A - 000	Data	22/01/2021
	Planta	Glicat	Revisat	04/02/2021
	Localitat	La Canonja		
Dades Generals				
Denominació	FRE 0-51 (FRT 0-52) , FRE 0-53 (FRT 0-54)			
Localització	(FR)0-50			
Senyal enviat a	FRC 0-55			
Condicions de servei				
	Mínima	Màxima		
Temperatura (°C)	-196	350		
Pressió (atm)	0	15		
Condicions d'operació				
Element de mesura	Sensors electrodinàmics			
Alimentació	3 – 30 V			
Senyal sortida	4 – 20 mA			
Variable mesurada	Cabal màssic, densitat, temperatura, cabal volumètric			
Precisió	± 0.05 %			
Dades de construcció				
Temps de resposta	Configurable 5 – 200 ms			
Connexió	Connexió bridada			
Temperatura màxima (°C)	350			
Material en contacte	Acer inoxidable AISI 316 L			
Pressió màxima (kPa)	1 500			
Dades de la instal·lació				
Temperatura ambient (°C)	Mínima	- 40		
	Màxima	60		
Marca	Endress + Hauser			
Model	Proline Promass F 300			

Taula 3. 41 Full d'especificacions dels sensors de pressió utilitzats

		Full 1 de 1		<b>FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE PRESSIÓ</b>			
		Ítem	Cerabar S				
		Àrea	A-000,100,200, 300,400,500,600				
		Planta	Glicat			Data	22/01/2021
		Localitat	La Canonja			Revisat	04/02/2021
Dades Generals							
Denominació	PFE X-X1 , PHE X-X1, PLE X-X1						
Localització	(PF)2-10, 3-10, 3-50, 3-90, 3-130, 4-10, 4-40,						
Senyal enviat a	PFC X-X3 , PHA X-X2 , PLA X-X2						
Condicions de servei							
	Mínima		Màxima				
Temperatura (°C)	-70		400				
Pressió (atm)	0		15				
Condicions d'operació							
Element de mesura	Pont de medició de resistències Wheatstone						
Alimentació	24V DC, 20 mA (4 – 20 mA)						
Senyal sortida	4 – 20 mA						
Variable mesurada	Pressió absoluta , pressió relativa						
Precisió	± 0.025 %						
Dades de construcció							
Temps de resposta	10 – 13 ms						
Connexió	Diafragmes separadors , connexió bridada						
Temperatura màxima (°C)	400						
Material en contacte	Acer inoxidable AISI 316 L						
Pressió màxima (kPa)	40 000						
Dades de la instal·lació							
Temperatura ambient (°C)	Mínima	- 40					
	Màxima	120					
Marca	Endress + Hauser						
Model	Cerabar S PMP75						



### 3.6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

#### 3.6.1. IMPLEMENTACIÓ FÍSICA

Amb els llaços de control i alarmes dissenyats i la instrumentació instal·lada, només queda implementar el sistema per que funcioni a tota la planta de procés. Per a fer-ho es fa servir un sistema de control distribuït o, de les sigles en anglès, DCS. Aquest sistema és utilitzat per produccions químiques per tal de configurar la lògica dels llaços de control.

La seva estructura és piramidal, amb la instrumentació primària i final situada a la base. Tots els elements connectats de manera mecànica al procés, com bé poden ser els cabalímetres, les vàlvules o qualsevol instrument de camp que rep o envia senyals que interactuen de forma directa amb l'operació de la planta. Seguidament es troben els instruments traductors amb els que els controladors es comuniquen, que involucren un senyal d'entrada o de sortida cap a aquest PLC. Després, es troba el que s'anomena autòmata programable o PLC (*Programmable Logic Controller*). Aquestes estacions, que controlen el sistema de la planta a partir dels senyals llegits i relacionen els elements dels diferents llaços entre si, són independents entre elles per zones. És a dir, cada àrea té distribuït el seu propi bloc de PLCs, que es connectarà amb la resta d'ells i amb el sistema centralitzat de control.

