



Pro Urea
MANUFACTURING

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

UAB
Universitat Autònoma de
Barcelona

e escola
d'enginyeria

Arrue Alemany, Olga
Batista Morenó, Toni
Busqueta Sallés, Laia
Calderón Mulero, Alba
Campoy Rojas, Pau
Leal Díaz, Lorena
Sánchez Floriach, Marc

Tutor: Josep Anton Torà

Juny 2024



Pro Urea
MANUFACTURING

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'UREA

PROJECTE FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Química

CAPÍTOL 3
Control i instrumentació

UAB
Universitat Autònoma de
Barcelona

e escola
d'enginyeria

TAULA DE CONTINGUTS

3.1 Introducció a l'automatització de sistemes	3
3.2 Conceptes i definicions bàsiques de control	3
3.2.1 Variables de control	3
3.2.2 Elements físics dels llaços de control	4
3.3 Sensors	6
3.3.1 Sensors de temperatura	6
3.3.2 Sensors de cabal	11
3.3.3 Sensors de pressió	14
3.3.4 Sensors de nivell	17
3.3.5 Sensor d'humitat	21
3.3.6 Cèl·lules de càrrega	24
3.4 Introducció als llaços de control	27
3.4.1 Llaç tancat	27
3.4.2 Llaç obert	29
3.5 Nomenclatura i simbologia	30
3.5.1 Nomenclatura llaços de control	30
3.5.2 Nomenclatura instrumentació	31
3.5.3 Simbologia	33
3.6 Senyals	34
3.7 Descripció de llaços de control	36
3.7.1 Zona 100	36
3.7.2 Zona 200	44
3.7.3 Zona 300	64
3.7.4 Zona 400	73
3.7.5 Zona 500	78
3.7.6 Zona 600	95
3.7.7 Zona 700	108
3.7.8 Zona 800	121
3.7.9 Zona 900	126
3.8 Llistat de llaços	145

3.8.1 Zona 100	145
3.8.2 Zona 200	146
3.8.3 Zona 300	147
3.8.4 Zona 400	147
3.8.5 Zona 500	148
3.8.6 Zona 600	149
3.8.7 Zona 700	150
3.8.8 Zona 800	151
3.8.9 Zona 900	153
3.9 Llistat d'instrumentació.....	155
3.9.1 Zona 100	155
3.9.2 Zona 200	160
3.9.3 Zona 300	165
3.9.4 Zona 400	166
3.9.5 Zona 500	168
3.9.6 Zona 600	171
3.9.7 Zona 700	173
3.9..8 Zona 800	174
3.9.9 Zona 900	180
3.10 Arquitectura i connexions	187
3.11 Bibliografia	188

3.1 Introducció a l'automatització de sistemes

Un cop dissenyats els equips i definits les condicions d'operació, es procedeix a explicar els sistemes de control que es fan servir per assegurar que aquestes condicions no canvien. Aquests sistemes es poden trobar de diverses maneres i per controlar diferents variables. Ara bé, els objectius finals, de manera general, són els mateixos per a tots:

- Garantir la seguretat de la planta
- Complir amb les especificacions del producte
- Respectar les regulacions ambientals
- Garantir l'eficiència del procés

Per assolir aquests objectius, és precís fer un monitoratge de les variables del sistema que poden patir variacions. Amb aquest control, es prevé de possibles pertorbacions externes i s'estabilitza el procés.

Aquests sistemes de control és duen a terme amb el que es coneix millor com llaços de control. A cada equip es poden encontrar diferents llaços, i cada un té una finalitat concreta. En aquest capítol s'entra en detall en els llaços de control que té cada equip, així com els elements que els componen. De la mateixa manera, es presenta un llistat de tots els llaços de control presents a la planta i la seva instrumentació.

Ara bé, per assegurar una bona compressió del contingut d'aquest capítol, es dediquen els primers apartats a explicar alguns conceptes bàsics en matèria de control i automatització de sistemes, així com a definir la nomenclatura i la simbologia que s'ha emprat.

3.2 Conceptes i definicions bàsiques de control

Tal com s'ha dit a l'inici, es dedicarà aquest apartat, en complementació amb el següent, per fer una petita introducció als aspectes més importants sobre els sistemes de control. En aquest apartat es tracten per una banda les variables que intervenen en el procés i, per l'altra, els elements físics que acostumen a constituir els llaços de control.

3.2.1 Variables de control

Partint de la base, el disseny d'un llaç de control té com finalitat, tal com el seu nom indica, controlar els paràmetres d'un equip que, per diferents motius, és important que es mantingui dintre d'uns valors determinats.

Per fer aquest disseny, és important identificar quines són les variables d'entrada i de sortida del sistema:

- Variable d'entrada: és una variable externa que pot tenir efectes sobre el sistema que s'està controlant. Es diferencien dos tipus de variables d'entrada:
 - Variable manipulada: Es pot ajustar, per un usuari o un mecanisme de control, amb la intenció que el sistema resti en els valors que corresponguin.
 - Pertorbació: És un senyal extern que no es pot manipular i pot afectar el senyal de sortida.
- Variable de sortida: És la variable que es vol controlar del sistema. Aquesta es pot trobar com:
 - Variable de sortida controlada
 - Variable de sortida no controlada

3.2.2 Elements físics dels llaços de control

Per ajustar aquestes variables es fan servir uns elements físics que serien la instrumentació del llaç de control. Aquests elements acostumen a ser:

- Sensors: Sistemes sensibles a un determinat estímul i que ho transmeten com a senyal a un altre dispositiu. Més endavant, en aquest capítol, es dedica un apartat per explicar els tipus de sensor que s'han fet servir a la planta.
- Transmissor: Sistemes que amplifiquen la sortida de manera que es pugui transmetre a la distància necessària. Actualment, els sensors moderns ja el porten incorporat.¹
- Controlador: element principal del llaç de control que, segons un punt de consigna establert des de l'inici, corregeix la diferència que es pugui mesurar entre la variable de sortida i la d'entrada. Pel que respecta als controladors, existeixen de diferents tipus que es poden combinar entre ells. Les combinacions més típiques són²:
 - On-off: És el tipus de controlador més senzill. El senyal d'aquest control només pot prendre dos valors depenent de si la variable de sortida està per sobre o per sota del punt de consigna. Un gran desavantatge d'aquesta configuració és que, en conseqüència al fet que només té dues respostes, la variable controlada es trobarà sempre oscil·lant al voltant del punt de consigna establert i, per tant, és poc precís.
 - Proporcional (P): L'acció proporcional d'un controlador dona una sortida, com el seu nom indica, proporcional a l'error registrat.

Aquest error és la diferència entre el punt de consigna establert i el valor de la variable de sortida. La correcció ve determinada pel paràmetre del guany (K_p).

En funció del valor que se li dona, es pot aconseguir una certa estabilitat. Ara bé, aquest controlador per si sol té les seves limitacions, com per exemple un règim d'error permanent (off-set).

- Proporcional-Integral (PI): L'acció integral del controlador dona una sortida proporcional a l'error acumulat. Aquesta acció es regula amb el valor del temps integral (T_i) i això permet que el valor de sortida del sistema estigui més o menys pròxim al punt de consigna. En contrapartida, l'acció integral alenteix el procés i, per valors molt petits de, pot donar lloc a inestabilitat.
- Proporcional-Integral-Derivatiu (D): Finalment, aquests és el controlador més complet però, alhora, el més difícil de sintonitzar. L'acció derivativa permet introduir una resposta predictiva sobre el senyal d'error, cosa que permet esmorteir les oscil·lacions causades per l'acció integral. Aquesta acció es determina amb el temps derivatiu (T_d) i en funció dels seus valors es pot aconseguir una resposta més o menys estable.

Resumint, cap controlador és perfecte, si no que segons la variable que s'ha de controlar i les característiques del sistema, és més recomanable fer servir un o altre. Per tant, en aquest capítol s'estudiarà a cada equip de manera qualitativa quin és el més adient.

- Transductors: Són elements claus en els llaços de control, ja que són els que s'encarreguen, principalment, de transformar els diferents tipus de magnituds físiques o químiques que els arriben en senyals elèctrics o a la inversa[1].
- Element final: L'element final és aquell que actua sobre la variable manipulada. En la majoria dels casos són vàlvules de control que reben senyals neumàtics i regulen la seva obertura per deixar passar més o menys cabal del fluid en qüestió. Aquestes vàlvules es regulen de manera automàtica.
- Línies de transmissió: Tots els elements descrits anteriorment es troben separats físicament del controlador. Aquestes són essencials per transmetre la informació. Poden ser:
 - Elèctriques
 - Neumàtiques
 - Digitals

Aquests són els principals elements de control que s'utilitzen en els llaços que es descriuen més endavant en aquest mateix capítol. A continuació, s'explicaran les estructures dels llaços de control més típiques a la indústria química.

3.3 Sensors

Els sensors són els elements primaris d'un llaç de control, és a dir, conformen l'etapa inicial en un monitoratge de control. Per definició, un element primari és aquell element o dispositiu la funció del qual és mesurar el valor d'una variable del procés i ser capaç de mantenir contacte continu amb diferents propietats (temperatura, pressió, nivell...) al llarg d'aquest, malgrat qualsevol canvi.

Els sensors proporcionen informació en temps real sobre les variables crítiques, és per això que són essencials per identificar desviacions o pertorbacions en el procés i prendre mesures correctives de manera immediata, evitant així possibles riscos per a la seguretat i qualitat del producte. A més, els sensors permeten una optimització contínua dels processos industrials en termes d'eficiència energètica, ús de matèries primeres i producció de residus. En recopilar dades detallades sobre el rendiment de les operacions, els sistemes de control poden ajustar automàticament les condicions de funcionament per maximitzar la productivitat i minimitzar els costos.

En aquest apartat es mostren els sensors utilitzats per fer el monitoratge de les variables crítiques del procés productiu de la urea que són; temperatura, cabal, pressió i nivell.

3.3.1 Sensors de temperatura

El control de temperatura exerceix un paper fonamental en el procés productiu, ja que petites variacions poden tenir conseqüències significatives en la qualitat del producte, l'eficiència del procés i, fins i tot, en la seguretat de la planta. Aquest procés implica el monitoratge de la temperatura durant totes les etapes de l'operació.

La importància del control precís de la temperatura radica en la seva influència directa sobre la cinètica de reaccions químiques, la solubilitat dels compostos, la selectivitat de productes i l'estabilitat dels processos.

A continuació, s'expliquen els sensors de temperatura més utilitzats en l'àmbit industrial i els que s'utilitzaran a la planta. Per la selecció d'aquest s'ha de tenir en compte el rang de temperatures d'operació.

3.3.1.1 Termoparell

Els termoparells són sensors de temperatura que estan composts per dos metalls diferents que s'uneixen en un extrem generant una força electromotriu que és funció de la temperatura. Quan l'extrem del termoparell s'exposa a una temperatura, es produeix un diferencial de potencial elèctric, conegut com a voltatge termoelèctric, entre els dos metalls.

La magnitud de la diferència de potencial està directament relacionada amb la diferència de temperatura entre els dos extrems.

Els metalls que més s'utilitzen per la fabricació de termoparells són el ferro, el coure, el platí o el tungstè o aliatges metàl·lics com l'alumel (Ni, Mg, Al i Si), el cromel (Ni i Cr) i el constantà (Cu i Ni). Cada combinació de metalls es representa amb una lletra diferent i els més usats són K, J, E, B i R.

Un dels avantatges d'aquests dispositius és el seu ampli rang de temperatures de funcionament que pot anar des de -200°C fins a més de 2000°C en funció dels metalls utilitzats. A més, són resistent a la corrosió i poden suportar ambients hostils. D'altra banda, un dels principals inconvenients dels termoparells és que en general es caracteritzen per menys precisos que altres tecnologies i per emetre un senyal elèctric dèbil.

3.3.1.2 Termistor

Els termistors són semiconductors que contenen un material de major resistència que el material conductor i un resistor que reacciona a la temperatura. El seu funcionament es basa en la variació de resistència elèctrica que experimenta el semiconductor quan canvia de temperatura. Aquesta resistència disminueix en augmentar la temperatura.

La resistència d'un termistor depèn del material amb el qual està fabricat. Aquest consisteix en òxids metàl·lics, aglutinants i estabilitzadors que es premsen en oblies i es tallen en xips. La proporció de materials compostos determina la seva resistència o corba de temperatura.

Els tipus de termistors més comuns són els NTC i els PTC. Els NTC (coeficient de temperatura negatiu) que tenen una resistència que disminueix amb l'increment de la temperatura i el rang de mesura va des dels -55°C fins als 200°C . Els PTC (coeficient de temperatura positiu) augmenten la resistència amb la temperatura i el seu rang de temperatures va des de -50°C fins a 150°C .

Tot i ser dispositius econòmics, precisos i petits, el seu principal desavantatge és que aquests aparells depenen d'un coeficient que no és constant i, per tant, la resposta del sensor no és lineal amb la temperatura.

3.3.1.3 Termoresistència (RTD)

Les termoresistències o RTD es basen en la variació de la resistència elèctrica del material conductor instal·lat en un circuit de mesura. El principi de funcionament és l'increment de resistència elèctrica que experimenta un conductor quan augmenta la temperatura.

El tipus de RTD més utilitzat és el que té platí com a element conductor, ja que presenta molt bona resistència a la corrosió. Es caracteritza per treballar en un ampli rang de temperatures que va des de -200°C fins a 850°C amb una precisió de $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$, sent el sensor amb més precisió.

Com ja s'ha mencionat, el principal avantatge és la seva elevada precisió, però aquest tipus de sensor té els inconvenients que té un elevat cost, una resposta lenta i sensibilitat a la variació, és per això que és més adient per a processos estables i controlats.

3.3.1.4 Piròmetres de radiació

Els piròmetres són sensors utilitzats per mesurar temperatura a distància mitjançant la radiació electromagnètica emesa pel fluid. Aquests són útils en situacions en què no és possible realitzar mesures de temperatura directa i en les que es requereix una mesura més ràpida que amb mesuradors de contacte.

El rang de temperatura de treball depèn dels tipus de piròmetre. Els més comuns són el piròmetre òptic, que mesura temperatures a partir dels 700°C , el piròmetre de radiació, que el seu rang de mesura va des de 550°C fins a 1600°C , i el piròmetre infraroig, que va des dels -50°C fins als 3000°C .

Tot i proporcionar una resposta ràpida, solen ser poc precisos, a causa de la distància, pols o emissivitat de l'objecte, i tenir un cost elevat, i per aquesta raó el seu ús es limita a casos on el contacte amb l'objecte o el fluid no és possible o quan la temperatura és massa elevada per a instal·lar un termoparell.

3.3.1.5 Selecció del sensor de temperatura

Per les característiques de la planta dissenyada per Pro Urea Manufacturing, s'han escollit dos models de sensors de resistència. Tots dos pertanyen al mateix proveïdor. En aquest cas són els models TH11 i iTHERM ModuLine TM131 de l'empresa Endress + Hauser. El primer es fa servir als equips que treballen en condicions de temperatura i pressió elevades. Altrament, el segon es fa servir per a les zones on aquestes condicions són més moderades. A continuació, s'adjunten a les taules 3.3.1.1 i 3.3.1.2 els fulls d'especificacions dels dos models.

Taula 3.3.1.1. Fitxa tècnica sensor TH11.

	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE TEMPERATURA		Full: 1/2
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/2024	
DESCRIPCIÓ			
Sensor i transmissor de temperatura de resistència per temperatures altes			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Temperatura		
Element de mesura	Detector de temperatura per resistència		
Fluids	Gas i líquid		
Rang de mesura	-200 °C a 600°C		
Precisió	Classe A segons IEC 60751		
Temps de resposta	2s		
Alimentació	24 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de pressió	Max. 250 bar		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	Acer AISI 316/1.4401		
Connexió de rosca	½ NPT		
Certificació	SIL		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor		Endress + Hauser	
Model		TH11	
IMATGE DEL SENSOR			
			

Taula 3.3.1.2 . Fitxa tècnica sensor iTHERM ModuLine TM131.

	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE TEMPERATURA		Full: 2/2
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/2024	
DESCRIPCIÓ			
Sensor i transmissor de temperatura de resistència per temperatures baixes i moderades			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Temperatura		
Element de mesura	Detector de temperatura per resistència		
Fluids	Gas i líquid		
Rang de mesura	-50 °C a 200 °C		
Precisió	Classe A segons IEC 60751		
Temps de resposta	1,5 s		
Alimentació	24 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de pressió	Max. 100 bars		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	ACER 316L		
Connexió de rosca	½ NPT		
Certificació	SIL, MID, DNV/GL		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor		Endress + Hauser	
Model		iTHERM ModuLine TM131	
IMATGE DEL SENSOR			
			

3.3.2 Sensors de cabal

Els sensors de cabal són dispositius dissenyats per a mesurar la quantitat de líquid, gas o vapor que circula a través d'un sistema en un període de temps determinat. La utilitat dels cabalímetres radica en la seva capacitat per proporcionar informació precisa i en temps real sobre el flux de fluids en un sistema, tant de la quantitat de flux que circula com de la velocitat d'aquest. Aquesta informació és crucial per al control i l'optimització de processos industrials.

El sensor de cabal registra propietats físiques o químiques, com la temperatura, la pressió i la velocitat que s'utilitzen per a calcular el cabal màssic o volumètric. D'altra banda, el transmissor processa els valors mesurats i els converteix en un senyal elèctric que, posteriorment, es transmetrà a un ordinador o a un component que deté o regula el cabal. El principi de mesurament i el sensor utilitzat varien en funció del tipus de què es tracti.³

A continuació, es mostren els sensors de cabal més utilitzats en l'àmbit industrial i els que s'utilitzaran la planta. L'elecció del tipus de sensor dependrà de diversos factors com ara el tipus de fluid, la pressió requerida, el rang de flux i les condicions d'operació.

3.3.2.1 Sensors de cabal mecànics

Els sensors de cabal mecànics de desplaçament positiu, mouen volums iguals de fluid de l'entrada a la sortida de l'equip, utilitzant components rotatius com ara rodes ovalades, pistons rotatius, disc oscil·lant, etc., allotjats en una cambra de mesurament.

Aquests dispositius es caracteritzen per la seva elevada precisió i capacitat de repetició en la mesura, insensible a les vibracions o canvis de pressió.

Dels cabalímetres mecànics els més comuns són els comptadors de rodes ovalades. Aquests poden mesurar un elevat cabal en un espai relativament petit. Són adequats per a mesurar líquids en rangs de cabal elevats independentment de la viscositat. A més, tenen baixes pèrdues de pressió i una llarga vida útil que ajuden a l'estalvi energètic i econòmic. El seu inconvenient principal és que fan més soroll que altres dispositius i acumulen brutícia.

3.3.2.2 Sensors de cabal de turbina

Els sensors de turbina funcionin comptant el flux de total mitjançant una hèlix que gira quan el flux incideix sobre ella. La velocitat de gir és proporcional al total i, per mesurar-la, s'utilitza un captador que genera polsos a girar l'hèlix.

En aquests tipus de sensor, el rotor té diverses pales en sentit paral·lel o transversal al flux que després es mou en conseqüència. Aquest mètode és adequat per líquids fins a 100cSt i es considera especialment precís dins d'un rang de mesura limitat.

Els principals avantatges d'aquests dispositius és que permeten mesuraments precisos, són fàcils d'instal·lar i els seus components sota compactes i robustos. D'altra banda, tenen un rang de mesures molt limitat i s'han de calibrar periòdicament.

3.3.2.3 Sensors de cabal electrònics

Els sensors de cabal electrònics utilitzen mètodes molt diversos i el seu us depèn de la finalitat. Es distingeixen cabalímetres massics i volumètrics.

Els cabalímetres massics d'efecte Coriolis mesuren els líquids i gasos i els tèrmics s'utilitzen en la indústria per mesurar fluxos de gas.

Els cabalímetres que utilitzen el mètode de la pressió diferencial, així com els cabalímetres de flotador, els electromagnètics i els ultrasònics, mesuren el flux volumètric.

Dels sensors electrònics els més comuns són els ultrasònics, els electromagnètics i els de flotador.

Els ultrasònics registren el caudal amb l'ajuda d'ones acústiques de manera que poden realitzar mesures sense necessitat de contacte però no són molt adequats per la mesura de substàncies amb una elevada proporció de bombolles de gas i sòlids o bé amb una elevada viscositat.

Els electromagnètics determinen el cabal a través d'un camp magnètic que s'acumula a l'interior de la canonada bastant-se en la llei d'inducció de Faraday.

Els de flotador determinen el caudal de líquids i gasos i funcionen amb un flotador que es mou lliurement cap amunt i cap avall indica el cabal en una escala que s'obté de la força de flotació.

3.3.2.4 Selecció del sensor de cabal

Per controlar els cabals d'entrada als equips, s'ha escollit un model amb un rang de mesures prou ample per poder fer-se servir en tots els equips de la planta. Aquest sensor, també és capaç de suportar temperatures i pressions elevades depenent de la seva configuració. El model és el Proline Promass F300 del mateix proveïdor que subministra els sensors de temperatura: Endres + Hauser. A continuació, a la taula 3.3.2.1, s'especifiquen les característiques d'aquest sensor.

Taula 3.3.2.1. Fitxa tècnica sensor Proline Promass F300.

	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE CABAL		Full: 1/1
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/2024	
DESCRIPCIÓ			
Cabalímetre màssic			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Cabal màssic, volumètric i densitat		
Element de mesura	Cabal volumètric		
Fluids	Gas i líquid		
Rang de mesura	0 a 2200 tn/h		
Precisió	Per líquid ±0,10 % i per gas ±0,25 %		
Temps de resposta	Configurable de 5 a 200 ms		
Alimentació	24 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de temperatura	-50 °C a 240 °C		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	Aleació C22		
Connexió de rosca	½ NPT		
Certificació	ATEX		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor		Endress + Hauser	
Model		Proline Promass F300	
IMATGE DEL SENSOR			
			

3.3.3 Sensors de pressió

3.3.3.1 Sensors de pressió piezorresistius

Els sensors de pressió piezorresistius són un tipus de sensor que detecten la pressió mitjançant el canvi en la resistència elèctrica. Aquests utilitzen la tecnologia piezorresistiva que es basa en la variació de la resistència elèctrica d'un material quan se sotmet a una pressió o una força⁴.

Generalment, mesuren un rang de pressió de 0 a 100 bars i treballar en un rang de temperatures de -40°C a 125°C.

Aquest tipus de sensors són altament sensibles, precisos i amb una resposta ràpida. A més, tenen un ampli rang de mesurament i són compatibles amb una gran varietat de fluids. D'altra banda, són sensibles a les variacions de temperatura i als sorolls electromagnètics.

3.3.3.2 Sensors de pressió piezoelèctrics

Els sensors de pressió piezoelèctrics són un tipus de sensor que utilitzen el principi de piezoelectricitat per a mesurar la pressió. Els materials piezoelèctrics són aquells que generen una càrrega elèctrica en resposta a l'aplicació d'una força mecànica com ara la pressió.

Normalment mesuren valors de pressió que poden anar dels mil·libars fins a milers de bars i treballen en un rang de temperatures que va des de -40°C fins a 150°C

Aquests sensors són altament sensibles ja que poden detectar canvis molt petits en la pressió i són de resposta ràpida. A més, són robustos i resistents de manera que poden treballar en condicions extremes. D'altra banda, també tenen algunes limitacions de pressió i si s'excedeix aquest rang poden fer-se malbé. Les variacions extremes de temperatura poden afectar a la precisió del sensor.⁵

3.3.3.3 Sensor de pressió capacitiu

El sensor de pressió capacitiu és un dispositiu que mesura els canvis de pressió en diversos entorns mitjançant l'alteració de la seva capacitat. Aquests sensors funcionen a partir del principi de capacitància, que s'entén per la capacitat que tenen uns certs cossos per a emmagatzemar una càrrega elèctrica. En aquests dispositius, la capacitància canvia en resposta a les variacions de pressió que s'apliquen sobre ells.⁶

Aquests sensors tenen una alta precisió ja que són molt sensibles, resistents a les fluctuacions de la temperatura i poden mesurar dins d'un ampli rang de pressions que van des de mil·libars fins a centenars de bars. Tanmateix, tot i que tenen un cost d'operació i manteniment relativament baix, aquests sensors tenen un cost inicial més elevat que altres tecnologies.

3.3.3.4 Selecció del sensor de pressió

Pel que respecta als sensors de pressió, poden tenir característiques molt variades depenent de la configuració del sensor. En aquest cas, continuant en el mateix proveïdor, s'ha escollit el model Cerabar PMP51B. Aquest model es considera adient per la planta dissenyada per Pro Urea Manufacturing degut al seu ampli rang de mesura i les condicions de temperatura en les que pot treballar. El model escollit es tracta d'un transmissor de pressió intel·ligent amb membrana metàl·lica que permet una mesura precisa tant en gasos com en líquids. Aquest model també té l'opció d'incloure una junta de diafragma per poder ampliar el rang de temperatures en les que pot treballar. A continuació, es presenta la seva fitxa tècnica a la taula 3.3.3.1.

3.3.4 Sensors de nivell

Els sensors de nivell són capaços de mesurar la quantitat de producte que hi ha a l'interior d'un equip o un tanc d'emmagatzematge. Aquests sensors s'utilitzen majoritàriament per líquids, tot i que també existeixen sensors capaços de mesurar el nivell de sòlids. Generalment, aquests sòlids són productes granulats, com és el cas del producte final de la planta que s'està dissenyant en aquest projecte.⁷

El seu funcionament pot variar depenent del sensor que s'està fent servir. Principalment existeixen dos tipus: digitals i analògics. A grans trets, els primers tenen un funcionament més senzill, ja que es podria dir que només donen una resposta. És a dir, és un sensor que no respon fins que el líquid arriba entra en contacte directe amb ell. En aquest aspecte, pot representar un desavantatge, ja que només es té control quan el nivell del líquid està per sobre o per sota del valor de consigna. En canvi, els sensors digitals resulten més complexos però, alhora, més complets en aquest aspecte. Aquests sensors treballen per un rang de valors, la qual cosa permet dur un control en tot moment del nivell del líquid que hi ha al tanc. En cada cas existeixen diferents tipus de sensors. A continuació es resumeixen les característiques dels més comuns.

3.3.4.1 Sensors de nivell digitals

Pel seu funcionament, aquest tipus de sensor també se li anomena off-on. Tal com s'ha explicat anteriorment, es caracteritzen per tenir només dos estats: encès o apagat. Els sensors digitals més habituals són els següents:

- Flotador: aquest és bastant conegut. Consisteix en un flotador que es col·loca a l'interior de l'equip en qüestió i conté una bola metàl·lica. Quan aquesta bola canvia de posició, s'activa el senyal elèctric.
- Capacitiu: aquests tipus de sensors s'activen quan el líquid entra en contacte amb ells i es desactiven quan deixen d'estar-ho.
- Conductància o elèctrodes: a diferència dels anteriors, aquests sensors estan formats per tres elèctrodes. Un és el que s'utilitza de manera més habitual, i els altres dos per mesurar el nivell màxim i el mínim per separat.
- Barrera de microones: aquests sensors estan compostos per un emissor i un receptor que es col·loquen en diferents punts del tanc o l'equip. Quan el líquid es troba entre ells, l'emissió de les ones s'interromp i el sensor roman desactivat.
- Diafragma: aquest tipus de sensor porta incorporat un diafragma que transmet la pressió generada pel contacte del líquid i activa el sensor.
- Òptic: quan el nivell del líquid es troba per sobre del sensor, el reflex de la llum disminueix i dona lloc a la commutació.

3.3.4.2 Sensors de nivell analògics

Els sensors digitals tenen un gran desavantatge que els sensors analògics aconsegueixen solucionar. Tal com s'ha explicat en els anteriors apartats, els analògics només tenen dues posicions. En canvi, els analògics poden treballar per un rang de valors, la qual cosa permet conèixer en tot moment el nivell de líquid. A continuació es mostren el més empleats a la indústria química:

- Sonda: consisteix en una vareta que en tot moment està en contacte amb el líquid. Aquest sensor és capaç de detectar quines parts estan en contacte amb el líquid i quines no. D'aquesta manera es pot calcular una relació amb ell i transmetre aquesta informació en forma de senyal.
- Ultrasònics: bàsicament són sensors que emeten un senyal i mesuren el temps que triga a tornar. Per poder utilitzar-ho és important que el sensor sigui calibrat prèviament amb el tanc buit.
- Pressió diferencial: aquest sensor calcula la diferència de pressió entre dos punts a l'interior del tanc, un on es troba el líquid i un altre on està buit.
- Piezoresistiu: principalment emprat per sòlids. Es tracta d'un sensor de membrana que es col·loca a l'interior del contenidor i s'activa per la pressió que realitza el sòlid a la seva superfície.
- Pressió hidrostàtica: es col·loca a la base del tanc i mesura la pressió exercida pel líquid a l'interior del tanc.

3.3.4.3 Selecció del sensor de nivell

En la majoria d'equips de la planta el control de nivell és per mescles líquides. Ara bé, en una de les zones també s'ha de fer el control per sòlids. Concretament a la zona 800 on s'emmagatzema el producte final. És per aquest motiu que a la planta s'utilitzen dos models diferents de sensors.

Per líquids s'ha escollit el model Levelflex FMP54, ja que pot suportar elevades condicions de pressió i temperatura. Està dissenyat per aplicacions a la indústria química i és un sensor analògic, el que permet saber el nivell de líquid en tot moment. Pel que respecta al sensor de nivell per sòlids, es fa servir el model Micropilot FMR20 de la mateixa companyia. Aquests sensors només es fa servir als silos d'urea, els quals treballen en condicions moderades, la qual cosa permet l'ús d'aquest sensor. A continuació es detallen les característiques d'aquests sensors a les taules 3.3.4.1 i 3.3.4.2.

Taula 3.3.4.1. Fitxa tècnica sensor Levelflex FMP54.

	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE NIVELL		Full: 1/2
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/2024	
DESCRIPCIÓ			
Sensor per mesurar de manera continua el nivell de líquids en condicions extremes			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Nivell de líquid		
Element de mesura	Sensor de nivell		
Fluids	Líquids		
Rang de mesura	Varilla 10m, cable 45 m i sonda coaxial 6m		
Precisió	±2mm		
Temps de resposta	< 0,8s		
Alimentació	24 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de temperatura	-196 °C a 280 °C		
Condicions de pressió	0 a 400 bars		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	AISI 316L		
Connexió de rosca	½ NPT		
Certificació	ATEX		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor	Endress + Hauser		
Model	Levelflex FMP54		
IMATGE DEL SENSOR			
			

Taula 3.3.4.2. Fitxa tècnica sensor Micropilot FMR20.

	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR DE NIVELL		Full: 2/2
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/24	
DESCRIPCIÓ			
Sensor de nivell per sòlids de mesura contínua en condicions moderades			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Nivell de sòlids		
Element de mesura	Sensor de nivell		
Fluids	Sòlids i líquids		
Rang de mesura	< 10 m		
Precisió	±2 mm		
Temps de resposta	< 0,8 s		
Alimentació	24 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de temperatura	-40 °C a 80 °C		
Condicions de pressió	1 a 3 bar		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	AISI 316L		
Connexió de rosca	½ NPT		
Certificació	ATEX		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor	Endress + Hauser		
Model	Micropilot FMR20		
IMATGE DEL SENSOR			
			

3.3.5 Sensor d'humitat

Pel que respecta a les mesures d'humitat relativa es poden realitzar mitjançant diverses tecnologies, cadascuna adequada per a aplicacions específiques. Els principals mètodes inclouen sensors basats en psicometria, deformació, resistius, capacitius i altres tipus més especialitzats.

3.3.5.1 Sensors basats en la psicometria

El seu funcionament es basa en el fet que l'evaporació de l'aigua refreda el termòmetre humitejat, creant una diferència de temperatura amb el termòmetre sec. D'aquesta manera la humitat relativa es determina comparant les temperatures dels dos termòmetres utilitzant una taula psicomètrica o càlculs específics. Algun dels seus avantatges principals són l'alta precisió i la facilitat d'ús i manteniment. Ara bé, en quant a limitacions, presenten un rendiment menys precís per baixa humitat i no es adequat per a ambients petits o tancats a causa que el dispositiu mateix afegeix humitat a l'entorn.

3.3.5.2 Sensors per condensació

El punt de rosada és una variable que ens permet trobar la humitat relativa; per aconseguir aquesta mesura s'utilitza un dispositiu comunament anomenat higròmetre òptic de mirall fred, i funciona de la següent manera.

El seu funcionament consisteix en fer circular la barreja gasosa per una cambra proveïda a l'interior d'un mirall. Aquest mirall pot ser refredat o escalfat per un equip de refrigeració o un calefactor respectivament, amb la finalitat d'aconseguir que el vapor es condensi en el mirall o l'aigua s'evapori d'ell.

En resum, és un bucle tancat de control que aconsegueix temperar la superfície del mirall fins arribar al punt de rosada. Només cal mesurar el valor de la temperatura superficial i acudir a les equacions, taules o gràfics psicomètrics per obtenir el %HR.

3.3.5.3 Sensors capacitius

Aquests sensors típicament consten de plaques paral·leles amb elèctrodes porosos o filaments entrellaçats en el substrat. El material dielèctric absorbeix o allibera vapor d'aigua segons la humitat de l'ambient, la qual cosa causa canvis en la constant dielèctrica i, per tant, en la capacitància elèctrica del dispositiu. Aquest canvi es tradueix en una variació en la impedància que està relacionada amb la humitat. Aquests sensors són particularment útils en entorns de alta temperatura a causa del seu baix coeficient de temperatura i la capacitat del polímer dielèctric per suportar altes temperatures. A més, són adequats per a aplicacions que requereixen sensibilitat a nivells baixos de humitat i ofereixen una resposta ràpida. No obstant això, tendeixen a saturar-se i tornar-se no lineals quan la humitat supera el 85% HR.

3.3.5.4 Selecció del sensor de humitat

A la planta de producció d'urea dissenyada per Pro Urea Manufacturing, només es fa servir un sensor d'humitat en un llaç de control. Aquest llaç està instal·lat a un equip que treballa en condicions moderades, per la qual cosa no cal que el sensor d'humitat sigui resistent a condicions extremes. El model escollit és el sensor capacitiu MK33 del proveïdor Innovate Sensor Technology.

Taula 3.3.5.1. Fitxa tècnica sensor MK33.

 PRO UREA MANUFACTURING	FULL D'ESPECIFICACIONS SENSOR D'HUMITAT		Full: 1/1
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/2024	
DESCRIPCIÓ			
Sensor de humitat capacitiu			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Humitat relativa		
Element de mesura	Sensor de humitat		
Fluids	-		
Rang de mesura	0 % a 100%		
Sensibilitat	0.45 pF/% RH		
Temps de resposta	< 6 s		
Alimentació	12 V		
Senyal	4 a 20 mA		
Condicions de temperatura	-40 °C a 190°c		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	AISI 316L		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor	Innovate Sensor Technology		
Model	MK33		
IMATGE DEL SENSOR			
			

3.3.6 Cèl·lules de càrrega

Finalment, a la planta també es fan servir cèl·lules de càrrega, concretament a la zona 800. Aquestes cèl·lules mesuren el pes dels camions i controlar així la quantitat d'urea que se subministra. En termes generals, una cèl·lula de càrrega està composta per un element elàstic al qual s'instal·len galgues extensomètriques. Aquest component elàstic sol estar fabricat d'acer o alumini. És extremadament resistent, però també posseeix una lleugera elasticitat. Com el seu nom indica, aquest "molla" d'acer es deforma lleugerament sota una càrrega i recupera la seva forma original quan la càrrega es retira. En altres paraules, respon elàsticament a qualsevol càrrega. Aquestes petites deformacions de la molla es poden mesurar mitjançant les galgues extensomètriques. Finalment, una unitat electrònica d'anàlisi interpreta la deformació de la galga extensomètrica i calcula el pes⁸. D'aquestes existeixen diferents tipus.⁹

3.3.6.1 Cèl·lules de càrrega monoplato

La cèl·lula de càrrega monoplato destaca per la seva versatilitat, sent adequada per a una àmplia gamma de funcions de pesatge i diverses aplicacions. S'utilitza comunament en bàscules de plataforma de mida petita i mitjana.

Aquestes cèl·lules de càrrega monoplato són altament precises i poden mesurar càrregues descentrades amb notable exactitud. S'empren habitualment en sectors com l'alimentari, el mèdic i l'automobilístic.

3.3.6.2 Cèl·lules de càrrega digitals

Una cèl·lula de càrrega digital maneja el senyal de manera diferent a una cèl·lula de càrrega analògica. Els seus avantatges inclouen un senyal més potent, més detallada i amb una freqüència de mostreig superior. Aquest tipus de cèl·lula de càrrega és àmpliament utilitzat per la seva rapidesa, fiabilitat, precisió i rendibilitat.

Les cèl·lules de càrrega digitals s'empren freqüentment en bàscules de control i en equips d'ompliment, envasament i classificació. Aquestes aplicacions aprofiten un enfocament dinàmic en la mesura.

3.3.6.3 Cèl·lules de càrrega de biga

Els transductors de força de tipus biga, també coneguts com a cèl·lules de càrrega de flexió, gaudeixen de gran popularitat en diverses aplicacions de mesura i es presenten en una àmplia gamma de models.

El seu funcionament es basa en el principi de mesura del moment de flexió: la càrrega aplicada exerceix pressió sobre un element deformable, el que induïx una deformació elàstica en el mateix.

Les cèl·lules de càrrega de biga fabricades per HBM són comúment utilitzades en indústries on es manipulen, controlen o fabriquen productes. Per exemple, en la mesura de contenidors, el pesatge en processos industrials i l'enginyeria d'instal·lacions.

3.3.6.4 Cèl·lules de càrrega de torsió anular

En una cèl·lula de càrrega de torsió anular, també coneguda com a RTN, l'element de mesura té forma d'anell. Quan se li aplica una càrrega, el diàmetre de l'anell es redueix per la part superior i s'amplia per la inferior.

Aquestes cèl·lules admeten càrregues nominals extremadament altes i no pateixen problemes de deformació, fet que les fa idònies per a tasques de pesatge ràpid.

Les cèl·lules de càrrega RTN s'empren en grans bàscules de plataforma i en tota mena de tasques de pesatge de contenidors.

3.3.6.5 Selecció de cèl·lules de càrrega

En aquest cas, s'ha escollit un model de cèl·lula de càrrega tipus biga per l'elevada quantitat d'urea que s'ha de pesar als camions. A cada camió s'ha de subministrar unes 30 tones d'urea cada cop. Per tant, el model que es fa servir ha de treballar en un rang de valors elevats. Per un correcte ús, cada vegada que el camió es col·loqui a sobre de la bàscula, aquesta s'haurà de calibrar per realitzar una correcta mesura. Les característiques del model que es fa servir es troben a la taula 3.3.6.1.

Taula 3.3.6.1. Fitxa tècnica del sensor Inteco PR 6203.

	FULL D'ESPECIFICACIONS CÈL·LULA DE CÀRREGA		Full: 1/1
	Planta de producció d'urea		
	Realitzat	30/05/2024	Ubicació: Polígon Industrial 'Gasos Nobles' El Prat de Llobregat
	Revisat	06/06/24	
DESCRIPCIÓ			
Cèl·lula de carrega de compressió			
DADES D'OPERACIÓ			
Variable mesurada	Càrregues nominals		
Element de mesura	Cèl·lula de càrrega		
Rang de mesura	500 kg a 75 t		
Precissió	0.04%		
Alimentació	24 V		
Senyal	2 mV/V		
DADES DE DISSENY			
Material de contacte	AISI 304		
DADES DE FABRICANT			
Proveïdor	Minebea Intec		
Model	Inteco PR 6203		
IMATGE DEL SENSOR			
			

3.4 Introducció als llaços de control

En aquest apartat s'explicarà breument els principals llaços tancats que es fan servir a la indústria química i la diferència entre un llaç obert i un llaç tancat.

3.4.1 Llaç tancat

En aquest projecte s'utilitza principalment els llaços de control per retroalimentació (feedback) i anticipatius (feedforward). Tots dos són llaços amb una estructura senzilla i al mateix temps eficaç. No obstant això, també existeixen d'altres que es troben amb freqüència en la indústria química. A continuació es descriuran breument l'estructura dels llaços més comuns.

- Control per retroalimentació o *feedback*: És l'estructura de llaç més emprada en aquest projecte. Es caracteritza per mesurar la variable de sortida del procés i enviar aquest senyal al controlador. El controlador rep el senyal de l'error calculat i actua sobre l'element final. Aquest element final és el que modifica la variable manipulada per tal que la variable controlada estigui en el punt de consigna desitjat. A continuació es mostra l'esquema d'un llaç de control *feedback* per controlar la temperatura d'un reactor encamisat.

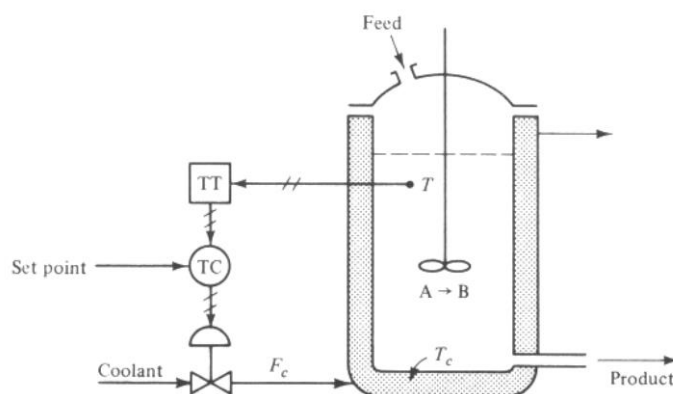


Figura 3.4.1.1. Esquema d'un llaç de control *feedback* convencional. ¹⁰

- Control anticipatiu o *feedforward*: L'estructura d'aquest llaç és similar al de retroalimentació, però en lloc de mesurar la variable de sortida, mesura la variable d'entrada. És a dir, es mesura la variable d'entrada al procés, sigui la manipulada o la pertorbació, i se li envia el senyal al controlador. Aquest controlador després actua sobre l'element final que influirà en la variable manipulada. A continuació, a la figura 3.4.1.2, es fa servir d'exemple l'esquema d'un llaç de control anticipatiu per controlar la temperatura d'un bescanviador de calor.

