

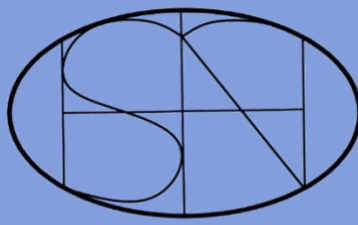
PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY

TREBALL DE FI DE GRAU
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA



**Noelia Cabana González
Sara Justo Salvador
Cristina López García
Helena Prats Fabregat
Daniel Rebolledo Hermosilla
Joan Sambró Olivella**

Tutor: Josep Anton Torà



PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY

CAPÍTOL 3: CONTROL I INSTRUMENTACIÓ



**Noelia Cabana González
Sara Justo Salvador
Cristina López García
Helena Prats Fabregat
Daniel Rebolledo Hermosilla
Joan Sambró Olivella**

Tutor: Josep Anton Torà

ÍNDEX

3. Control i instrumentació	5
3.1 Introducció al control i la instrumentació	5
3.1.1 Conceptes bàsics sobre el control	5
3.1.2 Conceptes bàsics sobre la instrumentació	7
3.1.3 Conceptes bàsics de les senyals	8
3.1.4 Controladors	8
3.2 Nomenclatura i simbologia	12
3.2.1 Identificació dels instruments	12
3.2.2. Nomenclatura dels llaços de control	13
3.2.3 Simbologia de les connexions de la instrumentació	14
3.2.4 Simbologia de la instrumentació	15
3.3 Llistat dels llaços de control	16
3.3.1 Llaços de l'Àrea 1000. Reacció d'acoblament	16
3.3.2 Llaços de l'Àrea 1100. Reacció de deshidrocloració	18
3.3.3 Llaços de l'Àrea 1200. Tractament de residus/Recuperació de dissolvents	20
3.3.4 Llaços de l'Àrea 1400. Producte acabat	22
3.3.4 Llaços de l'Àrea 1600. Parc de tancs	24
3.4 Diagrames dels llaços de control	25
3.4.1 Àrea 1000. Reacció d'acoblament	25
3.4.1.1 Control de nivell als tancs pulmó. Llaç L-TP1001-1	25
3.4.1.2. Control de pressió als tancs pulmó. Llaç P-TP1001-1	29
3.4.1.3. Control de nivell als tancs agitats. Llaç LC-TA1002-1	31
3.4.1.4. Control de pressió als tancs agitats. Llaç P-TA1002-1	33
3.4.1.5 Control de temperatura al reactor. Llaç T-RE1001-1	35
3.4.1.6 Control de temperatura a l'evaporador. Llaç T-EV1001-1	37

3.4.1.7 Control de pressió a l'evaporador. Llaç P-EV1001-1	39
3.4.1.8 Control de cabal als evaporadors. Llaç F-EV1001-1	41
3.4.1.9 Control de la temperatura als bescanviadors. Llaç T-BC1002-1	43
3.4.1.10 Control de temperatura al bescanviador. Llaç T-BC1001-1.....	45
3.4.2 Àrea 1100. Reacció de deshidrocloració.....	47
3.4.2.1 Control del chiller al bescanviador. Llaç T-BC1101-1	47
3.4.2.2 Control de temperatura als reactors. Llaç T-RE1101-1.....	49
3.4.2.3 Control de pressió als reactors. Llaç P-R1101-1.....	51
3.4.2.4 Control de nivell als reactors. Llaç L-RE1101-1	53
3.4.3 Àrea 1200. Tractament de residus/Recuperació de dissolvents	55
3.4.3.1 Control de temperatura a la columna. Llaç T-CR1201-1	55
3.4.3.2 Control de temperatura al reboiler la columna. Llaç T-CR1201-2	57
3.4.3.3 Control de cabal a la columna. Llaç F-CR1201-1	59
3.4.3.4 Control de nivell a la columna. Llaç L-CR1201-1.....	61
3.4.3.5 Control de temperatura a l'atomitzador. Llaç T-AT1201-1	63
3.4.3.6 Control de cabal a l'osmosi inversa. Llaç F-OI1201-1	65
3.4.3.7 Control de pressió a l'osmosi inversa. Llaç P-OI1201-1	67
3.4.4 Àrea 1600. Parc de tancs.....	69
3.4.4.1 Control de nivell als tancs d'emmagatzematge. Llaç L-TE-1606-1	69
3.5 Instrumentació emprada	72
3.5.1 Temperatura	72
3.5.2 Cabal	73
3.5.3 Pressió	73
3.5.4 Nivell.....	73
3.6 Sensors situats a la planta	75
3.6.1 Sensors de nivell.....	75
3.6.2 Sensors de temperatura	75

3.6.3 Sensors de pressió.....	75
3.6.4 Sensors de cabal	76
3.6.5 Fulls d'especificacions dels sensors	77
3.7 Arquitectura del sistema de control.....	82
3.7.1 Implementació física.....	82
3.7.2 Recompte de senyals.....	83
3.7.3 Targetes d'adquisició de dades.....	96
3.8 Nivell d'integritat de seguretat (SIL)	97
3.9 Bibliografia	99

3. Control i instrumentació

En aquest capítol es defineixen els llaços de control necessaris per portar a terme el procés de fabricació de la resina Epoxy a la planta de producció Epoharz. El control i la instrumentació són essencials en una indústria, ja que qualsevol element que no estigui controlat pot fer que la planta no sigui segura o que el producte final no es produeixi de manera satisfactòria.

A una planta química s'han de complir requeriments de:

- Seguretat: P, T, mesclades perilloses o explosives...
- Especificacions de productes: quantitat i qualitat.
- Regulacions ambientals: límits d'emissions, efluents...
- Restriccions operacionals: límits de P, T, cabals dels equips...
- Economia: s'ha de fer a preu de mercat, mínim cost, màxim benefici.

Aquests requeriments només es poden satisfer amb monitoratge de l'operació i amb control.

3.1 Introducció al control i la instrumentació

En aquesta breu introducció es defineixen els conceptes bàsics del control, la instrumentació i les senyals amb l'objectiu de conèixer el vocabulari utilitzat més important.

3.1.1 Conceptes bàsics sobre el control

En aquest apartat es defineixen les variables més importants del procés, les quals són les següents:

Variable controlada: La variable controlada és aquella que es vol mantenir en un valor constant o en un rang de valors determinat.

Variable manipulada: La variable manipulada és aquella que es regula o modifica per tal de que la variable controlada tingui el valor desitjat.

Variable mesurada: Aquesta és la variable que es mesura amb la instrumentació adient, dependent del tipus de control la variable mesurada pot ser la controlada o pot ser una pertorbació.

Pertorbació: La pertorbació és una variable del procés que altera la variable controlada i que és externa al llaç de control.

Consigna: La consigna és el valor de la variable controlada que es vol aconseguir.

Error: L'error és la diferència entre el valor de la variable controlada i la consigna.

És important conèixer els tipus de control que existeixen per tal d'entendre els llaços de control definits en aquest procés.

Llaç obert: És aquell en el qual la sortida del procés no es comparada amb la senyal de referència

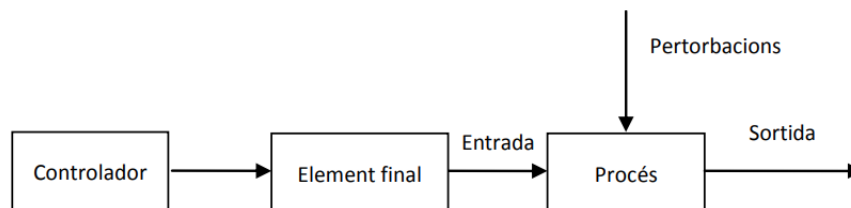


Figura 1: Diagrama de control en llaç obert

Llaç tancat: És aquell en el qual es coneix en tot moment l'evolució de la variable controlada, ja que compara la sortida del procés amb la senyal de referència

Control feed-back: En aquest tipus de control la variable mesurada és també la variable controlada. Per aquest motiu, mai no es podrà treballar en el valor de consigna permanentment, ja que l'acció correctora no es durà a terme fins que la variable controlada no es trobi allunyada de de la consigna.

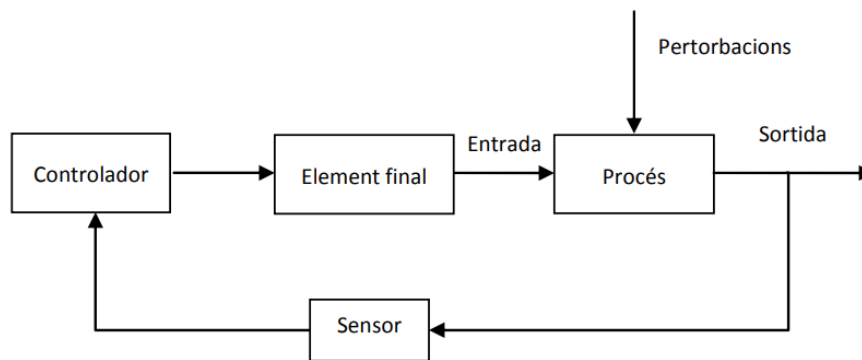


Figura 2: Diagrama de control feed-back

Control feed-forward: En aquest tipus de control s'actua sobre la variable controlada mesurant la pertorbació i d'aquesta manera, reduint els seus efectes. Aquest tipus de control pot tenir problemes, ja que no actues directament sobre la variable que vols mantenir en un valor determinat.

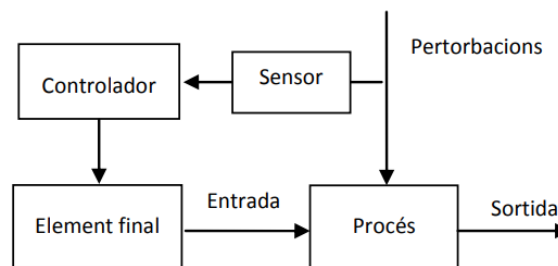


Figura 3: Diagrama de control feed-forward

3.1.2 Conceptes bàsics sobre la instrumentació

Per tal d'aconseguir un bon sistema de control, s'ha de tenir una instrumentació adequada. L'instrumental principal requerit és el següent:

Sensor: Els sensors mesuren fenòmens generant un senyal elèctric

Transmissor: El transmissor és l'element que s'encarrega de fer arribar la senyal del mesurador a l'element final.

Controlador: element programat que rep la senyal procedent del mesurador, calcula una acció de control i envia una nova senyal a l'element final.

Element final: rep una senyal procedent del controlador i es posiciona per a canviar el valor de la variable manipulada.

Transductor: element que converteix senyals d'una certa naturalesa en senyals elèctriques o viceversa.

3.1.3 Conceptes bàsics de les senyals

Senyals analògiques: senyals elèctrics en un rang (normalment entre 4 i 20 mA). La força de la senyal representa un valor determinat d'un paràmetre físic o una substància química mesurada o un paràmetre que controla una variable manipulada, un cop rebut el senyal a l'element final.

Senyals digitals: senyals binàries que permeten únicament dos estats (normalment 0 i 1) i no una variació contínua, com en les analògiques, que poden trobar-se codificades en una paraula binària. Són més econòmiques que les analògiques. Són útils per equips tot o res com les activacions d'alarmes.

3.1.4 Controladors

Per tal de dissenyar un sistema de control s'ha de triar el tipus de controlador que es vol emprar. Hi ha tres tipus de controladors: el controlador proporcional (P), el proporcional-integral (PI) i el proporcional-integral derivatiu (PID).

Cada controlador té uns avantatges i uns inconvenients, per això, en cada cas es tria el controlador més convenient segons el tipus de control desitjat i la manera en la que es vol operar. També s'ha de tenir en compte si volem una acció correctora immediata, si ens interessa o no tenir oscil·lacions i si volem estar en un rang de valors o si necessitem sempre un valor constant de les variables o variable controlada.

Controlador P: aquest controlador indica que l'acció que pren el controlador és proporcional al guany (K_c), que opera de forma lineal. Aquest controlador sempre compta

amb un error al punt de consigna però és una bona elecció si volem una resposta estable i sense oscil·lacions.

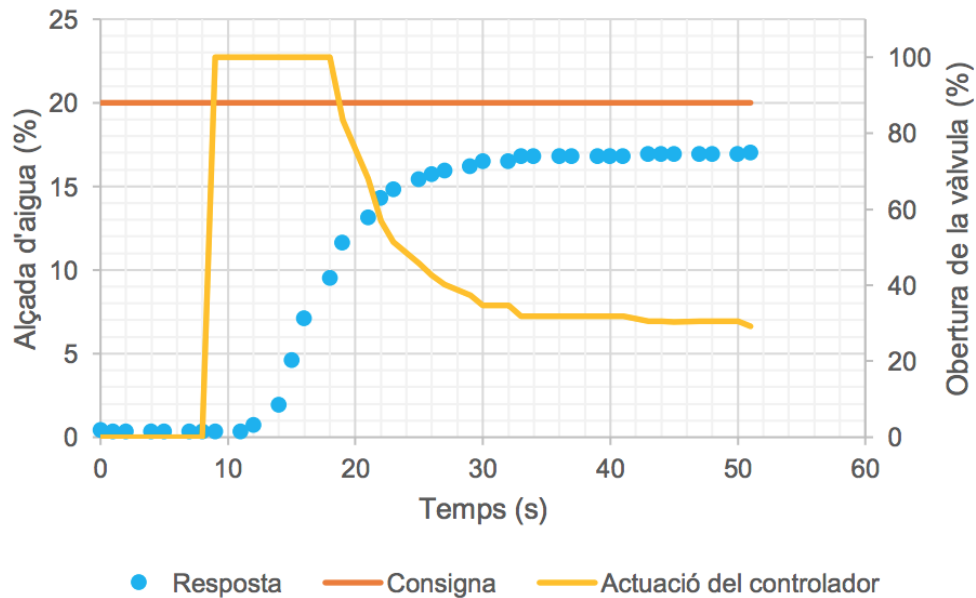


Figura 4. Representació gràfica de l'acció d'un controlador P amb el punt de consigna i la seva resposta

Es pot observar a la *Figura 4* l'actuació d'un controlador P. Es tracta d'un exemple de control de nivell. D'aquesta manera es pot veure de manera visual com la resposta no arriba al punt de consigna, però es pot observar una resposta estable.

Controlador PI: aquest controlador té una acció proporcional i integrativa. Això provoca una millora en l'ajust de l'error, però causa oscil·lacions en la resposta. Aquest controlador inclou el terme del guany i del temps d'integració (τ_i)

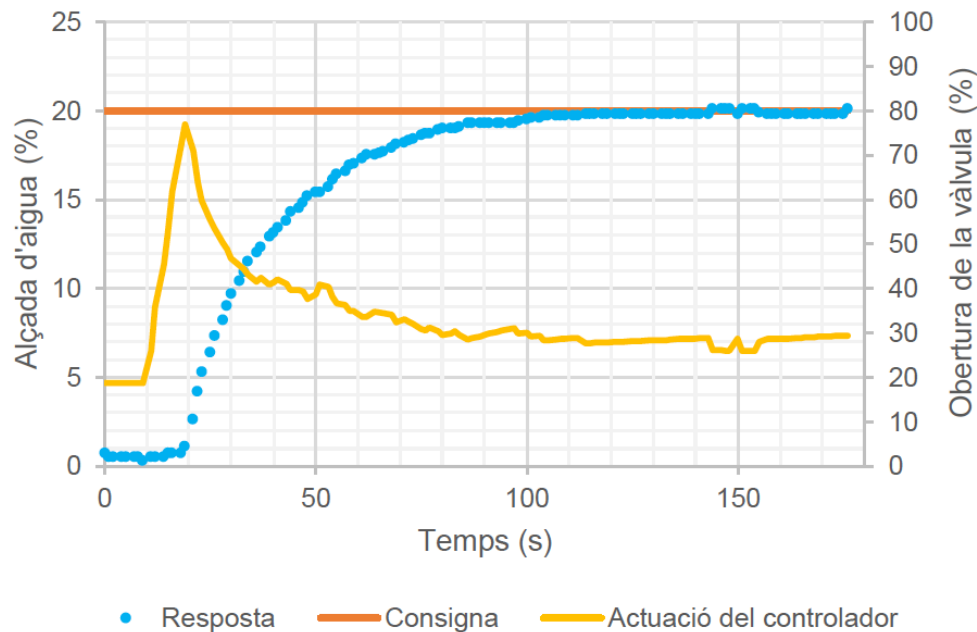


Figura 5. Representació gràfica de l'acció d'un controlador PI amb el punt de consigna i la seva resposta

Es pot observar a la *Figura 5* l'actuació d'un controlador PI. Es tracta d'un exemple de control de nivell on els eixos s'identifiquen com obertura de la vàlvula i alçada d'aigua respecte el temps. D'aquesta manera es pot veure de manera visual com la resposta arriba al punt de consigna, però triga més en arribar i no manté un valor constant.

Controlador PID: aquest és un tipus de controlador proporcional, integratiu i derivatiu. Això provoca un ajust de l'error integratiu, però fa variar la resposta en forma d'oscil·lacions i freqüències. Aquest controlador inclou el terme del guany, el temps d'integració i del temps de derivació (τ_d). Els termes esmentats són produïts pel mateix controlador en el seu disseny intern. El terme del guany representa la velocitat en la qual el controlador actua i realitza l'acció. És el terme més important del controlador pel fet que marca el temps de resposta. Els altres dos termes comporten una correcció en l'ajust de la resposta, però si el guany que té aquesta és molt petit, el controlador trigarà més temps a arribar a l'estat estacionari. Per això, interessa que el guany del controlador sigui el més alt possible, fet que provoca que el preu del controlador augmenti.

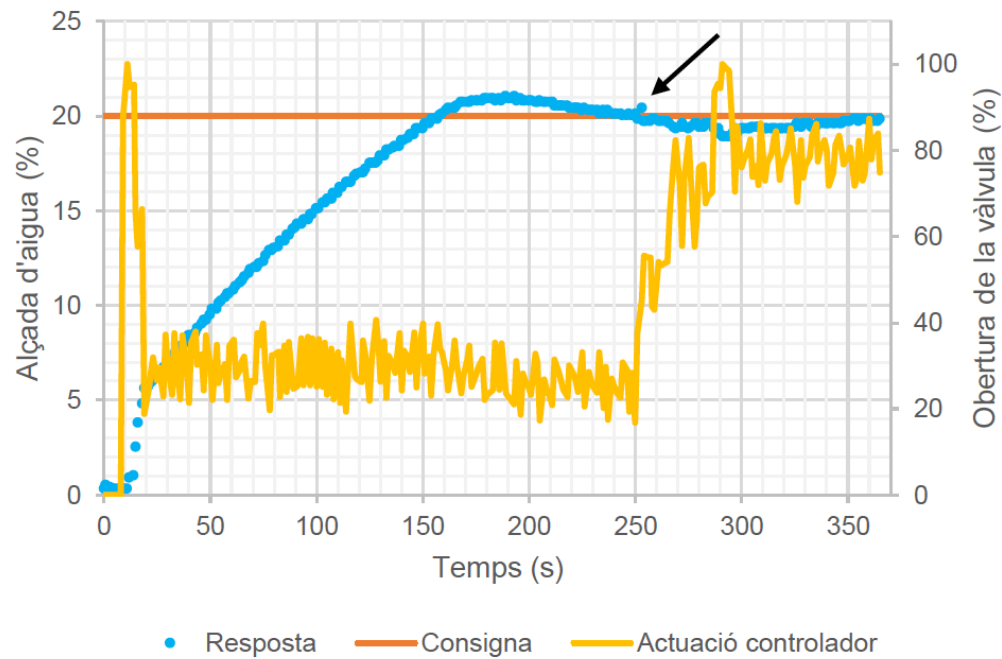


Figura 6. Representació gràfica de l'acció d'un controlador PID amb el punt de consigna i la seva resposta

Es pot observar a la Figura 6 l'actuació d'un controlador PID. Es tracta d'un exemple de control de nivell on els eixos s'identifiquen com obertura de la vàlvula i alçada d'aigua respecte el temps. D'aquesta manera es pot veure de manera visual com la resposta arriba al punt de consigna, però triga més en arribar al punt final que el controlador P i PID i no manté un valor constant. A més, sobrepassa el punt de consigna i per segons quin tipus de control això no és adient.