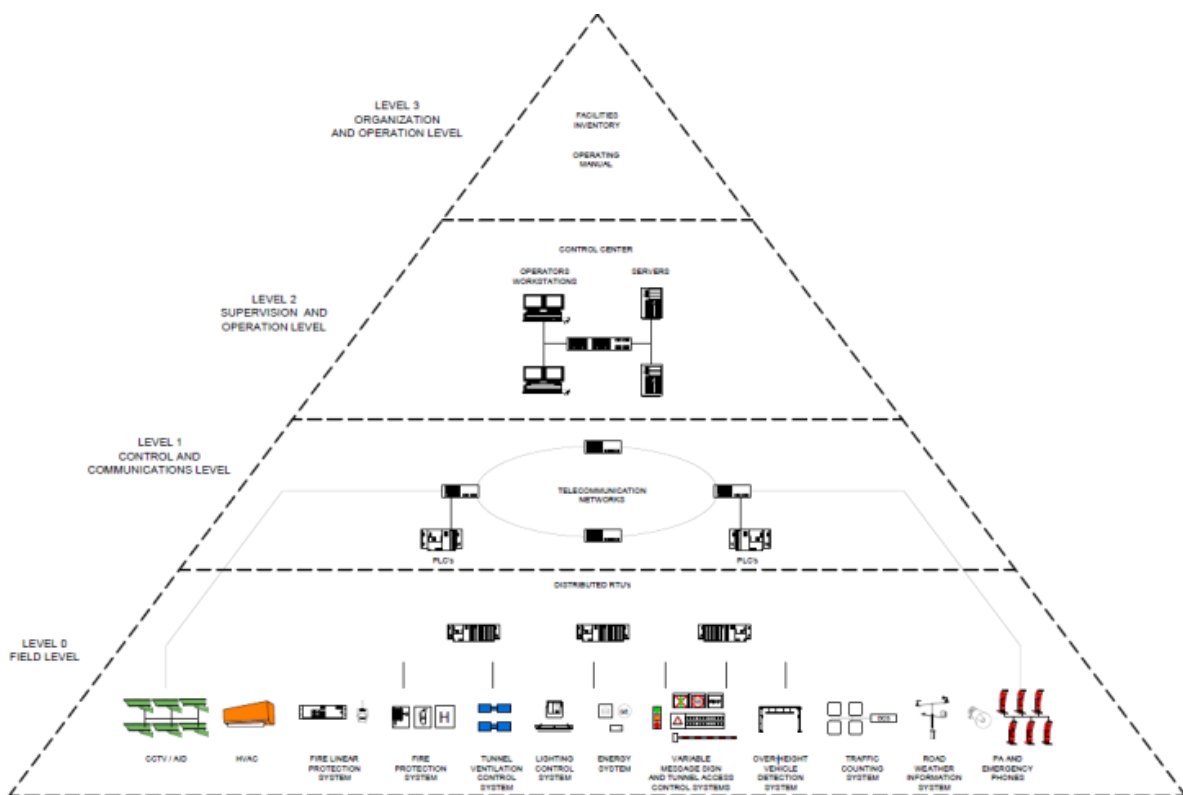




Figura 3. 21 Estructura del DCS

Continuant cap a la punta de la piràmide es troben els elements que serveixen per supervisar el procés i, finalment, l'estació d'operació. En aspectes generals, es pot distingir entre estació d'enginyeria i estació d'operació sabent que la primera és una estació de configuració on es poden manipular les unitats de control i la seva lògica, mentre que l'estació d'operació monitoritza el procés. Aquesta monitorització es fa a través del programari anomenat SCADA, *Supervisory Control and Acquisition Data*, que dota el sistema d'una interfície intuïtiva que no només permet controlar el procés, sinó que a la vegada és el mitjà per canviar qualsevol paràmetre des de la mateixa sala de control a l'àrea A-700. A més, el sistema té una base de dades on emmagatzema la informació necessària pel control.

Per operar els sensors i actuadors del procés, cal muntar una xarxa anomenada bus de camp. Tot i que hi ha diferents versions de Profibus (*Process Field Bus*), la planta Glicat requereix l'ús de l'estació Profibus DP o de perifèria descentralitzada, ja que és la necessària per connectar els elements remots i els seus senyals d'entrada i sortida.

Taula 3. 42 Full d'especificacions del PLC

		Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS CONTROLADOR PLC	
		Ítem	PLC		
		Àrea	A-700		
		Planta	Glicat	Data	22/01/2021
Localitat	La Canonja	Revisat	04/02/2021		
Dades Generals					
Model	Simatic S7-400				
Bus	Profibus DP				
Velocitat de transferència	12 Mb/s				
Distribuidor	Siemens				
Especificacions					
CPU	CPU 417-4				
Bus de camp	Profibus DP				
Connexions					
Connectors	Profibus DP o cable Profibus				
E/S Disponibles (bytes)	8192				
E/S Ocupades	6 SIMATIC ET 200iSP				
Dades addicionals					
Temperatura ambient (°C)	Mínima	0			
	Màxima	60			

Per assegurar que el sistema no queda interromput per una fallada del controlador, s'instal·laran dos CPUs: un PLC de procés al que se li connectarà una CPU que el miri, per tal d'aconseguir la redundància de senyals necessària per que salti a actuar si el primer falla.

Cal destacar que a l'actualitat les connexions es poden dur a terme a través d'ethernet. Amb aquesta innovació tecnològica la jerarquia piramidal quedaria desfasada, tot i que tota la instrumentació escollida, incloses targetes d'adquisició de dades i PLCs, és compatible. Per tant, l'únic canvi a considerar si s'escollís aquest mètode de connexió seria l'estructura arquitectònica del DCS i els seus senyals.