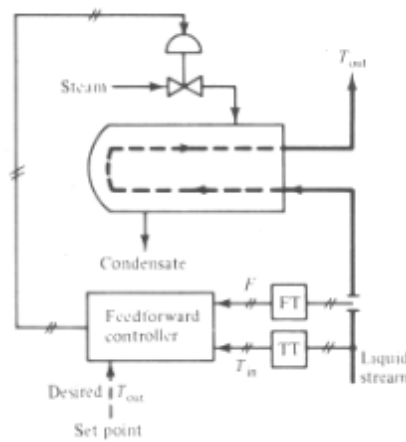


Figura 3.4.1.2. Esquema d'un llaç de control anticipatiu.¹⁰

- Control en cascada: Aquest llaç es fa servir en sistemes on pot haver-hi problemes a l'hora de llegir la resposta. En ell es dupliquen els elements de control per augmentar la seva precisió. Es troba constituït principalment per un llaç primari on el senyal de sortida del primer controlador és el punt de consigna del controlador del llaç secundari. El controlador de llaç secundari actua primer sobre el seu procés i, seguidament sobre el procés del llaç principal. La variable de sortida del llaç secundari també és mesura per poder calcular l'error a l'entrada del seu controlador. A la figura 3.4.1.3 es mostra el control del mateix sistema que el del llaç feedback, però en un llaç de control en cascada.

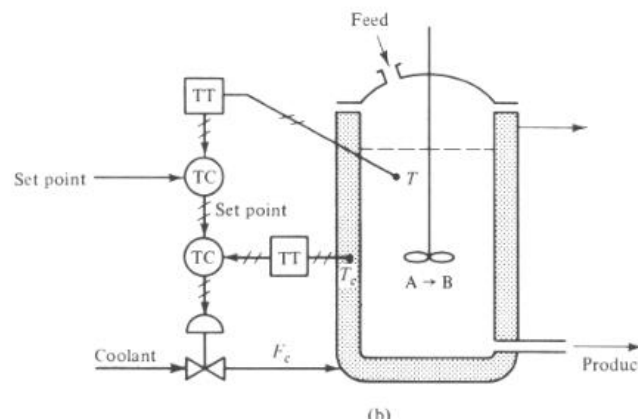


Figura 3.4.1.3. Esquema d'un llaç de control en cascada.¹⁰

- Control per anul·lació o *override*: Aquests llaços de control acostumen a mesurar dos variables d'un mateix equip i en funció dels valors registrats, s'actua d'una manera o una altra sobre l'element final. Aquesta selecció es pot fer en funció de si el punt de consigna està per sota, *Low Switch Selector* (LSS), o si està per sobre, *High Switch Selector* (HSS). Un exemple típic de control per anul·lació és el que es mostra a la figura 3.4.1.4, on es troba representat per un sistema de protecció de calderes.

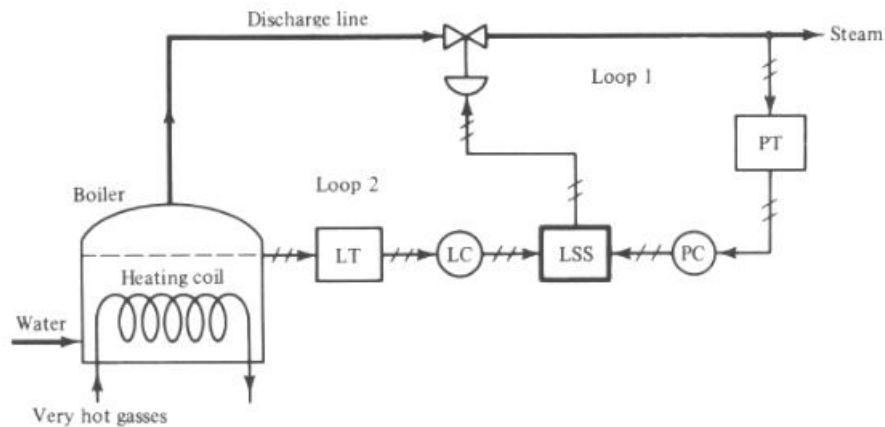


Figura 3.4.1.4. Esquema de llaç de control override.¹⁰

- *Split-range*: Són llaços que controlant una mateixa variable, actuen sobre diferents elements finals en funció de la senyal que li arribi. Tenen una estructura semblant als llaços override, però es diferencien en que en el *split-range* només es mesura una variable. En canvi en el control override, es controlen més d'una. A la figura 3.4.1.5, es representa un sistema de control de pressió *split-range* per un reactor com exemple.

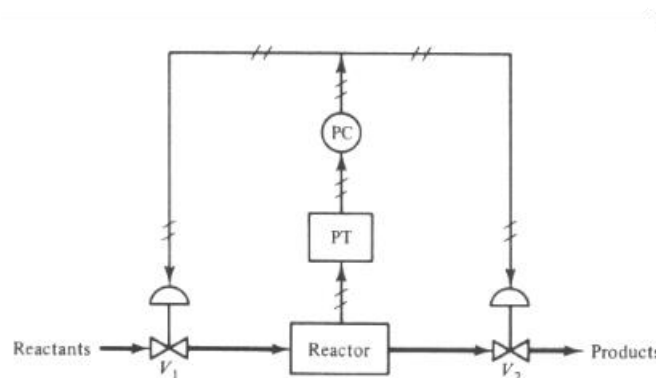


Figura 3.4.1.5. Esquema de llaç de control split-range.¹⁰

3.4.2 Llaç obert

Quan es parla de llaços de control obert es fa referència a llaços de control sense retroalimentació. És a dir, la variable de sortida del procés no es mesura. De manera que el controlador actua d'acord amb el punt de consigna que se li indica, sense tenir en compte si s'estan donant variacions a la sortida. Un altre desavantatge es que els llaços estan poc equipats per fer front a possibles perturbacions. A continuació es mostra l'exemple d'un diagrama de blocs d'un llaç de control obert a la figura.¹¹

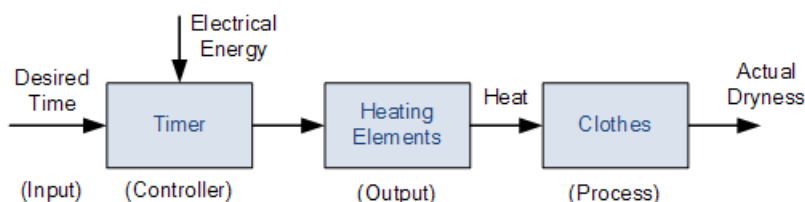


Figura 3.4.2.1. Diagrama de blocs d'un llaç de control obert. ¹¹

A la pràctica, els llaços de control oberts no tenen gaire funcionalitat per la seva poca precisió. Normalment, s'utilitzen a l'hora d'estudiar el comportament d'un sistema per, més endavant, sintonitzar el controlador.

3.5 Nomenclatura i simbologia

Al llarg de tota la memòria d'aquest projecte, es fa servir la nomenclatura marcada per la norma ANSI/ISA-S5.1. Aquesta es una normativa que s'utilitza de manera internacional i té una estructura senzilla que permet nombrar els diferents elements de control que es trobin a la planta.

A continuació, s'explica l'estructura d'aquesta nomenclatura que fa referència als llaços de control i la instrumentació que es fa servir a la planta i es troba especificat en més detall al capítol 10. De la mateixa manera, s'adjunten les taules on es mostren els significats de cada lletra.

3.5.1 Nomenclatura llaços de control

La nomenclatura per designar cada llaç tindrà la següent estructura:

A-B-C

On:

- A: Variable que controla el llaç. La nomenclatura que li correspon a cada variable es mostra a la taula 3.5.1.1.

Taula 3.5.1.1. Nomenclatura variables llaços de control

Variable controlada	Nomenclatura
Nivell	L
Temperatura	T
Pressió	P
Cabal	F
Pes	W

- B: Equip on està instal·lat

- C: Número de llaç de cada equip. Aquest número varia en funció de la quantitat de llaços que te un equip per controlar una mateixa variable.

Per exemple, si es vol referenciar un segon llaç de control de temperatura que te un dels reactors ubicat a la zona 200, la nomenclatura seria la següent:

T-R201-2

3.5.2 Nomenclatura instrumentació

Generalment, la identificació d'un element amb aquesta norma es fa seguint la següent estructura:

AB-C-D

Per una banda, la primera lletra fa referència a la variable mesurada, la qual pot anar acompanyada per altres lletres que aporten informació addicional. Altrament, la segona lletra indica la funció del instrument. Es pot donar el cas que un mateix instrument, tingui dues funcions. En aquells casos, es fan servir les lletres que siguin necessàries. Ara bé, tot i que es poden fer servir cinc lletres a l'hora, en aquest informe es faran servir generalment dos. Seguidament, la segona i la tercera lletra indiquen l'equip i el número del llaç on es troba ubicat l'instrument. El significat de cada lletra es mostra a la taula 3.5.2.1:

Taula 3.5.2.1. Significat lletres segons la normativa ANSI/ISA-S5.1

Primera Lletra		Lletres consecutives			
Variable mesurada		Lletra modificant	Funció de lectura passiva	Funció de sortida	Lletra modificant
A	Anàlisis		Alarma		
B	Flama o cremador				
C	Conductivitat elèctrica			Control	Variació
D	Densitat o pes específic	Diferencial			
E	Tensió		Element primari (sensor)		
F	Cabal	Fracció			
G	Calibratge (espessor)		Visor		
H	Manual				Alt
I	Corrent elèctric		Indicació		
J	Potència	Exploració			
K	Temps			Estació de control	
L	Nivell		Llum pilot		Baix
M	Humitat				Mitjà
N	-				
O	-		Orifici/restricció		
P	Pressió		Punt de prova		
Q	Quantitat	Integració o sumatori			
R	Radioactivitat		Registrar		
S	Velocitat o freqüència	Seguretat		Interruptor	
T	Temperatura			Transmissor	
U	Multivariable		Multi funció	Multi funció	Multi funció
V	Viscositat			Vàlvula	
W	Pes o força				
X	-				
Y	-				
Z	Posició			Element final de control sense classificar	

Continuant l'exemple del reactor anterior, un transmissor de temperatura col·locat en aquest llaç es nombraria de la següent manera:

TT-R201-2

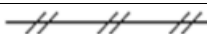
La primera lletra indica que la variable mesurada és la temperatura i la segona que aquest element és un transmissor. Altrament, el R201 fa referència al primer reactor que troben en la zona 200 i el número dos indica que el transmissor està col·locat al segon llaç de control de temperatura d'aquest equip.

Cal aclarir que aquest llaç no existeix realment a la planta, si no que és només un exemple que s'ha fet servir per explicar la nomenclatura.

3.5.3 Simbologia

Pel que respecta a la simbologia en els diagrames que es representaran més endavant, també es fa respectant la normativa. A continuació, a les taules següents es mostren la representació de les línies i dels instruments corresponent.¹²

Taula 3.5.3.1. Representació de les línies.

Símbol	Significat
	Connexió al procés/ enllaç mecànic / alimentació instruments
	Senyal pneumàtica
	Senyal elèctrica
	Tub capil·lar
	Senyal acústica o electromagnètica guiada
	Senyal acústica o electromagnètica no guiada
	Connexió de software o dades
	Senyal hidràulica

Taula 3.5.3.2. Simbologia dels instruments de control.

Discret	Sistema de control bàsic o primera opció	Opció alternativa o instrument d'un sistema de seguretat	Ubicació i accessibilitat
			• Situat al camp. • Visible a la ubicació del camp. • Normalment accessible per l'operador.
			• Situat dins o davant del panell central. • Visible a la part frontal del panell o a la pantalla de vídeo. • Normalment accessible a l'operador des del frontal del panell.
			• Situat a la sala de control i al camp. • Visible a la part frontal del panell o a la pantalla de vídeo. • Normalment accessible per l'operador.

3.6 Senyals

Abans de descriure els llaços de control, en aquest apartat es farà una petita explicació sobre el tipus de senyal que s'envia des de un instrument de control fins un altre per comprendre millor els diagrames del següent apartat. Tal com es veurà en els diagrames dels llaços de control, els senyals elèctrics que viatgen per les línies de transmissió són de dos tipus: digitals i analògiques.

- Digitals: són aquelles que es troben només en dos estats (alt i baix) o 0 i 1 des de el punt de vista digital. Ara bé, a la realitat, els senyals digitals no existeixen, ja que això suposaria un temps de pujada o baixada de zero, la qual cosa és físicament impossible. A la realitat, totes les magnituds físiques mesurades són analògiques encara que a efectes pràctics es tracten com digitals. Aquest tipus de senyal s'utilitza principalment en els llaços de control on-off i es distingeixen per no ser programables. És a dir, si es vol modificar la seva funció, s'haurà de canviar algun dels elements que formen part del sistema.¹³
- Analògics: els senyals analògics, a diferència dels digitals, comprenen un rang de valors determinat. En lloc de ser senyals discretes com són les senyals digitals, els analògics treballen en continu. És a dir, permeten controlar i monitoritzar la variable física en temps real. És el tipus de senyal que més predomina en els llaços de control de la planta dissenyada per Pro Urea Manufacturing.

Els sistemes de control analògic acostumen a utilitzar un microcontrolador com element central i convertidors digital-analògic per convertir les sortides del sistema de control a senyals contínues a la planta.¹⁴

Per poder diferenciar millor entre aquest tipus de senyal i els sistemes de control en el que participen, es mostra a la figura X dos sistemes de control diferents. El sistema que es troba a la dreta és un sistema que treballa en continu i el sistema que es troba a l'esquerra és un sistema de control seqüencial.

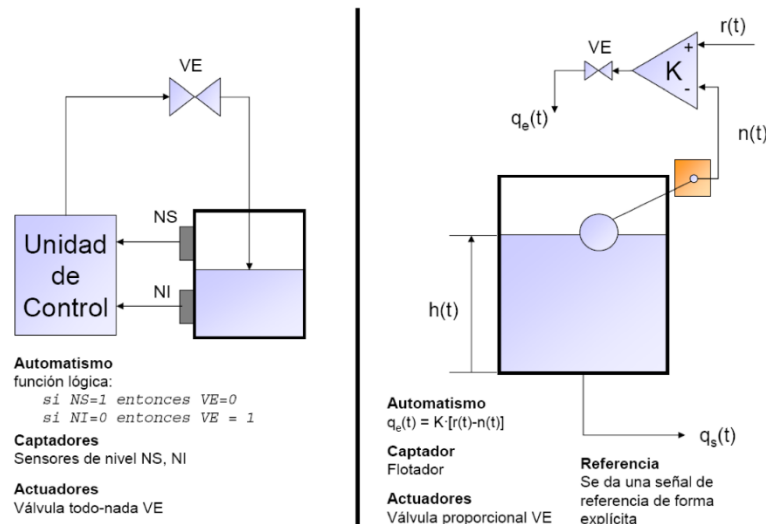


Figura 3.6.1. Sistema de control continu i seqüencial per controlar el nivell d'un tanc.

Tots dos són sistemes que controlen el nivell de líquid en un tanc. Ara bé, el sistema de l'esquerra és seqüencial i fa servir senyals digitals de sortida i entrada. Es tracta d'un llaç de control on-off que obre o tanca la vàlvula en funció de si arriba a un mínim o a un màxim. En canvi, el llaç de control que es troba a la dreta regula el cabal d'entrada al tanc de manera contínua. És a dir, en cada moment mesura valors de nivell de líquid i s'envien aquests senyals analògics al controlador per regular el cabal en funció del senyal que li arribi.

A la actualitat, els sistemes de control acostumen a ser híbrids i treballen tant en senyals analògics com digitals. Degut a això, el control dels processos industrials a la actualitat es realitzen mitjançant sistemes digitals constituïts per controladors lògics i controladors de processos continus.

3.7 Descripció de llaços de control

En aquest apartat es descriuran en detall els llaços de control emprats a cada equip de la planta i s'inclouran els diagrames dels llaços descrits seguidament. Com en molts casos els equips es troben duplicats, només es representarà el diagrama d'un d'ells així com la taula amb les seves característiques, tot indicant els seus llaços anàlegs. Per facilitar la comprensió de l'apartat, els llaços de cada equip es descriuran per zones.

3.7.1 Zona 100

3.7.1.1 Tancs d'emmagatzematge

La planta compta amb vuit tancs d'emmagatzematge per matèries primeres que són el CO₂ i l'NH₃. L'objectiu d'aquests tancs no és més que subministrar a la planta aquests reactius en cas que hi hagi una interrupció en el subministrament habitual. La principal variable que es controla és nivell a l'interior del tanc. No obstant això, per motius de seguretat, també és important tenir controlat la temperatura i la pressió. Per tant, s'explicarà en diferents apartats, els llaços que s'han fet servir per aquests tancs.

3.7.1.1.1 Control de nivell

Tal com s'ha dit a l'inici, en aquests tancs es vigila principalment que el nivell del líquid es trobi entre els rangs establerts per seguretat. Aquests límits s'han establert entre un màxim del 80% i un mínim del 20% del volum del tanc. De manera que si, el sensor de nivell detecta que se sobrepassa algun d'aquests límits, no només s'activarà unes alarmes, sinó que també s'actuarà sobre les vàlvules corresponents.

Per realitzar aquest control, es fan servir dos llaços que treballen de manera independent. Un està ubicat a la part alta del tanc i l'altre a la part baixa. Tots dos són llaços de control feedback amb la diferència del sensor que s'utilitza. Un d'ells porta un sensor per mesurar el nivell del líquid quan estigui per sobre del màxim i l'altre per mesurar el nivell quan estigui per sota del mínim. Un cop els sensors mesuren els nivells, tots dos actuen de la mateixa manera. És a dir, els senyals són enviats per un transmissor als controladors i aquests actuen sobre les vàlvules corresponents.

Tant els controladors com les vàlvules instal·lades als llaços són del tipus *on-off*. Si bé és cert que aquests tipus de sistemes són poc precisos, per l'objectiu final d'aquest control, que és omplir o buidar el tanc, són suficients.

Tanmateix, per si hi hagués problemes en les vàlvules instal·lades, els llaços van acompanyats d'unes alarmes que avisen tant si s'ha excedit el nivell de líquid com si es troba per sota. Aquesta alarma està situada a la sala de control i al camp, que es manté activa fins que el nivell del tanc torni a estar dintre del rang que li correspon.

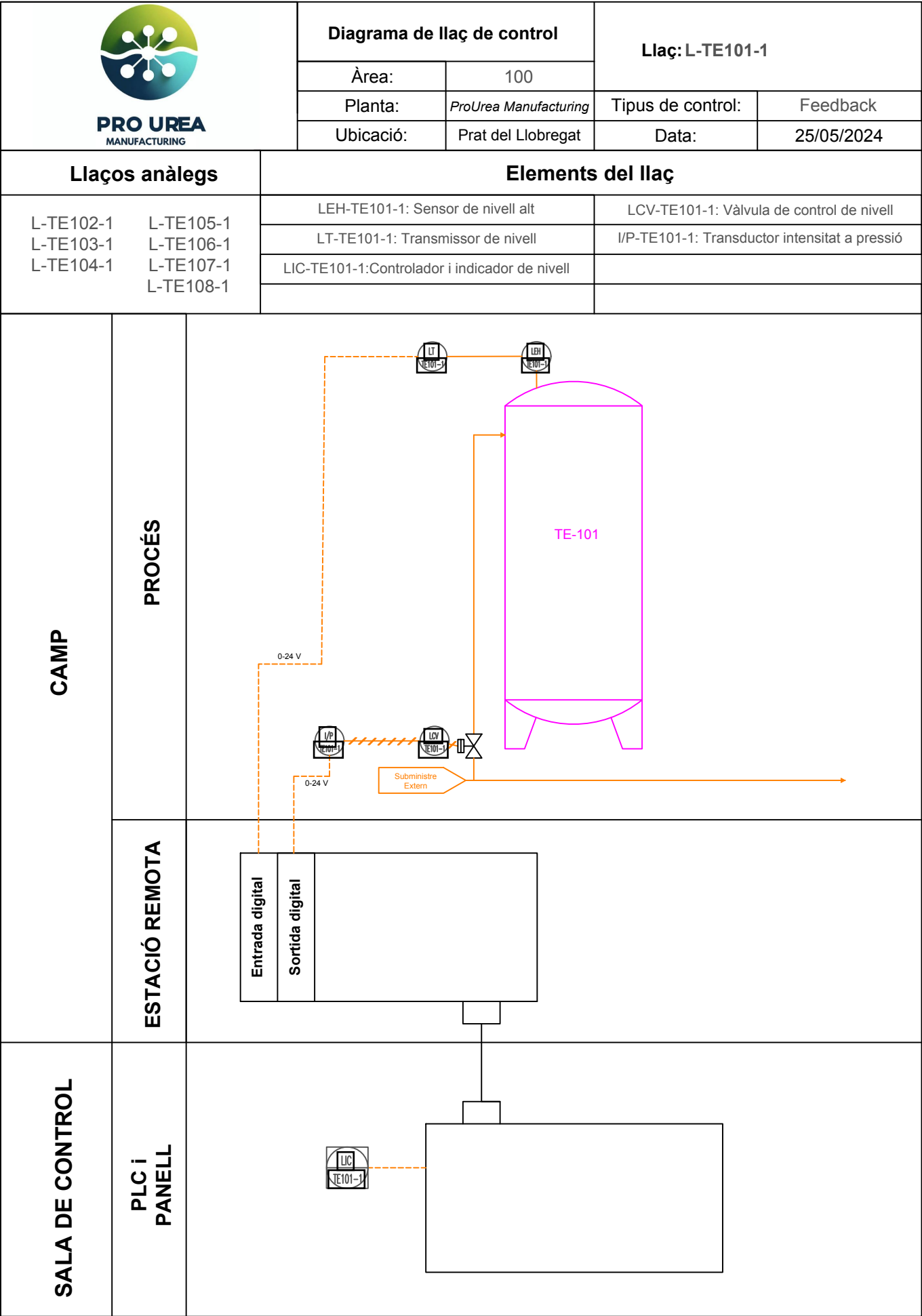
A continuació es mostrarà per separat el diagrama i les característiques d'un dels llaços que controla el nivell quan està per sobre i un dels llaços que controla el nivell quan està per sota. Al mateix temps, a cada taula, s'indiquen els llaços anàlegs corresponents. La taula 3.7.1.1 i pertany al llaç L-TE-101-1 i la taula 3.7.1.2 al llaç L-TE-101-2.

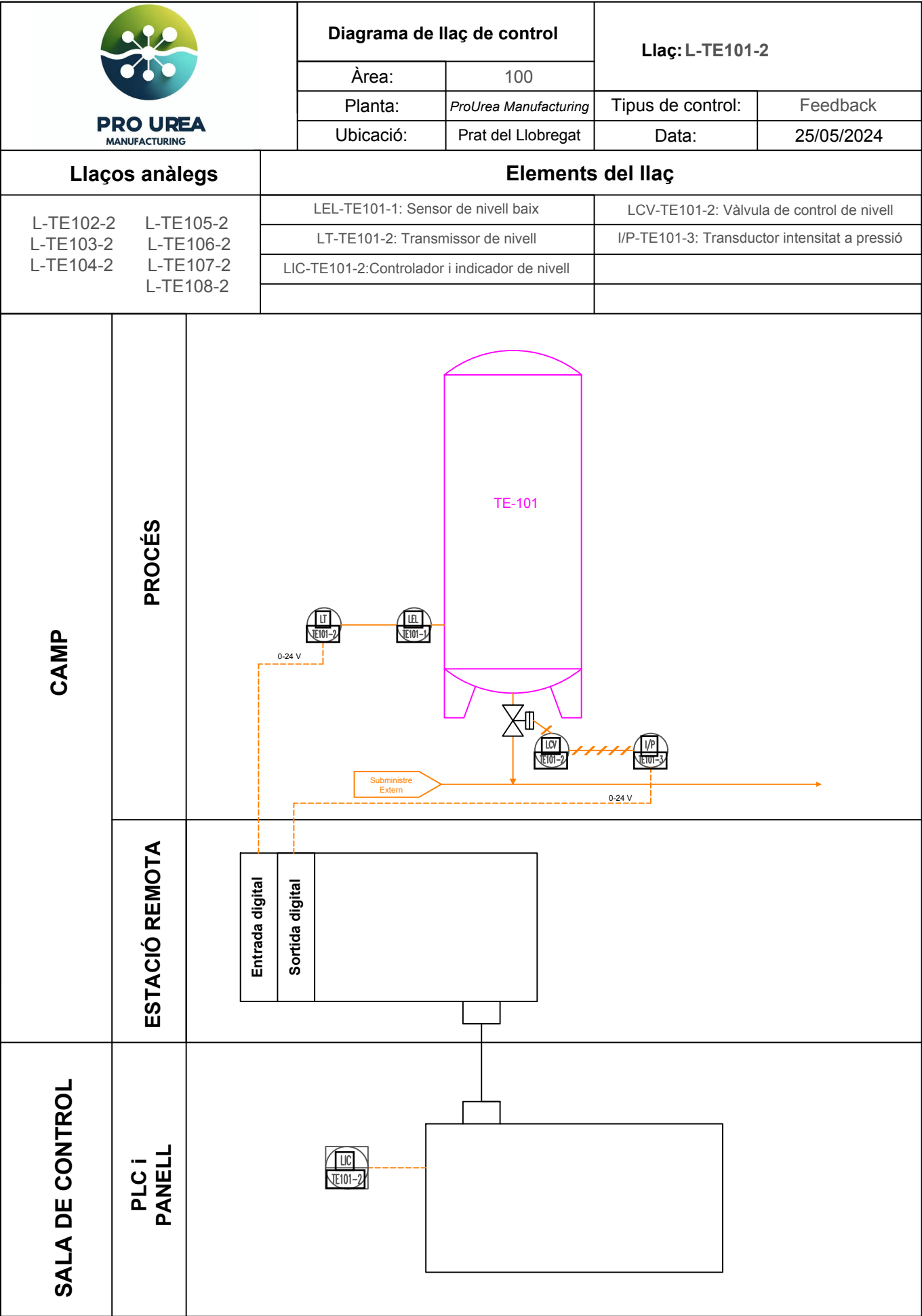
Taula 3.7.1.1. Característiques del llaç L-TE-101-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	100
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-TE102-1 - L-TE103-1 - L-TE104-1 - L-TE105-1 - L-TE106-1 - L-TE107-1 - L-TE108-1
Nom del llaç	L-TE101-1	
Equips	TE-101	
Variable Controlada	Nivell a l'interior del tanc	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al tanc	
Set Point	20%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	On-off	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	TRV-102	

Taula 3.7.1.2. Característiques del llaç L-TE-101-2

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	100
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-TE102-2 - L-TE103-2 - L-TE104-2 - L-TE105-2 - L-TE106-2 - L-TE107-2 - L-TE108-2
Nom del llaç	L-TE101-2	
Equips	TE-101	
Variable Controlada	Nivell a l'interior del tanc	
Variable Manipulada	Cabal de sortida al tanc	
Set Point	80%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	On-off	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	TRV-103	





3.7.1.1.2 Control de pressió

La pressió és un paràmetre que generalment sempre és important controlar i, en aquest cas, adquireix una importància especial als tancs de CO₂, ja que aquest s'emmagatzema en estat líquid, el que requereix una pressió elevada. Per aquest motiu és important que la pressió en aquests tancs (TE-101, TE-102, TE-103 i TE-104) hi hagi una bona regulació d'aquest paràmetre. Tanmateix, als tancs d'emmagatzematge de NH₃ (TE-105, TE-106, TE-107 i TE-108) també és important el control de la pressió, tot i que no assoleix valors tan elevats.

En qualsevol cas, el llaç de control que es fa servir és el mateix per als dos tipus de tanc. Es tracta d'un llaç feedback amb un controlador PID, ja que en aquestes condicions és molt important garantir l'estabilitat del sistema i la resposta del controlador a possibles pertorbacions. No obstant això, als tancs d'emmagatzematge d'NH₃ s'utilitza un PI, ja que no treballa a pressions tan elevades i és un controlador més fàcil de sintonitzar. L'element final sobre el qual actuen aquests llaços són vàlvules d'alleujament de pressió. Tal com s'ha dit inicialment, la matèria primera s'emmagatzema a pressions elevades, per tant, a cada llaç també hi va incorporada una alarma que s'ubica a la sala de control i en el camp per si hi hagués un augment inesperat de la pressió.

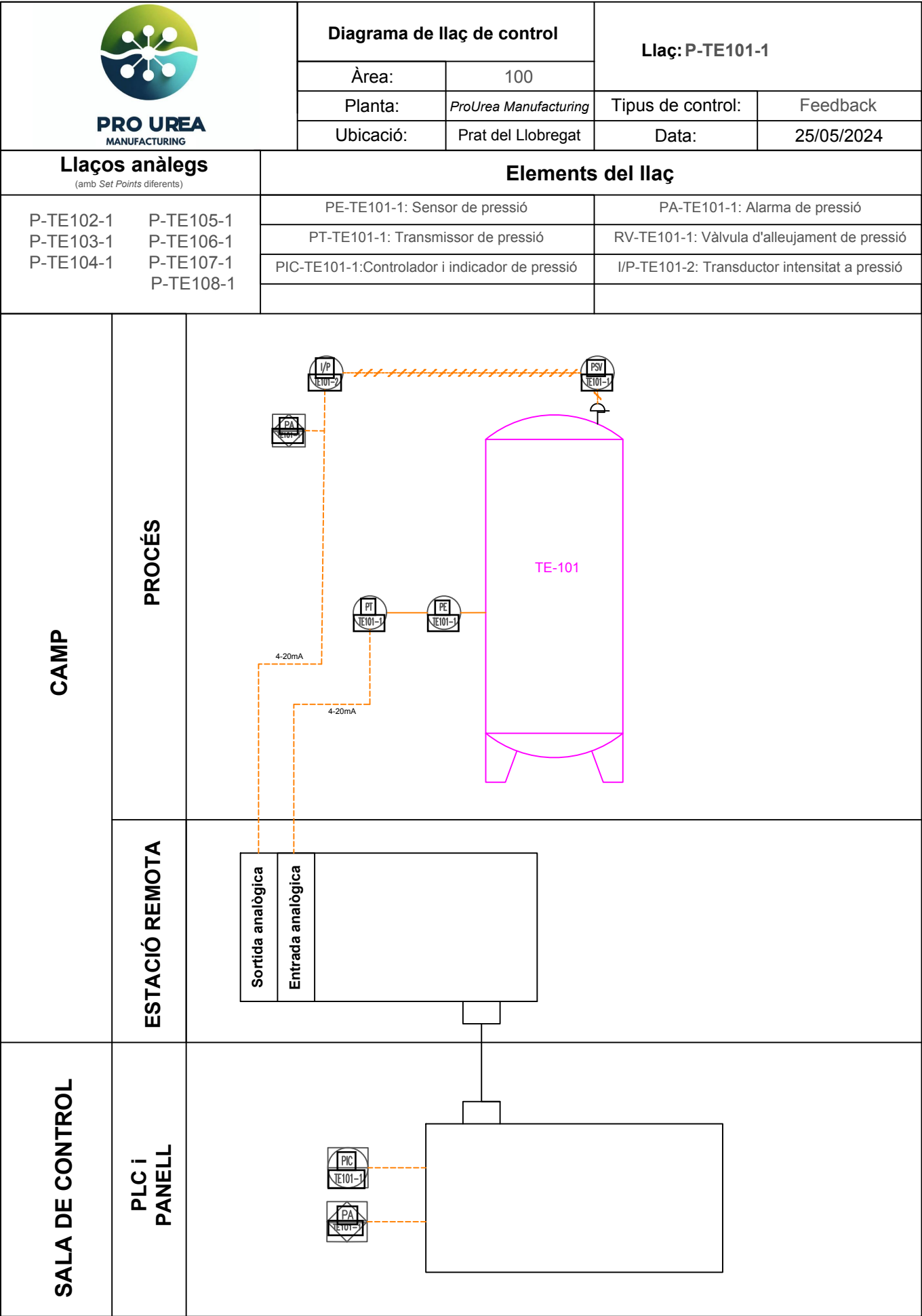
En aquest cas, com algunes característiques dels llaços són diferents, es presenten dues taules per detallar les característiques dels llaços. La taula 3.7.1.3 correspon al llaç de control P-TE101-1, que controla la pressió d'un dels tancs d'emmagatzematge de CO₂, i la taula 3.7.1.4 correspon al llaç P-TE105-1, que fa el mateix per a un dels tancs d'emmagatzematge de NH₃. No obstant això, com l'estructura dels llaços és la mateixa, només es presentarà el diagrama d'un d'ells-

Taula 3.7.1.3. Característiques del llaç P-TE101-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	100
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-TE102-1 - P-TE103-1 - P-TE104-1
Nom del llaç	P-TE101-1	
Equips	TE-101	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del tanc de CO ₂	
Variable Manipulada	Alliberació de gas per la vàlvula d'alleujament	
Set Point	8,2 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	PSV-110	

Taula 3.7.1.4. Característiques del llaç P-TE105-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	100
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-TE106-1 - P-TE107-1 - P-TE108-1
Nom del llaç	P-TE105-1	
Equips	TE-101	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del tanc de NH ₃	
Variable Manipulada	Alliberació de gas per la vàlvula d'alleujament	
Set Point	57 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	PSV-123	



3.7.2 Zona 200

Aquesta zona és on es produeix la urea i compta de tres equips diferents: *stripper*, *pool-condenser* i els reactors. Tota la zona treballa a pressions i temperatures elevades amb varies recirculacions per fer el màxim reaprofitament possible. En aquest apartat, es tractaran aquests tres equips i es descriuran els llaços que es fan servir per controlar cada variable.

3.7.2.1 Stripper

El stripper forma part de la primera etapa de la planta on es produeix la urea. En ell entren tres corrents. Per una banda, entra la sortida de carbamat líquid dels reactors. Per altra banda, un corrent procedent de l'absorbidor a mitja pressió i, finalment, el tercer corrent que és l'aliment de CO₂ comprimit. Un cop es troben a l'interior, la solució de carbamat procedent del reactor es descompon en NH₃ i CO₂, els quals són arrossegats pel gas de stripping a la part inferior.

En el disseny d'aquesta planta, només s'utilitza un stripper, en el qual es controlen tres variables: temperatura, pressió i cabal d'entrada. A continuació, s'explica en diferents apartats, les característiques d'aquests llaços, així com els elements que els constitueixen i es mostren els seus diagrames.

3.7.2.1.1 Control de la pressió

La pressió és una variable que gairebé es controla en quasi tots els equips de la planta. Al cap i a la fi, és un paràmetre que condiciona l'eficiència i la seguretat del procés. En el cas de l'*stripper*, la pressió ha d'estar al voltant dels 140 bars.

El control d'aquest paràmetre es realitza mitjançant un llaç de control feedforward. Aquest està constituït per un sensor que mesura els valors de la pressió a l'interior de l'*stripper* i envia el senyal al controlador. Aquest controlador corregeix l'error d'acord amb el punt de consigna establert i actua sobre la vàlvula de control, la qual regula el cabal de sortida de gas de el stripper.

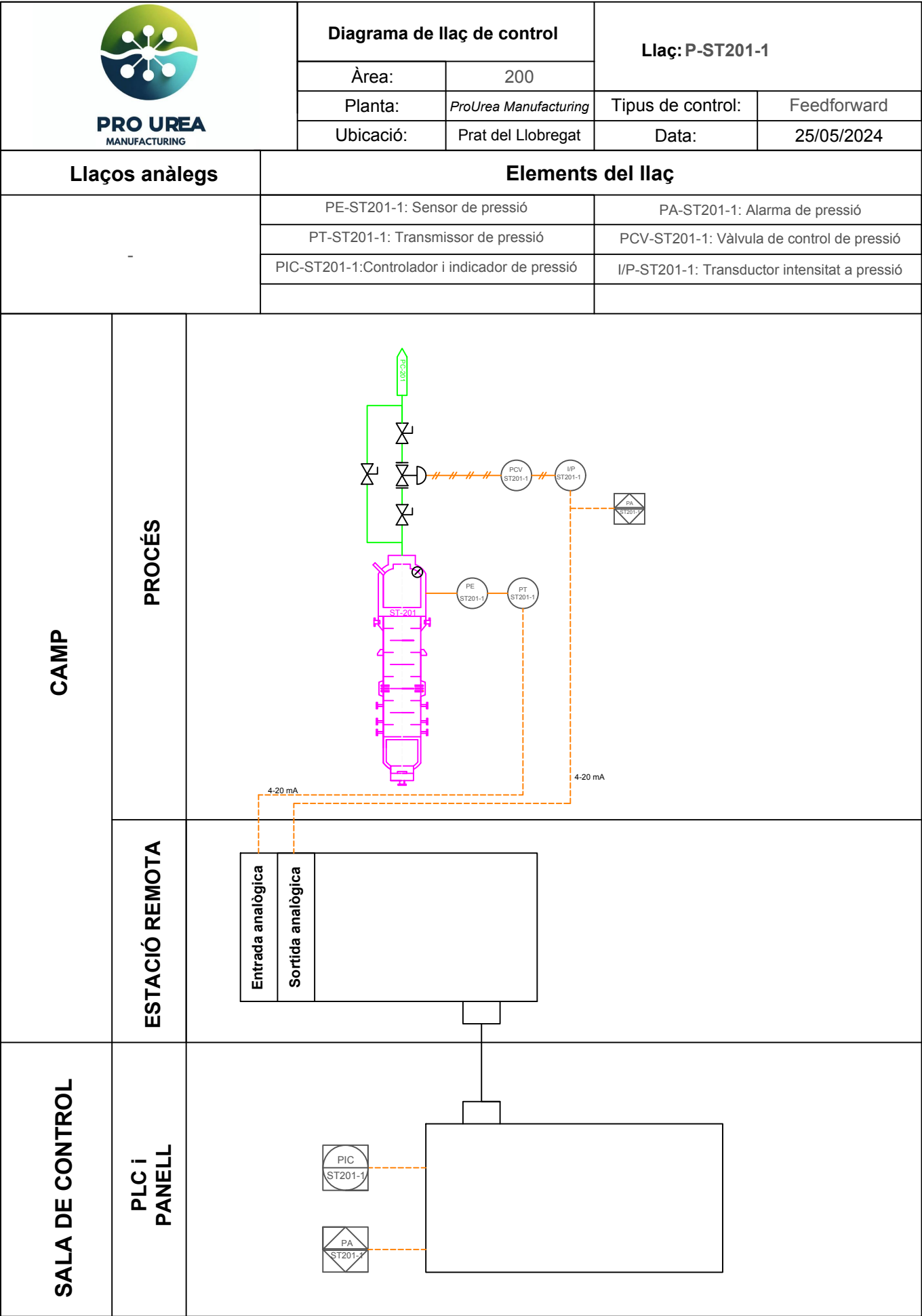
Un dels problemes que podria ocasionar aquest llaç de control és que segons com es regula el cabal de sortida del stripper, pot afectar el cabal d'entrada. Per tant, els dos llaços entrarien en conflicte. Per solucionar-ho, s'ha decidit que el stripper treballi en un rang de pressions de manera que la vàlvula pugui estar en un marge d'obertura que no afecti el rendiment de l'equip. De qualsevol manera, els equips que treballen a una pressió tan elevada, porten incorporat com a element de seguretat un disc de ruptura per poder alleugerar la pressió més ràpid en cas que hi hagi un augment perillós.

Com en la majoria dels casos que es veuran a continuació, el llaç porta incorporat com una alarma, ja que treballa pressions elevades. Aquesta alarma es troba ubicada tant a la sala de control com al camp i s'activa quan el sensor registra valors per sobre del de seguretat.

Seguidament es resumeix a la taula 3.7.2.1 les característiques de llaç P-ST201-1 i es mostra el seu diagrama a la pàgina següent.

Taula 3.7.2.1. Característiques del llaç P-ST201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-ST201-1	
Equips	ST-201	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de l'equip	
Variable Manipulada	Cabal de sortida dels gasos	
Set Point	140 bars	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-267	



3.7.2.1.2 Control de temperatura

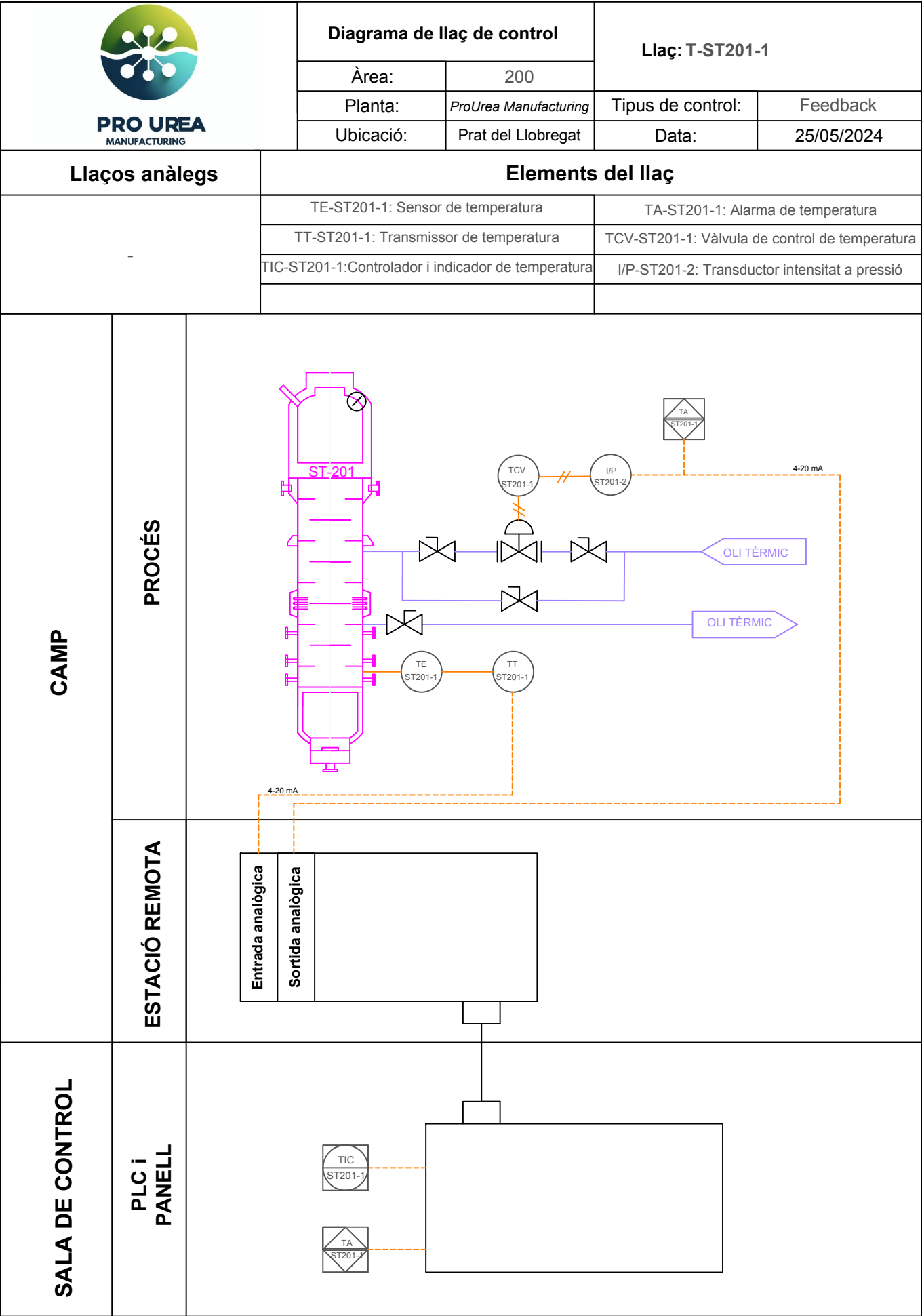
Un altre paràmetre d'especial importància en aquest equip és la temperatura. Tal com s'ha dit inicialment, l'objectiu principal del stripper és descompondre el carbamat en NH_3 i CO_2 per, posteriorment, recircular-ho cap al reactor. Aquesta es tracta d'una reacció reversible i per tal d'afavorir la producció dels components mencionats, cal que l'equip treballi a temperatures al voltant dels 200 °C.