3.2 Nomenclatura i simbologia

La nomenclatura i simbologia emprada a la planta de producció EPOHARZ segueix l'estàndard ANSI/ISA S5.1. Tots els plànols s'han realitzats segons les abreviacions recollides en el mateix, de manera que qualsevol persona pugui interpretar els diagrames.

3.2.1 Identificació dels instruments

Els instruments presents als diagrames venen identificat amb lletres i números. Les lletres indiquen el tipus d'instrument i quina variable es controla i els números l'àrea a la que pertany.

A continuació es mostra un exemple a la *Figura 7*.



Figura 7. Exemple d'instrument

En aquest cas es mostra un exemple d'instrument a un control de nivell. LSH fa referència al control de nivell superior. Pel que fan les lletres TA es refereixen a l'element que controlen, en aquest cas és un tanc agitat. El número 1002 fa referència a l'àrea 1000 i al tanc agitat número 2.

3.2.2. Nomenclatura dels llaços de control

La identificació dels llaços de control es fa amb un codi seguit se guions. La primera part indica quina variable es controla en aquest llaç. La segona part indica el nom que identifica l'equip, l'àrea on es troba i el número d'equip. L'última part indica el número de llaç.

Taula 1. Identificació del tipus de control

Codi	Tipus control
L	Nivell
F	Cabal
T	Temperatura
P	Pressió

Exemple:

L-TA1002-1

L → Control de nivell

TA → Tanc agitat

1002 → Tanc agitat número 2 de l'àrea 1000

1 → Llaç de control número 1

3.2.3 Simbologia de les connexions de la instrumentació

En un llaç de control hi ha diferents tipus de connexions. Cada element rep o envia una senyal segons l'aplicació de la seva funció. Per representar-ho existeixen diferents tipus de línies amb diferents significats.

Taula 2. Simbologia de les connexions de la instrumentació

Representació de la senyal	Significat
	Connexió a procés
	Senyal pneumàtica
	Senyal elèctrica
	Senyal hidràulica

3.2.4 Simbologia de la instrumentació

La representació dels elements de control és una combinació entre la nomenclatura i un símbol que afegeix informació sobre la disposició de l'element a la plata i la seva accessibilitat per l'operador.

A continuació es mostra una taula amb la simbologia.

Taula 3. Significat dels símbols de la instrumentació

Símbol	Significat
	Instal·lat localment
	Darrere de la consola (No accessible)
	En taulell
	En taulell auxiliar
	Accessible per l'operador
	No accessible a l'operador normalment

3.3 Llistat dels llaços de control

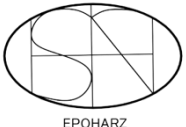
En aquest apartat es mostra el llistat de tots els llaços de control presents a la planta de producció d'EPOHARZ separats per àrees.

3.3.1 Llaços de l'Àrea 1000. Reacció d'acoblament

Taula 4. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1000

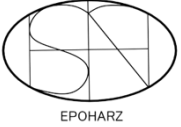
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 1/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1000	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc pulmó	L-TP1001-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	2,30 m
Tanc pulmó	P-TP1001-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc agitat	L-TA1001-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	0,9 m
Tanc agitat	L-TA1002-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,28 m
Tanc agitat	L-TA1003-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	2,69 m
Tanc agitat	P-TA1001-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar

Taula 5. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1000

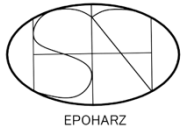
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 2/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY			ÀREA 1000		DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc agitat	P-TA1002-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc agitat	P-TA1003-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Reactor	T-RE1001-1	Temperatura	Cabal refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	55°C
Evaporador	T-EV1001-1	Temperatura	Cabal oli tèrmic	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora 3 vies	115°C
Evaporador	P-EV1001-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	Buit
Evaporador	F-EV1001-1	Cabal	Cabal d'entrada	Cabalímetre	Vàlvula reguladora de cabal	4014,76 kg/h
Bescanviador	T-BC1002-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	115°C
Bescanviador	T-BC1003-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	115°C
Bescanviador	T-BC1001-1	Temperatura	Cabal de vapor	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	25 °C
Reactor	P-RE1001-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Reactor	L-RE1001-1	Nivell	Cabal d'entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,15 m

3.3.2 Llaços de l'Àrea 1100. Reacció de deshidrocloració

Taula 6. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1100

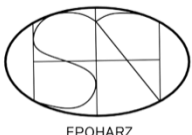
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 1/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1100	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc pulmó	L-TP1101-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	1,44 m
Tanc pulmó	L-TP1102-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	2,19 m
Tanc pulmó	P-TP1101-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc pulmó	P-TP1102-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc agitat	L-TA1101-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,38 m
Tanc agitat	P-TA1101-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Evaporador	T-EV1101-1	Temperatura	Cabal d'oli tèrmic	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora 3 vies	115°C
Evaporador	P-EV1101-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	Buit
Evaporador	F-EV1101-1	Cabal	Cabal d'entrada	Cabalímetre	Vàlvula reguladora cabal	4014,76 kg/h

Taula 7. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1100

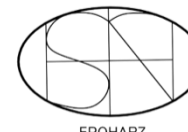
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 2/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY			ÀREA 1100		DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Bescanviador	T-BC1102-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	115 °C
Bescanviador	T-BC1101-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	115 °C
Reactor	T-RE1101-1	Temperatura	Cabal d'entrada del refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	80°C
Reactor	T-RE1102-1	Temperatura	Cabal d'entrada del refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula reguladora de cabal	80°C
Reactor	P-RE1101-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Reactor	P-RE1102-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Reactor	L-RE1101-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,85 m
Reactor	L-RE1102-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,85 m

3.3.3 Llaços de l'Àrea 1200. Tractament de residus/Recuperació de dissolvents

Taula 8. Llistat de llaços de control de l'àrea 1200

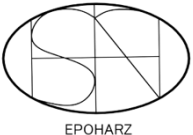
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 1/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1200	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc pulmó	L-TP1201-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	2,66 m
Tanc pulmó	L-TP1202-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	1,72 m
Tanc pulmó	L-TP1203-1	Nivell	Cabal entrada i sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	2,63 m
Tanc pulmó	P-TP1201-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc pulmó	P-TP1202-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Tanc pulmó	P-TP1203-1	Pressió	Entrada d'aire i nitrogen	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	1 bar
Bescanviador	T-BC1201-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula de bola ON/OFF	117 °C
Bescanviador	T-BC1202-1	Temperatura	Cabal de refrigerant	Sensor de temperatura	Vàlvula de bola ON/OFF	174,8 °C

Taula 9. Llistat de llaços de control de l'àrea 1200

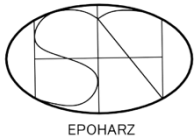
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 2/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1200	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Columna	T-CR1201-1	Temperatura	Cabal de vapor i condensats	Sensor de temperatura	Vàlvula de bola ON/OFF	120 °C
Columna	T-CR1201-2	Temperatura reboiler	Cabal de vapor i condensats	Sensor de temperatura	Vàlvula de bola ON/OFF	124,9 °C
Columna	F-CR1201-1	Cabal	Cabal d'entrada i sortida	Cabalímetre	Vàlvula reguladora de cabal	3,316 m3/h
Columna	L-CR1201-1	Nivell	Cabal d'entrada	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	6 m
Atomitzador	T-AT1201-1	Temperatura	Potència de la resistència	Sensor de temperatura	Resistència	550 °C
Osmosi inversa	F-OI1201-1	Cabal	Velocitat de la bomba	Cabalímetre	Vàlvula reguladora de cabal	2438,1 L/h
Osmosi inversa	P-OI1201-1	Pressió	Cabal d'entrada	Sensor de pressió	Vàlvula de bola ON/OFF	Entre 6 i 14 bar

3.3.4 Llaços de l'Àrea 1400. Producte acabat.

Taula 10. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1400

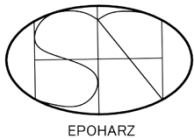
	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 1/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1400	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc emmagatzematge	L-TE-1401-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1402-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1403-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1404-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1405-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m

Taula 11. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1400

	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 2/2
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY				ÀREA 1400	DATA: 29/05/22
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc emmagatzematge	L-TE-1406-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,2 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1407-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	4,37 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1408-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	4,37 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1409-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	4,8 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1410-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	4,19 m

3.3.4 Llaços de l'Àrea 1600. Parc de tancs

Taula 12. Llistat dels llaços de control de l'àrea 1600

	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL					FULL 1/1
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY			ÀREA 1600	DATA: 29/05/22	
Equip	Llaç de control	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Consigna
Tanc emmagatzematge	L-TE-1601-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,79 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1602-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,79 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1603-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,79 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1604-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	6,30 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1605-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	6,30 m
Tanc emmagatzematge	L-TE-1606-1	Nivell	Cabal d'entrada i de sortida	Sensor de nivell	Vàlvula de bola ON/OFF	3,15 m

3.4 Diagrames dels llaços de control

En aquest apartat s'expliquen els diagrames dels llaços de control de la planta de producció de resina epoxy EPOHARZ.

En aquest capítol veurem com tots els llaços de control son de tipus feedback.

És important tenir presents els llaços de control perquè la seva absència podria provocar problemes de seguretat a la nostra planta, ja que comptem amb productes inflamables. A més també provocaria problemes amb la puresa del nostre producte final o es podrien espatllar els equips més importants del procés.

La nomenclatura emprada en els llaços de control es troba explicada a l'apartat 3.2.

3.4.1 Àrea 1000. Reacció d'acoblament

3.4.1.1 Control de nivell als tancs pulmó. Llaç L-TP1001-1

Els tancs pulmó del procés de fabricació de resina epoxy líquida necessiten un control de nivell per tal de no sobrepassar el nivell màxim del tanc i evitar vessaments. També es necessita un control del nivell mínim del tanc, ja que segons el moment es necessita que els tancs estiguin plens per poder bombejar les mescles als pertinents reactors o evaporadors. Disposem d'un sensor LSH per detectar l'alt nivell i un sensor LSL per detectar el nivell baix. A més disposem d'un sensor LT que informa del nivell actual del tanc.

Quan el nivell del tanc és màxim s'obre la vàlvula de sortida de cabal per tal de buidar-lo. Quan el nivell del tanc és mínim s'obre la vàlvula d'entrada del tanc. D'aquesta manera s'evita tenir el tanc massa ple o poc ple.

Nota: els tancs pulmó estan dimensionats un 20% i per tant, la consigna serà el nivell màxim d'aquest, que és un 20% de l'alçada del tanc.

A continuació es mostren les taules amb les característiques de cada llaç de control de nivell dels tancs pulmons amb les pertinents alçades de consigna.

En el tanc pulmó TP-1001 s'emmagatzema la mescla de BPA i BACH que surt del primer reactor del procés. Aquesta mescla s'emmagatzema durant uns minuts per després bombejar-se cap al primer reactor on es porta a terme la reacció de deshidrocloració.

Taula 13. Característiques del llaç L-TP1001-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó de BPA i BACH
Variable manipulada	Cabal d'entrada i cabal de sortida
Consigna	2,30 m

En el tanc pulmó TP-1101 s'emmagatzema d'MIBK que recuperem.

Taula 14. Característiques del llaç L-TP1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó del MIBK
Variable manipulada	Cabal d'entrada i de sortida
Consigna	1,44 m

En el tanc pulmó TP-1102 s'emmagatzema la resina epoxy que posteriorment es bombeja als tancs d'emmagatzematge i es guarda per poder vendre-la en tankers de 23T.

Taula 15. Característiques del llaç L-TP1102-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó de la resina epoxy
Variable manipulada	Cabal d'entrada i de sortida
Consigna	2,19 m

En el tanc pulmó TP-1201 s'emmagatzema l'epiclorhidrina que es recupera del procés mitjançant la columna de destil·lació, ja que és el reactiu que entra en excés.

Taula 16. Característiques del llaç L-TP1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó de la Epiclorhidrina recuperada
Variable manipulada	Cabal d'entrada i de sortida
Consigna	2,66 m

En el tanc pulmó TP-1202 s'emmagatzema l'aigua i el BTMAC. Aquesta mescla és un dels nostres residus i surt del primer reactor on es fa la reacció d'acoblament.

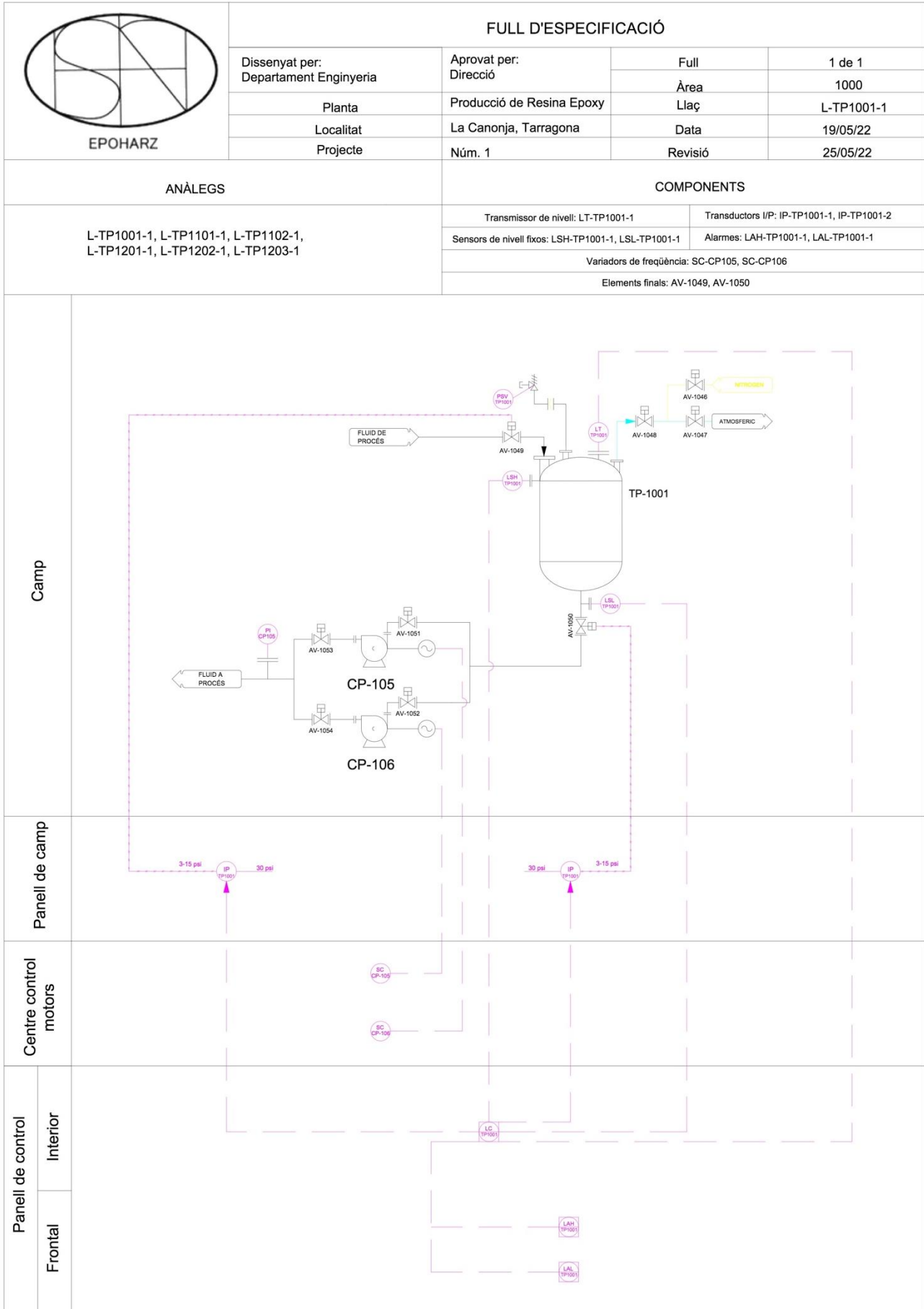
Taula 17. Característiques del llaç L-TP1202-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó d'aigua i BTMAC
Variable manipulada	Cabal d'entrada i de sortida
Consigna	1,72 m

En el tanc pulmó TP-1203 s'emmagatzema l'aigua i la sal que es bombejarà posteriorment cap a la zona de tractament.

Taula 18. Característiques del llaç L-TP1203-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc pulmó d'aigua i sal
Variable manipulada	Cabal d'entrada i de sortida
Consigna	2,63 m



3.4.1.2. Control de pressió als tancs pulmó. Llaç P-TP1001-1

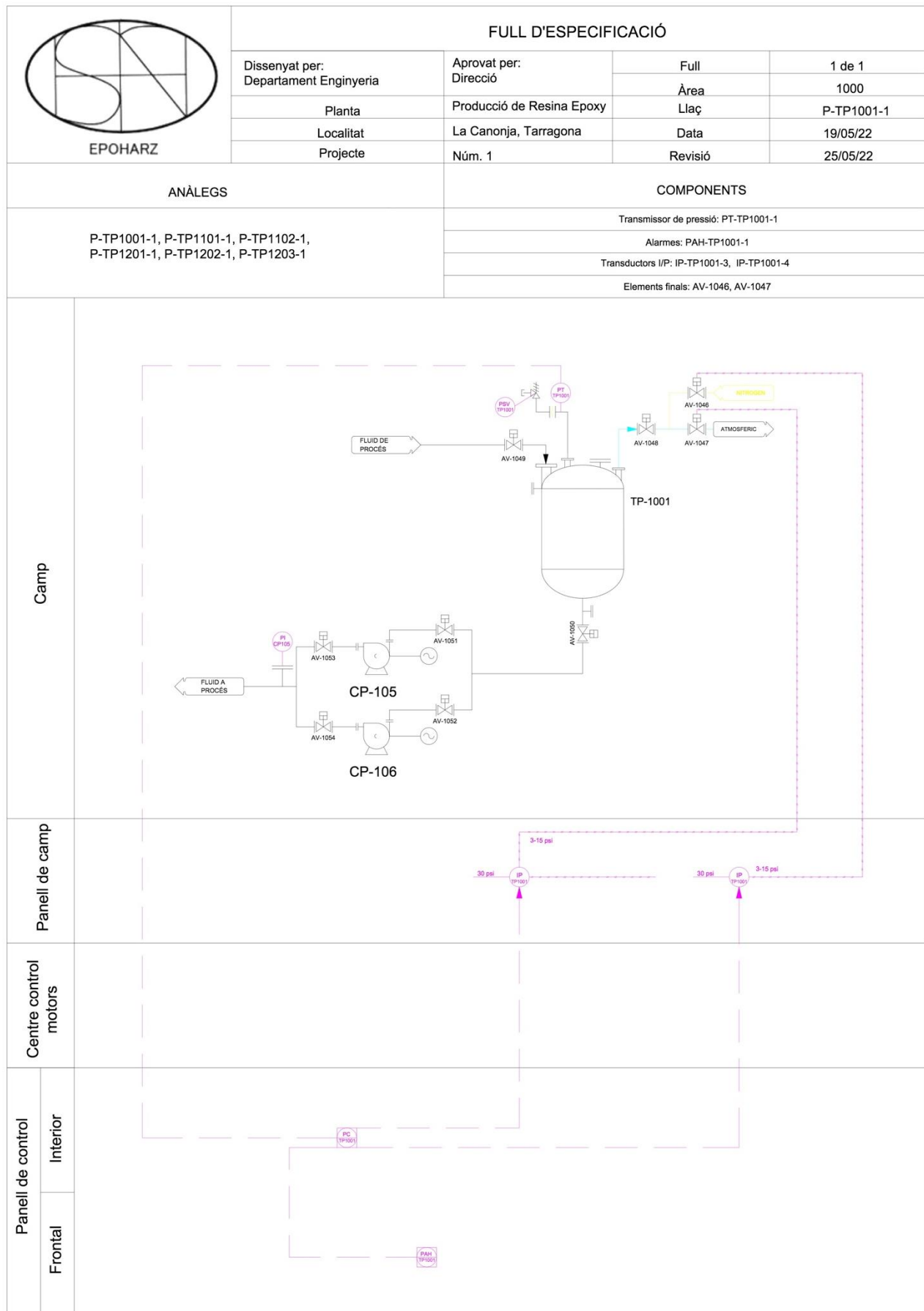
Els tancs pulmó del procés de fabricació de resina epoxy líquida necessiten un control de pressió, es troben a pressió atmosfèrica i no es desitja que aquesta augmenti. Disposem d'un sensor de pressió. El transmissor de pressió envia una senyal al controlador si la pressió és major o menor a la atmosfèrica.