### 3.6.2. RECOMPTE DE SENYALS I DIMENSIONAMENT

Per la instal·lació del sistema de control que s'ha dissenyat per la planta, és necessari saber la seva grandària. Aquesta, que indicarà el nombre de mòduls i de controladors requerits, dependrà de la quantitat de senyals que crea la instrumentació de control.

Els senyals poden ser analògics o, si es tracta de senyals binaris amb posició 0 o 1, senyals digitals d'entrada o de sortida, depenent de si envien informació al controlador o si la reben. Així doncs, un sensor instal·lat al procés representarà un senyal d'entrada analògic, mentre que una alarma suposarà una sortida digital. Les vàlvules de regulació, en canvi, com les de papallona que s'han instal·lat al procés, crearan una entrada digital i una sortida analògica cadascuna.

Les **Taules 3.43 – 3.56** mostren el recompte de senyals dels llaços de control i alarmes per cada àrea de procés.

Taula 3. 43

Recompte de senyals de l'àrea A-000 (pàgina 1 de 3)

GLICAT		SENYALS A-000 (1/3)						
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD	
A-000	T-001	Control	(TF)0-10	TFE 0-11	1	0	0	0
				TFV 0-15	0	1	1	0
		Alarmes	(LH)0-10	LHE 0-11	2	0	0	0
				LHA 0-12	0	0	0	2
			(TH)0-20	THE 0-21	2	0	0	0
				THA 0-22	0	0	0	2
			(TL)0-30	TLE 0-31	2	0	0	0
				TLA 0-32	0	0	0	2
			(TH)0-40	THE 0-41	1	0	0	0
				THA 0-42	0	0	0	1
			(PH)0-50	PHE 0-51	2	0	0	0
				PHA 0-52	0	0	0	2
			(PL)0-60	PLE 0-61	2	0	0	0
				PLA 0-62	0	0	0	2

Taula 3. 44 Recompte de senyals de l'àrea A-000 (2/3)

GLICAT		SENYALS A-000 (2/3)							
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD		
A-000	T-002	Control	(TF)0-20	TFE 0-21	1	0	0	0	
				TFV 0-25	0	1	1	0	
		Alarmes		(TH)0-80	LHE 0-71	2	0	0	0
					LHA 0-72	0	0	0	2
					THE 0-81	2	0	0	0
					THA 0-82	0	0	0	2
			(TL)0-90	TLE 0-91	2	0	0	0	
				TLA 0-92	0	0	0	2	
			T-002	(TH)0-100	THE 0-101	1	0	0	0
					THA 0-102	0	0	0	1
	(PH)0-110			PHE 0-111	2	0	0	0	
				PHA 0-112	0	0	0	2	
	(PL)0-120	PLE 0-121		2	0	0	0		
		PLA 0-122		0	0	0	2		
	T-003	Control	(TF)0-30	TFE 0-31	1	0	0	0	
				TFV 0-35	0	1	1	0	
		Alarmes	(LH)0-130	LHE 0-131	2	0	0	0	
				LHA 0-132	0	0	0	2	
			(TH)0-140	THE 0-141	2	0	0	0	
				THA 0-142	0	0	0	2	
			(TL)0-150	TLE 0-151	2	0	0	0	
				TLA 0-152	0	0	0	2	
			(TH)0-160	THE 0-161	1	0	0	0	
				THA 0-162	0	0	0	1	
			(PH)0-170	PHE 0-171	2	0	0	0	
				PHA 0-172	0	0	0	2	
			(PL)0-180	PLE 0-181	2	0	0	0	
				PLA 0-182	0	0	0	2	
T-004			Control	(TF)0-40	TFE 0-41	1	0	0	0
					TFV 0-45	0	1	1	0
			Alarmes	(LH)0-190	LHE 0-191	2	0	0	0
					LHA 0-192	0	0	0	2
	(TH)0-200	THE 0-201		2	0	0	0		
		THA 0-202		0	0	0	2		

Taula 3. 45

Recompte de senyals de l'àrea A-000 (pàgina 3 de 3)

GLICAT		SENYALS A-000 (3/3)							
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD		
A-000	T-004	Alarmes	(TL)0-210	TLE 0-211	2	0	0	0	
				TLA 0-212	0	0	0	2	
			(TH)0-220	THE 0-221	1	0	0	0	
				THA 0-222	0	0	0	1	
			(PH)0-230	PHE 0-231	2	0	0	0	
				PHA 0-232	0	0	0	2	
		(PL)0-240	PLE 0-241	2	0	0	0		
			PLA 0-242	0	0	0	2		
		T-005	Alarmes	(LH)0-250	LHE 0-251	1	0	0	0
					LHA 0-252	0	0	0	1
		T-006	Alarmes	(LH)0-260	LHE 0-261	1	0	0	0
					LHA 0-262	0	0	0	1
	T-101	Control	(FR)0-50	FRE 0-51	1	0	0	0	
				FRE 0-53	1	0	0	0	
				TFV 0-57	0	1	1	0	
<b>TOTAL SENYALS A-000</b>				<b>52</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>46</b>		

