



3. INSTRUMENTACIÓ I CONTROL

TAGO CHEMICALS S.A.
Engineering Solutions

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”

3- INSTRUMENTACIÓ I CONTROL

3.1	INTRODUCCIÓ	2
3.1.1.	OBJECTIU DEL SISTEMA DE CONTROL	2
3.1.2.	CONCEPTES BÀSICS.....	3
3.2	INSTRUMENTACIÓ.....	17
3.2.1.	MESURADORS.....	17
3.2.2.	FITXES D'ESPECIFICACIÓ DELS SENSORS.....	22
3.3	CONTROL.....	35
3.3.1.	LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL	35
3.3.2.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 100.....	52
3.3.3.	LLAÇOS DE LLAÇOS DE LA ZONA 200	60
3.3.4.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 300.....	72
3.3.5.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 400.....	108
3.3.6.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 500.....	116
3.3.7.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 600.....	136
3.3.8.	LLAÇOS DE CONTROL ZONA 700.....	142
3.3.9.	CONTROL DE PRESSIÓ ALS TANCS D'EMMAGATZEMATGE	150

3. Instrumentació i control

3.1 INTRODUCCIÓ

En aquest apartat s'explica que és i com s'ha dissenyat el sistema de control de la planta.

3.1.1. OBJECTIU DEL SISTEMA DE CONTROL

Quan es realitza el projecte d'una nova planta química cal implementar un sistema d'instruments i equips destinats a controlar totes les operacions que hi tenen lloc; es tracta del sistema de control. El sistema de control permet que la operació en planta no es vegi afectada quan apareixen pertorbacions, com podrien ser canvis en la temperatura ambient entre el dia i la nit, per exemple. De manera resumida, es pot dir que el aquest sistema ha de permetre assolir els següents tres objectius:

- **Seguretat:** ha de mantenir les condicions d'operació dins dels límits que garanteixin la seguretat durant la operació de la planta.
- **Producció:** ha de permetre mantenir la producció desitjada, així com la qualitat del producte o productes obtinguts durant tot el període d'operació. És a dir, el producte s'ha d'obtenir en la quantitat, composició i propietats requerides.
- **Economia:** ha de permetre reduir els costos d'operació; d'una banda evitant pèrdues de reactius o productes degut a que alguna part del procés s'allunya de les condicions de disseny i, per altra, reduint al màxim les intervencions dels operaris.

Així doncs, el sistema de control és el que permet que la planta operi de manera continuada en les condicions desitjades, és a dir que es mantingui en l'estat estacionari, o que s'aturi en cas de que es produeixi una situació de perill. A més, gairebé tot el sistema actua de manera automàtica així que es poden evitar i corregir errors humans.

3. Instrumentació i control

3.1.2. CONCEPTES BÀSICS

3.1.2.1 CONSIDERACIONS DE DISSENY

El disseny del sistema de control d'una planta química no es pot iniciar fins que el projecte ja està en un punt força avançat, ja que és necessari disposar d'informació exhaustiva de tots els equips del procés i de com estan connectats entre ells. També és requereix informació de quines són les condicions d'operació acceptables i de quines són les possibles pertorbacions o problemes que poden aparèixer, tant durant la operació com durant l'aturada o la posada en marxa. Cal tenir en compte, però, que el disseny de la planta no es pot fer obviament totalment els requeriments que tindrà el control ja que això podria conduir a sistemes difícilment controlables, amb moltes pertorbacions no mesurables, equips difícils de monitoritzar o inclús sense prou variables a manipular com per a mantenir el procés estable.

Un cop es disposa de tota la informació esmentada anteriorment es pot procedir al disseny. El primer que cal fer quan es dissenya un sistema de control per a una planta química és definir clarament els objectius que ha d'assolir. Aquests són sempre els que s'ha comentat anteriorment (seguretat, producció i economia) però cal realitzar un estudi exhaustiu de totes les operacions que es duen a terme al llarg del procés que s'està dissenyant, de manera que es detectin elements clau amb els quals s'haurà de tenir una atenció especial. Per a poder complir els objectius comentats cal que el sistema de control mantingui totes les operacions de la planta a les condicions que s'hagi fixat, de manera que cal definir, equip per equip i corrent per corrent, quines són les variables que es volen controlar i dins de quins límits han d'estar. Per exemple, cal decidir a quina temperatura es mantindran els reactius en els tancs d'emmagatzematge i quines variacions en aquesta es poden acceptar abans de que s'activi el sistema regulador.

Un cop les condicions desitjades al llarg de tot el procés han estat especificades cal triar quines variables seran mesurades pel sistema (temperatura, pressió, composició, etc.). Aparentment la resposta és directa ja que el més lògic és mesurar la variable que es vol controlar, la qual és, per tant, una variable primària. Hi ha casos, però, en els que això no és possible o viable, per exemple perquè l'instrument sensor de la propietat d'interès és car, lent o no és prou precís. En aquests casos el que es fa es mesurar una altre variable, anomenada variable secundària, que proporciona informació indirecta de la desitjada. Una altre opció emprada que a vegades és viable és mesurar la pertorbació que entra al sistema i que, al fer-ho, modifica la variable d'interès. El control basat en mesurar les pertorbacions s'anomena *feedforward* i

3. Instrumentació i control

permet anticipar l'efecte d'aquestes evitant que la variable controlada s'arribi a veure afectada, com es comentarà més a fons en el següent apartat 3.1.2.2..

El següent pas que cal fer és decidir sobre quines variables s'actuarà per a realitzar el control; per exemple, si un tanc s'omple per sobre del seu valor de consigna cal decidir si s'actua sobre el corrent d'entrada o el de sortida. Aquest pas no sempre té solucions tan evidents com les de l'exemple esmentat, i sovint es requereix un coneixement molt acurat de la operació a controlar. Aquest podria ser el cas del control de la composició de caps en una columna de destil·lació multi-component, el qual es pot fer actuant sobre diverses variables com són el cabal o la temperatura del reflux.

3.1.2.2 CONFIGURACIONS DE CONTROL

En funció de la configuració que tingui un llaç de control es poden obtenir comportaments diferents per al sistema; si es tria malament, es possible que el sistema sigui inestable degut, per exemple, a que aquest sigui molt sensible a petites variacions en la pertorbació. Hi ha configuracions que permeten anticipar o evitar aquests i altres efectes que poden allunyar el procés de les condicions d'operació, com es comentarà en aquest punt. A continuació es mostren les configuracions més habituals en la indústria, així com alguns exemples de situacions en les que és interessant implementar cada una d'elles:

- **Feedback:**

La primera configuració de la que cal parlar es la que actua en retroalimentació o *feedback*, ja que es tracta de la més senzilla i utilitzada. Com es pot veure en l'exemple de la figura 1, la qual ha estat extreta d'Stephanopoulos [1], aquest tipus de control es caracteritza per mesurar directament la variable que es vol controlar, és a dir la temperatura del tanc en aquest cas. El mecanisme que segueix el sistema es pot simplificar en tres passos: primer l'instrument sensor mesura la variable a controlar, a continuació el senyal passa pel transductor i arriba al controlador, el qual processa la informació rebuda i envia una ordre a l'element final que sovint és una vàlvula de control. Com es pot observar, aquest llaç de control actua un cop la pertorbació ja ha començat a afectar el sistema, corregint-ne els efectes. Aquest fet limita l'ús del control *feedback*, ja que implica que no sigui una configuració adequada quan el sistema és lent o be té un gran temps mort, casos en els quals es podria tornar inestable.

Per altre banda, a diferència d'altres configuracions, té l'avantatge de no requerir un coneixement molt intensiu del model matemàtic del procés a controlar, ja que

3. Instrumentació i control

el llaç és capaç de corregir pertorbacions que puguin aparèixer i que no hagin estat especificades inicialment. En la mateixa línia pot corregir els efectes de petites variacions que es produeixen al llarg del temps, com podria ser l'acumulació d'embrutiment en els tubs d'un bescanviador, amb la conseqüent pèrdua d'eficiència. Si això es produís en l'exemple de la figura 1[Stephanopoulos], com que el llaç mesura la variable controlada, el controlador simplement donaria l'ordre d'augmentar el cabal de fluid calefactor, mantenint la temperatura del tanc en el punt de consigna.

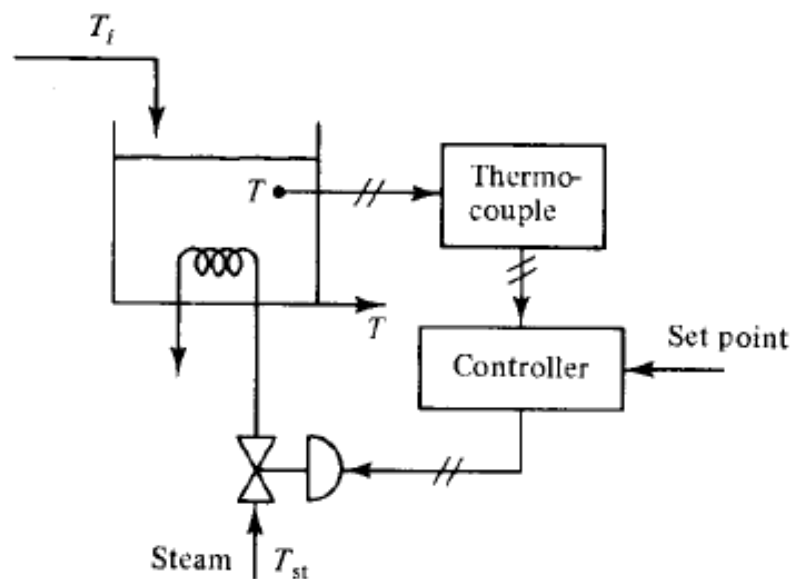


Figura 1. Exemple de llaç feedback per al control de la temperatura d'un tanc.

- Feedforward:

El següent tipus de control del que cal parlar és l'anticipatiu o *feedforward*, el qual, com el seu propi nom indica, s'anticipa a l'efecte de la pertorbació evitant així que arribi a modificar les condicions del sistema. Això és duu a terme quan és possible mesurar directament la pertorbació, de manera que el controlador pot actuar avanç de que entri al procés controlat. A més, és preferible al control *feedback* quan el sistema és molt lent o presenta un temps mort gran, ja que s'evita introduir inestabilitat.

Aparentment és el sistema ideal però a l'hora d'implementar-lo en sistemes reals apareixen una sèrie de complicacions. D'entrada, es requereix conèixer i mesurar totes les pertorbacions que poden afectar el procés, fet que sovint és inviable quan la operació controlada és complexa. A més, cal tenir un model matemàtic molt

3. Instrumentació i control

precís del procés, així com dels efectes que hi tenen les pertorbacions; aquest punt és crucial per al bon funcionament del controlador però a la vegada pot ser difícil de complir en situacions industrials reals, és a dir fora del laboratori o la planta pilot. Per altre banda, cal que el procés no tingui cap variació amb el temps, per petita que sigui, com podria ser la pèrdua progressiva d'activitat d'un catalitzador o l'acumulació d'embrutiment en un equip de transferència de calor. Qualsevol variació d'aquest tipus, no prevista en el model del procés, conduirà a una situació en que el sistema no podrà controlar el procés, de manera que la operació s'allunyarà dels valors de consigna.

Com s'ha dit, es tracta d'una configuració molt interessant quan el sistema controlat és lent o presenta un temps mort important, però cal tenir molt en compte les limitacions que té abans de decidir implementar-lo. En qualsevol cas, si el sistema és senzill no serà difícil disposar d'un model prou acurat, de manera que el control per retroalimentació seria viable. A continuació es mostra un esquema d'aquest tipus de configuració:

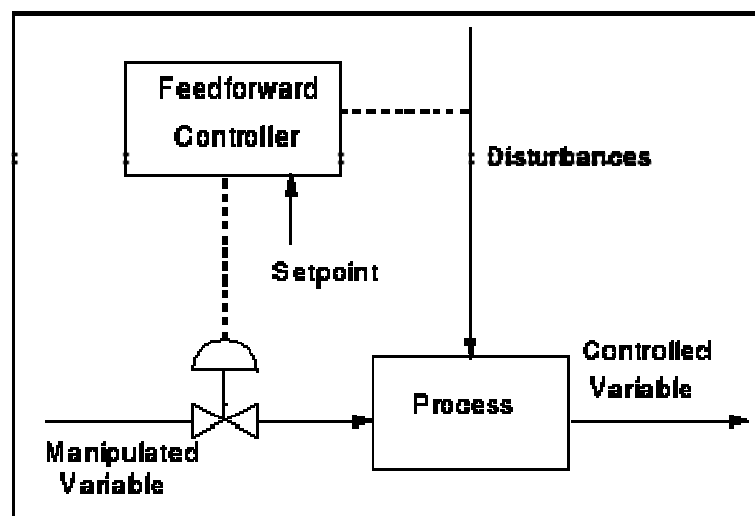


Figura 2. Esquema d'un llaç de control feedforward, en el que es mesura la pertorbació.

- **Ratio o proporcional:**

El control proporcional o *ratio* es podria considerar un tipus de *feedforward*, ja que en aquesta configuració el que es fa és mesurar dues pertorbacions, per a continuació realitzar el control sobre una d'elles, a fi de mantenir una relació fixada entre ambdues. Normalment al corrent que només es mesura se'l anomena *wild stream* o corrent lliure, mentre que l'altre és el corrent controlat. Es tracta d'una configuració molt emprada per a algunes finalitats, com per exemple:

3. Instrumentació i control

- Mantenir constant la relació de dos corrents de reactius a l'entrada d'un reactor.
- Mantenir constant la relació de reflux d'una columna de destil·lació.
- Dur a terme el control de cues d'una columna de destil·lació, a partir de mantenir constant la relació entre el cabal d'aliment i el de fluid tèrmic al reboiler.
- Permetre que sempre entri la relació requerida aire/gas en un cremador de gasos o aire/fuel en una caldera.
- Entrar la relació gas/fluid absorbidor en una columna d'absorció, a fi de garantir la qualitat requerida dels corrents de sortida.

Com es pot observar existeixen moltes aplicacions en les que es fa servir un control relacional però cal tenir en compte que hi ha dues formes diferents d'implementar aquesta configuració. En la figura 3, Stephanopoulos [1], es pot observar la forma més senzilla, en la que es mesuren els dos corrents i s'envien les dades al controlador, el qual les processa i actua sobre el corrent controlat. En la figura 4, Stephanopoulos [1], es presenta la configuració alternativa, en la qual el que es fa és mesurar el corrent lliure, s'envia la informació a un processador i, aquest, fixa el set point o punt de consigna d'un segon llaç de control. Aquest segon llaç de control és un *feedback* en el que es mesura i s'actua sobre el corrent controlat, per a dur el corrent al set point fixat pel primer llaç. Aquesta segona configuració correspon a un control en cascada, el qual s'explica en el següent punt.

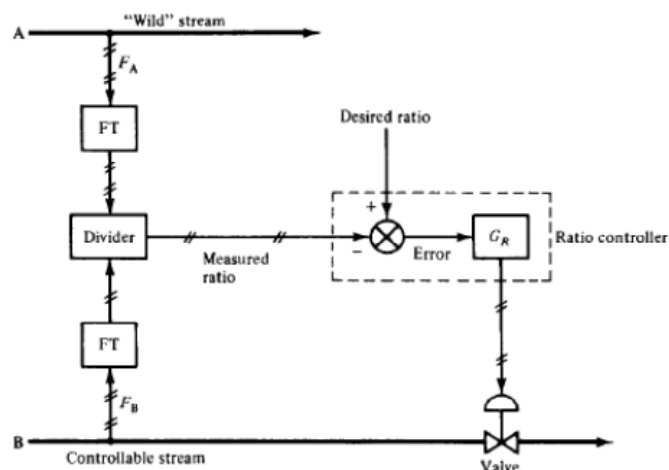


Figura 3. Control de la relació amb un únic llaç.

3. Instrumentació i control

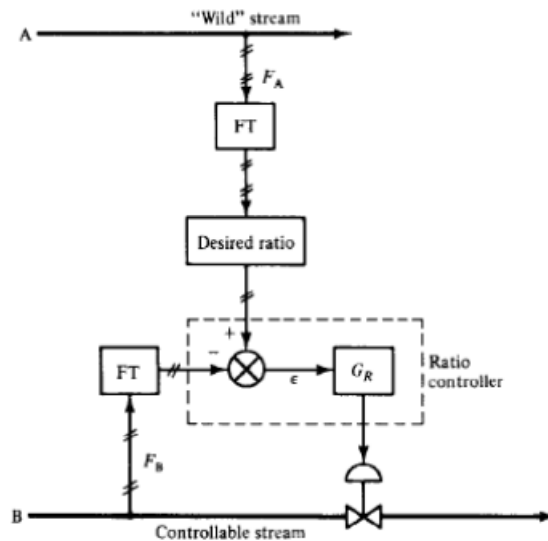


Figura 4. Control de la relació en cascada.

- Cascada:

La configuració en cascada es caracteritza per actuar sobre una única variable però mesurant-ne varies; això implica que el control es realitzi mitjançant més dos llaços. El primer llaç, el qual s'anomena primari o *master*, és el que mesura la variable a controlar i per tant és al que l'operador li fixa el punt de consigna desitjat. L'altre llaç, el secundari o esclau, és el que mesura la pertorbació, i el seu *set point* el fixa el llaç primari. Els casos on és més comú el control en cascada són els bescanviadors de calor, les columnes de destil·lació i els forns cremadors. Els avantatges d'aquest mètode es presenten a continuació mitjançant l'exemple d'un bescanviador de calor.

L'objectiu del control d'aquest exemple és mantenir la temperatura de sortida del corrent de procés, corrent 2, en el valor desitjat; per a dur-ho a terme es pot manipular el cabal d'entrada de fluid tèrmic al bescanviador (corrent 1). En el cas de que la temperatura del fluid tèrmic fos constant seria adequat realitzar un control en feedback mesurant únicament la temperatura de sortida del corrent 2. En cas de que no ho fos, si es mantingués el control en feedback, el sistema de control actuaria de forma lenta ja que la pertorbació afectaria el procés abans de ser corregida pel controlador. Per a evitar això es podria implementar un control en cascada, mesurant tant la temperatura d'entrada del fluid tèrmic com la de sortida del procés. El llaç primari mesuraria la temperatura de sortida del corrent 2 i fixaria un punt de consigna per al llaç esclau, el qual mesuraria la temperatura d'entrada del fluid tèrmic i actuaria sobre el cabal d'aquest corrent. Aquesta

3. Instrumentació i control

configuració permetria realitzar el control sense que les pertorbacions arribessin a afectar el procés, mesurant a la vegada la variable a controlar, permetent un control ràpid i robust. A continuació es mostra un esquema d'aquest tipus de control:

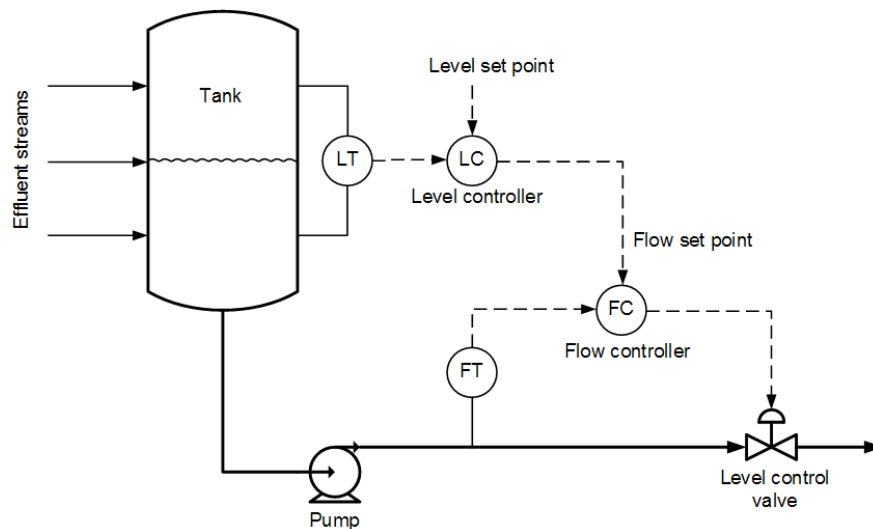


Figura 5. Esquema d'un llaç de control en cascada.

- **Auctioneering o subhasta**

El control per subhasta té la característica de que es mesura la variable a controlar en diversos punts, generant per tant diversos senyals. Aquests són enviats a un calculador que, en funció de com estigui programat, tria el valor major o menor i l'envia al controlador. Aquest tipus de control és molt útil per a controlar la temperatura en reactors catalítics tubulars, ja que quan la reacció és exotèrmica s'hi formen perfils amb punts calents. Per a controlar el reactor es mesura la temperatura en diversos punts del tub però gràcies al sistema d'auctioneering el controlador només decideix l'actuació en funció del punt més allunyat del set point, és a dir el punt més calent en aquest cas.

- **Inferencial:**

El control inferencial permet realitzar el control de sistemes que no són controlables amb les configuracions convencionals anteriorment explicades. Quan no és possible o viable mesurar les pertorbacions que entren al sistema i tampoc ho és fer-ho amb la variable a manipular cal implementar un sistema de control inferencial. Aquest tipus de configuració permet realitzar el control de la variable

3. Instrumentació i control

d'interès a partir de mesurar una altre variable que hi estigui relacionada d'alguna manera. Es requereix, per tant, un bon model matemàtic que les relacioni. Els casos més habituals en que es fa servir és per a evitar haver de mesurar la composició d'un corrent, ja que sovint es requereixen mesuradors molt costosos que tenen un temps de resposta bastant gran. Concretament, l'exemple típic és el del control de la composició del destil·lat d'una columna de destil·lació, el qual es pot fer mesurant i controlant la temperatura de caps, en cas de que aquesta no sigui multicomponent.

- **Tot-res:**

El control tot-res, també conegut com on/off és, com el seu nom indica, un control que basa la seva actuació sobre el sistema en dos estats. És el tipus de control utilitzat en els tancs d'emmagatzematge, per a evitar que vessin quan s'estan omplint; sovint, el llaç consta d'un interruptor que en detectar que la variable a controlar arriba a un punt determinat envia una ordre de tancar o obrir l'element final. En el cas d'exemple aquest interruptor és un detector de nivell màxim que quan s'activa tanca la vàlvula d'entrada al tanc. Aquest sistema és el preferit quan es pot instal·lar ja que permet reduir molt els costos de manteniment degut a que evita actuacions continuades de la vàlvula reguladora, la qual només actua puntualment. Tot i això, cal tenir en compte que no és un sistema viable quan el que és vol és mantenir una variable fixa en un set point ja que no té capacitat reguladora.

3.1.2.3 TIPUS DE SENYALS

En el sistema de control implementat es poden trobar diferents tipus de senyals, les quals s'expliquen a continuació:

- **Senyals elèctrics:** aquests inclouen senyals digitals i analògics. Els primers són de tipus binari de manera que només poden tenir dos estats, els quals sovint són 0 o 5 V i es tradueixen en desactivat/activat. Els analògics, en canvi, poden prendre qualsevol valor i normalment s'envien en forma d'un senyal que va de 4 a 20 mA.
- **Senyals pneumàtics:** aquests són els que reben gairebé tots els actuadors i poden ser tan digitals com analògics; un digital donarà el senyal d'obrir o tancar totalment una vàlvula. Un analògic, en canvi, obrirà o tancarà més una vàlvula en funció de la pressió que rebí. Normalment el senyal s'envia amb un rang de 3-15 psi.

3. Instrumentació i control

3.1.2.4 INSTRUMENTACIÓ

En aquest punt es presentarà tota la instrumentació requerida per a dur a terme el control d'una planta química. Degut a que hi ha gran varietat d'aparells i instruments que poden ser usats en el sistema de control dissenyat també es farà una tria dels més adequats per a la planta. A continuació s'enumeren els quatre grups principals d'instruments dels que es parlarà en aquest apartat:

- **Sensors i/o transmissors**

Un sensor és un instrument que mesura una propietat del procés a controlar, ja sigui física o química. En són exemples els mesuradors de temperatura, cabal, pressió, composició, etc. El paper d'aquests instruments és realitzar la mesura i enviar-la en forma de senyal elèctric al controlador. Com que sovint el senyal obtingut en la mesura no és elèctric o no és del tipus requerit pel controlador, cal un element que realitzi la conversió i el faci arribar fins a aquest últim; l'element que realitza aquesta funció és el transmissor. Actualment la majoria de sensors que es comercialitzen ja duen incorporat un transmissor.

- **Transductors:**

Un transductor és un aparell que permet traduir un senyal que arriba en forma d'una energia determinada a un altre tipus d'energia. En són exemples els transductors de pressió/intensitat, els quals permeten passar una informació que arriba en forma de pressió, provinent d'un sensor, a una en forma d'energia elèctrica, la qual es pot introduir a un ordinador.

- **Controladors i indicadors**

El controlador és l'aparell que rep el senyal que ha generat el sensor; és l'encarregat de processar aquesta informació i generar un altre senyal en forma d'ordre per a l'element final de control; aquest és, per tant, l'element central d'un llaç de control ja que, depenent de la funció de control que tingui implementada variarà el comportament i l'eficàcia del llaç. Els tipus més habituals de funció són els següents:

- + Proporcional (P)
- + Proporcional – Integral (PI)
- + Proporcional – Integral – Derivatiu (PID)
- + Proporcional – Derivatiu (PD)

3. Instrumentació i control

En cas de que el controlador inclogui un indicador també farà la funció de monitoritzar el procés, mostrant la mesura realitzada en un panell de control, ja sigui en la zona de l'equip a controlar o a la sala de control.

- Elements finals de control

Un element final de control és tot aquell instrument que rep un senyal provinent del controlador, sovint passant primer per un transductor, i realitza una acció correctora sobre el procés. El tipus més comú són les vàlvules de control, les quals fan variar el cabal d'algun corrent a partir de rebre una ordre del controlador, permetent així controlar el procés. Altres elements control poden ser bombes o compressors de potència regulable.

3. Instrumentació i control

3.1.2.5 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

El control de la planta es realitza a través d'una arquitectura distribuïda, mitjançant el software SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*); aquest permet que l'operador monitoritzi el procés i pugui realitzar actuacions sobre el sistema de control des d'un ordinador situat a la sala de control. Cal tenir en compte que SCADA només és un software que permet la interacció entre el sistema de control i l'operador però en cap cas realitza el paper de controlador. Per a entendre el funcionament del sistema aquest es pot dividir en dues parts:

- **Procés:** és on es troben els controladors o PLC, realitzant la seva funció en cada llaç de control. A la vegada, envien la informació rebuda i processada a la sala de control.
- **Sala de control:** és on hi ha el panell de control principal, el qual és un ordinador amb el software SCADA que permet la interacció entre l'operador i el sistema de control. A l'ordinador hi arriben les senyals rebudes pel PLC i, a més, s'hi poden implementar alarmes. Cal dir que és des d'on l'operador té accés a modificar el set point o la funció de control del controlador.

A continuació és mostra, a mode d'exemple, un esquema de com opera el sistema:

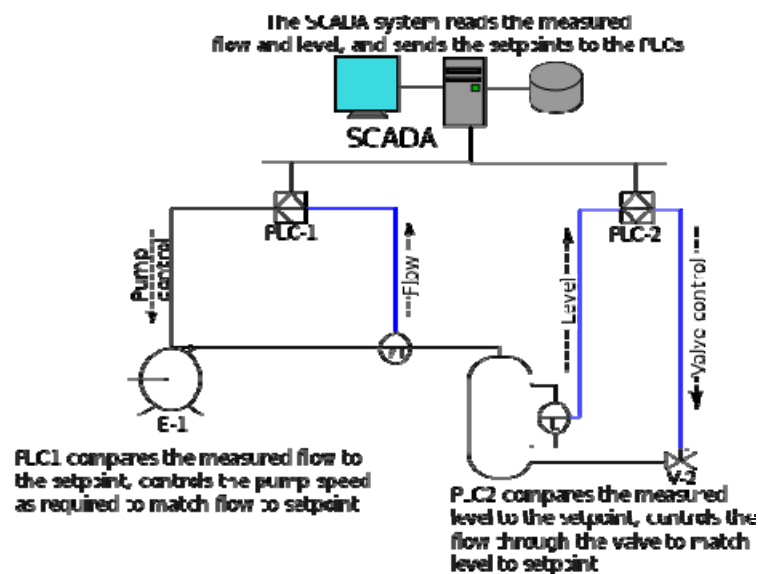


Figura 6. Esquema de funcionament d'un sistema SCADA.

3. Instrumentació i control

3.1.2.6 NOMENCLATURA UTILITZADA

La nomenclatura que s'ha utilitzat per a dissenyar el sistema de control es mostra a continuació:

- Nomenclatura dels elements del sistema de control

La nomenclatura dels diferents instruments del sistema de control està basada en un codi de tres termes, *A-B-C*.

A consisteix en dues o tres lletres; la primera fa referència a la variable mesurada o controlada mentre que la segona, i la tercera si és el cas, indiquen la funció de l'instrument. A continuació es mostren dues taules en les que s'enumeren les diferents opcions per als termes de A:

Taula 3.1. Nomenclatura utilitzada per a designar la variable mesurada o controlada.

Variable mesurada o controlada	Primera lletra
Temperatura	T
Cabal	F
Nivell	L
Pressió	P
Composició	A
Relació de cabals	FF
Temps (timer)	K

Taula 3.2. Nomenclatura utilitzada per a designar la finalitat de l'instrument.

Funció de l'instrument	Segona lletra
Indicador	I
Control	C
Control i registre	RC
Control i indicador	IC
Alarma alt	AH
Alarma baix	AL
Mesurador	E
Transmissor	T
Vàlvula de control	V

Amb el terme *B* s'identifica l'equip sobre el que actua el llaç de control; en concret s'especifica el tipus d'equip, la zona en la que està situat i el seu número.

El terme *C*, serveix per a identificar diferents instruments iguals que actuen sobre el mateix equip.

3. Instrumentació i control

Així doncs, a mode d'exemple, un sensor de temperatura situat al primer reactor s'identificaria com:

TE-R201-1

- **Nomenclatura de llaços de control**

El codi amb el que s'identifiquen els llaços de control és molt similar al que s'ha fet servir per als instruments; en aquest cas, però, el primer terme només identifica la variable a controlar, independentment de si és la mesurada o no. El segon terme segueix servint per a identificar l'equip sobre el que s'està realitzant el control mentre que amb el tercer s'indica la numeració del llaç que està actuant sobre l'equip.

Per exemple, per al llaç que controla la temperatura de la columna d'absorció d'àcid clorhídric la identificació seria:

T-AC301-1

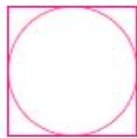
- **Simbologia dels diagrames de control**

A continuació es mostra la simbologia que s'ha emprat per a fer els diagrames de control i instrumentació. Aquesta s'ha fet servir tant per als P&ID's com per a les fitxes dels llaços de control que es veuran més endavant. Quan es parla de que un instrument està en pantalla dividida vol dir que està monitoritzat des de la sala central de control.

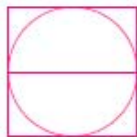
3. Instrumentació i control



Instrument muntat al camp.



Instrument en pantalla compartida muntat al camp.



Instrument en pantalla compartida amb accessible a l'operador.



Instrument en pantalla compartida amb alarmes informàtiques.



Senyal o connexió de procés.



Senyal elèctrica.



Senyal pneumàtica.

3. Instrumentació i control

3.2 INSTRUMENTACIÓ

3.2.1. MESURADORS

3.2.1.1 MESURADORS DE TEMPERATURA

Per a mesurar la temperatura en tots els punts del procés on així es requereixi s'ha decidit fer servir sensors de tipus termoparell, els quals són el tipus més usat industrialment degut al seu baix cost i a que tenen una resposta ràpida. El funcionament d'aquests instruments es basa en la força electromotriu que es genera al variar la temperatura d'una peça formada per la unió de dos metalls diferents. Sovint els dos metalls es troben en forma de fils soldats per un extrem i estan encapsulats per una carcassa d'algun altre material. Generalment aquest material protector és acer inoxidable però també es comercialitzen termoparells en que la càpsula està formada per materials resistents a àcids fortament corrosius, com per exemple acer teflonat . En el procés dissenyat hi ha molts punts on es requeriran aquest tipus d'aparells ja que es treballa amb àcid fluorhídric i clorhídric. En els punts on aquests elements no hi són presents es faran servir termoparells convencionals ja que els altres compostos amb els que es treballen no requereixen una atenció especial. A l'hora de triar un sensor també es important comprovar que aquest opera en el rang de temperatures d'operació; d'acord amb això, juntament amb el fet de que són el tipus més econòmic, s'ha triat fer servir termoparells tipus J. Els fils metàl·lics d'aquests estan formats per ferro i constantà (un aliatge 55% coure i 45% níquel) i tenen un rang de temperatures d'operació de -180 a 750°C.



Figura 7. Mesurador de temperatura tipus termoparell.

3. Instrumentació i control

3.2.1.2. MESURADORS DE NIVELL

Per a mesurar el nivell de líquid en els tancs d'emmagatzematge, tant de reactius com de productes, de la planta s'ha fet servir dos tipus de mesuradors a fi de garantir la seguretat en la operació; aquests mesuradors es poden separar en dues classes: de punt de mesura únic o de mesura continua. D'entrada s'ha instal·lat mesuradors de nivell màxim, els quals actuen com un interruptor i són del tipus punt únic, per a evitar que es produeixin vessaments ni situacions perilloses degudes al sobre-ompliment dels tancs. Per altre banda ha estat necessari instal·lar mesuradors continus, els quals permeten monitoritzar en tot moment el nivell d'ompliment del tanc. Aquests també poden complir amb la funció de detector de nivells màxim o mínim.

Per a altres punts del procés la legislació no requereix la instal·lació de dos mesuradors de nivell de manera que només se n'ha instal·lat un en cada equip, segons la seva funció. Per exemple, per a mesurar el nivell de líquid en una columna de destil·lació s'ha fet servir mesuradors de punt únic, degut a que l'únic objectiu del control és evitar que la columna s'inundi o es quedi seca. Per altre banda, per als col·lectors de destil·lat només s'ha instal·lat un mesurador continu degut a que pot ser interessant monitoritzar el nivell de líquid disponible a l'hora de variar el reflux.

Cal tenir en compte que en alguns punts del procés es treballa amb fluid corrosius, com és el cas de l'àcid clorhídric i fluorhídric. En aquests punts els mesuradors de nivell emprats han estat seleccionats especialment i estan teflonats a fi d'evitar que es degradin ràpidament.

A continuació es mostra una breu explicació dels tipus de mesuradors de nivell emprats en la planta:

- **Mesuradors de punt únic:**

Per a mesurar el nivell màxim o mínim s'ha fet servir **sensors vibracionals**. Aquests estan formats per dues peces de metall que estan constantment vibrant a una freqüència determinada. Aquesta és funció del medi en el que es trobi el sensor de manera que, quan aquest passa d'estar en un gas (com l'aire) a estar submergit en un líquid detecta el canvi de freqüència de vibració, emetent un senyal que és enviat a un controlador, una alarma o un interruptor. Aquest mateix funcionament permet detectar nivell mínim ja que en aquest cas també es detecta el canvi al passar d'un medi líquid a un gasos.

3. Instrumentació i control



Figura 8. Mesurador de nivel de punt únic de tipus vibracional.

- **Mesuradors continus:**

Quan a més de requerir la detecció del nivell mínim o màxim del fluid ha estat necessari monitoritzar-lo s'ha fet servir mesuradors continus; aquests, com el seu nom indica, estan contínuament mesurant el nivell del líquid. Per als tancs en que això ha estat necessari s'ha fet servir **mesuradors hidrostàtics**. El funcionament d'aquests és simple i es basa en la diferent pressió hidrostàtica que exerceix el líquid sobre la part inferior del tanc en funció de l'alçada que aquest assoleix. En els casos en que ha estat possible s'ha instal·lat mesuradors que no es troben directament submergits en el fluid, ja que aquests són més econòmics i redueixen molt els requeriments de protecció front a la corrosió. Aquest tipus de mesuradors hidrostàtics se situen fora dels tancs, de manera que només l'element sensor entra en contacte amb el fluid. En la resta de casos s'ha fet servir mesuradors submergits com el que es mostra en la imatge següent:



Figura 9. Mesurador de nivel de pressió hidrostàtica.

3. Instrumentació i control

3.2.1.3. MESURADORS DE PRESSIÓ

Per a mesurar la pressió al llarg del procés s'ha decidit fer servir **manòmetres elàstics**, concretament **tubs de Bourdon**, els quals consisteixen en un tub elàstic tancat per un extrem. Quan varia la pressió a l'interior d'aquest, es deforma de manera proporcional a la variació de la pressió experimentada. El propi mesurador detecta aquest moviment i el tradueix en un senyal elèctric que es pot enviar al controlador. A continuació es mostra un d'aquests mesuradors de manera esquemàtica:

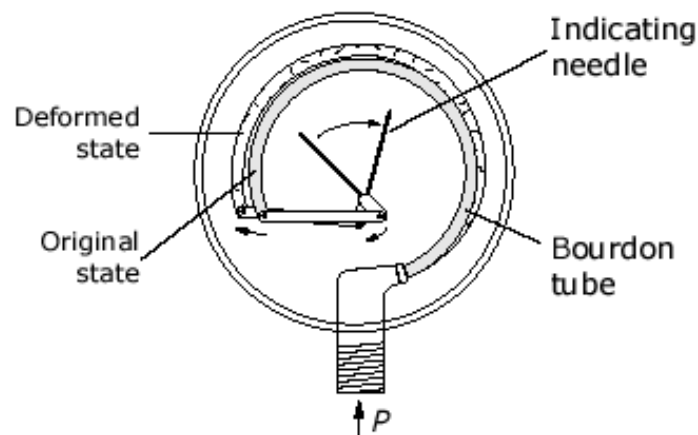


Figura 10. Mesurador de pressió tipus tub de Bourdon.

Com en la resta de mesuradors emprats, en els casos en que el sensor es situa en una zona on el fluid de procés és corrosiu serà necessari que les parts del manòmetre que hi estiguin en contacte es protegeixin; per exemple, amb una capa de teflonat.

3. Instrumentació i control

3.2.1.4. MESURADORS DE CABAL

Per a la mesura del cabal, tant de líquids com de gasos, s'ha triat fer servir mesuradors de turbina; aquests consisteixen en una petita turbina situada al centre de la conducció. Un transductor s'uneix a aquesta de manera que com més ràpidament roti es generarà un major senyal. Sovint duen incorporat un element que redueix la turbulència del fluid abans de contactar amb la turbina, de manera que la mesura sigui més precisa. Al tractar-se d'un element que està constantment en contacte amb el fluid cal tenir en compte els problemes que pot ocasionar la corrosió. Degut a això és comú trobar turbines mesuradores fetes d'acer al carboni AISI 316 recobert de tefló o algun altre material protector. A continuació es mostra una imatge d'una turbina de mesura; a la part superior s'hi fixa el transductor que permet passar la velocitat de gir a senyal elèctric.



Figura 11. Mesurador de cabal tipus turbina.