En el cas de que la pressió augmenti, s'obre la vàlvula que obre pas a la pressió atmosfèrica per tal de que no segueixi augmentant, això passaria quan s'omple el tanc. En el cas de que la pressió disminueixi, s'obre la vàlvula de nitrogen per tal d'augmentar-la, això passaria cada cop que es buidés el tanc pulmó.

A continuació es mostra la taula amb les característiques dels llaços de control de pressió dels tancs pulmons. En aquest cas tots els tancs pulmons tenen com a consigna la pressió atmosfèrica.

Taula 19. Característiques dels llaços P-TP1001-1, P-TP1101-1, P-TP1102-1, P-TP1201-1, P-TP1202-1, P-TP1203

Característiques del llaç	
Variable controlada	Pressió del tanc pulmó
Variable manipulada	Cabal d'aire i de nitrogen
Consigna	Pressió atmosfèrica



3.4.1.3. Control de nivell als tancs agitats. Llaç LC-TA1002-1

Els tancs agitats del procés necessiten un control de nivell igual que els tancs pulmó. S'ha de controlar que el nivell no sobrepassi un màxim per tal d'evitar vessaments i també saber quan el tanc està per sota del nivell mínim i per tant no es pot continuar amb el procés fins que no s'ompli el tanc agitat corresponent.

Taula 20. Característiques del llaç L-TA1001-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de BTMAC + aigua
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	0,9 m

Taula 21. Característiques del llaç L-TA1002-1

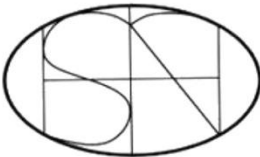
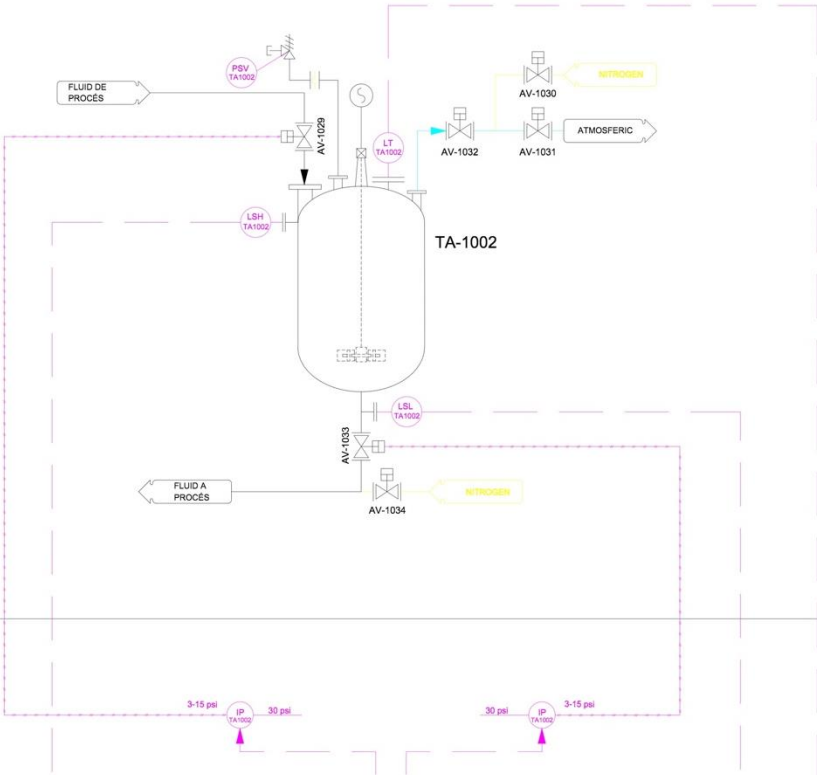
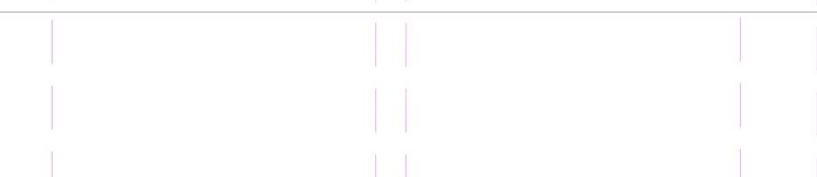
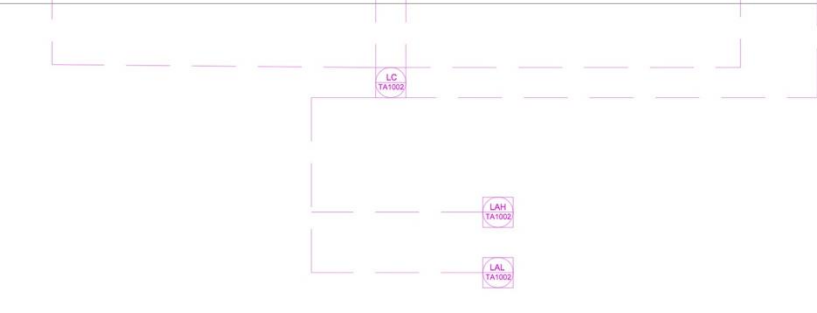
Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de la mescla del reactor
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,28 m

Taula 22. Característiques del llaç L-TA1003-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de ECH, DCP i H ₂ O
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	2,69 m

Taula 23. Característiques del llaç L-TA1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de BPA, BACH, H ₂ O, MIBK i BADGE
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,38 m

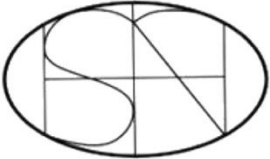
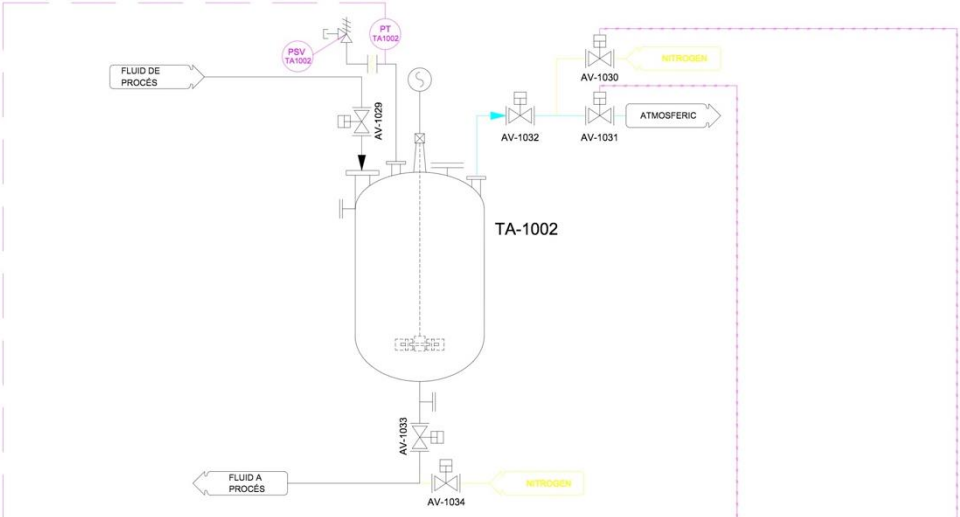
 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ			
		Dissenyat per: Departament Enginyeria	Aprovat per: Direcció	Full	1 de 1
				Àrea	1000
		Planta	Producció de Resina Epoxy	Llaç	L-TA1002-1
		Localitat	La Canonja, Tarragona	Data	19/05/22
Projecte	Núm. 1	Revisió	25/05/22		
ANÀLEGS		COMPONENTS			
L-TA1001-1, L-TA1002-1, L-TA1003-1, L-TA1101-1		Transmissor de nivell: LT-TA1002-1		Transductors I/P: IP-TA1002-1, IP-TA1002-2	
		Sensors de nivell fixos: LSH-TA1002-1, LSL-TA1002-1			
		Alarmes: LAH-TA1002-1, LAL-TA1002-1			
		Elements finals: AV-1029, AV-1033			
Camp					
Panell de camp					
Centre control motors					
Panell de control	Interior				
	Frontal				

3.4.1.4. Control de pressió als tancs agitats. Llaç P-TA1002-1

Els tancs agitats necessiten control de pressió per assegurar que quan es buiden i s'omplen la pressió segueix sent l'atmosfèrica, és a dir, 1 bar. Tenir sobrepressions o buit a un tanc que no està dissenyat per aquestes pressions pot ocasionar problemes de seguretat i és per això que es dissenya un llaç de control.

Taula 24. Característiques dels llaços P-TA1001-1, P-TA1002-1, P-TA1003-1, P-TA1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Pressió dels tancs agitats
Variable manipulada	Entrada de nitrogen i aire
Consigna	Pressió atmosfèrica

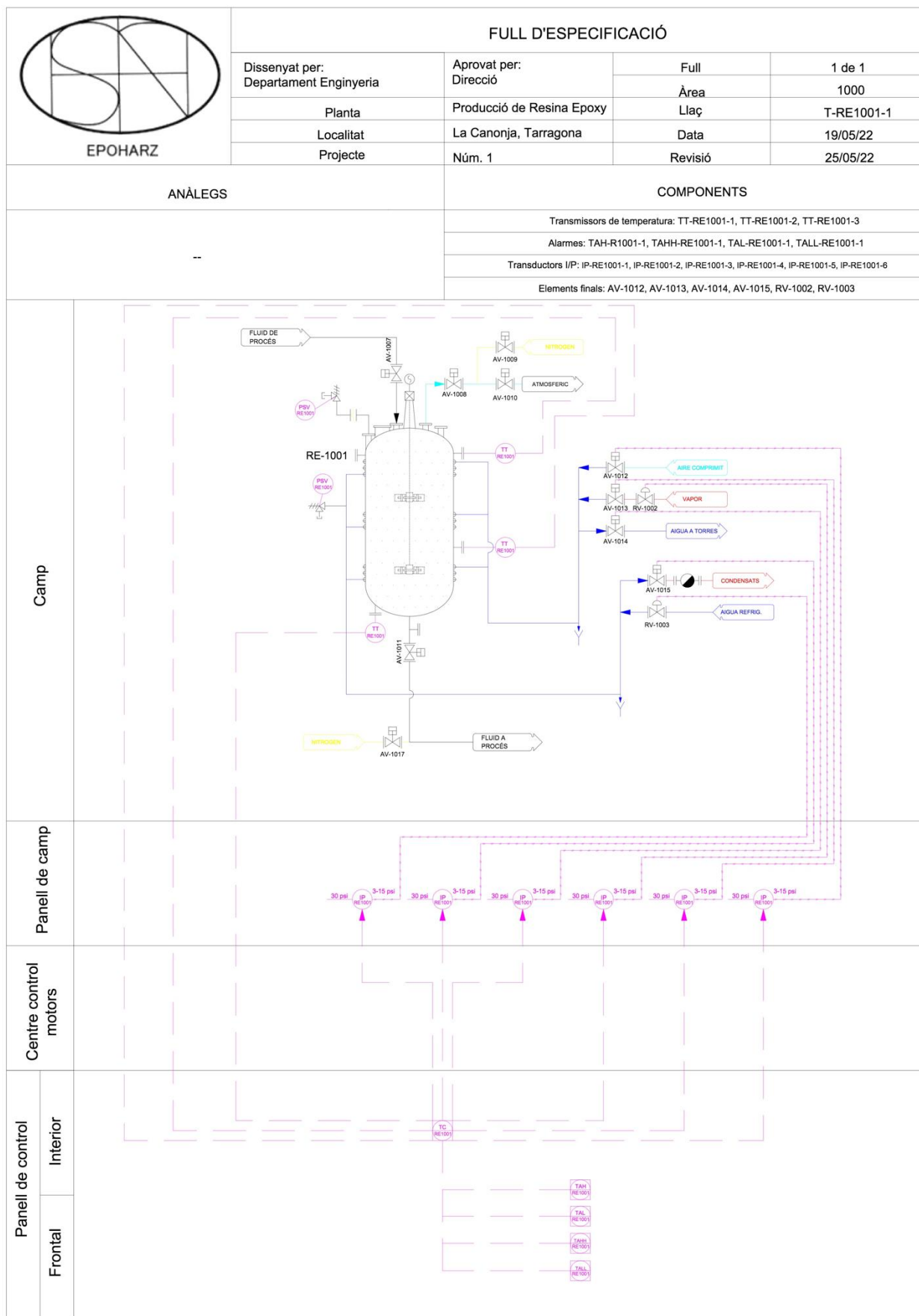
 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ			
		Dissenyat per: Departament Enginyeria	Aprovat per: Direcció	Full	1 de 1
		Planta	Producció de Resina Epoxy	Àrea	1000
		Localitat	La Canonja, Tarragona	Llaç	P-TA1002-1
		Projecte	Núm. 1	Data	19/05/22
				Revisió	25/05/22
ANÀLEGS		COMPONENTS			
P-TA1001-1, P-TA1002-1, P-TA1003-1, P-TA1101-1		Transmissor de pressió: PT-TA1002-1			
		Alarmes: PAH-TA1002-1			
		Transductors I/P: IP-TA1002-3, IP-TA1002-4			
		Elements finals: AV-1030, AV-10331			
Camp					
Panel de camp					
Centre control motors					
Panel de control	Interior				
	Frontal				

3.4.1.5 Control de temperatura al reactor. Llaç T-RE1001-1

El primer reactor del procés de producció de la planta d'EPOHARZ ha d'estar a 55°C i és per això que disposa d'una refrigeració exterior. Per tal d'assegurar que la temperatura es manté constant s'ha dissenyat un llaç de control.

Taula 25. Característiques del llaç T-RE1001-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura del reactor
Variable manipulada	Cabal de refrigeració
Consigna	55°C

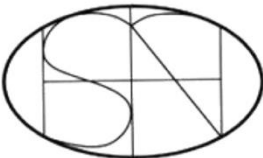
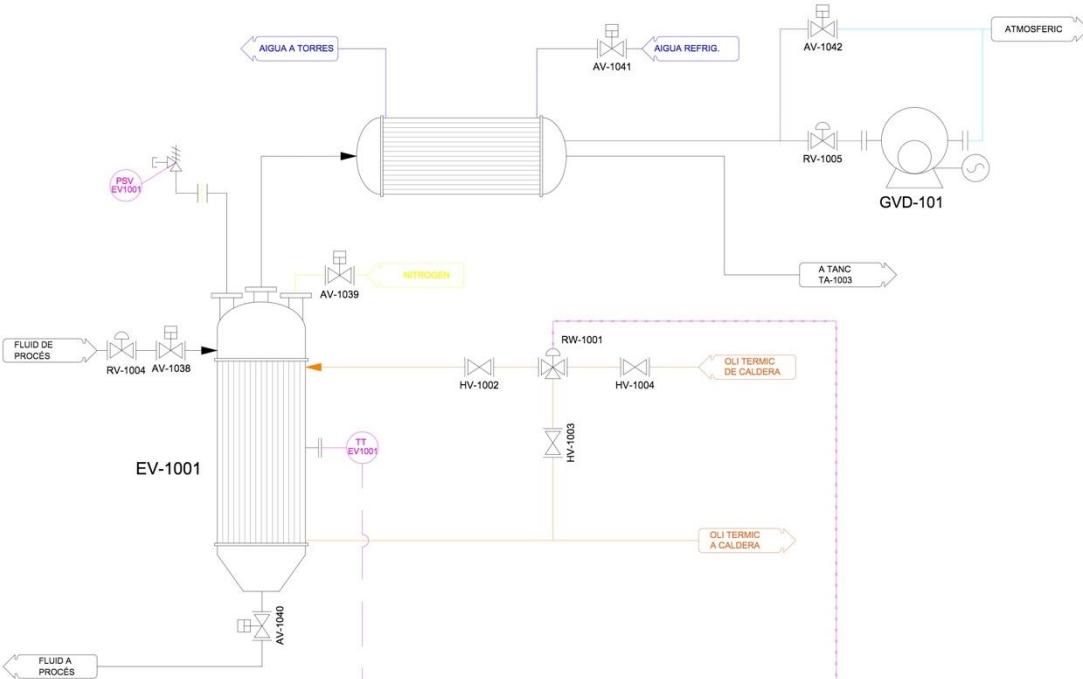
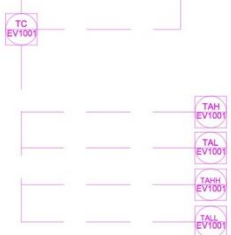


3.4.1.6 Control de temperatura a l'evaporador. Llaç T-EV1001-1

Els evaporadors del procés de producció de la resina epoxy de la planta EPOHARZ necessiten un control de temperatura per tal d'assegurar el seu correcte funcionament, ja que necessitem un producte pur i el procés compta amb diversos evaporadors que garanteixen un bon producte acabat.

Taula 26. Característiques dels llaços T-EV1001-1 i T-EV1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura dels evaporadors
Variable manipulada	Cabal d'entrada d'oli tèrmic
Consigna	115°C

 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ					
		Dissenyat per: Departament Enginyeria		Aprovat per: Direcció		Full	1 de 1
						Àrea	1000
		Planta		Producció de Resina Epoxy		Llaç	T-EV1001-1
		Localitat		La Canonja, Tarragona		Data	19/05/22
Projecte		Núm. 1		Revisió	25/05/22		
ANÀLEGS				COMPONENTS			
T-EV1101-1				Transmissors de temperatura: TT-EV1001-1			
				Alarmes: TAH-EV1001-1, TAAH-EV1001-1, TAL-EV1001-1, TALL-EV1001-1			
				Transductors I/P: IP-EV1001-1			
				Elements finals: RW-1001			
Camp							
Panel·l de camp							
Centre control motors							
Panel·l de control	Interior						
	Frontal						

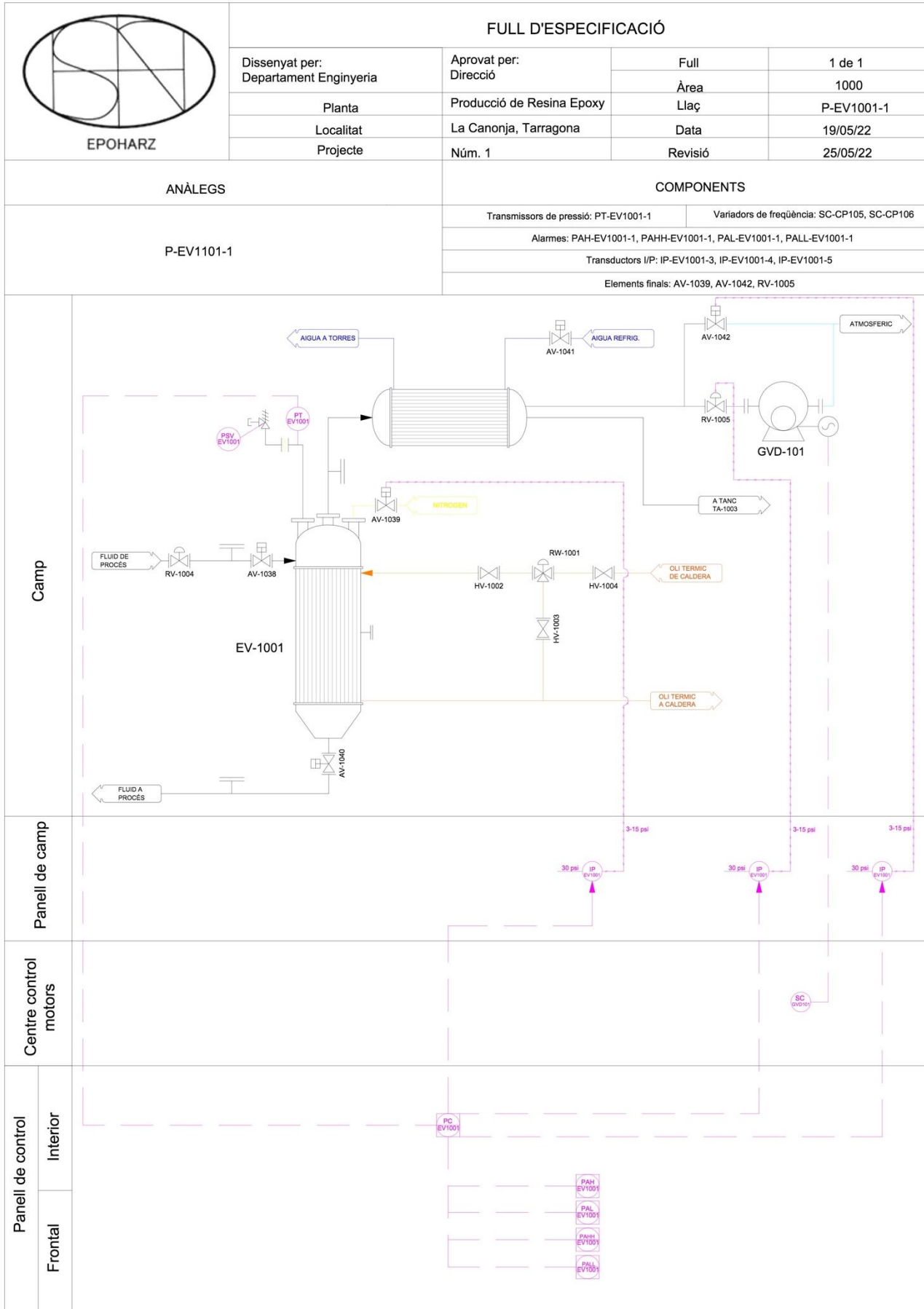
3.4.1.7 Control de pressió a l'evaporador. Llaç P-EV1001-1

La pressió també és un indicador important quan es parla d'evaporadors i és un element que cal controlar als evaporadors de la planta de producció d'EPOHARZ.