Taula 3. 46

Recompte de senyals de l'àrea A-100 (pàgina 1 de 2)

GLICAT		SENYALS A-100 (1/2)						
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD	
A-100	T-101	Alarmes	(LH)1-10	LHE 1-11	1	0	0	0
				LHA 1-12	0	0	0	1
			(TH)1-20	THE 1-21	1	0	0	0
				THA 1-22	0	0	0	1
			(TL)1-30	TLE 1-31	1	0	0	0
				TLA 1-32	0	0	0	1
			(PH)1-40	PHE 1-41	1	0	0	0
				PHA 1-42	0	0	0	1
			(PL)1-50	PLE 1-51	1	0	0	0
				PLA 1-52	0	0	0	1

Taula 3. 47

Recompte de senyals de l'àrea A-100 (pàgina 2 de 2)

GLICAT		SENYALS A-100 (2/2)							
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD		
A-100	E-101	Control	(TF)1-10	TFE 1-11	1	0	0	0	
				TFV 1-15	0	1	1	0	
		Alarmes	(TH)1-60	THE 1-61	1	0	0	0	
				THA 1-62	0	0	0	1	
			(TL)1-70	TLE 1-71	1	0	0	0	
				TLA 1-72	0	0	0	1	
		<b>TOTAL SENYALS A-100</b>				<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Taula 3. 48

Recompte de senyals de l'àrea A-200

GLICAT		SENYALS A-200						
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD	
A-200	R-201	Control	(PF)2-10	PFE 2-11	1	0	0	0
				PFV 2-15	0	1	1	0
		(TF)2-20	TFE 2-21	1	0	0	0	
			TFV 2-25	0	1	1	0	
		Alarmes	(PH)2-10	PHE 2-11	1	0	0	0
				PHA 2-12	0	0	0	1
			(PL)2-20	PLE 2-21	1	0	0	0
				PLA 2-22	0	0	0	1
		(TH)2-30	THE 2-31	1	0	0	0	
			THA 2-32	0	0	0	1	
		(TL)2-40	TLE 2-41	1	0	0	0	
			TLA 2-42	0	0	0	1	
		(LH)2-50	LHE 2-51	1	0	0	0	
			LHA 2-52	0	0	0	1	
	E-201	Control	(TF)2-30	TFE 2-31	1	0	0	0
				TFV 2-35	0	1	1	0
		Alarmes	(TH)2-60	THE 2-61	1	0	0	0
				THA 2-62	0	0	0	1
		(TL)2-70	TLE 2-71	1	0	0	0	
			TLA 2-72	0	0	0	1	
<b>TOTAL SENYALS A-200</b>				<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	


Taula 3. 49

Recompte de senyals de l'àrea A-300 (pàgina 1 de 3)

GLICAT		SENYALS A-300 (1/3)								
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD			
A-300	D-301	Control	(PF)3-10	PFE 3-11	1	0	0	0		
				PFV 3-15	0	1	1	0		
			(TF)3-20	TFE 3-21	1	0	0	0		
				TFV 3-25	0	1	1	0		
			(LF)3-30	LFE 3-31	1	0	0	0		
				LFV 3-35	0	1	1	0		
		Alarmes	(PH)3-10	PHE 3-11	1	0	0	0		
				PHA 3-12	0	0	0	1		
			(PL)3-20	PLE 3-21	1	0	0	0		
				PLA 3-22	0	0	0	1		
			(TH)3-30	THE 3-31	1	0	0	0		
				THA 3-32	0	0	0	1		
			(TL)3-40	TLE 3-41	1	0	0	0		
				TLA 3-42	0	0	0	1		
			(LH)3-50	LHE 3-51	1	0	0	0		
				LHA 3-52	0	0	0	1		
			E-301	Control	(TF)3-40	TFE 3-41	1	0	0	0
						TFV 3-45	0	1	1	0
	Alarmes	(TH)3-60		THE 3-61	1	0	0	0		
				THA 3-62	0	0	0	1		
		(TL)3-70		TLE 3-71	1	0	0	0		
				TLA 3-72	0	0	0	1		
	D-302	Control	(PF)3-50	PFE 3-51	1	0	0	0		
				PFV 3-55	0	1	1	0		
			(TF)3-60	TFE 3-61	1	0	0	0		
				TFV 3-65	0	1	1	0		
			(LF)3-70	LFE 3-71	1	0	0	0		
				LFV 3-75	0	1	1	0		
		Alarmes	(PH)3-80	PHE 3-81	1	0	0	0		
				PHA 3-12	0	0	0	1		
(PL)3-90			PLE 3-91	1	0	0	0			
			PLA 3-92	0	0	0	1			
(TH)3-100			THE 3-101	1	0	0	0			
			THA 3-102	0	0	0	1			
(TL)3-110	TLE 3-111	1	0	0	0					
	TLA 3-112	0	0	0	1					