3. Instrumentació i control

3.2.2. FITXES D'ESPECIFICACIÓ DELS SENSORS

A continuació s'inclouen les fitxes d'alguns dels mesuradors implementats en la planta, un per a cada tipus de mesura a realitzar. Amb això es mostra un exemple de cada tipus de mesurador utilitzat, ja que en els altres punts del procés s'ha fet servir els mateixos models tot i que amb variacions segons cada cas. Per exemple, en funció dels fluids que estan en contacte amb l'instrument o de les condicions físiques d'operació s'ha triat, per a cada cas, aparells teflonats o de materials resistent a la temperatura/pressió. A continuació es mostra una llista dels instruments i exemplificats:

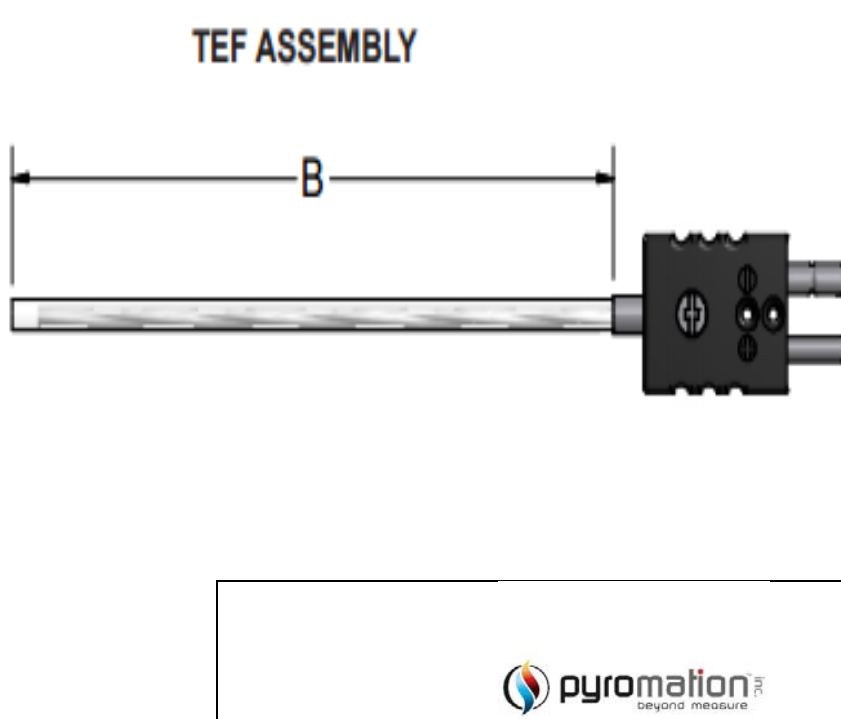
Taula 3.3. Llista de fitxes d'especificació d'aparells sensors.

Instrument	Tipus	Variable mesurada	Model/ Fabricant
TE-E201-1	Termoparell	Temperatura	SP06 (Pyromation)
TE-DC501-1	Termoparell	Temperatura	TC-10B (Wika)
LE-T101-1	Vibracional	Nivell de líquid	2120B (Rosemount)
LE-T101-2	Pressió hidrostàtica	Nivell de líquid	4530-I-4-1-354 (AST)
P-PV401-1	Tub de Bourdon	Pressió	PGT43.100 (Wika)
FE-FV202-1	Turbina	Cabal	GT-3-075-0-N (FMC)

3. Instrumentació i control

 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE TEMPERATURA		ITEM Nº TE-E201-1	Àrea: 200
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	FULL: 1 de 2
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: TE-E201-1				
FINALITAT: mesurar la temperatura del corrent d'entrada al reactor R-201.				
LLAÇ DE CONTROL: T-E201-1				
SENYAL ENVIAT A: TIC-E201-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: HF i CCl ₄ / Vapor				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	150	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	152	-
DENSITAT	(Kg/m ³)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Termoparell			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Temperatura			
SENYAL ENVIAT	4-20 mA			
PRECISIÓ	+/- 2,2°C			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	Tipus J			
MATERIAL SENSOR	Ferro / Constantà			
CONNEXIÓ				
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-180 / 272		
MATERIAL CARCASSA	Acer al carboni AISI 316 teflonat			
PRESSIÓ MÀXIMA	-			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	150 / 8		
PES	(Kg)	-		
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	Vertical			
MODEL	SP09			
EMPRESA				
OBSERVACIONS				

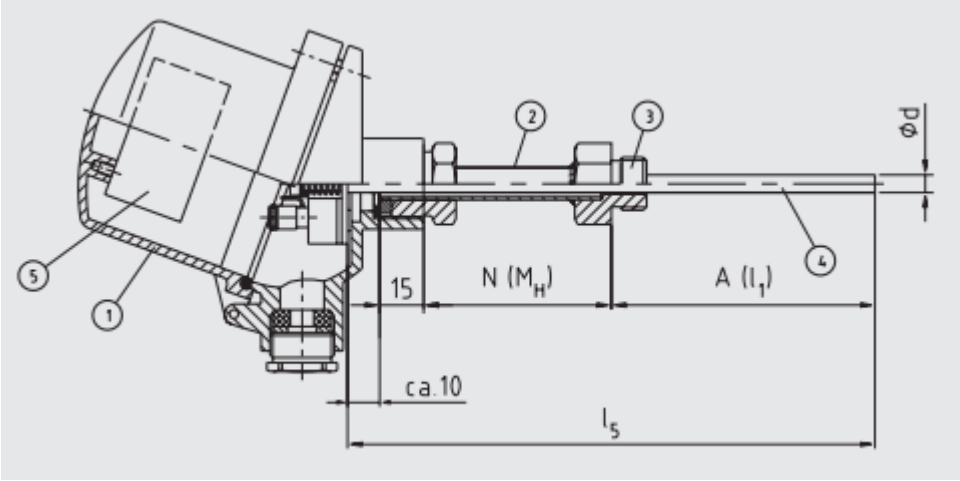
3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE TEMPERATURA	ITEM Nº	Àrea:
		TE-E201-1	200
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	DATA 29/05/15	REVISAT Si
DADES GENERALS			
DENOMINACIÓ: TE-E201-1			
FINALITAT: mesurar la temperatura del corrent d'entrada al reactor R-201.			
LLAÇ DE CONTROL: T-E201-1			
SENYAL ENVIAT A: TIC-E201-1			
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: HF i CCl ₄ / Vapor			
			
			
OBSERVACIONS			

3. Instrumentació i control

 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ SENRO DE TEMPERATURA		ITEM Nº	Àrea:
			TE-DC501-1	500
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		DATA 29/05/15	
			REVISAT Si FULL: 1 de 2	
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: TE-DC501-1				
FINALITAT: mesurar la temperatura del reboiler de la columna DC502.				
LLAÇ DE CONTROL: T-DC501-1				
SENYAL ENVIAT A: TIC-DC501-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl ₄ i freons 11, 12 i 13				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	88	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	152	-
DENSITAT	(Kg/m ³)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Termoparell			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Temperatura			
SENYAL ENVIAT	4-20 mA			
PRECISIÓ	+/- 2,2°C			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	Tipus J			
MATERIAL SENSOR	Ferro / Constantà			
CONNEXIÓ				
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-180 / 272		
MATERIAL CARCASSA	Acer al carboni AISI 316			
PRESSIÓ MÀXIMA	-			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	315/ 8		
PES	(Kg)	-		
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	Vertical			
MODEL	TC-10B			
EMPRESA				
OBSERVACIONS				

3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE TEMPERATURA	ITEM Nº	Àrea:
		TE-DC501-1	500
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	DATA 29/05/15	REVISAT Si
DADES GENERALS			
DENOMINACIÓ: TE-DC501-1			
FINALITAT: mesurar la temperatura del reboiler de la columna DC502.			
LLAÇ DE CONTROL: T-DC501-1			
SENYAL ENVIAT A: TIC-DC501-1			
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl ₄ i freons 11, 12 i 13			
			
			
OBSERVACIONS			

3. Instrumentació i control

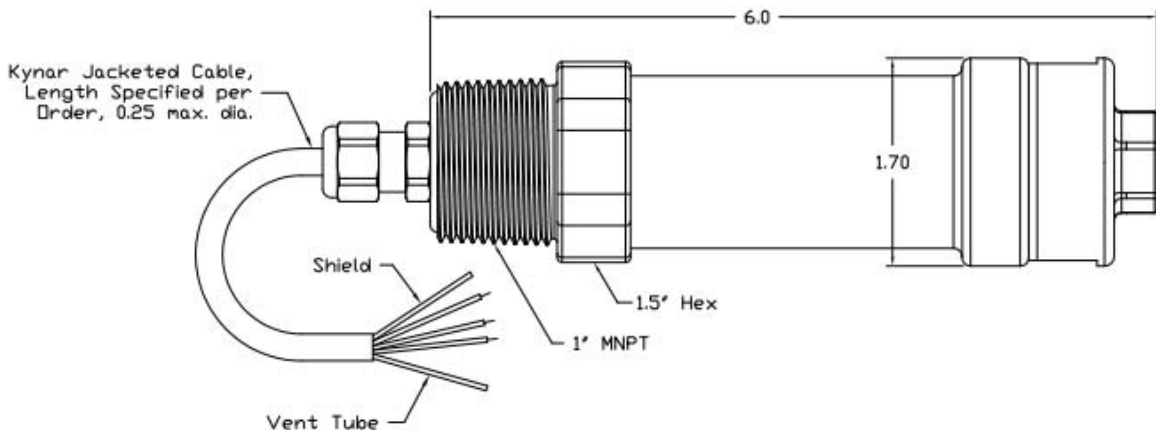
 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL		ITEM Nº LE-T101-1	Àrea: 100
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	FULL: 1 de 2
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: LE-T101-1				
FINALITAT: controlar el nivel del líquid al tanc T101.				
LLAÇ DE CONTROL: L-T101-1				
SENYAL ENVIAT A: LSH-T101-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl ₄				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	25	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	101	-
DENSITAT	(Kg/m ³)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Sensor vibracional			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Nivell de líquid			
SENYAL ENVIAT	4-20 mA			
PRECISIÓ	+/- 1 mm			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	vibracional			
MATERIAL SENSOR	Acer AISI 316 L			
CONNEXIÓ				
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-40 / 150		
MATERIAL CARCASSA	-			
PRESSIÓ MÀXIMA	18 bar			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	95/ 28		
PES	(Kg)	-		
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	Vertical/ Horitzontal			
MODEL	Rosemount 2120B*			
EMPRESSA				
OBSERVACIONS				
*En els casos en que es requereix un recobriment anti corrosió s'ha triat el model 2120 BF				

3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL	ITEM Nº	Àrea:
		LE-T101-1	100
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	DATA	29/05/15
		REVISAT	Si
		FULL: 2 de 2	
DADES GENERALS			
DENOMINACIÓ: LE-T101-1			
FINALITAT: controlar el nivel del líquid al tanc T101.			
LLAÇ DE CONTROL: L-T101-1			
SENYAL ENVIAT A: LSH-T101-1			
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl4			
			
			
OBSERVACIONS			

3. Instrumentació i control

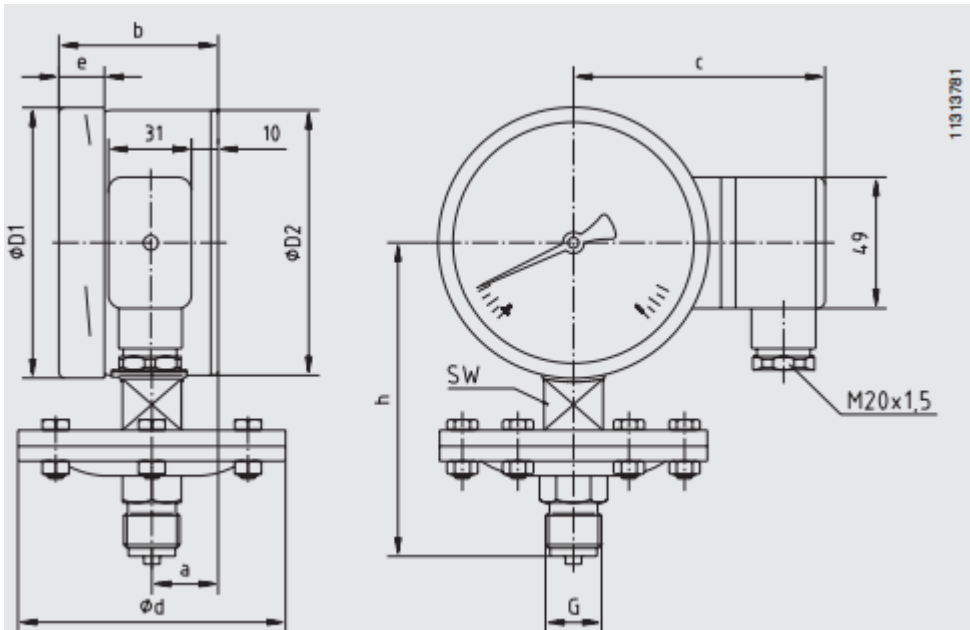
	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL		ITEM Nº LE-T101-2	Àrea: 100
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	
			FULL: 1 de 2	
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: LE-T101-2				
FINALITAT: controlar el nivel del líquid al tanc T101.				
LLAÇ DE CONTROL: L-T101-2				
SENYAL ENVIAT A: LSL-T101-2				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl4				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	25	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	101	-
DENSITAT	(Kg/m3)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Pressió hidrostàtica			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Nivell de líquid			
SENYAL ENVIAT	4-20 mA			
PRECISIÓ	+/- 1 mm			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	vibracional			
MATERIAL SENSOR	-			
CONNEXIÓ				
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-40 / 100		
MATERIAL CARCASSA	AISI 316 L (opcional PVDF/PTFE)			
PRESSIÓ MÀXIMA	15 atm			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	152/ 25,4		
ALÇADA MÀXIMA LÍQUID	(m)	9,1 m		
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	-			
MODEL	AST 4530-I-4-1-354*			
EMPRESSA				
OBSERVACIONS				
*En els casos en que es requereix un recobriment anticorrosiu s'ha triat el model AST 4530-I-4-9-354				

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL	ITEM Nº LE-T101-2	Àrea: 100			
		DATA 29/05/15				
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	REVISAT Si				
		FULL: 2 de 2				
DADES GENERALS						
DENOMINACIÓ: LE-T101-2						
FINALITAT: controlar el nivel del líquid al tanc T101.						
LLAÇ DE CONTROL: L-T101-2						
SENYAL ENVIAT A: LSL-T101-2						
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCI4						
						
						
OBSERVACIONS						

3. Instrumentació i control

 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE PRESSIÓ		ITEM Nº P-PV401-1	Àrea: 400
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	FULL: 1 de 2
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: P-PV401-1				
FINALITAT: controlar la pressió a la sortida de la vàlvula reguladora PV401				
LLAÇ DE CONTROL: P-PV401-1				
SENYAL ENVIAT A: PIC-PV401-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: freons 11 I 12				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	25	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	101	-
DENSITAT	(Kg/m3)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Manòmetre de membrana			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Nivell de líquid			
SENYAL ENVIAT	4-20 mA			
PRECISIÓ	< 1,6% de l'span			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	Manòmetre			
MATERIAL SENSOR	AISI 316 L (opcional PVDF/PTFE*)			
CONNEXIÓ	-			
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-20 / 200		
MATERIAL CARCASSA	-			
PRESSIÓ MÀXIMA	40 atm			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	120/ 22		
RANG DE PRESSIÓ	0-25 atm			
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	Vertical			
MODEL	WIKA PGT43.100			
EMPRESSA				
OBSERVACIONS				
*El fabricant ofereix la opció de teflonar les peces en contacte amb el fluid.				

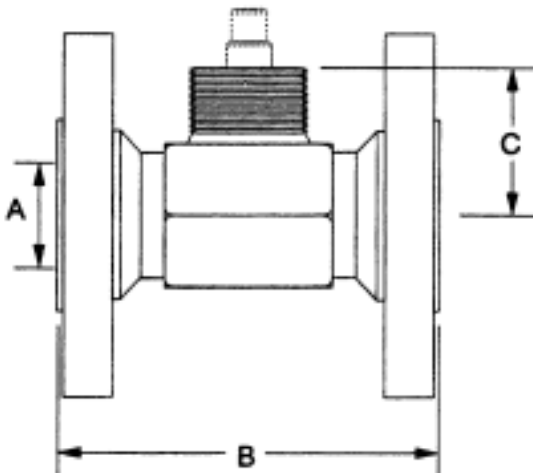
3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE PRESSIÓ	ITEM Nº	Àrea:
		P-PV401-1	400
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	DATA	29/05/15
		REVISAT	Si
		FULL: 2 de 2	
DADES GENERALS			
DENOMINACIÓ: P-PV401-1			
FINALITAT: controlar la pressió a la sortida de la vàlvula reguladora PV401			
LLAÇ DE CONTROL: P-PV401-1			
SENYAL ENVIAT A: PIC-PV401-1			
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: freons 11 I 12			
			
			
OBSERVACIONS			

3. Instrumentació i control

 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE CABAL		ITEM Nº F-FV202-1	Àrea: 200
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	FULL: 1 de 2
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: FE-FV202-1				
FINALITAT: controlar el cabal de CCl ₄ que entra al reactor R-201.				
LLAÇ DE CONTROL: F-FV202-1				
SENYAL ENVIAT A: FIC-FV202-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl ₄				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	55	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	101	-
DENSITAT	(Kg/m ³)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR	Cabalímetre de turbina			
ALIMENTACIÓ	24 V			
VARIABLE MESURADA	Cabal			
SENYAL ENVIAT	0-100 mV			
PRECISIÓ	+/- 0.25%			
CALIBRAT	Si			
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR	turbina			
MATERIAL SENSOR	AISI 431 (opcional teflonat*)			
CONNEXIÓ	-			
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-40 / 150		
MATERIAL CARCASSA	AISI 316 L			
PRESSIÓ MÀXIMA	15 atm			
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	114/ 16		
CAIGUDA DE PRESSIÓ	0,5 psi a capacitat màxima			
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)	Vertical			
MODEL	GT-3-075-0-N			
EMPRESSA				
OBSERVACIONS				
*En els casos en que es requereix un recobriments anti corrossiu l'empresa dona la opció d'encarregar-ho.				

3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ SENSOR DE CABAL	ITEM Nº F-FV202-1	Àrea: 200	
		DATA 29/05/15		
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	REVISAT Si		
		FULL: 2 de 2		
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: FE-FV202-1				
FINALITAT: controlar el cabal de CCl ₄ que entra al reactor R-201.				
LLAÇ DE CONTROL: F-FV202-1				
SENYAL ENVIAT A: FIC-FV202-1				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: CCl ₄				
				
				
OBSERVACIONS				

3. Instrumentació i control

3.3 CONTROL

3.3.1. LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL

A continuació es presenta el llistat de tots els llaços de control que s'ha dissenyat per a la planta:

Taula 3.4. Llista de llaços de control de la zona 100.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
T-101	L-T101-1	LE-T101-1	Cabal	Tot-res
		LT- T101-1		
		LSH- T101-1		
		I/P- T101-1		
		LV- T101-1		
	L-T101-2	LE-T101-2	Cabal	Tot-res
		LT- T101-2		
		LSL- T101-2		
		I/P- T101-2		
		LV- T101-2		
T-102	L-T102-1	LE-T102-1	Cabal	Tot-res
		LT- T102-1		
		LSH- T102-1		
		I/P- T102-1		
		LV- T102-1		
	L-T102-2	LE-T102-2	Cabal	Tot-res
		LT- T102-2		
		LSL- T102-2		
		I/P- T102-2		
		LV- T102-2		

3. Instrumentació i control

T-103	L-T103-1	LE-T103-1	Cabal	Tot-res
		LT- T103-1		
		LSH- T103-1		
		I/P- T103-1		
		LV- T103-1		
	L-T103-2	LE-T103-2	Cabal	Tot-res
		LT- T103-2		
		LSL- T103-2		
		I/P- T103-2		
		LV- T103-2		
T-104	L-T104-1	LE-T104-1	Cabal	Tot-res
		LT- T104-1		
		LSH- T104-1		
		I/P- T104-1		
		LV- T104-1		
	L-T104-2	LE-T104-2	Cabal	Tot-res
		LT- T104-2		
		LSL- T104-2		
		I/P- T104-2		
		LV- T104-2		
T-105	L-T105-1	LE-T105-1	Cabal	Tot-res
		LT- T105-1		
		LSH- T105-1		
		I/P- T105-1		
		LV- T105-1		
	L-T105-2	LE-T105-2	Cabal	Tot-res
		LT- T105-2		
		LSL- T105-2		
		I/P- T105-2		
		LV- T105-2		

3. Instrumentació i control

T-106	L-T106-1	LE-T106-1	Cabal	Tot-res
		LT- T106-1		
		LSH- T106-1		
		I/P- T106-1		
		LV- T106-1		
	L-T106-2	LE-T106-2	Cabal	Tot-res
		LT- T106-2		
		LSL- T106-2		
		I/P- T106-2		
		LV- T106-2		

Taula 3.5. Llista de llaços de control de la zona 200.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
FV-201	F-FV201-1	FE-FV201-1	Cabal	Feedback
		FT-FV201-1		
		FIC-FV201-1		
		I/P-FV201-1		
		FV-FV201-1		
PV-201	P-PV201-1	PE-FV201-1	Pressió	Feedback
		PT-FV201-1		
		PIC-FV201-1		
		I/P-FV201-1		
		PV-FV201-1		

3. Instrumentació i control

M-201	L-T201-1	LE-M201-1	Cabal	Feedback
		LT-M201-1		
		LIC-M201-1		
		I/P-M201-1		
		LV-M201-1		
FV-202	F-FV202-1	FE-FV202-1	Cabal	Feedback
		FT-FV202-1		
		FIC-FV202-1		
		I/P-FV202-1		
		FV-FV202-1		
E-202	T-E202-1	TE-E202-1	Cabal	Cascada
		TT-E202-1		
		TIC-E202-1		
		FE-E202-1		
		FT-E202-1		
		FIC-E202-1		
		I/P-E202-1		
		FV-E202-1		

3. Instrumentació i control

R-201	T-R201-1	TE- R201-1,2,3	Cabal	Auctioneering i Feedback
		TT- R201-1,2,3		
		TY-R201-1		
		TIC- R201-1		
		I/P- R201-1		
		TV- R201-1		

Taula 3.6. Llista de llaços de control de la zona 300.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
DC-301	L-DC301-1	LE-DC301-1	Cabal	Feedback
		LT-DC301-1		
		LIC-DC301-1		
		LAH-DC301-1		
		LAL-DC301-1		
		I/P-DC301-1		
		LV-DC301-1		

3. Instrumentació i control

DC-301	T-DC301-1	TE-DC301-1	Cabal	Feedback
		TT- DC301-1		
		TIC- DC301-1		
		I/P- DC301-2		
		TV- DC301-1		
	A-DC301-1	TE-DC301-2	Cabal	Inferencial
		TT-DC301-2		
		PE-DC301-1		
		PT-DC301-1		
		AY-DC301-1		
		AIC-DC301-1		
		I/P-DC301-3		
		AV-DC301-1		
T-301	L-T301-1	LE-T301-1	Cabal	Feedback
		LT-T301-1		
		LIC-T301-1		
		LAH-T301-1		
		LAL-T301-1		
		I/P-T301-1		
		LV-T301-1		
C-301	P-C301-1	PE- C301-1	Potència subministrada	Feedback
		PT- C301-1		
		PIC- C301-1		
		PAH- C301-1		
		PAL- C301-1		
		PC-C301-1		

3. Instrumentació i control

DC-302	L-DC302-1	LE-DC302-1	Cabal	Feedback
		LT-DC302-1		
		LIC-DC302-1		
		LAH-DC302-1		
		LAL-DC302-1		
		I/P-DC302-1		
		LV-DC302-1		
	T-DC302-1	TE-DC302-1	Cabal	Feedback
		TT- DC302-1		
		TIC- DC302-1		
		I/P- DC302-2		
		TV- DC302-1		
	A-DC302-1	TE-DC302-2	Cabal	I inferencial
		TT-DC302-2		
		PE-DC302-1		
		PT-DC302-1		
		AY-DC302-1		
		AIC-DC302-1		
		I/P-DC302-3		
		AV-DC302-1		
T-302	L-T302-1	LE-T302-1	Cabal	Feedback
		LT-T302-1		
		LIC-T302-1		
		LAH-T302-1		
		LAL-T302-1		
		I/P-T302-1		
		LV-T302-1		
PV-301	P-PV301-1	PE-PV301-1	Pressió	Feedback
		PT- PV301-1		
		PIC- PV301-1		
		PAH- PV301-1		
		I/P- PV301-1		
		PV- PV301-1		

3. Instrumentació i control

E-306	T-E306-1	TE- E306 -1	Cabal	Feedback
		TT- E306 -1		
		TIC- E306 -1		
		I/P- E306 -1		
		TV- E306 -1		
AC-301	FF-AC301-1	FE-AC301-1	Cabal	Ratio i Cascada
		FT-AC301-1		
		FFIC-AC301-1		
		FIC-AC301-1		
		FE-AC301-2		
		FT-AC301-2		
		I/P-AC301-1		
		FV-AC301-1		
	T-AC301-1	TE-AC301-1,2,3,4	Cabal	Auctioneering i Feedback
		TT-AC301-1,2,3,4		
		TY-AC301-1		
		TIC-AC301-1		
		I/P-AC301-2		
		TV-AC301-1		
E-307	T-E307-1	TE-E307-1	Cabal	Feedback
		TT-E307-1		
		TIC-E307-1		
		I/P-E307-1		
		TV-E307-1		
PV-302	P-PV302-1	PE-PV302-1	Pressió	Feedback
		PT- PV302-1		
		PIC- PV302-1		
		PAH- PV302-1		
		I/P- PV302-1		
		PV- PV302-1		
S-301/2	K-S-301/2-1	KS-S301/S302-1	Cabal	Tot-res
		I/P- S301/S302-1		
		I/P- S301/S302-2		
		FV- S301/S302-1		
		FV- S301/S302-2		

3. Instrumentació i control

E-308	T-E308-1	TE-E308-1	Cabal	Feedback
		TT-E308-1		
		TIC-E308-1		
		I/P-E308-1		
		TV-E308-1		
T-303	L-T303-1	LE-E308-1	Cabal	Tot-res
		LT-E308-1		
		LS-E308-1		
		I/P-E308-1		
		LV-E308-1		

Taula 3.7. Llista de llaços de control de la zona 400.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
E-401	T-E401-1	TE- E401-1	Cabal	Feedback
		TT- E401-1		
		TIC- E401-1		
		I/P- E401-1		
		TV- E401-1		
E-402	T-E402-1	TE- E402-1	Cabal	Feedback
		TT- E402-1		
		TIC- E402-1		
		I/P- E402-1		
		TV- E402-1		
PV-401	P-PV401-1	PE-PV401-1	Pressió	Feedback
		PT- PV401-1		
		PIC- PV401-1		
		PAH- PV401-1		
		I/P- PV401-1		
		PV- PV401-1		

3. Instrumentació i control

R-401	T-R401-1	TE- R401-1,2,3 TT- R401-1,2,3 TIC- R401-1,2 I/P- R401-1 TV- R401-1	Cabal	Auctioneering i cascada
--------------	----------	--	-------	-------------------------

Taula 3.8. Llista de llaços de control de la zona 500.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
DC-501	L-DC501-1	LE-DC501-1	Cabal	Feedback
		LT-DC501-1		
		LIC-DC501-1		
		LAH-DC501-1		
		LAL-DC501-1		
		I/P-DC501-1		
		LV-DC501-1		
	T-DC501-1	TE-DC501-1	Cabal	Feedback
		TT- DC501-1		
		TIC- DC501-1		
		I/P- DC501-2		
		TV- DC501-1		
	A-DC501-1	TE-DC501-2	Cabal	Inferencial
		TT-DC501-2		
		PE-DC501-1		
		PT-DC501-1		
		AY-DC501-1		
		AIC-DC501-1		
		I/P-DC501-3		
		AV-DC501-1		

3. Instrumentació i control

T-501	L-T501	LE-T501-1	Cabal	Feedback
		LT-T501-1		
		LIC-T501-1		
		LAH-T501-1		
		LAL-T501-1		
		I/P-T501-1		
		LV-T501-1		
C-501	P-C501-1	PE- C501-1	Pressió	Feedback
		PT- C501-1		
		PIC- C501-1		
		PAH- C501-1		
		PAL- C501-1		
		PC-C501-1		
DC-502	L-DC502-1	LE-DC502-1	Cabal	Feedback
		LT-DC502-1		
		LIC-DC502-1		
		LAH-DC502-1		
		LAL-DC502-1		
		I/P-DC502-1		
		LV-DC502-1		
	T-DC502-1	TE-DC502-1	Cabal	Feedback
		TT- DC502-1		
		TIC- DC502-1		
		I/P- DC502-2		
		TV- DC502-1		
	T-DC502-2	TE-DC502-2	Cabal	Feedback
		TT-DC502-2		
		TIC-DC502-2		
		I/P-DC502-3		
		TV-DC502-1		

3. Instrumentació i control

E-504	P-E504-1	PE-E501-1 PT-E504-1 PIC-E504-1 I/P-E504-1 PV-E504-1	Cabal	Feedback
T-502	L-T502-1	LE-T502-1 LT-T502-1 LIC-T502-1 LAH-T502-1 LAL-T502-1 I/P-T502-1 LV-T502-1	Cabal	Feedback

Taula 3.9. Llista de llaços de control de la zona 600.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Tipus de control
C-601	P-C601-1	PE- C601-1	Pressió	Feedback
		PT- C601-1		
		PIC- C601-1		
		PAH- C601-1		
		PAL- C601-1		
		PC-C601-1		
E-601	T-E601-1	TE-E601-1	Cabal	Feedback
		TT- E601-1		
		TIC- E601-1		
		I/P- E601-1		
		TV- E601-1		

3. Instrumentació i control

E-602	T-E602-1	TE-E602-1 TT- E602-1 TIC- E602-1 I/P- E602-1 TV- E602-1	Cabal	Feedback
--------------	----------	---	-------	----------

Taula 3.10. Llista de llaços de control de la zona 600.

Equip	Llaç	Ítem	Variable manipulada	Típus de control
T-701	L-T701-1	LE-T701-1	Cabal	Feedback
		LT- T701-1		
		LSH- T701-1		
		I/P- T701-1		
		LV- T701-1		
	L-T701-2	LE-T701-2	Cabal	Feedback
		LT- T701-2		
		LSL- T701-2		
		I/P- T701-2		
		LV- T701-2		
	T-T701-1	TE-T701-1	Cabal	Feedback
		TT- T701-1		
		TIC- T701-1		
		I/P- T701-1		
		TV- T701-1		
T-702	L-T701-1	LE-T701-1	Cabal	Feedback
		LT- T701-1		
		LSH- T701-1		
		I/P- T701-1		
		LV- T701-1		

3. Instrumentació i control

T-702	L-T701-2	LE-T701-2 LT- T701-2 LSL- T701-2 I/P- T701-2 LV- T701-2	Cabal	Feedback
	T-T701-1	TE-T701-1 TT- T701-1 TIC- T701-1 I/P- T701-1 TV- T701-1	Cabal	Feedback
T-703	L-T701-1	LE-T701-1 LT- T701-1 LSH- T701-1 I/P- T701-1 LV- T701-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T701-2 LT- T701-2 LSL- T701-2 I/P- T701-2 LV- T701-2	Cabal	Feedback
	T-T701-1	TE-T701-1 TT- T701-1 TIC- T701-1 I/P- T701-1 TV- T701-1	Cabal	Feedback

3. Instrumentació i control

T-704	L-T701-1	LE-T701-1 LT- T701-1 LSH- T701-1 I/P- T701-1 LV- T701-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T701-2 LT- T701-2 LSL- T701-2 I/P- T701-2 LV- T701-2	Cabal	Feedback
	T-T701-1	TE-T701-1 TT- T701-1 TIC- T701-1 I/P- T701-1 TV- T701-1	Cabal	Feedback
T-705	L-T701-1	LE-T705-1 LT- T705-1 LSH- T705-1 I/P- T705-1 LV- T705-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T705-2 LT- T705-2 LSL- T705-2 I/P- T705-2 LV- T705-2	Cabal	Feedback

3. Instrumentació i control

T-706	L-T701-1	LE-T705-1 LT- T705-1 LSH- T705-1 I/P- T705-1 LV- T705-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T705-2 LT- T705-2 LSL- T705-2 I/P- T705-2 LV- T705-2	Cabal	Feedback
T-707	L-T701-1	LE-T705-1 LT- T705-1 LSH- T705-1 I/P- T705-1 LV- T705-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T705-2 LT- T705-2 LSL- T705-2 I/P- T705-2 LV- T705-2	Cabal	Feedback
T-708	L-T701-1	LE-T705-1 LT- T705-1 LSH- T705-1 I/P- T705-1 LV- T705-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T705-2 LT- T705-2 LSL- T705-2 I/P- T705-2 LV- T705-2	Cabal	Feedback

3. Instrumentació i control

T-709	L-T701-1	LE-T705-1 LT- T705-1 LSH- T705-1 I/P- T705-1 LV- T705-1	Cabal	Feedback
	L-T701-2	LE-T705-2 LT- T705-2 LSL- T705-2 I/P- T705-2 LV- T705-2	Cabal	Feedback

3. Instrumentació i control

3.3.2. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 100

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als tres tancs d'emmagatzematge de tetraclorur de carboni de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T102-1 i L-T103-1.

Llaç L-T101-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell màxim de líquid al tanc d'emmagatzematge de tetraclorur de carboni T101.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T101.

Variable manipulada: entrada de líquid al tanc T101.

Valor de consigna: 6,3 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

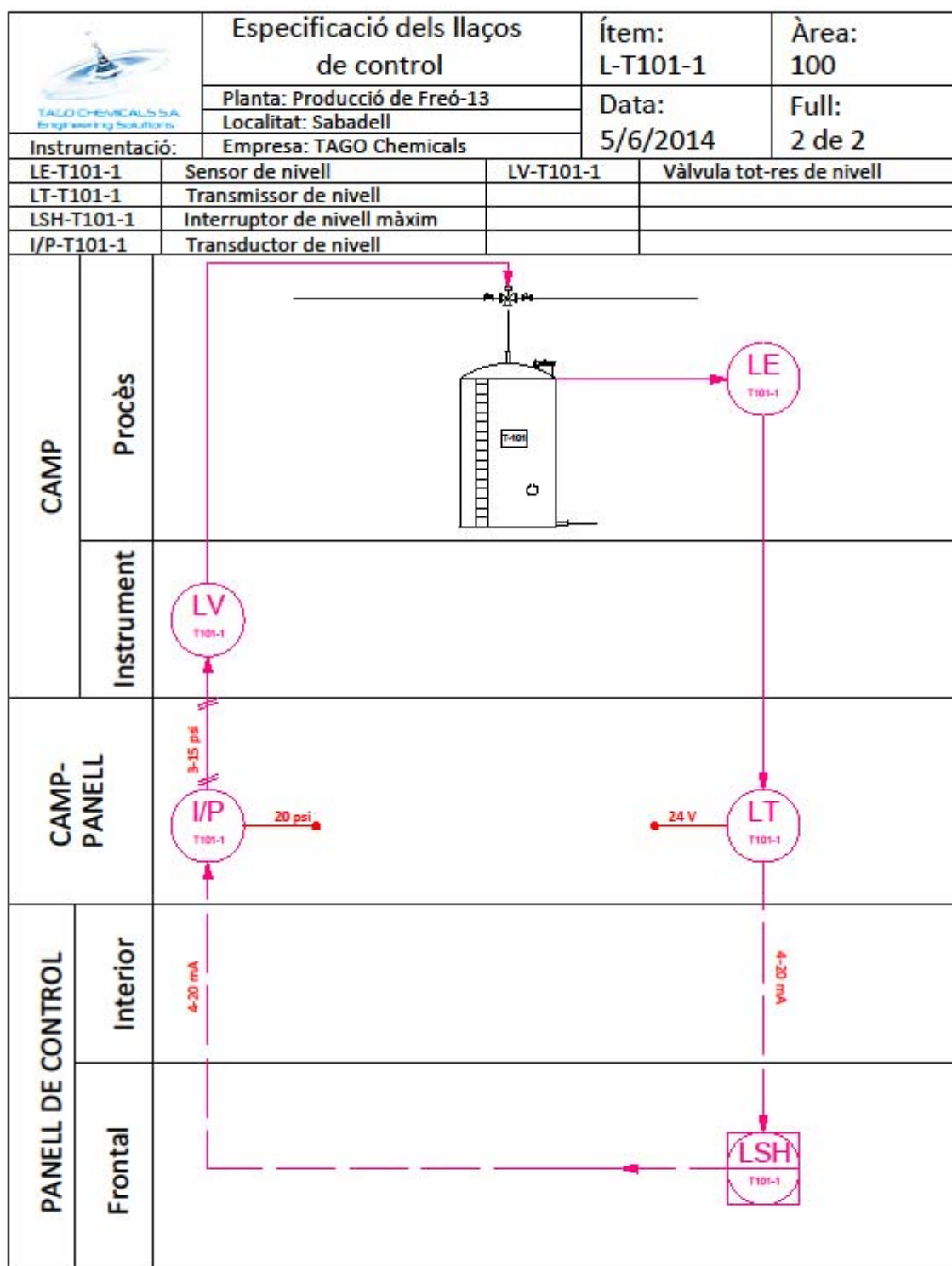
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge del tetraclorur de carboni no superi el valor màxim, evitant així que es produeixi un vessament o una situació perillosa per sobrepressió. Per a fer-ho s'ha instal·lat un mesurador de nivell màxim al tanc, el qual quan entra en contacte amb el líquid envia un senyal a un interruptor que tanca la vàlvula tot-res d'entrada al tanc. Aquest llaç de control està pensat per a controlar la càrrega dels tancs, ja que el sistema implementat fa que quan es tanca la vàlvula d'entrada a un tanc degut a que s'ha activat el llaç esmentat, s'obri la del següent.

És important remarcar que aquest llaç no realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà omplir tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.11. Llista d'instruments del llaç L-T101-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T101-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T101-1	Elèctrica	Camp
Interruptor de L màxim	LSH- T101-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T101-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T101-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als tres tancs d'emmagatzematge de tetraclorur de carboni de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T102-2 i L-T103-2.

Llaç L-T101-2.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge de tetraclorur de carboni T101.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T101.

Variable manipulada: descàrrega de líquid del tanc T101.

Valor de consigna: 0,5 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

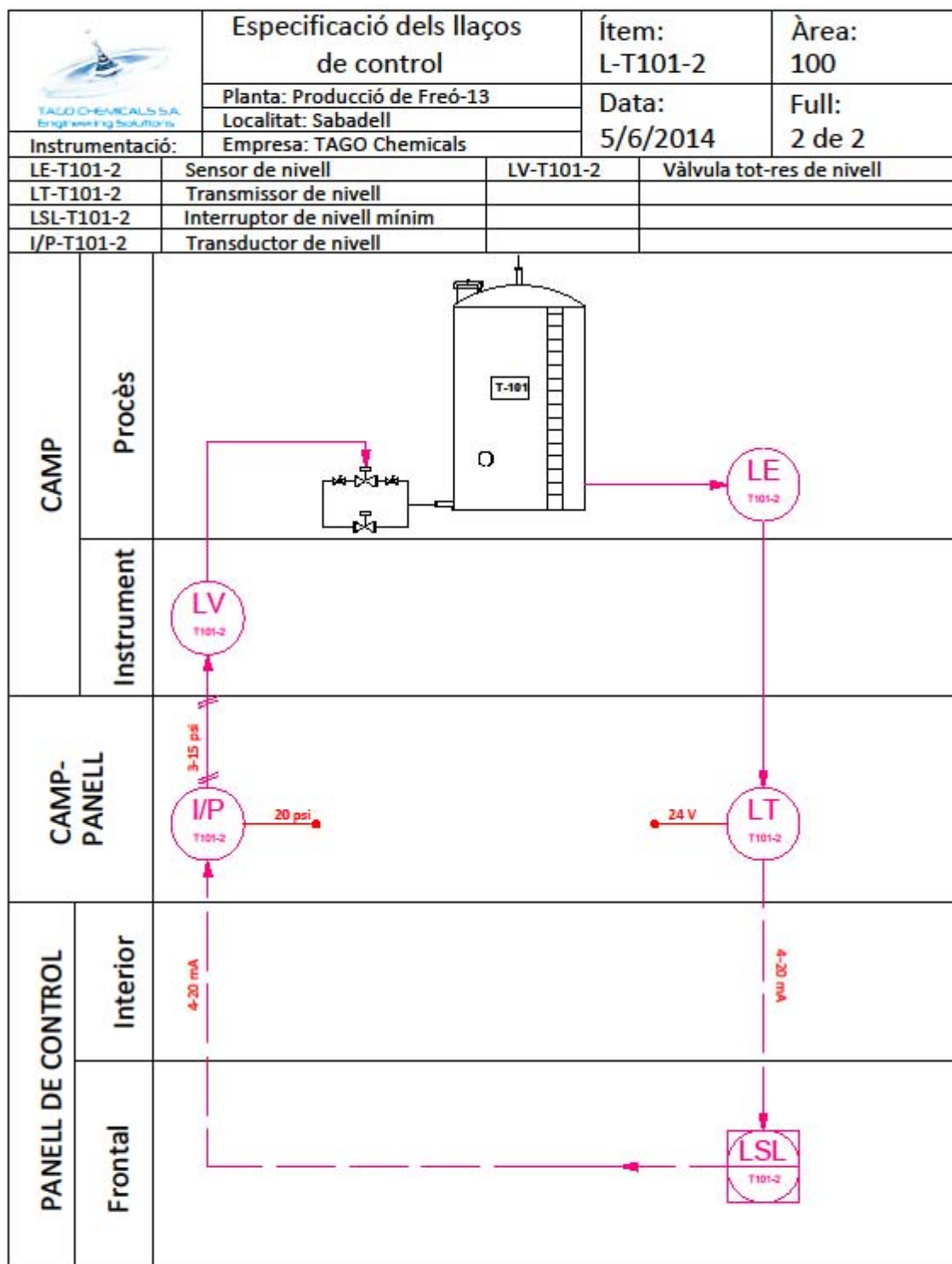
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el tanc d'emmagatzematge de tetraclorur de carboni no es buidi per complert ja que si això es produís es podria interrompre el subministrament de reactiu al procés, ocasionant una parada no planificada i podent fer malbé equips com les bombes centrífugues que impulsen el corrent. Així doncs, la funció d'aquest llaç és l'oposada a l'anterior i s'encarrega de controlar el buidat dels tancs. El control es realitza mitjançant un mesurador de pressió que activa un interruptor quan el nivell del líquid arriba a un nivell mínim fixat. Aquest interruptor tanca immediatament la vàlvula de descàrrega del tanc a la vegada que obre la del següent per a no interrompre el subministrament.