Per assolir aquests valors, l' stripper compta amb uns tubs al seu interior per on circula oli tèrmic, encarregat d'aportar la calor necessària a l'equip. Ara bé, per garantir que els valors es mantenen dintre del rang establert, la temperatura es controla amb un llaç de control feedback, on la variable manipulada és el cabal d'oli que passa pels tubs. Aquest determina la quantitat de calor que transfereix a l'interior de l'equip i, per tant, la temperatura a la qual opera. A més a més, el llaç també compta amb una vàlvula de control que regula el cabal, l'element controlador que acciona la vàlvula, un sensor de temperatura i un transmissor de temperatura.

Cal mencionar que en aquest, com en tots els llaços, es fan servir transductors per canviar els senyals elèctrics a neumàtics i, així, que puguin ser rebuts per les vàlvules. De la mateixa manera, també porta incorporada, com element de seguretat, una alarma per si hi hagués un augment inesperat de temperatura. A la taula 3.7.2.2 es mostren les característiques del llaç T-ST201-1.

Taula 3.7.2.2. Característiques del llaç T-ST201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-ST201-1	
Equips	ST-201	
Variable Controlada	Temperatura a l'interior de l'equip	
Variable Manipulada	Cabal d'oli tèrmic que passa pels tubs	
Set Point	200 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	CV-24	



3.7.2.1.3 Control de cabal

Finalment, el darrer paràmetre que s'ha de controlar a l'stripper és el cabal d'entrada. En total, l'stripper compta amb dues entrades, una procedent dels reactors i l'altra del corrent d'alimentació de CO₂.

Pel que respecta a la corrent de la sortida del gasos, no s'ha pogut controlar perquè entraria en conflicte amb els llaços de control de pressió dels reactors. Per tant, aquest apartat només es centra en el llaços de control de control procedents del reactor i del subministri del CO₂.

En referent a l'estructura del llaç F-ST201-1, està constituït, com en la majoria dels casos, per un cabalímetre que es troba connectat a un transmissor, seguit per un controlador, un transductor i finalment a la vàlvula que regula el seu cabal. Es tracta d'un llaç feedback i les seves característiques se especifiquen a la taula 3.7.2.3.

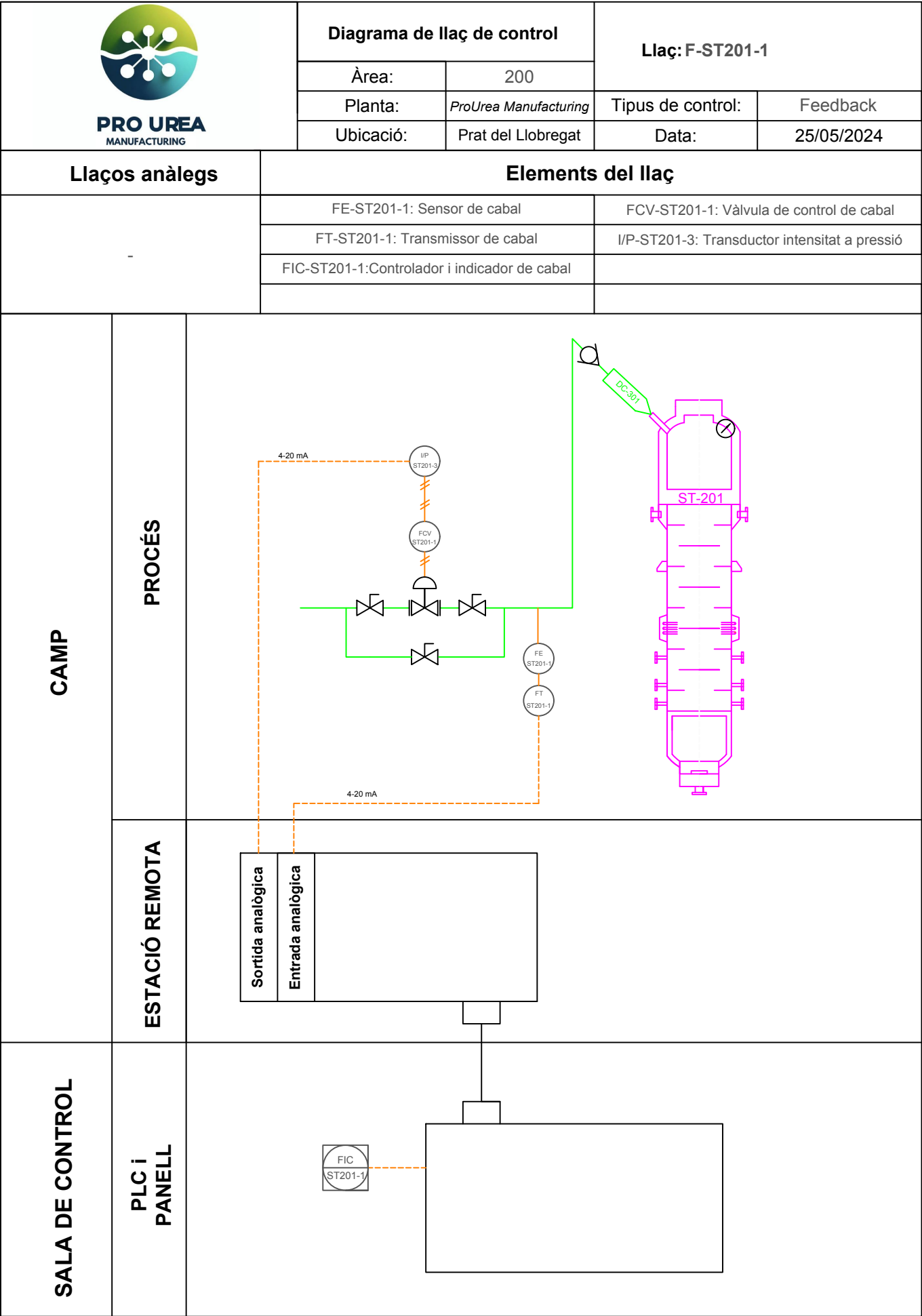
Altrament, tot i que la variable controlada és la mateixa, el llaç de control del corrent de subministrament del CO₂ és una mica diferent. Tot i ser un llaç de control feedback com l'anterior, l'element final són bombes, ja que és necessari augmentar la pressió del corrent de CO₂ abans d'entrar a l'stripper. Com les seves característiques i el seu diagrama són diferents del primer llaç de control de cabal, per separat.

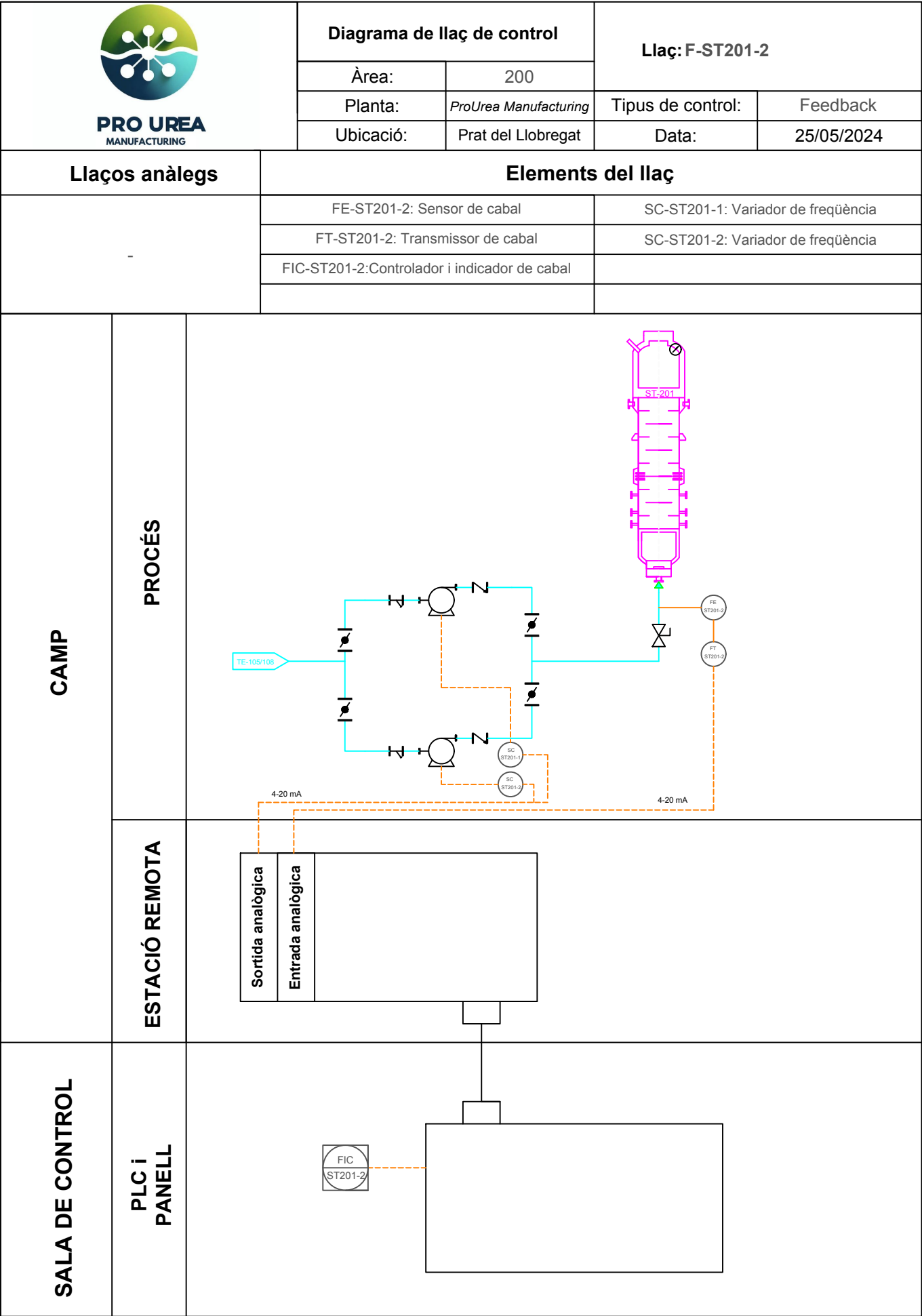
Taula 3.7.2.3. Característiques del llaç F-ST201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-ST201-1	
Equips	ST-201	
Variable Controlada	Corrent líquid d'entrada a l'stripper	
Variable Manipulada	Corrent líquid d'entrada a l'stripper	
Set Point	130 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-216	

Taula 3.7.2.4. Característiques del llaç F-ST201-2

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-ST201-2	
Equips	ST-201	
Variable Controlada	Corrent CO ₂ d'entrada a l' <i>stripper</i>	
Variable Manipulada	Corrent CO ₂ d'entrada a l' <i>stripper</i>	
Set Point	282 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	





3.7.2.2 Pool Condenser

Al Pool Condenser es dona la primera part de la reacció de producció d'urea on el CO₂ i el NH₃ reaccionen per donar carbamat que més endavant per originar la urea. Aquesta part de la reacció és molt exotèrmica, motiu pel qual és d'especial importància el control de la temperatura en aquest equip. No obstant això, també és important el control de la pressió i el control dels cabals d'entrada. A continuació, es detallen les característiques d'aquest en els següents apartats.

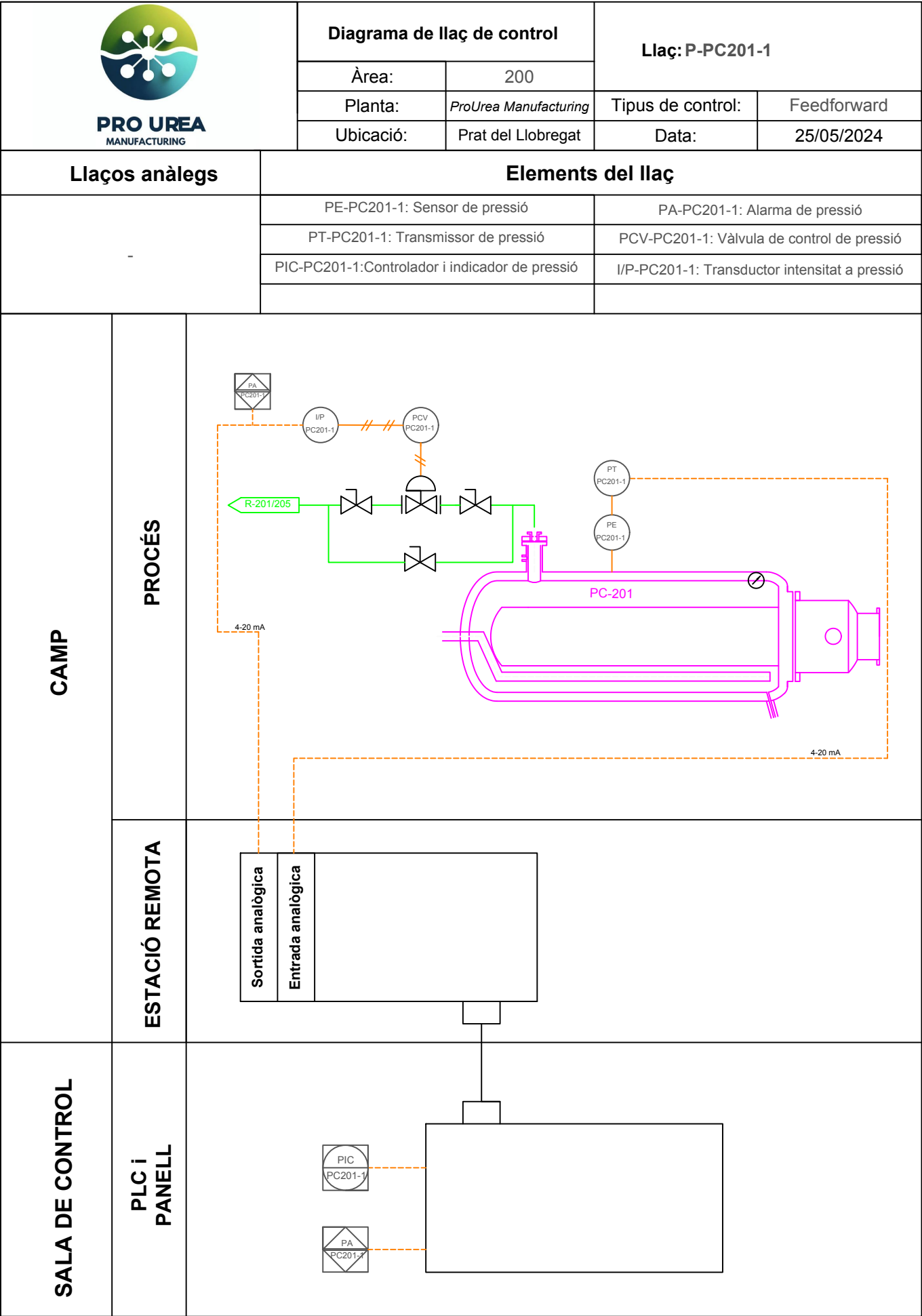
3.7.2.2.1 Control de pressió

D'igual forma que s'ha fet a l'equip anterior, la pressió es controlada amb un llaç de control feedforward el qual treballa per un rang de valors que no afectin al rendiment de l'equip. L'element final és una vàlvula de control que actua sobre el corrent de sortida que va cap al reactor.

Una de les complicacions que pot ocasionar aquest llaç és que entri en conflicte amb el control del cabal a l'entrada als reactors. Per solucionar-ho, s'ha instal·lat una recirculació que, en cas que hi hagués una pujada de pressió, es redirigeix el cabal de gas extra que s'allibera de l'stripper per aquesta canonada amb una vàlvula manual. D'aquesta manera, s'evita que afecti l'entrada dels reactors. Altrament, tal com s'ha fet en el stripper, aquest llaç es sintonitza de manera que treballi per un rang de valors que no afectin al cabal d'entrada. A continuació, a la taules 3.7.2.5 s'especifiquen les característiques d'aquest llaç així com el seu diagrama a la pàgina següent.

Taula 3.7.2.5. Característiques del llaç P-PC201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-PC201-1	
Equips	PC-201	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de l'equip	
Variable Manipulada	Cabal de sortida	
Set Point	140 bars	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-222	



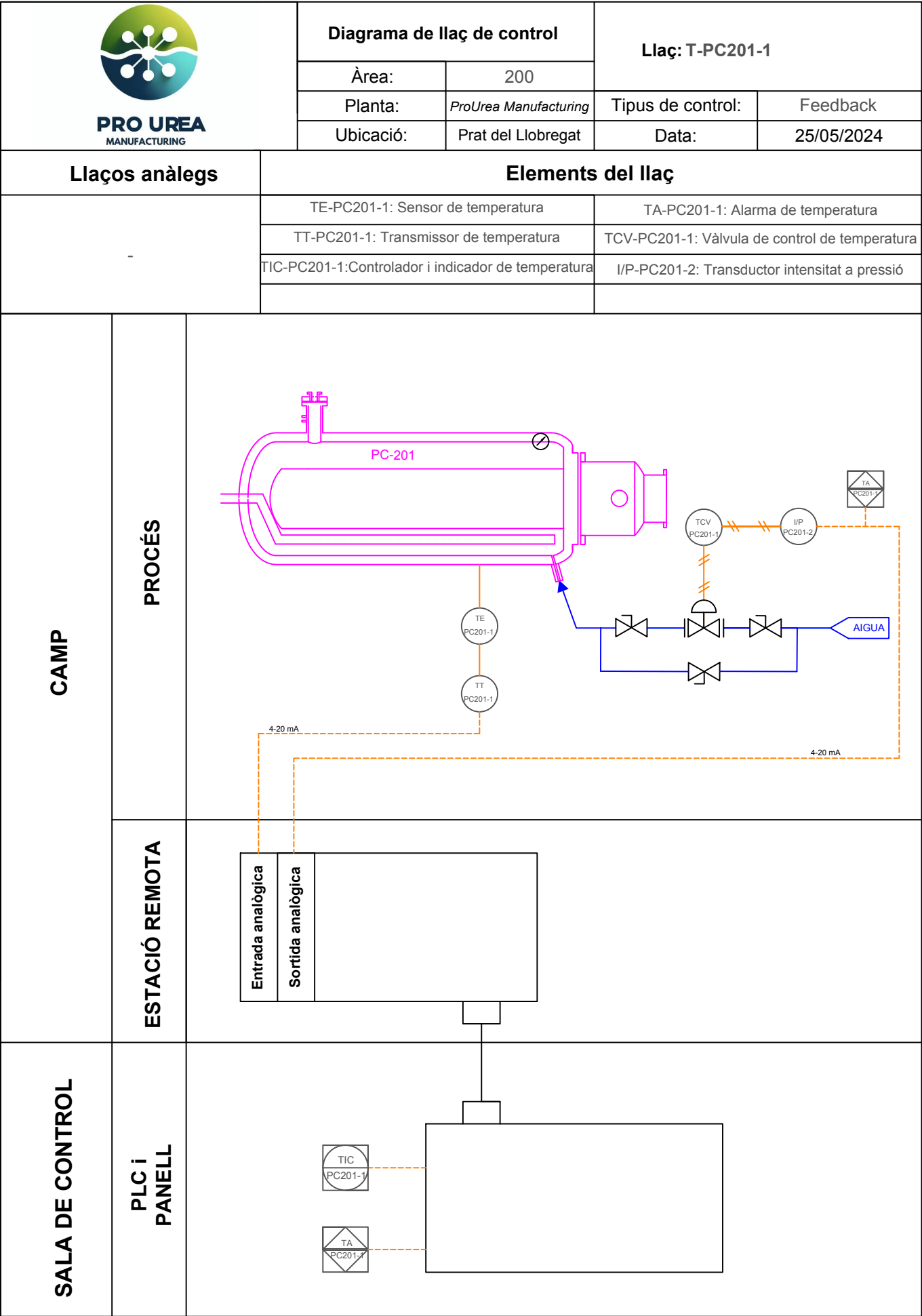
3.7.2.2.2 Control de temperatura

El sistema de bescanvi de calor del pool condensar es similar al del stripper. El funcionament és com un bescanviador de carcassa i tubs, però en aquest cas l'objectiu és refredar el sistema, ja que aquesta part de la reacció és molt exotèrmica. Per refredar, es fa servir un corrent d'aigua que passa pels tubs i que surt en forma de vapor.

Tal i com s'ha explicat en l'anterior apartat, el cabal d'aquesta corrent és un dels paràmetres que determina la transmissió de calor entre els dos fluids. Per aquest motiu, és la variable manipulada. D'igual manera que en l'equip anterior, el llaç de control és de tipus feedback i controla la temperatura juntament amb un controlador, un sensor de temperatura, un transmissor, un transductor i una vàlvula de control. El diagrama i les característiques del llaç T-PC201-1 es mostren a continuació.

Taula 3.7.2.6. Característiques del llaç T-PC201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-PC201-1	
Equips	PC-201	
Variable Controlada	Temperatura a l'interior de l'equip	
Variable Manipulada	Cabal del fluid refrigerant (aigua)	
Set Point	165°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-29	



3.7.2.3 Reactor

Un dels equips amb més importància a la planta són els reactors. Aquests formen part de les primeres etapes en la producció d'urea i una fallada en ells pot condicionar la resta de la planta. És per aquest motiu que resulta d'especial importància que els paràmetres que puguin afectar, tant al seu rendiment com a la seguretat, estiguin correctament monitoritzats i controlats.

A la planta es fan servir un total de cinc reactors que utilitzen el 80% de la seva capacitat. En ells es dona la segona part de la reacció, on es produeix principalment la urea per descomposició del carbamat. Aquesta és la part més lenta de la reacció i, a més a més, és endotèrmica, motiu pel qual es necessari subministrar calor al reactor mitjançant una camisa. Per tant, un dels paràmetres que s'han de controlar, tant per seguretat com per eficiència, és la temperatura a l'interior dels reactors.

Així mateix, la pressió dintre de cada reactor també és un paràmetre que és important mantenir en els valors determinats, tant per motius de seguretat com per garantir les condicions òptimes d'operació. Altrament, el cabal d'entrada, també resulta un factor important que pot influir en el temps de residència i, en conseqüència, en el grau de conversió assolit en cada cas. Per tant, aquesta variable també s'ha de controlar. Resumint, a cada reactor hi haurà tres llaços diferents per controlar cada variable.

A continuació s'explica més detalladament l'estructura de cada llaç que s'ha escollit per als reactors, indicant tots els elements implicats. Cal destacar que, com els llaços de control es troben repetits per a cada equip, només es mostrarà el diagrama d'un d'ells, així com la taula de característiques, per tal de simplificar-ho. No obstant això, a cada taula s'indican els llaços anàlegs.

3.7.2.3.1 Control de la pressió

Dintre del procés de producció d'urea és diferencien dos zones: zones d'alta i de baixa pressió. En el cas dels reactors, tots s'ubiquen en la zona d'alta pressió. De fet, la reacció que produeix urea es dona una pressió de 140 bars.

Tenint en compte això, tant per garantir l'eficiència de la reacció com per motius de seguretat, és important un bon control de la pressió que es troba a l'interior dels equips. En tots ells, es fa servir un llaç de control feedforward amb l'objectiu de mantenir la pressió en el punt de consigna establert. Aquesta pressió serà regulada a partir del cabal de gasos de sortida.

Concretament, es farà amb una vàlvula de control que s'obrirà o tancarà segons la senyal que l'arribi del controlador PI instal·lat. Aquest controlador permet arribar al punt de consigna prou ràpid i la velocitat de la resposta del sistema és manté adequat.

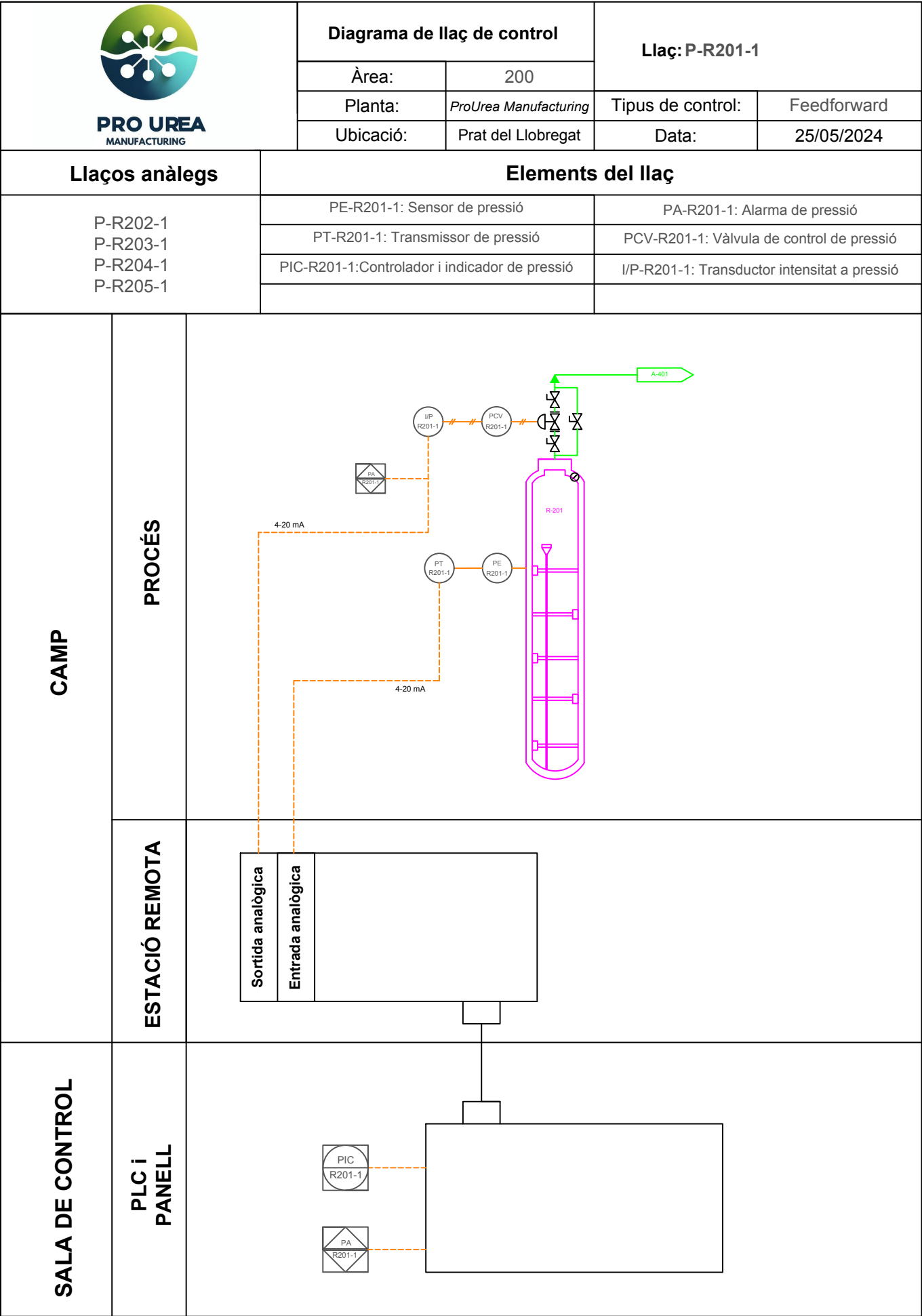
També cal mencionar que, tot i que és considera un controlador adient per aquest llaç, l'acció integral causa un alentiment que es pot acceptar. Cal destacar que el disseny d'aquets controlador s'ha fet per un rang de pressions per tal de que no afecti al cabal d'entrada, el qual es un paràmetre prioritari. Si aquest cabal fos modificat, la producció d'urea es veuria afectada. D'aquesta manera, al treballar en un rang de pressions, el control de la vàlvula té més marge d'actuació i no afecta a la resta de paràmetres.

A banda d'això, també es troben instal·lades alarmes de seguretat a cada reactor per si es registren valors de pressions massa elevades. En cas de que es donen aquest valors marcats com màxims, els controladors PI instal·lats enviaran la senyal a l'element final que, en aquest cas serà un element de seguretat.

A continuació, es mostren les característiques i el diagrama del llaç P-R201-1 . Així mateix, com aquest llaç es el mateix per a cada reactor, s'indiquen el nom dels llaços similars en la resta d'equips amb l'objectiu de simplificar-ho.

Taula 3.7.2.7. Característiques del llaç P-R201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-R202-1 - P-R203-1 - P-R204-1 - P-R205-1
Nom del llaç	P-R201-1	
Equips	R-201/ R-202/R-203/R-204/R-205	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de l'equip	
Variable Manipulada	Cabal de sortida dels gasos	
Set Point	140 bars	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-263	



3.7.2.3.2 Control de la temperatura

La temperatura és un paràmetre important en les condicions d'operació, ja que pot afectar de manera significativa la velocitat de reacció. En aquest cas, la temperatura dels reactors es manté mitjançant una camisa per la qual passa oli tèrmic com a fluid calefactor, ja que les temperatures que s'han d'assolir estan entre 188 i 192°C.

La temperatura ideal de treball és 190°C per tal d'obtenir una conversió òptima. De manera que, com es tracta d'una reacció endotèrmica, cal subministrar calor per garantir el seu correcte funcionament, tal com s'ha explicat a l'inici.

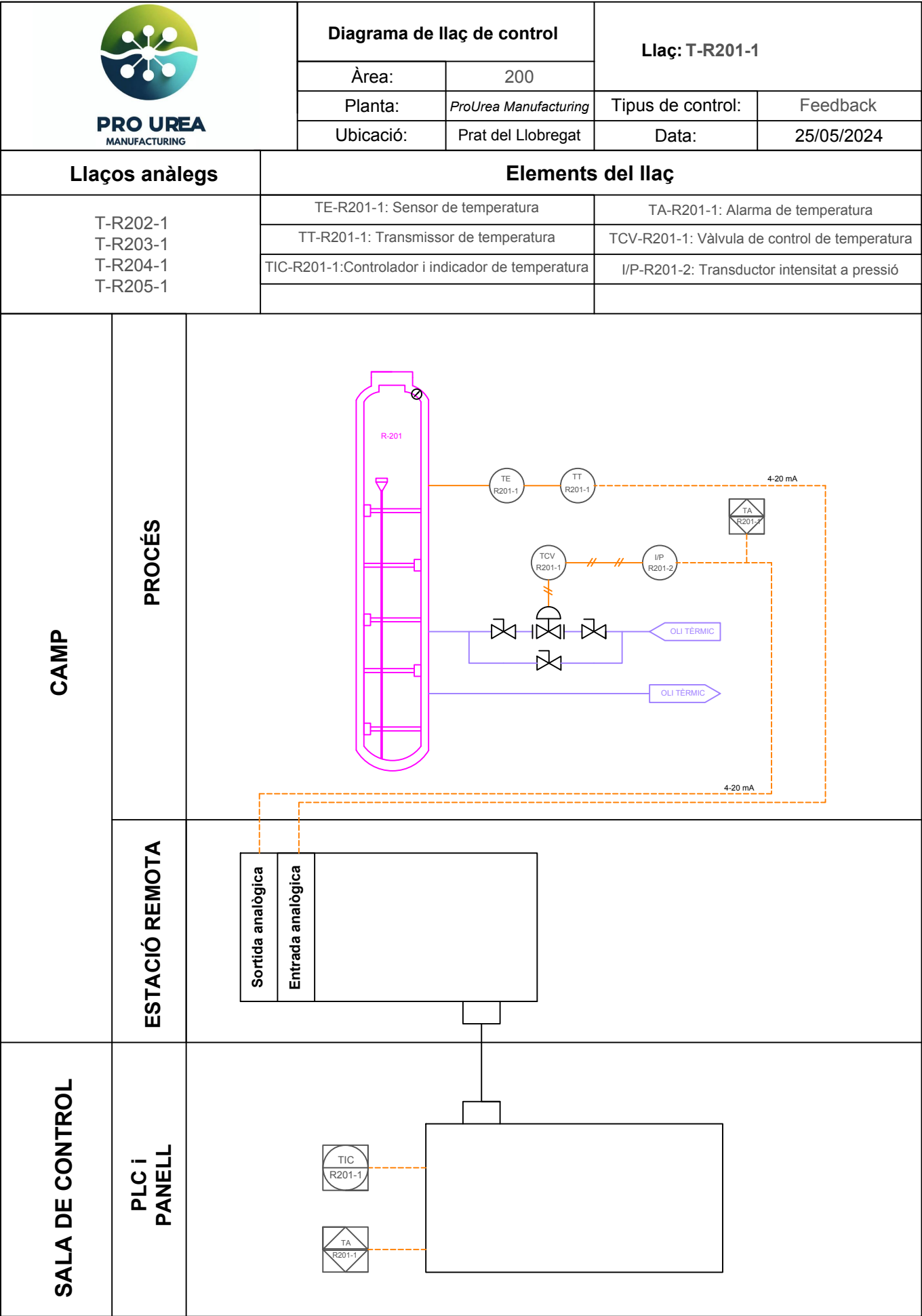
La quantitat de calor que es transfereix al reactor ve determinat per la velocitat de pas del fluid que es troba en la camisa. Aquesta velocitat està directament relacionada amb el cabal, el qual es regula mitjançant l'obertura d'una vàlvula accionada per l'element controlador. El senyal que envia el controlador a la vàlvula dependrà dels valors mesurats prèviament pel sensor de temperatura instal·lat a l'interior del reactor.

Tal com s'ha fet en el paràmetre de la pressió, els llaços de control també incorporen com a element de seguretat una alarma per avisar en cas que hi hagués un augment de temperatura inesperat. Aquestes alarmes són senyals, tant lluminoses com acústiques, ubicades en la sala de control i que romanen enceses fins que la temperatura torna al seu valor corresponent.

Tal i com s'ha fet amb els llaços de control de la pressió, a continuació es mostren les característiques i el diagrama del llaç T-R201-1, respectivament, així com els seus llaços anàlegs.

Taula 3.7.2.8. Característiques del llaç T-R201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - T-R202-1 - T-R203-1 - T-R204-1 - T-R205-1
Nom del llaç	T-R201-1	
Equips	R-201/R-202/R-203/R-204/R-205	
Variable Controlada	Temperatura interior del reactor	
Variable Manipulada	Cabal de l'oli tèrmic	
Set Point	188°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	CV-4	

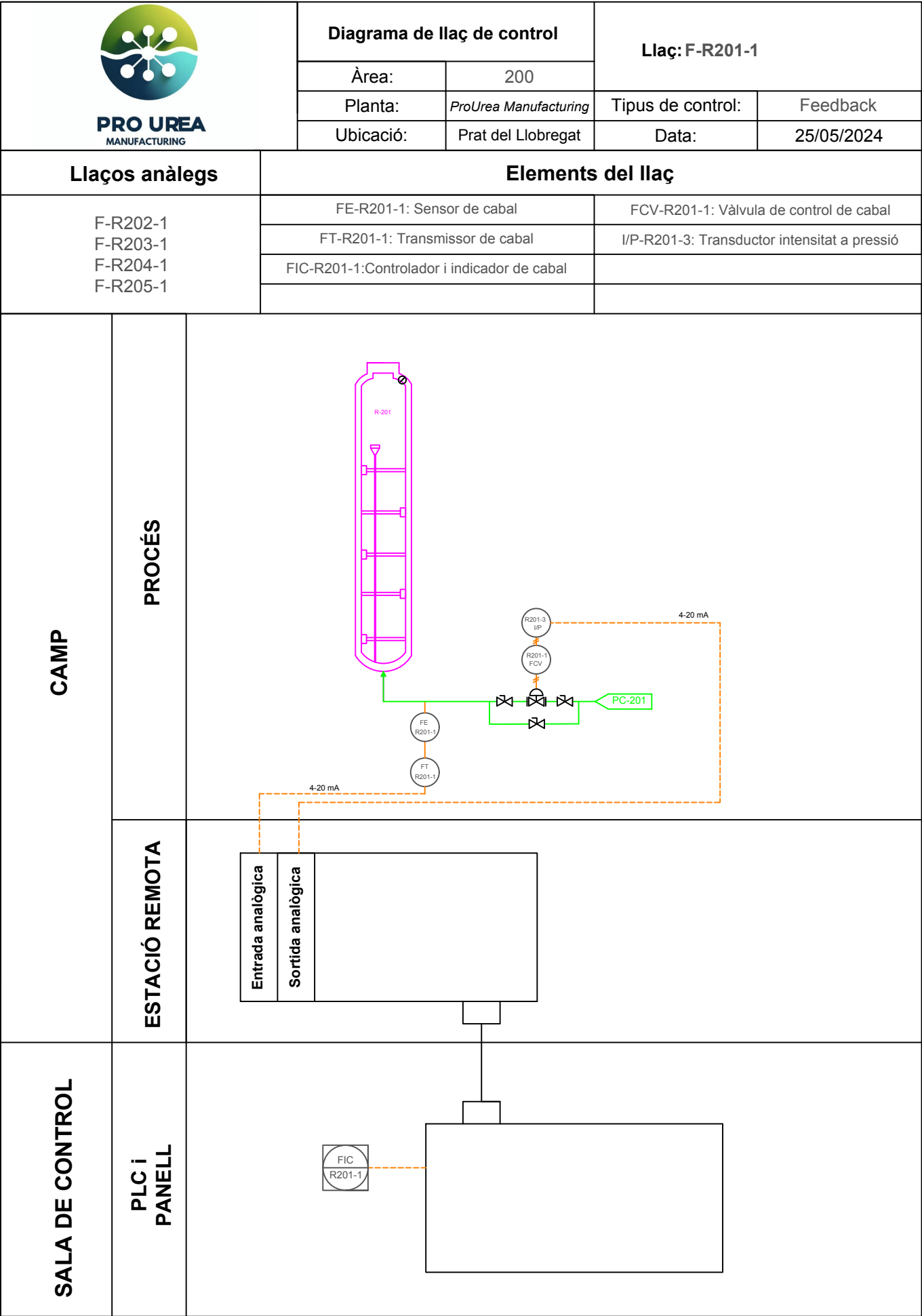


3.7.2.3.3 Control del cabal d'entrada

Finalment, un altre paràmetre que és important mantenir per garantir un disseny òptim és el cabal d'entrada. Aquest cabal afecta directament al temps de residència dels reactors. Si el cabal d'entrada és major del que s'ha determinat, aquest temps serà menor del calculat i, en conseqüència, s'obindrà una conversió inferior a la desitjada. En canvi, si el cabal és menor, el temps de residència serà major, la qual cosa no suposarà un major grau de conversió, però sí uns volums més elevats. Per aquests motius, cal mantenir el cabal d'entrada en el valor determinat per tal de que no afecti a la reacció i que garanteixi l'eficiència del procés. Les característiques i el diagrama del llaç de control es mostren a continuació.

Taula 3.7.2.9. Característiques del llaç F-R201-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	200
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - F-R202-1 - F-R203-1 - F-R204-1 - F-R205-1
Nom del llaç	F-R201-1	
Equips	R-201/R-202/R-203/R-204/R-205	
Variable Controlada	Cabal d'entrada al reactor	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al reactor	
Set Point	18,71 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Sí	
Tipus de vàlvula	CV-259	



3.7.3 Zona 300

3.7.3.1 Decomposer

A la sortida del stripper de la zona 200, es troben dos decomposers instal·lats en continu. L'objectiu d'aquests equips es descomposar el carbamat en NH_3 i CO_2 per, posteriorment reaprofitar-los recirculant el corrent cap al pool condenser de nou. Per aconseguir la major quantitat de matèries primeres possible, la corrent de líquid de sortida del primer decomposer es connecta amb l'entrada del segon.

En tots dos es controlen les mateixes variables amb diferents punts de consigna. Concretament es controlen els paràmetres de pressió, cabal i temperatura. A continuació, s'explica les característiques del control de cada variable en diferents apartats acompanyades dels seus diagrames corresponents.

3.7.3.1.1 Control de la temperatura

Tant la descomposició del carbamat com la posterior separació de CO_2 i NH_3 depenen de la temperatura. Per tal que es formi CO_2 i NH_3 és precís que l'equip estigui entre 130-160º, ja que afavoreix el sentit de la reacció. Altrament, la separació del gas i del líquid es dona gràcies a la diferència de volatilitats. Aquests són compostos molt més volàtils que la resta de substàncies que es troben a l'interior, el que vol dir que s'evaporen abans i es poden separar fàcilment. Per tant, per garantir que es doni una bona separació les temperatures s'han de mantenir en un rang determinat de valors.

Pel que respecta al control de temperatura, es realitza, com s'ha fet fins ara, amb llaços de control feedback. A l'interior de cada equip hi han un tubs per on circula vapor d'aigua amb un cert cabal. La velocitat d'aquest corrent és la variable que es manipula en aquest cas per controlar el bescanvi de calor que es dona i, per tant, la temperatura que hi haurà a l'interior.

Per tant, aquets llaç està constituït per un sensor que mesura la temperatura a l'interior de l'equip i envia la senyal, mitjançant un transmissor, a un controlador PI. Aquest controlador està connectat a una alarma per si hagués un augment inesperat de la temperatura i a un transductor. Aquest transductor transforma la senyal elèctrica que li arriba a neumàtica. D'aquesta manera, s'acciona la vàlvula de control que regula el cabal de vapor que passa per la camisa.