Taula 3. 50

Recompte de senyals de l'àrea A-300 (pàgina 2 de 3)

		SENYALS A-300 (2/3)								
Àrea	Equip	Llaç		Element	EA	ED	SA	SD		
A-300	D-302	Alarmes	(LH)3-120	LHE 3-121	1	0	0	0		
				LHA 3-122	0	0	0	1		
	E-302	Control	(TF)3-80	TFE 3-81	1	0	0	0		
				TFV 3-85	0	1	1	0		
		Alarmes	(TH)3-130	THE 3-131	1	0	0	0		
				THA 3-132	0	0	0	1		
			(TL)2-140	TLE 3-141	1	0	0	0		
				TLA 3-142	0	0	0	1		
	D-303	Control	(PF)3-90	PFE 3-91	1	0	0	0		
				PFV 3-95	0	1	1	0		
			(TF)3-100	TFE 3-101	1	0	0	0		
				TFV 3-105	0	1	1	0		
			(LF)3-110	LFE 3-111	1	0	0	0		
				LFV 3-115	0	1	1	0		
		Alarmes	(PH)3-150	PHE 3-151	1	0	0	0		
				PHA 3-152	0	0	0	1		
			(PL)3-160	PLE 3-161	1	0	0	0		
				PLA 3-162	0	0	0	1		
			(TH)3-170	THE 3-171	1	0	0	0		
				THA 3-172	0	0	0	1		
			(TL)3-180	TLE 3-181	1	0	0	0		
				TLA 3-182	0	0	0	1		
			(LH)3-190	LHE 3-191	1	0	0	0		
				LHA 3-192	0	0	0	1		
			E-303	Control	(TF)3-120	TFE 3-121	1	0	0	0
						TFV 3-125	0	1	1	0
	Alarmes	(TH)3-200		THE 3-201	1	0	0	0		
				THA 3-202	0	0	0	1		
		(TL)3-210		TLE 3-211	1	0	0	0		
				TLA 3-212	0	0	0	1		
	D-304	Control	(PF)3-130	PFE 3-131	1	0	0	0		
				PFV 3-135	0	1	1	0		
(TF)3-140			TFE 3-141	1	0	0	0			
			TFV 3-145	0	1	1	0			



Taula 3. 51 Recompte de senyals de l'àrea A-300 (pàgina 3 de 3)

GLICAT		SENYALS A-300 (3/3)							
Àrea	Equip	Llaç		Element	EA	ED	SA	SD	
A-300	D-304	Control	(LF)3-150	LFE 3-151	1	0	0	0	
				LFV 3-155	0	1	1	0	
		Alarmes	(PH)3-220	PHE 3-221	1	0	0	0	
				PHA 3-222	0	0	0	1	
			(PL)3-230	PLE 3-231	1	0	0	0	
				PLA 3-232	0	0	0	1	
			(TH)3-240	THE 3-241	1	0	0	0	
				THA 3-242	0	0	0	1	
			(TL)3-250	TLE 3-251	1	0	0	0	
				TLA 3-252	0	0	0	1	
		(LH)3-260	LHE 3-261	1	0	0	0		
			LHA 3-262	0	0	0	1		
		E-304	Control	(TF)3-160	TFE 3-161	1	0	0	0
					TFV 3-165	0	1	1	0
	Alarmes		(TH)3-270	THE 3-271	1	0	0	0	
				THA 3-272	0	0	0	1	
	(TL)3-280		TLE 3-281	1	0	0	0		
			TLA 3-282	0	0	0	1		
	<b>TOTAL SENYALS A-300</b>					<b>44</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>28</b>

Taula 3. 52 Recompte de senyals de l'àrea A-400

GLICAT		SENYALS A-400						
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD	
A-400	C-401	Control	(PF)4-10	PFE 4-11	1	0	0	0
				PFV 4-15	0	1	1	0
			(TF)4-20	TFE 4-21	1	0	0	0
				TFV 4-25	0	1	1	0
			(LF)4-30	LFE 4-31	1	0	0	0
				LFV 4-35	0	1	1	0
		Alarmes	(PH)4-10	PHE 4-11	1	0	0	0
				PHA 4-12	0	0	0	1
			(PL)4-20	PLE 4-21	1	0	0	0
				PLA 4-22	0	0	0	1
			(TH)4-30	THE 4-31	1	0	0	0
				THA 4-32	0	0	0	1
			(TL)4-40	TLE 4-41	1	0	0	0
				TLA 4-42	0	0	0	1
			(LH)4-50	LHE 4-51	1	0	0	0
				LHA 4-52	0	0	0	1
	C-402	Control	(PF)4-40	PFE 4-41	1	0	0	0
				PFV 4-45	0	1	1	0
			(TF)4-50	TFE 4-51	1	0	0	0
				TFV 4-55	0	1	1	0
			(LF)4-60	LFE 4-61	1	0	0	0
				LFV 4-65	0	1	1	0
		Alarmes	(PH)4-60	PHE 4-61	1	0	0	0
				PHA 4-62	0	0	0	1
			(PL)4-70	PLE 4-71	1	0	0	0
				PLA 4-72	0	0	0	1
			(TH)4-80	THE 4-81	1	0	0	0
				THA 4-82	0	0	0	1
(TL)4-90	TLE 4-91	1	0	0	0			
	TLA 4-92	0	0	0	1			
(LH)4-100	LHE 4-101	1	0	0	0			
	LHA 4-102	0	0	0	1			
<b>TOTAL SENYALS A-400</b>				<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	