Disposem d'un control de pressió en el qual es detecta la pressió al tanc i si no està al buit s'obre una vàlvula que dóna pas al nitrogen per tal d'augmentar la pressió.

Taula 27. Característiques dels llaços P-EV1001-1 i P-EV1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Pressió dels evaporadors
Variable manipulada	Cabal de nitrogen
Consigna	Pressió al buit



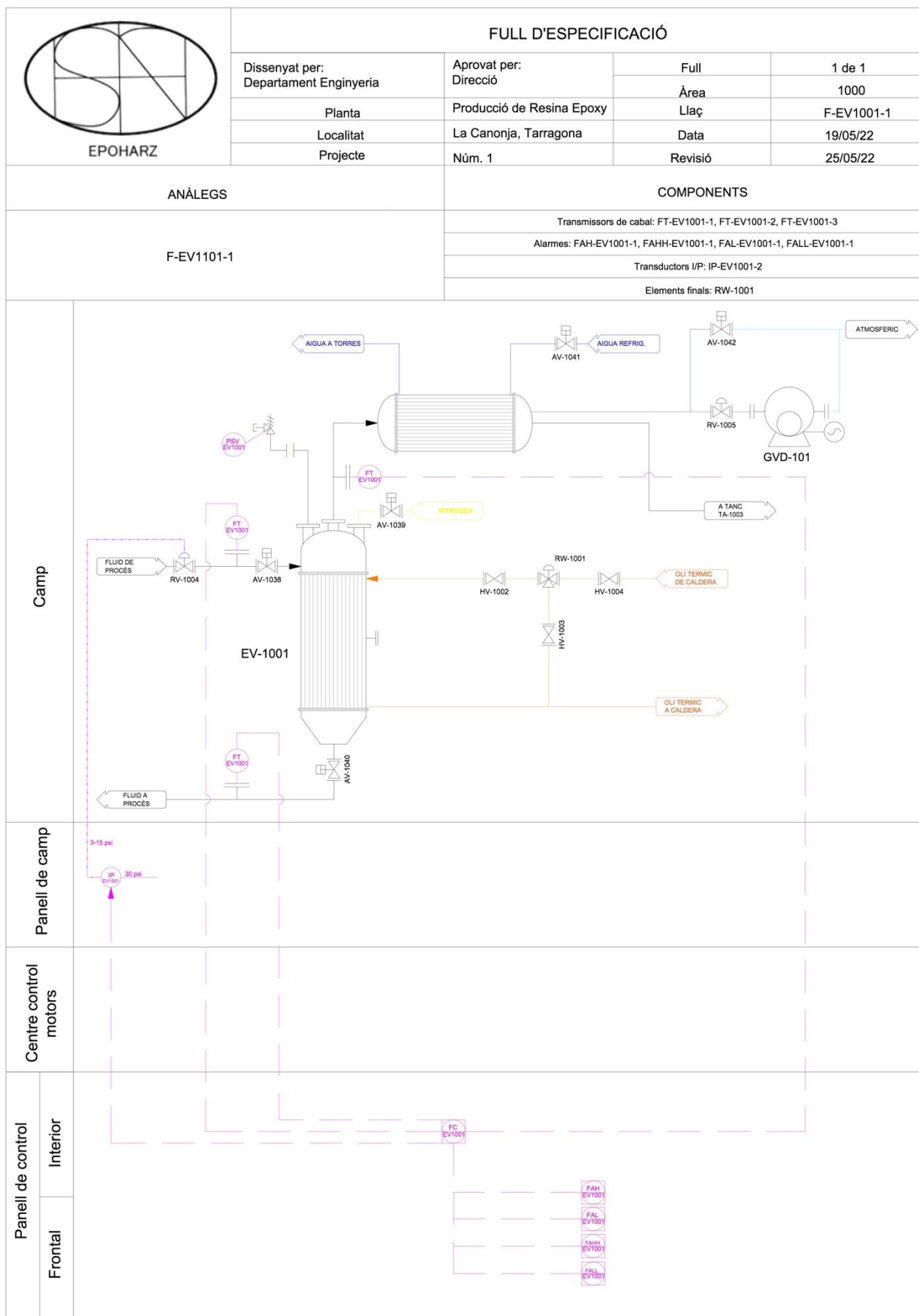
3.4.1.8 Control de cabal als evaporadors. Llaç F-EV1001-1

Per tal d'assegurar que el procés funciona correctament, cal portar un control del cabal als evaporadors de manera que ens assegurí que l'evaporació està funcionant de la manera més òptima.

Si el cabal d'entrada és superior al de consigna, automàticament es tancarà una mica la vàlvula d'entrada al evaporador. Si és inferior, la vàlvula s'obrirà més.

Taula 28. Característiques dels llaços F-EV1001-1 i F-EV1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Cabal dels evaporadors
Variable manipulada	Cabal d'entrada al evaporador
Consigna	4014,76 kg/h



3.4.1.9 Control de la temperatura als bescanviadors. Llaç T-BC1002-1

Un equip important a la planta de producció d'EPOHARZ consisteix en els bescanviadors. Els bescanviadors ens asseguruen que la temperatura dels corrents corresponents és la desitjada i per aquest motiu s'ha de portar un control del cabal de l'aigua de refrigeració que veurem a continuació. En aquests bescanviadors es controla la temperatura d'entrada del fluid per tal d'assegurar que l'aigua de refrigeració estarà a la temperatura adient per refredar-ho. En cas de no ser així, s'augmentaria el cabal de d'aquest corrent. Es disposa de dues sondes més de temperatura per assegurar que la temperatura de l'aigua de refrigeració és adequada i que l'aigua que va a torres també ho és.

Taula 29. Característiques dels llaços T-BC1002-1, T-BC1003-1 i T-BC1102-1

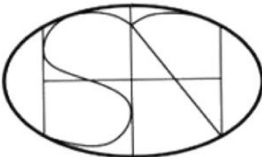
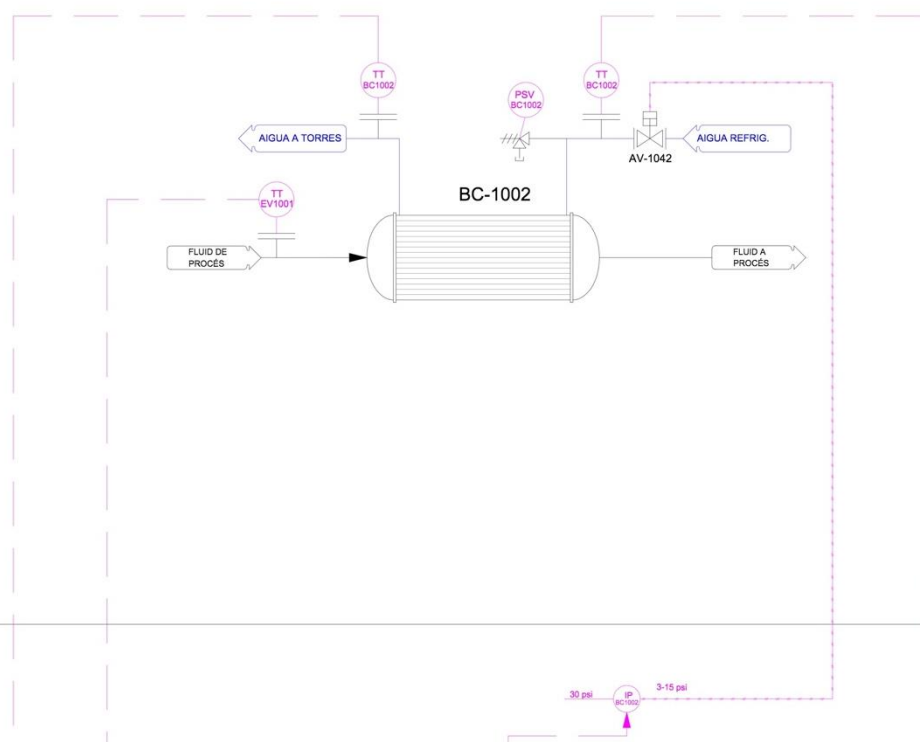
Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura d'entrada del fluid
Variable manipulada	Cabal de l'aigua de refrigeració
Consigna	115 °C

Taula 30. Característiques del llaç T-BC1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura d'entrada del fluid
Variable manipulada	Cabal de l'aigua de refrigeració
Consigna	117°C

Taula 31. Característiques del llaç T-BC1202-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura d'entrada del fluid
Variable manipulada	Cabal de l'aigua de refrigeració
Consigna	174,8 °C

 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ					
		Dissenyat per: Departament Enginyeria		Aprovat per: Direcció		Full	1 de 1
						Àrea	1000
		Planta		Producció de Resina Epoxy		Llaç	T-BC1002-1
		Localitat		La Canonja, Tarragona		Data	19/05/22
Projecte		Núm. 1		Revisió	25/05/22		
ANÀLEGS				COMPONENTS			
T-BC1003-1, T-BC1102-1, T-BC1201-1, T-BC1202-1				Transmissors de temperatura: TT-BC1002-1, TT-BC1002-2, TT-EV1001-1			
				Alarmes: TAH-BC1002-1			
				Transductors I/P: IP-BC1002-1			
				Elements finals: AV-1042			
Camp							
Panell de camp							
Centre control motors							
Panell de control	Interior						
	Frontal						

3.4.1.10 Control de temperatura al bescanviador. Llaç T-BC1001-1

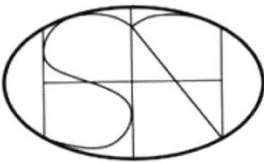
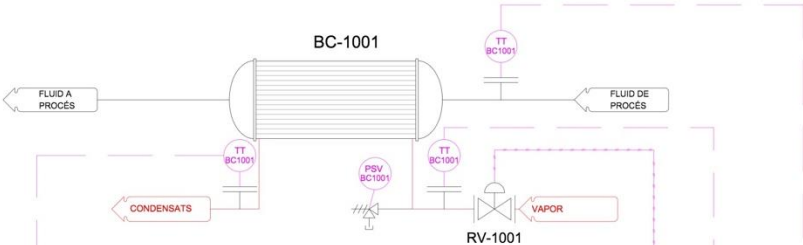
Per tal d'aconseguir una temperatura òptima als corrents del procés de producció de la planta d'EPOHARZ cal controlar el cabal d'evaporador del bescanviador.

En aquest cas, el bescanviador BC-1001 té la funció d'escalfar l'epiclorhidrina a la temperatura de reacció del reactor RE-1001.

En aquest llaç de control es regula el cabal d'entrada al bescanviador per tal d'assegurar un escalfament òptim de l'epiclorhidrina. Es disposa de dues sondes de temperatura com a seguretat.

Taula 32. Característiques del llaç de control T-BC1001-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura d'entrada del fluid
Variable manipulada	Cabal de vapor
Consigna	25°C

 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ			
		Dissenyat per: Departament Enginyeria	Aprovat per: Direcció	Full	1 de 1
				Àrea	1000
		Planta	Producció de Resina Epoxy	Llaç	T-BC1001-1
		Localitat	La Canonja, Tarragona	Data	19/05/22
Projecte		Núm. 1	Revisió	25/05/22	
ANÀLEGS		COMPONENTS			
--		Transmissors de temperatura: TT-BC1001-1, TT-BC1001-2, TT-BC1001-3			
		Alarmes: TAH-BC1001-1			
		Transductors I/P: IP-BC1001-1			
		Elements finals: RV-1001			
Camp					
Panell de camp					
Centre control motors					
Panell de control	Interior				
	Frontal				

3.4.2 Àrea 1100. Reacció de deshidrocloració

Nota: els reactors estan dimensionats un 30% i per tant, la consigna serà el nivell màxim d'aquest, que és un 30% de l'alçada del reactor.

3.4.2.1 Control del chiller al bescanviador. Llaç T-BC1101-1

El bescanviador BC-1101 condensa el fluid que surt del evaporador i per aquest motiu és necessari que la temperatura es mantingui constant.

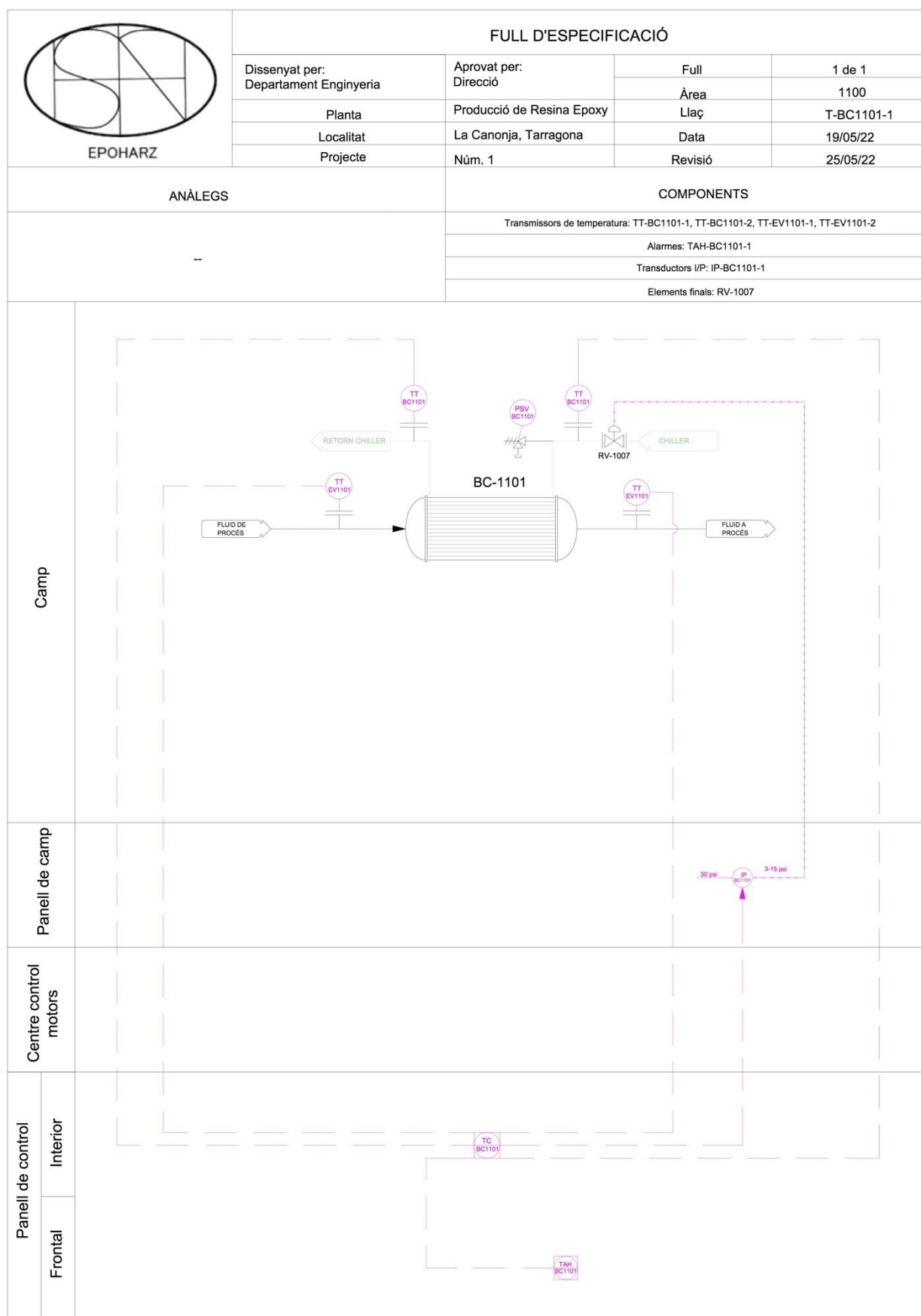
L'objectiu d'aquest bescanviador és refredar el MIBK extret a l'evaporador EV-1101 per a la seva recuperació.

Per aconseguir-ho es necessita aigua i etilenglicol i com s'ha de refredar fins els 25°C cal un chiller.

Es disposa de diverses sondes de temperatura a part de la sonda que controla la temperatura del fluid d'entrada. D'aquesta manera ens assegurem de que totes les temperatures dels fluids són correctes.