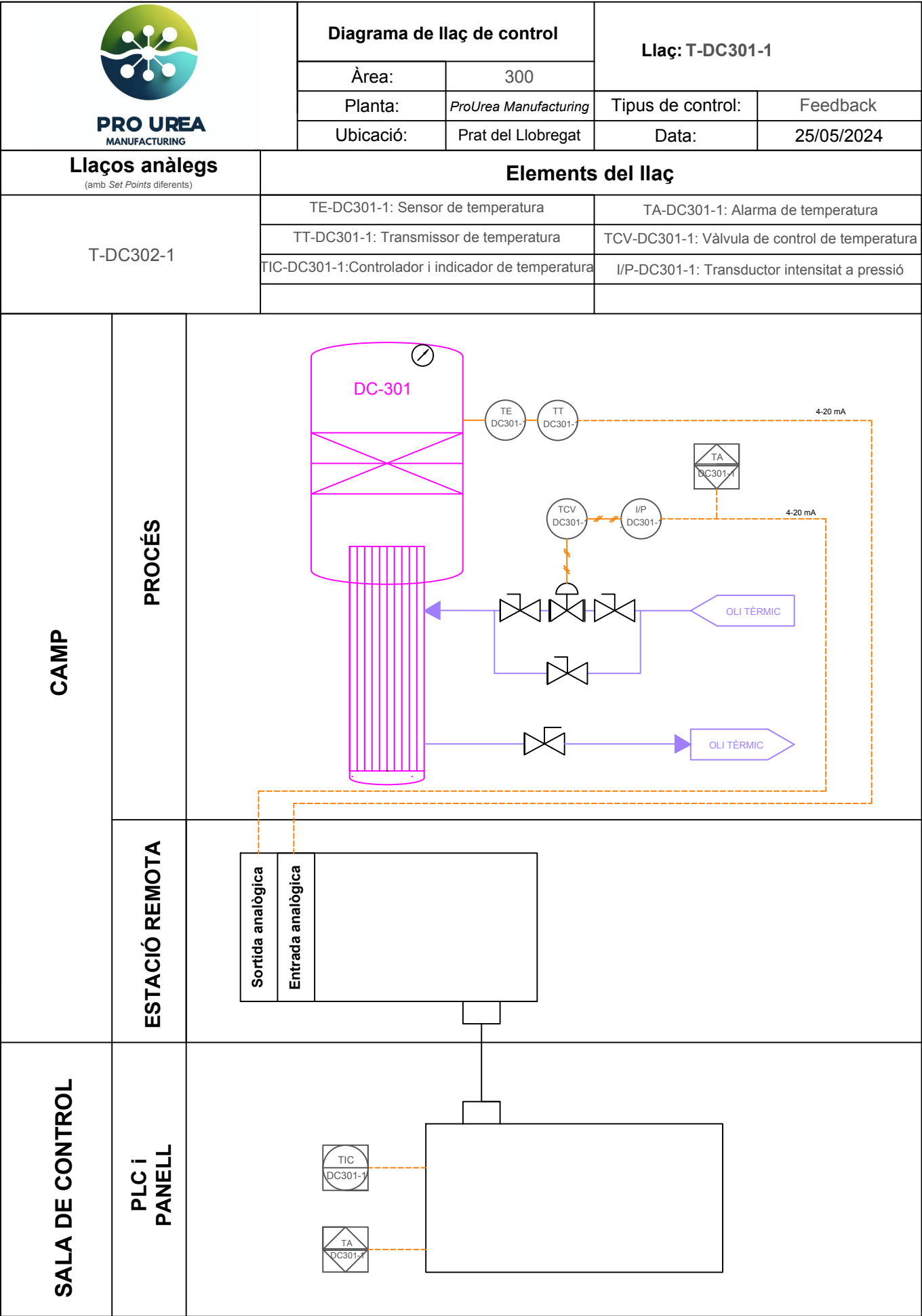
A continuació, a la taula 3.7.3.1 i 3.7.3.2 es detallen les característiques dels llaços T-DC301-1 i T-DC302-1 respectivament. Pel que respecta al diagrama, com tots dos són iguals, només es mostrarà el diagrama del llaç T-DC301-1.

Taula 3.7.3.1. Característiques del llaç T-DC301-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-DC301-1	
Equips	DC301	
Variable Controlada	Temperatura a l'interior del <i>decomposer</i>	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de vapor	
Set Point	157 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-34	

Taula 3.7.3.2. Característiques del llaç T-DC302-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-DC302-1	
Equips	DC-302	
Variable Controlada	Temperatura a l'interior del <i>decomposer</i>	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de vapor	
Set Point	131 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-39	



3.7.3.1.2 Control de la pressió

Les volatilitats dels components poden variar tant en funció de la temperatura com de la pressió. Per tant no només s'ha de controlar la temperatura si no que la pressió també s'ha de mantenir constant per assegurar una bona descomposició del carbamat així com la correcta separació del NH₃ i el CO₂ de la resta.

En aquest aspecte es diferencien els dos decomposers, el primer treballa a alta pressió i el segon a baixa pressió. Ara bé, el funcionament del llaç és el mateix per tots dos i és semblant als dels equips que s'han descrit fins ara. Es tracta d'un llaç feedforward que mesurant la pressió a l'interior dels equips, regula el cabal de sortida dels gasos. Tal com s'ha fet en anteriors ocasions, aquest llaç es configura de manera que la manipulació del cabal de sortida, no afecti al d'entrada.

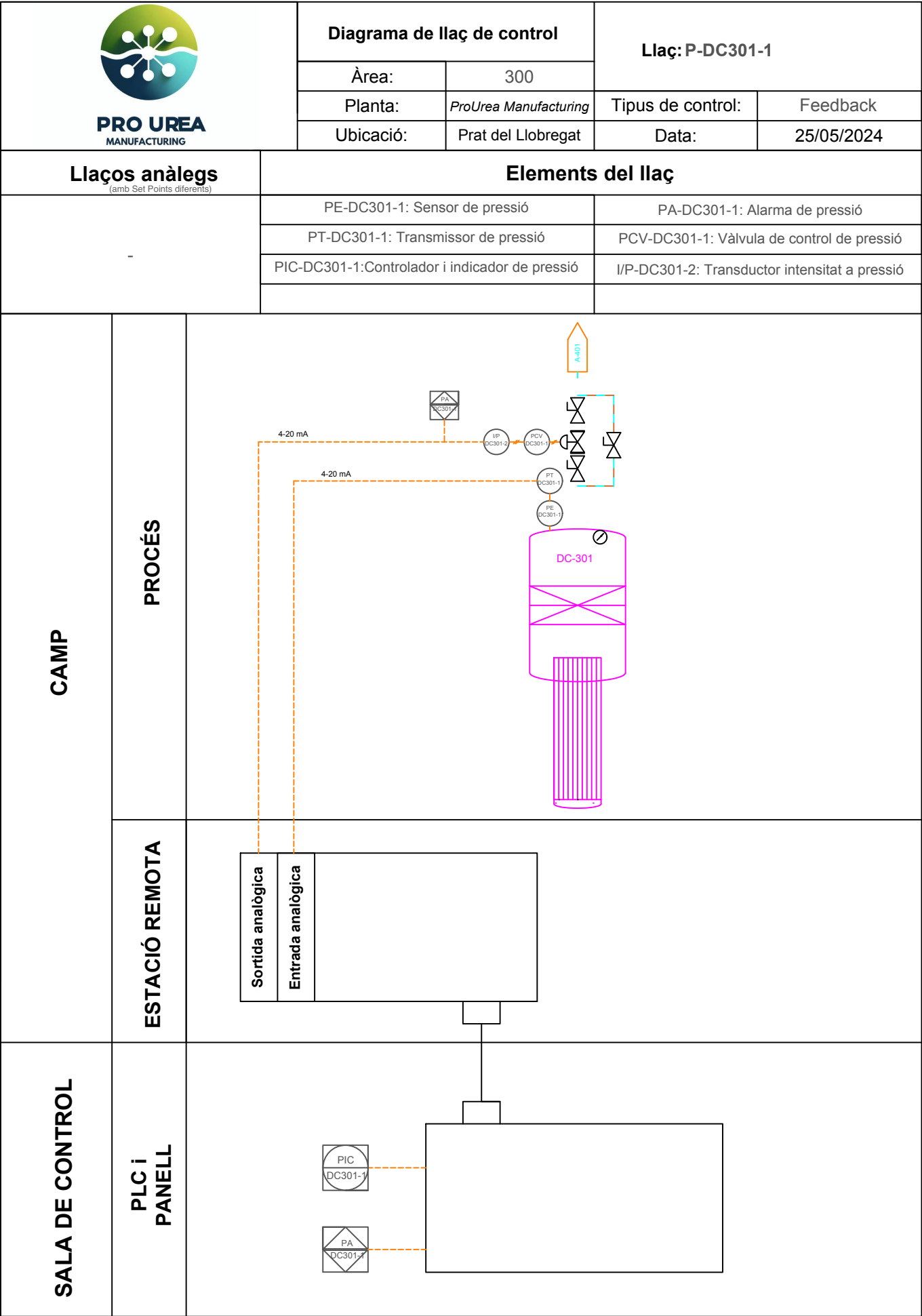
A continuació, es fica a la taula 3.7.3.3 i 3.7.3.4 les característiques dels llaços P-DC301-1 i P-DC302-1. Seguidament es mostra el diagrama del llaç P-DC301-1 .

Taula 3.7.3.3. Característiques del llaç P-DC301-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-DC301-1	
Equips	DC301	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del decomposer	
Variable Manipulada	Cabal de sortida dels gasos	
Set Point	18 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	CV-317	

Taula 3.7.3.4. Característiques del llaç P-DC302-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-DC302-1	
Equips	DC302	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del <i>decomposer</i>	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del gasos	
Set Point	2.5 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-313	



3.7.3.1.3 Control del cabal

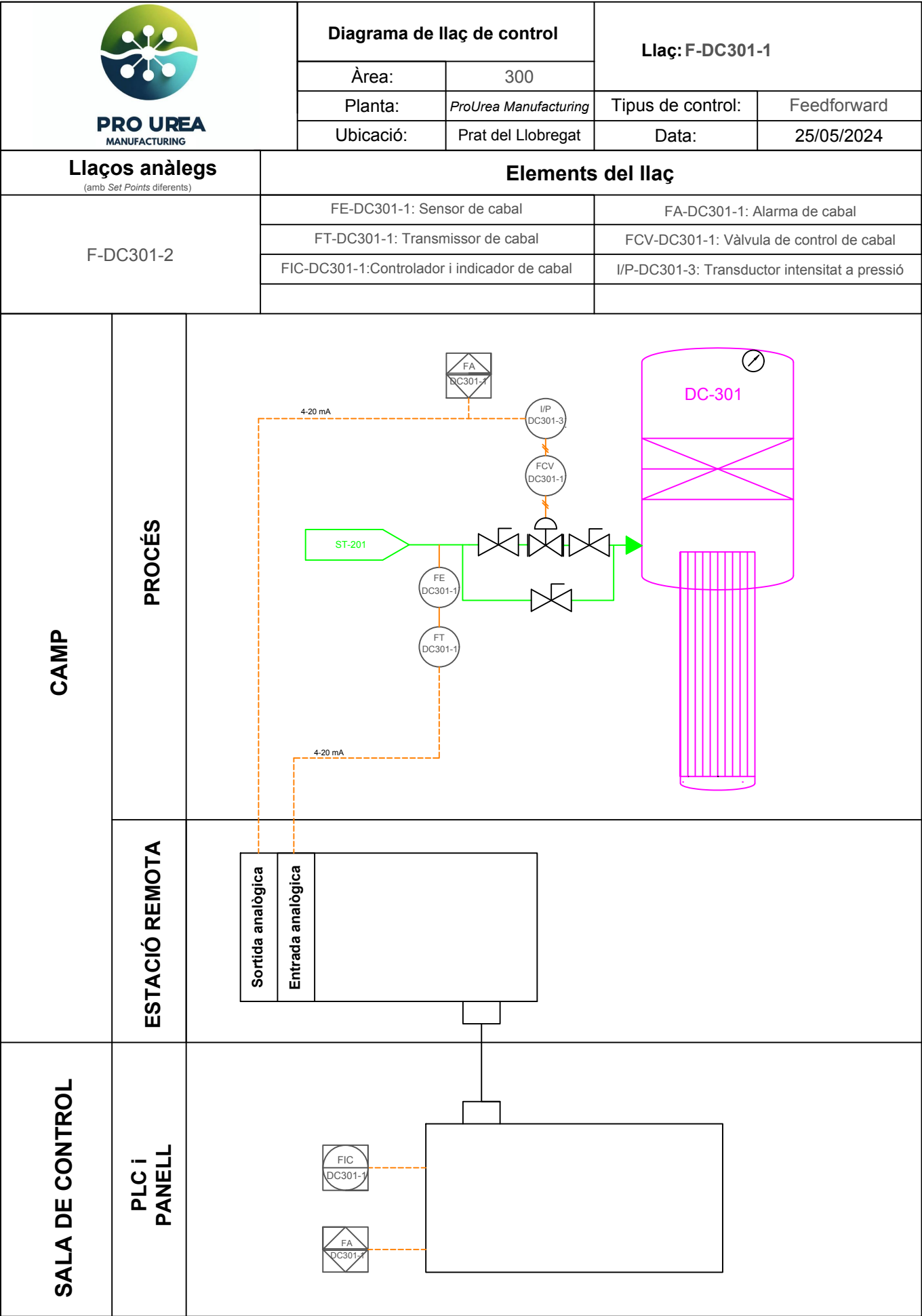
Finalment, s'ha instal·lat un control de cabal a l'entrada de cada decomposer per mantenir el temps de residència i, així, garantir l'eficiència de l'operació. Aquest llaç, a diferència dels anteriors, es tracta d'un llaç de control feedforward, ja que s'està controlant la variable d'entrada al sistema de control. Concretament, es mesura primer el cabal d'entrada al decomposer corresponent i, llavors, es regula l'obertura de la vàlvula segons la senyal d'error que li arribi al controlador. A les taules 3.7.3.5 i 3.7.3.6 es detallen les característiques dels llaços F-DC301-1 i F-DC302-1. Seguidament, es mostra el diagrama del llaç F-DC301-1.

Taula 3.7.3.5. Característiques del llaç F-DC301-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-DC301-1	
Equips	DC301	
Variable Controlada	Cabal d'entrada al decomposer	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al decomposer	
Set Point	118,36 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-304	

Taula 3.7.3.6. Característiques del llaç F-DC302-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	300
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-DC302-1	
Equips	DC302	
Variable Controlada	Cabal d'entrada al decomposer	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al decomposer	
Set Point	69,28 m3/h	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-308	



3.7.4 Zona 400

3.7.4.1 Absorber

A La zona 400 només es troben dos absorbidors alimentats per les sortides dels *decomposers* de la zona 300. En concret, la sortida del decomposer que treballa a baixa pressió, DC-302, entra a l'absorbidor atmosfèric, del que surt un corrent enriquit en NH₃ i un altre en CO₂ com a resultat. Seguidament, la sortida de la solució enriquida en NH₃ entra en el segon absorbidor, juntament amb el corrent de sortida del decomposer que treballa a mitja pressió, DC-301, i es torna a fer la separació. D'aquesta manera es recupera NH₃ que es recircula posteriorment al pool condenser.

En aquest cas, els paràmetres que s'han controlat han sigut els mateixos per tots dos: la pressió i el nivell de líquid. A continuació es descriuen en diferents apartats les estructures dels llaços amb els seus diagrames corresponents.

3.7.4.1.1 Control de pressió

En aquest tipus d'operacions, és important que es respecti l'equilibri vapor-líquid per garantir una bona transferència de matèria. Per complir-ho, es pot treballar mantenint la temperatura controlada o la pressió, com és el cas d'aquests equips.

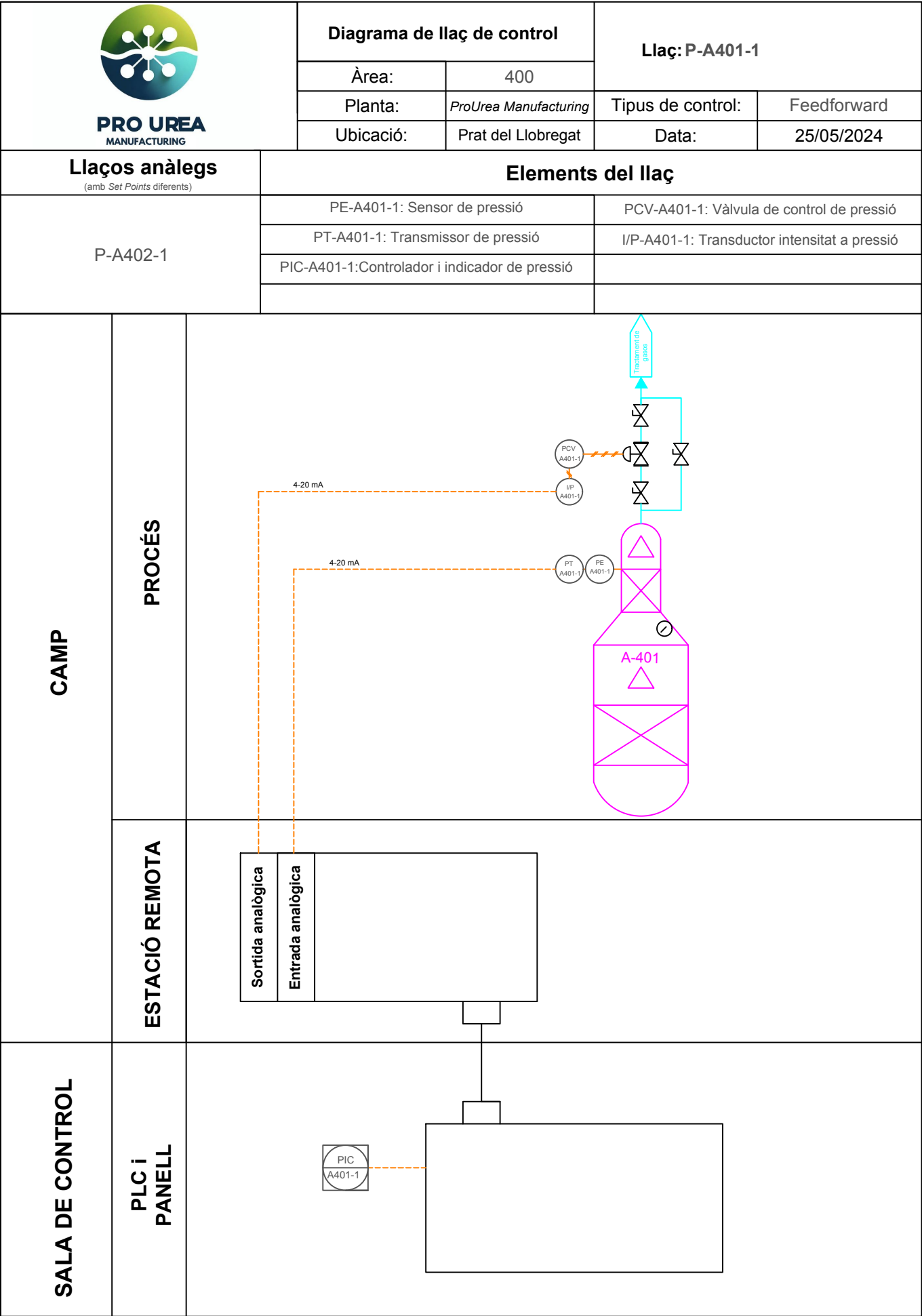
En aquest cas, aquest control es fa a partir dels valors de pressió mesurats a la sortida dels absorbidors. Seguidament, se li envia el senyal corresponent al controlador PI que actuarà sobre una vàlvula de control. A més d'aquesta vàlvula, també va connectat a una alarma que es troba tant a la sala de control com al camp per avisar en cas que la pressió es trobi per sota dels nivells mínims establerts. Resumint, és un llaç de control feedforward. Les característiques de cada llaç es presenten a les taules 3.7.4.1 i 3.7.4.2. Ara bé, com l'estructura dels llaços són iguals, només es presenta la del llaç P-A401-1.

Taula 3.7.4.1. Característiques del llaç P-A401-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	400
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-A401-1	
Equips	A-401	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del absorbidor	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de gas	
Set Point	18 bars	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-417	

Taula 3.7.4.2. Característiques del llaç P-A402-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	400
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-A402-1	
Equips	A-402	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del absorbidor	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de gas	
Set Point	2.5 bars	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-406	



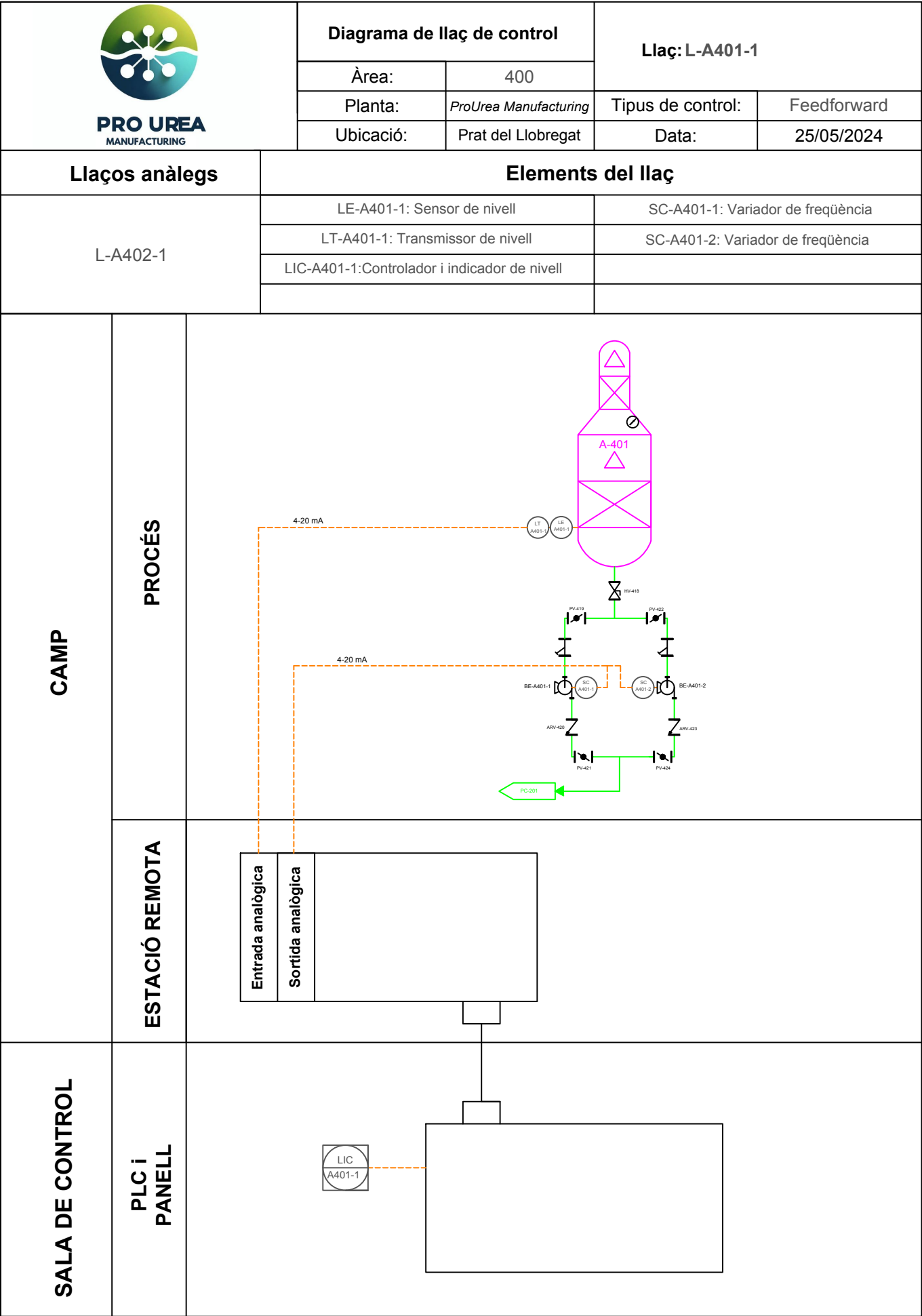
3.7.4.1.2 Control de nivell

Un dels problemes que poden tenir aquests equips, és l'acumulació de líquid al seu interior. Per aquest motiu, s'ha instal·lat un llaç de control feedforward que controla el cabal de sortida de líquid. Aquest llaç compta amb un variador de freqüència al qual li arriba el senyal del controlador i regula la potència de les bombes.

En aquest cas, les característiques i els diagrames dels llaços són idèntics en els dos casos. Per tant, només es representa per al llaç L-A401-1.

Taula 3.7.4.3. Característiques del llaç L-A401-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	400
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-A402-1
Nom del llaç	L-A401-1	
Equips	A-401/A-402	
Variable Controlada	Nivell de líquid en l'absorbidor	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del líquid	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	-	



3.7.5 Zona 500

L'àrea 500 es una de les zones que té com finalitat purificar el producte, urea, i recuperar part dels reactius emprats. En aquest cas, es tracta el corrent líquid de la sortida dels decomposers ja que encara conté part de NH_3 i CO_2 . Per tant, aquest corrent entra a un primer evaporador on s'evapora els reactius i els compostos restants passen a un segon evaporador. Els corrents gasosos que surten del evaporadors amb NH_3 i CO_2 , es condensen i s'emmagatzemen en un tanc des de on s'envia als *desorbers* de la zona 600. Els corrents de sortida líquid de cada evaporador, on es troba la urea, passen a un altre tanc d'emmagatzematge que després envia el producte cap al granulador.

Resumint, aquesta zona està constituïda per dos evaporadors, dos tancs d'emmagatzematge i un condensador. A continuació, es descriuen els llaços que es fan servir en els equips en els següents apartats.

3.7.5.1 Evaporadors

Tal com s'ha mencionat a l'inici, en aquesta zona hi han dos evaporadors que ajuden a purificar el producte final. En aquests equips es controlen quatre paràmetres: la pressió, la temperatura, el nivell i el cabal. En els següents apartats es tracten els llaços de control per cada variable amb els seus diagrames corresponents.

3.7.5.1.1 Control de temperatura

Aquest es podria dir que és el paràmetre més important que s'ha de mantenir controlat. Com passa en altres equips que ja s'han explicat, per tal que es doni només l'evaporació del CO_2 i el NH_3 , es juga amb la diferència de volatilitats. Aquesta diferència implica que l'aigua i els restos dels reactius s'evaporen molt més abans que l'urea. Per tant, es important mantenir la temperatura a un valor que permeti aquesta separació.

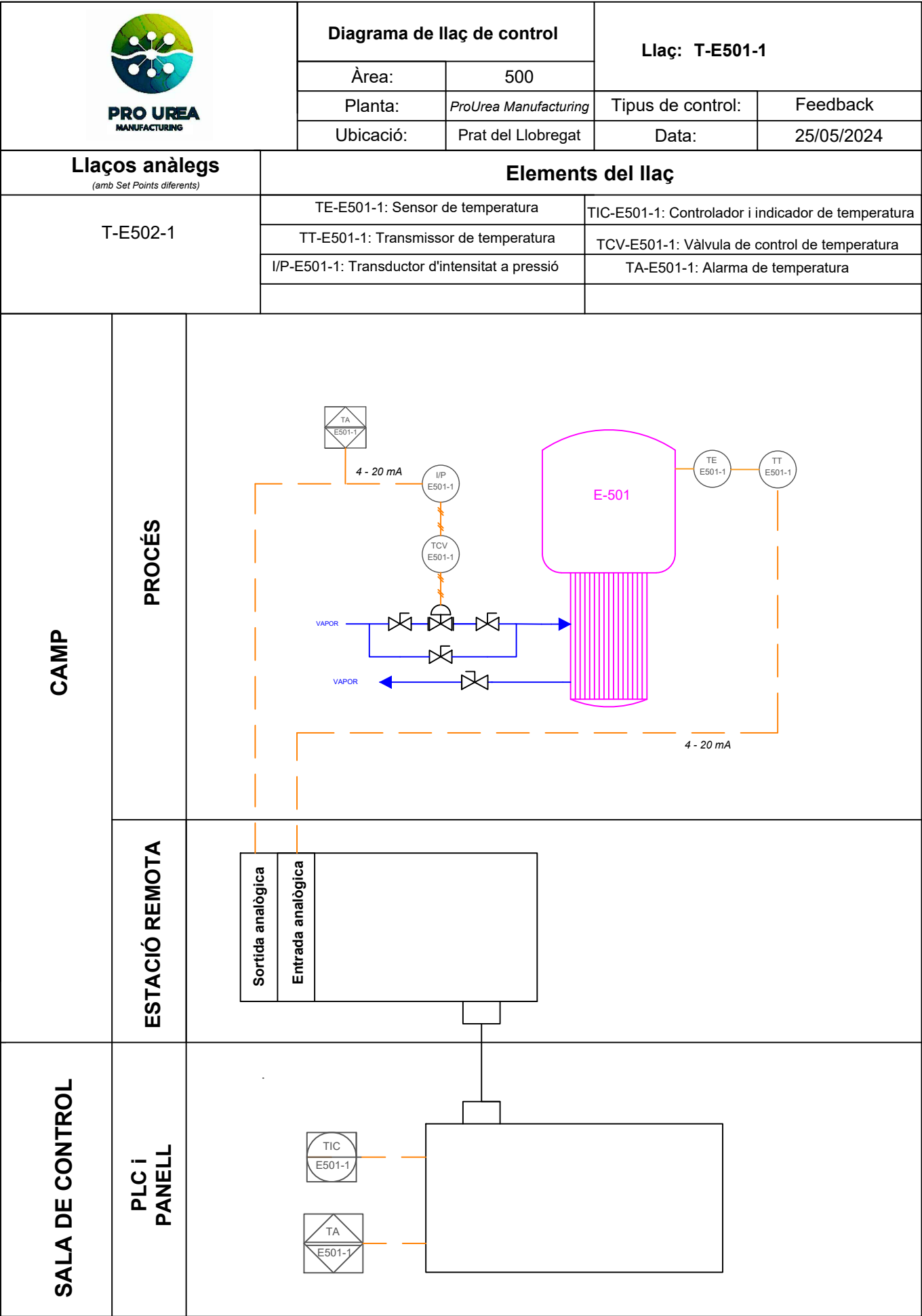
Per garantir que la temperatura es manté, es controla amb un llaç feedback que mesura la temperatura a l'interior del evaporador. Segons l'error calculat, el controlador acciona una vàlvula que regula el cabal de vapor que passa pels tubs. Aquest cabal, tal com s'ha mencionat en anteriors ocasions, determina el bescanvi de calor que es dona i, per tant, la temperatura. En les taules 3.7.5.1 i 3.7.5.2 es determina les característiques del llaços T-E501-1 i del T-E502-1. Altrament es mostra el diagrama del llaç T-E501-1 a la pàgina següent

Taula 3.7.5.1. Característiques del llaç T-E501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-E501-1	
Equips	E-501	
Variable Controlada	Temperatura de l'evaporador	
Variable Manipulada	Cabal de vapor als tubs	
Set Point	112 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-44	

Taula 3.7.5.2. Característiques del llaç T-E502-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-E502-1	
Equips	E-502	
Variable Controlada	Temperatura de l'evaporador	
Variable Manipulada	Cabal de vapor als tubs	
Set Point	102 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-49	

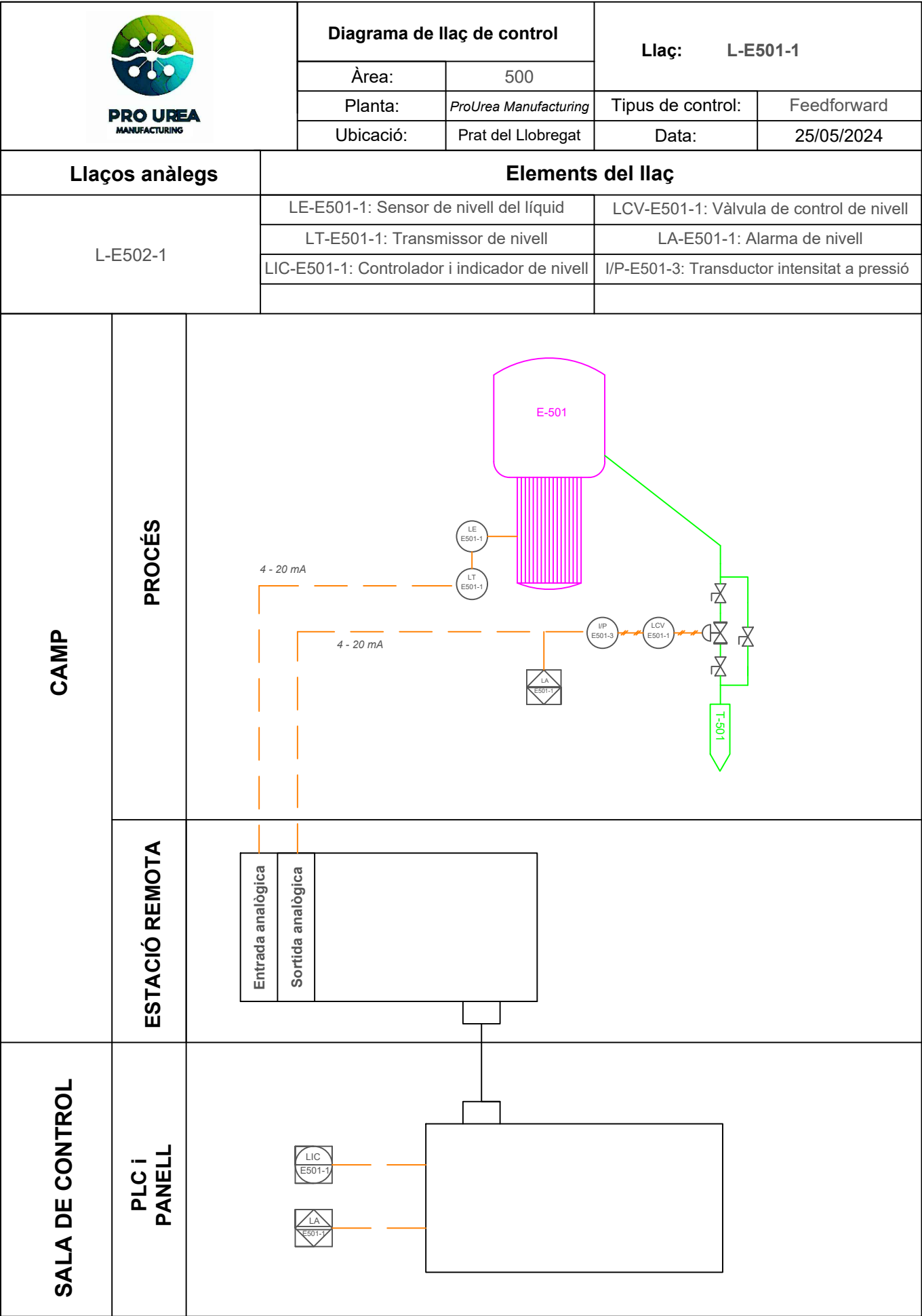


3.7.5.1.2 Control de nivell

Als evaporadors, no s'evapora tot el contingut del corrent que ve del decomposer sinó que tres dels components que formen aquest corrent es queden líquids. Per evitar que s'acumuli massa quantitat de líquid a l'interior de l'equip, s'ha instal·lat un llaç de control feedforward per regular-ho. Aquest control regula el cabal de sortida de líquid amb una vàlvula de control que varia la seva obertura segons el senyal que li arriba del controlador PI. Com els dos evaporadors tenen llaços idèntics, es detallen només les característiques del llaç L-E501-1 a la taula 3.7.5.3 i el seu diagrama a la pàgina a continuació.

Taula 3.7.5.3. Característiques del llaç L-E501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-E502-1
Nom del llaç	L-E501-1	
Equips	E-501 / E-502	
Variable Controlada	Nivell del líquid a l'interior del evaporador	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del líquid	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	CV-505	



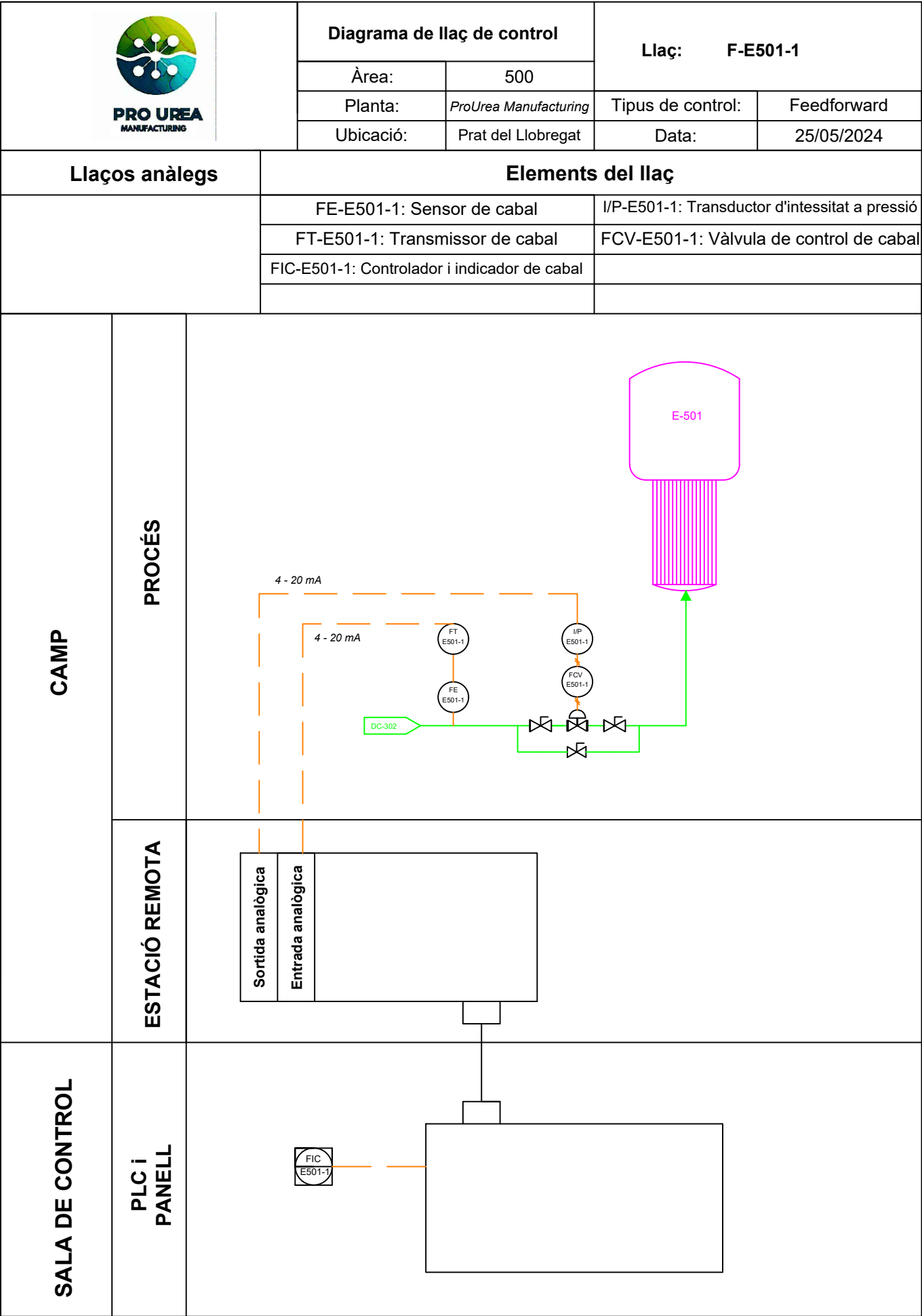
3.7.5.1.3 Control de cabal

Des de Pro Urea Manufacturing, s'ha decidit controlar també que el cabal d'entrada als evaporadors es mantingui en un valor constant. Ara bé, aquest llaç s'ha decidit posar-ho només per al primer evaporador, E-501, ja que en el segon, E-502, podria entrar en conflicte amb un altre llaç que es troba en el mateix corrent i manipula la mateixa variable. Concretament, el llaç amb el qual podria entrar en conflicte és el llaç L-T501-1.

Per tant, per controlar el cabal d'entrada a l'evaporador E-501, s'ha instal·lat un llaç de control feedforward que mesura el cabal a l'entrada de l'evaporador i ajusta la vàlvula de control corresponent per garantir que aquest cabal es manté constant. Les característiques d'aquest llaç es mostren a les taules 3.7.5.4

Taula 3.7.5.4. Característiques del llaç F-E501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-E501-1	
Equips	E-501	
Variable Controlada	Cabal d'entrada a l'evaporador	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada a l'evaporador	
Set Point	59,6 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-539	



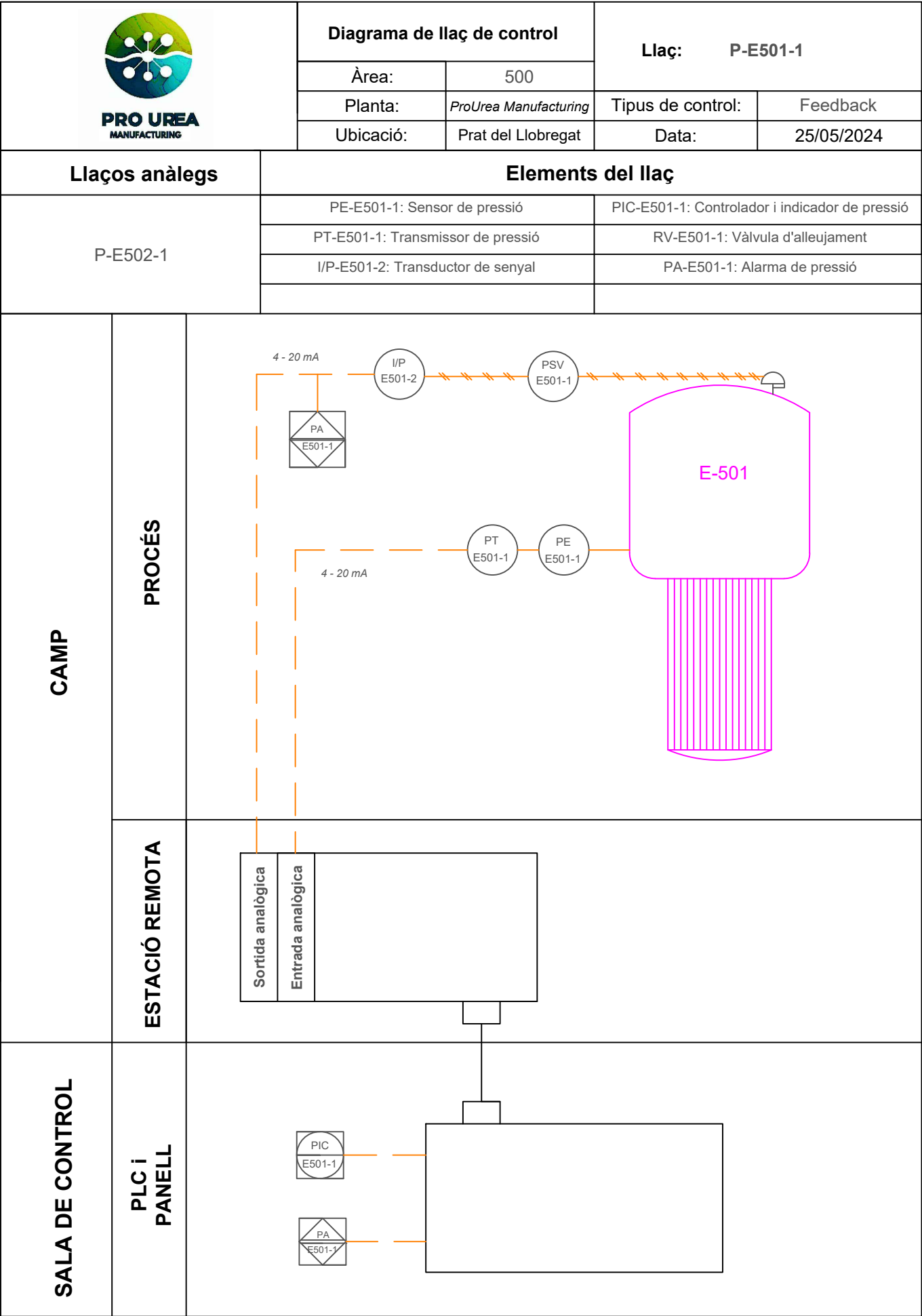
3.7.5.1.4 Control de pressió

Finalment, la darrera variable que es controla en els evaporadors és la pressió. Així com passa a la temperatura, la pressió és una variable que s'ha de fixar per tal que es doni correctament l'evaporació del NH₃ i el CO₂, sense afectar a la urea.