Taula 3. 53 Recompte de senyals de l'àrea A-500

GLICAT		SENYALS A-500							
Àrea	Equip	Llaç		Element	EA	ED	SA	SD	
A-500	T-501	Control	(LF)5-10	LFE 5-11	1	0	0	0	
				LFV 5-15	0	1	1	0	
		Alarmes	(LH)5-10	LHE 5-11	1	0	0	0	
				LHA 5-12	0	0	0	1	
	E-502	Control	(TF)5-20	TFE 5-21	1	0	0	0	
				TFV 5-25	0	1	1	0	
		Alarmes	(TH)5-20	THE 5-21	1	0	0	0	
				THA 5-22	0	0	0	1	
	<b>TOTAL SENYALS A-500</b>					<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Taula 3. 54 Recompte de senyals de l'àrea A-600 (pàgina 1 de 3)

GLICAT		SENYALS A-600 (1/3)							
Àrea	Equip	Llaç		Element	EA	ED	SA	SD	
A-600	E-601	Control	(TF)6-10	TFE 6-11	1	0	0	0	
				TFV 6-15	0	1	1	0	
		Alarmes	(TH)6-10	THE 6-11	1	0	0	0	
				THA 6-12	0	0	0	1	
			(TL)6-20	TLE 6-21	1	0	0	0	
				TLA 6-22	0	0	0	1	
		E-602	Control	(TF)6-20	TFE 6-21	1	0	0	0
					TFV 6-25	0	1	1	0
			Alarmes	(TH)6-30	THE 6-31	1	0	0	0
					THA 6-32	0	0	0	1
	(TL)6-40			TLE 6-41	1	0	0	0	
				TLA 6-42	0	0	0	1	
	T-601	Alarmes	(LH)6-50	LHE 6-51	1	0	0	0	
				LHV 6-52	0	0	0	1	
			(TH)6-60	THE 6-61	1	0	0	0	
				THV 6-62	0	0	0	1	
			(TL)6-70	TLE 6-71	1	0	0	0	
				TLA 6-72	0	0	0	1	
		(PH)6-80	PHE 6-81	1	0	0	0		
			PHA 6-82	0	0	0	1		

Taula 3. 55 Recompte de senyals de l'àrea A-600 (pàgina 2 de 3)

GLICAT		SENYALS A-600 (2/3)							
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD		
A-600	T-602	Alarmes (LH)6-90	LHE 6-91	1	0	0	0		
			LHV 6-92	0	0	0	1		
			Alarmes (TH)6-100	THE 6-101	1	0	0	0	
				THV 6-102	0	0	0	1	
			Alarmes (TL)6-110	TLE 6-111	1	0	0	0	
				TLA 6-112	0	0	0	1	
		Alarmes (PH)6-120	PHE 6-121	1	0	0	0		
			PHA 6-122	0	0	0	1		
		T-603	Alarmes (LH)6-130	LHE 6-131	1	0	0	0	
				LHV 6-132	0	0	0	1	
				Alarmes (TH)6-140	THE 6-141	1	0	0	0
					THV 6-142	0	0	0	1
	Alarmes (TL)6-150			TLE 6-151	1	0	0	0	
				TLA 6-152	0	0	0	1	
	Alarmes (PH)6-160		PHE 6-161	1	0	0	0		
			PHA 6-162	0	0	0	1		
	T-604		Alarmes (LH)6-170	LHE 6-171	1	0	0	0	
				LHV 6-172	0	0	0	1	
				Alarmes (TH)6-180	THE 6-181	1	0	0	0
					THV 6-182	0	0	0	1
		Alarmes (TL)6-190	TLE 6-191	1	0	0	0		
			TLA 6-192	0	0	0	1		
		Alarmes (PH)6-200	PHE 6-201	1	0	0	0		
			PHA 6-202	0	0	0	1		

Taula 3. 56 Recompte de senyals de l'àrea A-600 (pàgina 3 de 3)