Taula 33. Característiques del llaç T-BC1101-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura del fluid d'entrada
Variable manipulada	Cabal del chiller
Consigna	115°C



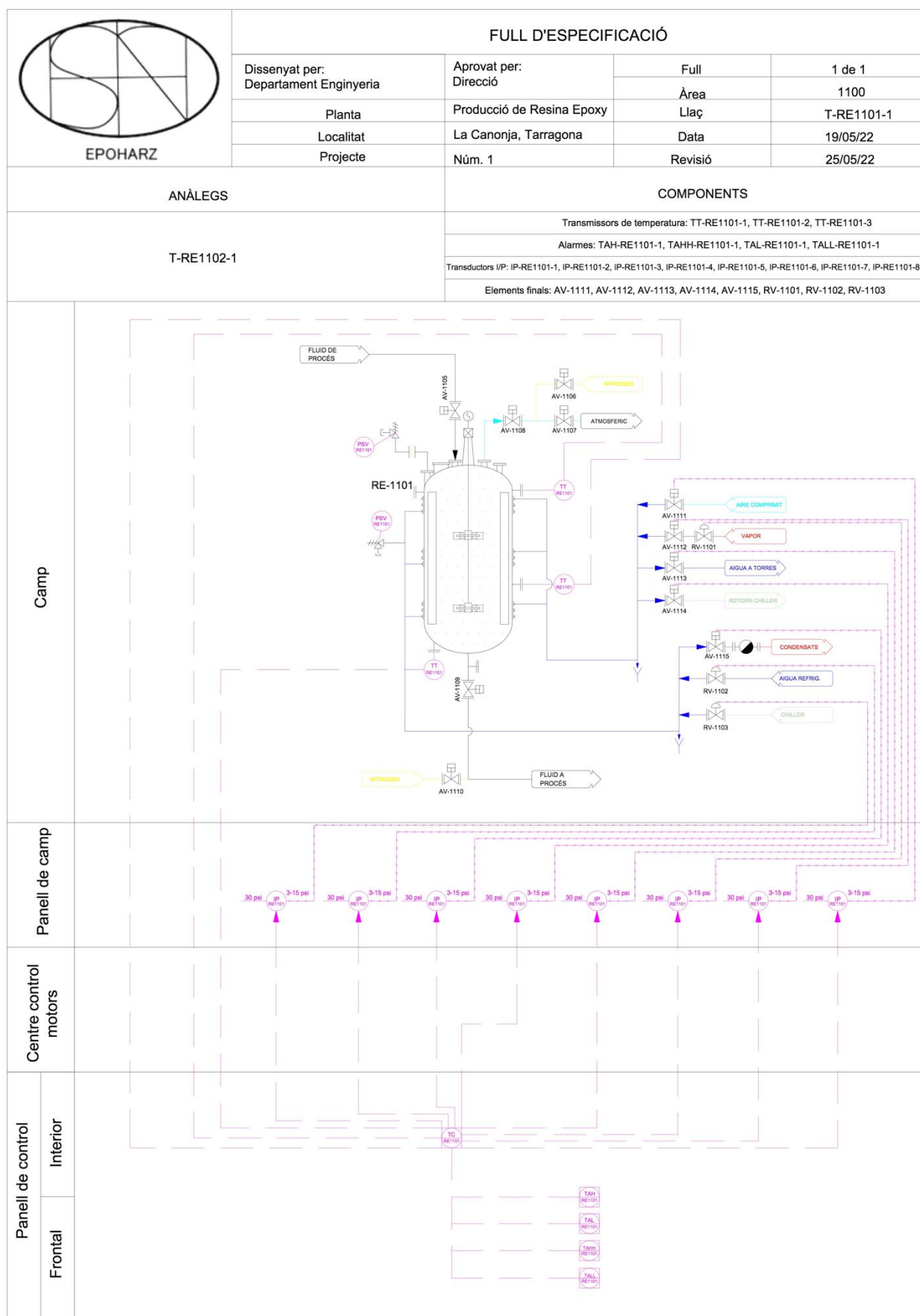
3.4.2.2 Control de temperatura als reactors. Llaç T-RE1101-1

Els reactors de l'àrea de la reacció de deshidrocloració han de portar a terme la mescla a 80°C i per tal de fer-ho s'ha dissenyat un control de temperatura amb aquest valor com a consigna. Aquests reactors necessiten refrigeració per tal de que la temperatura no sobrepassi aquest valor.

En cas de que pugi la temperatura als reactor, s'augmentaria el cabal de refrigeració per tal d'arribar al valor de consigna.

Taula 34. Característiques dels llaços T-RE1101-1 i T-RE1102-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura dels reactors
Variable manipulada	Cabal d'entrada del refrigerant
Consigna	80°C

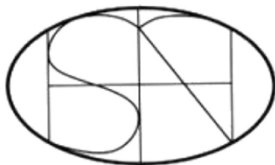
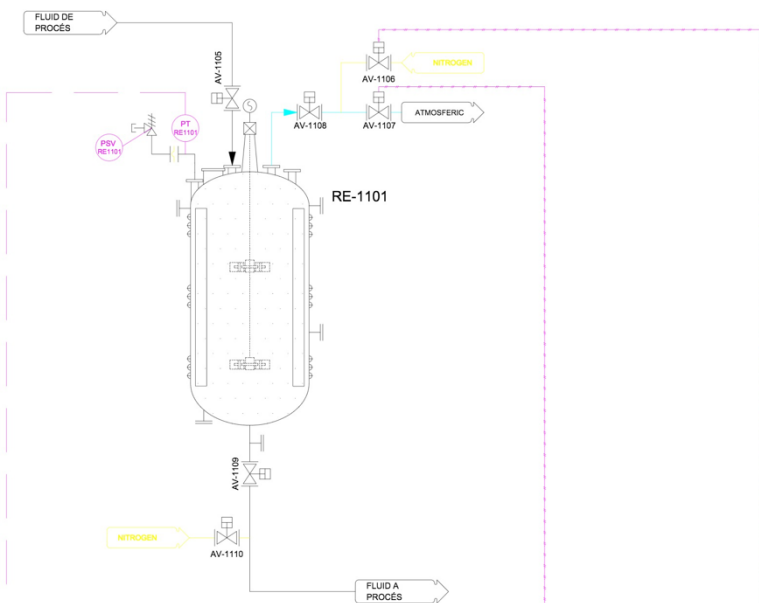


3.4.2.3 Control de pressió als reactors. Llaç P-R1101-1

Els reactors que porten a terme la reacció de deshidrocloració s'han de mantenir a pressió atmosfèrica i per assegurar-ho s'ha dissenyat un control de pressió amb una vàlvula que deixa fluir el nitrogen i una altra que deixa pas al ventdeig exterior.

Taula 35. Característiques dels llaços P-R1101-1, P-R1001-1, P-R1102-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Pressió dels reactors
Variable manipulada	Cabal de nitrogen i aire
Consigna	Pressió atmosfèrica

 EPOHARZ		FULL D'ESPECIFICACIÓ					
		Dissenyat per: Departament Enginyeria		Aprovat per: Direcció		Full	1 de 1
						Àrea	1100
		Planta		Producció de Resina Epoxy		Llaç	P-RE1101-1
		Localitat		La Canonja, Tarragona		Data	19/05/22
Projecte		Núm. 1		Revisió	25/05/22		
ANÀLEGS				COMPONENTS			
P-RE1001-1, P-RE1102-1				Transmissors de pressió: PT-RE1101-1			
				Alarmes: PAH-RE1101-1			
				Transductors I/P: IP-RE1101-9, IP-RE1101-10			
				Elements finals: AV-1106, AV-1107			
Camp							
							
Panel de camp							
Centre control motors							
Panel de control	Interior						
	Frontal						

3.4.2.4 Control de nivell als reactors. Llaç L-RE1101-1

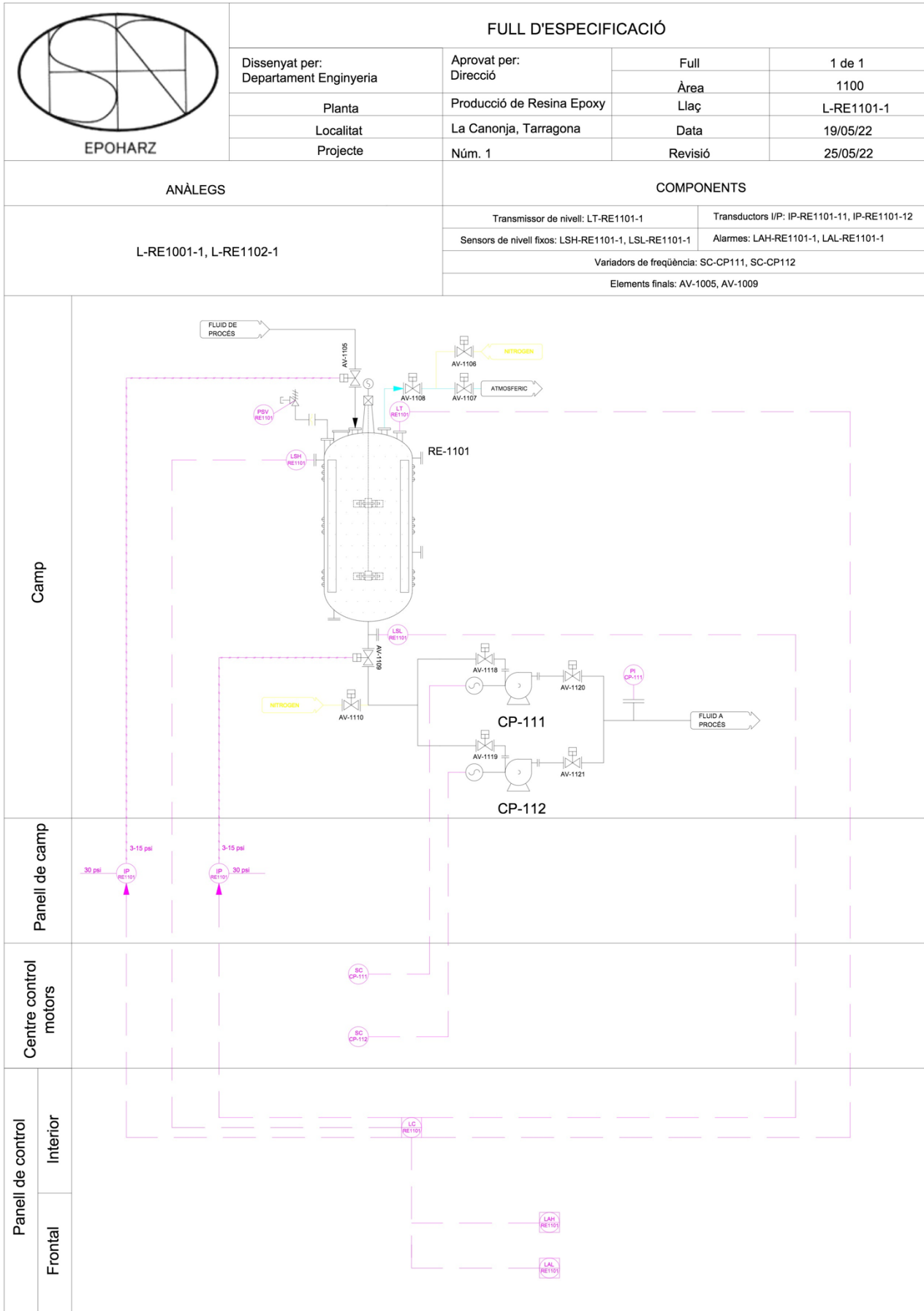
Els reactors també necessiten un control de nivell per evitar que sobrepassi el límit superior i hi hagi vessaments. Si es supera el límit superior, es tanca la vàlvula d'entrada de cabal. També en el moment que ha acabar la reacció s'obre la vàlvula que deixa passar la mescla cap al evaporador corresponent.

Taula 36. Característiques dels llaços L-RE1101-1 i L-RE1102-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell dels reactors
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,85 m

Taula 37. Característiques del llaç L-RE1001-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell dels reactors
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,15 m



3.4.3 Àrea 1200. Tractament de residus/Recuperació de dissolvents

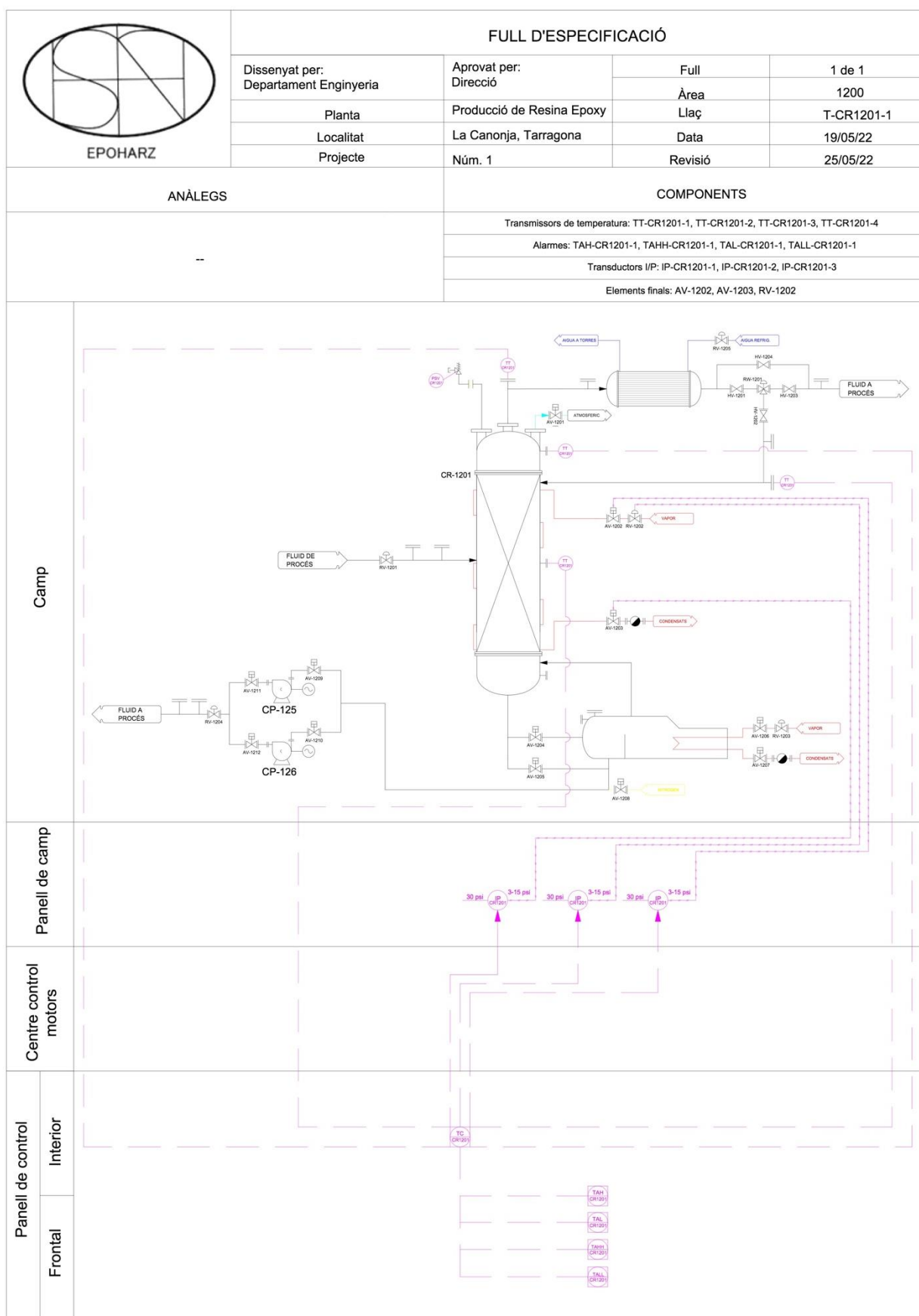
3.4.3.1 Control de temperatura a la columna. Llaç T-CR1201-1

El procés de producció de la resina epoxy compta amb una columna de rectificació que separa l'epiclorhidrina de la resta de reactius amb l'objectiu de recircular-la cap a l'entrada del reactor on es porta a terme la reacció d'acoblament, ja que l'epiclorhidrina és el reactiu en excés.

Aquesta columna ha de tenir un control de temperatura per assegurar un correcte funcionament i una bona separació dels components.

Taula 38. Característiques del llaç T-CR1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura de la columna
Variable manipulada	Cabal de vapor i condensats
Consigna	120 °C



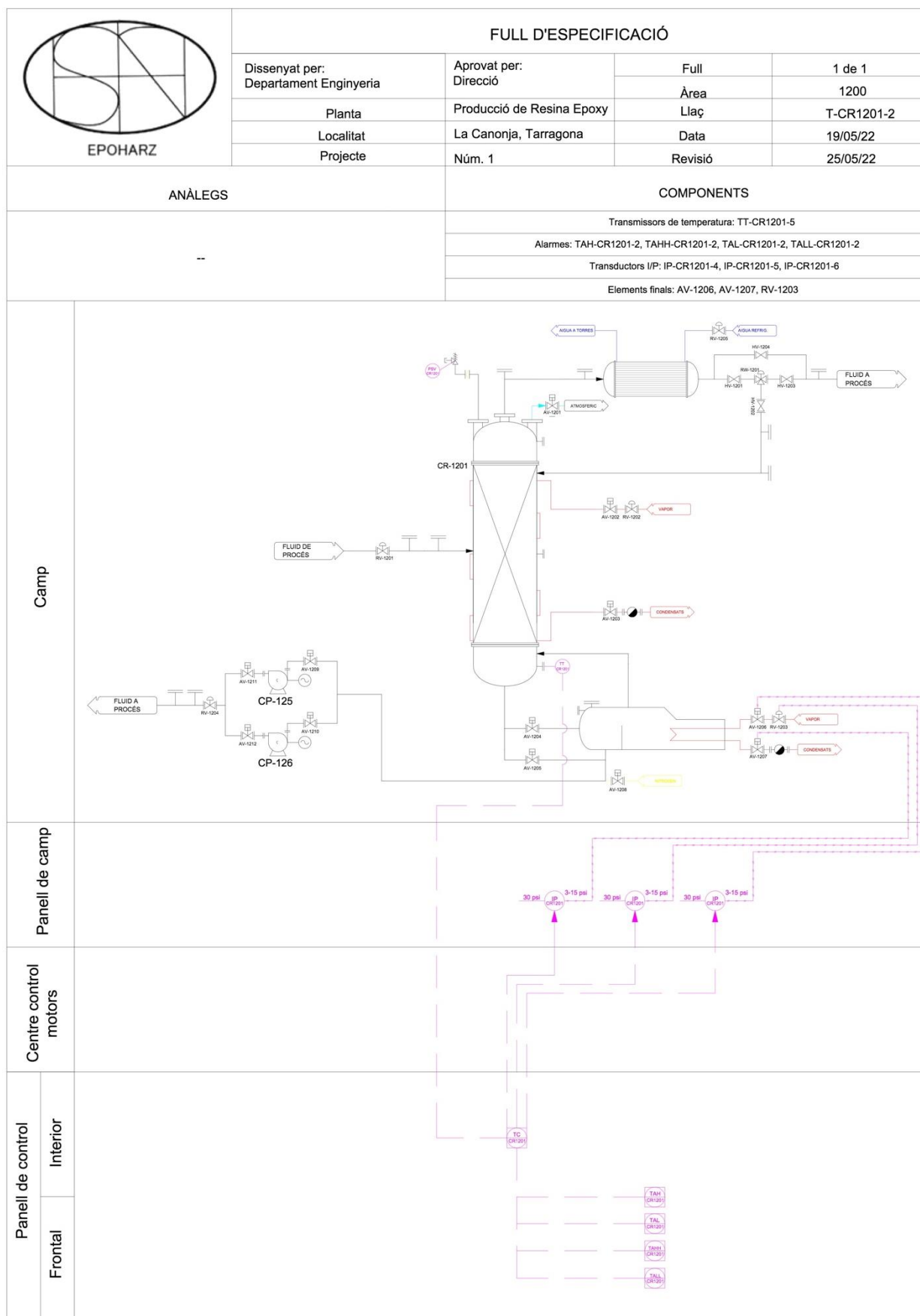
3.4.3.2 Control de temperatura al reboiler la columna. Llaç T-CR1201-2

El reboiler de la columna de rectificació també ha de tenir un control de temperatura per acabar d'assegurar un bon funcionament i una bona separació dels components i aconseguir una epiclorhidrina el més pura possible.

Es controla la temperatura a la que treballa el reboiler i es fixa a 124,9°C. En cas de que la temperatura disminueixi, s'augmenta el cabal de vapor i a l'invers.