Per tant, per garantir que la pressió es manté constant, s'ha instal·lat un llaç de control feedback. Aquest llaç mesura la pressió a l'interior de l'evaporador i envia el senyal a un controlador PID per regular l'obertura d'una vàlvula d'alleujament de pressió. Els gasos que surten per aquesta vàlvula s'envien a una zona de tractament de gasos. Tot i que els evaporadors treballen a pressions baixes, també s'han instal·lat alarmes de seguretat per si hagués un augment inesperat de pressió. Aquestes alarmes es troben tant al camp com a la sala de control. A la taula 3.7.5.5 es mostren les característiques del llaç P-E501-1.

Taula 3.7.5.5.. Característiques del llaç P-E501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-E502-1
Nom del llaç	P-E501-1	
Equips	E-501/ E-502	
Variable Controlada	Pressió a l'interior del evaporador	
Variable Manipulada	Cabal de gasos que surt per la vàlvula d'alleujament de pressió	
Set Point	1 bars	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	PSV-533	



3.7.5.2 Condensador

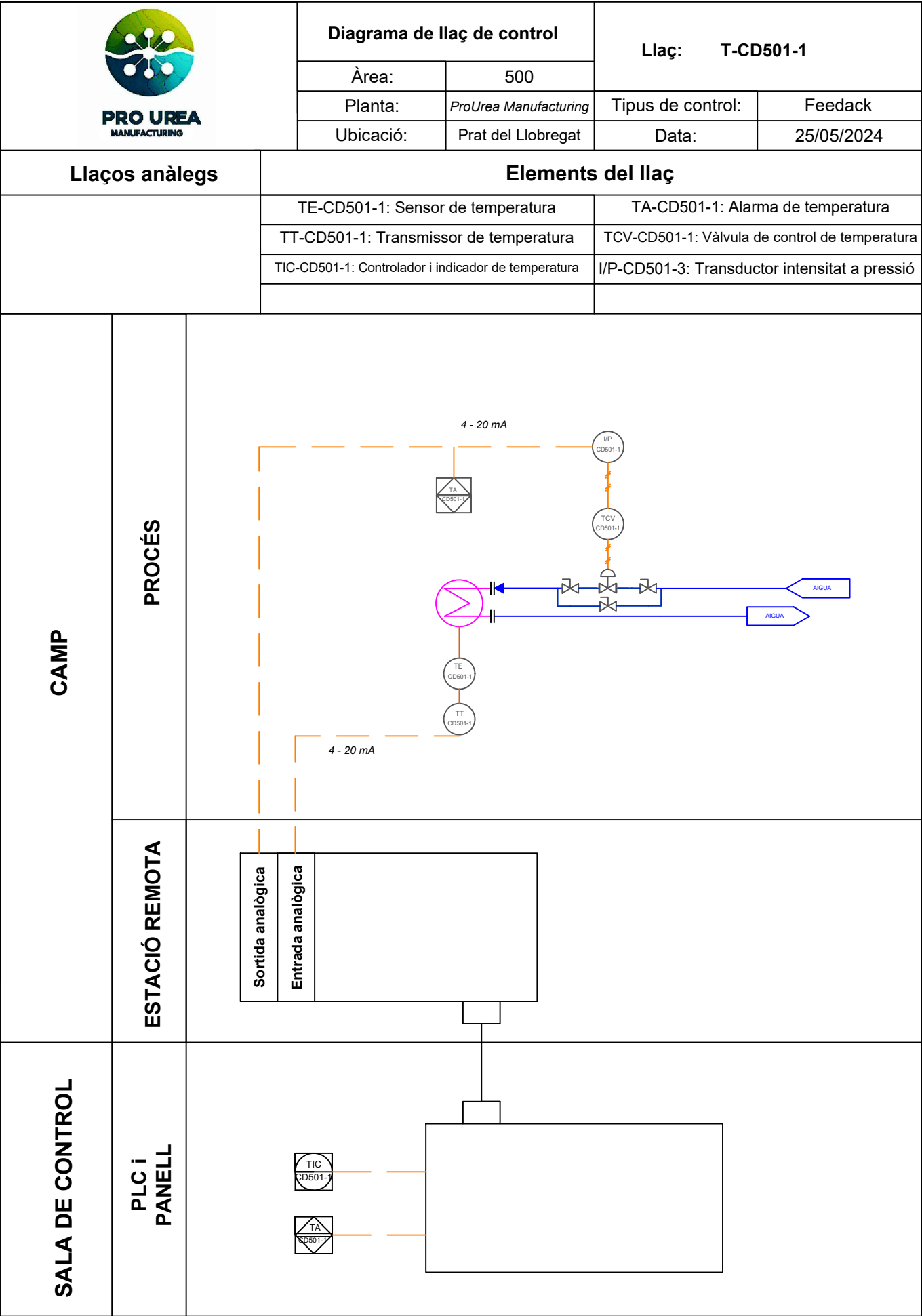
La finalitat del condensador és refredar els corrents de gas que provenen dels evaporadors. Aquest equip té un funcionament molts semblant als evaporadors que s'han vist en l'anterior apartat. Per tant, les variables a controlar i els llaços seran els mateixos.

3.7.5.2.1 Control de temperatura

Tal com passa als evaporadors, la temperatura és un paràmetre especialment important que s'ha de controlar en el condensador. Al cap i a la fi, si es vol que tant l' NH_3 com el CO_2 es refredi, cal garantir que aquest corrent es trobi a una certa temperatura. Per tal d'aconseguir-ho, es fa passar un corrent d'aigua pels tubs que es troben a l'interior de la carcassa del condensador. Aquest cabal és la variable manipulada del llaç de control feedback instal·lat en aquest equip. El llaç està controlat per un controlador PI que actua sobre una vàlvula de control situada a l'entrada del corrent del fluid refrigerant, d'aquesta manera es regula el seu cabal. A continuació, es detallen les característiques del llaç F-CD501-1 a la taula 3.7.5.6.

Taula 3.7.5.6. Característiques del llaç T-CD501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CD501-1	
Equips	CD-501	
Variable Controlada	Temperatura del cabal de sortida del condensador	
Variable Manipulada	Cabal del fluid refrigerant	
Set Point	60 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-54	



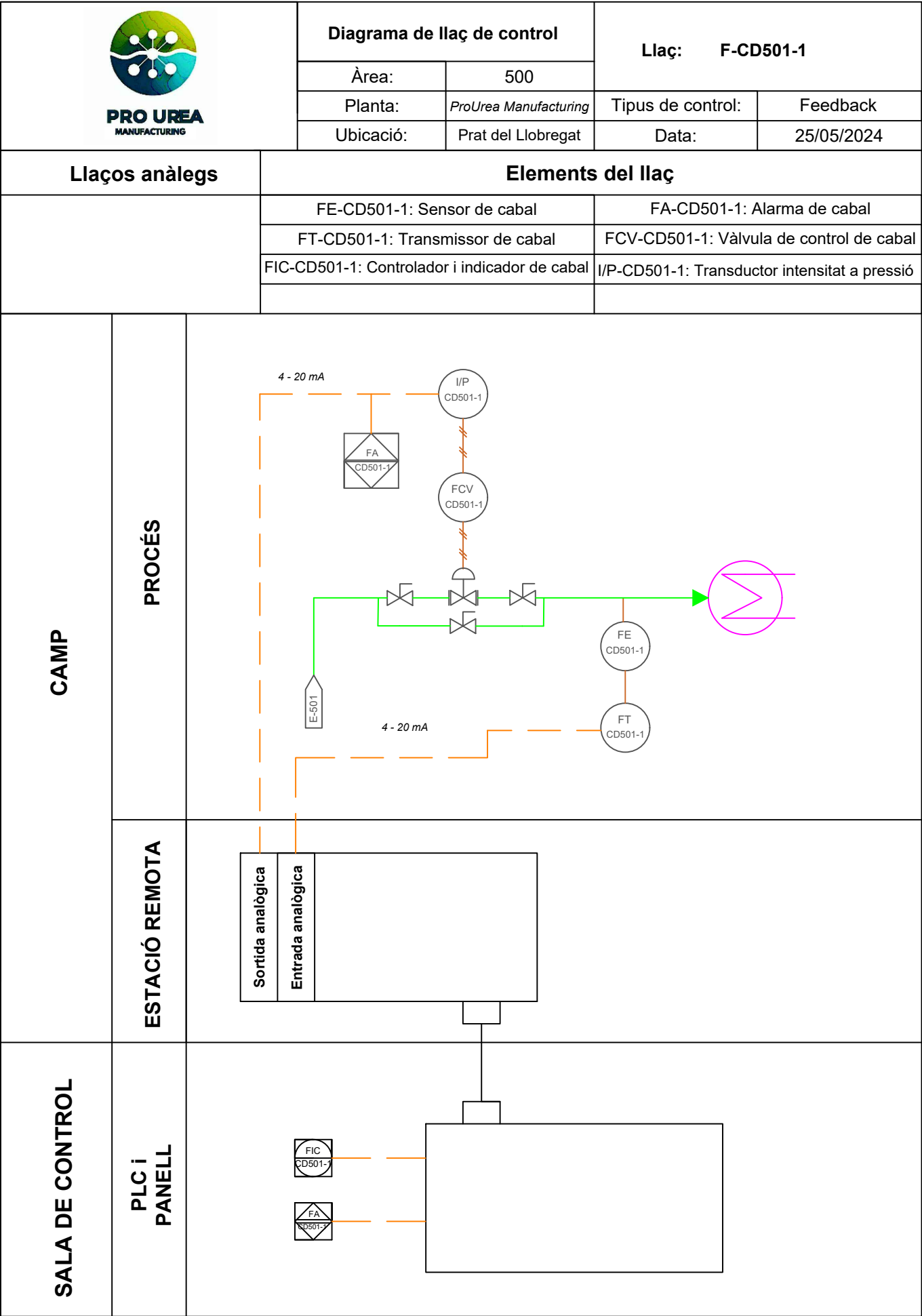
3.7.5.2.2 Control de cabal

La transmissió de calor entre els dos fluids, no només ve determinada pel cabal del fluid refrigerant, sinó que també influeix el cabal d'entrada al condensador. Per aquest motiu, és important que es mantingui en el valor determinat per tal de poder garantir que es dona una correcta transmissió i, per tant, s'assoleixi la temperatura desitjada.

Aquest control es fa mitjançant un llaç feedback que mesura el cabal just a l'entrada del condensador i el regula amb una vàlvula segons la senyal del controlador PI. Aquest és un dels casos en el que la variable controlada i la manipulada són la mateixa. Les característiques d'aquest es troben a la taula 3.7.5.7.

Taula 3.7.5.7. Característiques del llaç F-CD501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-CD501-1	
Equips	CD-501	
Variable Controlada	Cabal d'entrada al condensador	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al condensador	
Set Point	22,4 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-525	

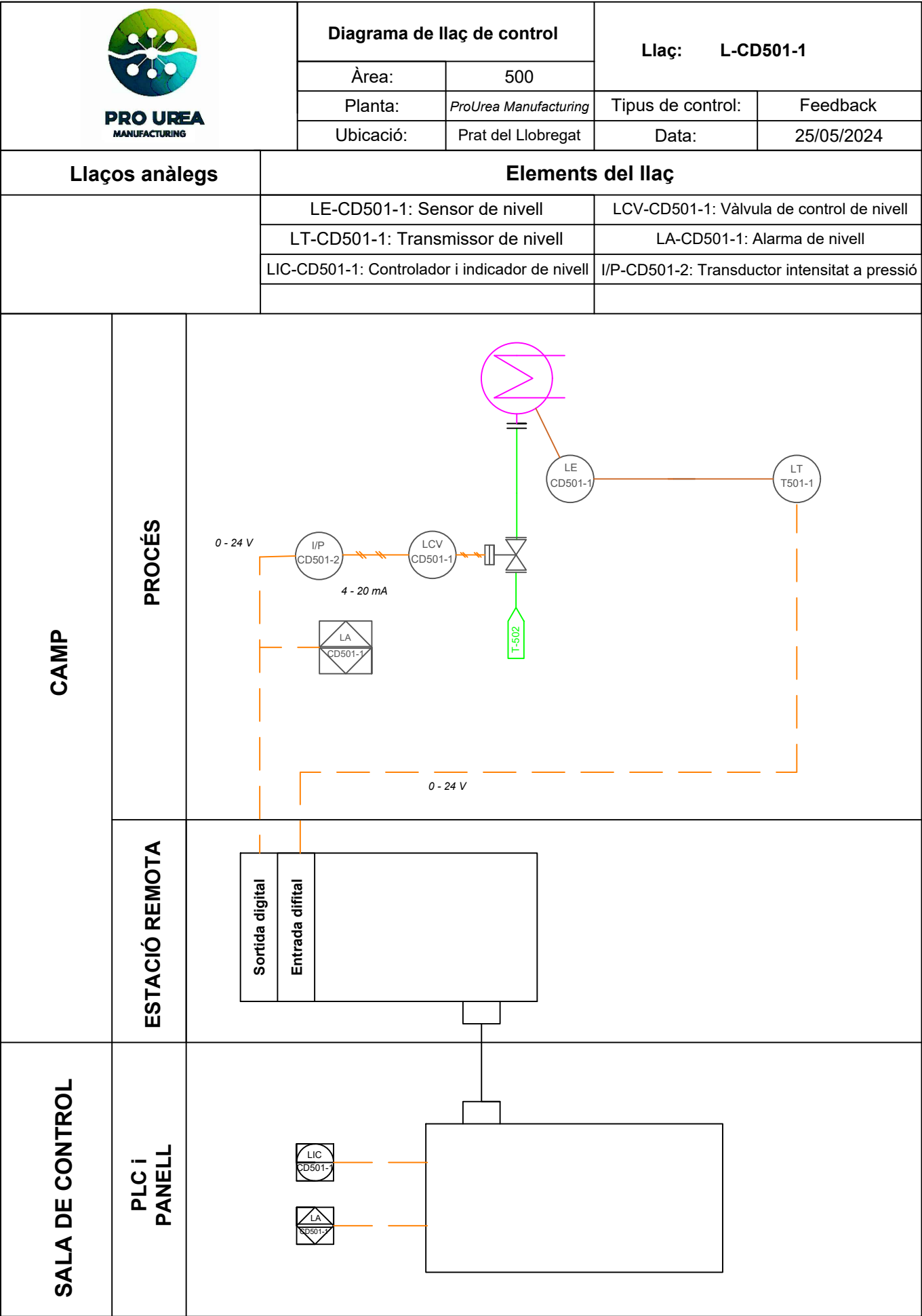


3.7.5.2.3 Control de nivell

Per evitar la possible acumulació de líquid a l'interior del condensador, s'ha instal·lat un llaç de control *feedback* que controla el seu nivell regulant el cabal de sortida del condensador. Ara bé, la manipulació d'aquest corrent podria afectar el cabal d'entrada. En aquest cas, se li dona prioritat al cabal d'entrada i, per tant, el llaç de control de nivell es configura de manera que treballi en un marge de valors que no l'afecti gaire. A continuació es detallen les característiques d'aquest llaç a la taula 3.7.5.8.

Taula 3.7.5.8. Característiques del llaç L-CD501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	L-CD501-1	
Equips	CD-501	
Variable Controlada	Nivell a l'interior del condensador	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del líquid	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	On-off	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	TRV-526	



3.7.5.3 Tancs d'amoníac i aigua

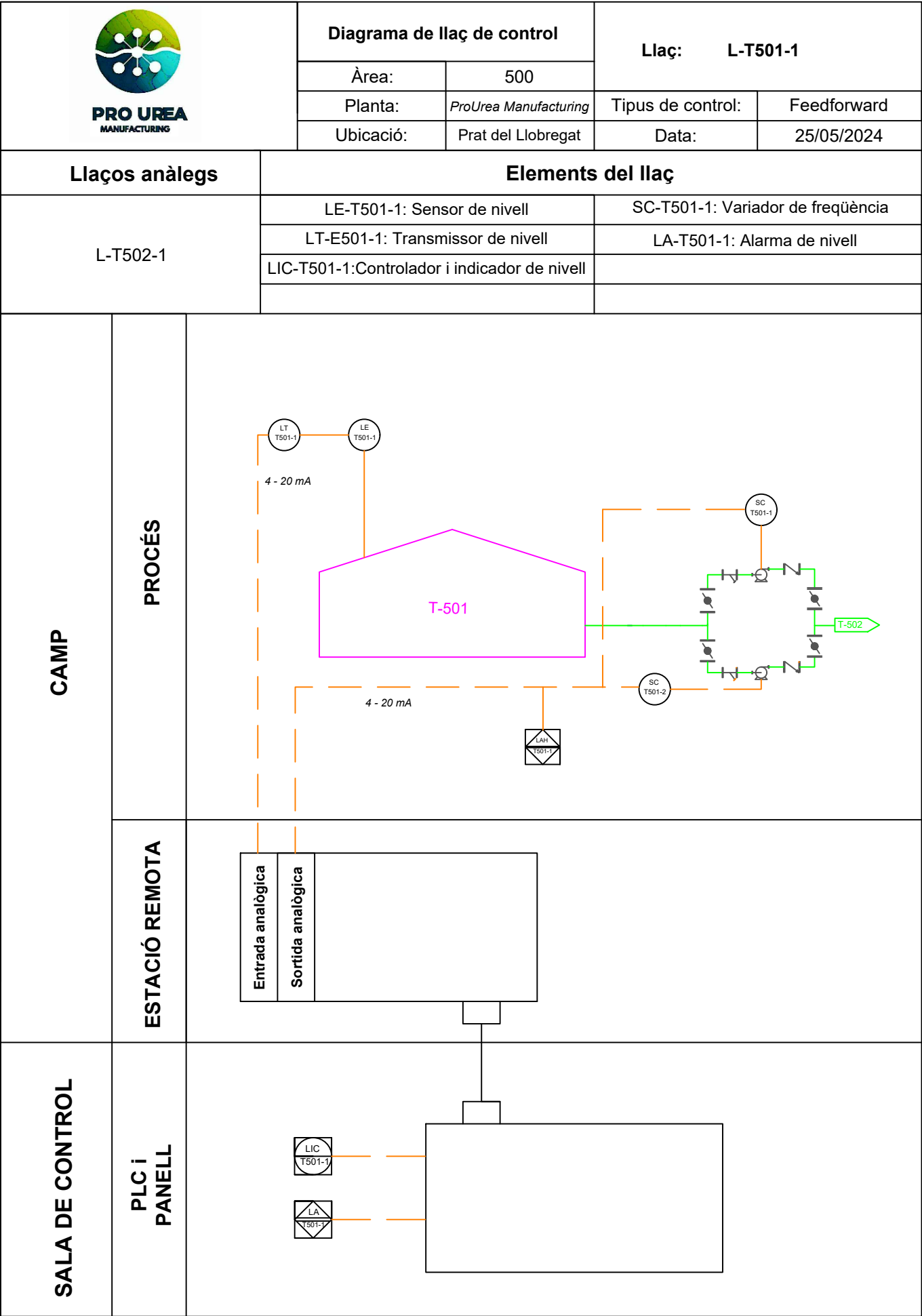
3.7.5.3.1 Control de nivell

Finalment, el darrer equip que queda per controlar són els tancs on s'emmagatzema amoníac i aigua en estat líquid. En aquest cas, és suficient en controlar el nivell de líquid que es troba a l'interior dels tancs. Aquest control es fa mitjançant variadors de freqüència que controlen la potència de les bombes situades al corrent de sortida del tanc.

És un tipus de llaç feedforward que primer mesura el nivell que es troba a l'interior del tanc i envia el senyal al variador de freqüència. Seguidament, el controlador actua sobre el variador de freqüència, regulant així la potència de la bomba. En els casos en els quals es fan servir bombes, com és en aquest, sempre es troben instal·lades dues, per si s'espatlla una. Com en aquest cas, els llaços coincideixen tant en el diagrama com en les característiques, només es reflectiran per un d'ells. Tot indicant quin és el seu llaç anàleg.

Taula 3.7.5.9. Característiques del llaç L-T501-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	500
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-T502-1
Nom del llaç	L-T501-1	
Equips	T-501/T-502	
Variable Controlada	Nivell a l'interior del tanc	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del tanc	
Set Point	80%	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	



3.7.6 Zona 600

Aquesta zona se centra en el tractament de l'aigua per eliminar la major quantitat possible d'amoniac i CO₂. Per fer-ho conta amb dos desabsorbidors, un hidrolitzador i tancs d'emmagatzematge.

A aquests equips els hi arriba l'aigua en amoníac acumulada als tancs de la zona 500, de la que es parla en l'apartat anterior. Aquesta corrent entra al primer desabsorbidor on es fa la primera separació. En aquesta primera etapa s'aconsegueix eliminar tot el CO₂ però encara queden restos d'amoniac. Per aquest motiu, el corrent de sortida del primer desabsorbidor passa a l'hidrolitzador que s'encarrega d'optimitzar les condicions per afavorir una segona desabsorció. Els corrents de sortida que encara porten amoníac, tornen al primer desabsorbidor. Altrament, la corrent de sortida sense amoníac del segon *desorber* ja es pot abocar. En aquesta zona es dona una operació cíclica on hi han bastants recirculacions. A continuació, es descriuen els llaços de control de cada equip.

3.7.6.1 Desorbers

Tal com s'ha explicat a l'inici, en aquesta zona es compta amb dos desabsorbidors i, en tots dos, es controlen les mateixes variables: la pressió i el nivell del tanc. També s'ha de controlar els cabals d'entrada, però aquests es troben controlats en llaços instal·lats a la sortida dels tancs i del hidrolitzador, tal com es veurà més endavant.

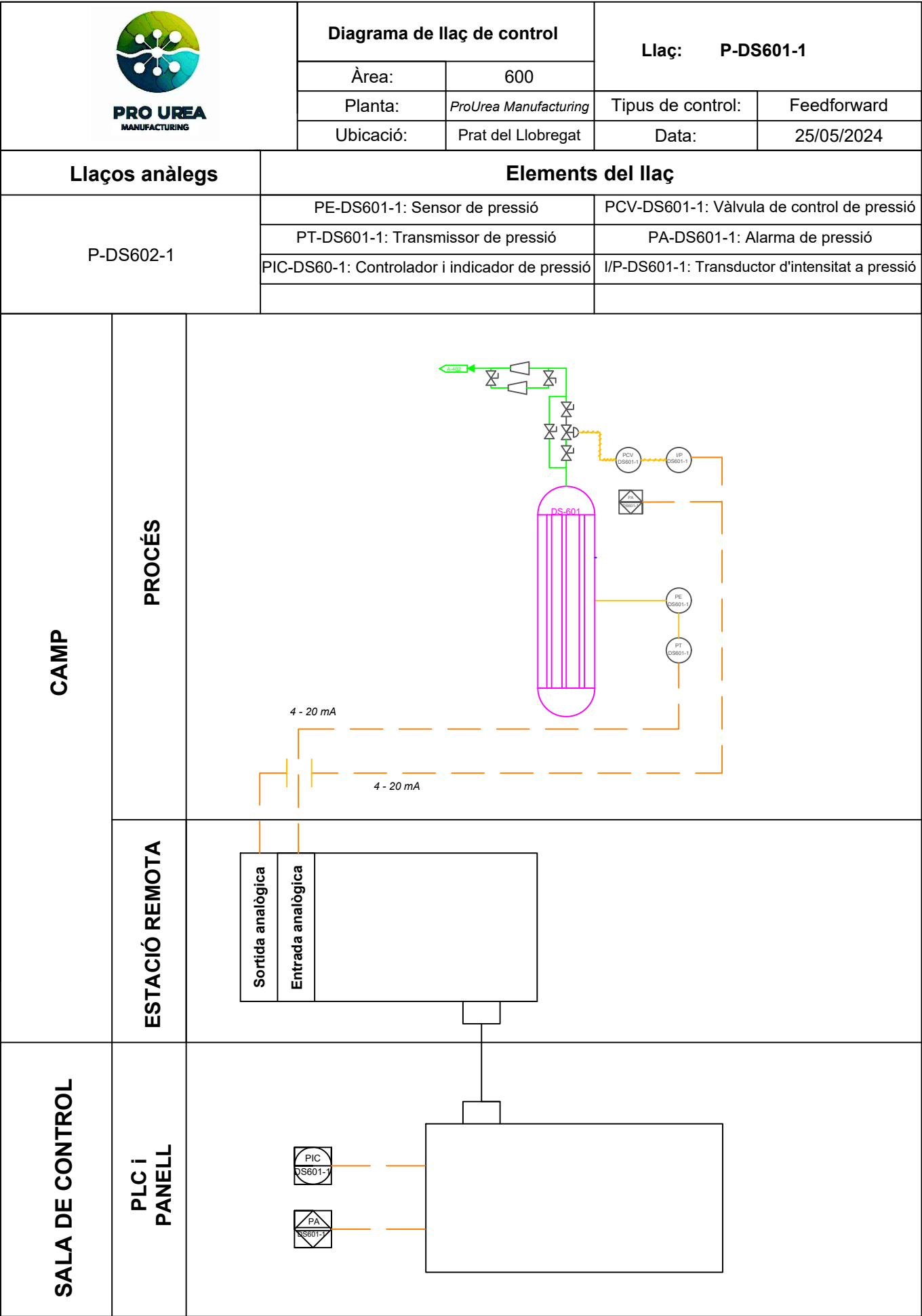
3.7.6.1.1 Control de pressió

El procés de desorció que es dona en els desorbers consisteix en una operació unitaria en la qual un o més components del líquid passen al gas. És l'operació contrària a la que es dona en els absorbers. Aquest tipus d'operació es basa en l'equilibri entre gas-líquid. Per poder garantir una bona transferència de matèria, cal respectar aquets equilibri i, per tant, s'ha de fixar una de les dues variables que el poden modificar. En aquest cas, s'ha fixat la pressió enlloc de la temperatura.

Per controlar la pressió, s'han instal·lat llaços de control feedforward que mesuren en primer les pressions als interiors dels equips i, segons les lectures que facin els sensors el controlador envia un senyal o un altre que acciona la vàlvula de control que es troba en el corrent de sortida gasos. Les característiques dels llaços són les mateixes en aquest cas, per tant es presenten les del llaç a P-DS601-1 la taula 3.7.6.1. En referent al diagrama, es mostra el del llaç P-DS601-1.

Taula 3.7.6.1. Característiques del llaç P-DS601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-DS602-1
Nom del llaç	P-DS601-1	
Equips	DS601	
Variable Controlada	Pressió a l'interior dels desabsorbidors	
Variable Manipulada	Cabal de sortida dels gasos	
Set Point	2 bar	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	CV-631	

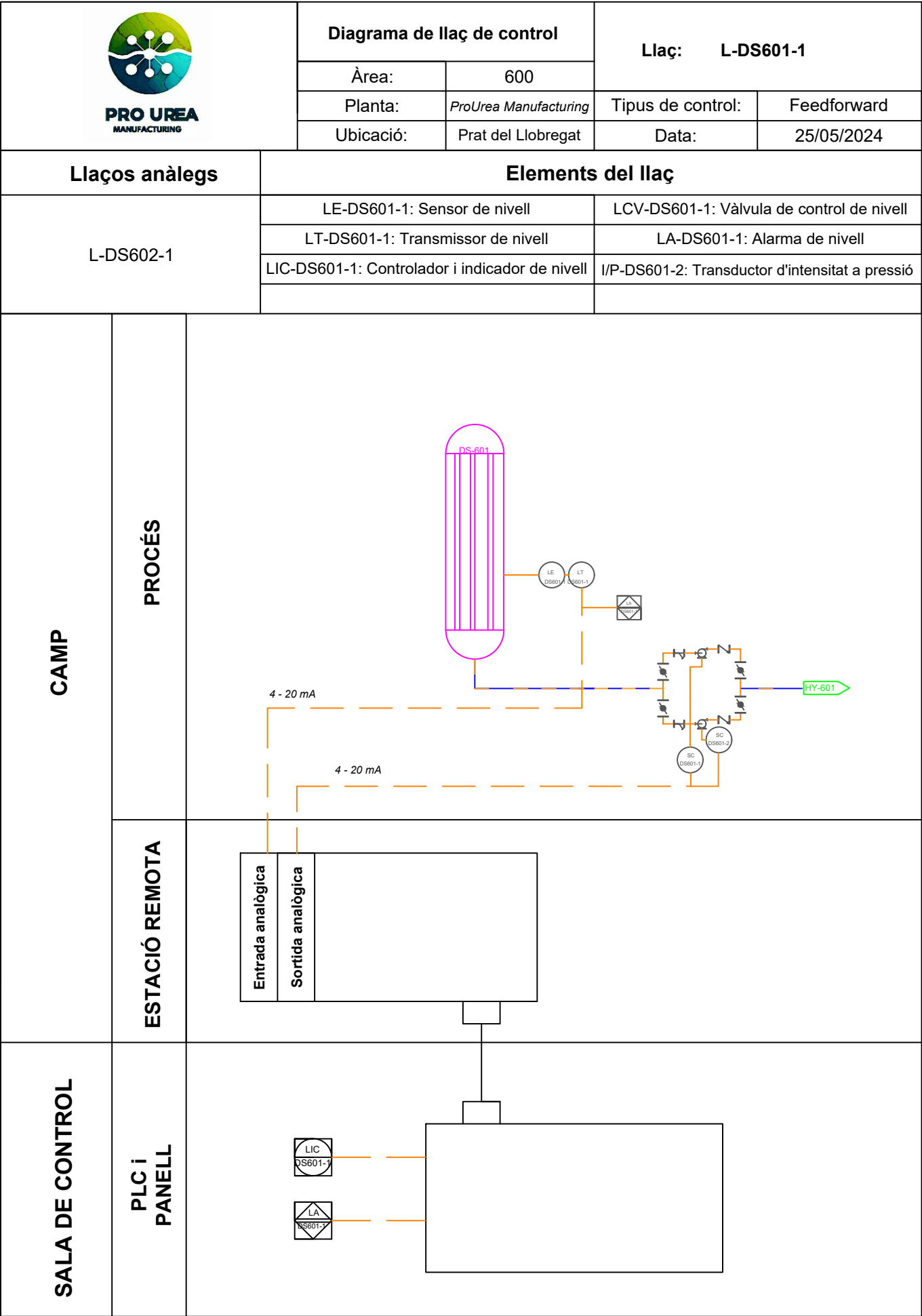


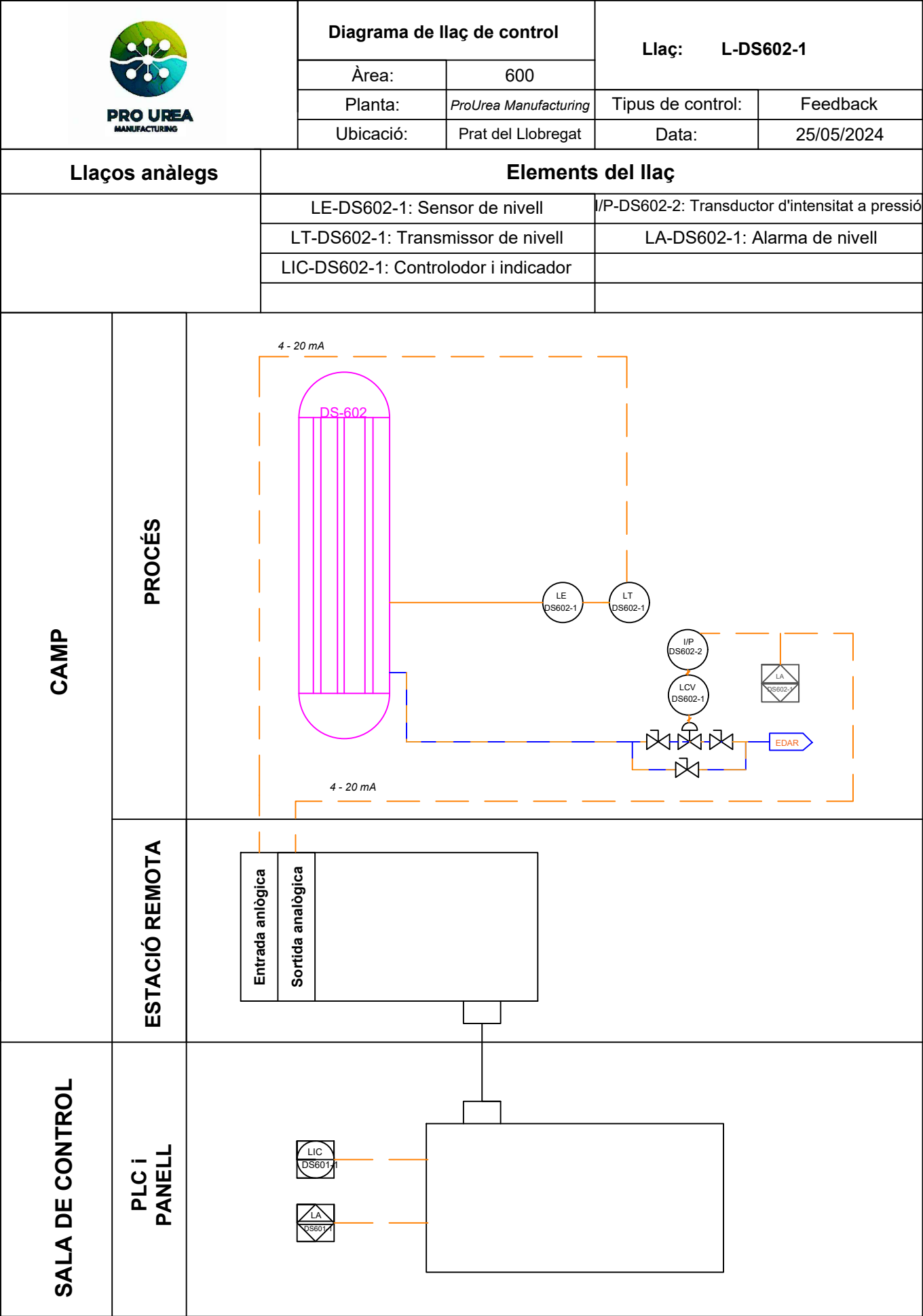
3.7.6.1.2 Control de nivell

El nivell és un altre paràmetre que s'ha de controlar, ja que s'ha d'evitar que s'acumuli massa líquid a la part inferior dels desabsorbidors. Per aquest motiu s'ha instal·lat un altre llaç de control feedforward que primer mesura el nivell a l'interior del tanc i, seguidament regula el cabal de sortida del líquid amb un variador de freqüència incorporat a les bombes. Aquestes bombes es troben duplicades per si falla una, tenir l'altra de *back up*. En aquest cas, les característiques coincideixen però les estructures canvien una mica. Per tant es presenten les característiques a la taula 3.7.6.2 i els diagrames a les pàgines posteriors.

Taula 3.7.6.2. Característiques del llaç L-DS601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-DS602-1
Nom del llaç	L-DS601-1	
Equips	DS-601/DS-602	
Variable Controlada	Nivell a l'interior dels desabsorbidors	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del corrent líquid	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	





3.7.6.2 Tanques d'aigua

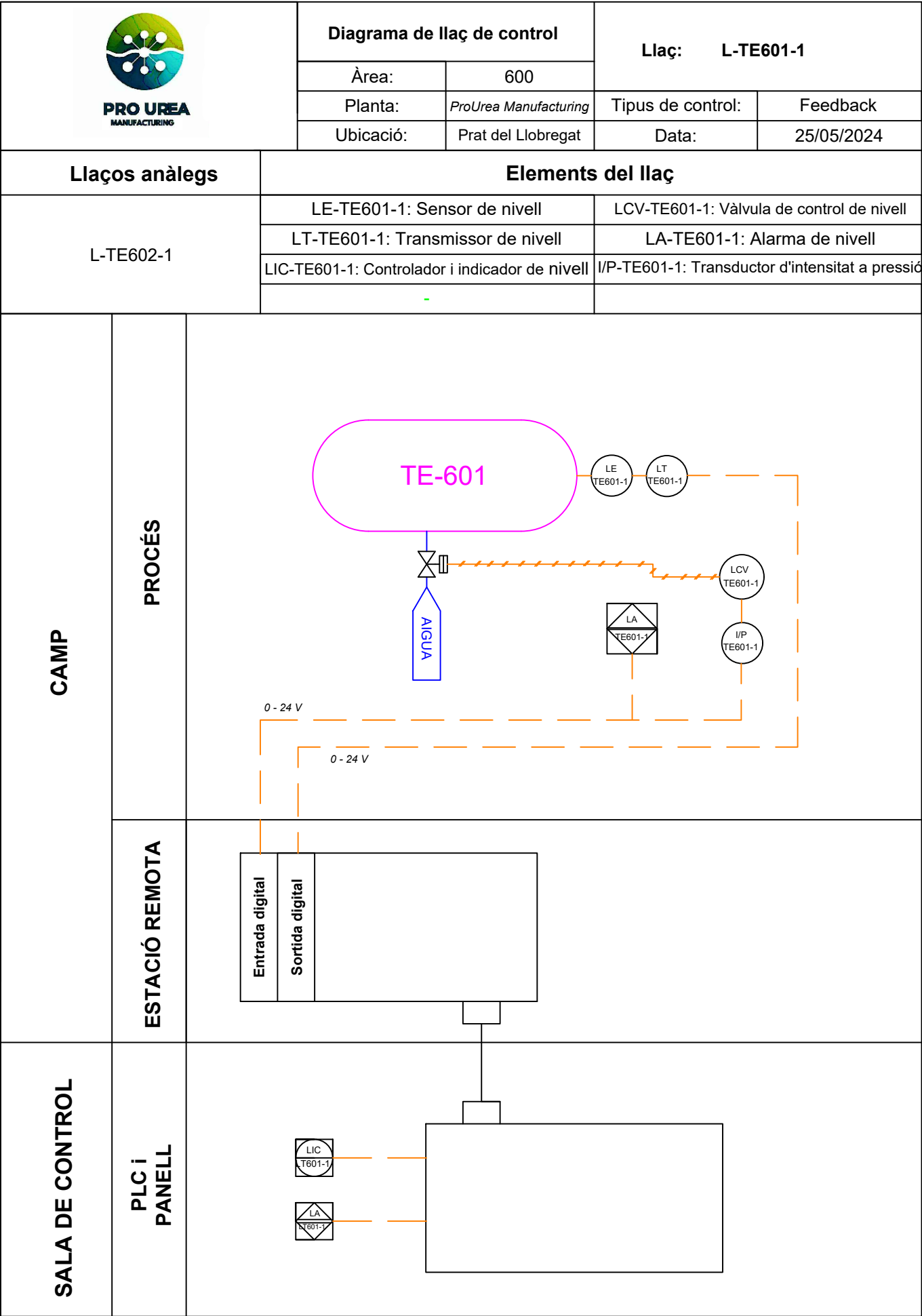
En aquesta zona es disposen de dos tanques per subministrar aigua per separat al hidrolitzador i al desorber per separat. Per tant, en aquest cas es fa un control de nivell i també un control de cabal a cada tanca. A continuació es descriuen en més detall cada llaç.

3.7.6.2.1 Control de nivell

Com és habitual, als tanques s'ha de controlar que el nivell de líquid a l'interior es mantingui en els límits acceptables. En aquest cas, es fa amb un sensor que mesura quan el líquid es troba per sota del mínim i, amb un controlador on-off, manipula l'obertura de la vàlvula del corrent que subministra aigua a aquest tanca. Resumint, es tracta d'un llaç de control feedback com els que s'han emprat a la zona 100 amb els tanques d'emmagatzematge d' NH_3 i CO_2 . Com les característiques i els diagrames dels llaços són les mateixes, només es mostraran les corresponents al llaç L-TE601-1 per simplificar-ho.