És important remarcar que aquest llaç tampoc realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà buidar tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.12. Llista d'instruments del llaç L-T101-2.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T101-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T101-2	Elèctrica	Camp
Interruptor de L mínim	LSL- T101-2	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T101-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T101-2	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als tres tancs d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T105-1 i L-T106-1.

Llaç L-T104-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell màxim de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric T401.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T401.

Variable manipulada: entrada de líquid al tanc T401.

Valor de consigna: 1,75 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

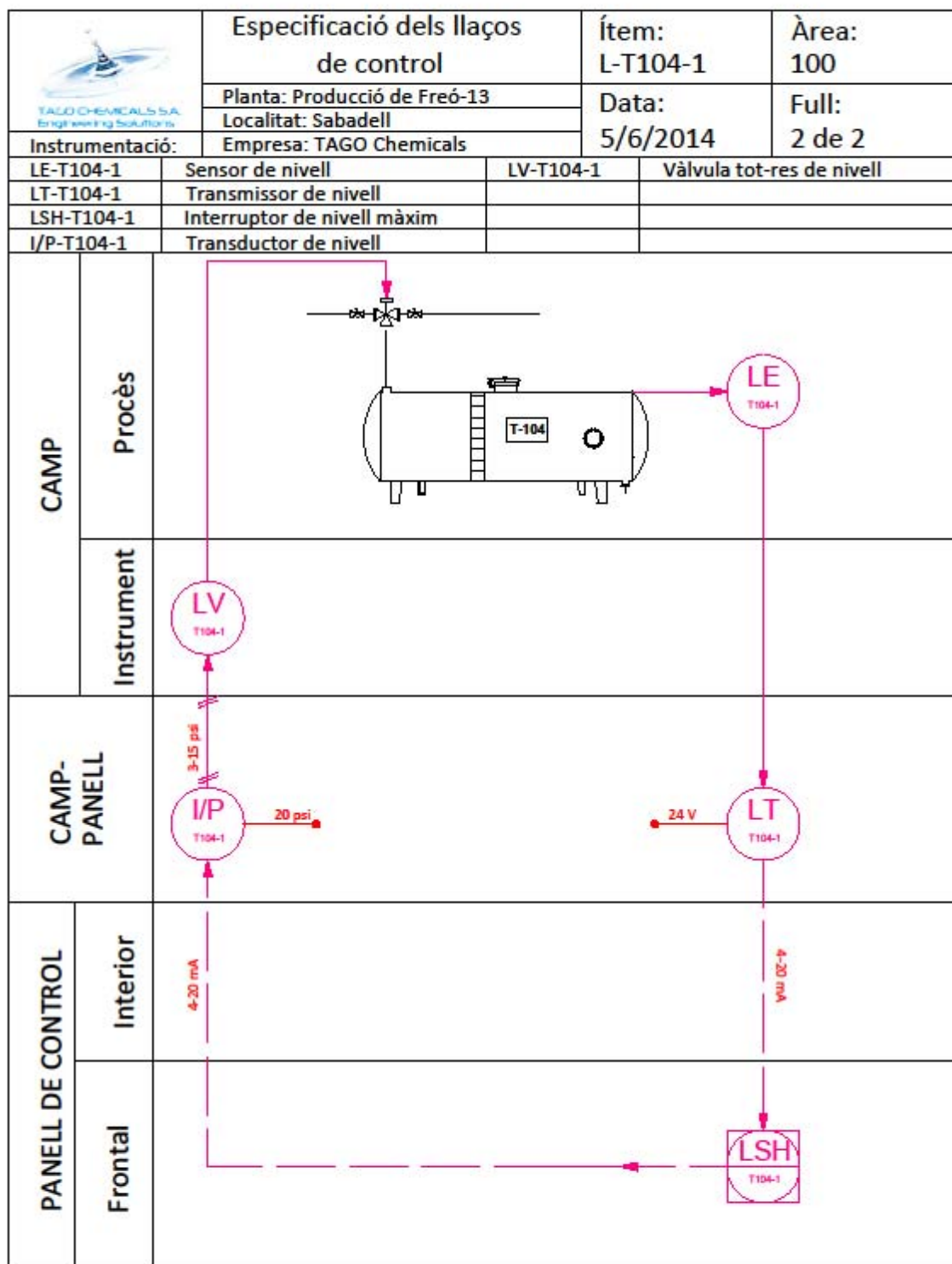
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric no superi el valor màxim, evitant així que es produeixi un vessament o una situació perillosa per sobrepressió. Per a fer-ho s'ha instal·lat un mesurador de nivell màxim al tanc, el qual quan entra en contacte amb el líquid envia un senyal a un interruptor que tanca la vàlvula tot-res d'entrada al tanc. Aquest llaç de control està pensat per a controlar la càrrega dels tancs, ja que el sistema implementat fa que quan es tanca la vàlvula d'entrada a un tanc degut a que s'ha activat el llaç esmentat, s'obri la del següent.

És important remarcar que aquest llaç no realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà omplir tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.13. Llista d'instruments del llaç L-T104-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T104-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T104-1	Elèctrica	Camp
Interruptor de L màxim	LIC- T104-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T104-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T104-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als tres tancs d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T105-2 i L-T106-2.

Llaç L-T101-2.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric T104.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T104.

Variable manipulada: entrada de líquid al tanc T104.

Valor de consigna: 0,1 m

Tipus de control: tot-res.

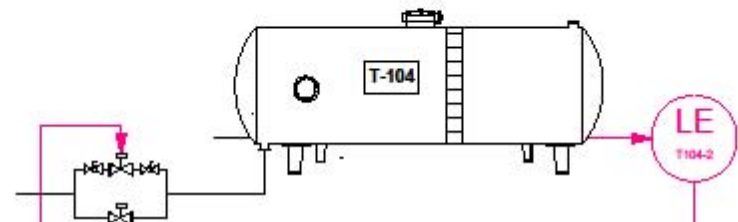
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el tanc d'emmagatzematge d'àcid fluorhídric no es buidi per complert ja que si això es produís es podria interrompre el subministrament de reactiu al procés, ocasionant una parada no planificada i podent fer malbé equips com les bombes centrífugues que impulsen el corrent. Així doncs, la funció d'aquest llaç és l'oposada a l'anterior i s'encarrega de controlar el buidat dels tancs. El control es realitza mitjançant un mesurador de pressió que activa un interruptor quan el nivell del líquid arriba a un nivell mínim fixat. Aquest interruptor tanca immediatament la vàlvula de descàrrega del tanc a la vegada que obre la del següent per a no interrompre el subministrament.

És important remarcar que aquest llaç tampoc realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà buidar tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.14. Llista d'instruments del llaç L-T104-2.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T104-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T104-2	Elèctrica	Camp
Interruptor de L mínim	LIC- T104-2	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T104-2	Pneumàtica	Camp

		Especificació dels llaços de control		Ítem: L-T104-2	Àrea: 100
		Planta: Producció de Freó-13		Data: 5/6/2014	Full: 2 de 2
		Localitat: Sabadell			
Instrumentació:		Empresa: TAGO Chemicals			
LE-T104-2		Sensor de nivell		LV-T104-2	Vàlvula tot-res de nivell
LT-T104-2		Transmissor de nivell			
LSL-T104-2		Interruptor de nivell mínim			
I/P-T104-2		Transductor de nivell			
CAMP	Procès				
	Instrument				
CAMP-PANEL·L					
PANEL·L DE CONTROL	Interior				
	Frontal				

3. Instrumentació i control

3.3.3. LLAÇOS DE LLAÇOS DE LA ZONA 200

Llaç F-FV201-1.

Caracterització:

Variable controlada: cabal d'àcid fluorhídric d'entrada al bescanviador E201.

Variable mesurada: cabal d'àcid fluorhídric d'entrada al bescanviador E201.

Variable manipulada: cabal d'àcid fluorhídric d'entrada al bescanviador E201.

Valor de consigna: 950 kg/h.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

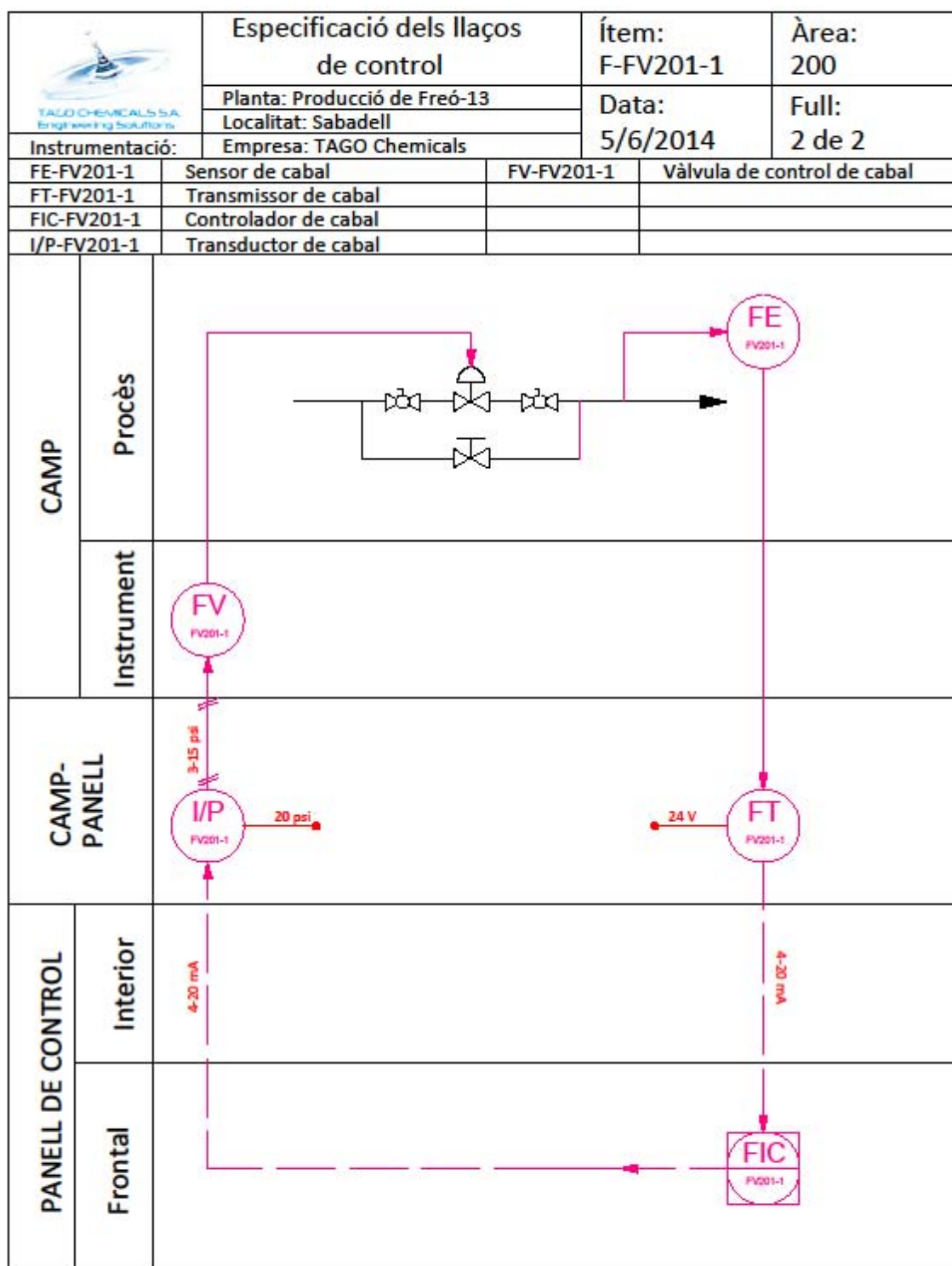
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el cabal d'àcid fluorhídric que entra al bescanviador E-201, el qual és el pas previ a entrar al reactor R201. El fluorhídric a controlar prové en gran part dels tancs d'emmagatzematge, tot i que en ocasions inclourà un corrent recirculat provinent de la regeneració dels scrubbers. És important realitzar aquest control ja que la recirculació esmentada només es produirà quan s'hagi acumulat una quantitat suficient de fluorhídric al tanc T-301, de manera que no serà constant. Tot i això, si que es requereix que el cabal que entra al bescanviador E-201 ho sigui, ja que és el primer pas del procés i variacions en aquest punt durien a un mal funcionament de tota la planta.

Per a realitzar aquest control es duu a terme un llaç de control feedback, en el qual es mesura i s'actua sobre la variable a controlar, la qual és el cabal d'àcid fluorhídric. Primerament el sensor genera un senyal en funció del cabal que circula pel corrent i, a continuació, l'envia al controlador passant per un transmissor. En aquest punt el controlador processa la informació rebuda i decideix l'acció de control, la qual és tancar o obrir la vàlvula reguladora de cabal.

Taula 3.15. Llista d'instruments del llaç F-FV201-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de F	FE-FV201-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de F	FT-FV201-1	Elèctrica	Camp
Controlador de F	FIC-FV201-1	Elèctrica	Panell
Transductor de F	I/P-FV201-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV-FV201-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-PV201-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida de la vàlvula reguladora PV-201.

Variable mesurada: pressió a la sortida de la vàlvula reguladora PV-201.

Variable manipulada: obertura de la vàlvula reguladora PV-201.

Valor de consigna: 152 KPa.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

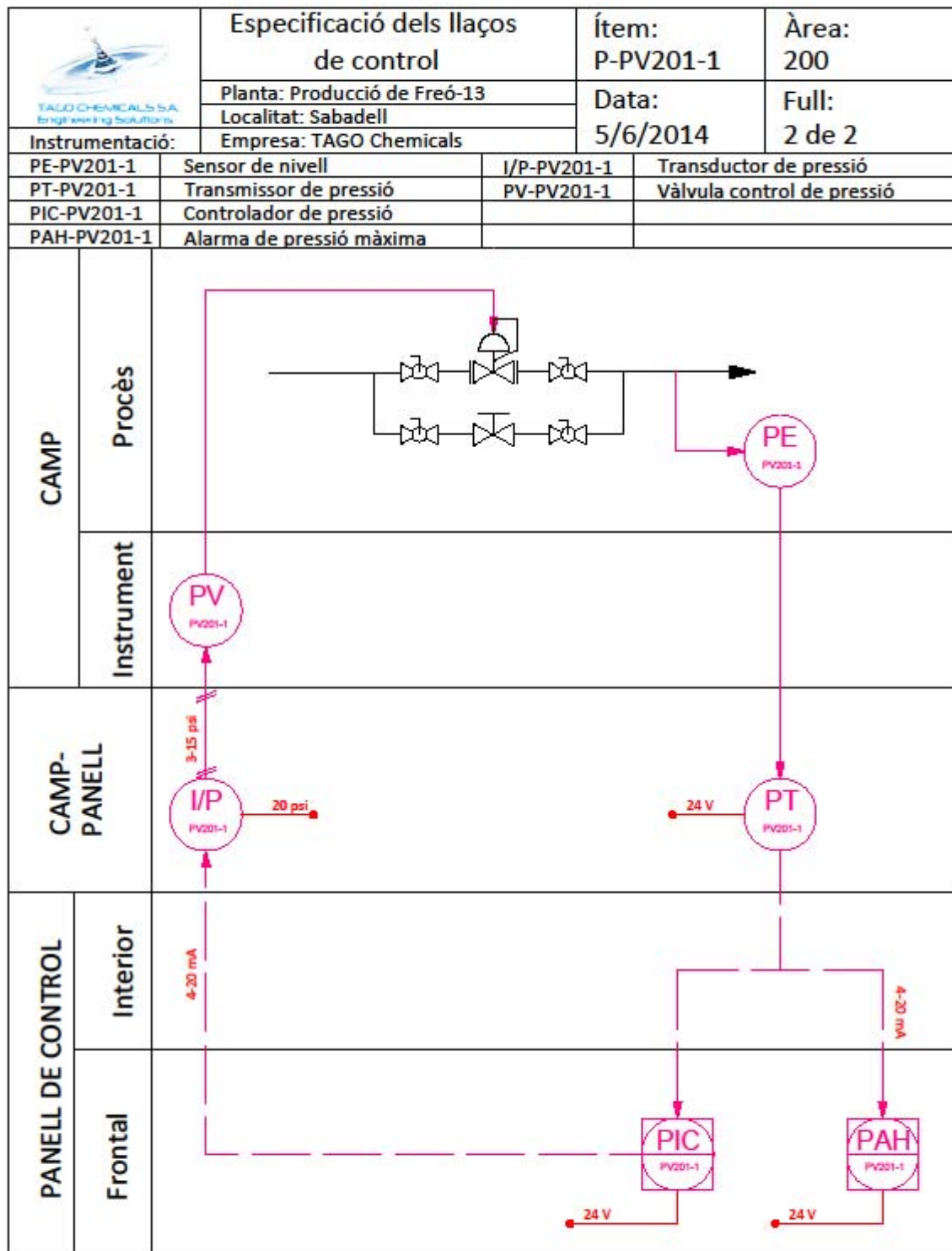
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la pressió del corrent de sortida de la vàlvula reguladora PV-201, el qual conté àcid fluorhídric vaporitzat. Aquest es mescla amb el tetraclorur de carboni per a entrar al reactor R-201. És important que la pressió es redueixi correctament ja que el corrent arriba a tres atmosferes i ha d'entrar a 1,5 al reactor. Si la reducció no fos suficient o fos massa elevada els dos corrents de reactius no podrien mesclar-se ja que es tancaria la vàlvula de no retorn.

El control es realitza mitjançant un llaç en feedback, en el qual d'entrada es mesura la pressió, amb el sensor PE-PV201-1, a la sortida de la vàlvula d'expansió. A continuació la senyal s'envia al controlador el qual decideix, en funció de si la pressió és superior o inferior a la de consigna, tancar o obrir més la vàlvula reguladora.

Taula 3.16. Llista d'instruments del llaç P-PV201-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE-FV201-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT-FV201-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC-FV201-1	Elèctrica	Panell
Transductor de P	I/P-FV201-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula reguladora de P	PV-FV201-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-M201-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc de mescla L-M201-1.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc de mescla T-M201-1.

Variable manipulada: cabal d'entrada de CCl_4 fresc que entra al tanc de mescla M-L201-1.

Valor de consigna: 2,8 m.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

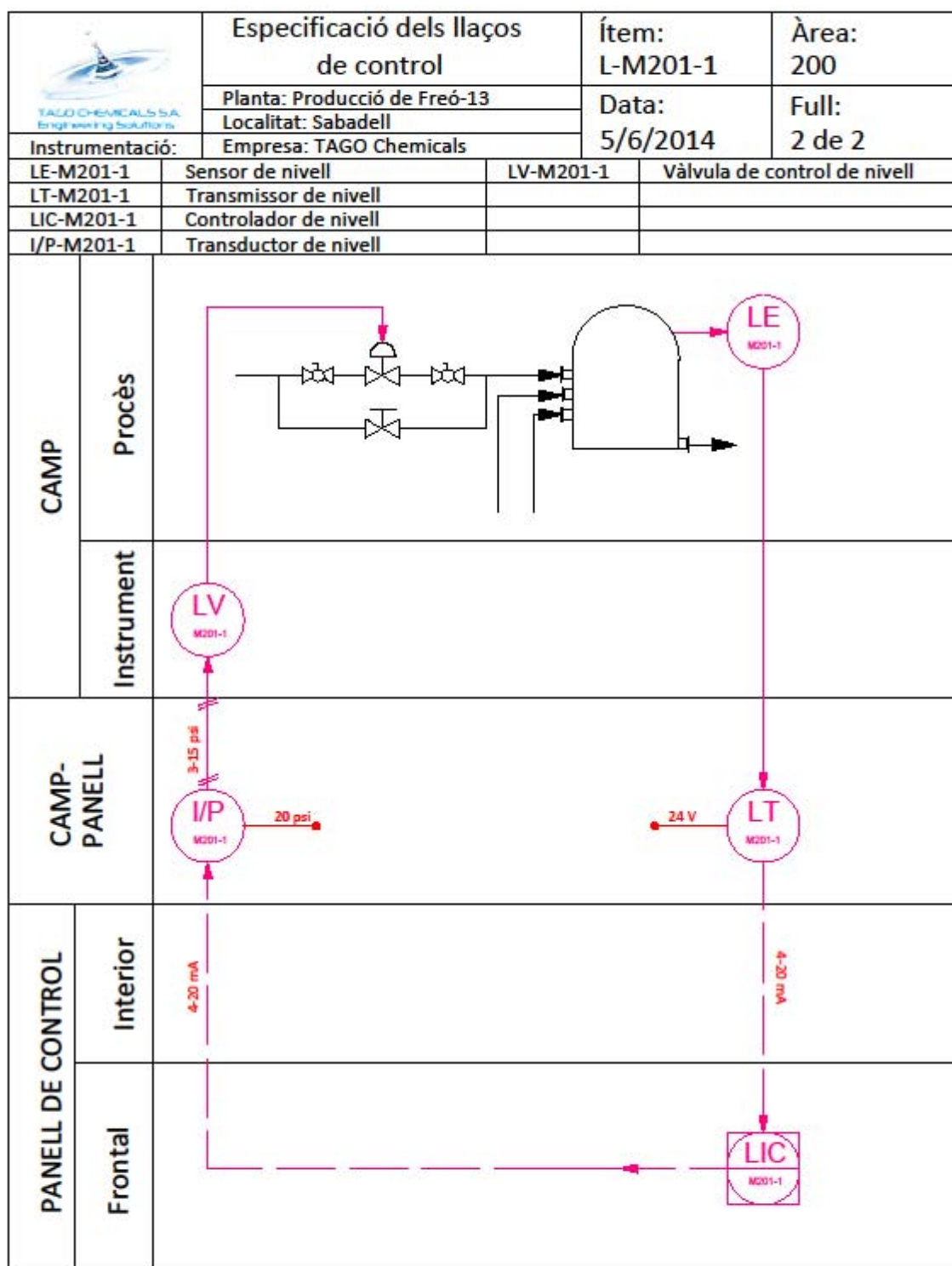
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell del líquid al tanc de mescla M-L201-1. Aquest tanc rep el CCl_4 fresc provinent dels tancs d'emmagatzematge, juntament amb les recirculacions que provenen de cues de les columnes de destil·lació DC301 i DC501, les quals en condicions normals tindran un cabal constant. Així doncs la seva funció és la d'homogeneïtzar la temperatura del corrent resultant, el qual entrarà al bescanviador E202 i posteriorment al reactor R201. L'objectiu d'aquest llaç és regular l'entrada al tanc del corrent que prové de la zona d'emmagatzematge, evitant que el tanc vessi o es buidi si es produeix alguna variació en el procés que provoca una variació en la recirculació.

Per a realitzar aquest control es duu a terme un llaç de control feedback, en el qual es mesura i s'actua sobre la variable a controlar, la qual és el cabal de tetraclorur de carboni que entra al tanc provinent de la zona d'emmagatzematge. Un mesurador situat al tanc envia un senyal al controlador en funció del nivell del líquid. Aquest, processa la informació i envia l'ordre requerida al actuador final, el qual és la vàlvula reguladora de cabal situada en la línia d'aliment fresc.

Taula 3.17. Llista d'instruments del llaç L-M201-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-M201-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-M201-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-M201-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-M201-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-M201-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç F-FV202-1.

Caracterització:

Variable controlada: cabal de CCl_4 d'entrada al bescanviador E202.

Variable mesurada: cabal de CCl_4 d'entrada al bescanviador E202.

Variable manipulada: cabal de CCl_4 d'entrada al bescanviador E202.

Valor de consigna: 4231 kg/h.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

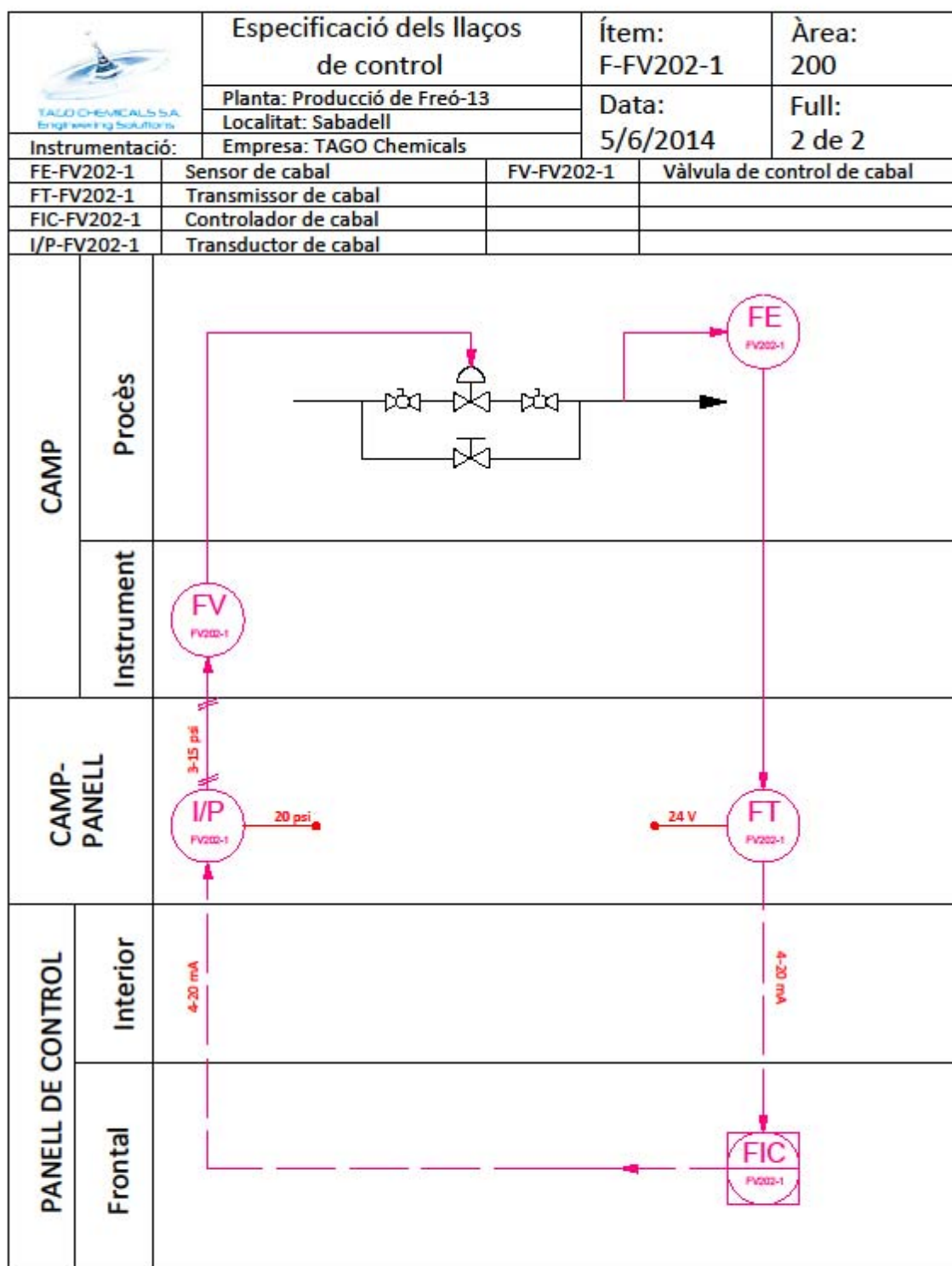
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el cabal de tetraclorur de carboni que entra al bescanviador E202, el qual l'evapora i l'escalfa abans d'entrar al reactor R201. El corrent de CCl_4 a controlar prové del tanc de mescla T-201, el qual ja té el nivell controlat a través del llaç L-T201-1; degut a això en aquest cas només es controla que el cabal d'entrada al evaporador sigui el desitjat. És important que ho sigui ja que es tracta de la primera etapa del procés de manera que variacions no previstes podrien donar lloc a un mal funcionament de tota la planta.

Per a realitzar aquest control es duu a terme un llaç de control feedback, en el qual es mesura i s'actua sobre la variable a controlar, la qual és el cabal de tetraclorur de carboni que entra a E202. Per a fer-ho es mesura aquest cabal, s'envia la mesura al controlador i, en funció de si és superior o inferior al desitjat, la vàlvula reguladora augmenta o disminueix la seva obertura.

Taula 3.18. Llista d'instruments del llaç F-FV202-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de F	FE-FV202-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de F	FT-FV202-1	Elèctrica	Camp
Controlador de F	FIC-FV202-1	Elèctrica	Panell
Transductor de F	I/P-FV202-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV-FV202-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E202-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura del corrent d'entrada de reactius al reactor R201.

Variable mesurada: temperatura del corrent d'entrada de reactius al reactor R201 i cabal de vapor d'entrada al bescanviador E202.

Variable manipulada: cabal de vapor d'entrada al bescanviador E202.

Valor de consigna: 150°C.

Tipus de control: Cascada

Objectius i funcionament:

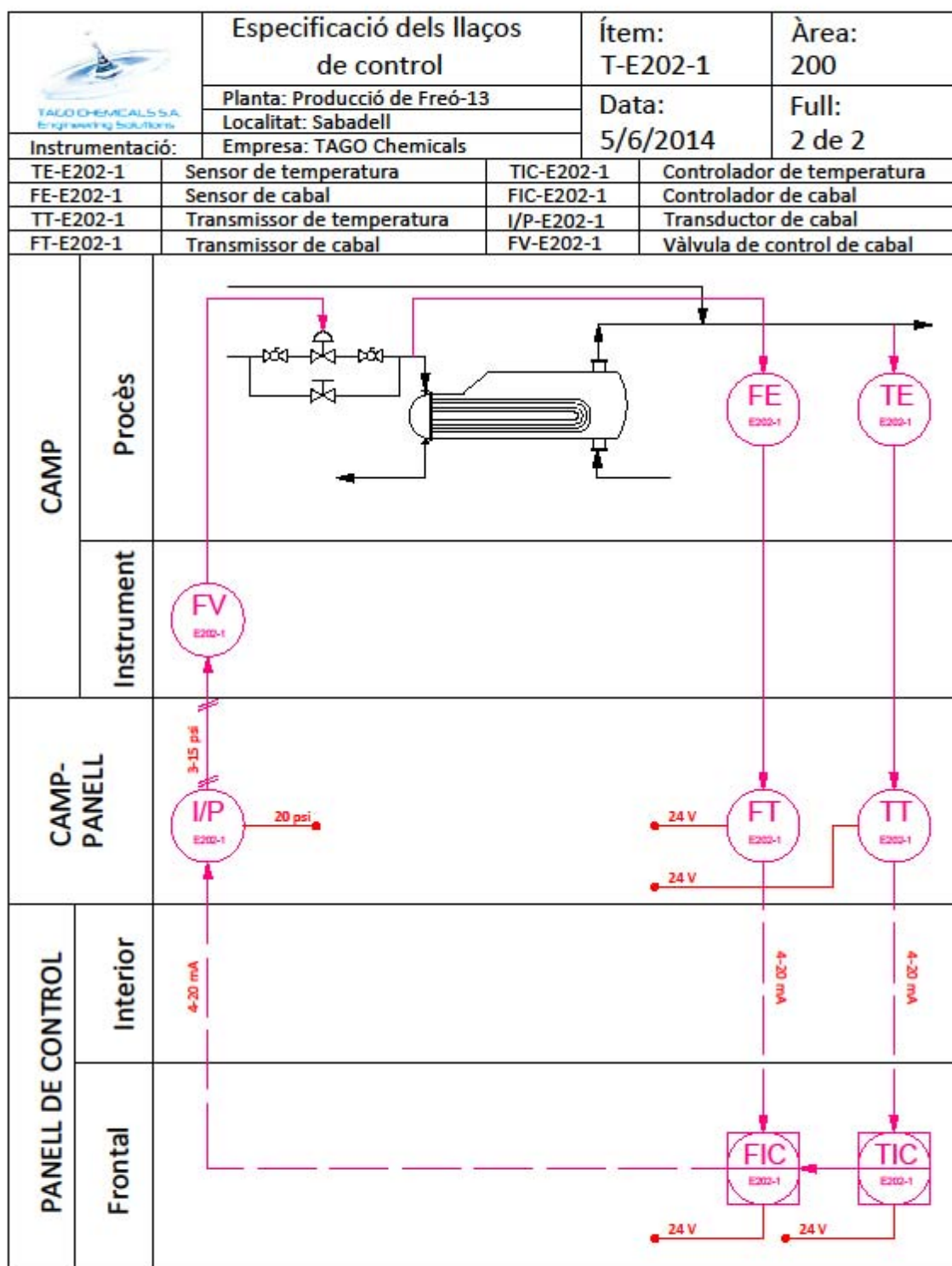
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura del corrent d'entrada al reactor R201. Per a fer-ho es fa servir una configuració en cascada; el llaç primari mesura la temperatura del corrent a controlar i envia el senyal al controlador TIC-R201-1, el qual fixa el set point per al llaç de control secundari. Aquest llaç de control esclau mesura i controla el cabal de vapor que s'està introduint al bescanviador E202, el qual escalfa i evapora el CCl_4 . És important que la temperatura estigui a prop del punt de consigna però cal tenir en compte que petites variacions no serien crítiques ja que el reactor treballa adiabàticament i la conversió no es veuria molt afectada.

S'ha decidit controlar el corrent d'entrada al reactor R201 enlloc del corrent de sortida del bescanviador E201 ja que així es poden corregir les possibles variacions de temperatura que pugui tenir el corrent de HF. Aquest corrent s'escalfa mitjançant un reaprofitament energètic dels gasos de sortida del reactor R201 i, per tant, la seva temperatura a la sortida del bescanviador E201 no està controlada directament.

Taula 3.19. Llista d'instruments del llaç T-E202-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-E202-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-E202-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC-E202-1	Elèctrica	Panell
Sensor de F	FE-E202-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de F	FT-E202-1	Elèctrica	Camp
Controlador de F	FIC-E202-1	Elèctrica	Panell
Transductor de F	I/P-E202-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV-E202-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-R201-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura màxima a l'interior del reactor R201.

Variables mesurades: temperatura a tres punts a l'interior del reactor R201.

Variable manipulada: entrada d'aigua de refrigeració al reactor R201.

Valor de consigna: 250 °C.

Tipus de control: subhasta o auctioneering.

Objectius i funcionament:

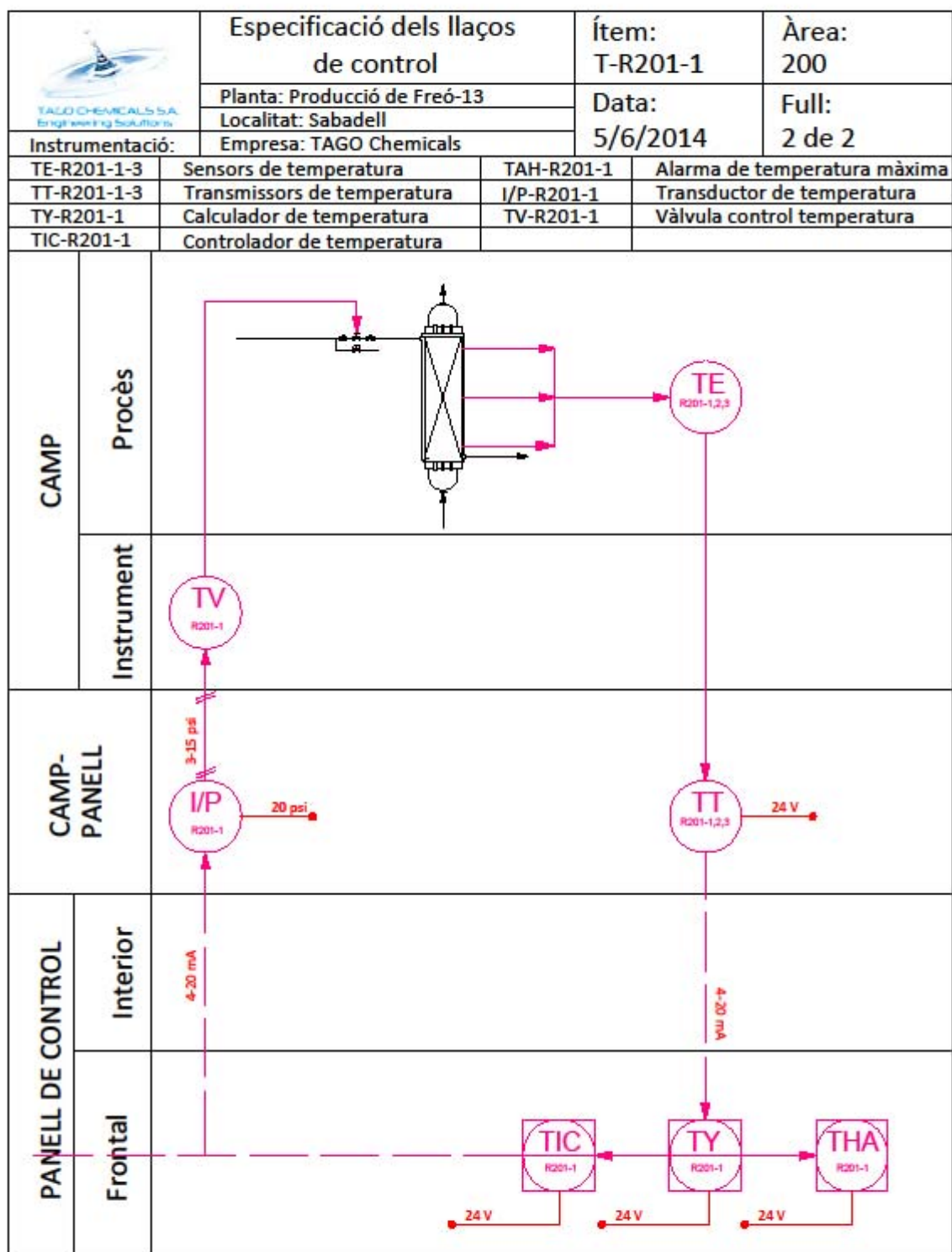
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la temperatura del reactor R201 no augmenti per sobre del valor de seguretat en cap punt. Aquest control és necessari degut a que l'equip és un reactor catalític a l'interior del qual s'hi produeix una reacció molt exotèrmica. Per interessos de conversió i d'aprofitament energètic el reactor opera de manera adiabàtica, de manera que el corrent de sortida està a 250 graus. Al llarg de la longitud dels tubs es formarà un perfil de temperatures, el qual cal monitoritzar ja que en punts on la reacció sigui més ràpida es produirà més calor. En aquestes zones, si no es realitza el control adequat, la temperatura pot pujar per sobre dels valors de seguretat, convertint el reactor en un perill o fent malbé el catalitzador. Cal dir que aquest llaç de control no actua com un controlador sinó com un interruptor d'emergència; el sistema només s'activarà si la temperatura supera un valor límit, moment en el qual el controlador obrirà totalment la vàlvula d'entrada d'aigua de refrigeració a la camisa a fi de resoldre la situació de perill de manera immediata.