GLICAT		SENYALS A-600 (3/3)							
Àrea	Equip	Llaç	Element	EA	ED	SA	SD		
A-600	T-605	Alarmes (LH)6-210	LHE 6-211	1	0	0	0		
			LHV 6-212	0	0	0	1		
			(TH)6-220	THE 6-221	1	0	0	0	
				THV 6-222	0	0	0	1	
			(TL)6-230	TLE 6-231	1	0	0	0	
				TLA 6-232	0	0	0	1	
		(PH)6-240	PHE 6-241	1	0	0	0		
			PHA 6-242	0	0	0	1		
		T-606	Alarmes (LH)6-250	LHE 6-251	1	0	0	0	
				LHV 6-252	0	0	0	1	
				(TH)6-260	THE 6-261	1	0	0	0
					THV 6-262	0	0	0	1
	(TL)6-270			TLE 6-271	1	0	0	0	
				TLA 6-272	0	0	0	1	
	(PH)6-280		PHE 6-281	1	0	0	0		
			PHA 6-282	0	0	0	1		
	T-607		Alarmes (LH)6-290	LHE 6-291	1	0	0	0	
				LHV 6-292	0	0	0	1	
				(TH)6-300	THE 6-301	1	0	0	0
					THV 6-302	0	0	0	1
		(TL)6-310		TLE 6-311	1	0	0	0	
				TLA 6-312	0	0	0	1	
		(PH)6-320	PHE 6-321	1	0	0	0		
			PHA 6-322	0	0	0	1		
<b>TOTAL SENYALS A-600</b>				<b>34</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>32</b>		


### 3.6.3. CONFIGURACIÓ DE LES TARGETES D'ADQUISICIÓ DE DADES


Una vegada es coneix el nombre de senyals de cada tipus per àrea, es pot determinar el nombre de mòduls de les targetes d'adquisició de dades.

Aquestes targetes s'encarreguen de recopilar tots els tipus de senyals i convertir-los en digitals per tal de poder ser llegits per ordinadors i la seva configuració estarà optimitzada gràcies al dimensionament fet a l'apartat anterior **3.6.2.**, que evitarà la repetició de dades i minimitzarà creuaments de variables.


L'estació escollida és el model SIMATIC ET 200iSP de Siemens, amb mòduls que compleixen el protocol de comunicació HART per tal de poder ser connectats als sensors que transmeten els senyals elèctrics d'entre 4 i 20 mA. Poden ser instal·lats fins 32 mòduls electrònics dins la mateixa targeta.

Taula 3. 57 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-01

		Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES	
		Ítem	TA 7-01		
		Àrea	A - 700	Data	22/01/2021
		Planta	Glicat	Revisat	04/02/2021
Localitat	La Canonja				
Característiques					
Entrades analògiques		52			
Entrades digitals		5			
Sortides analògiques		5			
Sortides digitals		46			
Mòduls					
Tipus de mòdul	Quantitat	Senyals disponibles	Senyals de procés	Senyals lliures	
4 AI   2 WIRE HART	13	4	52	0	
4 DI   2 WIRE HART	2	4	5	3	
4 AO   HART	2	4	5	3	
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	12	4	46	2	
Dades tècniques					
Tensió (V/A)	24 DC / 5				
Velocitat transferència	1.5 Mbits/s				
BUS	PROFIBUS DC				
Subministrador	Siemens				
Model	SIMATIC ET 200iSP				




Taula 3. 58 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-02

		Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES	
		Ítem	TA 7-02	Data	22/01/2021
		Àrea	A - 700	Revisat	04/02/2021
		Planta	Glicat		
		Localitat	La Canonja		
Característiques					
Entrades analògiques		8			
Entrades digitals		1			
Sortides analògiques		1			
Sortides digitals		7			
Mòduls					
Tipus de mòdul	Quantitat	Senyals disponibles	Senyals de procés	Senyals lliures	
4 AI I 2 WIRE HART	2	4	8	0	
4 DI I 2 WIRE HART	1	4	1	3	
4 AO I HART	1	4	1	3	
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	2	4	7	1	
Dades tècniques					
Tensió (V/A)	24 DC / 5				
Velocitat transferència	1.5 Mbits/s				
BUS	PROFIBUS DC				
Subministrador	Siemens				
Model	SIMATIC ET 200iSP				




Taula 3. 59 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-03

	Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES	
	Ítem	TA 7-03		
	Àrea	A - 700	Data	22/01/2021
	Planta	Glicat	Revisat	04/02/2021
Localitat	La Canonja			
Característiques				
Entrades analògiques	10			
Entrades digitals	3			
Sortides analògiques	3			
Sortides digitals	7			
Mòduls				
Tipus de mòdul	Quantitat	Senyals disponibles	Senyals de procés	Senyals lliures
4 AI I 2 WIRE HART	3	4	10	2
4 DI I 2 WIRE HART	1	4	3	1
4 AO I HART	1	4	3	1
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	2	4	7	1
Dades tècniques				
Tensió (V/A)	24 DC / 5			
Velocitat transferència	1.5 Mbits/s			
BUS	PROFIBUS DC			
Subministrador	Siemens			
Model	SIMATIC ET 200iSP			