Taula 3.7.6.3. Característiques del llaç L-TE601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-TE602-1
Nom del llaç	L-TE601-1	
Equips	TE-601 / TE-602	
Variable Controlada	Nivell de líquid al tanca	
Variable Manipulada	Cabal d'aigua d'entrada	
Set Point	20%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	On-off	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	TRV-659	

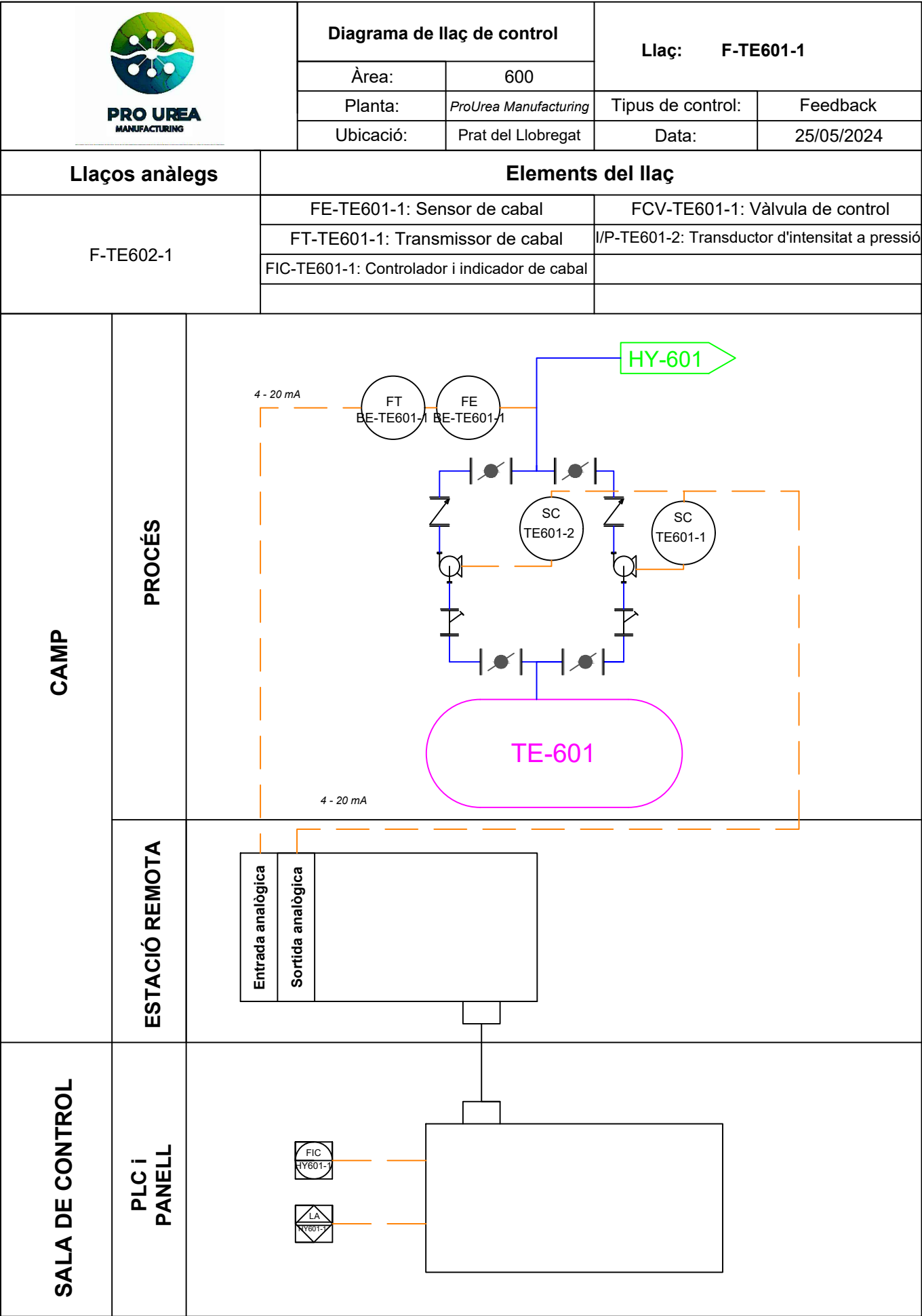


3.7.6.2.2 Control de cabal

En referent al que s'explicava a l'inici de l'apartat amb els desorbbers, el control de cabal als tancs té com finalitat garantir que arriba als equips corresponents en les condicions adequades. Per aquest motiu, s'ha instal·lat un llaç de control feedback a cada tanc on es mesura el cabal de sortida d'aquests i s'envia el senyal a un controlador PI. Aquest controlador actua sobre el variador de freqüència de la bomba que regula la seva potència. Aquestes bombes es troben per duplicat per si la principal comença a funcionar malament, tenir una de recanvi. A continuació, es detallen les característiques a la taula 3.7.6.4 .Pel que respecta al diagrama, es representa el del llaç F-TE601-1.

Taula 3.7.6.4. Característiques del llaç F-TE601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - F-TE602-1
Nom del llaç	F-TE601-1	
Equips	TE-601	
Variable Controlada	Cabal de sortida del tanc	
Variable Manipulada	Freqüència de la bomba	
Set Point	1 t/h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	



3.7.6.3 Hidrolitzador

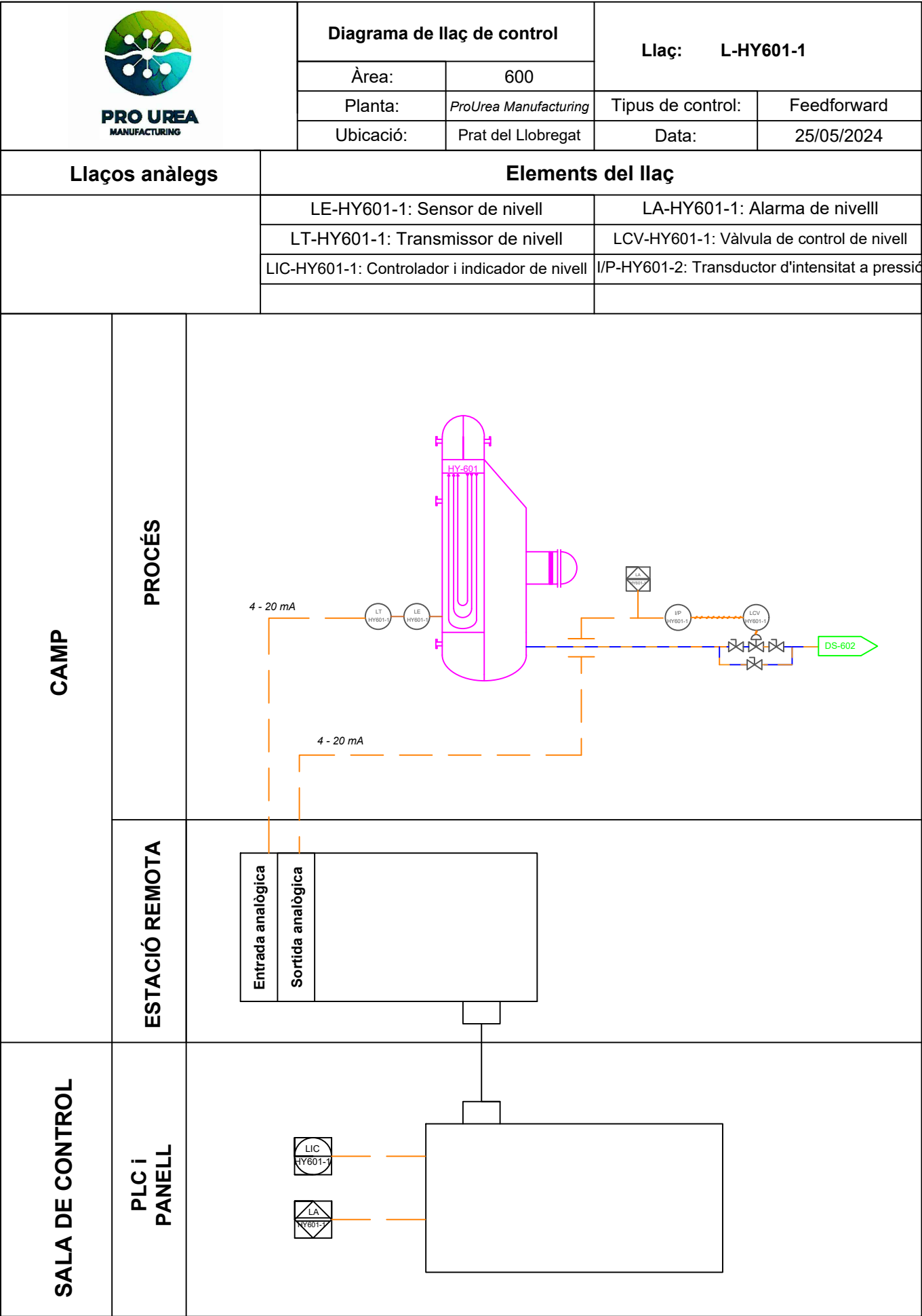
Finalment, a la zona 700 també es troba el hidrolitzador. Aquest es troba entre els dos desorbres i conté dues entrades i una sortida. Una de les entrades prové del primer desorber per on entra principalment aigua i amoníac. La segona entrada és aigua bombejada des d'un tanc d'emmagatzematge que és necessària perquè es doni correctament la hidrolització. Per garantir el correcte funcionament de l'equip, els corrents d'entrada a l'hidrolitzador s'han de mantenir constants. Ara bé, tal com s'explica a l'anterior apartat, aquests cabals ja es troben controlats a la sortida dels equips dels quals provenen. Per tant, les variables que queden per controlar són la pressió i el nivell de líquid a l'interior. A continuació es descriuen aquests dos llaços amb els seus diagrames corresponents.

3.7.6.3.1 Control de nivell

Així com passa en anteriors equips, s'ha de controlar el nivell de líquid a l'interior del hidrolitzador per assegurar l'eficiència del procés. Aquest control es fa mitjançant un llaç de control feedforward en el que primer es mesura el nivell del líquid i seguidament se li envia el senyal al controlador PI instal·lat al llaç. Aquest controlador acciona una vàlvula de control que regula el cabal de sortida líquid d'aquest equip. A continuació, a la taula 3.7.6.5, es detallen les característiques d'aquest llaç així com el seu diagrama a la pàgina posterior.

Taula 3.7.6.5. Característiques del llaç L-HY601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	L-HY601-1	
Equips	HY-601	
Variable Controlada	Nivell de líquid	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de líquid	
Set Point	50 %	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-636	

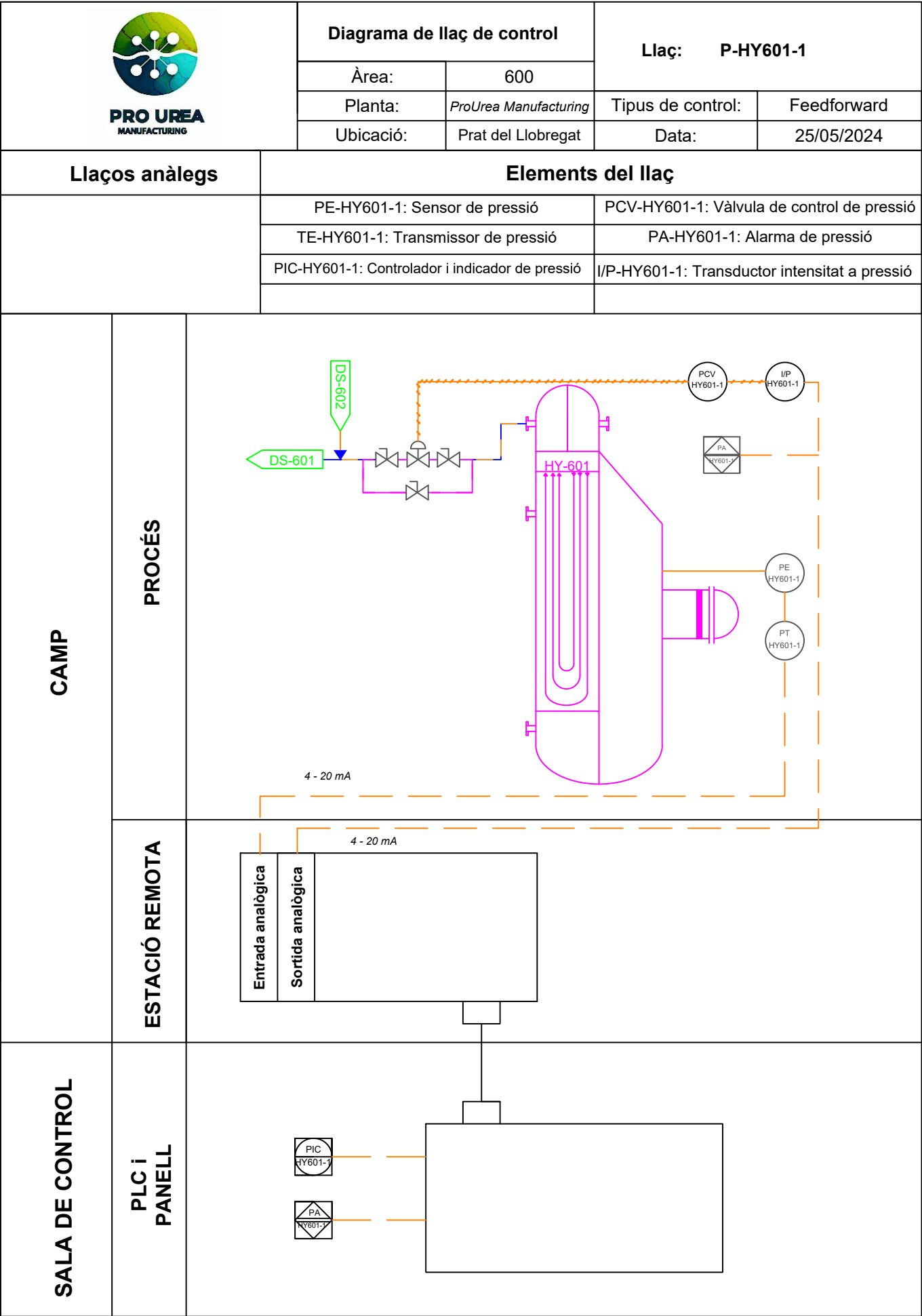


3.7.6.3.2 Control de pressió

L'hidrolitzador es troba treballant en condicions de pressió constants i una mica elevades. Per tant, sigui per motius de seguretat o d'eficiència, l'hidrolitzador compta amb un llaç feedforward per controlar la pressió. Aquest llaç mesura la pressió a l'interior de l'equip i envia el senyal al controlador. Aquest controlador regula el cabal de sortida de gasos de l'equip en funció de si és necessari reduir o augmentar la pressió, tot respectant i donant prioritat als cabals d'entrada. És a dir, el controlador se sintonitza de manera que pugui treballar en un marge de pressions acceptables i que, alhora, no afecti els cabals d'entrada quan es regula el de sortida. Les característiques del llaç P-HY601-1 es detallen a la taula 3.7.6.6, així com el seu diagrama a continuació.

Taula 3.7.6.6. Característiques del llaç P-HY601-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	600
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-HY601-1	
Equips	HY-601	
Variable Controlada	Pressió al hidrolitzador	
Variable Manipulada	Cabal de sortida del gas	
Set Point	11 bar	
Tipus de llaç	Feedforward	
Controlador	PI	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-627	



3.7.7 Zona 700

A la zona 700 es dona el processament del producte final. El compost ja és prou pur i es procedeix a la granulació pel seu posterior emmagatzemament. Aquesta zona està constituïda per cinc equips, dels quals tres necessiten llaços de control. Aquests tres són el granulador, l'assecadora i el refredador que estan connectats en continu. Les variables que es controlen en aquesta zona són la temperatura, el nivell i la humitat. A continuació, es descriuen els llaços de control de cada equip als següents apartats.

3.7.7.1 Granulador

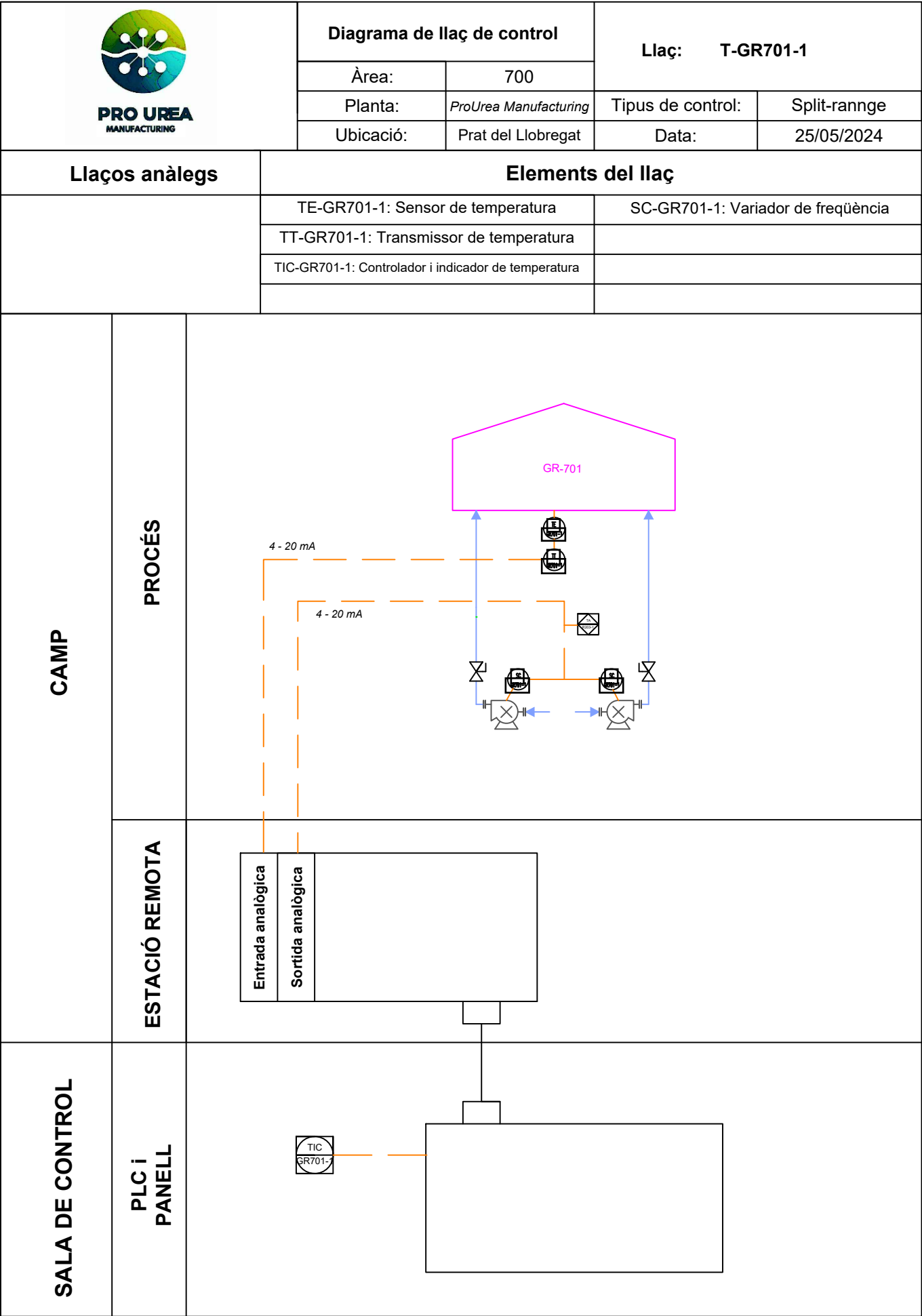
El primer equip al qual li arriba el corrent de la zona 600 és el granulador. Concretament, li arriba el corrent del segon evaporador. A banda d'aquest corrent, també té una altra entrada que pertany a una recirculació del *crusher*. L'objectiu final de la granulació és, tal com s'explica al capítol 2, transformar la urea líquida en grànuls sòlids per millorar algunes de les propietats del producte com la solubilitat o evitar la volatilitat de pols. En aquest equip, la principal variable que s'ha de controlar és la velocitat d'aire que entra.¹⁵

3.7.7.1.1 Control de cabal d'aire

El granulador és un equip de llit fluïditzat, el que significa que el procés de granulació es dona per mitjà de la suspensió de partícules sòlides gràcies a la presència d'un gas, en aquest cas aire. Per tant, per poder garantir una correcta fluïdització, és important controlar la velocitat de l'aire que entra a l'equip. Cal mencionar que el corrent d'aire arriba per dues entrades diferents i és impulsat per uns ventiladors. Per aquest motiu, es fa servir un llaç de control feedback que té com variable de control la temperatura i es manipula la potència del ventilador. Concretament, es fa la mesura de la temperatura i s'envia el senyal a un controlador. Aquest controlador actua alhora sobre el variador de freqüència que manipula la potència del ventilador i, en conseqüència, la velocitat de l'aire que entra al granulador. En aquest llaç s'ha instal·lat un segon ventilador per si hagués problemes amb el principal. Les característiques d'aquest llaç, es detallen a la taula 3.7.7.1, així com el seu diagrama a continuació.

Taula 3.7.7.1. Característiques del llaç T-GR701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-GR701-1	
Equips	GR-701	
Variable Controlada	Temperatura al granulador	
Variable Manipulada	Cabal de aire	
Set Point	90°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	



3.7.7.2 Assecadora

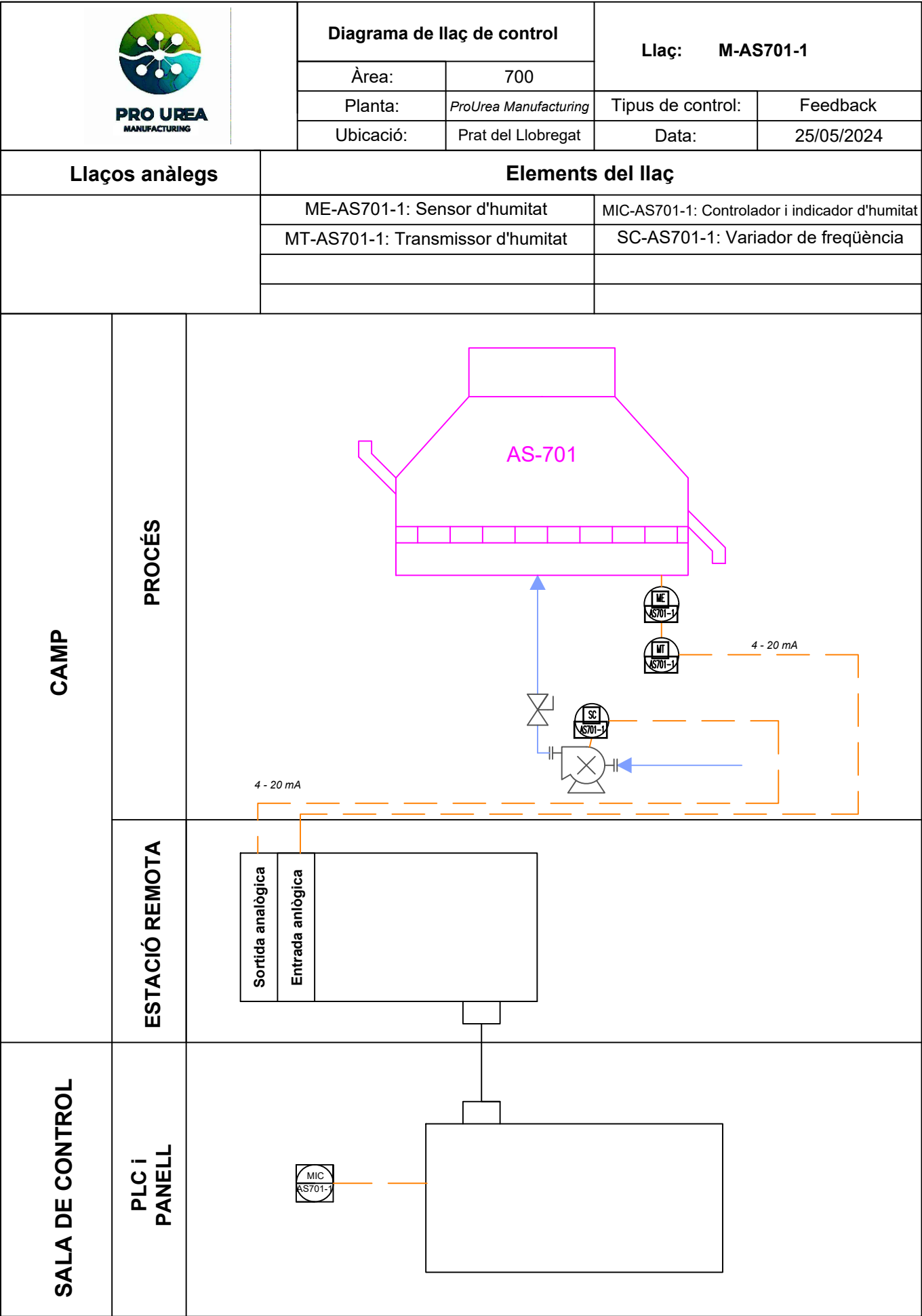
Seguidament del granulador, es troba l'assecadora. Aquest equip, com el seu nom indica, té com a objectiu eliminar la humitat del producte final. Aquesta operació es fa per mitjà del contacte del producte final amb aire. Per tant, en aquest equip, un cop més s'ha de controlar el cabal d'aire que entra. Ara bé, a diferència del granulador, també es controla el nivell de producte sòlid que hi ha a l'interior de l'assecadora per no sobrepassar la seva capacitat. A continuació es descriuen els dos llaços que s'utilitzen en aquest equip.

3.7.7.2.1 Control de cabal d'aire

Com s'explica a l'inici d'aquest apartat, el procés per assecar la urea es fa mitjançant el contacte d'un corrent d'aire. Ara bé, a diferència del granulador, aquest corrent no té la finalitat de mantenir en suspensió les partícules sòlides, sinó d'eliminar la humitat que encara poden tenir. Per aquest motiu el control es fa mitjançant un llaç feedback que mesura la humitat a la sortida de l'equip i, en funció del senyal que arribi al controlador es regula el cabal d'aire mitjançant variadors de freqüència. Les característiques d'aquest llaç es mostren a la taula 3.7.7.2.

Taula 3.7.7.2. Característiques del llaç M-AS701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	M-AS701-1	
Equips	AS-701	
Variable Controlada	Humitat de la urea	
Variable Manipulada	Cabal de aire	
Set Point	0,2% en pes humitat	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	-	

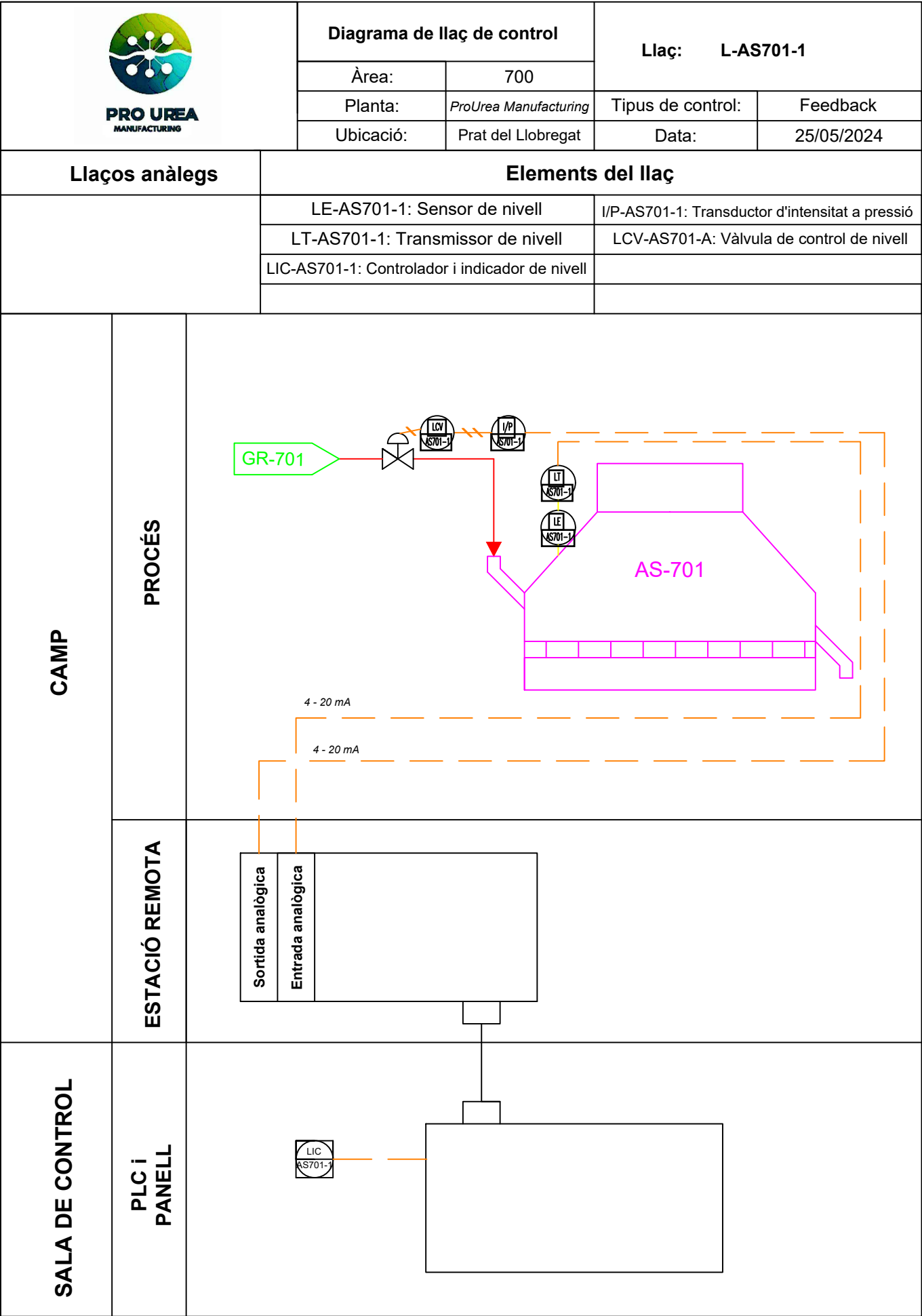


3.7.7.2.2 Control de nivell

És important assegurar que la quantitat d'urea a l'interior de l'assecadora respecti la capacitat de l'equip segons el disseny. Per aquest motiu, es fa servir un control de nivell feedback que controla l'entrada de producte a l'assecadora mitjançant un sensor de nivell per sòlids, un controlador PI i una vàlvula de control. Els detalls d'aquest llaç s'especifiquen a la taula 3.7.7.3.

Taula 3.7.7.3. Característiques del llaç L-AS701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	L-AS701-1	
Equips	AS-701	
Variable Controlada	Nivell d'urea a l'interior	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada d'urea	
Set Point	80 %	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	GV-701	



3.7.7.3 Refredador

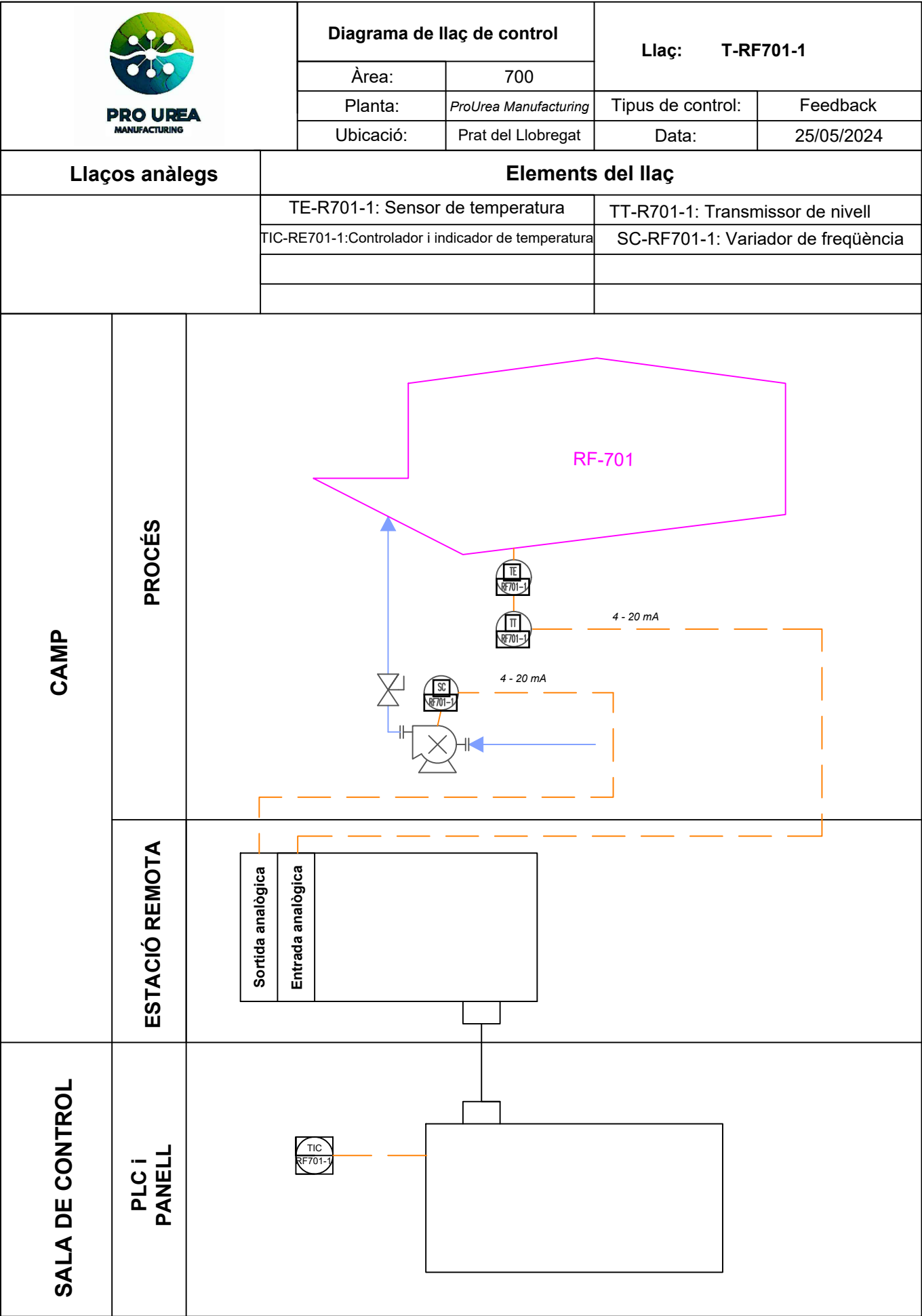
El refredador té com finalitat disminuir la temperatura del producte que surt de l'assecadora. Per tant, en aquest equip una de les variables que s'ha de controlar és la temperatura. Ara bé, a banda de la temperatura, s'ha de controlar la quantitat d'urea a l'interior del refredador, per la qual cosa també hi ha instal·lat un llaç de control de nivell. A continuació es descriuen els dos llaços amb els seus diagrames corresponents.

3.7.7.3.1 Control de temperatura

Per garantir que la temperatura es manté en el valor corresponent i, refredar així la urea, s'ha instal·lat un llaç de control feedback. En aquest llaç, la variable mesurada i controlada és la temperatura mitjançant un sensor que envia el senyal a un controlador PI. Aquest controlador actua sobre un variador de freqüència que regula la potència del ventilador i, d'aquesta manera, es manipula el cabal d'aire que entra al refredador. A la taula 3.7.7.4 es mostren les característiques i, seguidament, el diagrama del llaç T-RF701-1.

Taula 3.7.7.4. Característiques del llaç T-RF701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-RF701-1	
Equips	RF-701	
Variable Controlada	Temperatura de refrigeració	
Variable Manipulada	Cabal de aire a l'entrada	
Set Point	40 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	-	

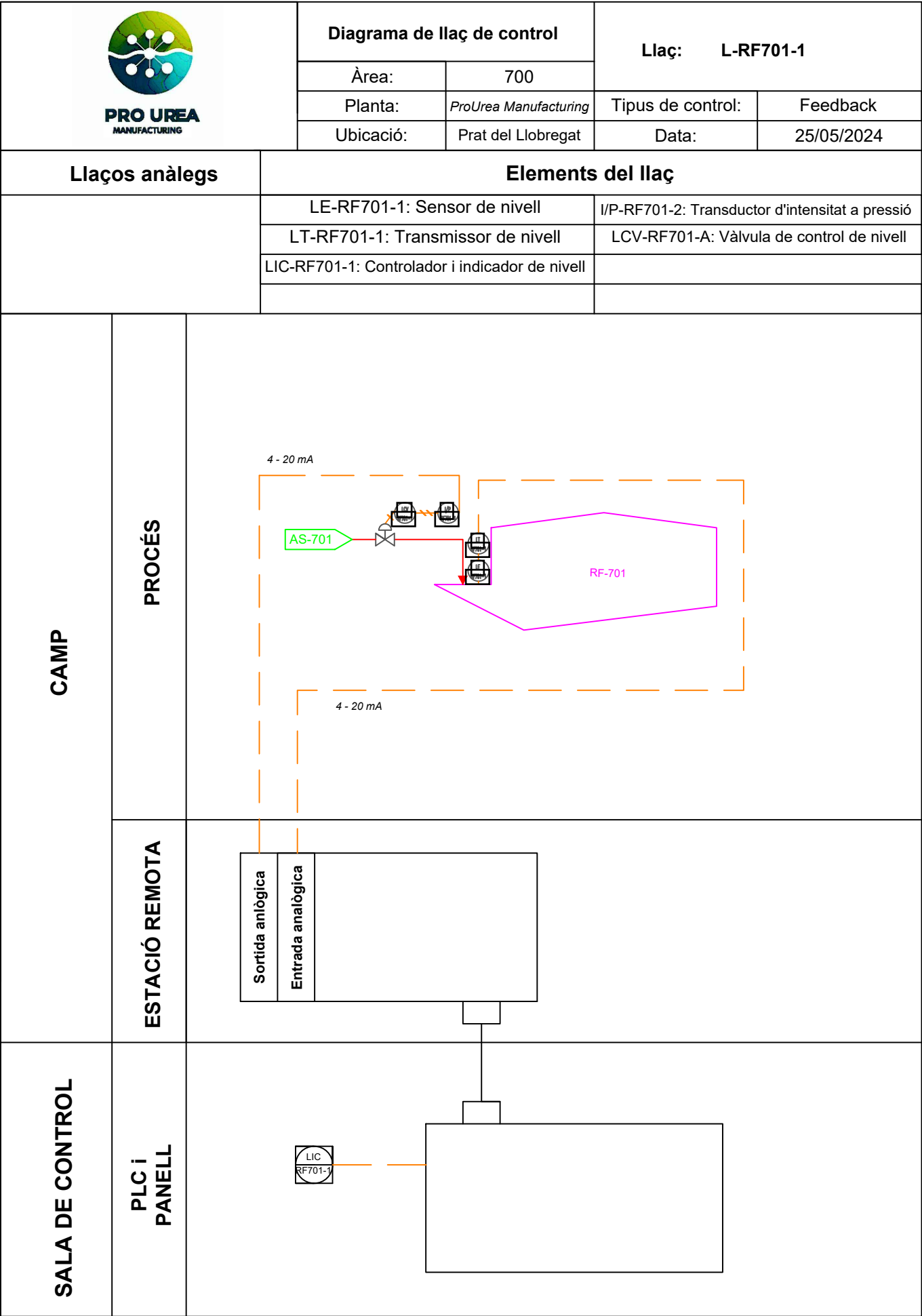


3.7.7.3.2 Control de nivell

Tal com passa a l'assecadora, el nivell de producte al seu interior és important que estigui controlat per poder garantir l'eficiència de l'operació. Si està per sobre del màxim trigaria més a refredar-se i, probablement no s'aconseguiria el llit fluïditzat. Per aquest motiu s'instal·la un llaç de control feedback constituït per un sensor de nivell de sòlids que envia el senyal al controlador PI. Aquest controlador acciona la vàlvula de control regulant la seva posició en funció del cabal que ha d'entrar. Les característiques d'aquest llaç es mostren a la taula 3.7.7.5. D'igual manera es representa el seu diagrama a la pàgina següent.

Taula 3.7.7.5.. Característiques del llaç L-RF701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	L-RF701-1	
Equips	RF-701	
Variable Controlada	Temperatura de refrigeració	
Variable Manipulada	Cabal de aire de refrigeració	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	GV-702	

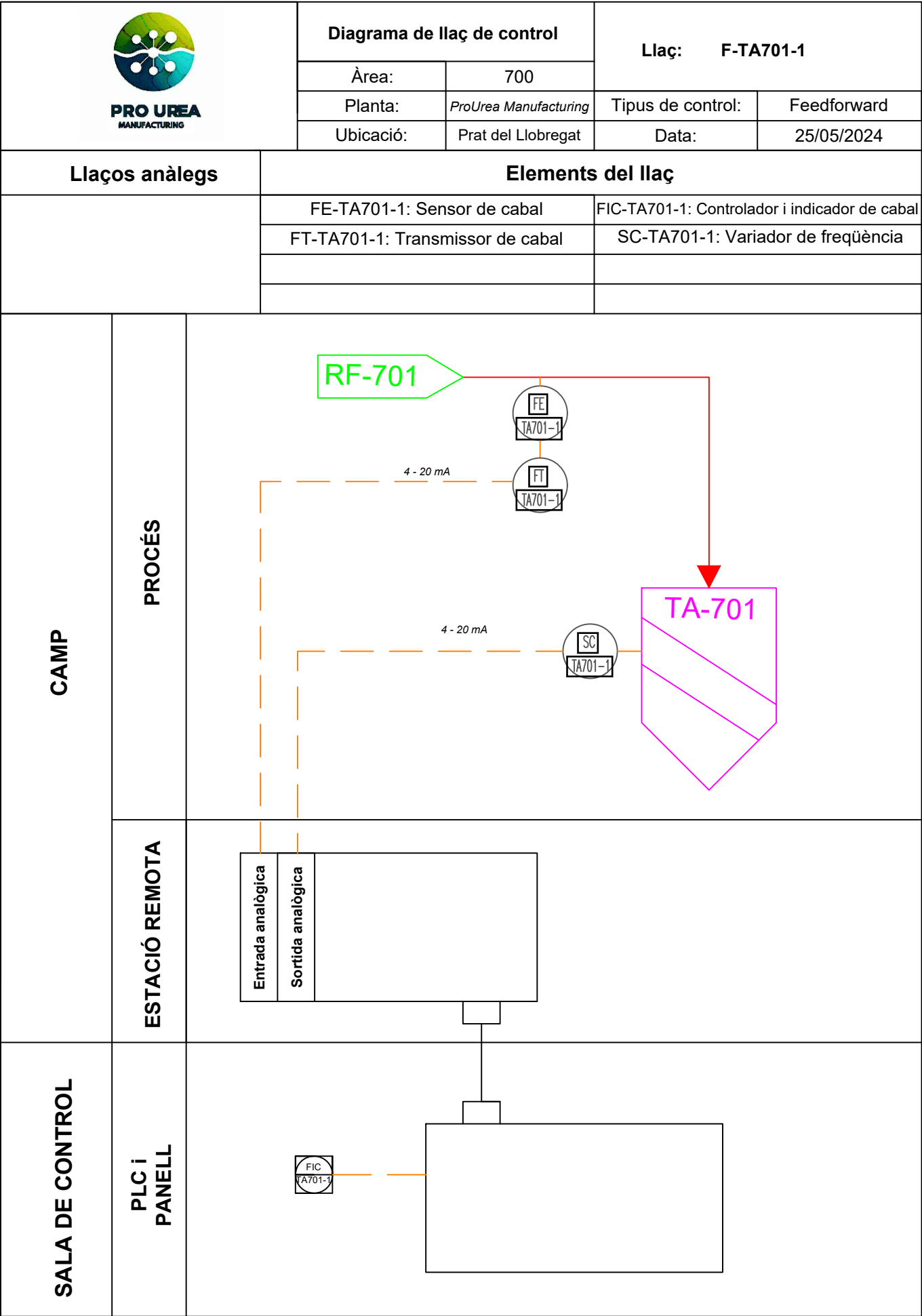


3.7.7.4 Tamisadora

Finalment, la tamisadora té com a objectiu separar els grànuls d'urea que surten del refredador amb la mida correcta dels que s'han de tornar a processar per ser encara massa grans. Aquesta separació es dona gràcies a l'agitació que es produeix a l'equip i que permet que els grànuls de mida més petita puguin lliscar cap al crusher. Per garantir que la separació es dona de la manera més eficient possible, es controla la velocitat d'agitació amb un llaç de control feedforward. Concretament, s'ha instal·lat un sensor per mesurar el cabal de sortida del refredador i, en funció del senyal enviat per aquest sensor, es regula la freqüència d'agitació de la tamisadora amb l'ajuda d'un variador de freqüència. Les característiques d'aquest llaç, F-TA701-1 es troben representats a les taules 3.7.7.6.