Així doncs s'ha realitzat un control en subhasta en el que es mesura la temperatura en tres punts diferents del reactor. Els sensors envien el senyal a un calculador, el qual només envia al controlador la temperatura més elevada. En cas de que aquesta superi el valor màxim fixat el controlador obre totalment la vàlvula d'entrada d'aigua a la camisa; a més s'activa una alarma que avisa l'operador.

Taula 3.20 Llista d'instruments del llaç T-R201-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T (x3)	TE- R201-1,2,3	Elèctrica	Camp
Transmissor de T (x3)	TT- R201-1,2,3	Elèctrica	Camp
Calculador de T	TY-R201-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- R201-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- R201-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- R201-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.4. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 300

Llaç L-DC301-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC301.

Variable mesurada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC301.

Variable manipulada: cabal de sortida per cues de la columna DC301, el qual s'envia al calderí E301.

Valor de consigna: 6,1 m.

Tipus de control: Feedback.

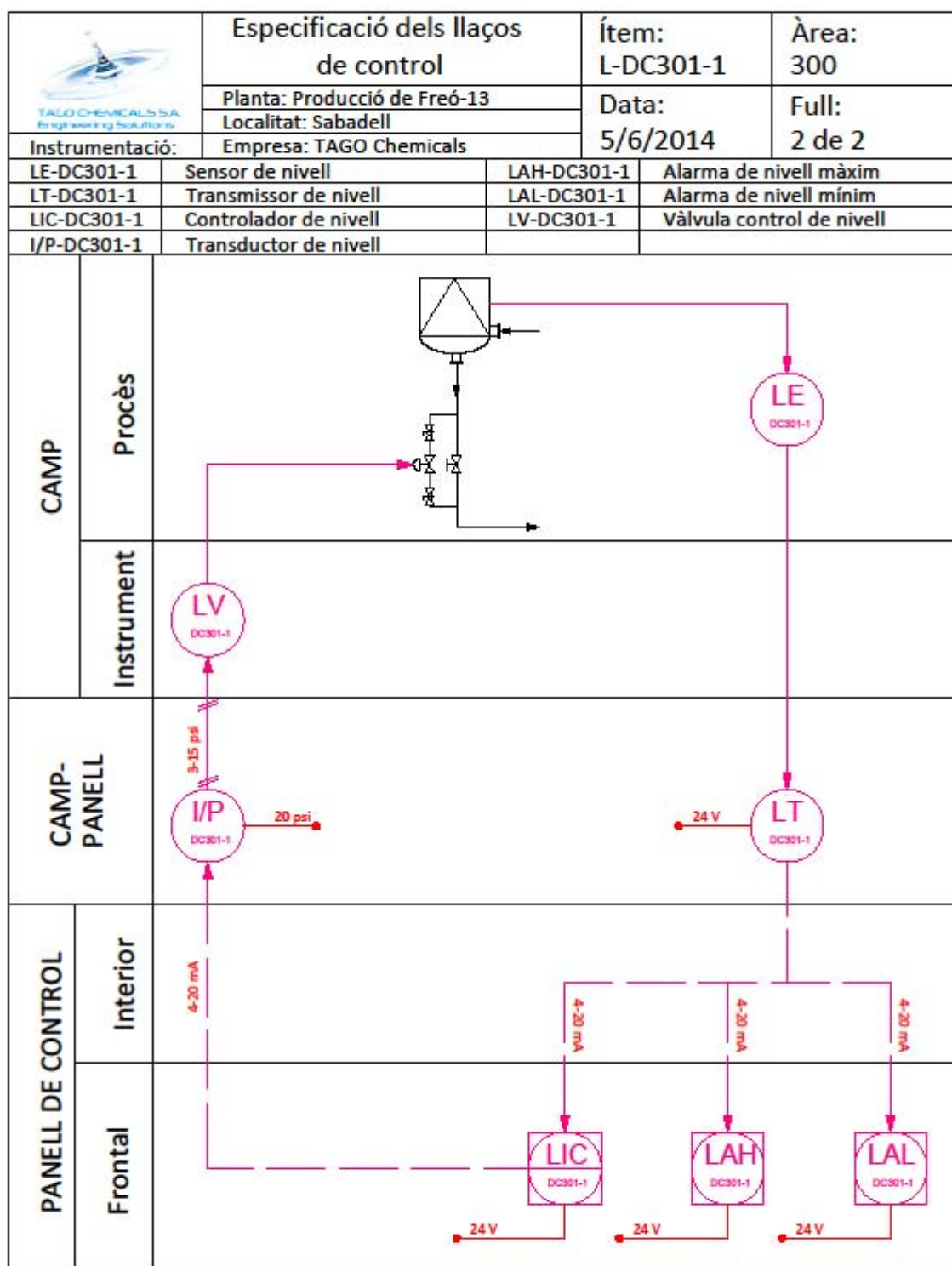
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell de líquid a l'interior de la columna DC301 a fi d'evitar que s'inundi o es quedi seca, ja que aquesta deixaria de realitzar la seva funció de separació i caldria aturar el procés. Si es supera el nivell màxim, un mesurador de nivell situat a l'interior de la columna, LE-DC301-1, ho detecta i envia un senyal al controlador, el qual fa saltar una alarma, LAH-DC301-1, i a més obre la vàlvula de sortida de cues, LV-DC301-1, de manera que el líquid de l'interior passa al calderí. Quan el nivell torna a estar per sota del valor de consigna el sistema torna a situar la vàlvula en la posició d'obertura inicial. El sistema també incorpora una alarma de nivell mínim, LAL-DC301-1; quan aquesta s'activa degut a que el nivell de líquid és inferior al valor mínim el sistema de control tanca la vàlvula LV-DC301-1.

Taula 3.21. Llista d'instruments del llaç L-DC301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-DC301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-DC301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-DC301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-DC301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-DC301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-DC301-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-DC301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-DC301-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del calderí E301.

Variable mesurada: temperatura de sortida del calderí E301.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor a E301.

Valor de consigna: 93°C.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

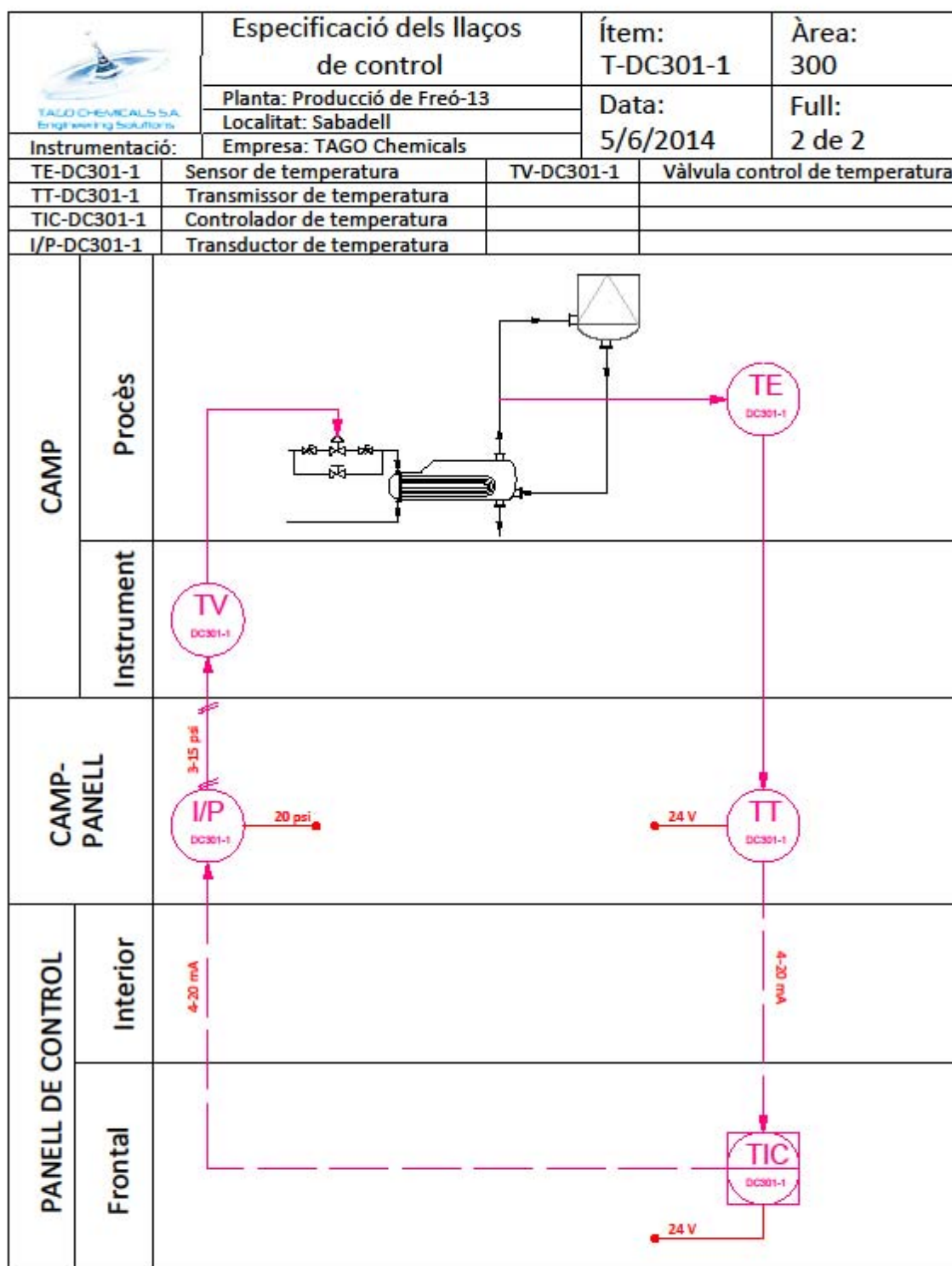
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E301, controlant així la temperatura de cues de la columna DC301, ja que aquest fa la funció de reboiler. Mantenir la temperatura de cues en el punt de consigna és vital per al bon funcionament d'una columna de destil·lació, ja que permet obtenir el producte desitjat. Aquest és CCl_4 pràcticament pur a la temperatura de set point, el qual es recircula i es torna a introduir al reactor R201. Degut a això, és suficient controlar la temperatura de cues per a garantir que la composició del corrent de sortida és la requerida en el procés.

El sensor de temperatura TE-DC301-1 envia les mesures al controlador TC-DC301-1, el qual les compara amb el set point i ordena l'acció a realitzar per l'element final de control. Aquest és una vàlvula, TV-DC301-1, que controla el cabal de vapor que s'introdueix al bescanviador E301, regulant així la temperatura a la que sortiran els corrents de gas i de líquid del calderí.

Taula 3.22. Llista d'instruments del llaç T-E301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- DC301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- DC301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- DC301-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- DC301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç A-DC301-1.

Caracterització:

Variable controlada: composició de sortida per caps de la columna de destil·lació DC301.

Variables mesurades: temperatura i pressió a caps de la columna DC301.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor al condensador E302.

Valor de consigna: 152 KPa/ -4,4°C

Tipus de control: Inferencial.

Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar la composició del corrent que surt per caps de la columna de destil·lació DC301. Per a fer-ho es mesura la pressió i la temperatura del corrent, ja que amb aquestes dades es pot estimar la composició del corrent multicomponent. Les mesures realitzades pels sensors TE-DC301-2 i PE-DC301-1 són enviades a l'element de càlcul AY-DC301-1, el qual estima la composició i la envia al controlador del llaç (AIC-DC301-1). A continuació aquest decideix i ordena l'acció que ha de dur a terme la vàlvula de control, AV-DC301-1, a fi de controlar la composició en el valor de consigna. Aquesta vàlvula és la que regula el cabal de refrigerant que entra al condensador E302, de manera que en funció de la composició calculada és requerirà augmentar o disminuir la fracció del corrent de sortida de la columna que es condensa. Cal tenir en compte que, al condensar només parcialment el corrent, el control realitzat és equivalent a controlar el reflux extern de la columna ja que només la part condensada del corrent es re-circularà.

Taula 3.23. Llista d'instruments del llaç A-DC301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC301-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-DC301-2	Elèctrica	Camp
Sensor de P	PE-DC301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT-DC301-1	Elèctrica	Camp
Calculador de A	AY-DC301-1	Elèctrica	Panell
Controlador de A	AIC-DC301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de A	I/P-DC301-3	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de A	AV-DC301-1	Pneumàtica	Camp



3. Instrumentació i control

Llaç L-T301-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid al tanc T301.

Variable mesurada: nivell del líquid al tanc T301.

Variable manipulada: cabal de sortida del tanc T301, el qual entrarà com a recirculació a la columna DC301.

Valor de consigna: 1,2 m.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

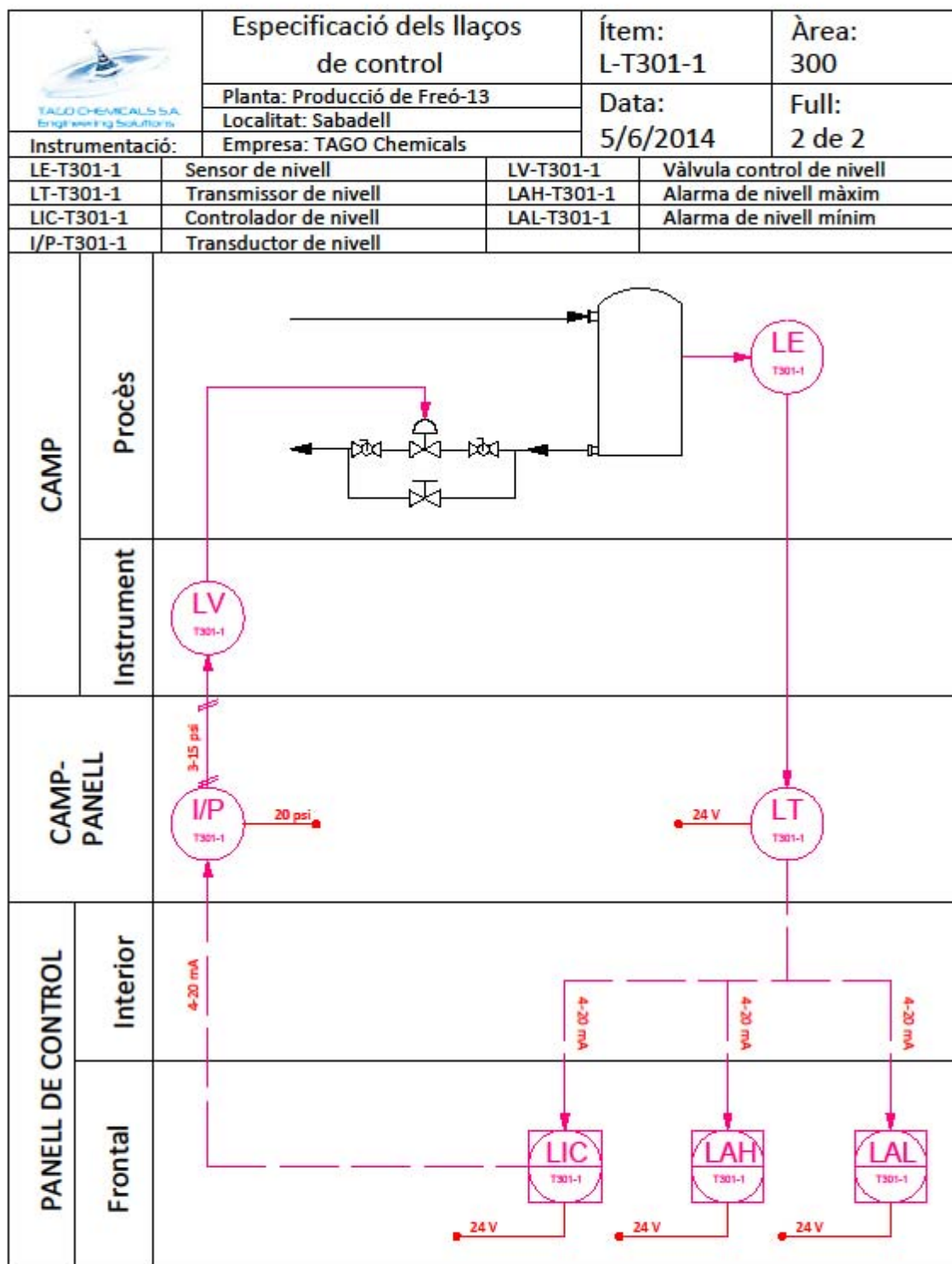
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell del líquid del tanc T301, el qual és l'acumulador de condensats de la columna DC301. Aquest tanc permet regular el cabal de líquid que entra a la columna durant la posada en marxa, a fi de dur el sistema a règim estacionari. Així doncs, com en qualsevol tanc que conté líquids, és necessari tenir un control per a evitar que es pugui vessar o exhaurir el seu contingut, fet que provocaria problemes tant de seguretat com d'operativitat.

D'entrada el sensor de nivell L-T301-1 envia la seva mesura al controlador LIC-T301-1 a través del transmissor LT-T301-1; mentre el valor de l'alçada no superi el valor màxim o mínim el sistema no realitzarà cap acció. En quan ho faci, el controlador ordenarà a la vàlvula de control LV-T301-1 realitzar una acció correctora, obrir o tancar, en funció de si el nivell del líquid es màxim o mínim. A la vegada saltarà la corresponent alarma, LAH o LAL, avisant a l'operador de l'incident.

Taula 3.24 Llista d'instruments del llaç L-T301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-T301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-T301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-T301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-T301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-T301-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-T301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-C301-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la columna de destil·lació DC302.

Variable mesurada: pressió a la columna de destil·lació DC302.

Variable manipulada: potència subministrada al compressor de gasos C301.

Valor de consigna: 1000 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

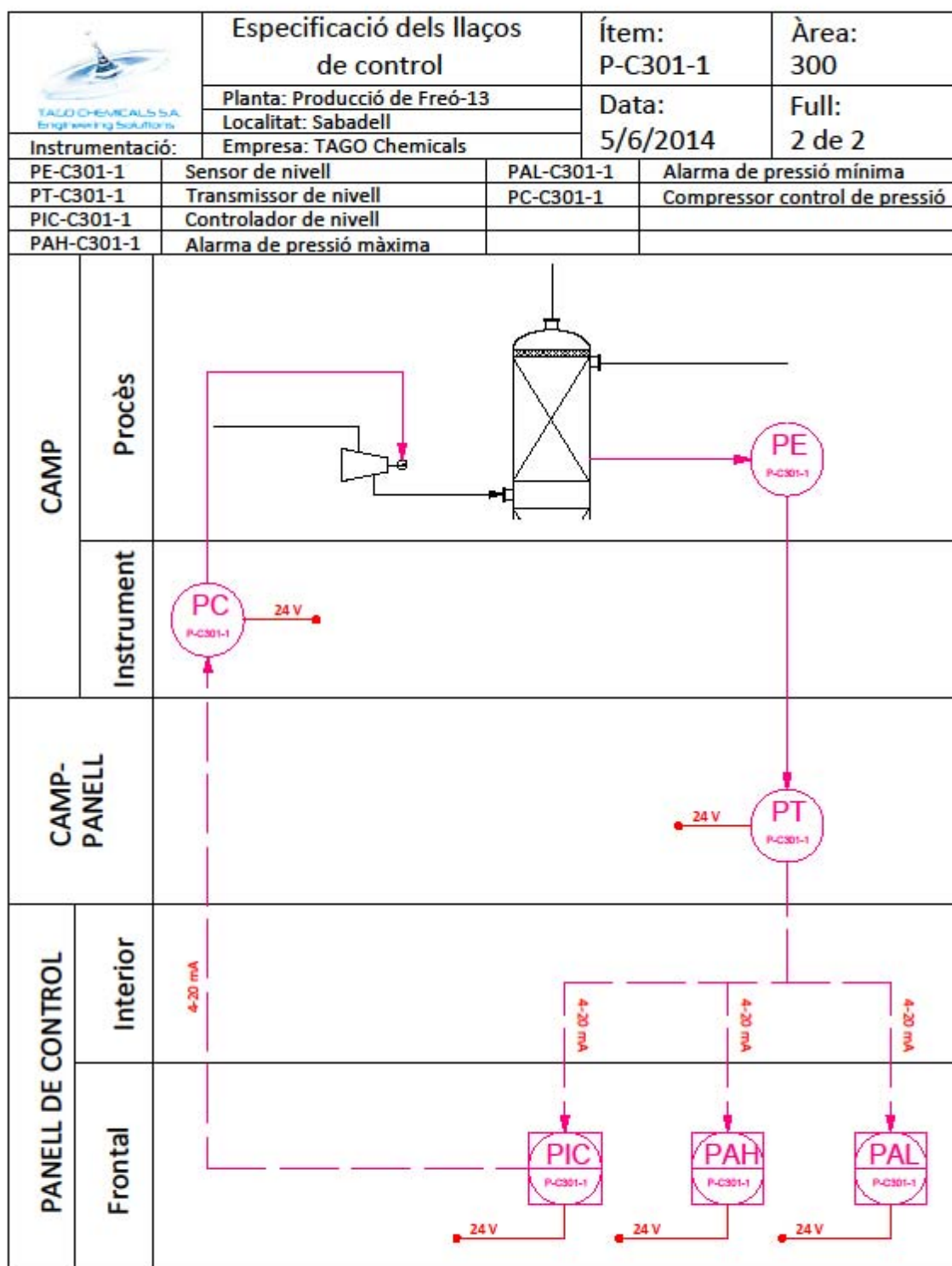
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la pressió a la que opera la columna DC302, la qual ho fa a 1000 KPa. Com que la pressió, juntament amb la temperatura, fixa els equilibris que es tindran a l'interior de la columna, és essencial per al bon funcionament d'aquesta que la pressió es mantingui en el valor de consigna ja que en cas contrari no es podria assolir la separació de disseny, veient-se així afectat tot el procés.

El sensor PE-C301-1 situat a l'interior de la columna, en un punt molt proper a l'entrada de l'aliment, mesura la pressió i envia el senyal al controlador; aquest decideix i ordena l'acció a realitzar pel compressor, augmentant o disminuint la potència en funció de si la pressió detectada és menor o major al set point. A més, el llaç incorpora dues alarmes, una de pressió màxima i una de pressió mínima. Quant aquestes salten, avisen a l'operador, el qual ha de detectar què és el que està fent que el procés s'allunyi del funcionament normal. Aquest punt és important per a garantir la seguretat de la planta ja que, en cas de que la pressió sigui superior a la permesa hi ha risc de que actuï el disc de trencament; mentre que si és massa baixa podria indicar que hi ha alguna fuga dels gasos del procés.

Taula 3.25. Llista d'instruments del llaç P-C301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE- C301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- C301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- C301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxim	PAH- C301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P mínim	PAL- C301-1	Elèctrica	Panell
Compressor	PC-C301-1	Elèctrica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-DC302-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC302.

Variable mesurada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC302.

Variable manipulada: cabal de sortida per cues de la columna DC302, el qual s'envia al calderí E303.

Valor de consigna: 6,8 m

Tipus de control: Feedback.

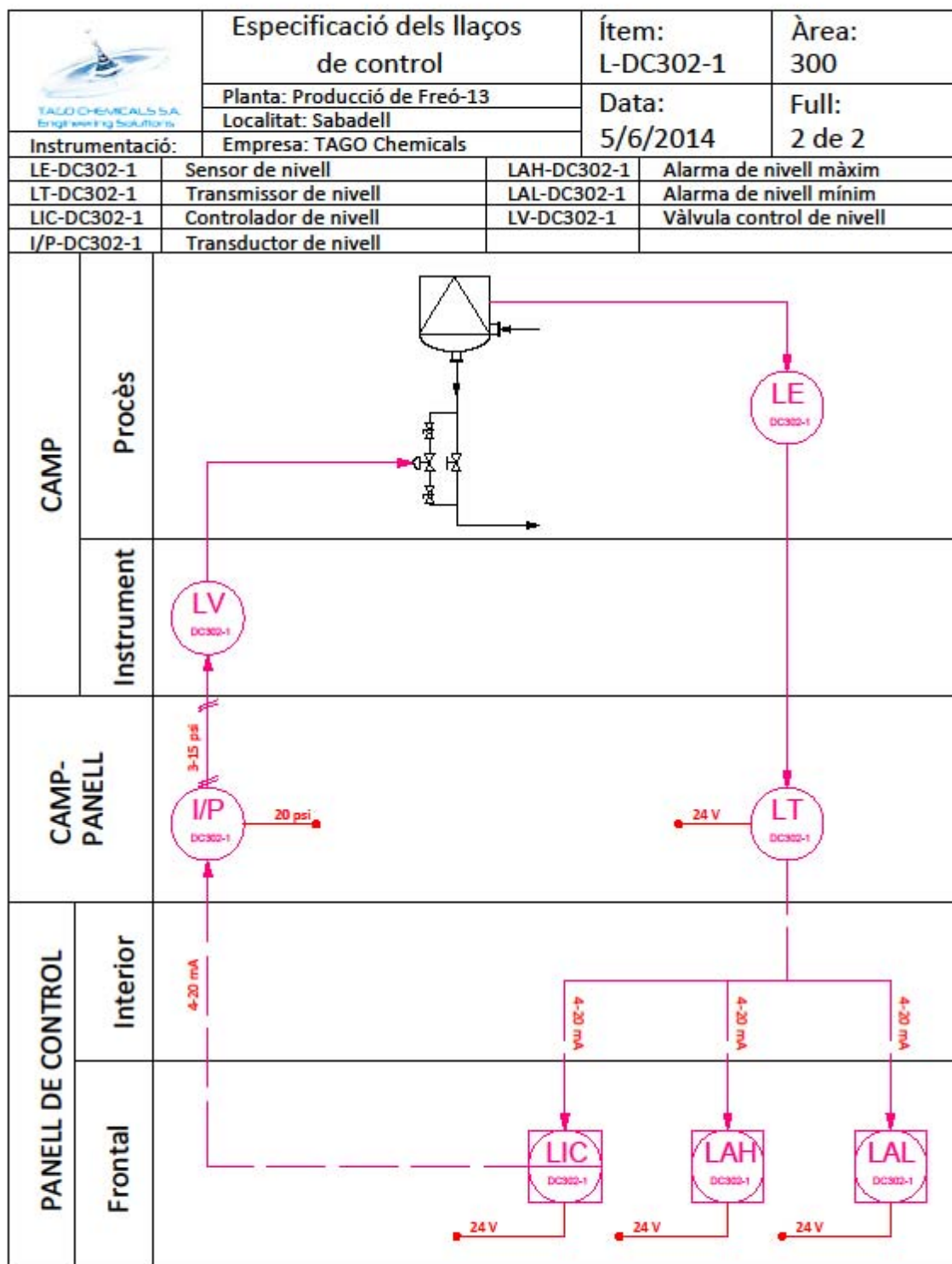
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell de líquid a l'interior de la columna DC302 a fi d'evitar que s'inundi o es quedi seca, ja que aquesta deixaria de realitzar la seva funció de separació i caldria aturar el procés. Si es supera el nivell màxim, un mesurador de nivell situat a l'interior de la columna, LE-DC302-1, ho detecta i envia un senyal al controlador, el qual fa saltar una alarma, LAH-DC302-1, i a més obre la vàlvula de sortida de cues, LV-DC302-1, de manera que el líquid de l'interior passa al calderí. Quan el nivell torna a estar per sota del valor de consigna el sistema torna a situar la vàlvula en la posició d'obertura inicial. El sistema també incorpora una alarma de nivell mínim, LAL-DC302-1; quan aquesta s'activa degut a que el nivell de líquid és inferior al valor mínim el sistema de control tanca la vàlvula LV-DC302-1.

Taula 3.26. Llista d'instruments del llaç L-DC302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-DC302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-DC302-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-DC302-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-DC302-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-DC302-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-DC302-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-DC302-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-DC302-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del calderí E303.

Variable mesurada: temperatura de sortida del calderí E303.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor a E303.

Valor de consigna: 65°C.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

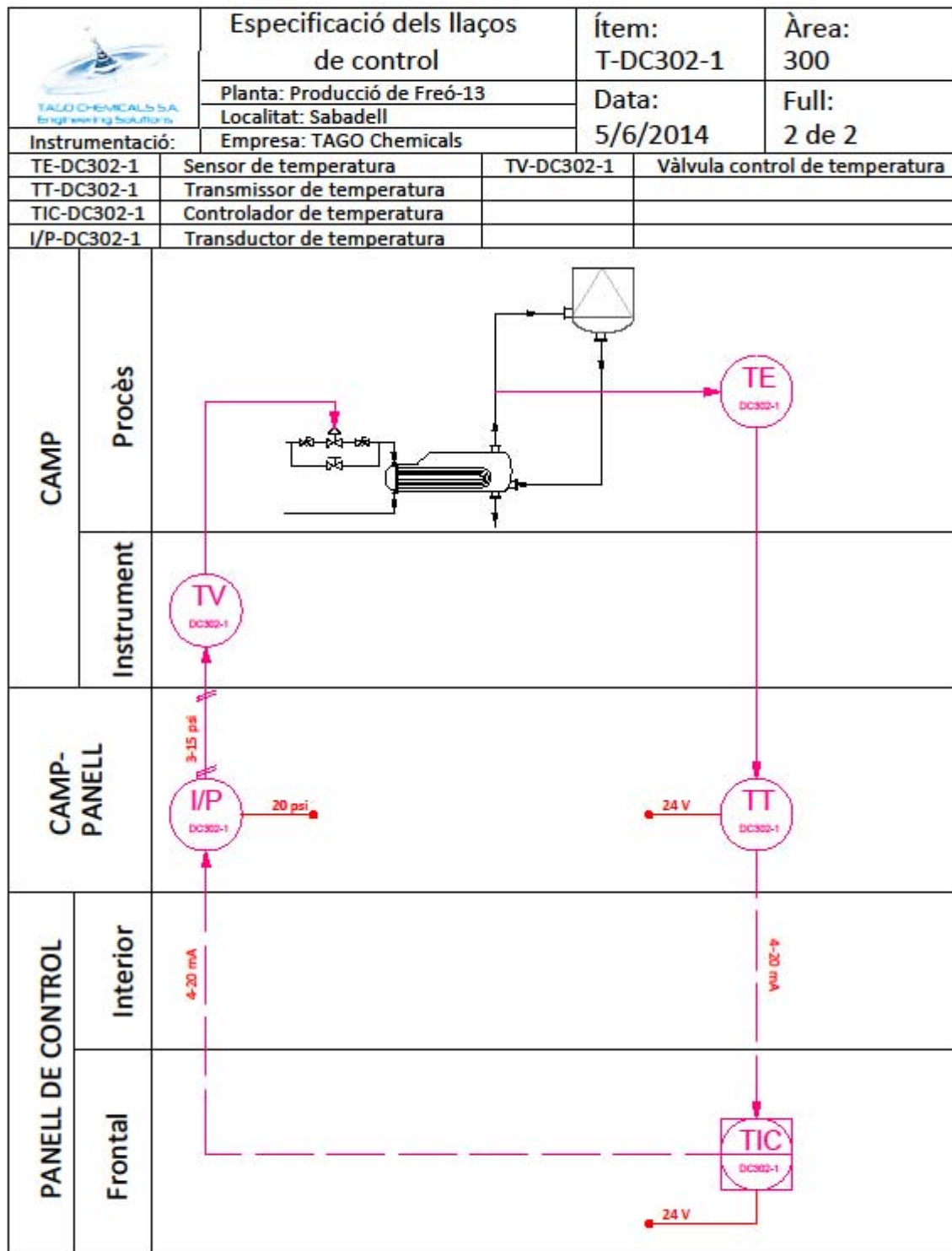
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E303, controlant així la temperatura de cues de la columna DC301, ja que aquest fa la funció de reboiler. Mantenir la temperatura de cues en el punt de consigna és vital per al bon funcionament d'una columna de destil·lació, ja que permet obtenir el producte desitjat. Aquest consisteix en una mescla de freó 11, 12 i àcid fluorhídric, la qual és bastant menys volàtil que la que formen el freó 13 i el clorhídric anhidre que surten per caps. Degut a això, la separació a la pressió d'operació de 1000 KPa és bona i és adequat controlar la temperatura de cues per a mantenir la composició desitjada d'aquest corrent.

El sensor de temperatura TE-DC302-1 envia les mesures al controlador TC-DC302-1, el qual les compara amb el set point i ordena l'acció a realitzar per l'element final de control. Aquest és una vàlvula, TV-DC302-1, que controla el cabal de vapor que s'introdueix al bescanviador E303, regulant així la temperatura a la que sortiran els corrents de gas i de líquid del calderí.

Taula 3.27. Llista d'instruments del llaç T-DC302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- DC302-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- DC302-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- DC302-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- DC302-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç A-DC302-1.

Caracterització:

Variable controlada: composició de sortida per caps de la columna de destil·lació DC302.

Variables mesurades: temperatura i pressió a caps de la columna DC302.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor al condensador E304.

Valor de consigna: 1050 KPa/ -30°C.

Tipus de control: Feedback.

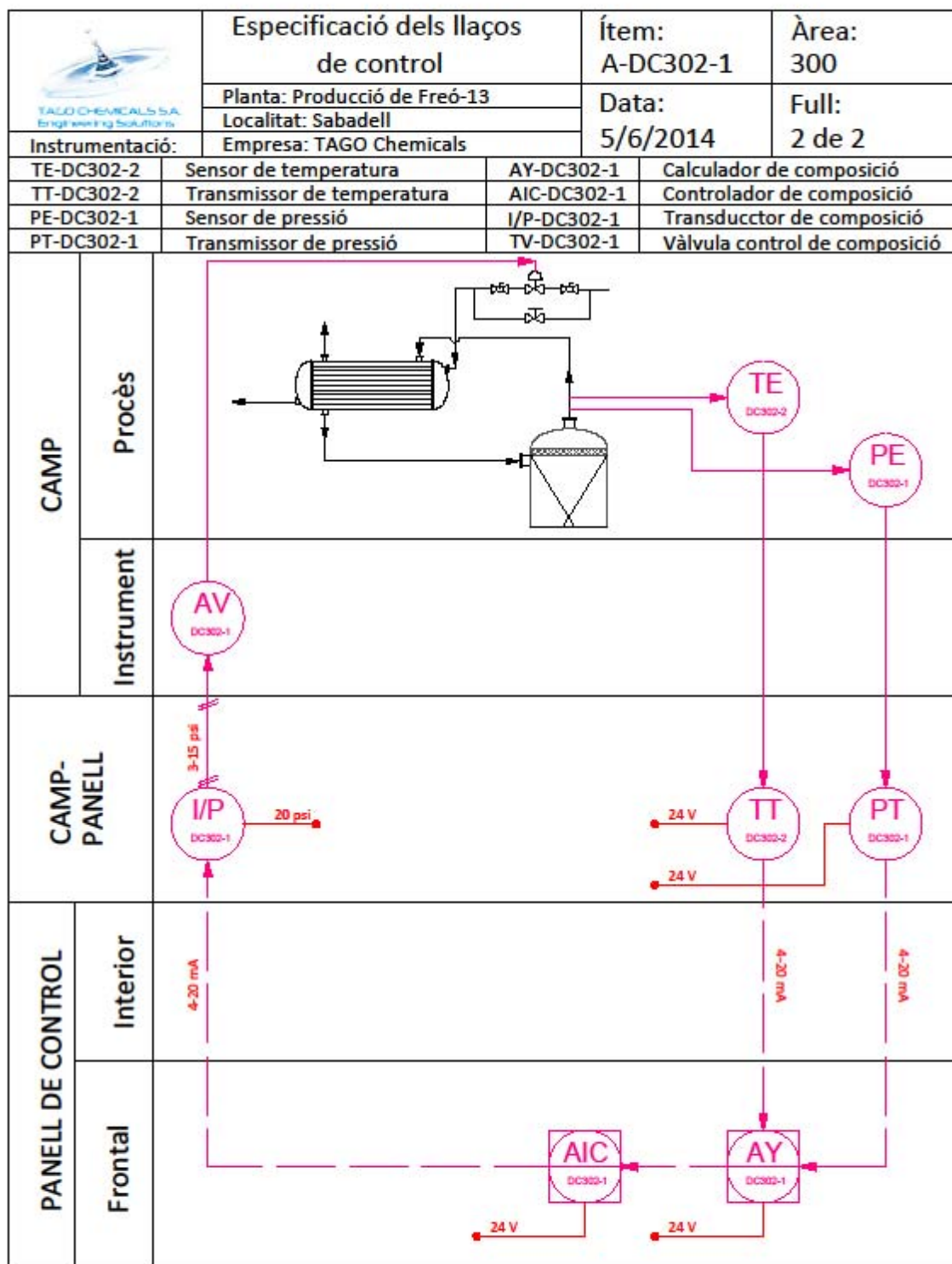
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar la composició del corrent que surt per caps de la columna de destil·lació DC302. Per a fer-ho es mesura la pressió i la temperatura del corrent, ja que amb aquestes dades es pot estimar la composició del corrent multi-component. Les mesures realitzades pels sensors TE-DC302-2 i PE-DC302-1 són enviades a l'element de càlcul AY-DC302-1, el qual estima la composició i la envia al controlador del llaç (AIC-E302-1). A continuació aquest decideix i ordena l'acció que ha de dur a terme la vàlvula de control, AV-E302-1, a fi de controlar la composició en el valor de consigna. Aquesta vàlvula és la que regula el cabal de refrigerant que entra al condensador E304, de manera que en funció de la composició calculada és requerirà augmentar o disminuir la fracció del corrent de sortida de la columna que es condensa. Cal tenir en compte que, al condensar només parcialment el corrent, el control realitzat és equivalent a controlar el reflux extern de la columna ja que només la part condensada del corrent es recircularà.

Taula 3.28. Llista d'instruments del llaç A-DC302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC302-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-DC302-2	Elèctrica	Camp
Sensor de P	PE-DC302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT-DC302-1	Elèctrica	Camp
Calculador de A	AY-DC302-1	Elèctrica	Panell
Controlador de A	AIC-DC302-1	Elèctrica	Panell
Transductor de A	I/P-DC302-3	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de A	AV-DC302-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-T302-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid al tanc T302.

Variable mesurada: nivell del líquid al tanc T302.

Variable manipulada: cabal de sortida del tanc T302, el qual entrarà com a recirculació a la columna DC302.