Taula 39. Característiques del llaç T-CR1201-2

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura del reboiler de la columna
Variable manipulada	Cabal de vapor i condensats del reboiler
Consigna	124,9 °C

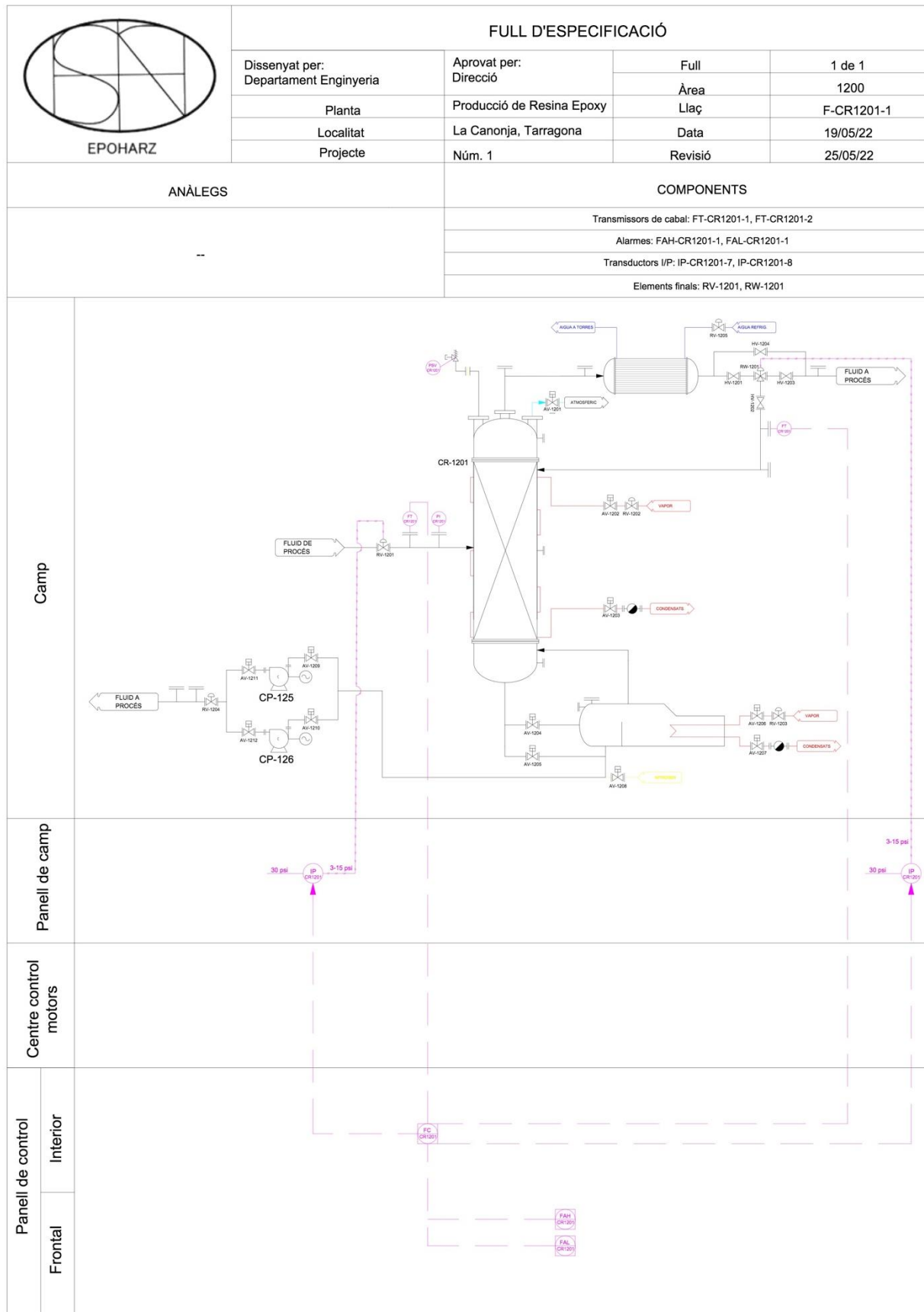


3.4.3.3 Control de cabal a la columna. Llaç F-CR1201-1

La columna de rectificació que separa l'epiclorhidrina de la resta de components necessita un llaç de control per tal de mantenir el cabal desitjat.

Taula 40. Característiques del llaç F-CR1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Cabal de la columna
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,316 m ³ /h

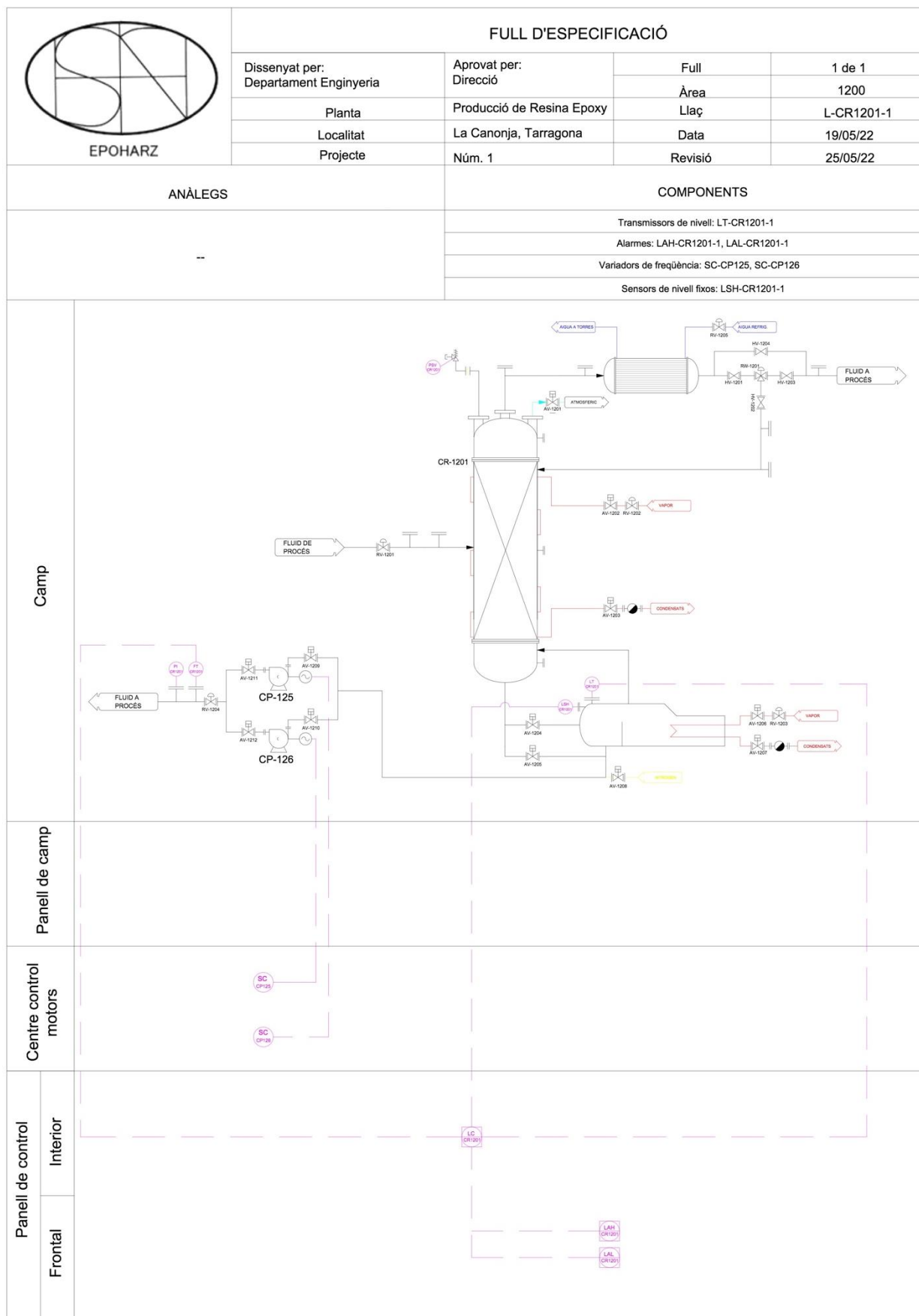


3.4.3.4 Control de nivell a la columna. Llaç L-CR1201-1

L'últim control que necessita la columna de rectificació que aconsegueix separar l'epiclorhidrina per tal de recircular-la és un control de nivell per tal d'evitar vessaments o evitar que no es porti a terme un correcte funcionament de la mateixa.

Taula 41. Característiques del llaç L-CR1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell de la columna
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida a la columna
Consigna	6 m

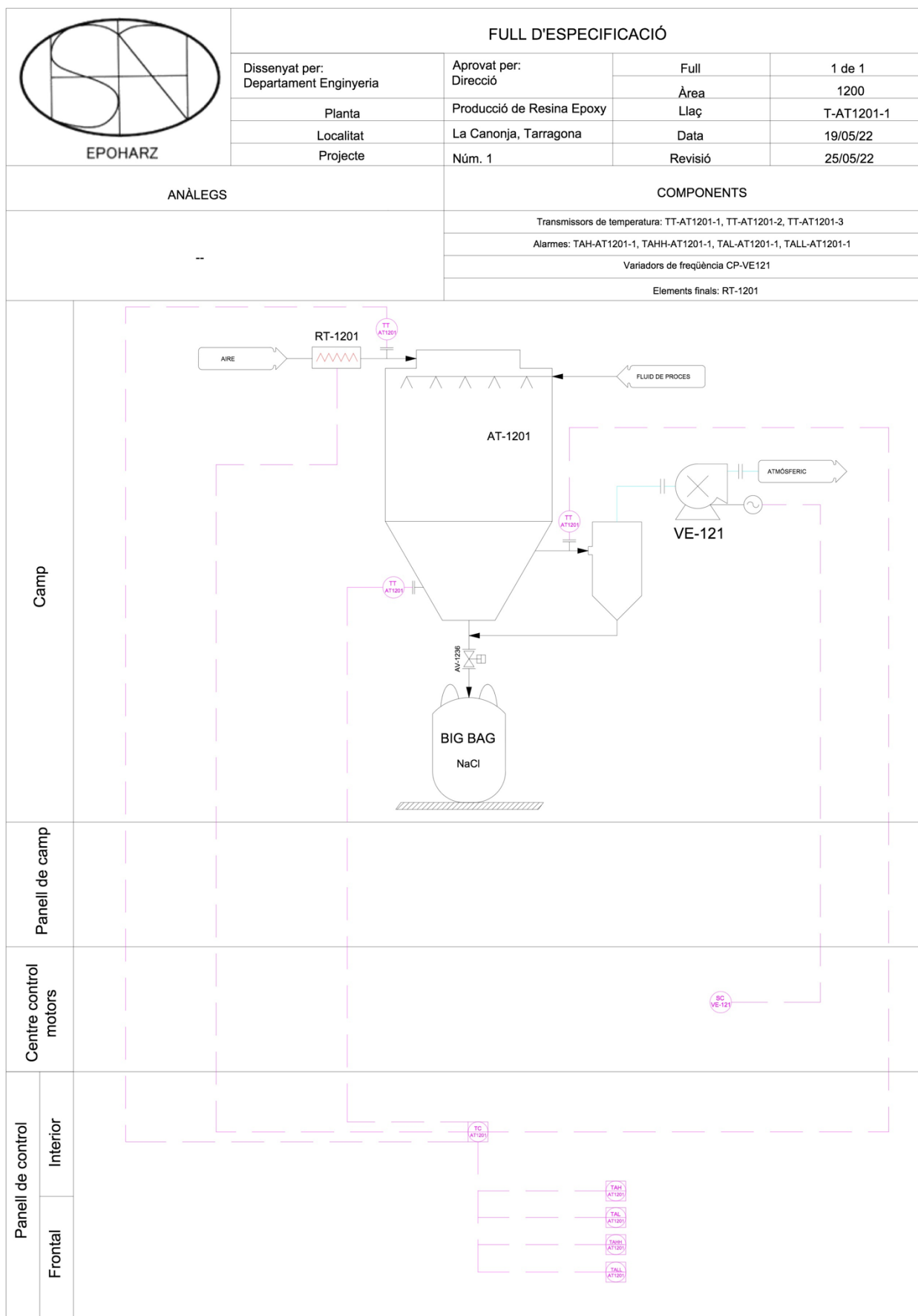


3.4.3.5 Control de temperatura a l'atomitzador. Llaç T-AT1201-1

Disposem d'un spray dryer que asseca la salmorra per tal d'obtenir una sal sòlida. Aquest equip necessita un control de temperatura per tal de portar a terme la seva funció amb èxit. És per això que disposem d'un llaç de control on un sensor detecta la temperatura a la que s'està portant a terme l'assecatge i segons com estigui envia una senyal per tal de que la resistència elèctrica augmenti o disminueixi la temperatura.

Taula 42. Característiques del llaç T-AT1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Temperatura del spray dryer
Variable manipulada	Potència de la resistència
Consigna	550°C

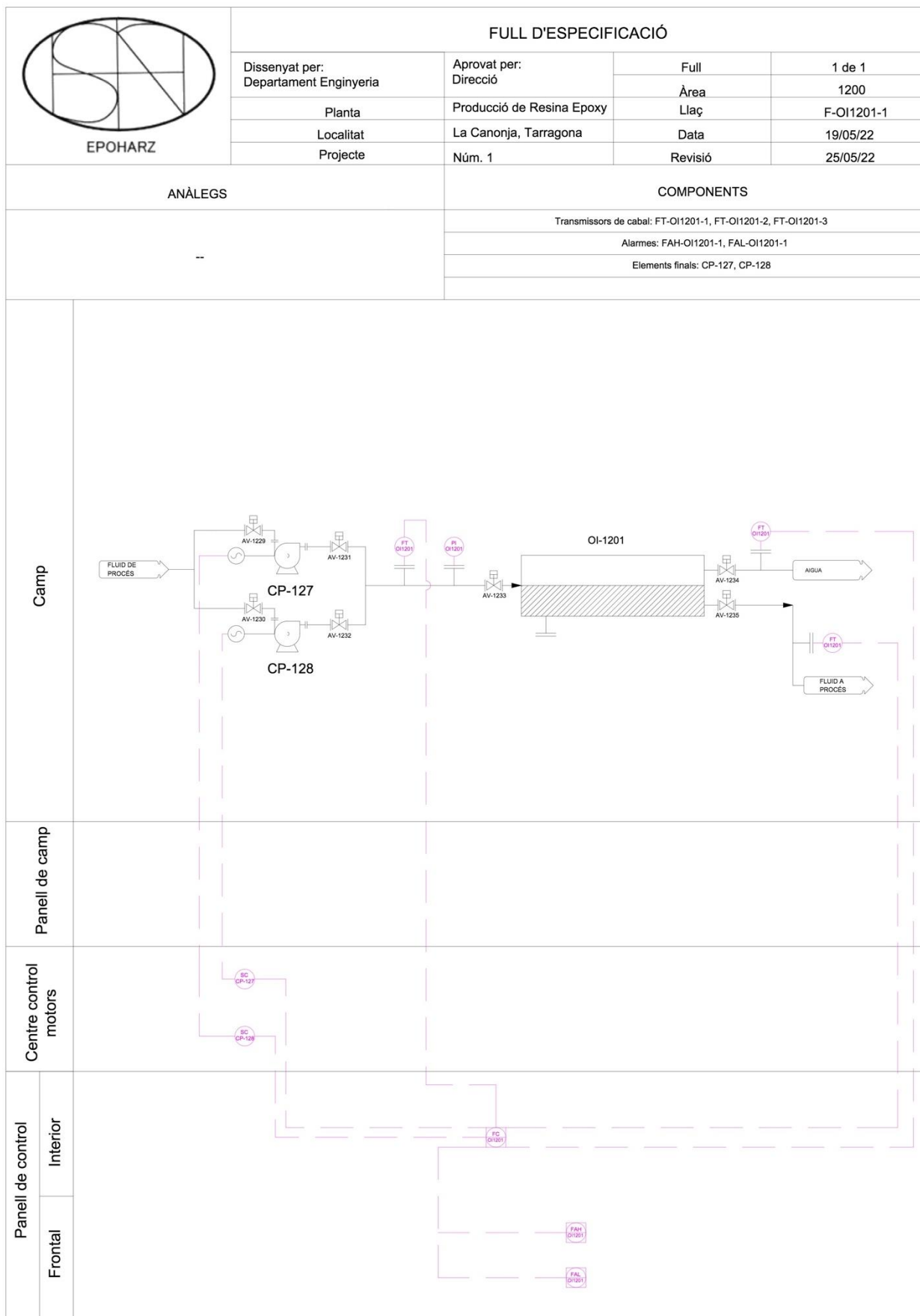


3.4.3.6 Control de cabal a l'osmosi inversa. Llaç F-OI1201-1

La planta de producció d'EPOHARZ disposa d'un sistema d'osmosi inversa per tal de concentrar el corrent que porta clorur de sodi i tenir un cabal més petit per assecar al spray dryer. Aquesta osmosi necessita un control de cabal per assegurar de que aquest és constant. Disposem d'un variador de freqüència que fa que la bomba vagi més ràpid o més lenta.

Taula 43. Característiques del llaç F-OI1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Cabal d'entrada a l'osmosi inversa
Variable manipulada	Velocitat de la bomba
Consigna	2438,1 L/h

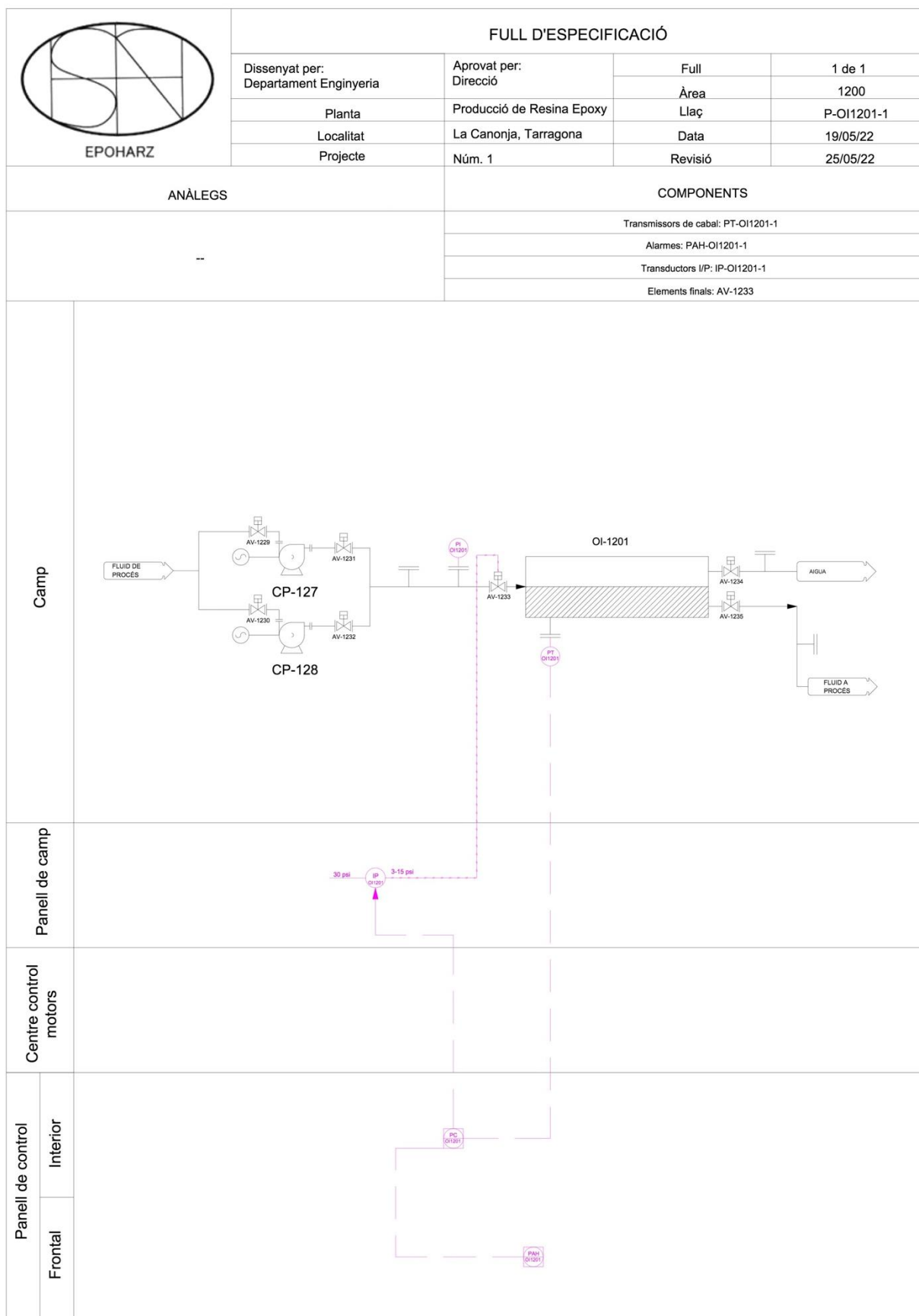


3.4.3.7 Control de pressió a l'osmosi inversa. Llaç P-OI1201-1

La osmosi necessita un control de pressió per saber en quin moment se satura el filtre. Quan això passa es fa sonar una alarma i es tanca la vàlvula que fa passar el cabal de salmorra per evitar que la pressió augmenti més i es disposa a canviar-se el filtre d'osmosi.