Taula 3.7.7.6. Característiques del llaç F-TA701-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	700
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-TA701-1	
Equips	TA-701	
Variable Controlada	Cabal d'urea a l'entrada	
Variable Manipulada	Freqüència de vibració	
Set Point	900 rpm	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	-	



3.7.8 Zona 800

3.7.8.1 Tancs d'emmagatzematge

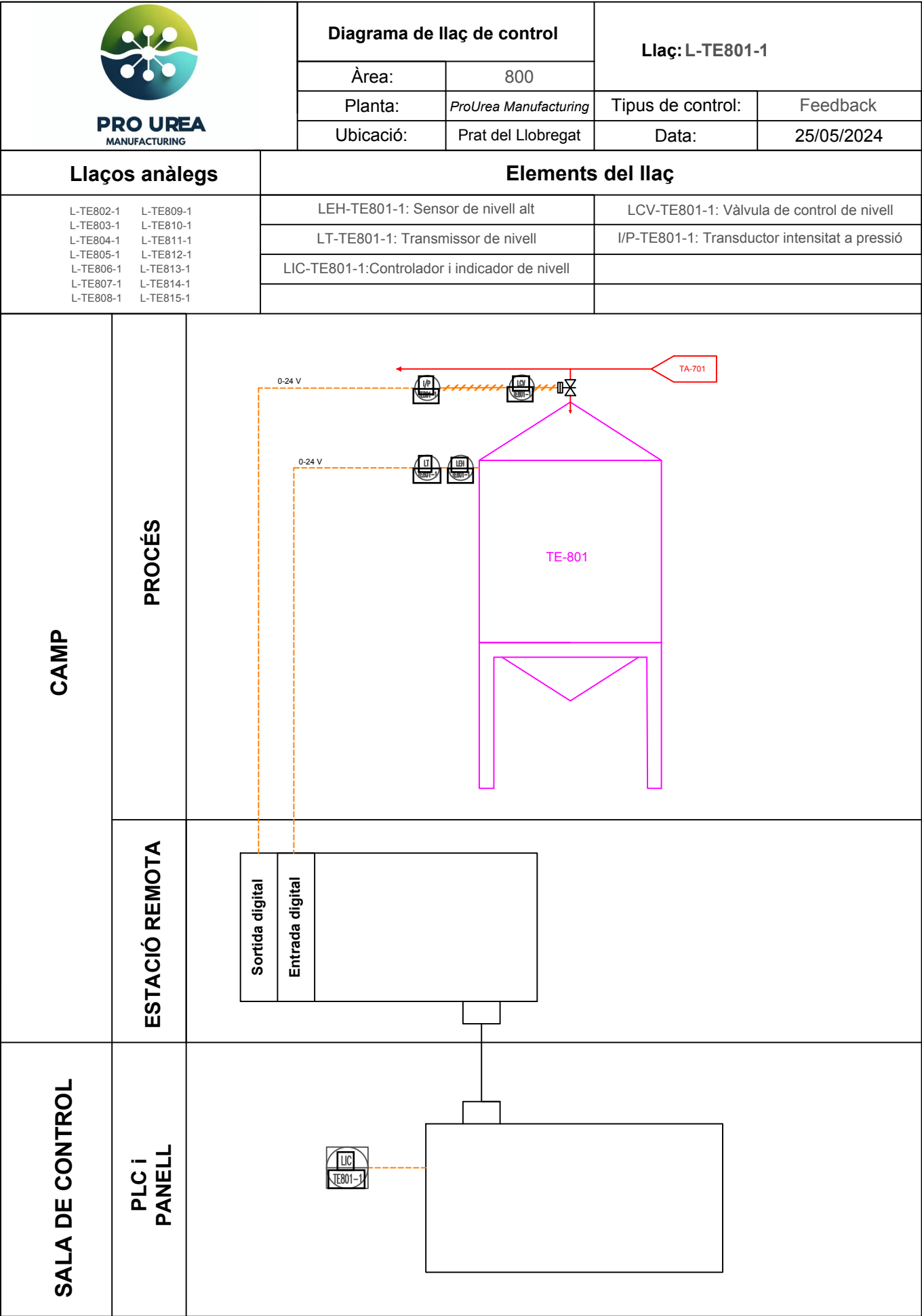
La zona 800 correspon a l'emmagatzematge del producte final, és a dir, la urea. Aquest producte es troba en estat sòlid, la qual cosa facilita les condicions en què s'ha d'emmagatzemar. En aquesta zona es troben instal·lats dos llaços de control. Per una banda, hi ha un llaç de control per controlar la quantitat d'urea emmagatzemada en cada tanc i, per altra banda, un llaç per controlar la quantitat d'urea que es diposita als camions.

3.7.8.1.1 Control de nivell

La urea arriba als tancs per mitjà d'unes cintes transportadores connectades a la zona 700, la zona de granulació. El producte es diposita per la part superior dels tancs i és abocat directament al seu interior. Ara bé, la quantitat d'urea que es diposita a l'interior de cada tanc és controlada per llaços de control feedback. Aquests llaços regulen l'obertura de la vàlvula de control situada a l'entrada dels tancs segons el senyal el que li arribi al controlador PI. Com tots els llaços tenen les mateixes característiques i les mateixes estructures, es mostrarà només per un d'ells a la taula 3.7.8.1 indicant els seus anàlegs. Concretament, es farà per al llaç L-TE801-1.

Taula 3.7.8.1. Característiques del llaç L-TE801-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	800
	 Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-TE802-1 - L-TE803-1 - L-TE804-1 - L-TE805-1 - L-TE806-1 - L-TE807-1 - L-TE808-1 - L-TE809-1 - L-TE810-1 - L-TE811-1 - L-TE812-1 - L-TE813-1 - L-TE814-1 - L-TE815-1
Nom del llaç	L-TE801-1	
Equips	TE-801/TE-802/TE-803/TE-804/TE-805/TE-806/TE-807/TE-808	
Variable Controlada	Quantitat d'urea a l'interior del tanc	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al tanc	
Set Point	80%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-801	

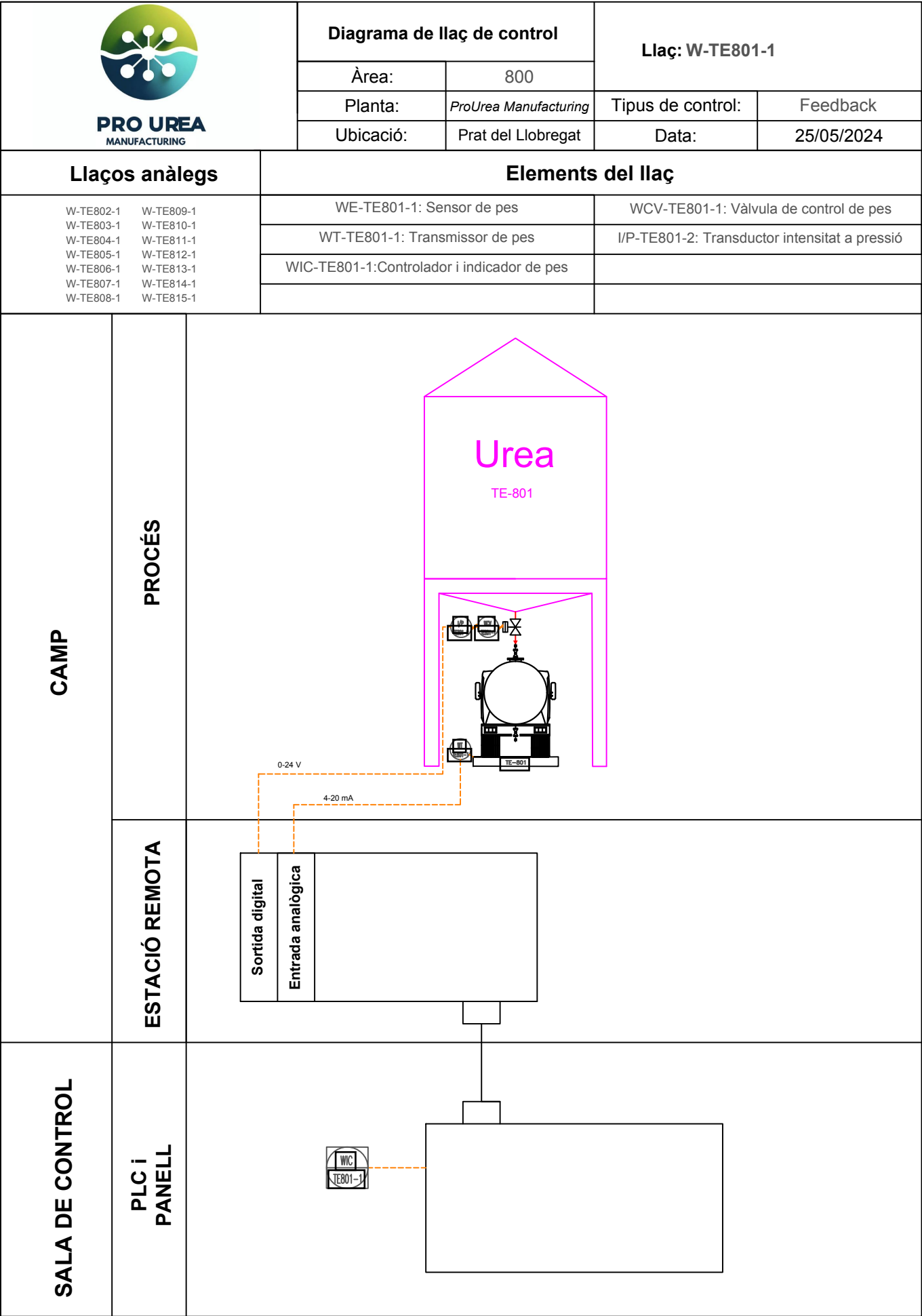


3.7.8.1.2 Control de buidatge

Des de Pro Urea Manufacturing s'ha decidit instal·lar llaços per controlar que els buidatges dels tancs als camions sigui la quantitat establida. En aquest cas, es tracta de llaços de tipus feedback on es mesura la quantitat d'urea que hi ha a l'interior del camió i, en funció del senyal que envii el sensor, el controlador actua sobre una vàlvula de control situada a la part inferior del tanc i que connecta amb l'entrada del dipòsit del camió. El sensor utilitzat és una bàscula que s'ha de calibrar a l'inici de l'operació. Tant les característiques dels llaços com l'estructura són les mateixes, per tant, es representarà només per al llaç W-TE801-1, tot indicant els seus anàlegs.

Taula 3.7.8.2. Característiques del llaç W-TE801-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	800
	 Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - W-TE802-1 - W-TE803-1 - W-TE804-1 - W-TE805-1 - W-TE806-1 - W-TE807-1 - W-TE808-1 - W-TE809-1 - W-TE810-1 - W-TE811-1 - W-TE812-1 - W-TE813-1 - W-TE814-1 - W-TE815-1
Nom del llaç	W-TE801-1	
Equips	TE-801/TE-802/TE-803/TE-804/TE-805/TE-806/TE-807/TE-808	
Variable Controlada	Quantitat d'urea al dipòsit del camió	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada al camió	
Set Point	30 t	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	GV-816	



3.7.9 Zona 900

3.7.9.1 Calderes

Aquesta és la darrera zona de la planta. En ella estan ubicades les calderes que subministren l'oli tèrmic o el vapor als equips que ho necessiten. En total són sis calderes per tota la planta. Independentment del fluid que s'utilitzi en cada caldera, els llaços de control són els mateixos, ja que els paràmetres a controlar són la pressió, el nivell, la temperatura i el cabal. A banda d'aquestes, a la zona 900 també es troben dos chillers que ajuden a refredar al pool condenser de la zona 200. En aquests es troben instal·lats dos llaços de temperatura i un de cabal tal com es veurà a continuació.

3.7.9.1.1 Control de temperatura

Per garantir que les calderes treballen a la temperatura que els corresponen, s'ha instal·lat un llaç de control feedback a l'entrada del corrent de gas natural. En aquest llaç es controla la temperatura del corrent de sortida de la caldera regulant el cabal de gas natural que entra. Aquesta regulació es fa mitjançant l'obertura d'una vàlvula de control que és accionada pel controlador PI instal·lat. Tot i que l'estructura dels llaços és la mateixa, els punts de consigna són diferents, per tant, es detallen aquestes característiques en taules diferents. Ara bé, el diagrama és mostra només el del llaç T-CVA901-1.

Taula 3.7.9.1. Característiques del llaç T-CVA901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CVA901-1	
Equips	CVA901	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	195 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-64	

Taula 3.7.9.2. Característiques del llaç T-CVA902-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CVA902-1	
Equips	CVA-902	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	160°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-79	

Taula 3.7.9.3. Característiques del llaç T-CF901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CF901-1	
Equips	CF-901	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	220°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-94	

Taula 3.7.9.4. Característiques del llaç T-CF902-1

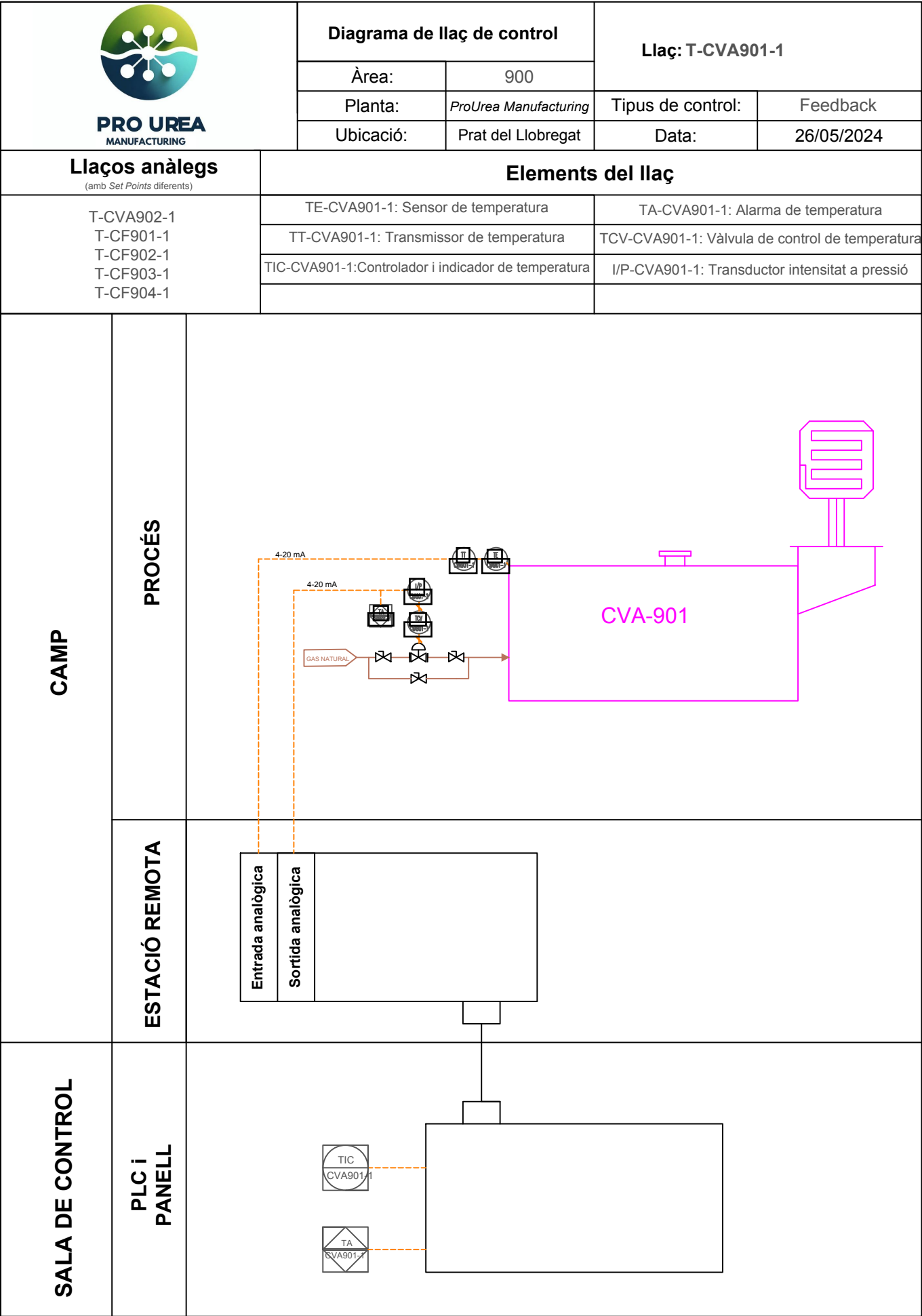
	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CF902-1	
Equips	CF-902	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	220°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-105	

Taula 3.7.9.5. Característiques del llaç T-CF903-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CF903-1	
Equips	CF-903	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	160 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-116	

Taula 3.7.9.6. Característiques del llaç T-CF904-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	T-CF904-1	
Equips	CF-904	
Variable Controlada	Temperatura a la sortida de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada de gas natural	
Set Point	140 °C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-127	

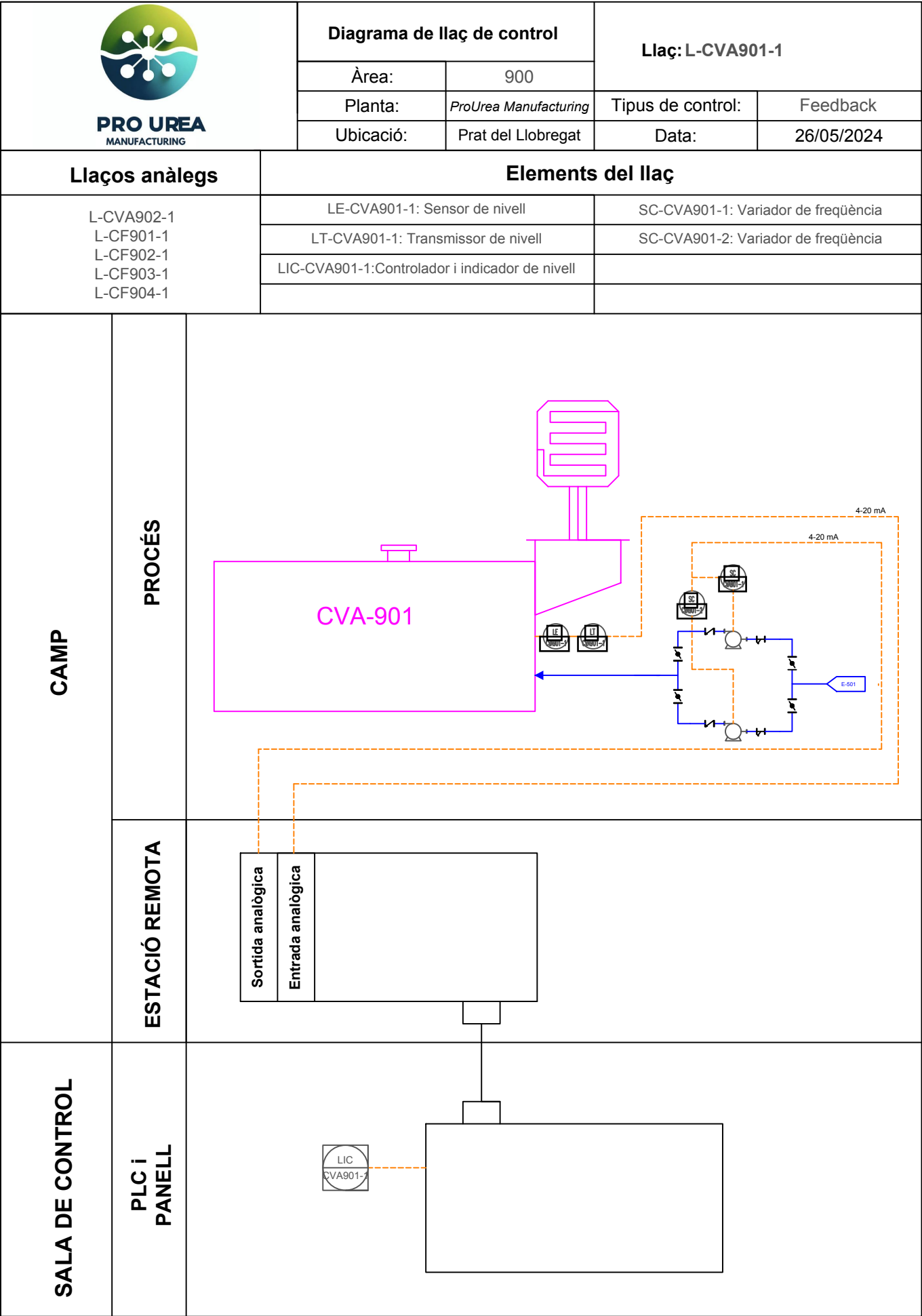


3.7.9.1.2 Control de nivell

Per garantir el correcte funcionament de la caldera, és molt important que la quantitat d'aigua o d'oli a l'interior de la caldera sigui la necessària. Per aquest motiu, s'han instal·lat llaços de control feedback a l'entrada dels corrents dels fluids de servei. Aquests llaços mesuren el nivell de líquid a l'interior de la caldera i regulen el cabal d'entrada amb un variador de freqüència que controla la potència de les bombes que impulsen aquest líquid. En aquest cas, com coincideixen tant els punts de consigna com els diagrames dels llaços, només es detallen les característiques per un d'ells a la taula 3.7.9.7. D'igual manera, es representa el diagrama del llaç L-CV901-1, tot indicant els seus anàlegs.

Taula 3.7.9.7. Característiques del llaç L-CV901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - L-CVA902-1 - L-CF901-1 - L-CF902-1 - L-CF903-1 - L-CF904-1
Nom del llaç	L-CVA901-1	
Equips	CVA-901	
Variable Controlada	Nivell de líquid a la caldera	
Variable Manipulada	Cabal d'entrada del fluid de servei	
Set Point	50%	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	-	



3.7.9.1.3 Control de pressió

Pel que respecta a la pressió, es controla de les calderes per mitjà de vàlvules d'alleujament de pressió. Aquestes vàlvules són controlades amb llaços de control feedback que mesuren la pressió a l'interior de la caldera i envien el senyal al controlador PID, encarregat d'accionar la vàlvula d'alleujament. En aquest cas, els punts de consigna de les calderes que s'utilitzen pels evaporadors són diferents de la resta. Per tant, es detallen les característiques dels llaços P-CF901-1, P-CF902-1, P-CF903-1 i P-CF904-1 a la taula 3.7.9.8. Mentre que les característiques dels llaços P-CVA901-1 i P-CVA902-1 s'especifiquen a la taula 3.7.9.9 i 3.7.9.10 respectivament.

Ara bé, com l'estructura és la mateixa, només és mostrarà el diagrama del llaç P-CV901-1, tot indicant els llaços anàlegs.

Taula 3.7.9.8. Característiques del llaç P-CF901-1

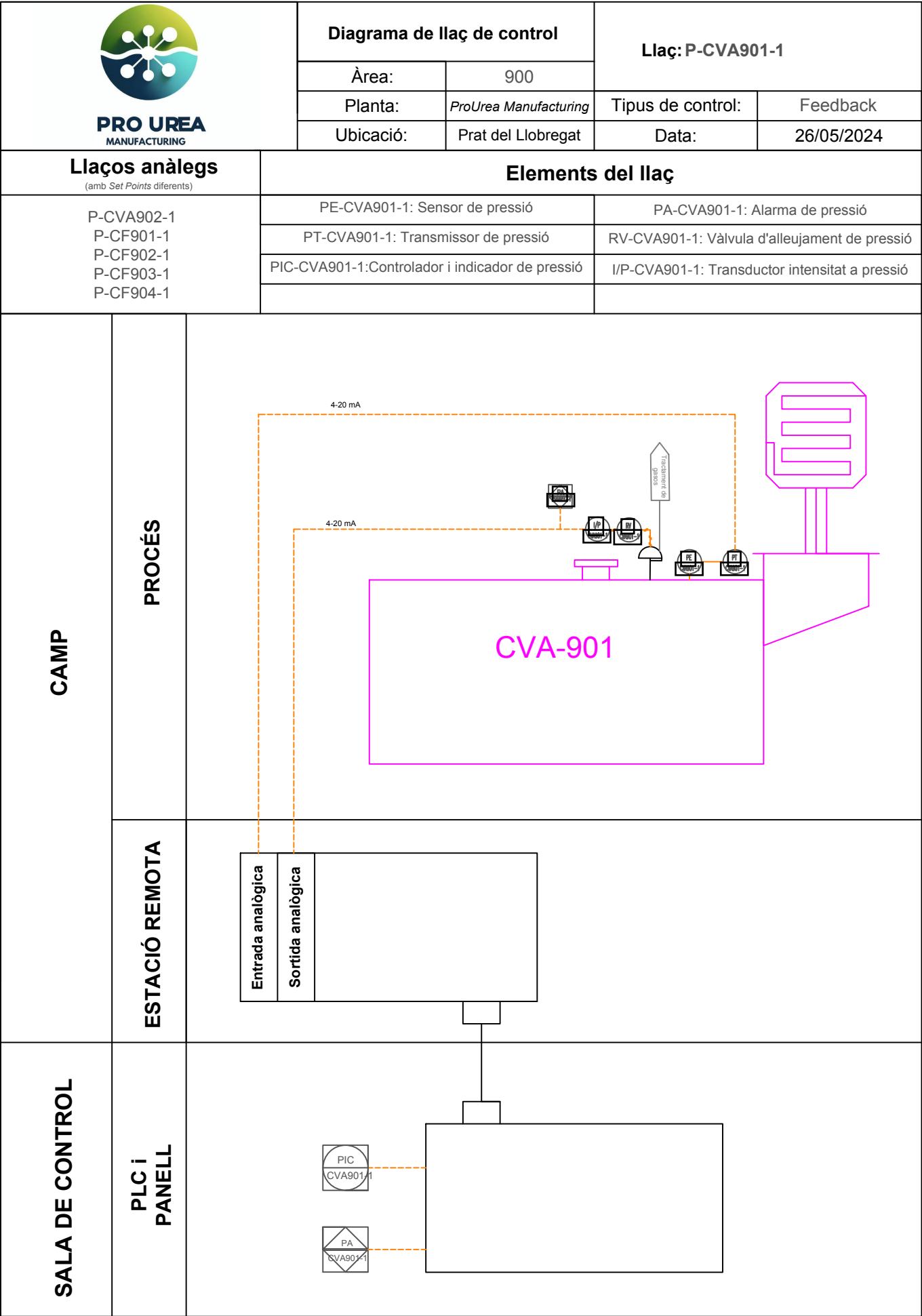
	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - P-CF902-1 - P-CF903-1 - P-CF904-1
Nom del llaç	P-CF901-1	
Equips	CF-901	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	
Set Point	5 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Tipus de vàlvula	PSV-95	

Taula 3.7.9.9. Característiques del llaç P-CVA901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-CVA901-1	
Equips	CVA-901	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	
Set Point	10 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Alarmes	Si	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	PSV-65	

Taula 3.7.9.10. Característiques del llaç P-CVA902-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	P-CVA902-1	
Equips	CVA-902	
Variable Controlada	Pressió a l'interior de la caldera	
Variable Manipulada	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	
Set Point	6 bar	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PID	
Indicadors	Si	
Alarmes	Si	
Vàlvula de control	PSV-80	



3.7.9.1.4 Control de cabal

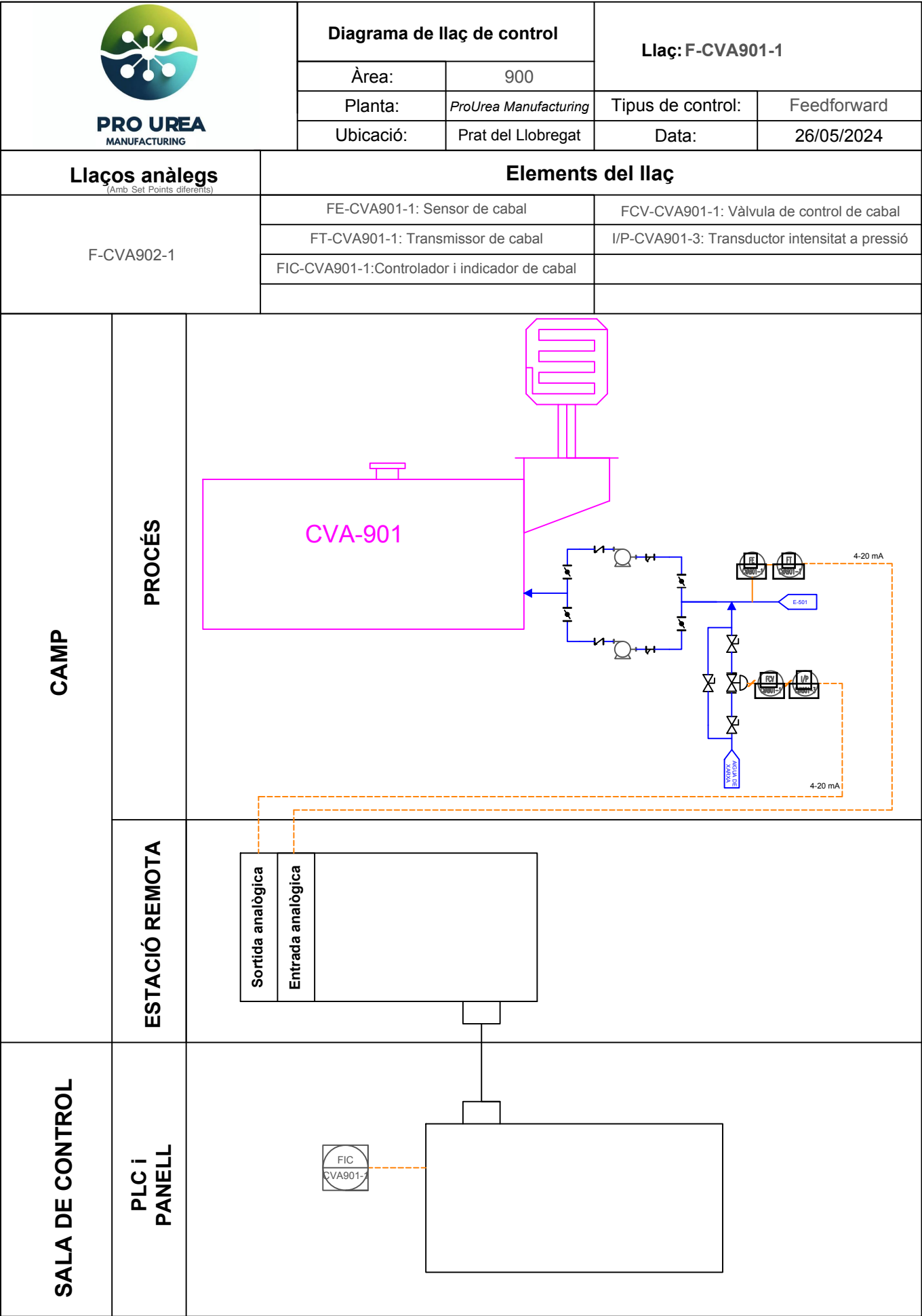
Finalment, s'ha instal·lat un llaç per controlar el cabal de manera complementària al llaç de nivell. És a dir, l'aigua de les calderes procedeix principalment dels evaporadors. Ara bé, si aquest cabal és insuficient, al corrent s'uneix un altre procedent del subministrament auxiliar d'aigua. Aquest corrent serveix per proporcionar aigua a les calderes quan el corrent procedent dels evaporadors és insuficient. Per tant, el llaç que s'ha instal·lat és de tipus feedback on és mesura el cabal d'entrada a la caldera i, en cas que sigui necessari, el controlador regula l'obertura de la vàlvula per incrementar o disminuir aquest corrent. Tot i tenir la mateixa estructura, les característiques de cada llaç són una mica diferents. Per tant, les característiques es detallen en taules diferents i el diagrama només es representarà per un d'ells.

Taula 3.7.9.11. Característiques del llaç F-CVA901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-CVA901-1	
Equips	CVA-901	
Variable Controlada	Cabal d'aigua d'entrada	
Variable Manipulada	Cabal d'aigua d'entrada	
Set Point	47,97 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-75	

Taula 3.7.9.12. Característiques del llaç F-CVA902-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs:
Nom del llaç	F-CVA902-1	
Equips	CVA-901	
Variable Controlada	Cabal d'aigua d'entrada	
Variable Manipulada	Cabal d'aigua d'entrada	
Set Point	44,12 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-90	



3.7.9.2 Chillers

Tal com s'explicava a l'inici de l'apartat, a la planta es fan servir dos chillers per refredar el pool condenser de la zona 200. Un chiller funciona mitjançant un cicle de refrigeració en el qual un refrigerant es comprimeix, es condensa, s'expandeix i s'evapora. El refrigerant comprimit es refreda en el condensador i es converteix en líquid, que després s'expandeix i es refreda encara més. Aquest refrigerant fred absorbeix calor de l'aigua en l'evaporador, refredant-la i causant que el refrigerant s'evapori i torni al compressor. L'aigua refredada s'utilitza després per refredar el pool condenser, on es dona una reacció molt exotèrmica. Per tant, les variables que s'han decidit controlar són les temperatures de sortida tant de l'aigua com del refrigerant i el cabal d'aigua a l'entrada.

3.7.9.2.1 Control de temperatura

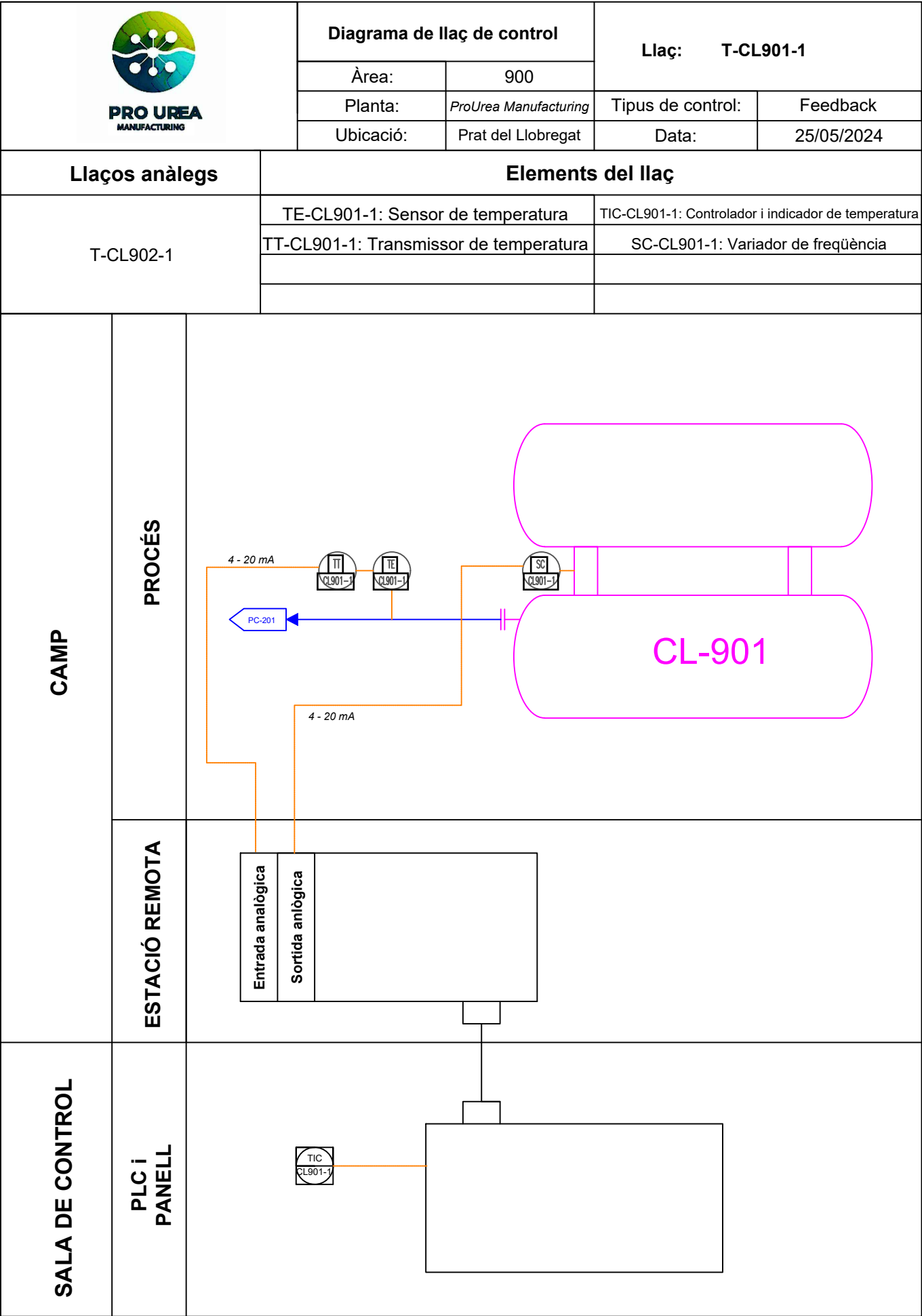
Per garantir el correcte funcionament dels chillers, es controla la temperatura en dos punts de l'equip. Un és a la sortida del refrigerant i l'altre a la sortida de l'aigua. En funció dels valors mesurats, es regula la refrigeració variant la potència del compressor per al refrigerant i del condensador per a l'aigua. Per tant, tot i que són llaços diferents, l'estructura és la mateixa. Concretament, es tracten de dos llaços feedback instal·lats en diferents parts de l'equip on es fa una primera mesura de la temperatura i, seguidament, el controlador actua sobre l'element final que és un variador de freqüència en els dos casos. Tot i que són llaços pràcticament iguals, es presenten en taules diferents les seves característiques i els diagrames. Ara bé, per simplificar la lectura, aquestes taules només es presentaran per un dels chillers, ja que el altre es idèntic. La taula 3.7.9.13 correspon al llaç T-CL901-1 i la taula 3.7.9.14 al llaç T-CL901-2.