Valor de consigna: 1,2 m

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

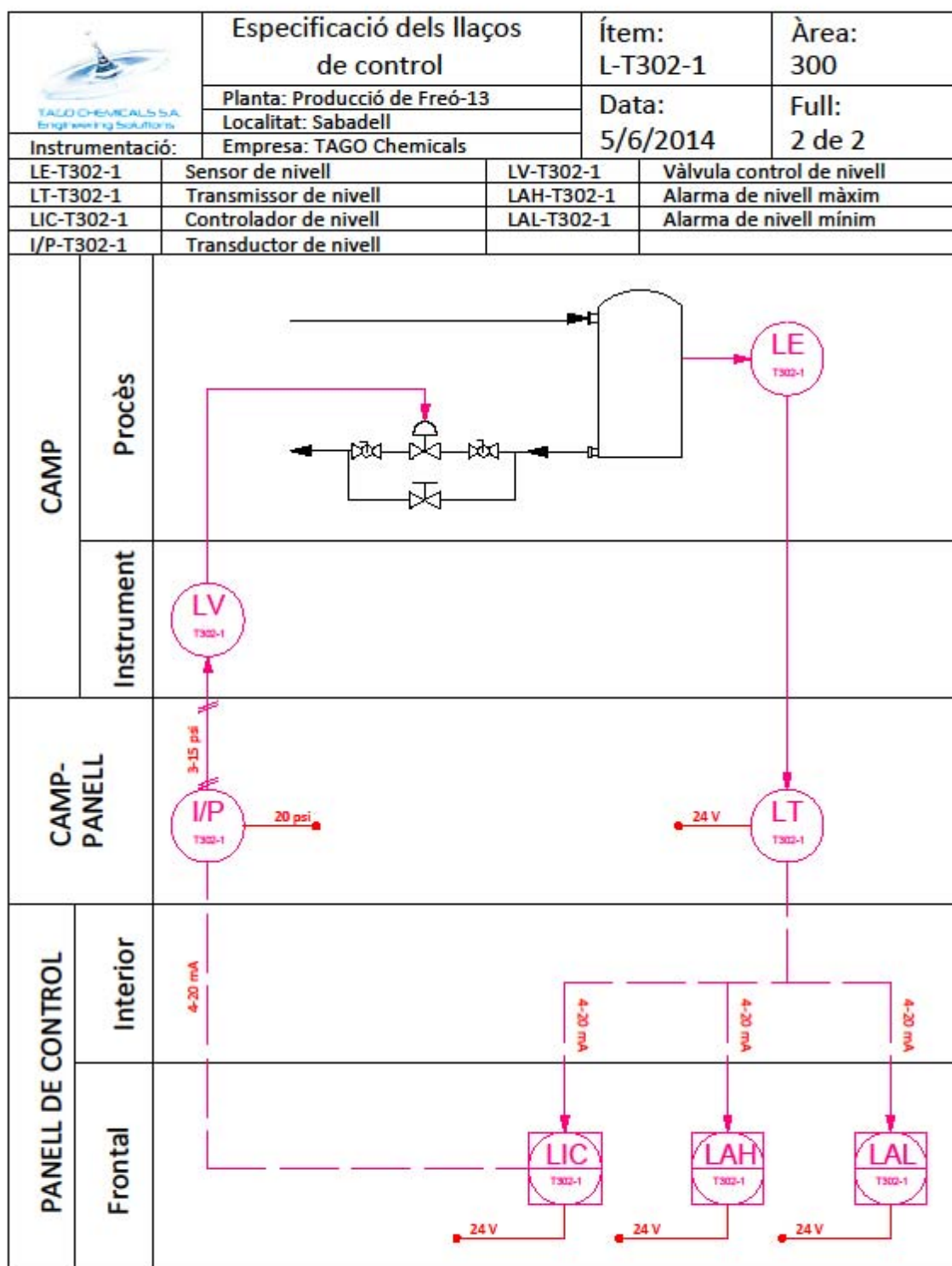
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell del líquid del tanc T302, el qual és l'acumulador de condensats de la columna DC302. Aquest tanc permet regular el cabal de líquid que entra a la columna durant la posada en marxa, a fi de dur el sistema a règim estacionari. Així doncs, com en qualsevol tanc que conté líquids, és necessari tenir un control per a evitar que es pugui vessar o exhaurir el seu contingut, fet que provocaria problemes tant de seguretat com d'operativitat.

D'entrada el sensor de nivell L-T302-1 envia la seva mesura al controlador LIC-T302-1 a través del transmissor LT-T302-1; mentre el valor de l'alçada no superi el valor màxim o mínim el sistema no realitzarà cap acció. En quan ho faci, el controlador ordenarà a la vàlvula de control LV-T302-1 realitzar una acció correctora, obrir o tancar, en funció de si el nivell del líquid es màxim o mínim. A la vegada saltarà la corresponent alarma, LAH o LAL, avisant a l'operador de l'incident.

Taula 3.29. Llista d'instruments del llaç L-T302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-T302-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-T302-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-T302-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-T302-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-T302-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-T302-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-PV301-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV301.

Variable mesurada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV301.

Variable manipulada: obertura de la vàlvula d'expansió PV301.

Valor de consigna: 300 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

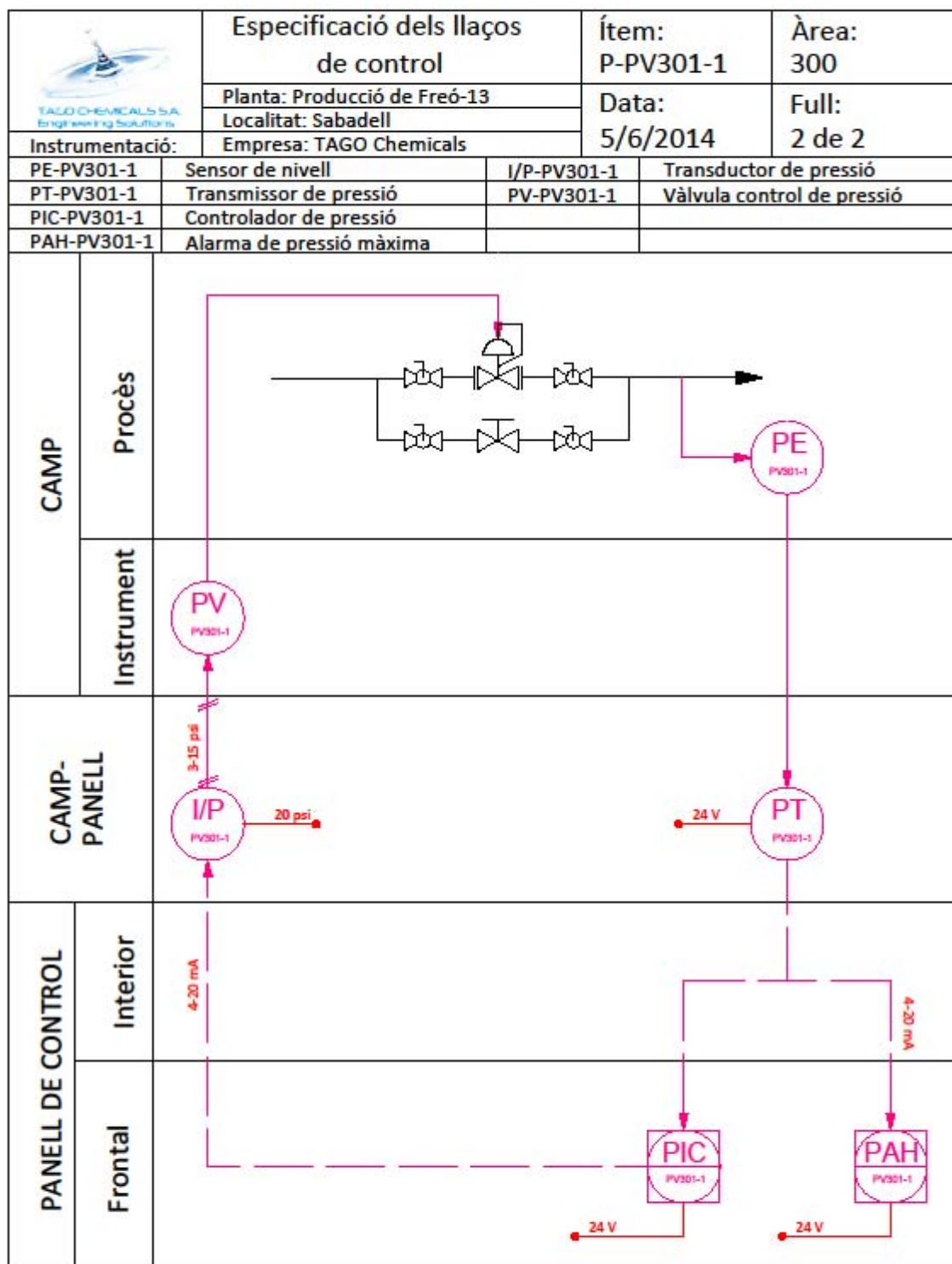
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la pressió del corrent provinent de caps de la columna DC-302 es redueixi fins a 300KPa. És molt important aquest control ja que el corrent arriba a l'equip d'expansió a unes deu atmosferes; en cas de no reduir la pressió de manera suficient podrien produir-se situacions perilloses i fer-se malbé equips com la columna d'absorció AC301, la qual només està dissenyada per a operar a tres atmosferes.

El control es realitza mitjançant un llaç en feedback, en el qual d'entrada es mesura la pressió, amb el sensor PE-PV301-1, a la sortida de la vàlvula d'expansió. A continuació la senyal s'envia al controlador el qual decideix, en funció de si la pressió és superior o inferior a la de consigna, tancar o obrir més la vàlvula d'expansió. A més, el sistema incorpora una alarma de valor màxim, la qual avisa l'operador en cas de que la pressió a la sortida sigui superior a un valor fixat de seguretat.

Taula 3.30. Llista d'instruments del llaç P-PV301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE-PV301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- PV301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- PV301-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxima	PAH- PV301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de P	I/P- PV301-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de P	PV- PV301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E306-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura a la sortida del bescanviador E306.

Variables mesurades: temperatura a la sortida del bescanviador E306.

Variable manipulada: cabal de vapor d'aigua que entra al bescanviador E306.

Valor de consigna: 25°C.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la temperatura a la sortida del bescanviador E306 sigui l'adequada. Aquest control permet que el rendiment de l'absorció que es produeix a continuació sigui el de disseny; a més, per motius de seguretat és important que el corrent no estigui massa calent ja que l'absorció és un procés molt exotèrmic.

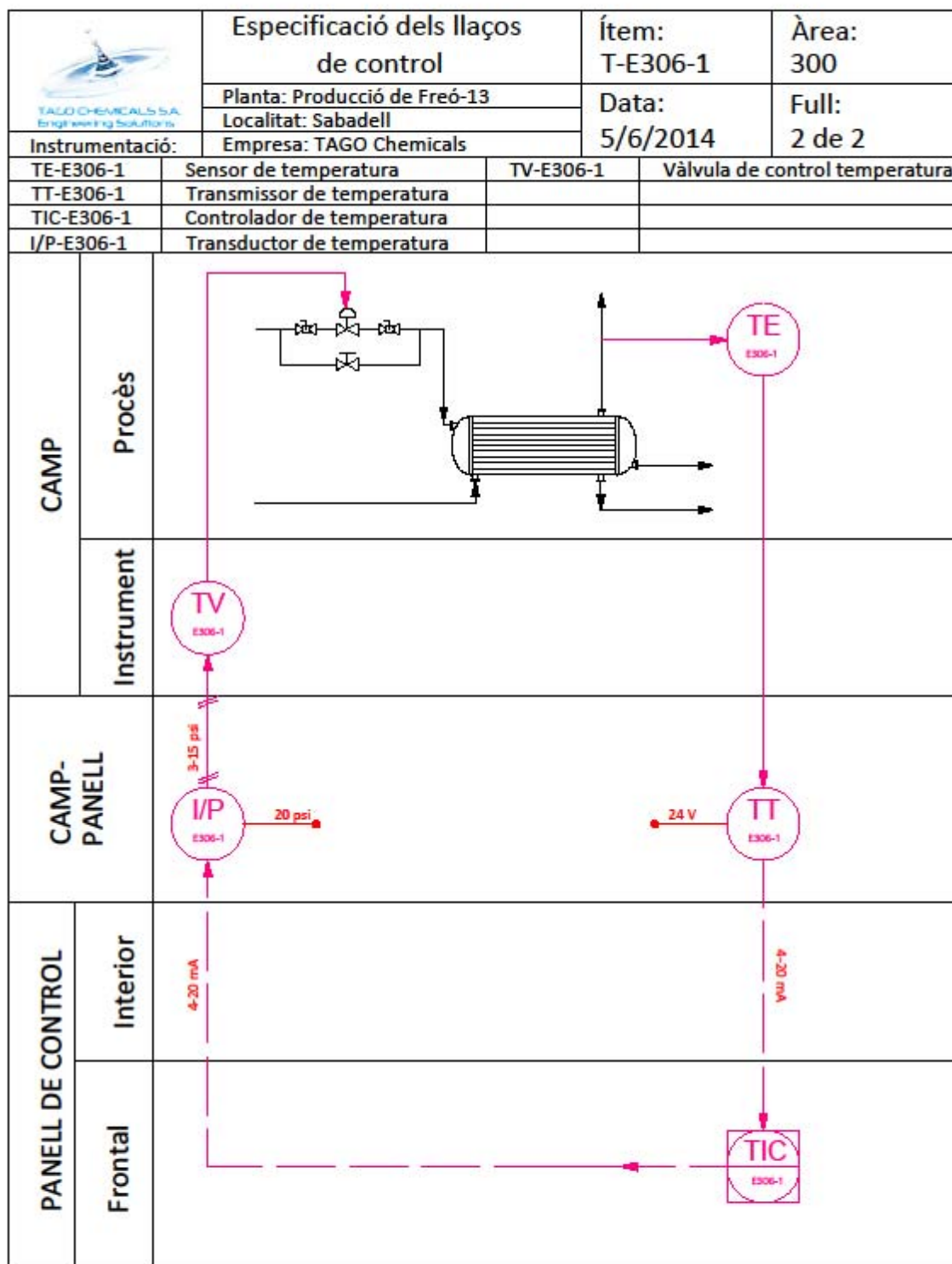
És important remarcar que el corrent d'entrada al bescanviador pot patir variacions en la temperatura al llarg de l'operació degut a que prové del bescanviador E305, el qual s'escalfa mitjançant un reaprofitament energètic, i d'una expansió on passa de 10 a 3 atmosferes. Aquest llaç permet, a la vegada que escalfa el corrent, corregir aquestes possibles variacions abans d'entrar a l'absorbidor.

Així doncs, s'ha realitzat un control en feedback en que es mesura la temperatura a la sortida del bescanviador i s'envia el senyal al controlador. Aquest processa la informació rebuda i envia una ordre a la vàlvula de control, la qual controla el cabal de vapor que entra a l'equip i, per tant, controla el calor subministrat al corrent de procés.

Taula 3.31. Llista d'instruments del llaç T-E306-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE- E306 -1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- E306 -1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- E306 -1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- E306 -1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- E306 -1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç FF-AC301-1.

Caracterització:

Variable controlada: relació de cabals procés-aigua a la columna d'absorció AC301.

Variables mesurades: cabal de gas a processar a l'absorbidor AC301 i cabal d'aigua que s'hi introdueix.

Variable manipulada: cabal d'aigua que entra a l'absorbidor AC301.

Valor de consigna: relació aigua/ procés de 2.

Tipus de control: Proporcional o *ratio* en cascada .

Objectius i funcionament:

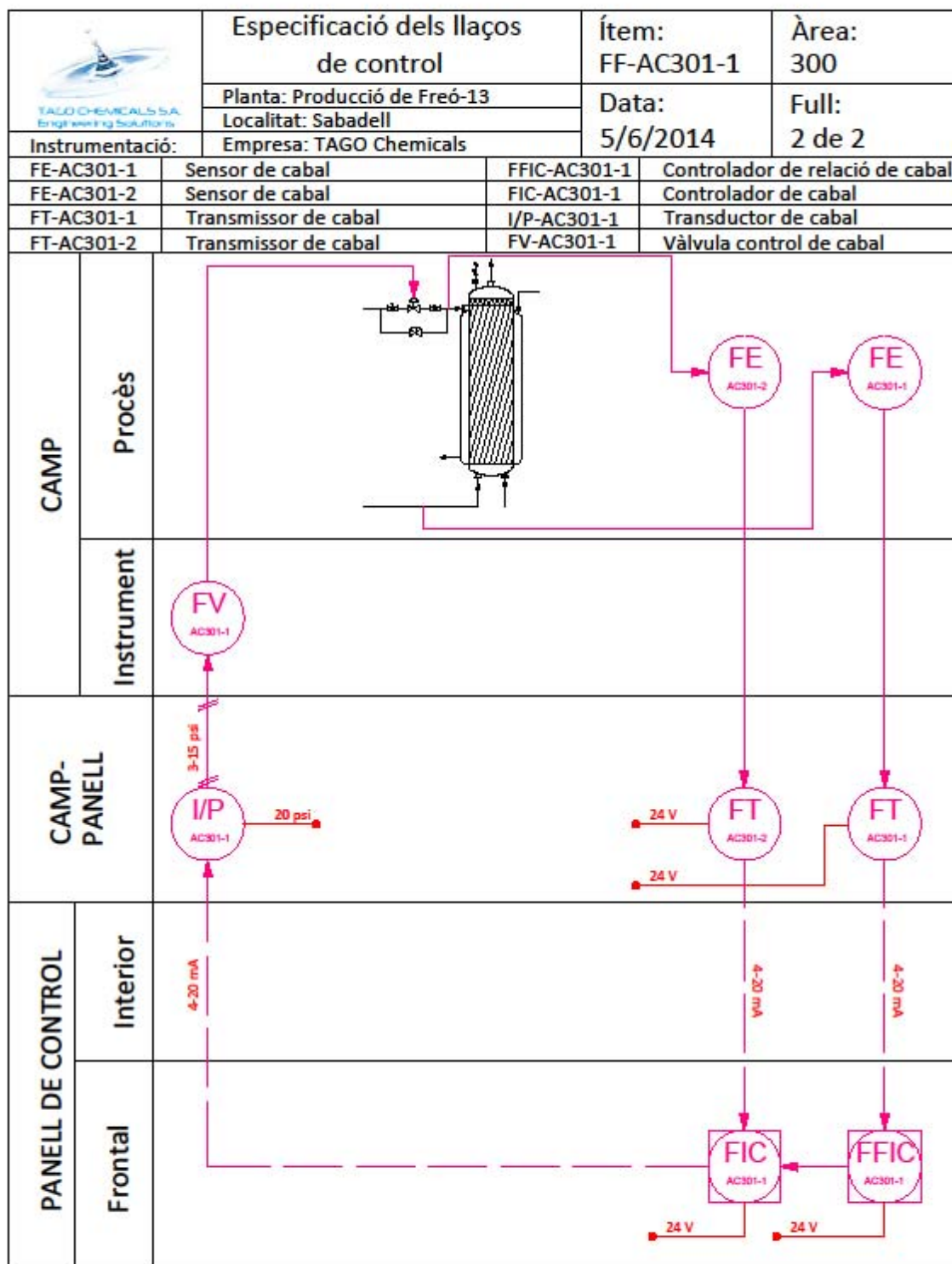
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la relació entre el cabal de procés que entra a l'absorbidor per a ser tractat i l'aigua que entra per a absorbir l'àcid clorhídric sigui l'adequada. Això permet la separació desitjada i l'obtenció una dissolució d'àcid en aigua de composició comercial (30% en pes).

Aquest control es duu a terme mitjançant un control de *ratio* en cascada de manera que es tenen dos llaços de control, un primari i un esclau. El primari o *master* s'encarrega de mesurar el cabal del corrent a processar, també anomenat corrent lliure, i de determinar, a partir de la mesura realitzada, quin cabal d'aigua es requerirà per a mantenir la proporció especificada en el set point. Així doncs el controlador primari fixa valor de consigna per al llaç secundari o esclau, el qual s'encarregarà de garantir que el cabal d'aigua que entra a la columna AC301 és l'especificat pel primer controlador, el qual garanteix la relació de cabals adequada. Per a fer-ho es mesura el corrent d'aigua, FE-AC301-2, i s'actua sobre la vàlvula de control FV-AC301-1 que el regula.

Taula 3.32. Llista d'instruments del llaç FF-AC301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de F	FE-AC301-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de F	FT-AC301-1	Elèctrica	Camp
Controlador de FF	FFIC-AC301-1	Elèctrica	Panell
Controlador de F	FIC-AC301-1	Elèctrica	Panell
Sensor de F	FE-AC301-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de F	FT-AC301-2	Elèctrica	Camp
Transductor de F	I/P-AC301-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV-AC301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-AC301-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura màxima a la columna d'absorció AC301.

Variables mesurades: temperatura a quatre punts diferents al llarg de la columna d'absorció AC301.

Variable manipulada: cabal d'aigua provinent de la torre de refrigeració que entra a la camisa de l'absorbidor AC301.

Valor de consigna: 65°C.

Tipus de control: Subhasta o *auctioneering* i feedback.

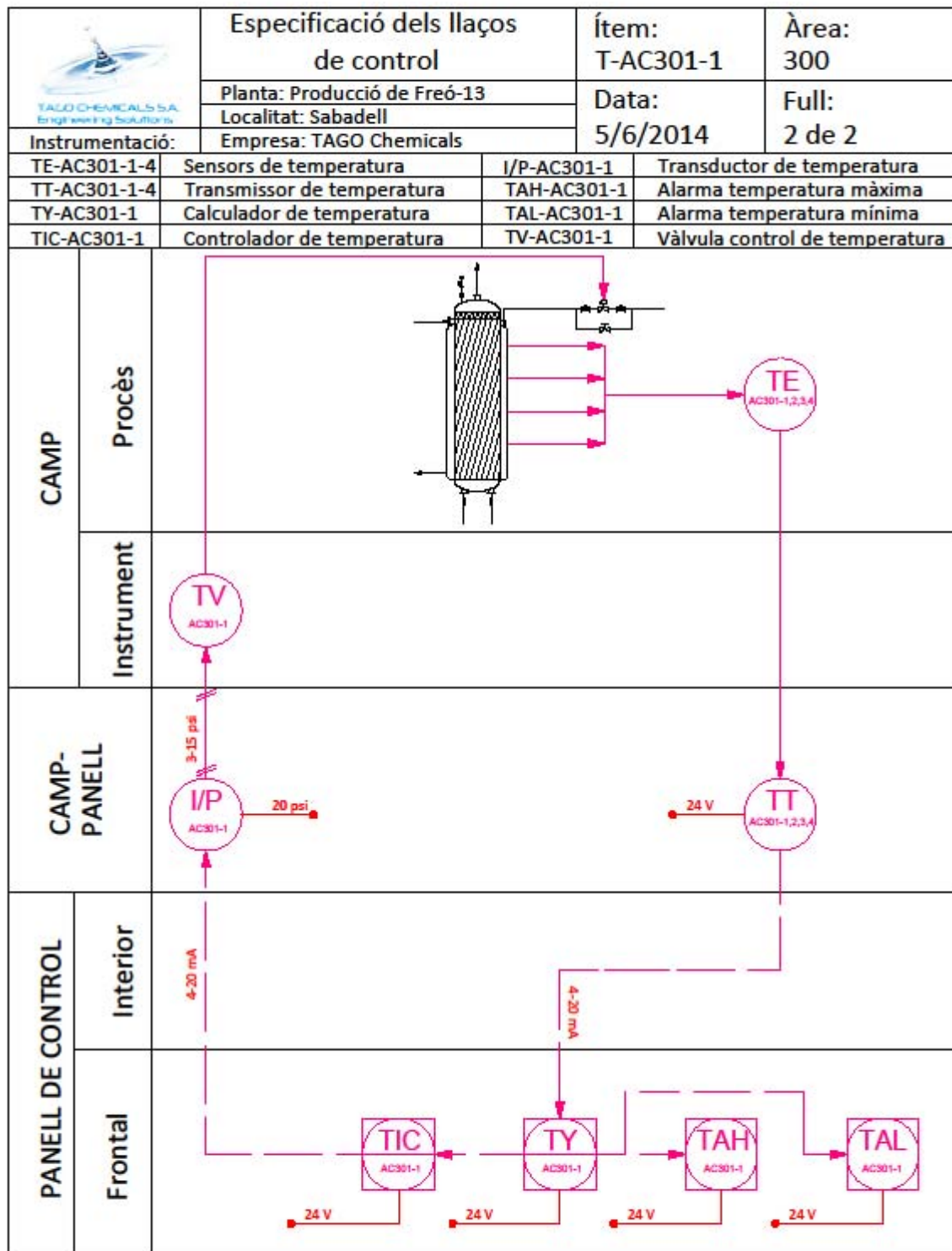
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar que en cap punt de l'absorbidor AC301 es superi la temperatura màxima de consigna. Aquest control és molt important a nivell de seguretat ja que l'absorció de l'àcid clorhídric en aigua és molt exotèrmica, arribant a vaporitzar-se en cas de no realitzar un control adequat. Degut a això s'ha fet servir quatre sensors de temperatura distribuïts al llarg de l'absorbidor, a fi de realitzar un control en subhasta per a aquest llaç. Així doncs, un element calculador, TY-AC301-1, rep les diverses mesures de temperatura de la columna i només envia al controlador TIC-AC301-1 la més alta. A continuació aquest la compara amb el valor de consigna i en funció de si es superior o inferior regula l'entrada d'aigua de refrigeració a la camisa mitjançant la vàlvula de control TV-AC301-1.

Taula 3.33. Llista d'instruments del llaç T-AC301-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T (x4)	TE-AC301-1,2,3,4	Elèctrica	Camp
Transmissor de T (x4)	TT-AC301-1,2,3,4	Elèctrica	Camp
Calculador de T	TY-AC301-1	Elèctrica	Panell
Controlador de T	TIC-AC301-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P-AC301-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV-AC301-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E307-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida al bescanviador E307.

Variables mesurades: temperatura de sortida al bescanviador E307.

Variable manipulada: cabal de vapor que entra al bescanviador E307 com a fluid calent.

Valor de consigna: 104°C.

Tipus de control: feedback

Objectius i funcionament:

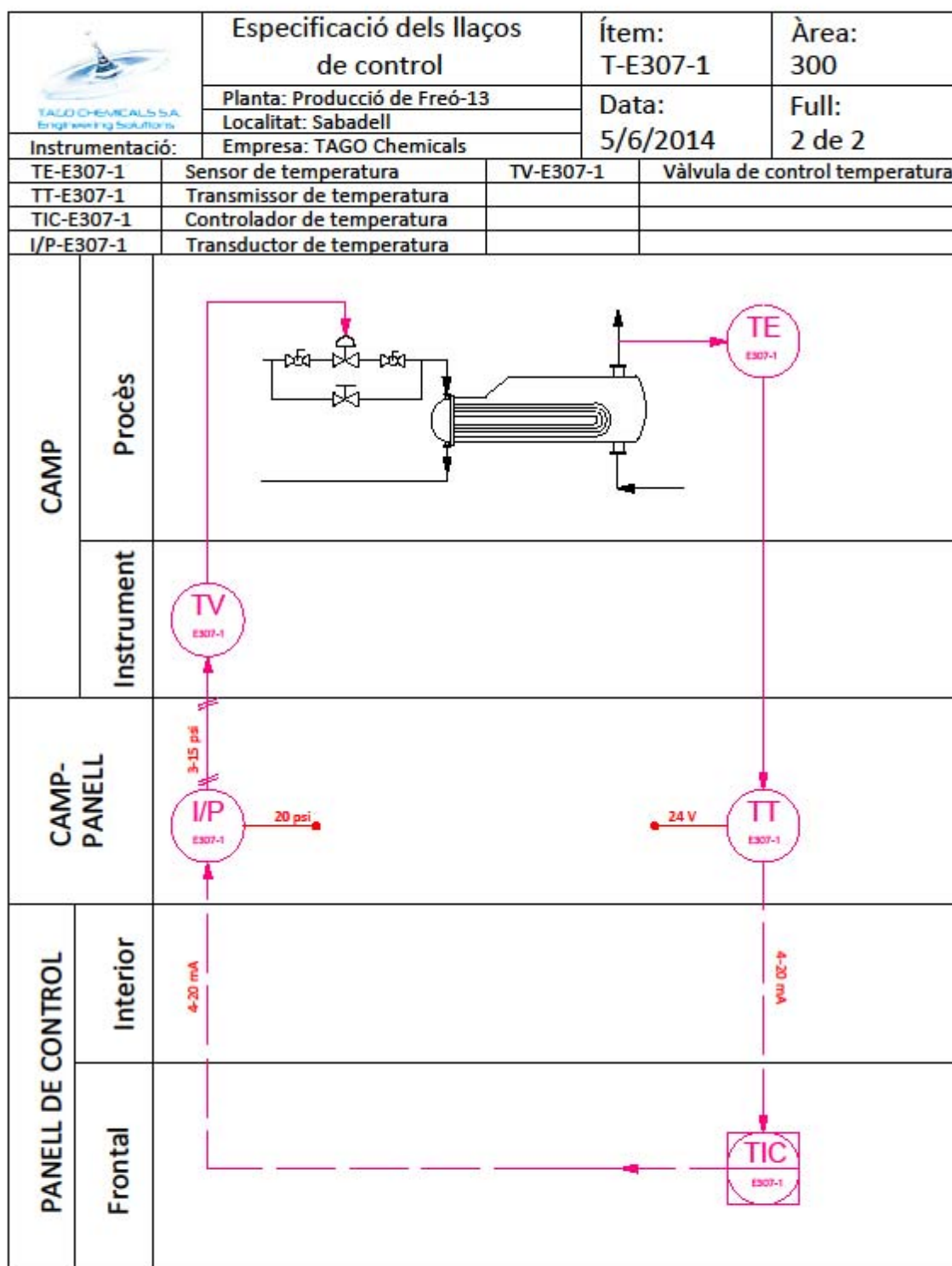
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la temperatura del corrent de sortida del bescanviador E-307 sigui l'adequada, situació en la que s'haurà vaporitzat tot el corrent. És important que això es compleixi ja que a continuació el corrent entra a una vàlvula d'expansió i és important que no hi condensi degut a la baixada de temperatura que experimentarà. Per a que no es produeixi el fenomen esmentat cal que el vapor estigui suficientment sobreescalfat.

Per a realitzar aquest control s'ha dut a terme un llaç feedback, en el qual es mesura la temperatura del corrent de procés a la sortida del bescanviador E307, que és la variable controlada. El mesurador envia el senyal al controlador, gràcies al transmissor, i es decideix l'acció a realitzar; en funció de si la temperatura està per sobre o per sota del set point s'augmentarà o es reduirà el cabal de vapor que s'introdueix a l'equip a través de la vàlvula de control.

Taula 3.34. Llista d'instruments del llaç T-E307-1

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-E307-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-E307-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC-E307-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P-E307-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV-E307-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-PV302-1

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV302.

Variable mesurada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV302.

Variable manipulada: obertura de la vàlvula d'expansió PV302.

Valor de consigna: 300 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

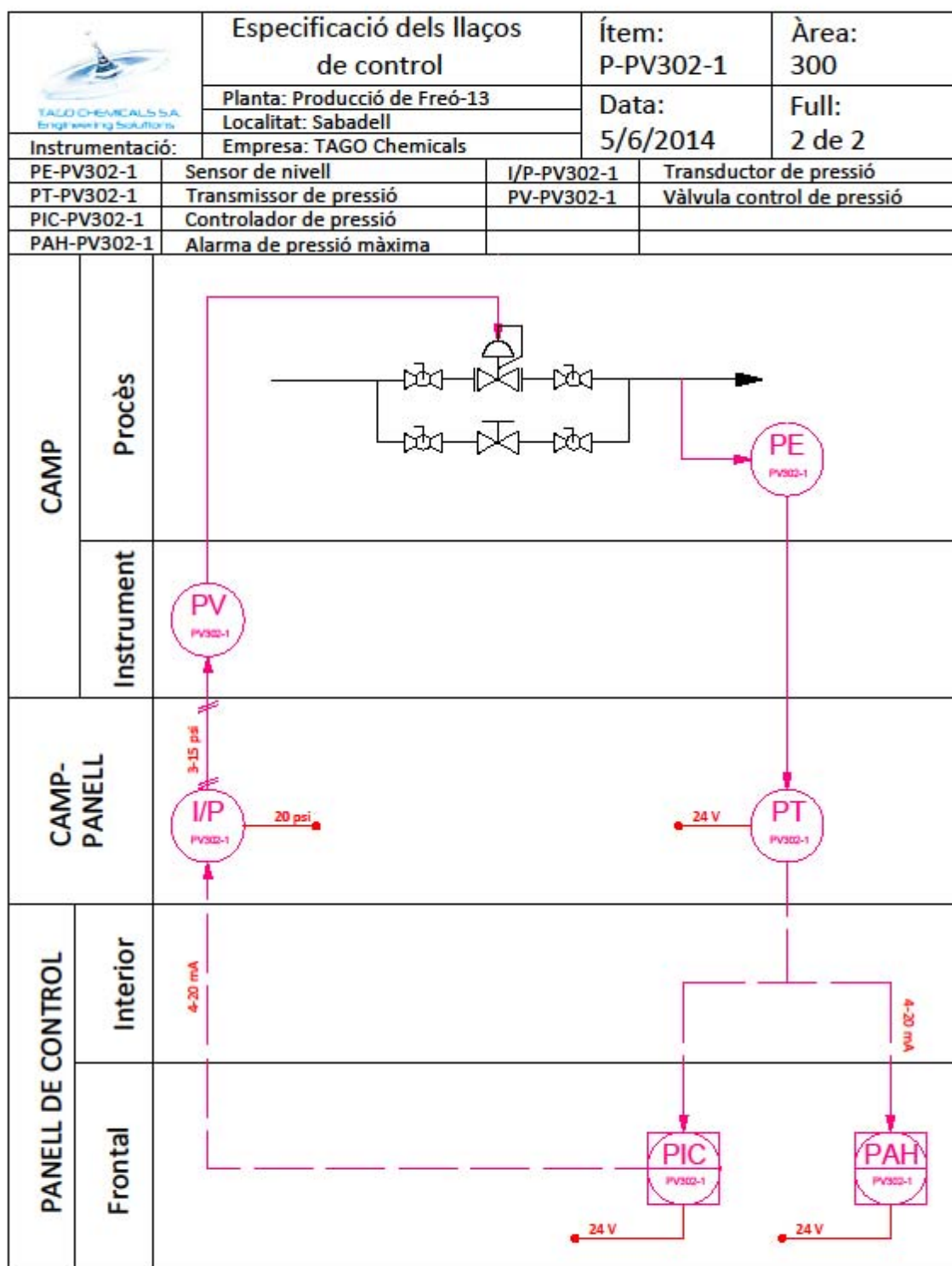
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la pressió del corrent provinent de cues de la columna DC-302 es redueixi fins a 300KPa. És molt important aquest control ja que el corrent arriba a l'equip d'expansió a unes deu atmosferes; en cas de no reduir la pressió de manera suficient podrien produir-se situacions perilloses i fer-se malbé equips com la torre d'adsorció SC-301. Cal tenir en compte que el sòlid emprat en l'adsorbidor és car, cada lot per a omplir una columna costa uns 16000 €, i perd activitat si treballa a pressions elevades. És important doncs, que aquest llaç de control funcioni correctament, tant per motius de seguretat com econòmics.

El control es realitza mitjançant un llaç en feedback, en el qual d'entrada es mesura la pressió, amb el sensor PE-PV302-1, a la sortida de la vàlvula d'expansió. A continuació la senyal s'envia al controlador el qual decideix, en funció de si la pressió és superior o inferior a la de consigna, tancar o obrir més la vàlvula d'expansió. A més, el sistema incorpora una alarma de valor màxim, la qual avisa l'operador en cas de que la pressió a la sortida sigui superior a un valor fixat de seguretat.

Taula 3.35. Llista d'instruments del llaç P-PV302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE-PV302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- PV302-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- PV302-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxima	PAH- PV302-1	Elèctrica	Panell
Transductor de P	I/P- PV302-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de P	PV- PV302-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç K-S301/S302-1.

Caracterització:

Variable controlada: temps d'adsorció/ desadsorció dels equips S301 i S302.

Variable mesurada: temps d'adsorció/ desadsorció dels equips S301 i S302.

Variable manipulada: obertura i tancament de les vàlvules que regulen l'entrada de fluid de procés o de nitrogen als equips adsorbidors S301 i S302.

Valor de consigna: 12 hores.

Tipus de control: tot-res.

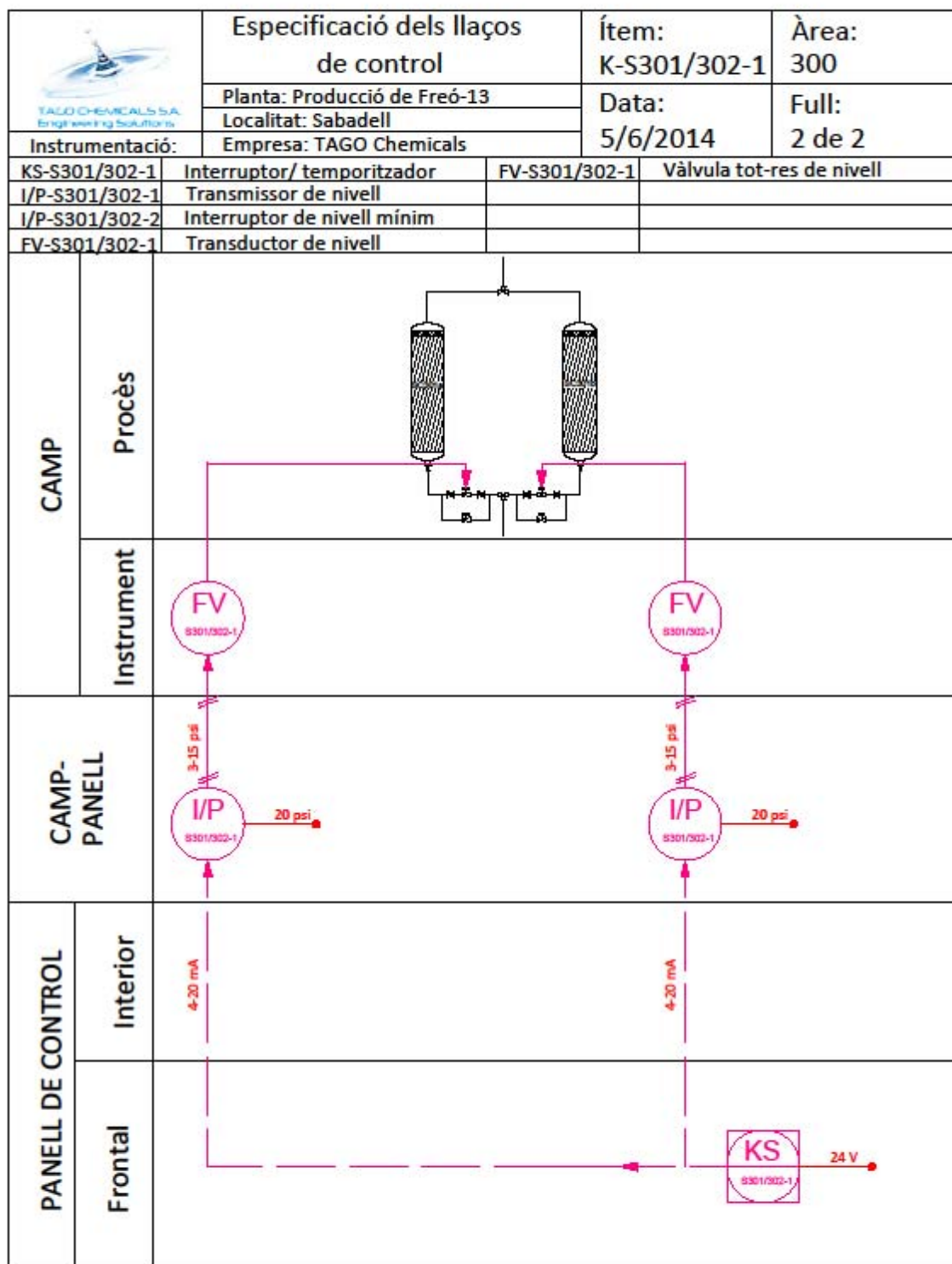
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest sistema és controlar la operació i regeneració de les torres d'adsorció. Com ja s'ha explicat es tracta de dos equips idèntics que funcionen de manera alterna; mentre un està en operació l'altre s'està regenerant. La funció d'aquest llaç és, a partir d'un temporitzador que també actua com a interruptor, obrir i tancar les vàlvules tot-res que regulen si l'equip es troba en la línia de procés o en la de regeneració del lli. És important remarcar que l'operador té accés a canviar la consigna des de la sala de control, de manera que si es detecta un mal funcionament d'una de les torres es pot reduir o augmentar el temps de cada cicle.

Taula 3.36. Llista d'instruments del llaç K-S301/S302-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Temporitzador / interruptor	KS-S301/S302-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de cabal	I/P- S301/S302-1	Pneumàtica	Camp
Transmissor de cabal	I/P- S301/S302-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV- S301/S302-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de F	FV- S301/S302-2	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E308-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida al bescanviador E308.

Variables mesurades: temperatura de sortida al bescanviador E308.