Taula 44. Característiques del llaç P-OI1201-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Pressió aplicada al filtre
Variable manipulada	Cabal de pas
Consigna	Pressió atmosfèrica



3.4.4 Àrea 1600. Parc de tancs

3.4.4.1 Control de nivell als tancs d'emmagatzematge. Llaç L-TE-1606-1

Els tancs d'emmagatzematge de la planta de producció d'EPOHARZ necessiten un control de nivell per assegurar de que no ens quedem sense matèria prima i que tampoc es produeixen vessaments.

Taula 45. Característiques dels llaços L-TE-1601-1, L-TE-1602-1 i L-TE-1603-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,79 m

Taula 46. Característiques dels llaços L-TE-1604-1 i L-TE-1605-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	6,30 m

Taula 47. Característiques dels llaços L-TE-1606-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de NaOH
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,15 m

Taula 48. Característiques del llaç L-TE-1409-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc d'ECH recuperada
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida

Consigna	4,8 m
----------	-------

Taula 49. Característiques del llaç L-TE-1410-1

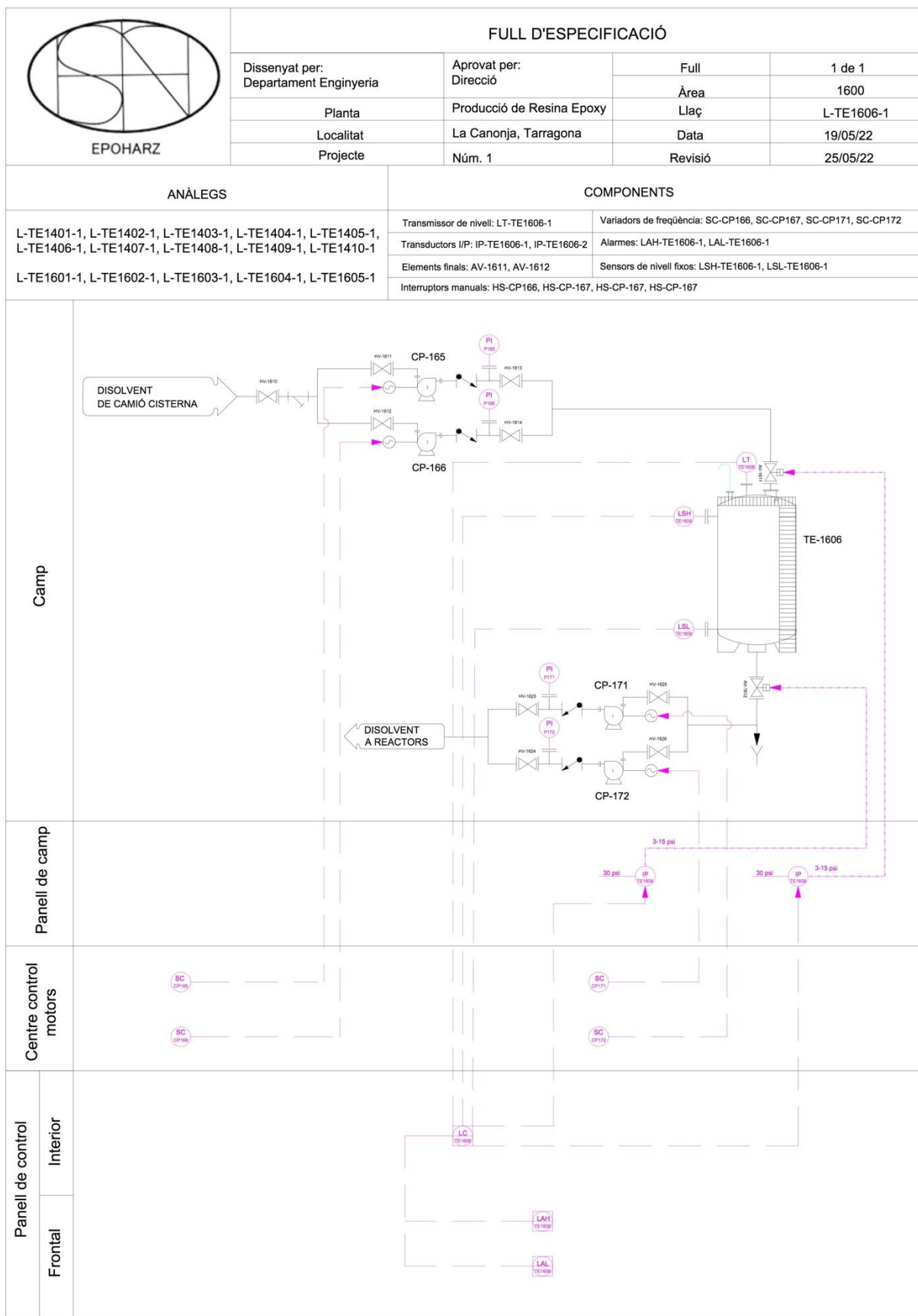
Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell del tanc de DCP
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	4,19 m

Taula 50. Característiques del llaç L-TE-1407-1 i L-TE-1408-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell dels tancs de MIBK recuperat
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	4,37 m

Taula 51. Característiques dels llaços L-TE-1401-1, L-TE-1402-1, L-TE-1403-1, L-TE-1404-1, L-TE-1405-1 i L-TE-1406-1

Característiques del llaç	
Variable controlada	Nivell dels tancs de resina epoxi
Variable manipulada	Cabal d'entrada i sortida
Consigna	3,2 m



3.5 Instrumentació emprada

En aquest apartat s'explica la instrumentació emprada i els objectius de temperatura, pressió, nivell i cabal de manera genèrica.

3.5.1 Temperatura

Per qualsevol indústria que desenvolupi una activitat és imprescindible conèixer a quina temperatura s'està portant a terme el procés i les diferents reaccions. Aquesta variable és una de les més importants en qualsevol sector i té un gran impacte en el resultat durant el procés. És important tant per la seguretat com per la qualitat del producte final.

El disseny de la planta Epoharz treballa en un rang de temperatures d'operació entre la temperatura ambient (la qual és variable al llarg de l'any, però es suposa 25°C) i la temperatura de procés que voltarà els 80 - 90°C. També s'ha de mencionar que la temperatura de serveis és igual d'important, ja que amb aquests valors es proporciona l'energia per escalfar totes les línies del procés a l'hora de dur a terme les operacions. També contem amb evaporadors i columnes que arriben a temperatures més elevades. Però en definitiva la temperatura dels reactors és de 55 i 80°C.

Totes aquestes dades seran recollides pels sensors tèrmics de la planta, els quals han estat considerats com a un tipus anomenat termoresistències. S'ha escollit tan sols un tipus perquè el rang d'operació no es gaire ample pels salts tèrmics i volums de treball que existeixen en la indústria química.

Termoresistències: Es caracteritzen per emprar el principi físic de la resistència elèctrica en rebre una radiació calorífica. Aquesta, indica un augment o decadència de la resistència al pas de l'electricitat provocant així un canvi en la recepció del corrent elèctric. Aquest senyal és recollit per l'aparell i transmet la informació de la temperatura que ha fet que aquesta resistència variï. Aquestes termoresistències tenen un rang d'operació molt alt, tenint salts tèrmics superiors als 600 graus. A la planta d'Epoharz no és necessari adquirir aquests salts tan grans, per tant es fixarà en un rang d'operació entre el -20°C i 200°C.

3.5.2 Cabal

L'altra magnitud principal dins les indústries químiques és el cabal. Aquest paràmetre no és considerat el més important a Epoharz, ja que es tracta d'un procés en discontinu i, per tant, en el cas dels reactors aquesta no seria una variable a controlar, però si ho és en el cas dels evaporadors que sí que treballen en continu.

3.5.3 Pressió

La pressió d'operació també és una variable fonamental que s'ha de controlar tant per aconseguir una bona seguretat a la planta com per obtenir un producte final amb les condicions òptimes.

La pressió comporta moltes despeses i a vegades suposa un problema a les indústries químiques. En el cas d'Epoharz s'ha de tenir en compte la pressió sobretot per quan es treballa al buit, ja que el fet de no controlar la pressió suposaria un mal funcionament dels equips. Les canonades també són punts crítics pel que fa la pressió i els reactors també han d'estar a la pressió adequada, així com la columna i els evaporadors.

S'ha fet distinció entre les sondes de pressió dintre dels equips per activar llaços de control i els serveis dels manòmetres en punts específics del circuit del procés per determinar si totes les operacions es duen a terme de forma correcta. En el primer cas es transforma tot aquest moviment mecànic en un senyal elèctric, el qual es transporta fins al controlador o element secundari. També existeixen mecanismes com els transmissors de pressió, els quals, s'uneixen al sensor i provoquen que la captació del canvi mecànic actuï en ells, així mateix, provocant l'impuls elèctric cap al controlador.

3.5.4 Nivell

El nivell no és una variable clau en el procés però també s'ha de tenir en compte, sobretot en el cas dels tancs d'emmagatzematge per tenir un control més de l'stock disponible de les matèries primeres emprades. Aquesta variable només està disponible en els llocs on hi ha registres de canvis d'alçada i seran tots enllaçats amb el control.

Per aquests motius tots els mesuradors de nivell han estat considerats sondes. Aquests mesuradors destaquen per la seva utilitat en alguns equips, com ara els tancs d'emmagatzematge i reactors. Cal mencionar també que tots aquests sistemes de nivell incorporaran una alarma, tant en el nivell inferior (quan el tanc estigui buit) com en el superior (quan el tanc estigui ple).

3.6 Sensors situats a la planta

En aquest apartat s'expliquen quins sensors s'han escollit per portar a terme el control del procés de la planta EPOHARZ. També s'han afegit les seves fulles d'especificacions.

3.6.1 Sensors de nivell

Tots els tancs pulmó, tancs agitats i tancs d'emmagatzematge disposen de control de nivell. A més de tots els reactors i la columna de rectificació.

Per de controlar aquesta variable es disposa de sensors de nivell.

S'ha escollit el sensor LMT100 del proveïdor IFM. Aquest sensor aguanta temperatures de -40 a 100 °C i per aquest motiu és apte per tots els equips que necessiten control de nivell. A més aquest sensor suporta la pressió al buit i fins als 40 bars.

3.6.2 Sensors de temperatura

Pel control de temperatura s'utilitzarà un sensor TA2212 del proveïdor IFM. Aquest sensor és necessari per la majoria d'equips i per tant s'ha escollit aquest ja que té un rang ampli de temperatura i pressió. La temperatura apte pel sensor és des de -50°C fins a 200°C. Les pressions suportades pel sensor és des del buit fins a 160 bars.

3.6.3 Sensors de pressió

Pel que fa els sensors de pressió s'han escollit dos, ja que alguns equips han d'aguantar la pressió al buit i uns altres no. Per aquest motiu s'han escollit dos.

El model PM1514 és per pressions baixes, inclosa la pressió al buit.

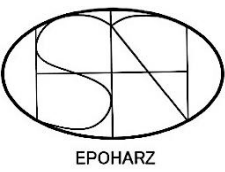
El model PV7600 és per pressions altes, però no pressió al buit.

3.6.4 Sensors de cabal

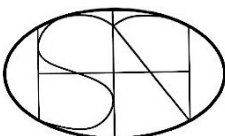
Per tal de controlar el cabal als diferents punts del procés s'ha escollit un sensor de cabal senzill. El rang de temperatura òptim del sensor és entre -10 i 100°C. La pressió que el sensor aguanta és entre 3 i 40 bars, aquest sensor no necessita suportar la pressió del buit. Aquest sensor és del tipus SBG232.

3.6.5 Fulls d'especificacions dels sensors

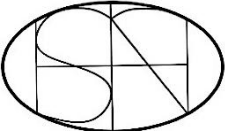
Taula 52. Full d'especificacions del sensor de nivell

FULL D'ESPECIFICACIONS: SENSOR DE NIVELL		FULL 1/1		
		PLANTA	EPOHARZ	
		LOCALITZACIÓ	La Canonja	
ITEM	Sensor	DATA	14/05/2022	
ÀREA	Totes	REVISAT	10/06/2022	
CONDICIONS DE SERVEI				
		Mínima	Màxima	
Temperatura (°C)		-40	100	
Pressió (bar)		-1 (buit)	40	
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
Principi de mesura		Capacitiu		
Tensió d'alimentació (V)		18...30 DC		
Senyal de sortida		Senyal de commutació		
Variable de mesura		Nivell de líquid al tanc		
Classe de protecció		III		
CONDICIONS DE CONSTRUCCIÓ				
Temps de resposta (s)		<0,5		
Connexió a equip		de rosca G 1/2 junta cònica		
Materials		inox (1.4404 / 316L); PEEK; PEI; FKM		
DADES D'INSTALACIÓ				
Temperatura ambient	Màxima	85		
	Mínima	-40		
Marca		LMACE-A12E/QSKG/0/US		
Model		LMT100		
Proveïdor		IFM		

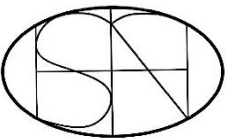
Taula 53. Full d'especificacions del sensor de temperatura

FULL D'ESPECIFICACIONS: SENSOR DE TEMPERATURA		FULL 1/1		 EPOHARZ	
		PLANTA	EPOHARZ		
		LOCALITZACIÓ	La Canonja		
ITEM	Sensor	DATA	14/05/2022		
ÀREA	Totes	REVISAT	10/06/2022		
CONDICIONS DE SERVEI					
		Mínima	Màxima		
Temperatura (°C)		-50	200		
Pressió (bar)		-1	160		
CONDICIONS D'OPERACIÓ					
Principi de mesura		1 x Pt 1000; (según DIN EN 60751, clase A)			
Tensió d'alimentació (V)		18...32 DC; ("supply class 2" segons cULus)			
Senyal de sortida		Senyal analògica; IO-Link;			
Variable de mesura		Temperatura del tanc			
Classe de protecció		III			
CONDICIONS DE CONSTRUCCIÓ					
Temps de resposta (s)		<0,5			
Precisió (K)		0,3			
Materials		inox (1.4404 / 316L); PEI; FKM			
DADES D'INSTALACIÓ					
Temperatura ambient	Màxima	-25			
	Mínima	80			
Marca		TA-050CLED06			
Model		TA2212			
Proveïdor		IFM			

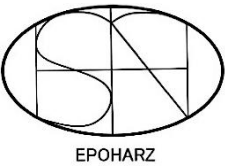
Taula 54. Full d'especificacions del sensor de caudal

FULL D'ESPECIFICACIONS: SENSOR DE CABAL		FULL 1/1		 EPOHARZ
		PLANTA	EPOHARZ	
		LOCALITZACIÓ	La Canonja	
ITEM	Sensor	DATA	14/05/2022	
ÀREA	Totes	REVISAT	XX	
CONDICIONS DE SERVEI				
		Mínima	Màxima	
Temperatura (°C)		-10	100	
Pressió (bar)		4	40	
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
Rang de mesura		0,018...0,9 m³/h		
Tensió d'alimentació (V)		18...30 DC; (segons EN 50178 MBTS/MBTP)		
Senyal de sortida		señal de conmutación; señal analógica; señal de frecuencia; IO-Link; (configurable)		
Variable de mesura		Cabal		
Classe de protecció		III		
CONDICIONS DE CONSTRUCCIÓ				
Temps de resposta (s)		0,01		
Materials		inox (1.4404 / 316L); PBT+PC-GF30; PBT-GF20; PC; latón con niquelado químico		
DADES D'INSTALACIÓ				
Temperatura ambient	Màxima	0		
	Mínima	60		
Model		SBG232		
Proveïdor		IFM		

Taula 55. Full d'especificacions del sensor de pressió al buit

FULL D'ESPECIFICACIONS: SENSOR DE PRESSIÓ		FULL 1/1		 EPOHARZ
		PLANTA	EPOHARZ	
		LOCALITZACIÓ	La Canonja	
ITEM	Sensor	DATA	17/05/2022	
ÀREA	1000 i 1100	REVISAT	10/06/2022	
CONDICIONS DE SERVEI				
		Mínima	Màxima	
Temperatura (°C)		-25	125	
Pressió (bar)		-1	16	
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
Rang de mesura		-1 a 16 bar		
Tensió d'alimentació (V)		18...30 DC		
Senyal de sortida		Senyal analògica		
Variable de mesura		Pressió		
Classe de protecció		III		
CONDICIONS DE CONSTRUCCIÓ				
Temps de resposta (s)		30		
Precisió		± 2,5 K + (0,045 x (temperatura ambient - temperatura del fluid))		
Materials		inox (1.4404 / 316L); PTFE; FKM		
DADES D'INSTALACIÓ				
Temperatura ambient	Màxima	80		
	Mínima	-25		
Marca		PM-016-REA12-A-ZVG/US		
Model		PM1514		
Proveïdor		IFM		

Taula 56. Full d'especificacions del sensor de pressió

FULL D'ESPECIFICACIONS: SENSOR DE PRESSIÓ		FULL 1/1		 EPOHARZ
		PLANTA	EPOHARZ	
		LOCALITZACIÓ	La Canonja	
ITEM	Sensor	DATA	17/05/2022	
ÀREA	Totes	REVISAT	10/06/2022	
CONDICIONS DE SERVEI				
		Mínima	Màxima	
Temperatura (°C)		-40	90	
Pressió (bar)		0	400	
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
Rang de mesura		0 a 400 bar		
Tensió d'alimentació (V)		18...30 DC		
Senyal de sortida		senyal de commutació; IO-Link; (configurable)		
Variable de mesura		Pressió		
Classe de protecció		III		
CONDICIONS DE CONSTRUCCIÓ				
Temps de resposta (ms)		< 3		
Precisió		< ± 0,5 (nach DIN EN 61298-2)		
Materials		inox (1.4542 / 630); inox (1.4404 / 316L); PEI		
DADES D'INSTALACIÓ				
Temperatura ambient	Màxima	90		
	Mínima	-40		
Marca		PV-400-SEN14-UFRVG/US/		
Model		PV7600		
Proveïdor		IFM		

3.7 Arquitectura del sistema de control

En aquest apartat apareix la implementació física del sistema de control i el recompte de totes les senyals existents a la planta de producció EPOHARZ.

3.7.1 Implementació física

Per tal de poder gestionar el sistema de control de la millor manera s'instal·larà un sistema de control distribuït. Aquest sistema permet tenir controladors independents.

El sistema de control té una estructura amb 5 nivells.

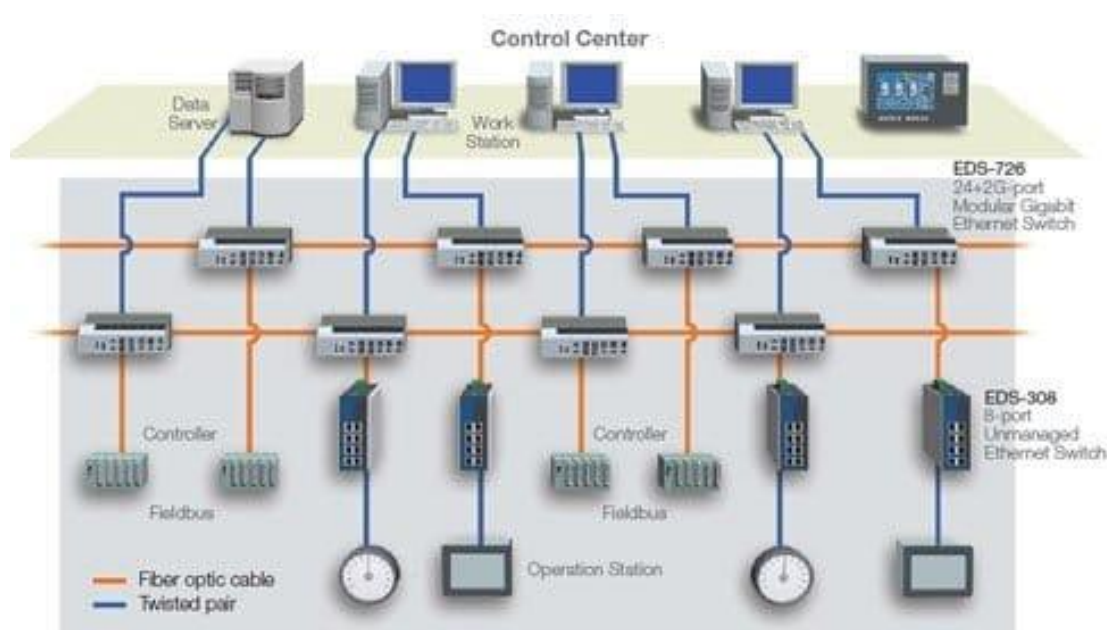


Figura 8. Nivells del sistema de control distribuït

El nivell 0 inclou els sensors, transmissors, vàlvules de control i qualsevol altre element de camp. Tots els elements estan connectats amb equips d'adquisició de dades que distribueixen la informació fins als controladors.