Taula 3. 60 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-04



	Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES	
	Ítem	TA 7-04		
	Àrea	A - 700	Data	22/01/2021
	Planta	Glicat	Revisat	04/02/2021
Localitat	La Canonja			
Característiques				
Entrades analògiques	44			
Entrades digitals	16			
Sortides analògiques	16			
Sortides digitals	28			
Mòduls				
Tipus de mòdul	Quantitat	Senyals disponibles	Senyals de procés	Senyals lliures
4 AI I 2 WIRE HART	11	4	44	0
4 DI I 2 WIRE HART	4	4	16	0
4 AO I HART	4	4	16	0
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	7	4	28	0
Dades tècniques				
Tensió (V/A)	24 DC / 5			
Velocitat transferència	1.5 Mbits/s			
BUS	PROFIBUS DC			
Subministrador	Siemens			
Model	SIMATIC ET 200iSP			




Taula 3. 61 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-05

	<b>Full 1 de 1</b>		<b>FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES</b>	
	<b>Ítem</b>	TA 7-05		
	<b>Àrea</b>	A - 700	<b>Data</b>	22/01/2021
	<b>Planta</b>	Glicat	<b>Revisat</b>	04/02/2021
<b>Localitat</b>	La Canonja			
<b>Característiques</b>				
<b>Entrades analògiques</b>	16			
<b>Entrades digitals</b>	6			
<b>Sortides analògiques</b>	6			
<b>Sortides digitals</b>	10			
<b>Mòduls</b>				
<b>Tipus de mòdul</b>	<b>Quantitat</b>	<b>Senyals disponibles</b>	<b>Senyals de procés</b>	<b>Senyals lliures</b>
4 AI I 2 WIRE HART	4	4	16	0
4 DI I 2 WIRE HART	2	4	6	2
4 AO I HART	2	4	6	2
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	3	4	10	2
<b>Dades tècniques</b>				
<b>Tensió (V/A)</b>	24 DC / 5			
<b>Velocitat transferència</b>	1.5 Mbits/s			
<b>BUS</b>	PROFIBUS DC			
<b>Subministrador</b>	Siemens			
<b>Model</b>	SIMATIC ET 200iSP			
				

Taula 3. 62 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-06

	<b>Full 1 de 1</b>		<b>FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES</b>	
	<b>Ítem</b>	TA 7-06		
	<b>Àrea</b>	A - 700	<b>Data</b>	22/01/2021
	<b>Planta</b>	Glicat	<b>Revisat</b>	04/02/2021
<b>Localitat</b>	La Canonja			
<b>Característiques</b>				
<b>Entrades analògiques</b>	4			
<b>Entrades digitals</b>	2			
<b>Sortides analògiques</b>	2			
<b>Sortides digitals</b>	2			
<b>Mòduls</b>				
<b>Tipus de mòdul</b>	<b>Quantitat</b>	<b>Senyals disponibles</b>	<b>Senyals de procés</b>	<b>Senyals lliures</b>
4 AI I 2 WIRE HART	1	4	4	0
4 DI I 2 WIRE HART	1	4	2	2
4 AO I HART	1	4	2	2
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	1	4	2	2
<b>Dades tècniques</b>				
<b>Tensió (V/A)</b>	24 DC / 5			
<b>Velocitat transferència</b>	1.5 Mbits/s			
<b>BUS</b>	PROFIBUS DC			
<b>Subministrador</b>	Siemens			
<b>Model</b>	SIMATIC ET 200iSP			
				

Taula 3. 63 Full d'especificacions de la targeta d'adquisició de dades TA 7-07

	Full 1 de 1		FULL D'ESPECIFICACIONS TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES	
	Ítem	TA 7-07		
	Àrea	A - 700	Data	22/01/2021
	Planta	Glicat	Revisat	04/02/2021
Localitat	La Canonja			
Característiques				
Entrades analògiques	34			
Entrades digitals	2			
Sortides analògiques	2			
Sortides digitals	32			
Mòduls				
Tipus de mòdul	Quantitat	Senyals disponibles	Senyals de procés	Senyals lliures
4 AI I 2 WIRE HART	9	4	34	2
4 DI I 2 WIRE HART	1	4	2	2
4 AO I HART	1	4	2	2
4 DO 17.4 VDC / 20 mA	8	4	32	0
Dades tècniques				
Tensió (V/A)	24 DC / 5			
Velocitat transferència	1.5 Mbits/s			
BUS	PROFIBUS DC			
Subministrador	Siemens			
Model	SIMATIC ET 200iSP			



### 3.7. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [1] Babatunde A. Ogunnaike, W. Harmon Ray. *Process Dynamics, Modeling and Control*. Oxford University Press. 1994.
- [2] Seborg, D.E., Mellichamp, D.A., Edgar, T.F., Doyle III, F.J., 2004. *Process dynamics and control*. John Wiley & Sons.
- [3] Stephanopoulos, G. *Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*. Prentice-Hall (New Jersey), 1984.