Variable manipulada: cabal de propilè que entra al bescanviador E308 com a fluid refrigerant.

Valor de consigna: 5°C.

Tipus de control: feedback

Objectius i funcionament:

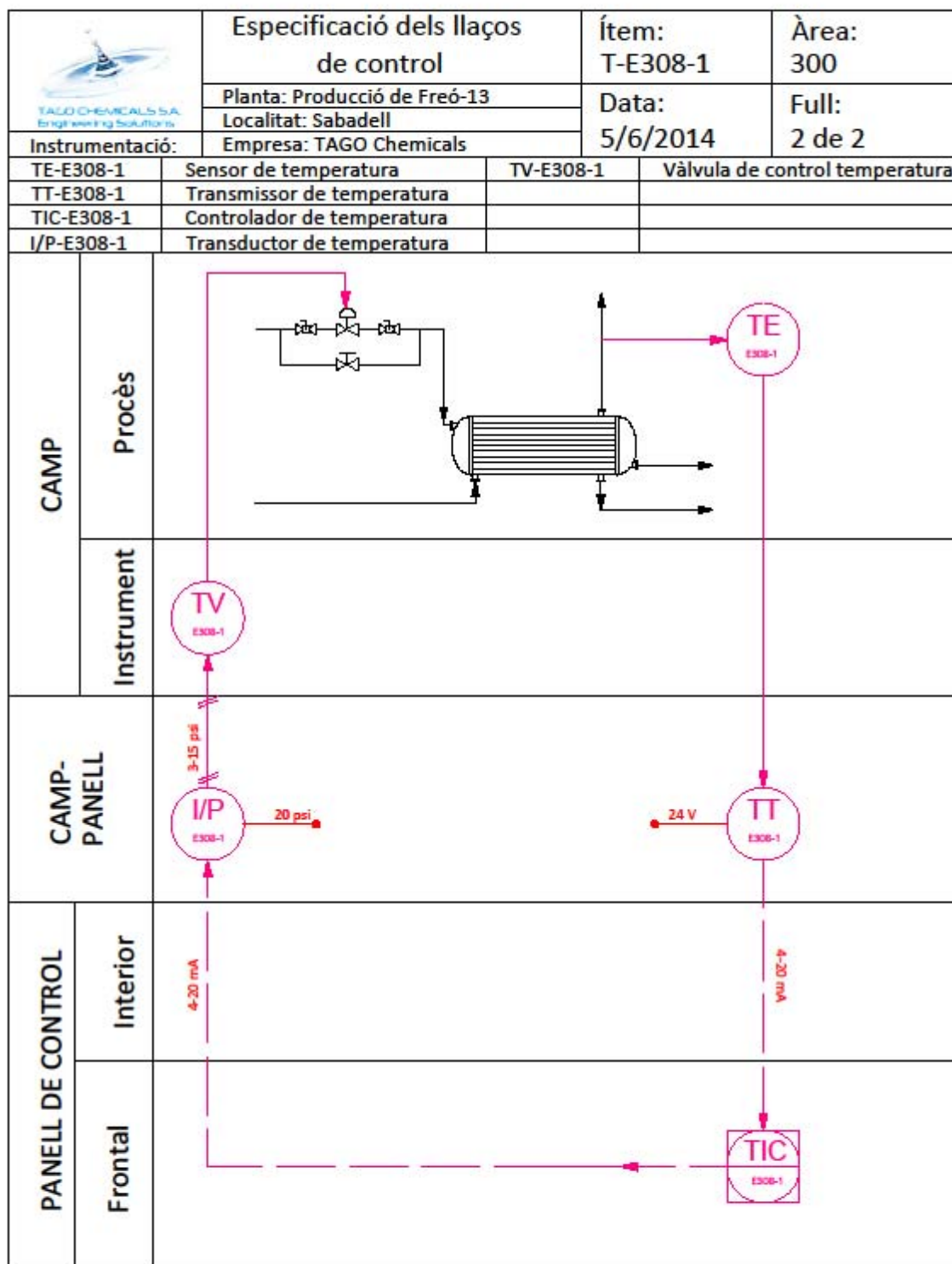
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la temperatura del corrent de sortida del bescanviador E-308 sigui l'adequada. Aquest bescanviador s'encarrega de refredar el corrent gasos de nitrogen que regenera la columna d'adsorció. Aquest corrent conté una petita quantitat d'àcid fluorhídric, el qual s'ha eliminat de la columna, que es fa condensar al bescanviador.

Per a realitzar aquest control s'ha dut a terme un llaç feedback, en el qual es mesura la temperatura del corrent de nitrogen a la sortida del bescanviador E308, que és la variable controlada. El mesurador envia el senyal al controlador, gràcies al transmissor, i es decideix l'acció a realitzar; en funció de si la temperatura està per sobre o per sota del set point s'augmentarà o es reduirà el cabal de propilè que s'introdueix a l'equip a través de la vàlvula de control.

Taula 3.37. Llista d'instruments del llaç T-E308-1

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-E308-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-E308-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC-E308-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P-E308-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV-E308-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-T303-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc T301.

Variables mesurades: temp nivell de líquid al tanc T301.

Variable manipulada: cabal d'àcid fluorhídric enviar com a recirculació al reactor R201.

Valor de consigna: 1,2 m

Tipus de control: feedback

Objectius i funcionament:

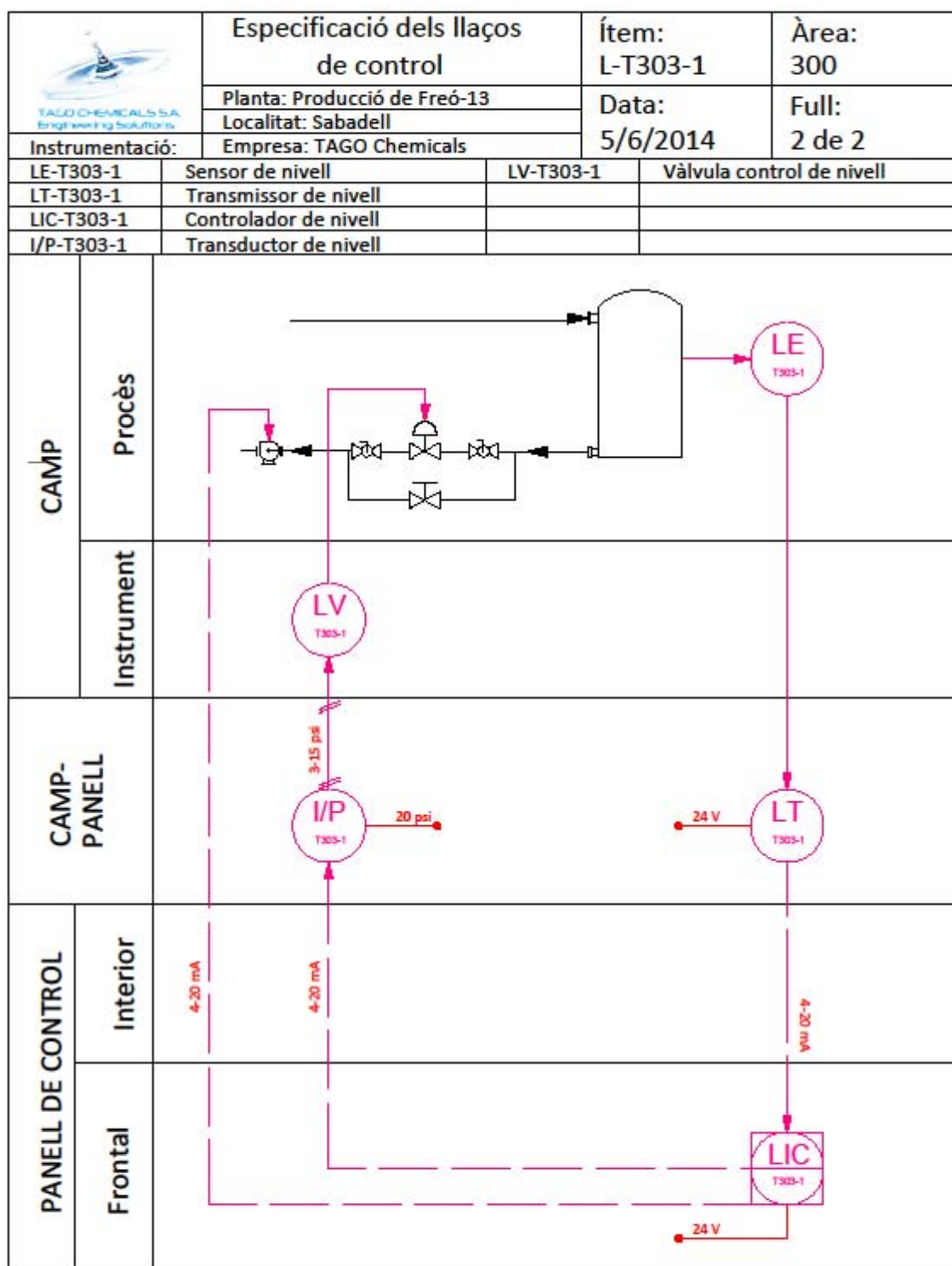
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el nivell de líquid del tanc T303 no superi els límits superior ni inferior. Aquest tanc acumula l'àcid fluorhídric recuperat al regenerar les torres d'adsorció; aquesta recuperació és petita de manera que es guarda en el tanc fins que arriba a un nivell màxim; en aquest punt s'activa un interruptor que obre la vàlvula tot-res de sortida i a la vegada engega la bomba P-305 que envia el líquid a la zona 200. Quan el tanc s'ha buidat i el nivell arriba a un punt mínim l'interruptor duu a terme les accions contraries; tanca la vàlvula i desconnecta la bomba.

Cal dir que en aquest llaç no es controla que el nivell del líquid prengui un valor determinat sinó que no superi uns valors mínim i màxim fixat. Degut a això en lloc d'un controlador s'ha instal·lat un interruptor (LS-T303-1).

Taula 3.38. Llista d'instruments del llaç L-T303-1

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-E308-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-E308-1	Elèctrica	Camp
Interruptor de L	LS-E308-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-E308-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-E308-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.5. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 400

Llaç T-E401-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del bescanviador E401.

Variables mesurades: temperatura de sortida del bescanviador E401.

Variable manipulada: cabal de vapor que entra al bescanviador E401.

Valor de consigna: 130°C.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

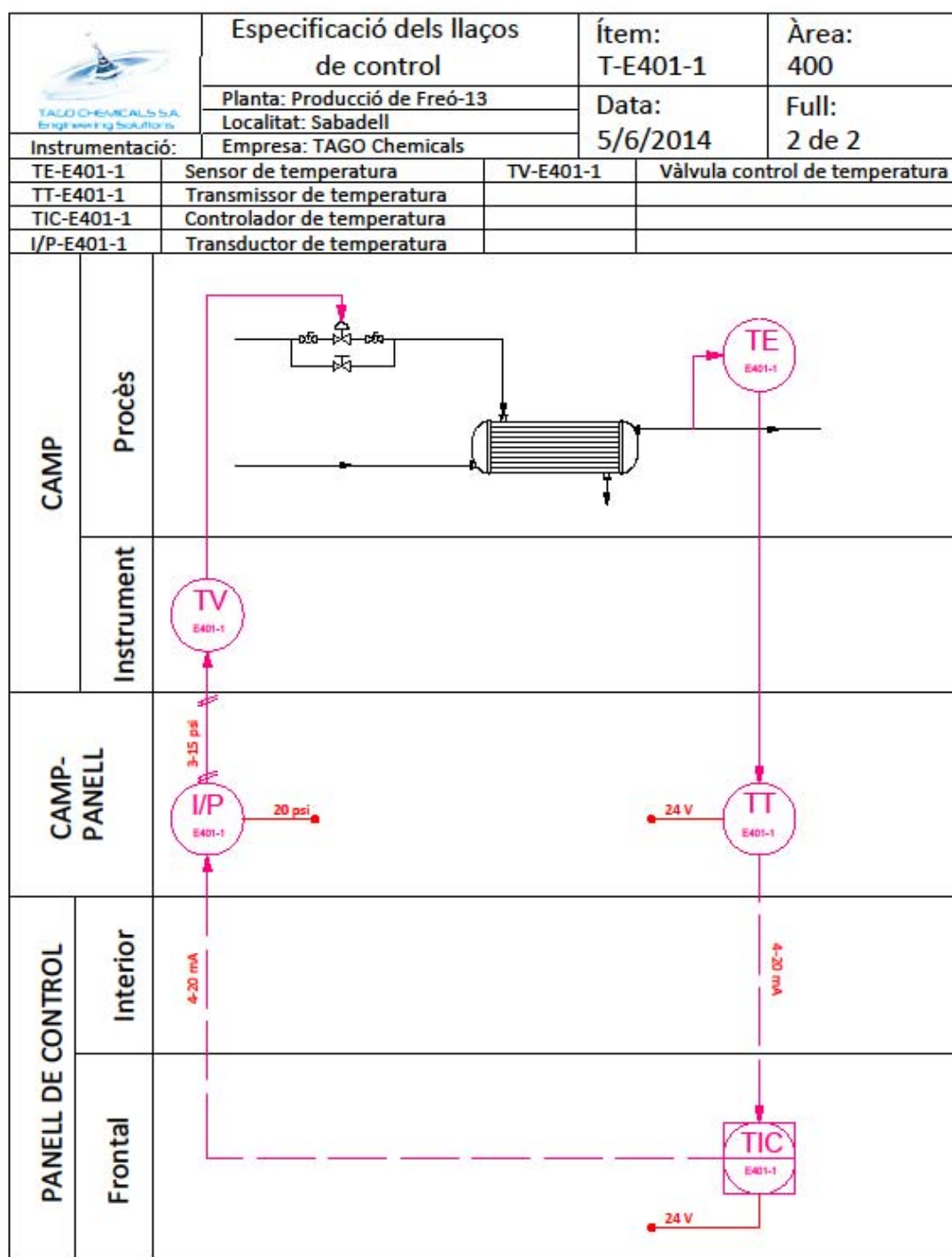
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E401, el qual es l'encarregat de dur el corrent de procés, compostat per freons 11 i 12, a la temperatura desitjada abans d'entrar al reactor R401. És important que la temperatura sigui la de consigna ja que en cas contrari es dificultaria molt la tasca del llaç T-R401-1, el qual s'encarrega de mantenir el reactor en règim isoterm.

El llaç té una configuració feedback en la qual es mesura i es controla la temperatura dels freons al sortir del bescanviador; la mesura la fa el sensor TE-E401-1, el qual la envia al controlador. Aquest compara el valor rebut amb la consigna i envia l'ordre d'obrir o tancar la vàlvula que regula el cabal de vapor al bescanviador, TV-E401-1, en funció de si la temperatura de sortida és menor o major al set point.

Taula 3.39. Llista d'instruments del llaç T-E401-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE- E401-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- E401-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- E401-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- E401-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- E401-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E402-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del bescanviador E402.

Variables mesurades: temperatura de sortida del bescanviador E402.

Variable manipulada: cabal de vapor que entra al bescanviador E402.

Valor de consigna: 83°C.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

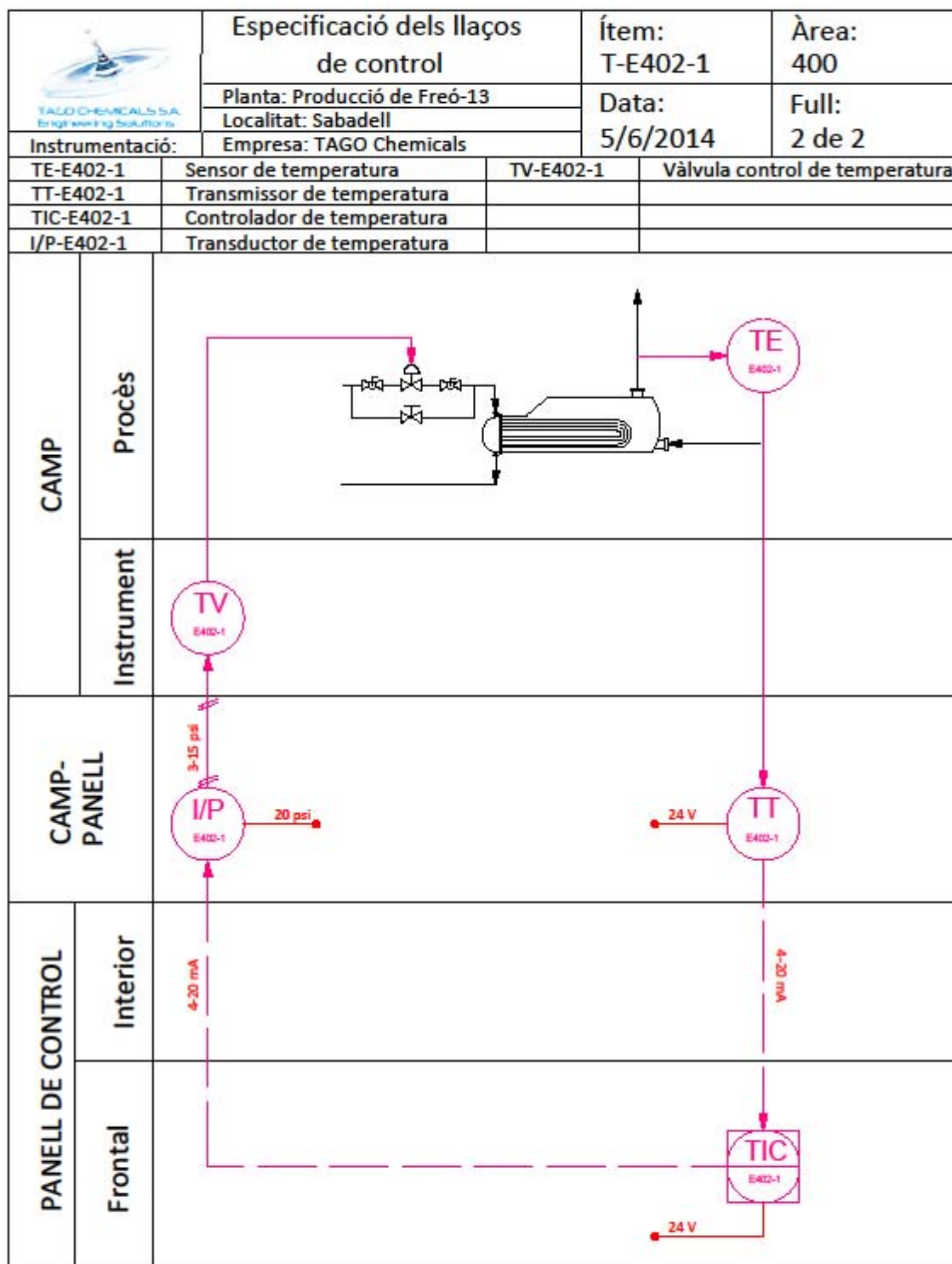
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E402, el qual es l'encarregat d'evaporar i sobreescalfar el corrent de recirculació provinent de cues de la columna DC-502, que està compostat per freons 11 i 12. És important que la temperatura sigui la de consigna ja que a continuació el corrent passarà per una vàlvula d'expansió, de manera que si la temperatura no és suficientment elevada podria produir-se una condensació parcial degut a la caiguda de la temperatura.

El llaç té una configuració feedback en la qual es mesura i es controla la temperatura dels freons al sortir del bescanviador; la mesura la fa el sensor TE-E402-1, el qual la envia al controlador. Aquest compara el valor rebut amb la consigna i envia l'ordre d'obrir o tancar la vàlvula que regula el cabal de vapor al bescanviador, TV-E402-1, en funció de si la temperatura de sortida és menor o major al set point.

Taula 3.40. Llista d'instruments del llaç T-E402-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE- E402-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- E402-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- E402-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- E402-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- E402-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-PV401-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV401.

Variable mesurada: pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió PV401.

Variable manipulada: obertura de la vàlvula d'expansió PV401.

Valor de consigna: 152 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

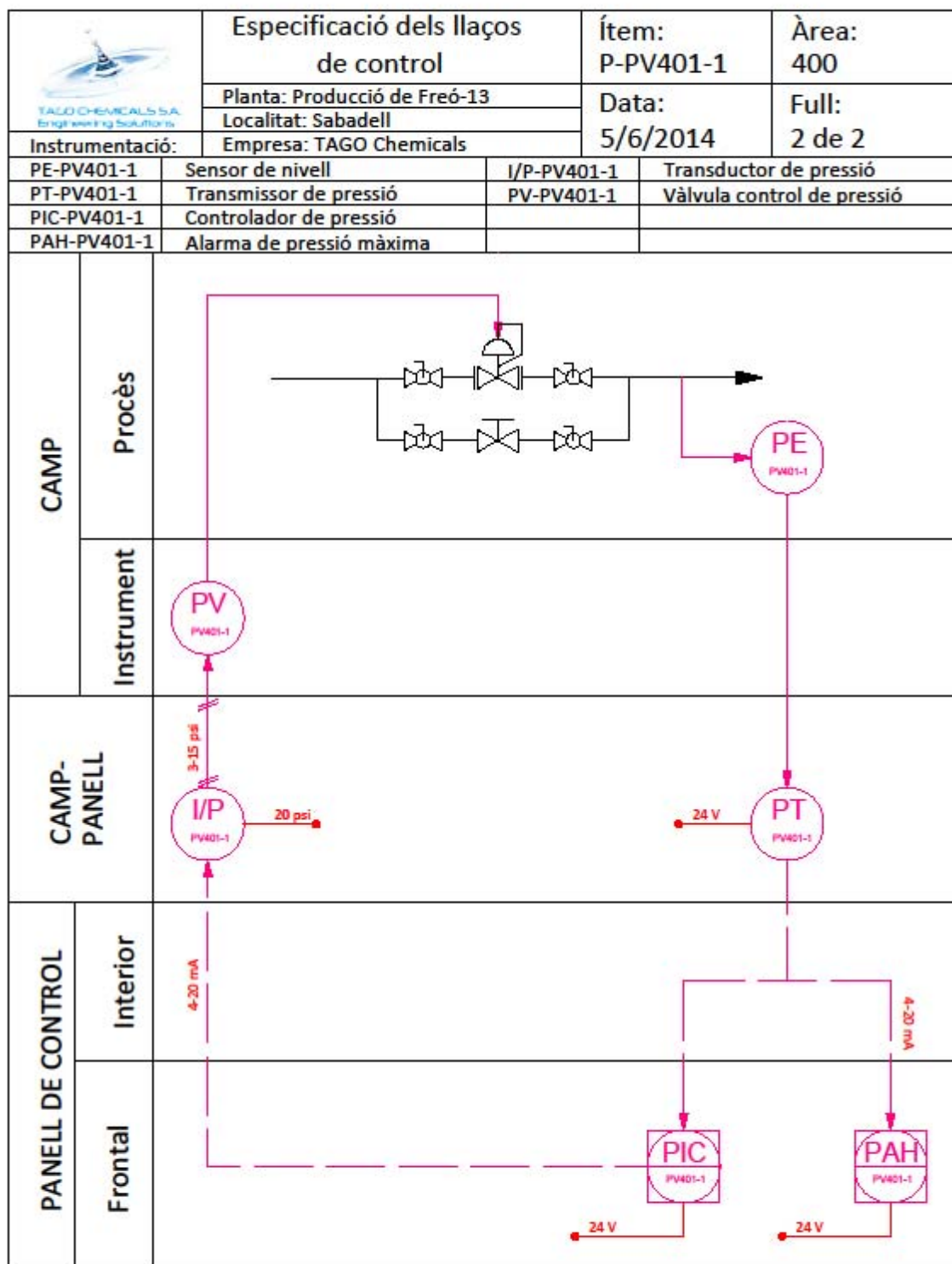
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la pressió del corrent provinent de cues de la columna DC-302 es redueixi fins a 152KPa. És molt important aquest control ja que el corrent arriba a l'equip d'expansió a unes deu atmosferes; en cas de no reduir la pressió de manera suficient podrien produir-se situacions perilloses o fer-se malbé equips com el bescanviador E401 o el reactor multitubular R401, els quals no estan dissenyats per a operar a pressió.

El control es realitza mitjançant un llaç en feedback, en el qual d'entrada es mesura la pressió a la sortida de la vàlvula d'expansió. A continuació la senyal s'envia al controlador el qual decideix, en funció de si la pressió és superior o inferior a la de consigna, tancar o obrir més la vàlvula d'expansió. A més, el sistema incorpora una alarma de valor màxim, la qual avisa l'operador en cas de que la pressió a la sortida sigui superior a un valor fixat de seguretat.

Taula 3.41. Llista d'instruments del llaç P-PV401-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE-PV401-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- PV401-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- PV401-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxima	PAH- PV401-1	Elèctrica	Panell
Transductor de P	I/P- PV401-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de P	PV- PV401-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-R401-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura màxima a l'interior del reactor R401.

Variables mesurades: temperatura a tres punts a l'interior del reactor R401.

Variable manipulada: cabal d'aigua de refrigeració que entra al reactor R401.

Valor de consigna: 130 °C.

Tipus de control: subhasta o auctioneering i cascada.

Objectius i funcionament:

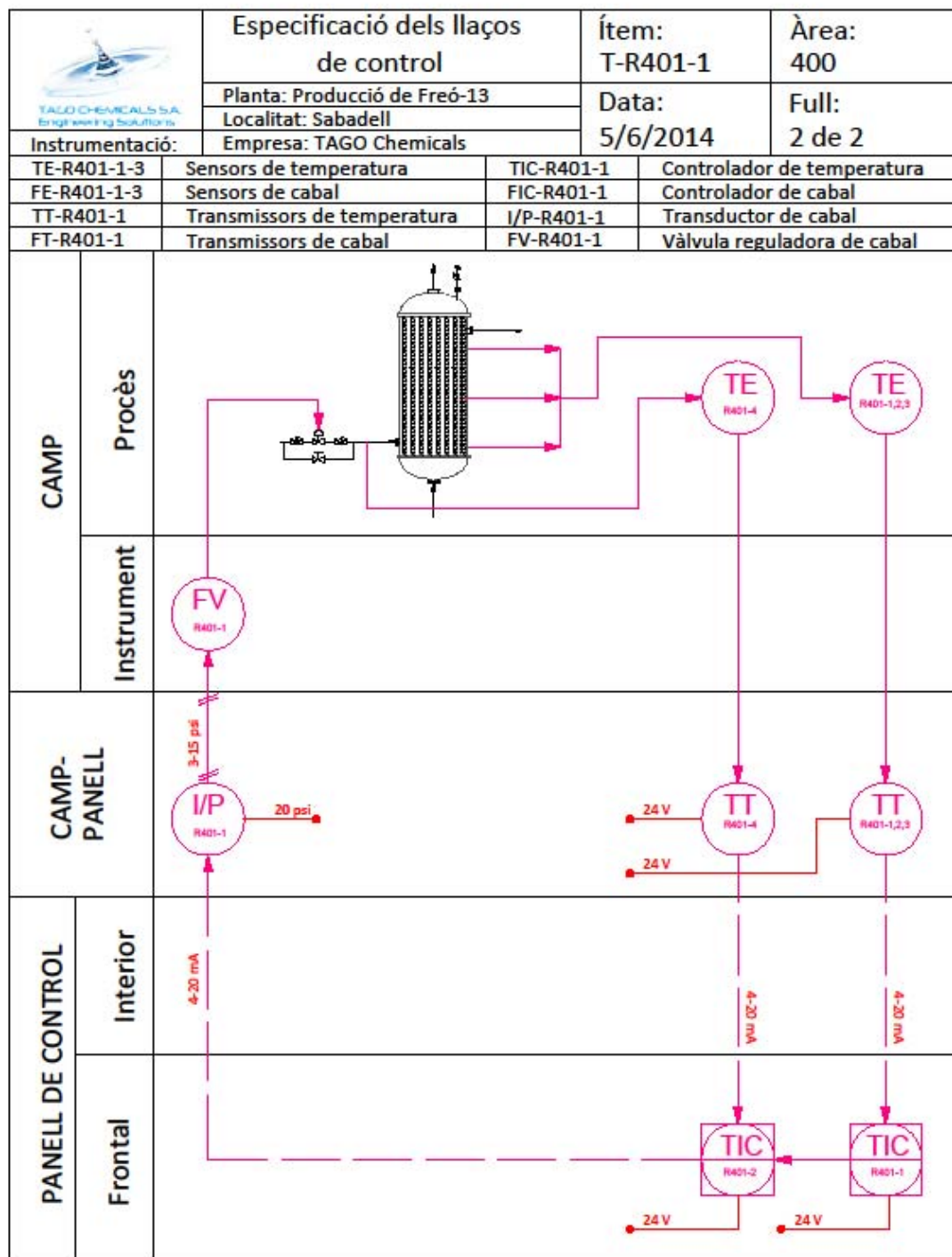
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que la temperatura del reactor R401 es manté en el valor de consigna, assegurant que en cap punt es creen zones calentes o *hot spots*. Cal controlar això degut a que l'equip és un reactor catalític multitubular, a l'interior del qual s'hi produeix una reacció exotèrmica. Al llarg de la longitud dels tubs es formarà un perfil de temperatures, el qual cal monitoritzar ja que en punts on la reacció sigui més ràpida es produirà més calor. En aquestes zones, si no es realitza el control adequat, la temperatura pot pujar per sobre dels valors de seguretat, convertint el reactor en un perill o fent malbé el catalitzador.

Així doncs, s'ha realitzat un control en cascada on el llaç primari té una configuració en subhasta; aquest llaç disposa de tres sensors de temperatura distribuïts dins del reactor, la senyal dels quals és enviada a un instrument calculador que selecciona la temperatura major i l'envia al controlador primari (TIC-R401-1). Aquest processa la informació, comparant la dada de temperatura rebuda amb el valor de consigna, i fixa el set point per al llaç esclau. Aquest llaç mesura la temperatura de l'aigua de torre, la qual pot patir variacions relativament grans, i envia el senyal al controlador secundari (TIC-R401-2). Aquest, a partir del valor de consigna fixat pel primer llaç i de la informació rebuda decideix si cal augmentar o disminuir el cabal d'aigua de refrigeració.

Taula 3.42. Llista d'instruments del llaç T-R401-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T (x4)	TE- R401-1,2,3	Elèctrica	Camp
Transmissor de T (x4)	TT- R401-1,2,3	Elèctrica	Camp
Controlador de T (x2)	TIC- R401-1,2	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- R401-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- R401-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.6. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 500

Llaç L-DC501-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC501.

Variable mesurada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC501.

Variable manipulada: cabal de sortida per cues de la columna DC501, el qual s'envia al calderí E501.

Valor de consigna: 5,2 m

Tipus de control: Feedback.

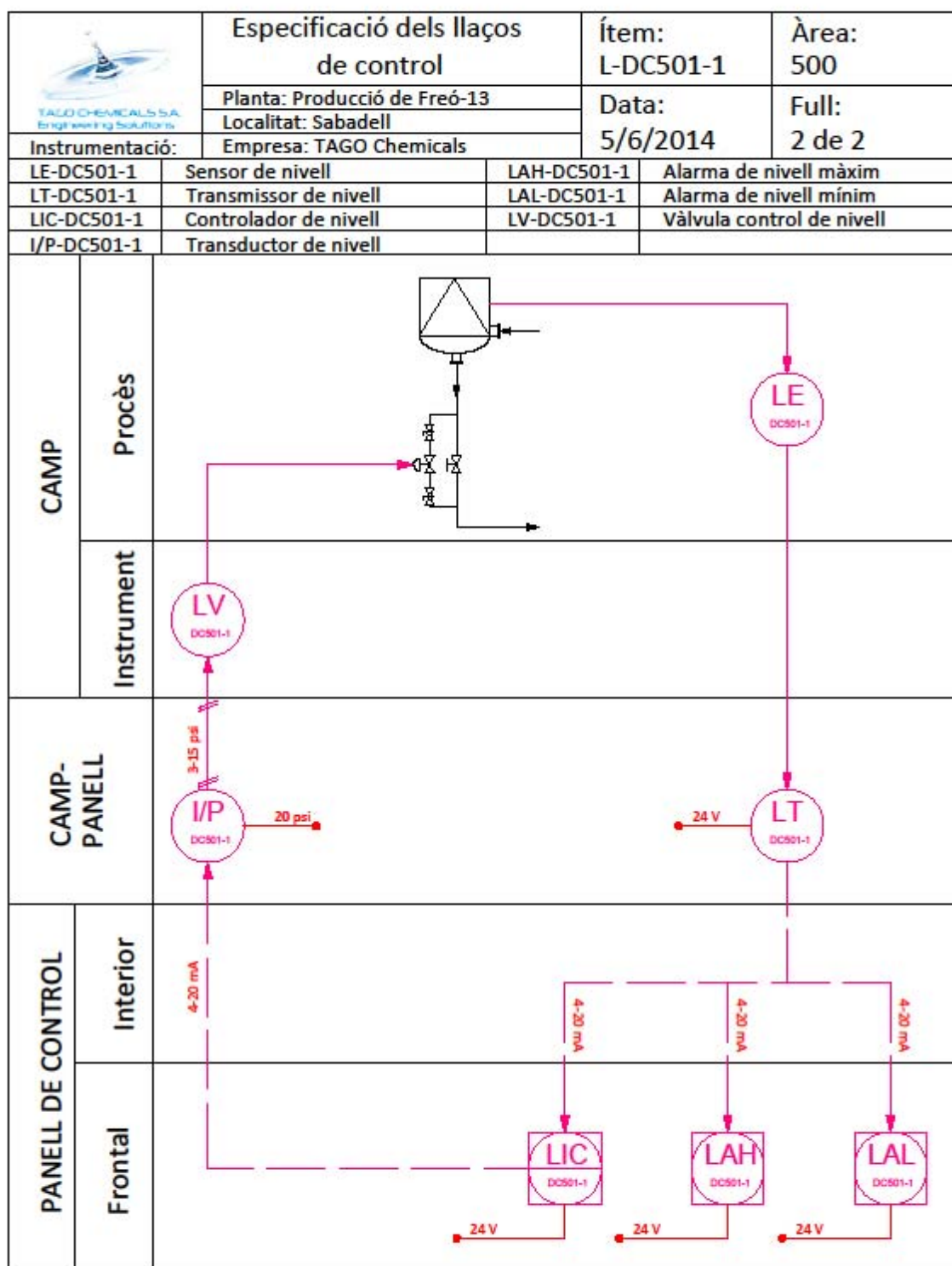
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell de líquid a l'interior de la columna DC501 a fi d'evitar que s'inundi o es quedi seca, ja que aquesta deixaria de realitzar la seva funció de separació i caldria aturar el procés. Si es supera el nivell màxim, un mesurador de nivell situat a l'interior de la columna, LE-DC501-1, ho detecta i envia un senyal al controlador, el qual fa saltar una alarma, LAH-DC501-1, i a més obre la vàlvula de sortida de cues, LV-DC501-1, de manera que el líquid de l'interior passa al calderí. Quan el nivell torna a estar per sota del valor de consigna el sistema torna a situar la vàlvula en la posició d'obertura inicial. El sistema també incorpora una alarma de nivell mínim, LAL-DC501-1; quan aquesta s'activa degut a que el nivell de líquid és inferior al valor mínim el sistema de control tanca la vàlvula LV-DC501-1.

Taula 3.43. Llista d'instruments del llaç L-DC501-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-DC501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-DC501-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-DC501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-DC501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-DC501-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-DC501-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-DC501-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-DC501-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del calderí E501.

Variable mesurada: temperatura de sortida del calderí E501.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor a E501.

Valor de consigna: 88°C.

Tipus de control: Feedback.

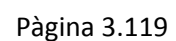
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E501, controlant així la temperatura de cues de la columna DC501, ja que aquest fa la funció de reboiler. Mantenir la temperatura de cues en el punt de consigna és vital per al bon funcionament d'una columna de destil·lació, ja que permet obtenir el producte desitjat. Aquest és CCl_4 pràcticament pur a la temperatura de set point, el qual es recircula i s'envia al tanc T201, abans de ser reintroduït al reactor. Degut a això, és suficient controlar la temperatura de cues per a garantir que la composició del corrent de sortida és la requerida en el procés.

El sensor de temperatura TE-DC501-1 envia les mesures al controlador TC-DC501-1, el qual les compara amb el set point i ordena l'acció a realitzar per l'element final de control. Aquest és una vàlvula, TV-DC501-1, que controla el cabal de vapor que s'introdueix al bescanviador E501, regulant així la temperatura a la que sortiran els corrents de gas i de líquid del calderí.

Taula 3.44. Llista d'instruments del llaç T-E501-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- DC501-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- DC501-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- DC501-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- DC501-1	Pneumàtica	Camp



3. Instrumentació i control

Llaç A-DC501-1.

Caracterització:

Variable controlada: composició de sortida per caps de la columna de destil·lació DC501.

Variables mesurades: temperatura i pressió a caps de la columna DC501.

Variable manipulada: cabal d'entrada de vapor al condensador E502.

Valor de consigna: 152 KPa/ 4°C.

Tipus de control: Inferencial.

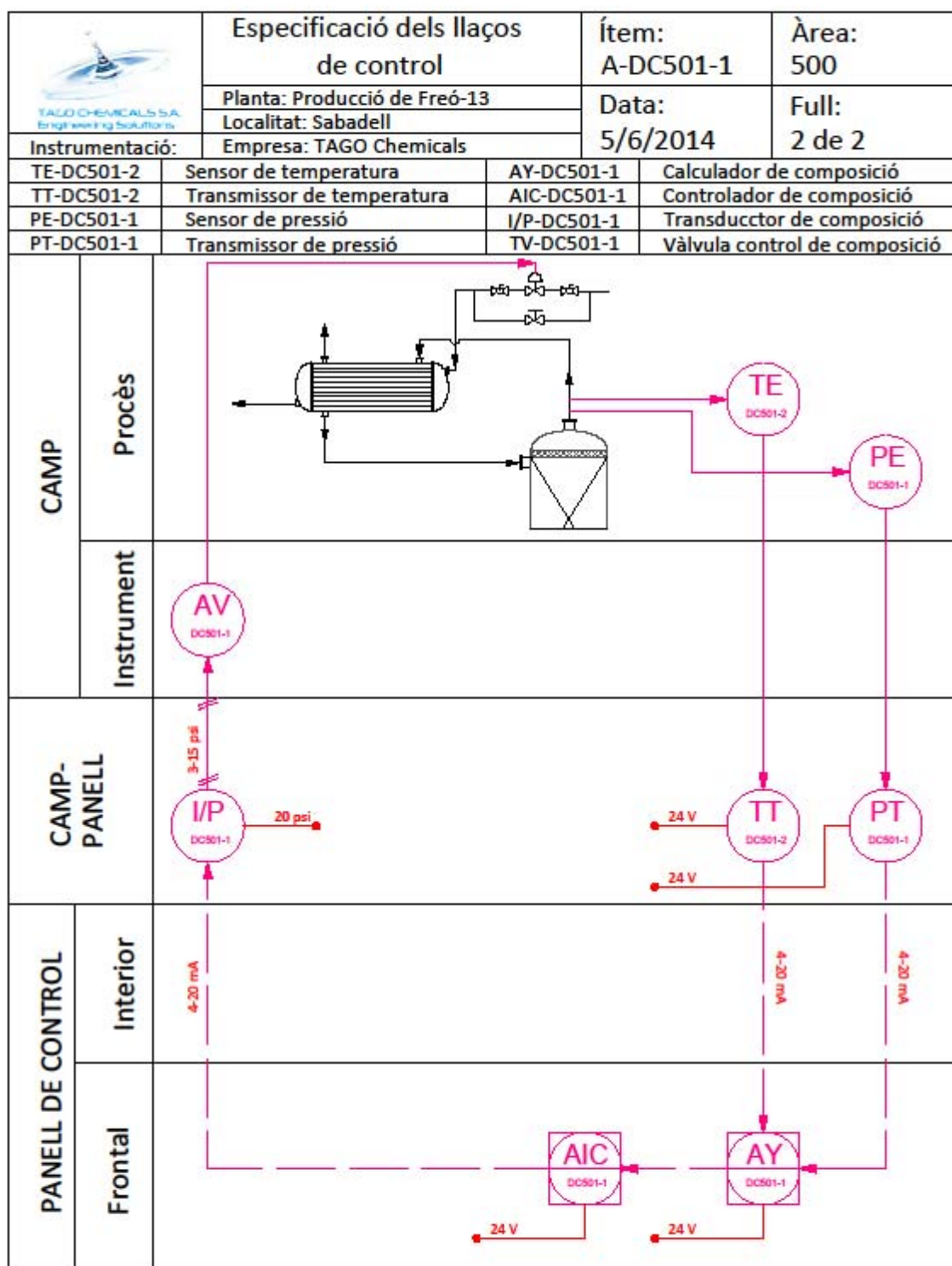
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar la composició del corrent que surt per caps de la columna de destil·lació DC501. Per a fer-ho es mesura la pressió i la temperatura del de caps ja que, amb aquestes dades, es pot estimar la composició del corrent multi-component. Les mesures realitzades pels sensors TE-DC501-2 i PE-DC501-1 són enviades a l'element de càlcul AY-DC501-1, el qual estima la composició i la envia al controlador del llaç (AIC-DC501-1). A continuació aquest decideix i ordena l'acció que ha de dur a terme la vàlvula de control, AV-DC501-1, a fi de controlar la composició en el valor de consigna. Aquesta vàlvula és la que regula el cabal de refrigerant que entra al condensador E502, de manera que en funció de la composició calculada és requerirà augmentar o disminuir la fracció del corrent de sortida de la columna que es condensa. Cal tenir en compte que, al condensar només parcialment el corrent, el control realitzat és equivalent a controlar el reflux extern de la columna ja que només la part condensada del corrent es recircularà.