El nivell 1 és on es troben els controladors. Aquests s'anomenen PLC o autòmats programables. Hi haurà un PLC per cada àrea del procés i es connectaran tots al sistema de control central.

El nivell 2 és per supervisar tot el procés. Els treballadors vigilen les operacions i fan ajustos sobre les diferents variables o consignes del procés.

El nivell 3 disposa dels control de producció, és el control d'estoc o de qualitat.

El nivell 4 és on s'emmagatzema la informació per analitzar-la.

3.7.2 Recompte de senyals

Per poder dimensionar el sistema de control cal realitzar un recompte de les senyals d'entrada i sortida dels instruments presents a la planta de producció.

Les senyals existeixen per de tal de rebre o transmetre informació o ordres des de tots els elements de control.

Existeixen dos tipus de senyals, les digitals i les analògiques.

Senyals analògiques: senyals elèctrics en un rang (normalment entre 4 i 20 mA). La força de la senyal representa un valor determinat d'un paràmetre físic o una substància química mesurada o un paràmetre que controla una variable manipulada, un cop rebut el senyal a l'element final.

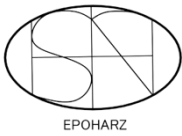
Senyals digitals: senyals binàries que permeten únicament dos estats (normalment 0 i 1) i no una variació contínua, com en les analògiques, que poden trobar-se codificades en una paraula binària. Són més econòmiques que les analògiques. Són útils per equips tot o res com les activacions d'alarmes.

A continuació es mostra una taula on apareix el tipus de senyal per a cada element de control. I les taules següents són els recomptes de senyals de cada àrea segons els llaços de control presents.

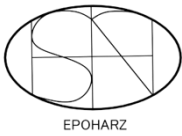
Taula 57. Tipus de senyal per a cada element de control

Element de control	Tipus de senyal
Sensor	Entrada analògica (EA)
Interruptor	Entrada digital (ED)
Vàlvules de regulació	Entrada analògica i sortida analògica (EA+SA)
Vàlvules tot o res	Entrada digital i sortida digital (ED+SD)
Vàlvules automàtiques	Entrada digital i sortida digital (ED+SD)
Alarmes	Sortida digital (SD)

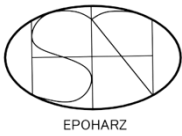
Taula 58. Recompte de senyals de l'àrea 1000

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 1/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1000			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TP1001-1	LSH TP1001	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1001	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1001	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1001	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1001	Alarma de nivell baix				1
P-TP1001-1	PT TP1001	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1046	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1047	Vàlvula automàtica		1		1
L-TA1001-1	LSH TA1001	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TA1001	Interruptor nivell baix		1		
	LT TA1001	Sensor de nivell	1			
	LAH TA1001	Alarma de nivell alt				1
	LAL TA1001	Alarma de nivell baix				1
L-TA1002-1	LSH TA1002	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TA1002	Interruptor nivell baix		1		
	LT TA1002	Sensor de nivell	1			
	LAH TA1002	Alarma de nivell alt				1
	LAL TA1002	Alarma de nivell baix				1
L-TA1003-1	LSH TA1003	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TA1003	Interruptor nivell baix		1		
	LT TA1003	Sensor de nivell	1			
	LAH TA1003	Alarma de nivell alt				1
	LAL TA1003	Alarma de nivell baix				1
P-TA1001-1	PT TA1001	Transmissor de pressió	1			
	PSV TA1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1030	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1031	Vàlvula automàtica		1		1

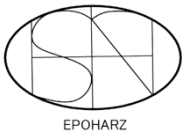
Taula 59. Recompte de senyals de l'àrea 1000

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 2/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1000			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
P-TA1002-1	PT TA1002	Transmissor de pressió	1			
	PSV TA1002	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1030	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1031	Vàlvula automàtica		1		1
P-TA1003-1	PT TA1003	Transmissor de pressió	1			
	PSV TA1003	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1056	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1057	Vàlvula automàtica		1		1
T-RE1001-1	TT RE1001	Sensor de temperatura	3			
	AV-1012	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1013	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1014	Vàlvula automàtica		1		1
T-EV1001-1	RW-1001	Vàlvula reguladora	1		1	
	TT EV1001	Sensor de temperatura	1			
P-EV-1001-1	PT EV1001	Transmissor de pressió	1			
	PSV EV1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1039	Vàlvula automàtica		1		1
F-EV1001-1	FT EV1001	Sensor de cabal	3			
	RV-1004	Vàlvula reguladora de cabal	1		1	
T-BC1001-1	TT BC1001	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	RV-1001	Vàlvula reguladora	1		1	
T-BC1002-1	TT BC1002	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1002	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1042	Vàlvula automàtica		1		1
T-BC1003-1	TT BC1003	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1003	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1043	Vàlvula automàtica		1		1

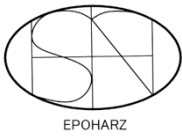
Taula 60. Recompte de senyals de l'àrea 1000

 EPOHARZ		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 3/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1000			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
P-RE1001-1	PT RE1001	Sensor de pressió	1			
	PSV RE1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1012	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1013	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1014	Vàlvula automàtica		1		1
L-RE1001-1	LSH RE1001	Interruptor nivell alt		1		
	LSL RE1001	Interruptor nivell baix		1		
	LT RE1001	Sensor de nivell	1			
	LAH RE1001	Alarma de nivell alt				1
	LAL RE1002	Alarma de nivell baix				1
	AV-10	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-10	Vàlvula automàtica		1		1
NÚMERO TOTAL DE SENYALS A L'ÀREA 1000			30	38	3	38

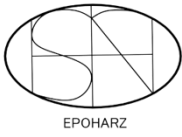
Taula 61. Recompte de senyals de l'àrea 1100

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 1/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1100			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TP1101-1	LSH TP1101	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1101	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1101	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1101	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1101	Alarma de nivell baix				1
P-TP1101-1	PT TP1101	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1101	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1171	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1172	Vàlvula automàtica		1		1
L-TP1102-1	LSH TP1102	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1102	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1102	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1102	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1102	Alarma de nivell baix				1
P-TP1102-1	PT TP1102	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1102	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1181	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1182	Vàlvula automàtica		1		1
L-TA1101-1	LSH TA1101	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TA1101	Interruptor nivell baix		1		
	LT TA1101	Sensor de nivell	1			
	LAH TA1101	Alarma de nivell alt				1
	LAL TA1101	Alarma de nivell baix				1
P-TA1101-1	PT TA1101	Transmissor de pressió	1			
	PSV TA1101	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1157	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1158	Vàlvula automàtica		1		1
T-EV1101-1	RW-1101	Vàlvula reguladora	1		1	
	TT EV1101	Sensor de temperatura	1			

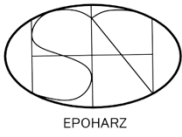
Taula 62. Recompte de senyals de l'àrea 1100

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 2/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1100			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
P-EV-1101-1	PT EV1101	Transmissor de pressió	1			
	PSV EV1101	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1166	Vàlvula automàtica		1		1
F-EV1101-1	FT EV1101	Sensor de cabal	3			
	RV-1106	Vàlvula reguladora de cabal	1		1	
T-BC-1102-1	TT BC1102	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1102	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	RV-1008	Vàlvula reguladora	1		1	
T-BC-1101-1	TT BC1101	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1101	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	RV-1007	Vàlvula reguladora	1		1	
T-RE1101-1	TT RE1101	Sensor de temperatura	3			
	AV-1112	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1113	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1114	Vàlvula automàtica		1		1
T-RE1102-1	TT RE1102	Sensor de temperatura	3			
	AV-1132	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1133	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1134	Vàlvula automàtica		1		1
P-RE1001-1	PT RE1001	Sensor de pressió	1			
	PSV RE1001	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1106	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1107	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1108	Vàlvula automàtica		1		1

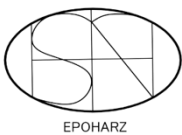
Taula 63. Recompte de senyals de l'àrea 1100

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 3/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1100			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-RE1101-1	LSH RE1101	Interruptor nivell alt		1		
	LSL RE1101	Interruptor nivell baix		1		
	LT RE1101	Sensor de nivell	1			
	LAH RE1101	Alarma de nivell alt				1
	LAL RE1101	Alarma de nivell baix				1
	AV-1105	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1109	Vàlvula automàtica		1		1
P-RE1102-1	PT RE1102	Sensor de pressió	1			
	PSV RE1102	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1127	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1128	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1129	Vàlvula automàtica		1		1
L-RE1102-1	LSH RE1102	Interruptor nivell alt		1		
	LSL RE1102	Interruptor nivell baix		1		
	LT RE1102	Sensor de nivell	1			
	LAH RE1102	Alarma de nivell alt				1
	LAL RE1102	Alarma de nivell baix				1
	AV-1126	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1130	Vàlvula automàtica		1		1
NÚMERO TOTAL DE SENYALS A L'ÀREA 1100			31	41	4	41

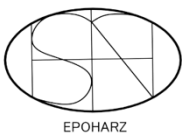
Taula 64. Recompte de senyals de l'àrea 1200

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 1/2			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1200			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TP1201-1	LSH TP1201	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1201	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1201	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1201	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1201	Alarma de nivell baix				1
P-TP1202-1	PT TP1202	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1202	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1238	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1239	Vàlvula automàtica		1		1
L-TP1203-1	LSH TP1203	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1203	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1203	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1203	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1203	Alarma de nivell baix				1
P-TP1201-1	PT TP1201	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1201	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1214	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1215	Vàlvula automàtica		1		1
L-TP1202-1	LSH TP1202	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TP1202	Interruptor nivell baix		1		
	LT TP1202	Sensor de nivell	1			
	LAH TP1202	Alarma de nivell alt				1
	LAL TP1202	Alarma de nivell baix				1
P-TP1203-1	PT TP1203	Transmissor de pressió	1			
	PSV TP1203	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	AV-1224	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1225	Vàlvula automàtica		1		1

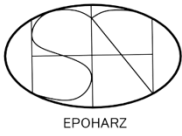
Taula 65. Recompte de senyals de l'àrea 1200

 EPOHARZ		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 2/2			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1200			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
T-BC-1202-1	TT BC1202	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1202	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	RV-1204	Vàlvula reguladora	1		1	
T-BC-1201-1	TT BC1201	Sensor de temperatura	3			
	PSV BC1201	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	RV-1205	Vàlvula reguladora	1		1	
T-CR1201-1	TT CR1201	Sensor de temperatura	4			
	AV-1202	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1203	Vàlvula automàtica		1		1
	RV-1202	Vàlvula reguladora	1		1	
T-CR1201-2	TT CR1201	Sensor de temperatura	1			
	AV-1206	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1207	Vàlvula automàtica		1		1
	RV-1203	Vàlvula reguladora	1		1	
F-CR1201-1	PSV CR1201	Vàlvula seguretat de pressió		1		1
	FT CR1201	Sensor de cabal	2			
	RV-1201	Vàlvula reguladora	1		1	
	RW-1201	Vàlvula reguladora	1		1	
L-CR1201-1	LT CR1201	Sensor de nivell	2			
	LSH CR1201	Interruptor nivell alt		1		
	LAH CR1201	Alarma de nivell alt				1
	LAL CR1201	Alarma de nivell baix				1
T-AT1201-1	TT AT1201	Sensor de temperatura	3			
	TAH AT1201	Alarma de temperatura alta				1
	TAL AT1201	Alarma temperatura baixa				1
F-OI1201-1	FT OI1201	Sensor de cabal	3			
P-OI1201-1	PT OI 1201	Transmissió de pressió	1			
	AV-1233	Vàlvula automàtica		1		1
NÚMERO TOTAL DE SENYALS A L'ÀREA 1200			34	24	6	27

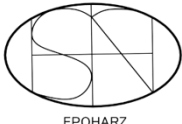
Taula 66. RecompTE de senyals de l'àrea 1400

 EPOHARZ		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 1/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1400			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TE1401-1	LSH TE1401	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1401	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1401	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1401	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1401	Alarma de nivell baix				1
	AV-1401	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1402	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1402-1	LSH TE1402	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1402	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1402	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1402	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1402	Alarma de nivell baix				1
	AV-1403	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1404	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1403-1	LSH TE1403	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1403	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1403	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1403	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1403	Alarma de nivell baix				1
	AV-1405	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1406	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1404-1	LSH TE1404	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1404	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1404	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1404	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1404	Alarma de nivell baix				1
	AV-1408	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1409	Vàlvula automàtica		1		1

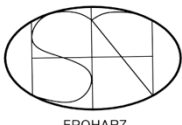
Taula 67. Recomppte de senyals de l'àrea 1400

 EPOHARZ		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 2/3			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1400			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TE1405-1	LSH TE1405	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1405	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1405	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1405	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1405	Alarma de nivell baix				1
	AV-1409	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1410	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1406-1	LSH TE1406	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1406	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1406	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1406	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1406	Alarma de nivell baix				1
	AV-1411	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1412	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1407-1	LSH TE1407	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1407	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1407	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1407	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1407	Alarma de nivell baix				1
	AV-1413	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1414	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1408-1	LSH TE1408	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1408	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1408	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1408	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1408	Alarma de nivell baix				1
	AV-1415	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1416	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1409-1	LSH TE1409	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1409	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1409	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1409	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1409	Alarma de nivell baix				1
	AV-1417	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1418	Vàlvula automàtica		1		1

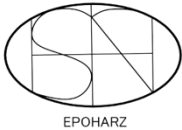
Taula 68. RecompTE de senyals de l'àrea 1400

	RECOMPTE DE SENYALS		FULL 3/3			
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY		ÀREA 1400			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TE1410-1	LSH TE1410	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1410	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1410	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1410	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1410	Alarma de nivell baix				1
	AV-1419	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1420	Vàlvula automàtica		1		1
NÚMERO TOTAL DE SENYALS A L'ÀREA 1400			10	40	0	40

Taula 69. Recomppte de senyals de l'àrea 1600

	RECOMPTE DE SENYALS		FULL 1/2			
	PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY		ÀREA 1600			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TE1601-1	LSH TE1601	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1601	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1601	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1601	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1601	Alarma de nivell baix				1
	AV-1601	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1602	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1602-1	LSH TE1602	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1602	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1602	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1602	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1602	Alarma de nivell baix				1
	AV-1603	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1604	Vàlvula automàtica		1		1

Taula 70. Recomppte de senyals de l'àrea 1600

		RECOMPTE DE SENYALS	FULL 2/2			
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY	ÀREA 1600			
Llaç	Element	Descripció	Número de senyals			
			EA	ED	SA	SD
L-TE1603-1	LSH TE1603	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1603	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1603	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1603	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1603	Alarma de nivell baix				1
	AV-1605	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1606	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1604-1	LSH TE1604	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1604	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1604	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1604	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1604	Alarma de nivell baix				1
	AV-1607	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1608	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1605-1	LSH TE1605	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1605	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1605	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1605	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1605	Alarma de nivell baix				1
	AV-1609	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1610	Vàlvula automàtica		1		1
L-TE1606-1	LSH TE1606	Interruptor nivell alt		1		
	LSL TE1606	Interruptor nivell baix		1		
	LT TE1606	Sensor de nivell	1			
	LAH TE1606	Alarma de nivell alt				1
	LAL TE1606	Alarma de nivell baix				1
	AV-1611	Vàlvula automàtica		1		1
	AV-1612	Vàlvula automàtica		1		1
NÚMERO TOTAL DE SENYALS A L'ÀREA 1600			6	24	0	24

3.7.3 Targetes d'adquisició de dades

Les targetes d'adquisició de dades processen les senyals que envien els sensors i les vàlvules.

Els dispositius d'adquisició de dades tenen un numero màxim d'entrades i sortides. Per aquest motiu s'ha fet un recompte de senyals. Segons les senyals de cada àrea s'afegiran més o menys mòduls.

Taula 71. Senyals totals i n° de mòduls

ÀREA	RECOMPTE DE SENYALS				TOTAL SENYALS	N° MÒDULS
	EA	ED	SA	SD		
1000	30	38	3	38	109	4
1100	31	41	4	41	117	4
1200	34	24	6	27	91	4
1400	10	40	0	40	90	4
1600	6	24	0	24	54	2

3.8 Nivell d'integritat de seguretat (SIL)

El concepte d'implementar llaços de control en els processos està fortament relacionat amb la seguretat de l'operació, de la planta i dels seus treballadors. Diversos equips de la planta requereixen de sistemes de control per a reduir la probabilitat que hi hagi un accident que afecti els operaris o per a disminuir els seus efectes nocius. La instrumentació també pot fallar i s'ha de contemplar, quantitativa o qualitativament, la serietat de l'accident que pugui donar-se. Per això, s'introdueix el concepte de Nivell d'Integritat de Seguretat (Safety Integrity Level en anglès o SIL).

El SIL indica el nivell de reducció de risc que proporciona un sistema de seguretat. També es pot definir com la fiabilitat que té un sistema de control perquè no falli. Com s'ha esmentat abans, hi ha diversos processos en els quals, sense elements de control, pot haver-hi accidents inacceptables en una planta de producció. S'avaluarà un risc i se li assignarà un nivell d'integritat de seguretat determinat que hauran de complir tots els sistemes de seguretat dedicats a aquest risc.

Perquè un llaç tingui qualificació de SIL és necessari que tots els elements que el formin posseeixin la certificació SIL d'interès o superior. Si hi ha algun instrument sense la certificació, no es pot assegurar que el llaç arribi al nivell de seguretat funcional necessari i, per tant, no s'està cobrint la probabilitat de risc esperada.

D'altra banda, no tots els llaços en un equip han de tenir el mateix SIL, només aquells que estiguin directament relacionats amb la situació perillosa estudiada. Per exemple, el control de nivell en els reactors no requereix de SIL, però el control de temperatura i pressió són de SIL 3. És així perquè la situació perillosa de majors conseqüències en els reactors és l'explosió per run away, que es produeix quan augmenta la pressió i la temperatura, però no el nivell.

És necessari explicar el concepte de la redundància en els sistemes de control. Es tracta d'instal·lar diversos instruments amb la mateixa funció per a garantir el funcionament del llaç, encara que un d'ells falli. A més, permet diferenciar un mesurament erroni d'un mesurament correcte que s'allunyi considerablement de la consigna. Això redueix el nombre de parades d'emergència del procés i alhora augmenta la seguretat en l'equip,

perquè és necessari la fallada de dues o més instruments alhora perquè s'arribi a una situació de risc.

3.9 Bibliografia

[1] IFM. Sensor de pressió

<https://www.ifm.com/es/es/product/PV7600>

[2] IFM. Sensor electrònic de pressió

<https://www.ifm.com/es/es/product/PM1514>

[3] IFM. Sensor per la detecció de nivell

<https://www.ifm.com/es/es/product/LMT100>

[4] IFM. Sensor de cabal amb vàlvula de retenció

<https://www.ifm.com/es/es/product/SBG332>

[5] IFM. Sensor de temperatura

<https://www.ifm.com/es/es/product/TA2212>