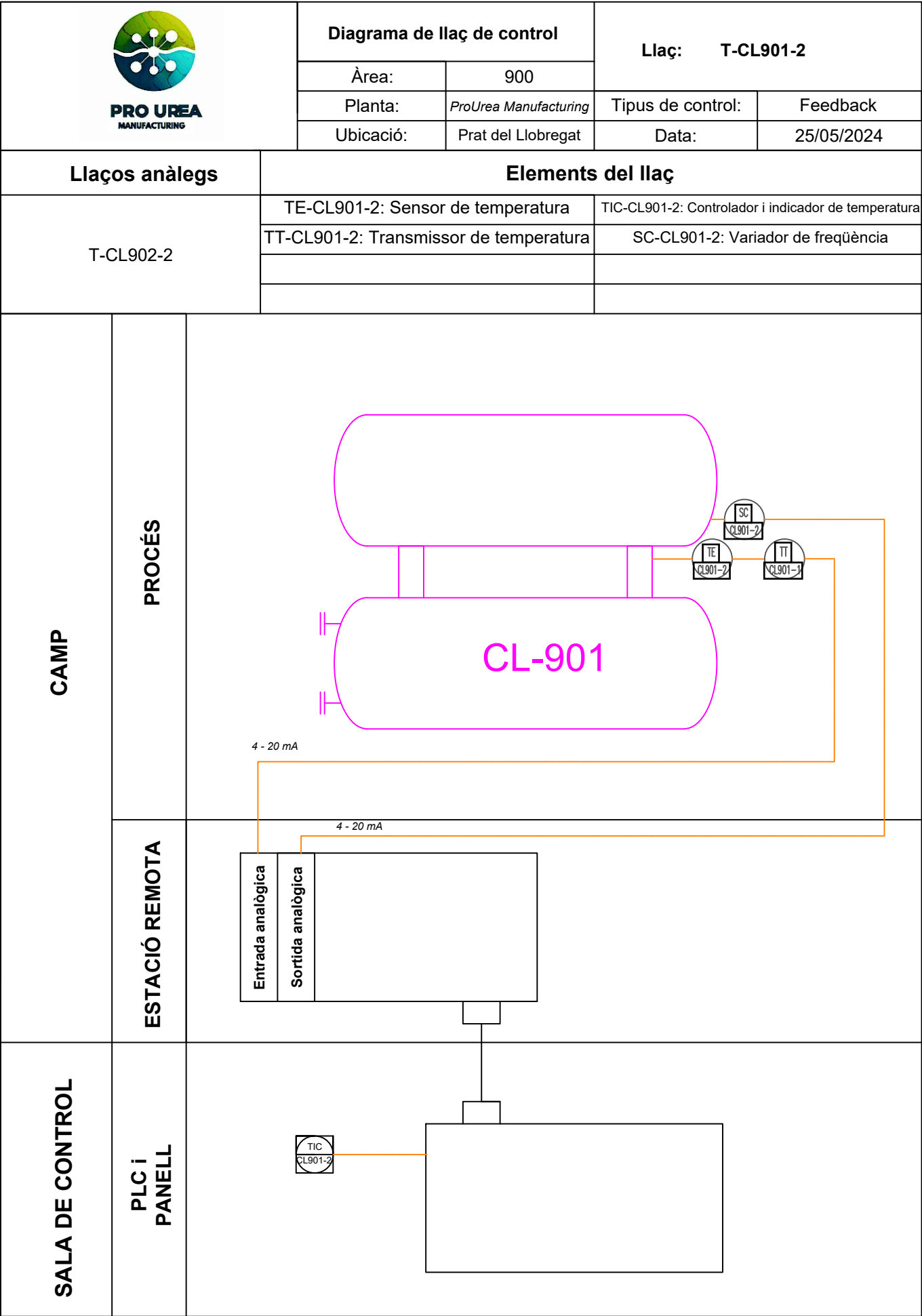
Taula 3.7.9.13. Característiques del llaç T-CL901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - T-CL902-1
Nom del llaç	T-CL901-1	
Equips	CL-901	
Variable Controlada	Temperatura d'aigua a la sortida	
Variable Manipulada	Potència del condensador del chiller	
Set Point	25°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	

Taula 3.7.9.14. Característiques del llaç T-CL901-2

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - T-CL902-2
Nom del llaç	T-CL901-2	
Equips	CL-901	
Variable Controlada	Temperatura del refrigerant a la sortida	
Variable Manipulada	Potència del compressor del chiller	
Set Point	10°C	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	-	



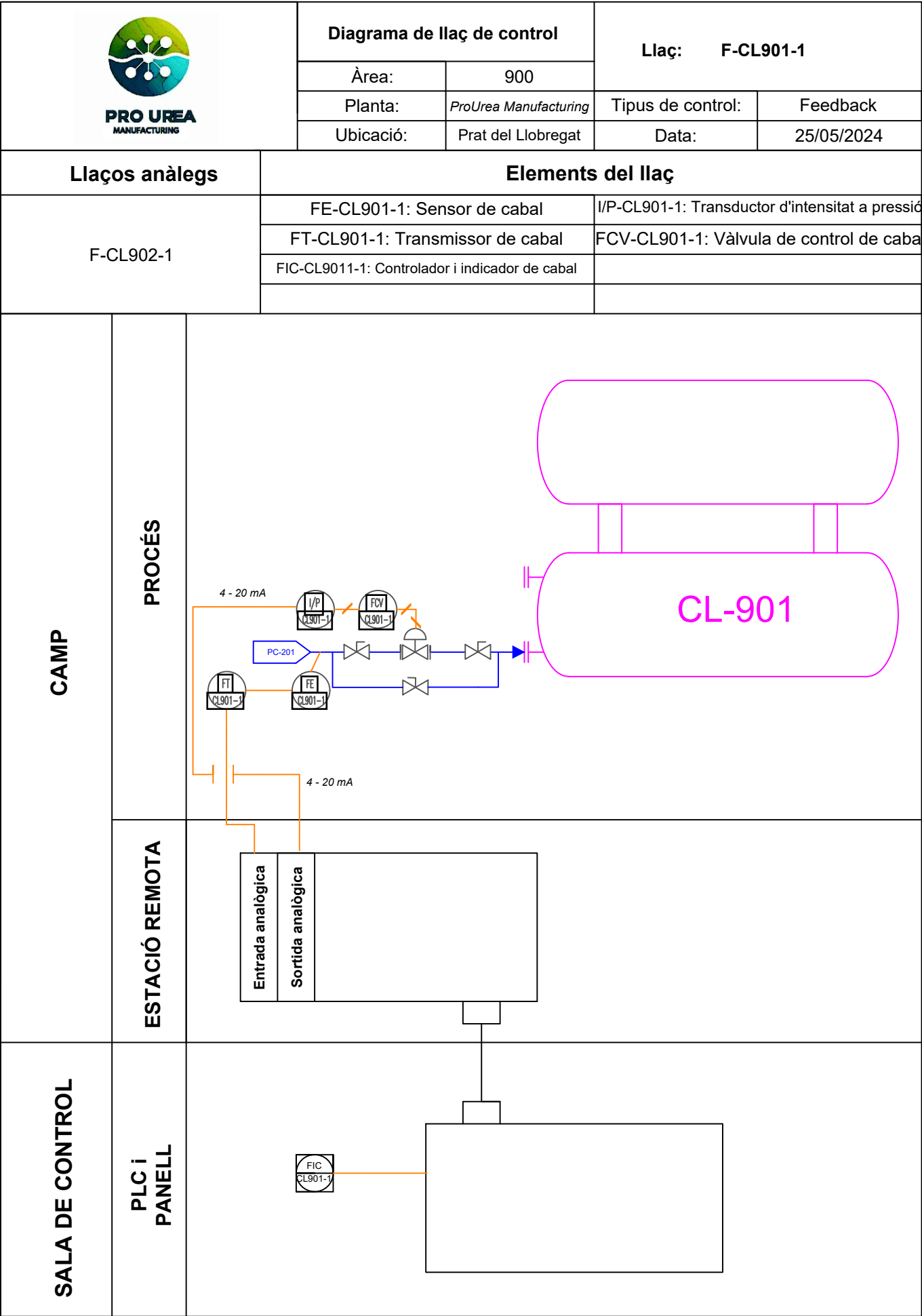


3.7.9.2.2 Control de cabal

Altrament, també és important garantir que el cabal d'entrada a l'equip es mantingui constant per evitar problemes com la congelació o la ineficiència de la transmissió de calor. Per aquest motiu, es troba instal·lat a cada chiller un llaç de control feedback on la variable mesurada i la manipulada és el cabal d'entrada de l'aigua. Aquest conta amb un controlador PI i una vàlvula de control com element final. A la taula 3.7.9.15 es mostren les característiques del llaç F-CL901-1 i, seguidament, el seu diagrama.

Taula 3.7.9.15. Característiques del llaç F-CL901-1

	CARACTERÍSTIQUES DEL LLAÇ DE CONTROL	
	Zona	900
	Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona.	Llaços anàlegs: - F-CL902-1
Nom del llaç	F-CL901-1	
Equips	CL-901	
Variable Controlada	Cabal d'aigua a la entrada	
Variable Manipulada	Cabal d'aigua a la entrada	
Set Point	1316 m ³ /h	
Tipus de llaç	Feedback	
Controlador	PI	
Alarmes	No	
Indicador	Si	
Vàlvula de control	CV-138	



3.8 Llistat de llaços

3.8.1 Zona 100

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
100	TE-101	L-TE101-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE101-1	LCV-TE101-1	Feedback
		L-TE101-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE101-2	LCV-TE101-2	Feedback
		P-TE101-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE101-1	RV-TE101-1	Feedback
	TE-102	L-TE102-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE102-1	LCV-TE102-1	Feedback
		L-TE102-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE102-2	LCV-TE102-2	Feedback
		P-TE102-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE102-1	RV-TE102-1	Feedback
	TE-103	L-TE103-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE103-1	LCV-TE102-1	Feedback
		L-TE103-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE103-2	LCV-TE102-2	Feedback
		PTE103-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE103-1	RV-TE102-1	Feedback
	TE-104	L-TE104-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE104-1	LCV-TE104-1	Feedback
		L-TE104-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE104-2	LCV-TE104-2	Feedback
		P-TE104-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvual d'alleujament	PIC-TE104-1	RV-TE104-1	Feedback
	TE-105	L-TE105-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE105-1	LCV-TE105-1	Feedback
		L-TE105-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE105-2	LCV-TE105-2	Feedback
		P-TE105-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE105-1	RV-TE105-1	Feedback
	TE-106	L-TE106-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE106-1	LCV-TE106-1	Feedback
		L-TE106-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE106-2	LCV-TE106-2	Feedback
		P-TE106-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE106-1	RV-TE106-1	Feedback
	TE-107	L-TE107-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE107-1	LCV-TE107-1	Feedback
		L-TE107-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE107-2	LCV-TE107-2	Feedback
		PTE107-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-TE107-1	RV-TE107-1	Feedback
	TE-108	L-TE108-1	Nivell del tanc	Cabal d'entrada	LIC-TE108-1	LCV-TE108-1	Feedback
		L-TE108-2	Nivell del tanc	Cabal de sortida	LIC-TE108-2	LCV-TE108-2	Feedback
		P-TE108-1	Pressió del tanc	Cabal de gas alliberat per la vàlvual d'alleujament	PIC-TE108-1	RV-TE108-1	Feedback

3.8.2 Zona 200

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
200	ST-201	T-ST201-1	Temperatura al stripper	Cabal d'oli tèrmic	TIC-ST201-1	TCV-ST201-1	Feedback
		P-ST201-1	Pressió al stripper	Cabal de sortida dels gasos	PIC-ST201-1	PCV-ST201-1	Feedforward
		F-ST201-1	Cabal d'entrada al stripper	Cabal d'entrada al stripper	FIC-ST201-1	FCV-ST201-1	Feedback
		F-ST201-2	Cabal d'entrada al stripper	Cabal d'entrada al stripper	FIC-ST201-2	SC-ST201-2a	Feedback
	PC-201	T-PC201-1	Temperatura al pool condenser	Cabal d'aigua refrigerant	TIC-PC201-1	TCV-PC201-1	Feedback
		P-PC201-1	Pressió al pool condenser	Cabal de sortida	PIC-PC201-1	PCV-PC201-1	Feedforward
	R-201	T-R201-1	Temperatura al reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIC-R201-1	TCV-R201-1	Feedback
		P-R201-1	Pressió al reactor	Cabal de sortida dels gasos	PIC-R201-1	PCV-R201-1	Feedforward
		F-R201-1	Cabal d'entrada al reactor	Cabal d'entrada al reactor	FIC-R201-1	FCV-R201-1	Feedback
	R-202	T-R202-1	Temperatura al reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIC-R202-1	TCV-R202-1	Feedback
		P-R202-1	Pressió al reactor	Cabal de sortida dels gasos	PIC-R202-1	PCV-R202-1	Feedforward
		F-R202-1	Cabal d'entrada al reactor	Cabal d'entrada al reactor	FIC-R202-1	FCV-R202-1	Feedback
	R-203	T-R203-1	Temperatura al reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIC-R203-1	TCV-R203-1	Feedback
		P-R203-1	Pressió al reactor	Cabal de sortida dels gasos	PIC-R203-1	PCV-R203-1	Feedforward
		F-R203-1	Cabal d'entrada al reactor	Cabal d'entrada al reactor	FIC-R203-1	FCV-R203-1	Feedback
	R-204	T-R204-1	Temperatura al reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIC-R204-1	TCV-R204-1	Feedback
		P-R204-1	Pressió al reactor	Cabal de sortida dels gasos	PIC-R204-1	PCV-R204-1	Feedforward
		F-R204-1	Cabal d'entrada al reactor	Cabal d'entrada al reactor	FIC-R204-1	FCV-R204-1	Feedback
	R-205	T-R205-1	Temperatura al reactor	Cabal d'oli tèrmic	TIC-R205-1	TCV-R205-1	Feedback
		P-R205-1	Pressió al reactor	Cabal de sortida dels gasos	PIC-R205-1	PCV-R205-1	Feedforward
		F-R205-1	Cabal d'entrada al reactor	Cabal d'entrada al reactor	FIC-R205-1	FCV-R205-1	Feedback

3.8.3 Zona 300

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
300	DC-301	T-DC301-1	Temperatura al decomposer	Cabal d'entrada de vapor	TIC-DC301-1	TCV-DC301-1	Feedback
		P-DC301-1	Pressió al decomposer	Cabal de sortida dels gasos	PIC-DC301-1	PCV-DC301-1	Feedforward
		F-DC301-1	Cabal d'entrada al decomposer	Cabal d'entrada al decomposer	FIC-DC301-1	FIC-DC301	Feedforward
	DC-302	T-DC302-1	Temperatura al decomposer	Cabal d'entrada de vapor	TIC-DC302-1	TCV-DC302-1	Feedback
		P-DC301-1	Pressió al decomposer	Cabal de sortida dels gasos	PIC-DC302-1	PCV-DC302-1	Feedforward
		F-DC301-1	Cabal d'entrada al decomposer	Cabal d'entrada al decomposer	FIC-DC302-1	FCV-DC302-1	Feedforward

3.8.4 Zona 400

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
400	A-401	P-A401-1	Pressió al absorbidor	Cabal de sortida del gas	PIC-A401-1	PCV-A401-1	Feedforward
		L-A401-1	Nivell de líquid al absorbidor	Cabal de sortida de líquid	LIC-A401-1	SC-A401-1	Feedforward
	A-402	P-A402-1	Pressió al absorbidor	Cabal de sortida del gas	PIC-A402-1	PCV-A402-1	Feedforward
		L-A402-1	Nivell de líquid al absorbidor	Cabal de sortida del líquid	LIC-A402-1	SC-A402-1	Feedforward

3.8.5 Zona 500

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL				Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració	
500	E-501	T-E501-1	Temperatura de l'evaporador	Cabal de vapor dels tubs	TIC-E501-1	TCV-E501-1	Feedback	
		P-E501-1	Pressió al evaporador	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-E501-1	RV-E501-1	Feedback	
		L-E501-1	Nivell de líquid a l'interior del evaporador	Cabal de sortida de líquid	LIC-E501-1	LCV-E501-1	Feedforward	
		F-E501-1	Control de cabal	Control de cabal	FIC-E501-1	FCV-E501-1	Feedforward	
	E-502	T-E502-1	Temperatura de l'evaporador	Cabal de vapor dels tubs	TIC-E502-1	TCV-E502-1	Feedback	
		P-E502-1	Pressió al evaporador	Cabal de gas alliberat per la vàlvula d'alleujament	PIC-E502-1	RV-E502-1	Feedback	
		L-E502-1	Nivell de líquid a l'interior del evaporador	Cabal de sortida de líquid	LIC-E502-1	LCV-E502-1	Feedforward	
		L-E502-1	Nivell de líquid a l'interior del evaporador	Cabal de sortida de líquid	LIC-E502-1	LCV-E502-1	Feedforward	
	CD-501	T-CD501-1	Temperatura de cabal de sortida del condensador	Cabal de fluid refrigerant	TIC-CD501-1	TCV-CD501-1	Feedback	
		F-CD501-1	Cabal d'entrada al condensador	Cabal d'entrada al condensador	FIC-CD501-1	FCV-CD501-1	Feedback	
		L-CD501-1	Nivell de líquid a l'interior del condensador	Cabal de sortida de líquid	LIC-CD501-1	LCV-CD501-1	Feedback	
	T-501	L-T501-1	Nivell de líquid al tanc	Cabal de sortida del tanc	LIC-T501-1	SC-T501-1	Feedforward	
	T-502	L-T502-1	Nivell de líquid al tanc	Cabal de sortida del tanc	LIC-T502-1	SC-T502-1	Feedforward	

3.8.6 Zona 600

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
600	DS-601	P-DS601-1	Pressió al desorber	Cabal de sortida del corrent gas	PIC-DS601-1	PCV-DS601-1	Feedforward
		L-DS601-1	Nivell de líquid a l'interior del desorber	Cabal de sortida del corrent líquid	LIC-DS601-1	SC-DS601-1	Feedforward
	DS-602	P-DS602-1	Pressió al desorber	Cabal de sortida del corrent gas	PIC-DS602-1	PCV-DS602-1	Feedforward
		L-DS602-1	Nivell de líquid a l'interior del desorber	Cabal de sortida del corrent líquid	LIC-DS602-1	SC-DS602-1	Feedforward
	HY-601	P-HY601-1	Pressió al hidrolitzador	Cabal de sortida gas	PIC-HY601-1	PCV-HY601-1	Feedforward
		L-HY601-1	Nivell de líquid a l'interior del hidrolitzador	Cabal de sortida líquid	LIC-HY601-1	LCV-HY601-1	Feedforward
	TE-601	L-TE601-1	Nivell de líquid al tanc	Cabal d'aigua d'entrada	LIC-TE601-1	LCV-TE601-1	Feedback
		F-TE601-1	Cabal de sortida del tanc	Cabal de sortida del tanc	FIC-TE601-1	SC-TE601-1	Feedback
	TE-602	L-TE602-1	Nivell de líquid al tanc	Cabal d'aigua d'entrada	LIC-TE602-1	LCV-TE602-1	Feedback
		F-602-1	Cabal de sortida del tanc	Cabal de sortida del tanc	FIC-TE601-1	SC-TE602-1	Feedback

3.8.7 Zona 700

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/1		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
700	GR-701	T-GR701-1	Temperatura al granulator	Cabal d'aire a l'entrada	TIC-GR701-1	SC-GR701-1	Feedback
	AS-701	L-AS701-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal de urea a l'entrada al tanc	LIC-AS701-1	LCV-AS701-1	Feedback
		M-AS701-1	Humitat a l'interior de l'assecador	Cabal d'aire a la entrada	MIC-AS701-1	SC-AS701-1	Feedback
	RF-701	T-RF701-1	Temperatura de refrigeració	Cabal d'aire a l'entrada al tanc	TIC-RF701-1	SC-RF701-1	Feedback
		L-RF701-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal de urea a l'entrada al tanc	LIC-RF701-1	LCV-RF701-1	Feedback
	TA-701	F-TA701-1	Freqüència de vibració	Freqüència de vibració	FT-TA701-1	SC-TA701-1	Feedforward

3.8.8 Zona 800

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/2		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
800	TE-801	L-TE801-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE801-1	LCV-TE801-1	Feedback
		W-TE801-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE801-1	WCV-TE801-1	Feedback
	TE-802	L-TE802-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE802-1	LCV-TE802-1	Feedback
		W-TE802-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE802-1	WCV-TE802-1	Feedback
	TE-803	L-TE803-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE803-1	LCV-TE803-1	Feedback
		W-TE803-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE803-1	WCV-TE803-1	Feedback
	TE-804	L-TE804-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE804-1	LCV-TE804-1	Feedback
		W-TE804-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE804-1	WCV-TE804-1	Feedback
	TE-805	L-TE805-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE805-1	LCV-TE805-1	Feedback
		W-TE805-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE805-1	WCV-TE805-1	Feedback
	TE-806	L-TE806-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE806-1	LCV-TE806-1	Feedback
		W-TE806-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE806-1	WCV-TE806-1	Feedback
	TE-807	L-TE807-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE807-1	LCV-TE807-1	Feedback
		W-TE807-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE807-1	WCV-TE807-1	Feedback
	TE-808	L-TE808-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE808-1	LCV-TE808-1	Feedback
		W-TE808-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE808-1	WCV-TE808-1	Feedback
	TE-809	L-TE809-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE809-1	LCV-TE809-1	Feedback
		W-TE809-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE809-1	WCV-TE809-1	Feedback
	TE-810	L-TE810-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE810-1	LCV-TE810-1	Feedback
		W-TE810-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE810-1	WCV-TE810-1	Feedback

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 2/2		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
800	TE-811	L-TE811-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE811-1	LCV-TE811-1	Feedback
		W-TE811-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE811-1	WCV-TE811-1	Feedback
	TE-812	L-TE812-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE812-1	LCV-TE812-1	Feedback
		W-TE812-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE812-1	WCV-TE812-1	Feedback
	TE-813	L-TE813-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE813-1	LCV-TE813-1	Feedback
		W-TE813-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE813-1	WCV-TE813-1	Feedback
	TE-814	L-TE814-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE814-1	LCV-TE814-1	Feedback
		W-TE814-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE814-1	WCV-TE814-1	Feedback
	TE-815	L-TE815-1	Quantitat de urea a l'interior del tanc	Cabal d'entrada al tanc	LIC-TE815-1	LCV-TE815-1	Feedback
		W-TE815-1	Quantitar d'urea al diposit del camió	Cabal d'entrada al camió	WIC-TE815-1	WCV-TE815-1	Feedback

3.8.9 Zona 900

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 1/2		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
900	CVA-901	T-CVA901-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CVA901-1	TCV-CVA901-1	Feedback
		L-CVA901-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada d'aigua procedent dels evaporadors	LIC-CVA901-1	SC-CVA901-1	Feedback
		P-CVA901-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CVA901-1	RV-CVA901-1	Feedback
		F-CVA901-1	Cabal d'entrada d'aigua de servei	Cabal d'entrada d'aigua de servei	FIC-CVA901-1	FCV-CVA901-1	Feedback
	CVA-902	T-CVA902-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CVA902-1	TCV-CVA902-1	Feedback
		L-CVA902-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada del fluid de servei	LIC-CVA902-1	SC-CVA902-1	Feedback
		P-CVA902-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CVA902-1	RV-CVA902-1	Feedback
		F-CVA902-1	Cabal d'entrada d'aigua de servei	Cabal d'entrada d'aigua de servei	FIC-CVA902-1	FCV-CVA901-1	Feedback
	CF-901	T-CF901-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CF901-1	TCV-CF901-1	Feedback
		L-CF901-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada del fluid de servei	LIC-CF901-1	SC-CF901-1	Feedback
		P-CF901-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CF901-1	RV-CF901-1	Feedback
	CF-902	T-CF902-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CF902-1	TCV-CF902-1	Feedback
		L-CF902-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada del fluid de servei	LIC-CF902-1	SC-CF902-1	Feedback
		P-CF902-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CF902-1	RV-CF902-1	Feedback
	CF-903	T-CF903-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CF903-1	TCV-CF903-1	Feedback
		L-CF903-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada del fluid de servei	LIC-CF903-1	SC-CF903-1	Feedback
		P-CF903-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CF903-1	RV-CF903-1	Feedback
	CF-904	T-CF904-1	Temperatura a la sortida de la caldera	Cabal d'entrada de gas natural	TIC-CF904-1	TCV-CF904-1	Feedback
		L-CF904-1	Nivell de líquid a la caldera	Cabal d'entrada del fluid de servei	LIC-CF904-1	SC-CF904-1	Feedback
		P-CF904-1	Pressió a l'interior de la caldera	Cabal de sortida de gas per la vàlvula d'alleujament	PIC-CF904-1	RV-CF904-1	Feedback

		LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL			Full: 2/2		
		PLANTA DE PRODUCCIÓ DE UREA			Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona		
Zona	Equip	Llaç	Variable controlada	Variable manipulada	Element primari	Element final	Configuració
900	CL-901	T-CL901-1	Temperatura de l'aigua a la sortida	Potència del condensador del chiller	TIC-CL901-1	SC-CL901-1	Feedback
		T-CL901-2	Temperatura del refrigerant a la sortida	Potència del compressor del chiller	TIC-CL901-2	SC-CL901-2	Feedback
		F-CL901-1	Cabal d'aigua a l'entrada	Cabal d'aigua a l'entrada	FIC-CL901-1	FCV-CVA901-1	Feedback
	CL-902	T-CL902-1	Temperatura de l'aigua a la sortida	Potència del condensador del chiller	TIC-CL901-1	SC-CL901-1	Feedback
		T-CL902-2	Temperatura del refrigerant a la sortida	Potència del compressor del chiller	TIC-CL901-2	SC-CL901-2	Feedback
		F-CL902-1	Cabal d'aigua a l'entrada	Cabal d'aigua a l'entrada	FIC-CL901-1	FCV-CVA901-1	Feedback

3.9 Llistat d'instrumentació

3.9.1 Zona 100

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
100	TE-101	LEH-TE101-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE101-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE101-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE101-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE101-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE101-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE101-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE101-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE101-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE101-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE101-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE101-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE101-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
	TE-102	LEH-TE102-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE102-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE102-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE102-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE102-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE102-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE102-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE102-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE102-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE102-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
100	TE-102	PIC-TE102-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE102-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE102-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
	TE-103	LEH-TE103-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE103-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE103-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE103-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE103-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE103-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE103-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE103-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE103-1	Sensor de pessió	En camp	Elèctrica
		PT-TE103-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE103-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE103-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE103-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
	TE-104	LEH-TE104-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE104-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE104-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE104-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE104-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE104-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE104-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 3/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
100	TE-104	LCV-TE104-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE104-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE104-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE104-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE104-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE104-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
	TE-105	LEH-TE105-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE105-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE105-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE105-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE105-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE105-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE105-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE105-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE105-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE105-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE105-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE105-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE105-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
	TE-106	LEH-TE106-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE106-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE106-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE106-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 4/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
100	TE-106	LEL-TE106-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE106-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE106-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE106-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE106-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE106-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE106-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE106-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE106-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LEH-TE107-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE107-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE107-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE107-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
	TE-107	LEL-TE107-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE107-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE107-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE107-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE107-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE107-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE107-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE107-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE107-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 5/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
100	TE-108	LEH-TE108-1	Sensor de nivell alt	En camp	Elèctrica
		LT-TE108-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE108-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE108-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		LEL-TE108-2	Sensor de nivell baix	En camp	Elèctrica
		LT-TE108-2	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE108-2	Controlador i indicacor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE108-2	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		PE-TE108-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-TE108-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-TE108-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-TE108-1	Alarma per pressió alta	En camp i en sala de control	Elèctrica
		PSV-TE108-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica

3.9.2 Zona 200

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
200	ST-201	FE-ST201-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-ST201-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-ST201-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-ST201-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-ST201-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica
		FE-ST201-2	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-ST201-2	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-ST201-2	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-ST201-2	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		SC-ST201-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-ST201-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		PT-ST201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-ST201-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PAH-ST201-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-ST201-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica
		TE-ST201-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-ST201-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-ST201-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-ST201-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-ST201-1	Vàlvula de control alta	En camp	Pneumàtica
	PC-201	TE-PC201-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-PC201-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-PC201-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
200	PC-201	TA-PC201-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-PC201-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-PC201-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-PC201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-PC201-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-PC201-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-PC201-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica
	R-201	FE-R201-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-R201-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-R201-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-R201-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-R201-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtic
		TE-R201-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-R201-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-R201-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-R201-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-R201-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		PE-R201-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-R201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-R201-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-R201-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-R201-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 3/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
200	R-202	FE-R202-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-R202-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FA-R202-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FIC-R202-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-R202-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtic
		TE-R202-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-R202-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-R202-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-R202-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-R202-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		PE-R202-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-R201-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-R201-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-R201-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-R201-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic
	R-203	FE-R203-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-R203-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-R203-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-R203-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-R203-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtic
		TE-R203-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-R203-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 4/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
200	R-203	TIC-R203-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-R203-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-R203-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		PE-R203-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-R203-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-R203-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-R203-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-R203-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic
	R-204	FE-R204-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-R204-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-R204-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-R204-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-R204-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtic
		TE-R204-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-R204-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-R204-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-R204-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-R204-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		PE-R204-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-R204-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-R204-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-R204-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-R204-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 5/5	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
200	R-205	FE-R205-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-R205-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-R205-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-R205-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-R205-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtic
		TE-R205-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-R205-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-R205-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-R205-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-R205-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		PE-R205-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-R205-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-R205-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PAH-R205-1	Alarma de pressió alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-R205-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic

3.9.3 Zona 300

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
300	E-301	TE-DC301-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-DC301-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-DC301-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-DC301-1	Alarma de temperatura alta	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-DC301-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		FE-DC301-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-DC301-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-DC301-1	Control i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-DC301-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-DC301-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica
		PE-DC301-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-DC301-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		PIC-DC301-1	Control i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		PA-DC301-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-DC301-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica
	E-302	TE-DC302-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-DC302-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-DC302-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-DC302-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-DC302-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		FE-DC302-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-DC302-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
300	E-302	FIC-DC302-1	Control i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-DC302-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-DC302-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica
		PE-DC302-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-DC302-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		PIC-DC302-1	Control i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		PA-DC302-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PCV-DC302-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica

3.9.4 Zona 400

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
400	A-401	LE-A401-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-A401-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-A401-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-A401-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-A401-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		PE-A401-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-A401-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-A401-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PCV-A401-A	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
400	A-402	LE-A402-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-A402-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-A402-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-A402-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-A402-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		PE-A402-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-A402-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-A402-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PCV-A402-A	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica

3.9.5 Zona 500

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/3	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
500	E-501	TE-E501-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-E501-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-E501-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-E501-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-E501-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-E501-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-E501-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-E501-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-E501-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-E501-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-E501-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-E501-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-E501-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-E501-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		LCV-E501-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtic
		FE-E501-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-E501-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-E501-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-E501-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica
	E-502	TE-E502-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-E502-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-E502-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-E502-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-E502-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/3	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelon	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
500	E-502	PE-E502-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-E502-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-E502-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-E502-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-E502-1	Vàlvula d'al·leujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-E502-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-E502-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-E502-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-E502-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		LCV-E502-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtic
	CD-501	LE-CD501-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-CD501-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-CD501-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-CD501-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		LCV-CD501-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtic
		TE-CD501-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CD501-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CD501-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CD501-1	Alarma de tempertura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CD501-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtic
		FE-CD501-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-CD501-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-CD501-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FA-CD501-1	Alarma de cabal	En camp i sala de control	Elèctrica
		FCV-CD501-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 3/3	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
500	T-501	LE-T501-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-T501-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-T501-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-T501-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		SC-T501-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-T501-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	T-502	LE-T502-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-T502-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-T502-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LAH-T502-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		SC-T502-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-T502-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

3.9.6 Zona 600

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
600	DS-601	LE-DS601-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-DS601-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-DS601-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-DS601-1	Alarma de nivell	En camp i en sala de control	Elèctrica
		SC-DS601-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-DS601-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		PE-DS601-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-DS601-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-DS601-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-DS601-1	Alarma de pressió	En camp y sala de control	Elèctrica
		PCV-DS601-1	Valvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica
	DS-602	LE-DS602-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-DS602-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-DS602-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-DS602-1	Alarma de nivell	En camp i en sala de control	Elèctrica
		SC-DS602-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-DS602-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		PE-DS602-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-DS602-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-DS602-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-DS602-1	Alarma de pressió	En camp y sala de control	Elèctrica
		PCV-DS602-1	Valvula de control de pressió	En camp	Pneumàtica
	HY-601	PE-HY601-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-HY601-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-HY601-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-HY601-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
600	HY-601	PCV-HY601-1	Vàlvula de control de pressió	En camp	Pneumàtic
		LE-HY601-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-HY601-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-HY601-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-HY601-1	Alarma de nivell	En camp i sala de control	Elèctrica
		LCV-HY601-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtic
	TE-601	LEL-TE601-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE601-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE601-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-TE601-1	Alarma de nivell	En camp i en sala de control	Elèctrica
		LCV-TE601-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		FE-TE601-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-TE601-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-TE601-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		SC-TE601-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-TE601-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	TE-602	LEL-TE602-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE602-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE602-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LA-TE602-1	Alarma de nivell	En camp i en sala de control	Elèctrica
		LCV-TE602-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		FE-TE602-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-TE602-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-TE602-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		SC-DS602-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-DS602-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

3.9.7 Zona 700

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
700	GR-701	TE-GR701-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-GR701-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-GR701-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-GR701-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		SC-GR701-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-GR701-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	AS-701	LE-AS701-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		LT-AS701-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		LIC-AS701-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		LCV-AS701-1	Vàlvula de control del cabal	En camp	Pneumàtica
	AS-701	ME-AS701-1	Sensor d'humitat	En camp	Elèctrica
		MT-AS701-1	Transmissor d'humitat	En camp	Elèctrica
		MIC-AS701-1	Controlador i indicador d'humitat	Sala de control	Elèctrica
		SC-AS701-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-AS701-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	RF-701	LE-RF701-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-RF701-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-RF701-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-RF701-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		TE-RF701-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-RF701-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-RF701-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		SC-RF701-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-RF701-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/2	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
700	TA-701	FE-TA701-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-TA701-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-TA701-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		SC-TA701-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-TA701-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

3.9..8 Zona 800

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-801	LE-TE801-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE801-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE801-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE801-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE801-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE801-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE801-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE801-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-802	LE-TE802-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE802-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE802-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE802-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-802	WE-TE802-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE802-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE802-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE802-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-803	LE-TE803-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE803-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE803-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE803-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE803-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE803-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE803-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE803-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-804	LE-TE804-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE804-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE804-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE804-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE804-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE804-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE804-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE804-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-805	LE-TE805-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		LT-TE805-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		LIC-TE805-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE805-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 3/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-805	WE-TE805-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE805-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE805-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE805-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-806	LE-TE806-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE806-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE806-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE806-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE806-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE806-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE806-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE806-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-807	LE-TE807-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE807-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE807-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE807-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE807-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE807-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE807-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE807-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-808	LE-TE808-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE808-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE808-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE808-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 4/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-808	WE-TE808-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE808-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE808-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE808-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-809	LE-TE809-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE809-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE809-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE809-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE809-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE809-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE809-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE809-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-810	LE-TE810-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE810-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE810-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE810-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE810-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE810-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE810-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE810-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-811	LE-TE811-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE811-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE811-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE811-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 5/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-811	WE-TE811-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE811-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE811-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE811-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-812	LE-TE812-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE812-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE812-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE812-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE812-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE812-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE812-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE812-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-813	LE-TE813-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE813-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE813-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE813-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE813-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE813-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE813-1	Controlador i indicacor de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE813-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-814	LE-TE814-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE814-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE814-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE814-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 6/6	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
800	TE-814	WE-TE814-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE814-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE814-1	Controlador i indicador de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE814-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica
	TE-815	LE-TE815-1	Sensor de nivell	En camp	Elèctrica
		LT-TE815-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-TE815-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LCV-TE815-1	Vàlvula de control de nivell	En camp	Pneumàtica
		WE-TE815-1	Sensor de pes	En camp	Elèctrica
		WT-TE815-1	Transmissor de pes	En camp	Elèctrica
		WIC-TE815-1	Controlador i indicador de pes	Sala de control	Elèctrica
		WCV-TE815-1	Vàlvula de control de pes	En camp	Pneumàtica

3.9.9 Zona 900

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 1/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CVA-901	TE-CVA901-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CVA901-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CVA901-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CVA901-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CVA901-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CVA901-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CVA901-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CVA901-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CVA901-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CVA901-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-CVA901-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CVA901-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		FE-CVA901-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-CVA901-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-CVA901-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-CVA901-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 2/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CVA-901	LIC-CVA901-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CVA901-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CVA901-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	CV-902	TE-CVA902-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CVA902-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CVA902-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CVA902-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CVA902-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CVA902-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CVA902-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CVA902-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CVA902-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CVA902-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		FE-CVA902-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-CVA902-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-CVA902-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-CVA902-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 3/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CVA-902	LE-CVA902-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CVA902-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-CVA902-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CVA902-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CVA902-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	CF-901	TE-CF901-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CF901-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CF901-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CF901-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CF901-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CF901-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CF901-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CF901-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CF901-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CF901-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-CF901-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CF901-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 4/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CF-901	LIC-CF901-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CF901-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CF901-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	CF-902	TE-CF902-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CF902-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CF902-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CF902-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CF902-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CF902-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CF902-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CF902-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CF902-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CF902-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-CF902-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CF902-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-CF902-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CF902-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CF902-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 5/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CF-903	TE-CF903-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CF903-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CF903-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		TA-CF903-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CF903-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CF903-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CF903-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CF903-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CF903-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CF903-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-CF903-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CF903-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-CF903-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CF903-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CF903-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	CF-904	TE-CF904-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CF904-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CF904-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 6/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CF-904	TA-CF904-1	Alarma de temperatura	En camp i sala de control	Elèctrica
		TCV-CF904-1	Vàlvula de control de temperatura	En camp	Pneumàtica
		PE-CF904-1	Sensor de pressió	En camp	Elèctrica
		PT-CF904-1	Transmissor de pressió	En camp	Elèctrica
		PIC-CF904-1	Controlador i indicador de pressió	Sala de control	Elèctrica
		PA-CF904-1	Alarma de pressió	En camp i sala de control	Elèctrica
		PSV-CF904-1	Vàlvula d'alleujament de pressió	En camp	Pneumàtica
		LE-CF904-1	Sensor de nivell	Sala de control	Elèctrica
		LT-CF904-1	Transmissor de nivell	En camp	Elèctrica
		LIC-CF904-1	Controlador i indicador de nivell	Sala de control	Elèctrica
		SC-CF904-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		SC-CF904-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
	CL-901	TE-CL901-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CL901-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CL901-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		SC-CL901-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		TE-CL901-2	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CL901-2	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica

		LLISTAT D'INSTRUMENTACIÓ		Full: 7/7	
		Planta de producció de urea		Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, El Prat de Llobregat, Barcelona	
Zona	Equip	ID	Descripció	Ubicació	Actuació
900	CL-901	TIC-CL901-2	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		SC-CL901-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		FE-CL901-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-CL901-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-CL901-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-CL901-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica
	CL-902	TE-CL902-1	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CL902-1	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CL902-1	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		SC-CL902-1	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		TE-CL902-2	Sensor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TT-CL902-2	Transmissor de temperatura	En camp	Elèctrica
		TIC-CL902-2	Controlador i indicador de temperatura	Sala de control	Elèctrica
		SC-CL902-2	Variador de freqüència	En camp	Elèctrica
		FE-CL902-1	Sensor de cabal	En camp	Elèctrica
		FT-CL902-1	Transmissor de cabal	En camp	Elèctrica
		FIC-CL902-1	Controlador i indicador de cabal	Sala de control	Elèctrica
		FCV-CL902-1	Vàlvula de control de cabal	En camp	Pneumàtica

3.10 Arquitectura i connexions

Per finalitzar el capítol, es farà una petita descripció de com s'organitzen els sistemes de control a la planta de ProUrea Manufacturing . L'arquitectura d'un sistema de control industrial és jeràrquica i modular, cosa que permet flexibilitat, escalabilitat i seguretat. Cada nivell s'especialitza en funcions específiques, des de la captura de dades al nivell de camp fins a la gestió integral al nivell empresarial, assegurant una operació eficient i segura de la planta industrial. Aquesta segueix la següent estructura:

- **Instrumentació:** es podria considerar com el primer nivell de l'estructura. Aquests són els elements que estan en contacte directe amb els equips i els que s'encarreguen d'enviar i rebre els senyals procedents del controlador.
- **Xarxa:** estableix la connexió entre l'ordinador, les estacions remotes i els PLC. Aquestes poden ser de diferents tipus com via mòdem o fibra òptica. En el cas de la planta dissenyada per ProUrea Manufacturing, es fa servir Ethernet.
- **Unitats terminals remotes (RTU):** reben els senyals enviats per la instrumentació de camp i les converteixen aquests senyals en dades digitals per enviar l'ordinador o als sistemes de supervisió.
- **PLC:** són una alternativa a les estacions remotes més econòmics i versàtils. Els PLC's són automats programables que s'utilitzen com dispositiu de camp.
- **Sistemes de supervisió:** recopilen les dades del procés i envien les instruccions mitjançant una línia de comandament.
- **HMI:** sistema de monitoreig que mostra les dades del procés a l'operari. A més a més, controla l'acció que es du a terme a través d'una pantalla que, en l'actualitat, acostuma a ser tàctil.

Per comprendre millor com es troben connectats aquests equips en la planta, a la figura X es mostra un esquema de la jerarquia que segueixen.

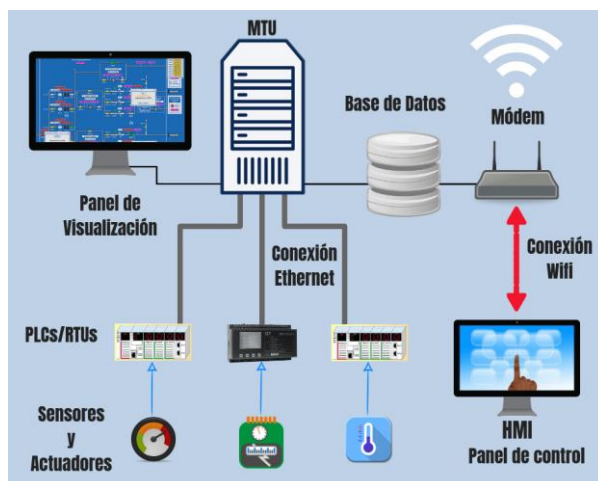


Figura 3.10.1. Diagrama bàsic del funcionament d'un sistema SCADA¹⁶

3.11 Bibliografia

- [1] Pustjens, J. (2024, May 8). *Diferencia Entre Presostato y Transmisor de Presión*. Tameson.es, de [Diferencia Entre Presostato y Transmisor de Presión | Tameson.es](https://www.tameson.com/es/Presostato-y-Transmisor-de-Presion/)
- [2] Dormido Bencomo, S. y Morilla Garcia, F. Controladores PID. Fundamentos, sintonía y autosintonía. *Departamento de informática y automática UNED*, de <http://www0.unsl.edu.ar/~control1/apuntes/C6.2.pdf>
- [3] RS Components. (s.f.). *Guía de caudalímetros*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://es.rs-online.com/web/content/blog-rs/ideas-consejos/guia-caudalimetros>
- [4] Electricity-Magnetism. (s.f.). *Piezoresistive Pressure Sensor | How it works, Application & Advantages*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.electricity-magnetism.org/piezoresistive-pressure-sensor/>
- [5] Electricity-Magnetism. (2023, octubre 26). *Sensor de presión piezoeléctrico | How it works, Application & Advantages*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.electricity-magnetism.org/es/sensor-de-presion-piezoelctrico/>
- [6] Electricity-Magnetism. (s.f.). *Sensor de presión capacitivo | How it works, Application & Advantages*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.electricity-magnetism.org/es/sensor-de-presion-capacitivo/>
- [7] Ingeniería Mecafenix. (s.f.). *El sensor de nivel, que tipos existen y como funcionan*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/sensor-de-nivel/>
- [8] HBM. (s.f.). *¿Qué es una célula de carga y cómo funciona?*. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.hbm.com/es/6768/que-es-una-celula-de-carga-y-como-funciona/>
- [9] *Los distintos tipos de células de carga que suministra HBM*. (2020, November 9). HBM. <https://www.hbm.com/es/7231/los-distintos-tipos-de-celulas-de-carga-que-suministra-hbm/>

- [10] Stephanopoulos, G., 1984. Chemical Process Control, An introduction to Theory and Practice. Prentice Hall New Jersey.
<https://eopcw.com/find/downloadFiles/188>
- [11] Electronics Tutorials. (n.d.). Open Loop System and Open-loop Control Systems. *Electronics Tutorials*.
<https://www.electronics-tutorials.ws/systems/open-loop-system.html>
- [12] American National Standard (Septiembre, 2009) Instrumentation Symbols and Identification. ANSI/ISA-5.1-2009
[https://integrated.cc/cse/Instrumentation Symbols and Identification.pdf](https://integrated.cc/cse/Instrumentation_Symbols_and_Identification.pdf)
- [13] Administrador. (2022, October 12). Señal digital, características, frecuencia, ciclo de trabajo,. *HeTPro-Tutoriales*.
<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/senal-digital/>
- [14] Herrero, A. B. P. S. S. Y. R. (n.d.). 1.5 Sistemas de control | Introducción a la Automatización Industrial.
https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sistemas-de-control.html
- [15] ¿En que consiste el proceso de granulación? CHUMILLAS TECHNOLOGY. (n.d.). CHUMILLAS TECHNOLOGY.
<https://www.chumillastechnology.com/blog/en-que-consiste-el-proceso-de-granulacion/>
- [16] Aula. (2023, March 13). Qué es un sistema SCADA, para qué sirve y cómo funciona. *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>