Taula 3.45. Llista d'instruments del llaç A-DC501-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC501-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-DC501-2	Elèctrica	Camp
Sensor de P	PE-DC501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT-DC501-1	Elèctrica	Camp
Calculador de A	AY-DC501-1	Elèctrica	Panell
Controlador de A	AIC-DC501-1	Elèctrica	Panell
Transductor de A	I/P-DC501-3	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de A	AV-DC501-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-T501-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid al tanc T501.

Variable mesurada: nivell del líquid al tanc T501.

Variable manipulada: cabal de sortida del tanc T501, el qual entrarà com a recirculació a la columna DC501.

Valor de consigna: 1,2 m

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

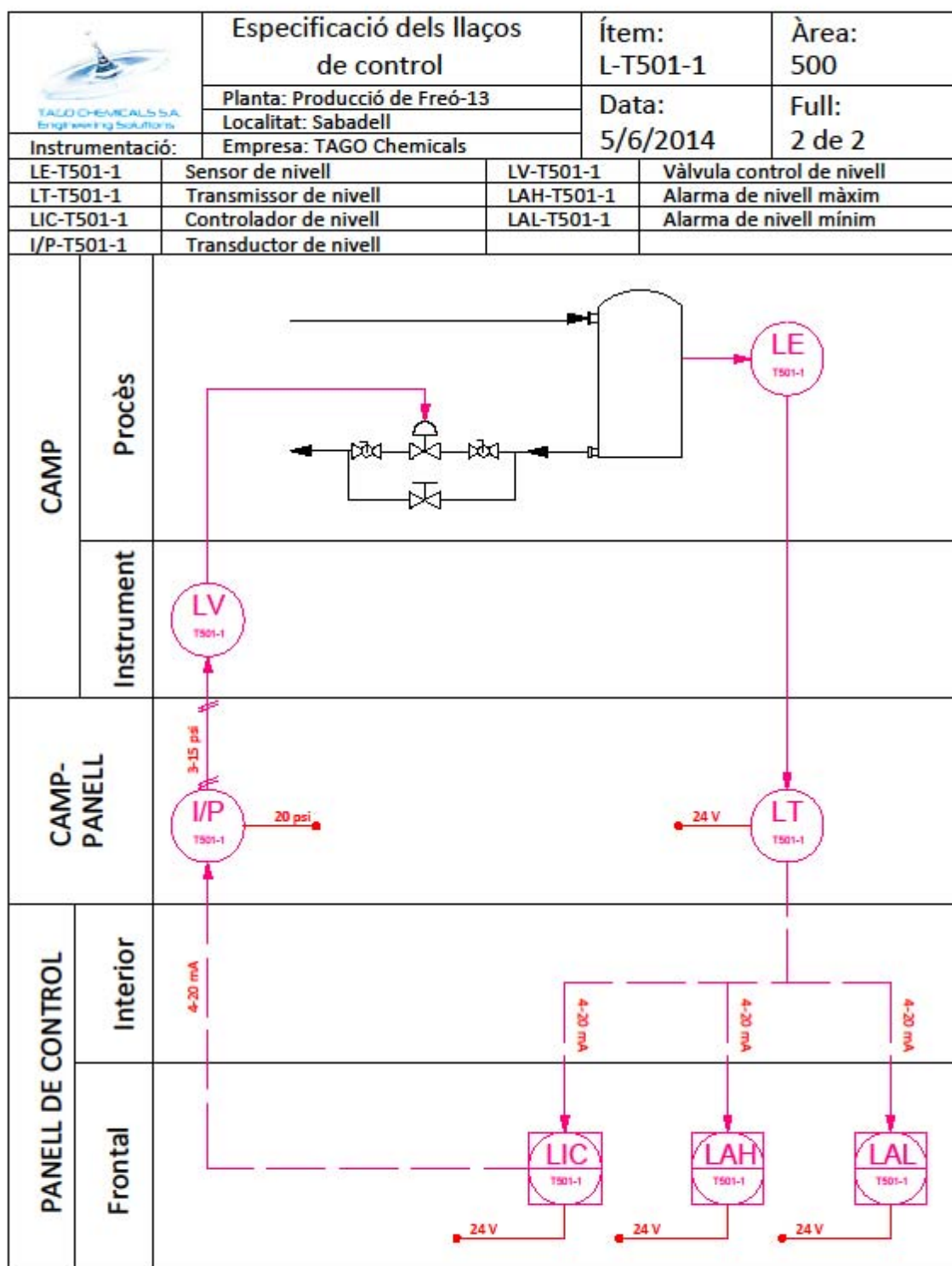
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell del líquid del tanc T501, el qual és l'acumulador de condensats de la columna DC501. Aquest tanc permet regular el cabal de líquid que entra a la columna durant la posada en marxa, a fi de dur el sistema a règim estacionari. Així doncs, com en qualsevol tanc que conté líquids, és necessari tenir un control per a evitar que es pugui vessar o exhaurir el seu contingut, fet que provocaria problemes tant de seguretat com d'operativitat.

D'entrada el sensor de nivell L-T501-1 envia la seva mesura al controlador LIC-T501-1 a través del transmissor LT-T501-1; mentre el valor de l'alçada no superi el valor màxim o mínim el sistema no realitzarà cap acció. En quan ho faci, el controlador ordenarà a la vàlvula de control LV-T501-1 realitzar una acció correctora, obrir o tancar, en funció de si el nivell del líquid es màxim o mínim. A la vegada saltarà la corresponent alarma, LAH o LAL, avisant a l'operador de l'incident.

Taula 3.46. Llista d'instruments del llaç L-T501-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-T501-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-T501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-T501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-T501-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-T501-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-T501-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-C501-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la columna de destil·lació DC502.

Variable mesurada: pressió a la columna de destil·lació DC502.

Variable manipulada: potència subministrada al compressor de gasos C501.

Valor de consigna: 1000 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

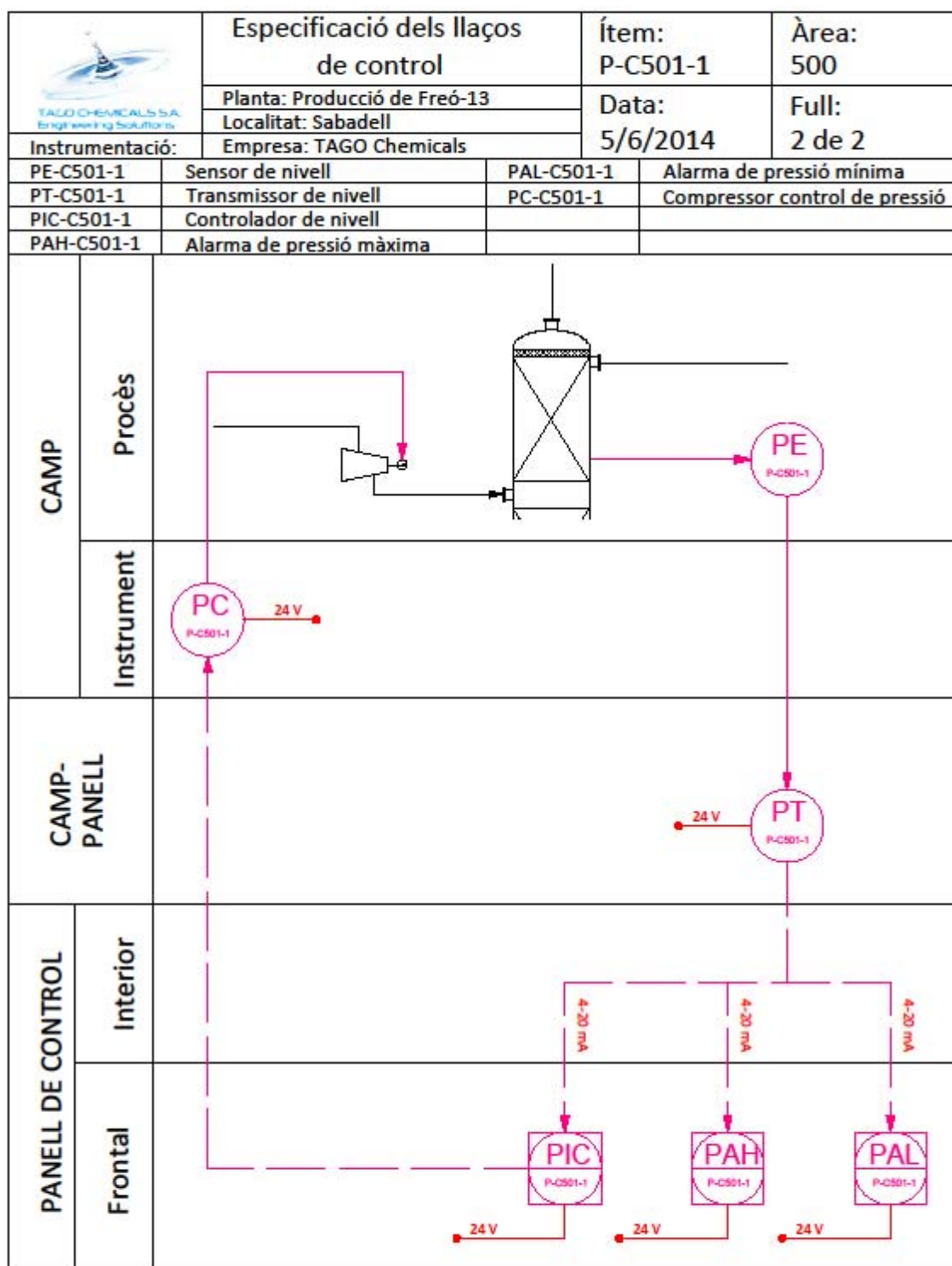
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la pressió a la que opera la columna DC502, la qual ho fa a 1000 KPa. Com que la pressió, juntament amb la temperatura, fixa els equilibris que es tindran a l'interior de la columna, és essencial per al bon funcionament d'aquesta que la pressió es mantingui en el valor de consigna ja que en cas contrari no es podria assolir la separació de disseny, veient-se així afectat el producte final. Cal tenir en compte que a la columna DC502 s'hi produeix la última separació del procés, és a dir que el producte extret per caps, ha de ser totalment pur; com s'ha dit per a complir això cal que la pressió de la columna sigui la de disseny.

El sensor PE-C501-1 situat a l'interior de la columna, en un punt molt proper a l'entrada de l'aliment, mesura la pressió i envia el senyal al controlador; aquest decideix i ordena l'acció a realitzar pel compressor, augmentant o disminuint la potència en funció de si la pressió detectada és menor o major al set point. A més, el llaç incorpora dues alarmes, una de pressió màxima i una de pressió mínima. Quant aquestes salten, avisen a l'operador, el qual ha de detectar què és el que està fent que el procés s'allunyi del funcionament normal. Aquest punt és important per a garantir la seguretat de la planta ja que, en cas de que la pressió sigui superior a la permesa hi ha risc de que actuï el disc de trencament; mentre que si és massa baixa podria indicar que hi ha alguna fuga dels gasos del procés.

Taula 3.47. Llista d'instruments del llaç P-C501-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE- C501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- C501-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- C501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxim	PAH- C501-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P mínim	PAL- C501-1	Elèctrica	Panell
Compressor	PC-C501-1	Elèctrica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-DC502-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC502.

Variable mesurada: nivell del líquid a la columna de destil·lació DC502.

Variable manipulada: cabal de sortida per cues de la columna DC502, el qual s'envia al calderí E503.

Valor de consigna: 1,2 m

Tipus de control: Feedback.

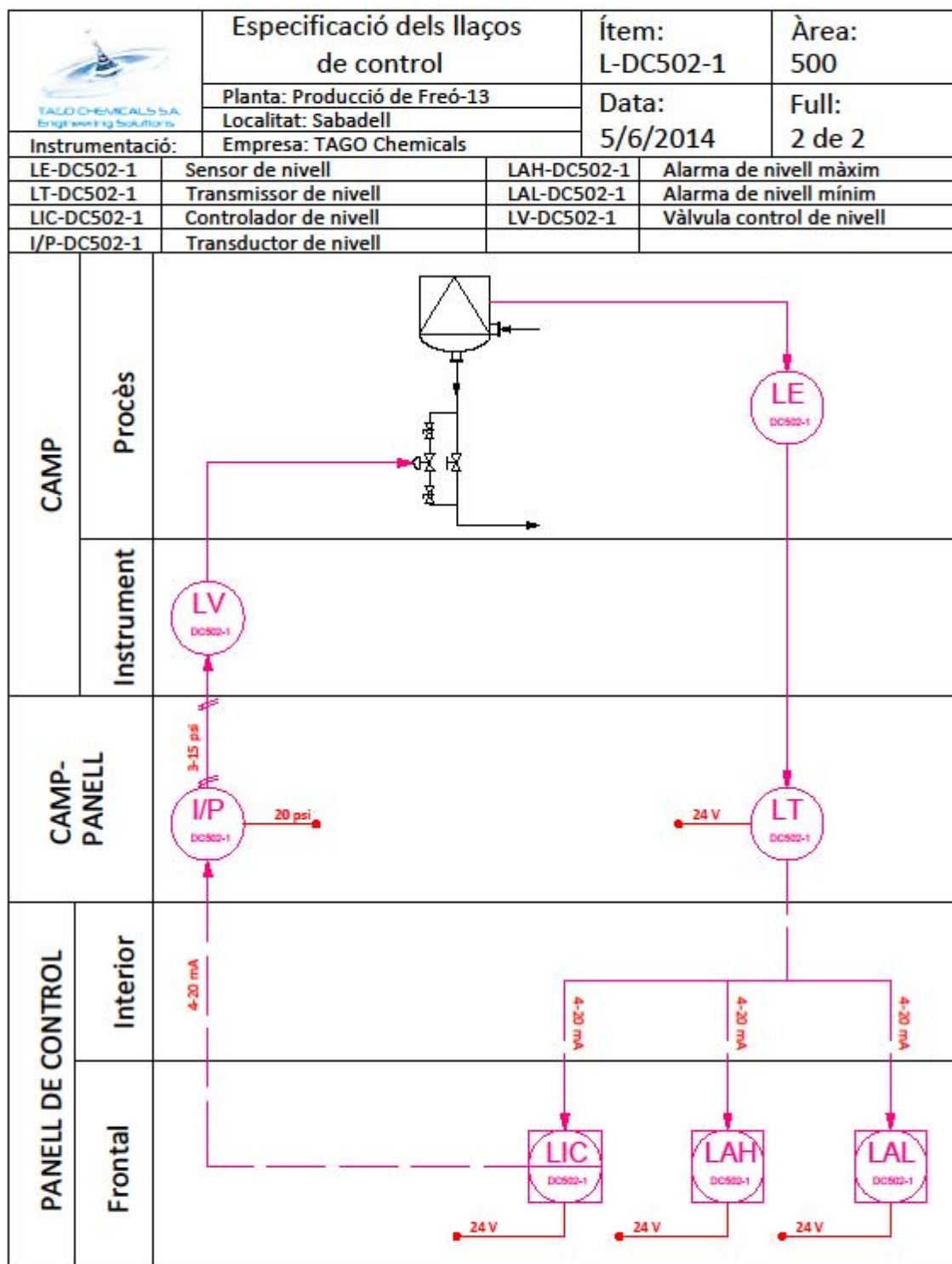
Objectius i funcionament:

L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell de líquid a l'interior de la columna DC502 a fi d'evitar que s'inundi o es quedi seca, ja que aquesta deixaria de realitzar la seva funció de separació i caldria aturar el procés. Si es supera el nivell màxim, un mesurador de nivell situat a l'interior de la columna, LE-DC502-1, ho detecta i envia un senyal al controlador, el qual fa saltar una alarma, LAH-DC502-1, i a més obre la vàlvula de sortida de cues, LV-DC502-1, de manera que el líquid de l'interior passa al calderí. Quan el nivell torna a estar per sota del valor de consigna el sistema torna a situar la vàlvula en la posició d'obertura inicial. El sistema també incorpora una alarma de nivell mínim, LAL-DC502-1; quan aquesta s'activa degut a que el nivell de líquid és inferior al valor mínim el sistema de control tanca la vàlvula LV-DC502-1.

Taula 3.48. Llista d'instruments del llaç L-DC502-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-DC502-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-DC502-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-DC502-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-DC502-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-DC502-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-DC502-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-DC502-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-DC502-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida del calderí E503.

Variable mesurada: temperatura de sortida del calderí E503.

Variable manipulada: cabal d'entrada de fluid calent al calderí E503.

Valor de consigna: 46°C.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

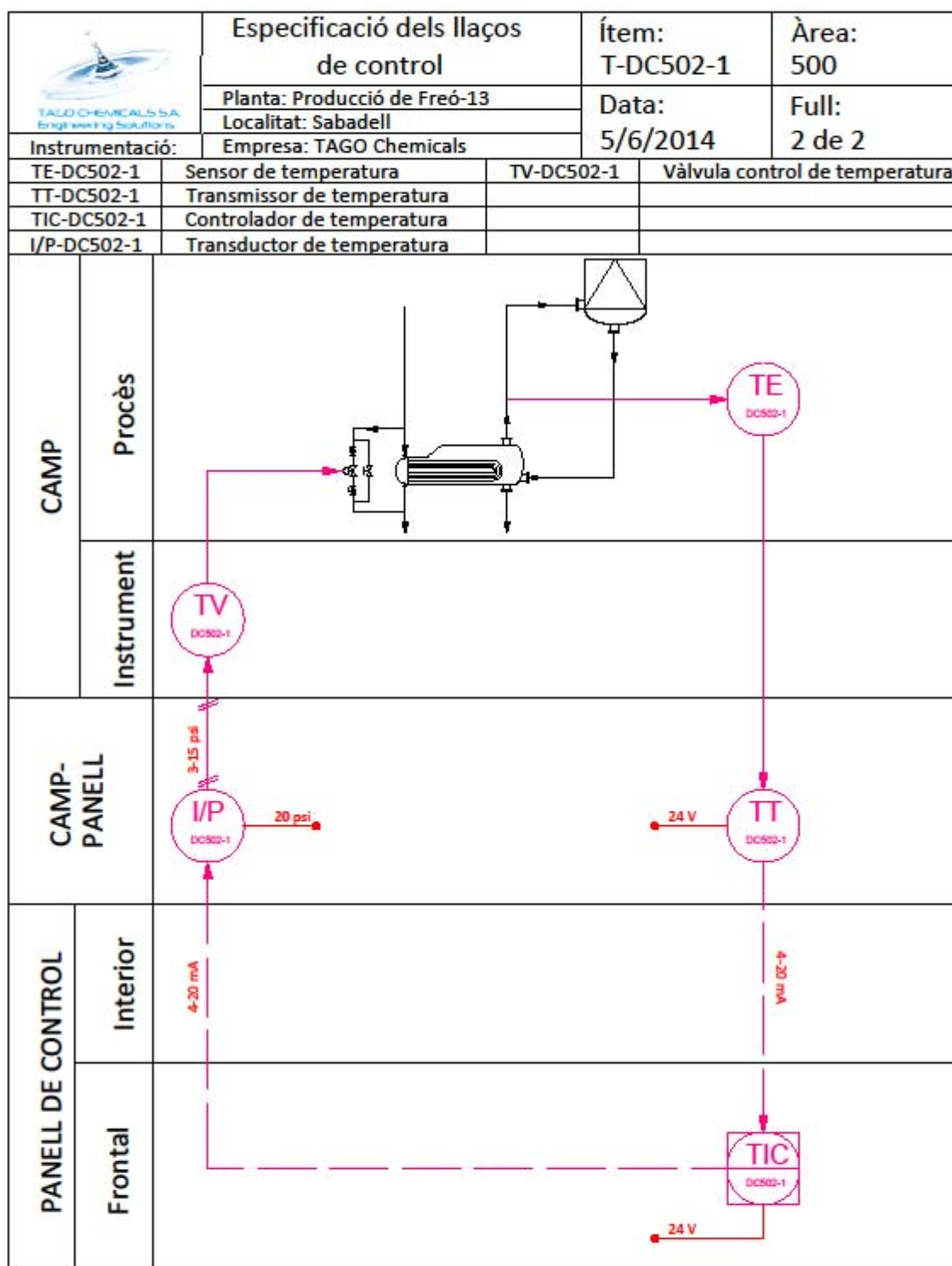
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E503, controlant així la temperatura de cues de la columna DC502, ja que aquest fa la funció de reboiler. Mantenir la temperatura de cues en el punt de consigna és vital per al bon funcionament d'una columna de destil·lació, ja que permet obtenir el producte desitjat. Aquest consisteix en una mescla de freó 11, 12 i àcid fluorhídric, la qual és bastant menys volàtil que el freó 13 que s'extreu per caps. Degut a això, la separació a la pressió d'operació de 1000 KPa és bona i és adequat controlar la temperatura de cues per a mantenir la composició desitjada d'aquest corrent. Cal tenir en compte que, per motius d'aprofitament energètic, es fa servir com a fluid calent el corrent d'àcid clorhídric al 30% que prové de la columna d'absorció. Això implica que aquest cabal està fixat, de manera que el control del bescanviador s'ha realitzat controlant quina fracció del cabal calent entra al bescanviador i quina és bypassada.

El sensor de temperatura realitza la mesura i, a través del transmissor, envia un senyal al controlador TC-DC502-1, el qual les compara amb el set point i ordena l'acció a realitzar per l'element final de control. Aquest és una vàlvula, TV-DC502-1, que controla el cabal d'àcid clorhídric (fluid calent) que és bypassat. Amb això s'està controlant també quin cabal s'introdueix al bescanviador E503, regulant així la temperatura a la que sortiran els corrents de gas i de líquid del calderí.

Taula 3.49. Llista d'instruments del llaç T-E502-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC502-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- DC502-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- DC502-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- DC502-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- DC502-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-DC502-2.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura de sortida per caps de la columna de destil·lació DC502.

Variables mesurades: temperatura a caps de la columna DC502.

Variable manipulada: cabal d'entrada a la columna de condensat provinent del bescanviador E504.

Valor de consigna: -20°C.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

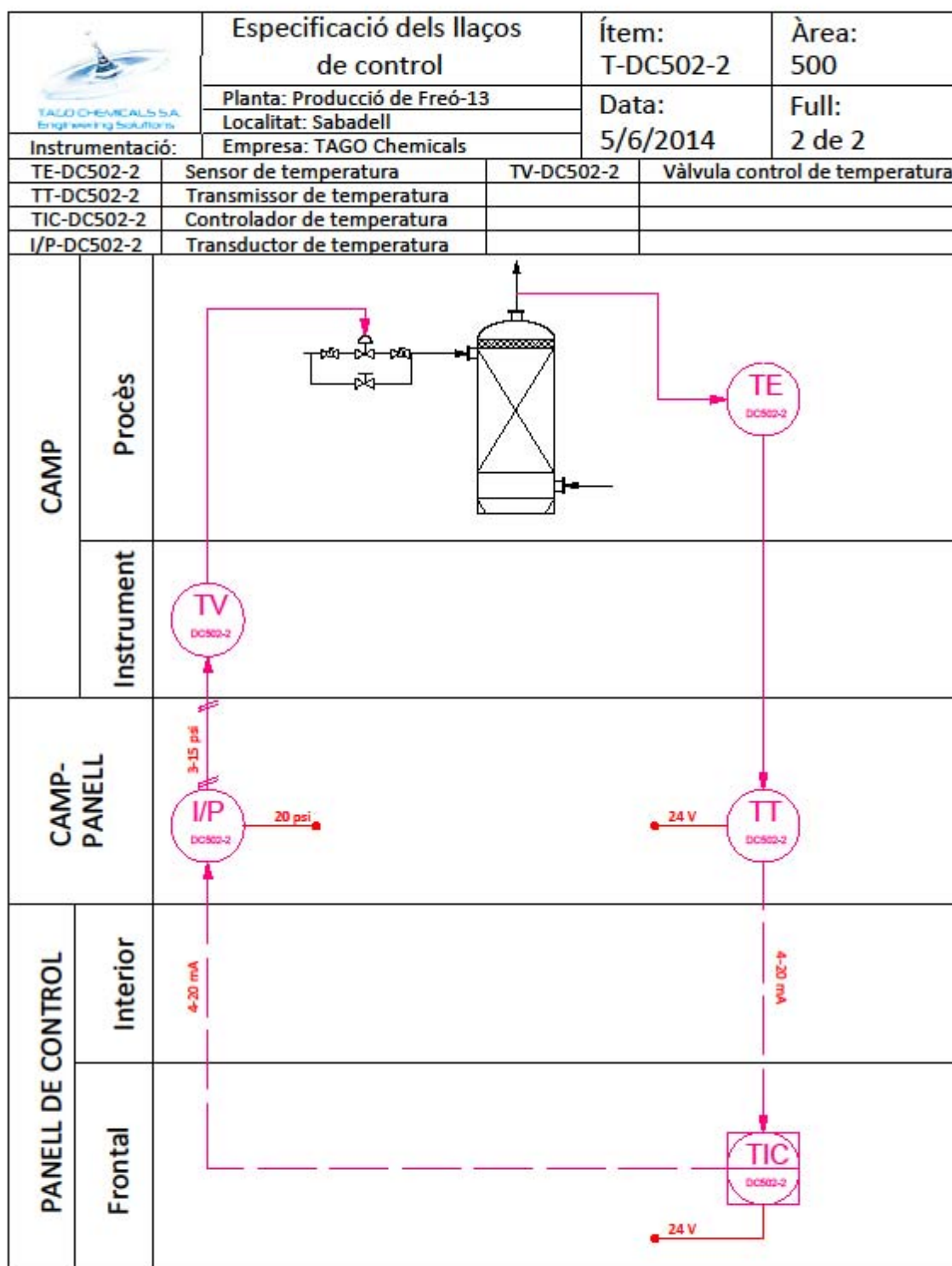
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la composició del corrent que surt per caps de la columna de destil·lació DC502, és a dir el freó 13 pur que s'envia a emmagatzemar ja com a producte final. Per a fer-ho es mesura la temperatura del corrent de caps, amb la qual es pot estimar la composició ja que la columna és pràcticament bicomponent. Es varia el reflux extern de la columna per a controlar la temperatura de caps, amb la qual cosa s'està controlant també la composició.

Un sensor, TE-DC502-2, controla la temperatura de caps de la columna i envia el senyal al controlador del llaç (TIC-DC502-2). Aquest compara el valor rebut amb el de consigna i envia una ordre a l'element final de control, el qual és la vàlvula de control TV-DC502-2 que controla el reflux de la columna, regulant així el cabal de destil·lat que s'hi recircula.

Taula 3.50. Llista d'instruments del llaç T-DC502-2.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-DC502-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT-DC502-2	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC-DC502-2	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P-DC502-3	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV-DC502-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç P-E504-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida del condensador E504.

Variables mesurades: pressió a la sortida del condensador E504.

Variable manipulada: cabal d'entrada de fluid refrigerant al bescanviador E504.

Valor de consigna: 1015 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

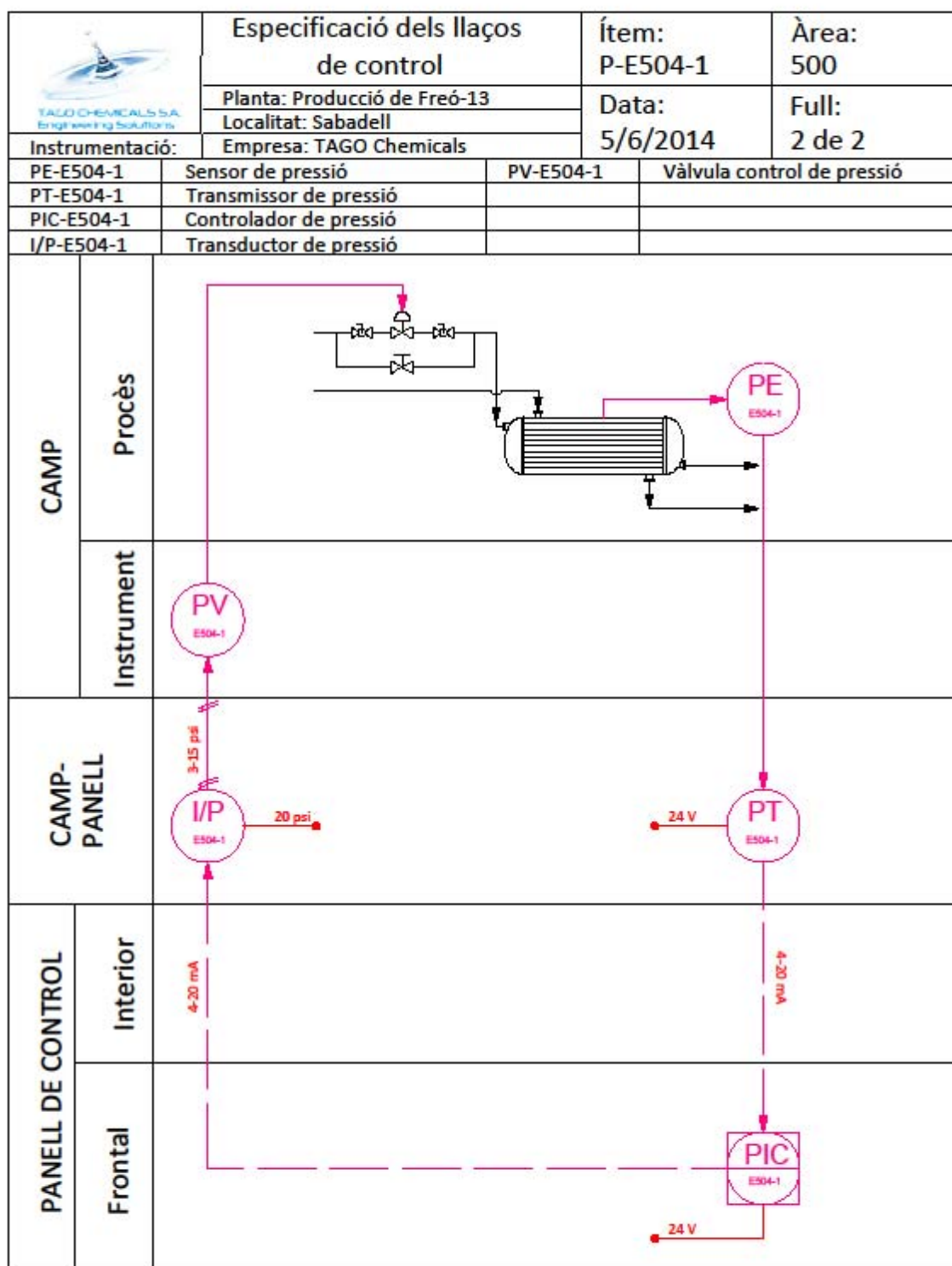
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el corrent que arriba al condensador E504 des de caps de la columna DC502 és condensat totalment. Es controla la pressió ja que si sortís una part del corrent en fase gas, la pressió a la sortida de l'equip augmentaria, amb el conseqüent risc per a les instal·lacions i la seguretat de la planta.

Un sensor, PE-E504-1, controla la pressió a la sortida del condensador i envia el senyal al controlador (PIC-E504-1). Aquest compara el valor rebut amb el de consigna i decideix s'hi ha d'obrir o tancar la vàlvula de control que regula l'entrada de refrigerant. Per exemple, si la pressió és major a la de consigna vol dir que cal augmentar el cabal, ja que cal reduir la temperatura del condensador.

Taula 3.51. Llista d'instruments del llaç P-E504-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE-E501-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT-E504-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC-E504-1	Elèctrica	Panell
Transductor de P	I/P-E504-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de P	PV-E504-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç L-T502-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell del líquid al tanc T502.

Variable mesurada: nivell del líquid al tanc T502.

Variable manipulada: cabal de sortida del tanc T502, el qual entrarà com a recirculació a la columna DC502.

Valor de consigna: 1,2 m

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

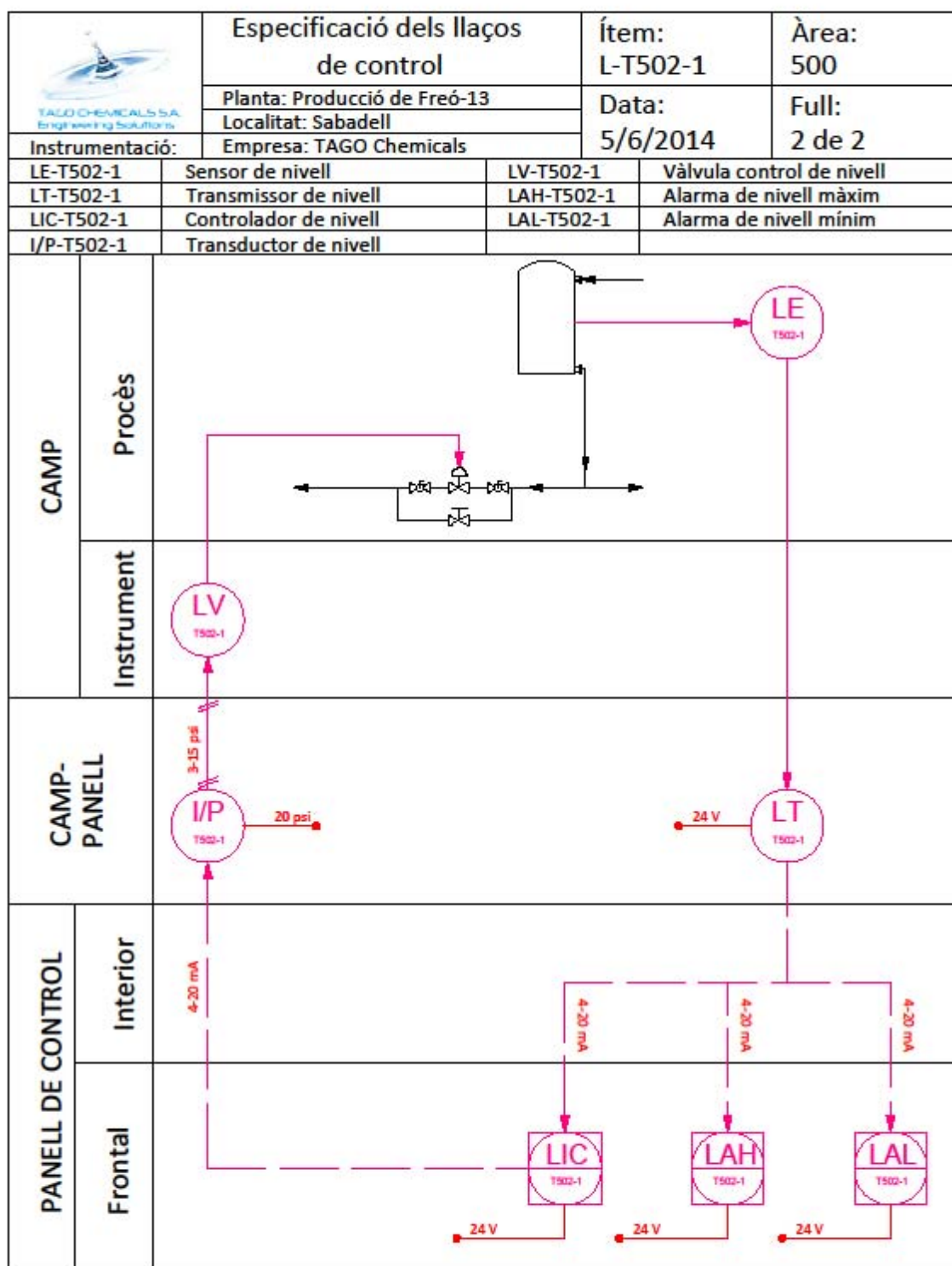
L'objectiu d'aquest llaç és controlar el nivell del líquid del tanc T502, el qual és l'acumulador de condensats de la columna DC502. Aquest tanc permet regular el cabal de líquid que s'envia a emmagatzemar com a producte final (freó 13). Així doncs, com en qualsevol tanc que conté líquids, és necessari tenir un control per a evitar que es pugui vessar o exhaurir el seu contingut, fet que provocaria problemes tant de seguretat com d'operativitat a la columna DC502.

D'entrada el sensor de nivell L-T502-1 envia la seva mesura al controlador LIC-T502-1 a través del transmissor LT-T502-1; mentre el valor de l'alçada no superi el valor màxim o mínim el sistema no realitzarà cap acció. En quan ho faci, el controlador ordenarà a la vàlvula de control LV-T502-1 realitzar una acció correctora, obrir o tancar, en funció de si el nivell del líquid es màxim o mínim. A la vegada saltarà la corresponent alarma, LAH o LAL, avisant a l'operador de l'incident.

Taula 3.52. Llista d'instruments del llaç L-T502-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T502-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT-T502-1	Elèctrica	Camp
Controlador de L	LIC-T502-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L màxim	LAH-T502-1	Elèctrica	Panell
Alarma de L mínim	LAL-T502-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P-T502-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de L	LV-T502-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.7. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 600

Llaç P-C601-1.

Caracterització:

Variable controlada: pressió a la sortida del compressor C-601.

Variable mesurada: pressió a la sortida del compressor C-601.

Variable manipulada: potència subministrada al compressor C601.

Valor de consigna: 1000 KPa.

Tipus de control: Feedback.

Objectius i funcionament:

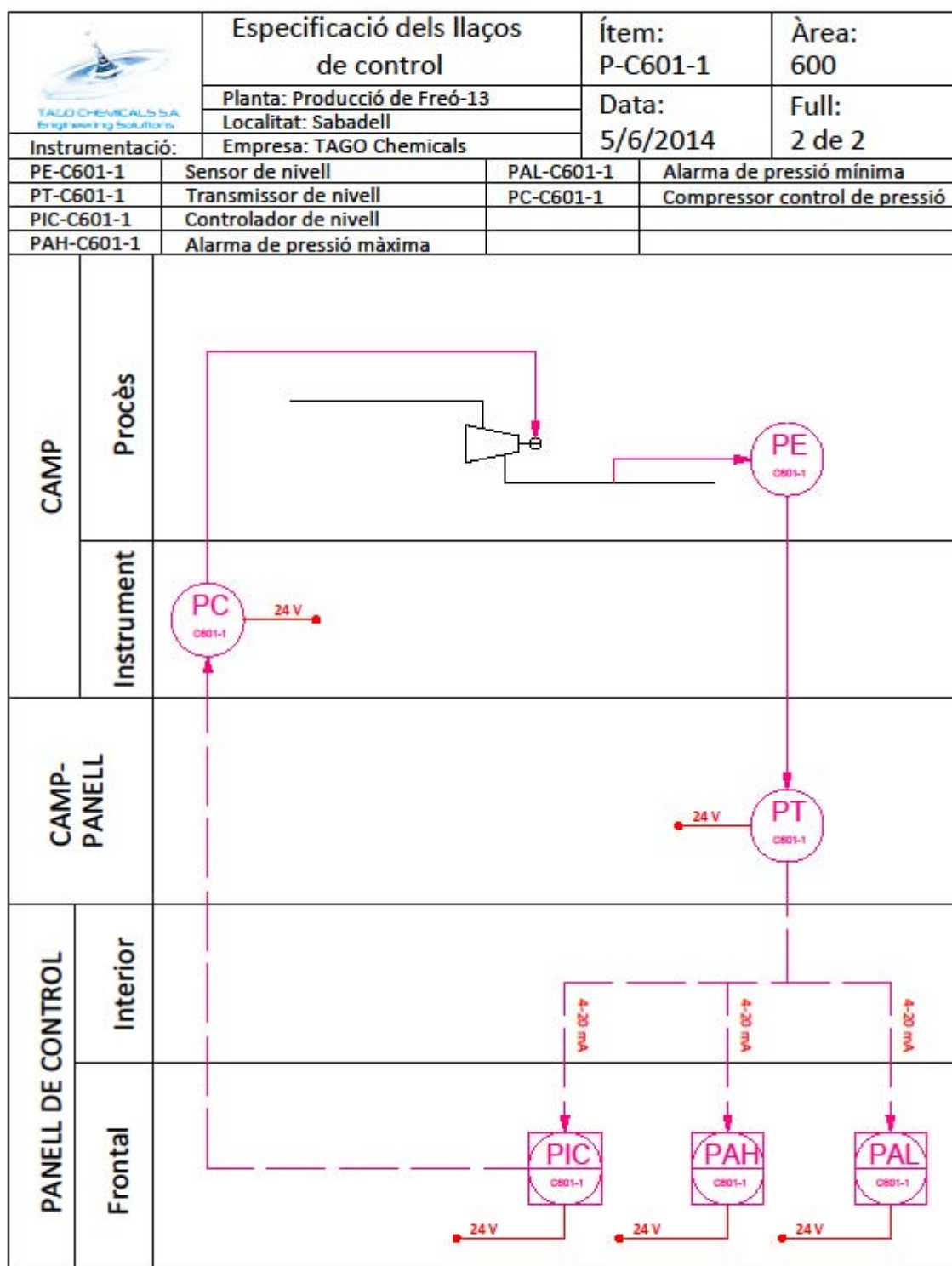
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la pressió a la que entrarà el corrent de freó 13 gas que prové de la zona 300 al condensador E601. És important que la pressió a l'entrada d'aquest sigui suficient ja que en cas contrari serà molt difícil condensar el corrent i es requerirà un cabal de refrigerant molt gran.

El sensor PE-C601-1 situat a la sortida l'equip C601 mesura la pressió i envia el senyal al controlador; aquest decideix i ordena l'acció a realitzar pel compressor, augmentant o disminuint la potència en funció de si la pressió detectada és menor o major al set point. A més, el llaç incorpora dues alarmes, una de pressió màxima i una de pressió mínima.

Taula 3.53. Llista d'instruments del llaç P-C601-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de P	PE- C601-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de P	PT- C601-1	Elèctrica	Camp
Controlador de P	PIC- C601-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P màxim	PAH- C601-1	Elèctrica	Panell
Alarma de P mínim	PAL- C601-1	Elèctrica	Panell
Compressor	PC-C601-1	Elèctrica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E601-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura a la sortida del bescanviador E601.

Variable mesurada: temperatura a la sortida del bescanviador E601.

Variable manipulada: cabal de propilè que entra al bescanviador E601.

Valor de consigna: -29°C.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

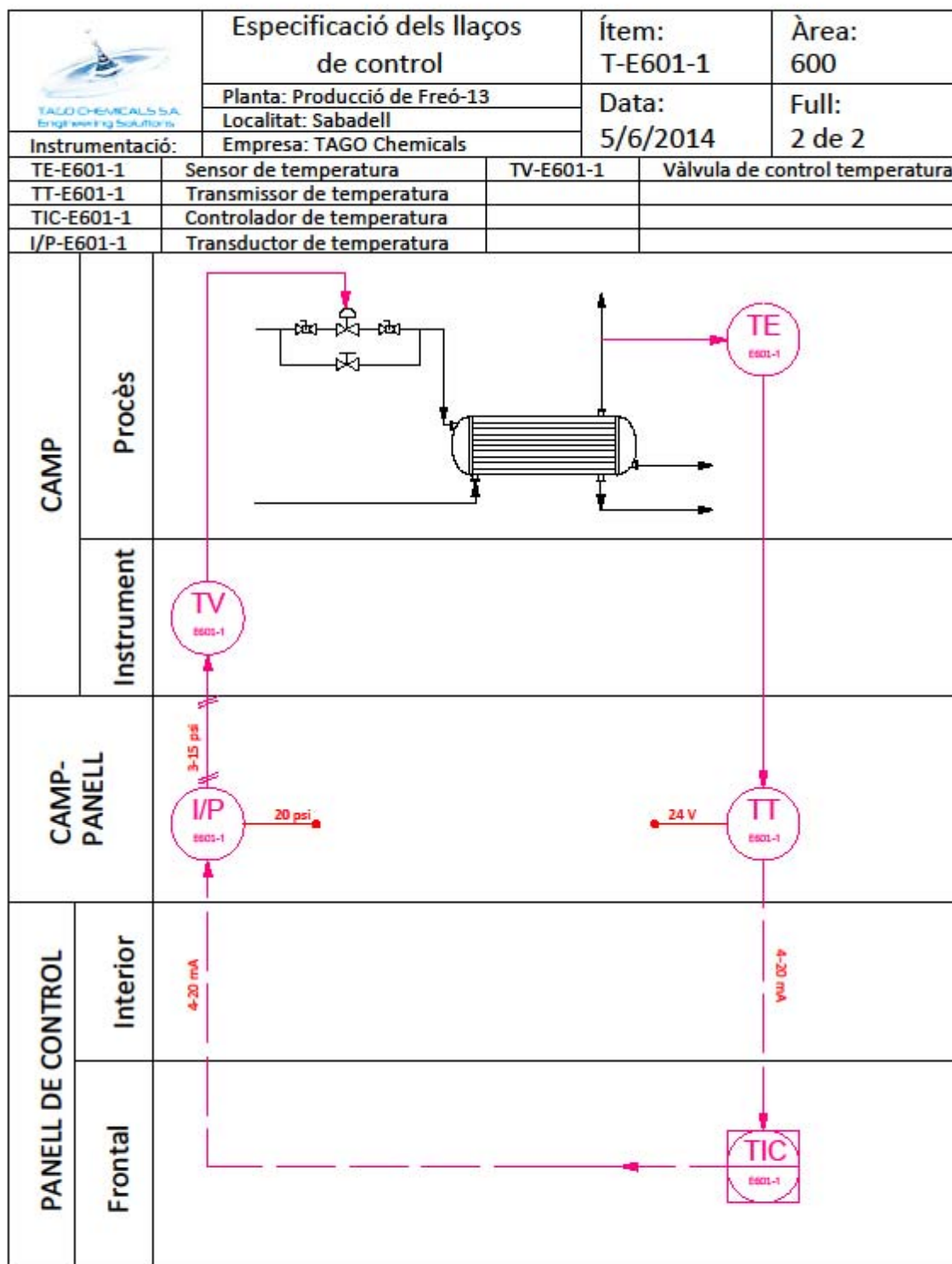
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E601, el qual és l'encarregat de refredar i condensar el corrent de freó 13 que prové de la zona 300. Un cop condensat, el corrent ja es pot enviar als tancs d'emmagatzematge com a producte final del procés.

El control es realitza mitjançant un llaç en feedback en que el sensor TE-E601-1 mesura la temperatura a la sortida del condensador i envia el senyal al controlador. Aquest, en funció de si la temperatura és superior o inferior al set point envia una ordre a la vàlvula de control per a que augmenti o disminueixi el cabal de propilè que s'introdueix a l'equip.

Taula 3.54. Llista d'instruments del llaç T-E601-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-E601-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- E601-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- E601-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- E601-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- E601-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

Llaç T-E602-1.

Caracterització:

Variable controlada: temperatura a la sortida del bescanviador E602.

Variable mesurada: temperatura a la sortida del bescanviador E602.

Variable manipulada: cabal d'aigua de refrigeració que entra al bescanviador E602.

Valor de consigna: 40°C.

Tipus de control: feedback.

Objectius i funcionament:

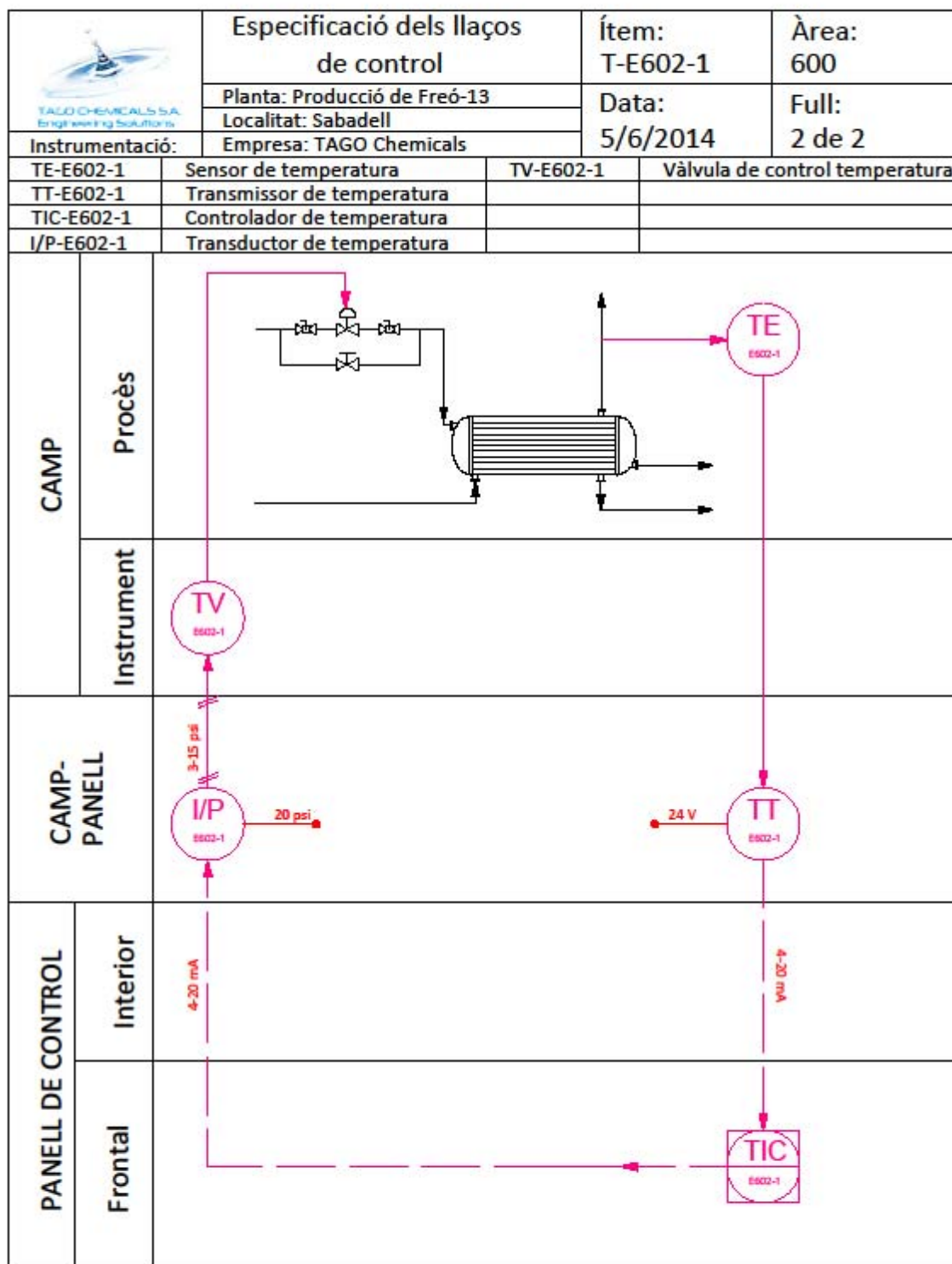
L'objectiu d'aquest llaç és controlar la temperatura de sortida del bescanviador E602, el qual és l'encarregat de refredar l'àcid clorhídric comercial produït fins a la temperatura d'emmagatzematge. La temperatura a la que arriba aquest corrent pot patir variacions al llarg de l'operació degut a que abans d'entrar en el bescanviador E602 ha estat utilitzat en el E503 com a fluid calent, el qual actua com a reboiler de la DC-502. En funció de les condicions de la columna el corrent d'àcid pot estar més calent o menys, de manera que caldrà un control que permeti que la temperatura d'emmagatzematge sigui l'adequada independentment de la d'entrada al bescanviador. Tot i això, s'ha triat per a aquest cas un sistema de control convencional, en feedback, ja que petites variacions del punt de consigna no afectaran el procés ni generaran situacions de perill.

Així concs, el control es realitza mitjançant un llaç en cascada, en el qual es mesura la temperatura de sortida del bescanviador i s'actua sobre el cabal d'entrada d'aigua de refrigeració.

Taula 3.55. Llista d'instruments del llaç T-E602-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de T	TE-E602-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de T	TT- E602-1	Elèctrica	Camp
Controlador de T	TIC- E602-1	Elèctrica	Panell
Transductor de T	I/P- E602-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula de control de T	TV- E602-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.8. LLAÇOS DE CONTROL ZONA 700

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als quatre tancs d'emmagatzematge de freó 13 de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T702-1 , L-T703-1 i L-T704-1.

Llaç L-T701-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell màxim de líquid al tanc d'emmagatzematge de freó 13 T701.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T701.

Variable manipulada: entrada de líquid al tanc T701.

Valor de consigna: 2,2 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

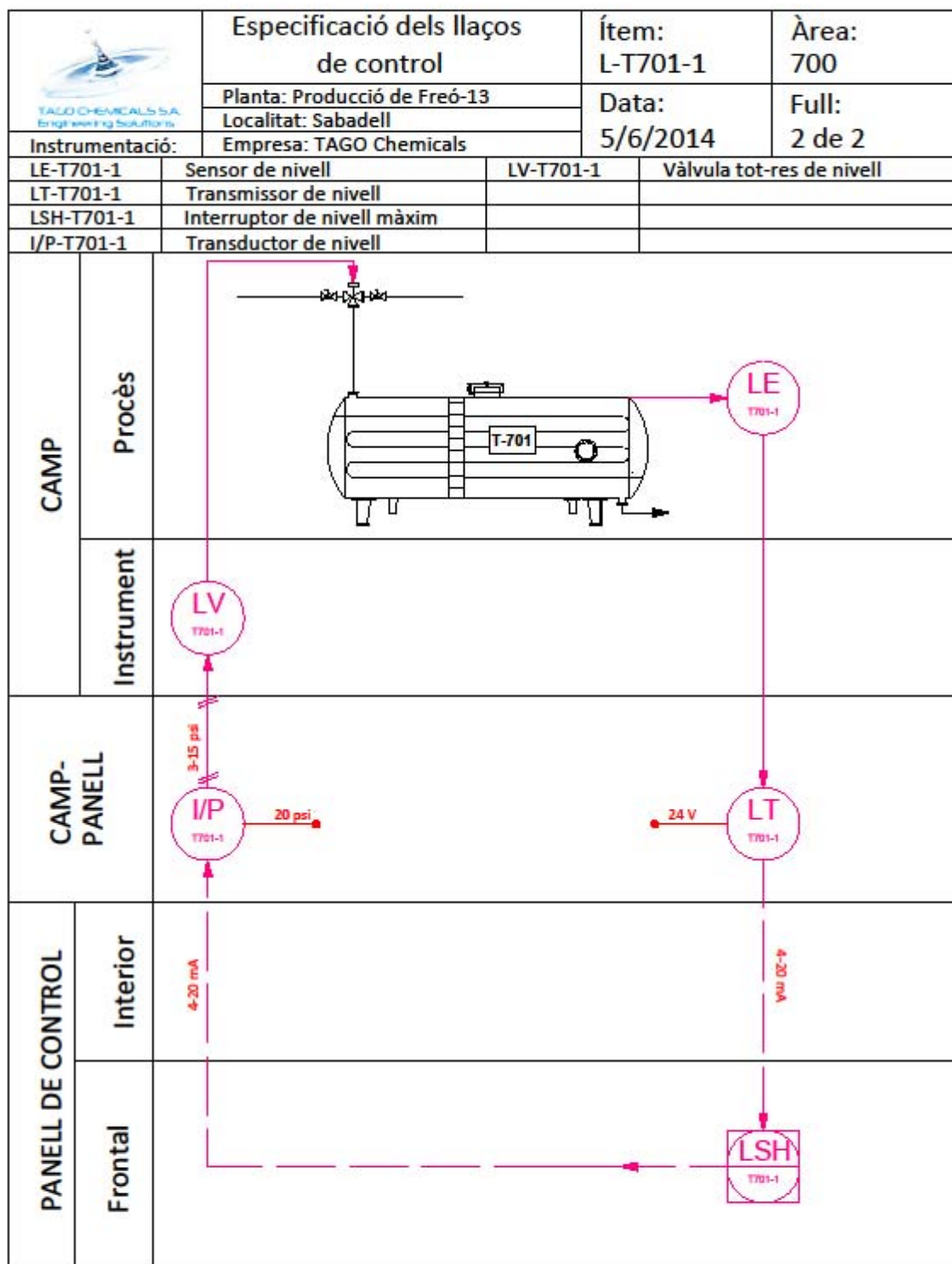
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge de freó 13 no superi el valor màxim, evitant així que es produeixi un vessament o una situació perillosa per sobrepressió. Per a fer-ho s'ha instal·lat un mesurador de nivell màxim al tanc, el qual quan entra en contacte amb el líquid envia un senyal a un interruptor que tanca la vàlvula tot-res d'entrada al tanc. Aquest llaç de control està pensat per a controlar la càrrega dels tancs , ja que el sistema implementat fa que quan es tanca la vàlvula d'entrada a un tanc degut a que s'ha activat el llaç esmentat, s'obri la del següent.

És important remarcar que aquest llaç no realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà omplir tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.56. Llista d'instruments del llaç L-T701-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T701-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T701-1	Elèctrica	Camp
Interruptor de L màxim	LSH- T701-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T701-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T701-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als quatre tancs d'emmagatzematge de freó 13 de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T702-2 , L-T703-2 i L-T704-2.

Llaç L-T701-2.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge freó 13, T-701.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T701.

Variable manipulada: sortida de líquid del tanc T701.

Valor de consigna: 0,1 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

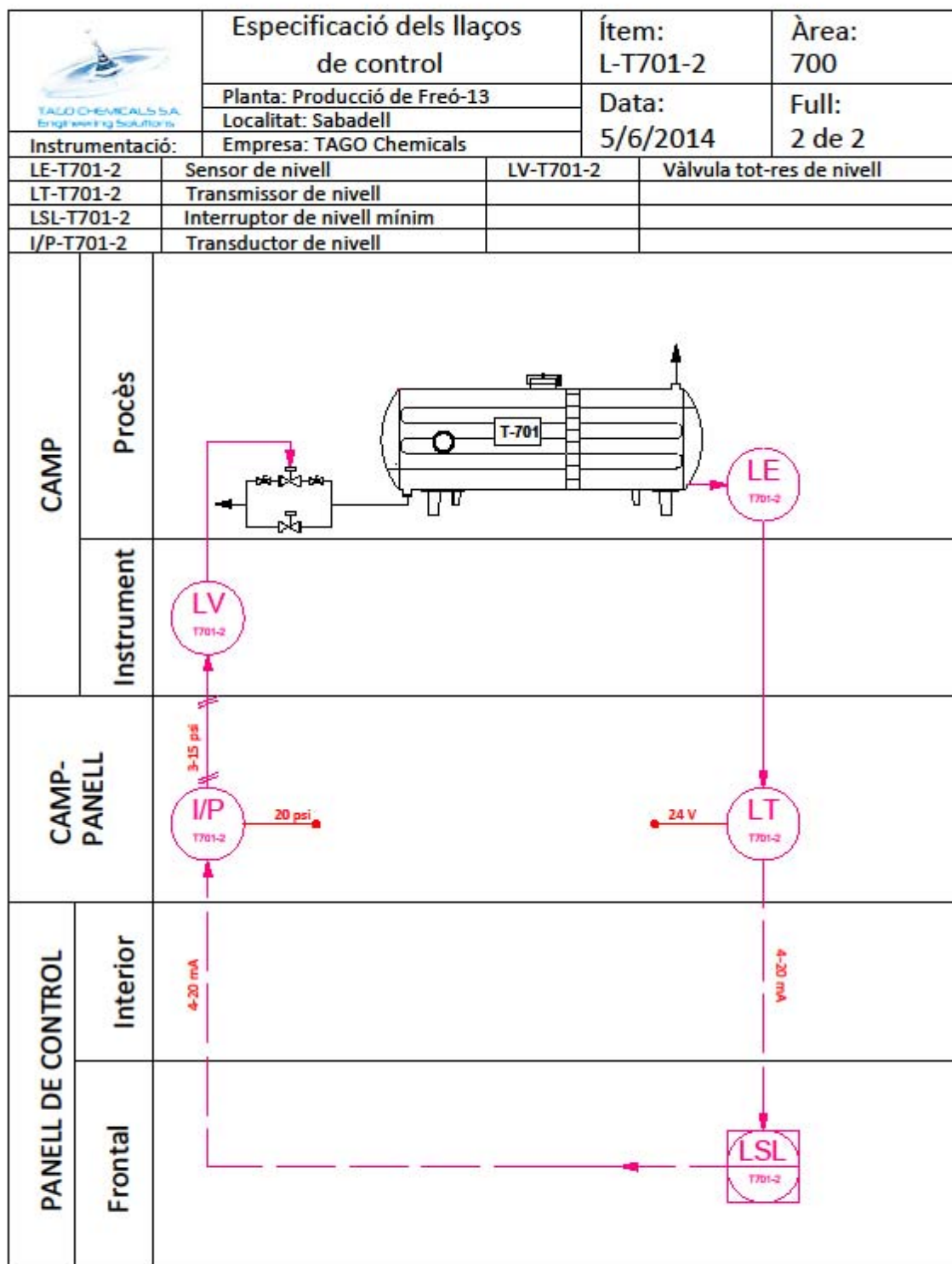
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el tanc d'emmagatzematge de freó 13 no es buidi per complert ja que si això es produís es podria fer malbé la bomba centrífuga que s'encarrega de la descàrrega del tanc. Així doncs, la funció d'aquest llaç és l'oposada a l'anterior i s'encarrega de controlar el buidat dels tancs. El control es realitza mitjançant un mesurador de pressió que activa un interruptor quan el nivell del líquid arriba a un nivell mínim fixat. Aquest interruptor tanca immediatament la vàlvula de descàrrega del tanc a la vegada que obre la del següent per a no interrompre el subministrament.

És important remarcar que aquest llaç tampoc realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà buidar tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.57. Llista d'instruments del llaç L-T701-2.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T701-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T701-2	Elèctrica	Camp
Interruptor de L mínim	LSL- T701-2	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T701-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T701-2	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als cinc tancs d'emmagatzematge d'àcid clorhídric de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T706-1 , L-T707-1, L-T708-1 i L-T-709-1.

Llaç L-T705-1.

Caracterització:

Variable controlada: nivell màxim de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid clorhídric T705.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T705.

Variable manipulada: entrada de líquid al tanc T705.

Valor de consigna: 4,3 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

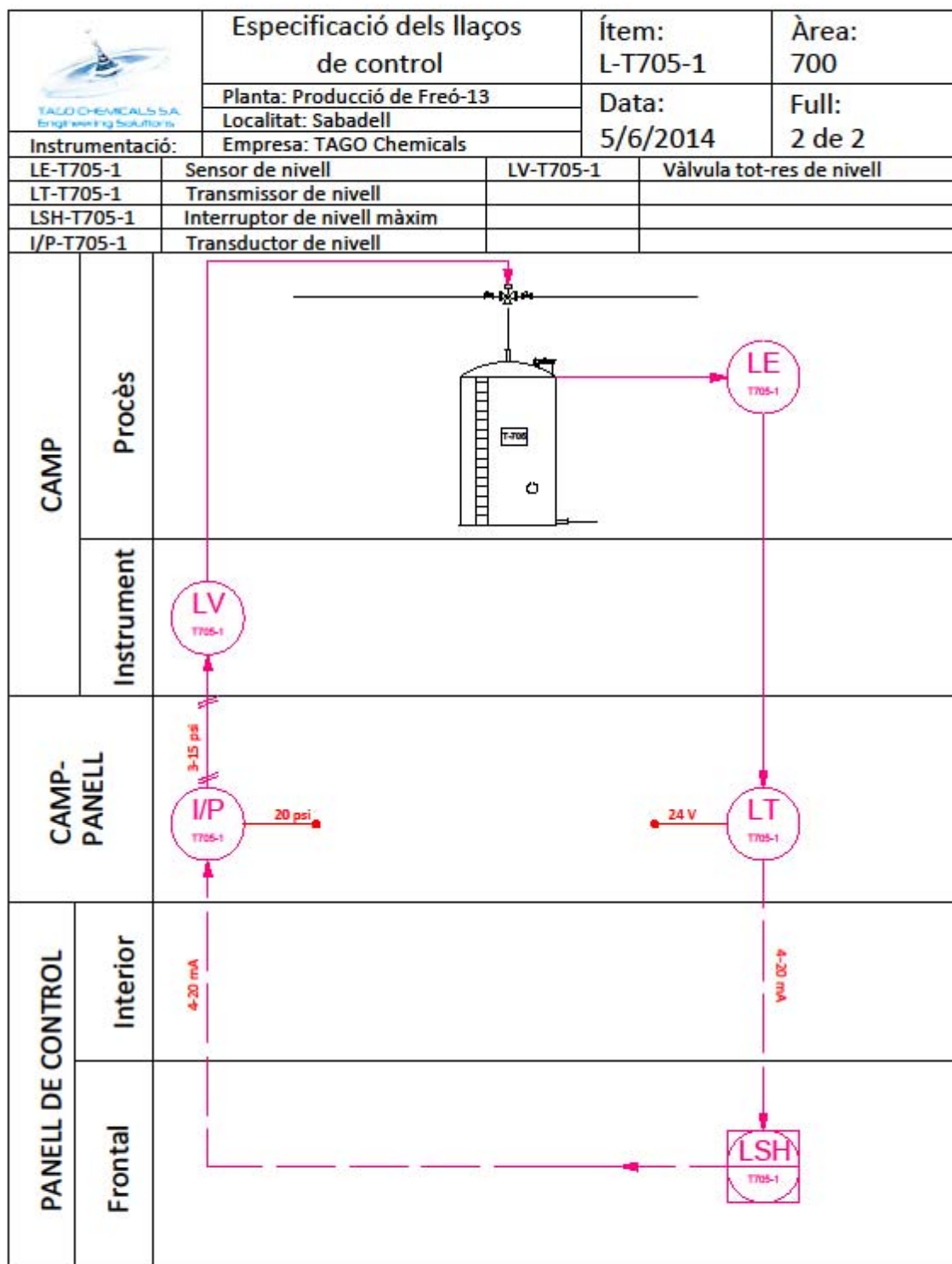
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid clorhídric no superi el valor màxim, evitant així que es produeixi un vessament o una situació perillosa per sobrepressió. Per a fer-ho s'ha instal·lat un mesurador de nivell màxim al tanc, el qual quan entra en contacte amb el líquid envia un senyal a un interruptor que tanca la vàlvula tot-res d'entrada al tanc. Aquest llaç de control està pensat per a controlar la càrrega dels tancs , ja que el sistema implementat fa que quan es tanca la vàlvula d'entrada a un tanc degut a que s'ha activat el llaç esmentat, s'obri la del següent.

És important remarcar que aquest llaç no realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà omplir tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.58. Llista d'instruments del llaç L-T705-1.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T705-1	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T705-1	Elèctrica	Camp
Interruptor de L màxim	LSH- T705-1	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T705-1	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T705-1	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

El llaç que s'especifica a continuació és idèntic per als cinc tancs d'emmagatzematge d'àcid clorhídric de manera que no s'inclouran les fulles per als llaços L-T706-2 , L-T707-2, L-T708-2 i L-T-709-2.

Llaç L-T705-2.

Caracterització:

Variable controlada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge d'àcid clorhídric, T-705.

Variable mesurada: nivell de líquid al tanc d'emmagatzematge T705.

Variable manipulada: sortida de líquid del tanc T705.

Valor de consigna: 0,25 m

Tipus de control: tot-res.

Objectius i funcionament:

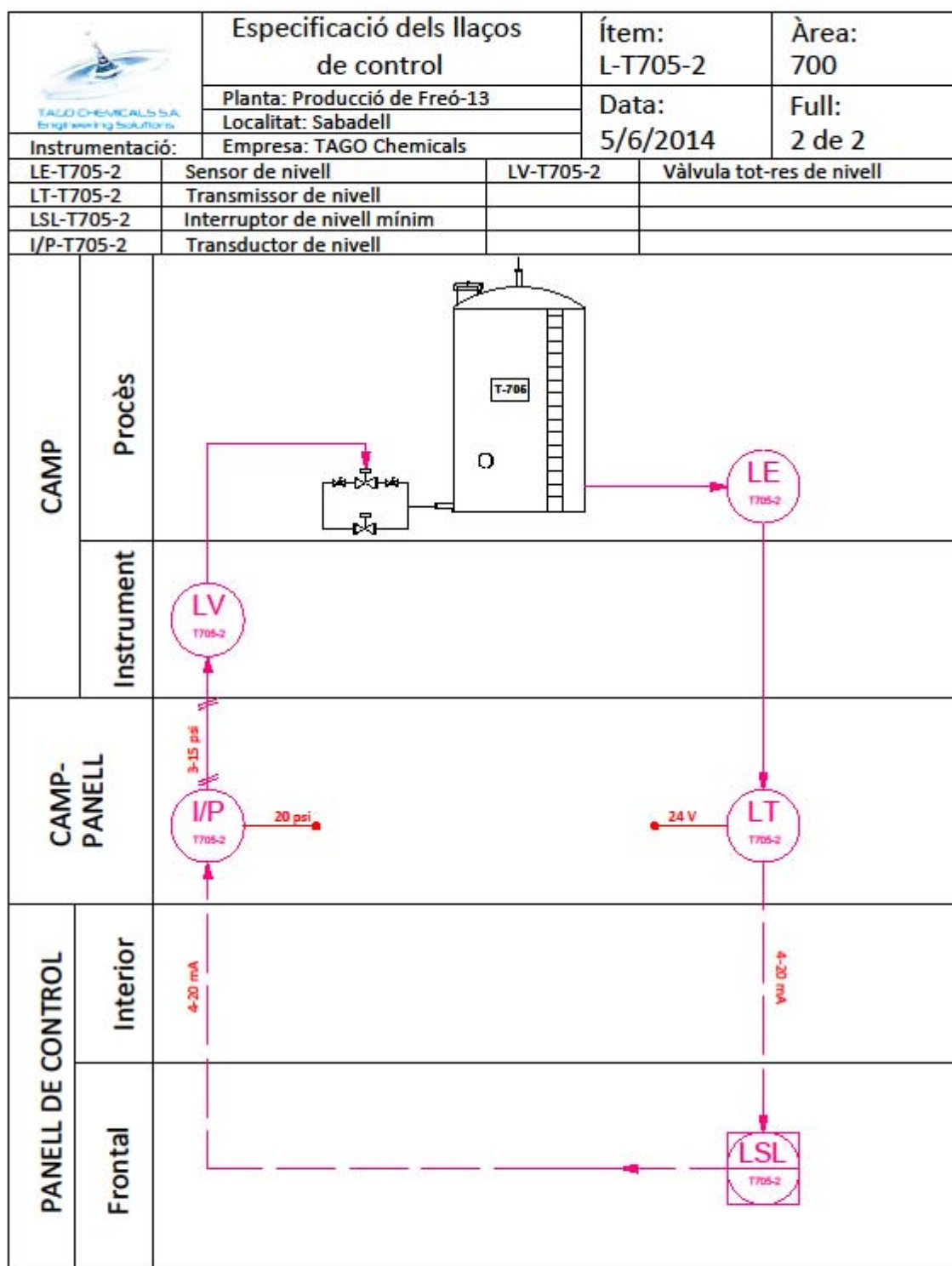
L'objectiu d'aquest llaç és controlar que el tanc d'emmagatzematge d'àcid clorhídric no es buidi per complert ja que si això es produís es podria fer malbé la bomba centrífuga que s'encarrega de la descàrrega del tanc. Així doncs, la funció d'aquest llaç és l'oposada a l'anterior i s'encarrega de controlar el buidat dels tancs. El control es realitza mitjançant un mesurador de pressió que activa un interruptor quan el nivell del líquid arriba a un nivell mínim fixat. Aquest interruptor tanca immediatament la vàlvula de descàrrega del tanc a la vegada que obre la del següent per a no interrompre el subministrament.

És important remarcar que aquest llaç tampoc realitzarà la funció de controlador pròpiament dita, ja que no mantindrà el nivell en un set point determinat. En canvi, actuarà com un interruptor que permetrà buidar tots els tancs d'emmagatzematge del reactiu de manera seqüencial, sense que es produeixi una situació de perill.

Taula 3.59. Llista d'instruments del llaç L-T705-2.

Instrument	Identificador	Senyal	Localització
Sensor de L	LE-T705-2	Elèctrica	Camp
Transmissor de L	LT- T705-2	Elèctrica	Camp
Interruptor de L mínim	LSL- T705-2	Elèctrica	Panell
Transductor de L	I/P- T705-2	Pneumàtica	Camp
Vàlvula control tot-res	LV- T705-2	Pneumàtica	Camp

3. Instrumentació i control



3. Instrumentació i control

3.3.9. CONTROL DE PRESSIÓ ALS TANCs D'EMMAGATZEMATGE

En aquest l'apartat anterior s'ha especificat i explicat tots els llaços de control que s'ha dissenyat per a la planta. Cal tenir en compte que aquests no són els únics elements que garanteixen que la planta dissenyada no s'allunyi de les condicions segures d'operació. Per exemple, el control de pressió als tancs d'emmagatzematge s'ha realitzat mitjançant un sistema de distribució de nitrogen amb vàlvules de blanketing,: Això, tot i no formar un llaç de control, permet que la pressió en els tancs es mantingui en un set point determinat.

El funcionament d'aquest sistema és simple; a cada un dels tancs hi arriba una línia de nitrogen a una pressió superior a la del tanc. En aquesta línia s'hi instal·la una vàlvula de blanketing,. Aquesta té la característica de que només fa entrar nitrogen quan la pressió al tanc és inferior a la de consigna de l'instrument. Quan la situació és inversa, és a dir que la pressió al tanc és major al set point, s'obre la vàlvula permetent un el venteig del tanc.

Com que és molt important que els reactius i el producte no adquireixin humitat provinent de l'aire, aquest sistema de blanketing també s'ha dut a terme per a mantenir els tancs a pressió atmosfèrica. A continuació es mostra un esquema del funcionament d'una vàlvula de blanketing, juntament amb la seva fitxa d'especificació.

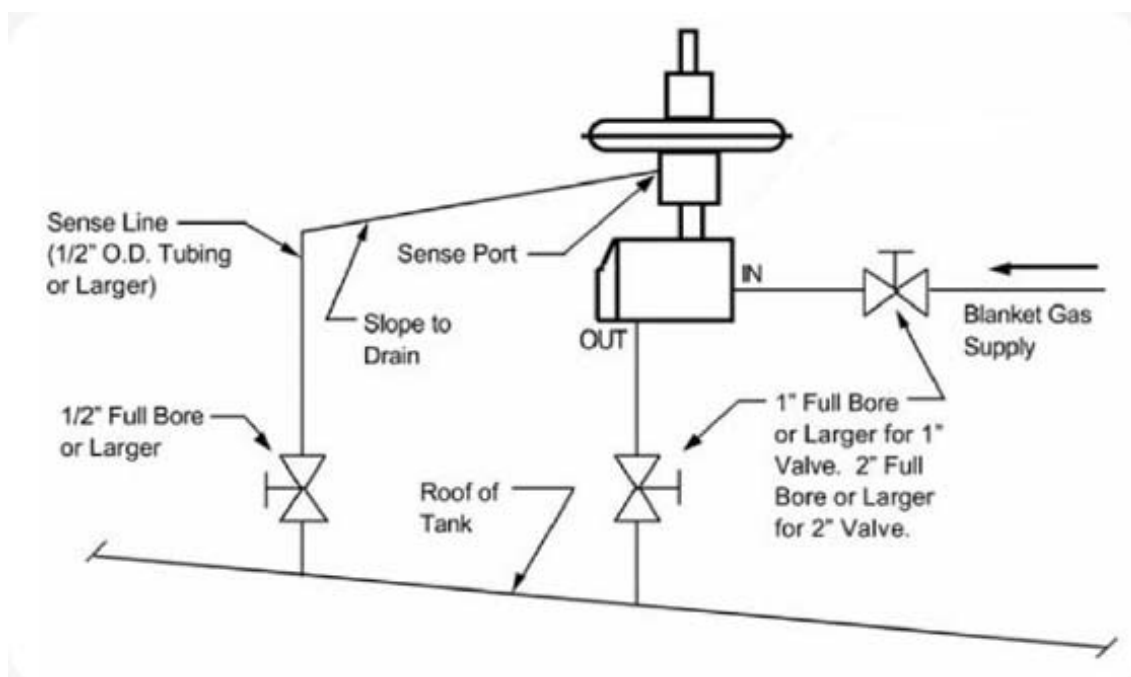


Figura 12. Esquema del funcionament d'una vàlvula de blanketing.

3. Instrumentació i control

 TAGO CHEMICALS S.A. Engineering Solutions	ESPECIFICACIÓ VÀLVULA DE BLANKETING		ITEM Nº BLV-T101	Àrea: 100
			DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals		REVISAT Si	FULL: 1 de 2
DADES GENERALS				
DENOMINACIÓ: BLV-T101				
FINALITAT: controlar la pressió al tanc d'emmagatzematge T101				
LLAÇ DE CONTROL: -				
SENYAL ENVIAT A: -				
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: Àcid fluorhídric				
CONDICIONS D'OPERACIÓ				
		MÍNIMA	NORMAL	MÀXIMA
TEMPERATURA	(°C)	-	25	-
PRESSIÓ	(KPa)	-	300	-
DENSITAT	(Kg/m3)	-	-	-
DADES APARELL				
MESURADOR		-		
ALIMENTACIÓ		5 bar N2		
VARIABLE MESURADA		-		
SENYAL ENVIAT		-		
PRECISIÓ		-		
CALIBRAT		Si		
DADES TÈCNIQUES				
SENSOR		-		
MATERIAL ACTUADOR		AISI 316 L (teflonat)		
CONNEXIÓ		-		
RANG DE TEMPERATURA	(°C)	-45 / 100		
MATERIAL CARCASSA		AISI 316 L		
PRESSIÓ MÀXIMA		15 bar		
LONGITUD/ DIÀMETRE	(mm)	114/ 50		
PES	(Kg)	20		
DETALLS D'INSTAL·LACIÓ				
POSICIÓ (Vertical/Horitzontal)		Vertical		
MODEL		TP12100M		
EMPRESSA		 AKTEK OFFSHORE INDUSTRIES		

3. Instrumentació i control

	ESPECIFICACIÓ VÀLVULA DE BLANKETING	ITEM Nº BLV-T101	Àrea: 100
		DATA 29/05/15	
	Planta: Producció de Freon-13 LOCALITAT: POLÍGON GASOS NOBLES EMPRESA: TAGO Chemicals	REVISAT Si	FULL: 2 de 2
DADES GENERALS			
DENOMINACIÓ: BLV-T101			
FINALITAT: controlar la pressió al tanc d'emmagatzematge T101			
LLAÇ DE CONTROL: -			
SENYAL ENVIAT A: -			
PRODUCTES MANIPULATS/ ESTAT: Àcid fluorhídric			
			
			