

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 INTRODUCCIÓ .....                                       | 3  |
| 3.2. SISTEMA DE CONTROL .....                               | 3  |
| 3.2.1. TIPUS DE SISTEMES DE CONTROL.....                    | 3  |
| 3.3. DISSENY DEL SISTEMA DE CONTROL.....                    | 5  |
| 3.3.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL .....            | 5  |
| 3.3.2. DIMENSIONAMENT DEL SISTEMA DE CONTROL .....          | 6  |
| 3.3.3.TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES.....                    | 7  |
| 3.4. NOMENCLATURA UTILITZADA EN EL SISTEMA DE CONTROL ..... | 8  |
| 3.4.1. NOMENCLATURA DELS LLAÇOS DE CONTROL.....             | 8  |
| 3.4.2. NOMENCLATURA DELS INSTRUMENTS DE CONTROL .....       | 8  |
| 3.4.3. ABREVIACIONS UTILITZADES .....                       | 8  |
| 3.5. INSTRUMENTACIÓ .....                                   | 9  |
| 3.5.1. MESURA DE LA TEMPERATURA.....                        | 9  |
| 3.5.2. MESURA DE LA PRESSIÓ .....                           | 10 |
| 3.5.3. MESURA DEL NIVELL.....                               | 10 |
| 3.5.4. MESURA DEL CABAL .....                               | 11 |
| 3.5.5. MESURA DE LA CONCENTRACIÓ .....                      | 12 |
| 3.5.6. DISTRIBUCIÓ DE LA INSTRUMENTACIÓ .....               | 12 |
| 3.5.7. ELEMENTS FINALS DE CONTROL.....                      | 12 |
| 3.5.7. FITXES D'ESPECIFICACIONS DELS ELEMENTS PRIMARIS..... | 13 |
| 3.6.LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL .....                      | 20 |
| 3.6.1. ÀREA 100 .....                                       | 20 |
| 3.6.2. ÀREA 200 .....                                       | 21 |
| 3.6.3. ÀREA 300 .....                                       | 23 |
| 3.6.4. ÀREA 400 .....                                       | 25 |
| 3.6.5. ÀREA 500 .....                                       | 27 |
| 3.6.6. ÀREA 600 .....                                       | 30 |
| 3.6.7. ÀREA 700 .....                                       | 32 |
| 3.7. DESCRIPCIÓ DELS LLAÇOS DE CONTROL DE LA PLANTA .....   | 33 |
| 3.7.1. CONTROL DE NIVELL DELS TANCs DE PROCÉS .....         | 33 |
| 3.7.2. CONTROL DE NIVELL DE LA COLUMNA FLASH .....          | 35 |
| 3.7.3. CONTROL DE TEMPERATURA DE LA COLUMNA FLASH.....      | 37 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 3.7.4. CONTROL DE TEMPERATURA EN BSCANVIADORS I CONDENSADORS ..... | 39 |
| 3.7.5. CONTROL DE TEMPERATURA AL REACTOR DE CARBONILACIÓ .....     | 41 |
| 3.7.6. CONTROL DE TEMPERATURA AL REACTOR D'HIDRÒLISI .....         | 43 |
| 3.7.7. CONTROL DE CABAL D'ENTRADA ALS REACTORS.....                | 45 |
| 3.7.8. CONTROL DEL DIFERENCIAL DE PRESSIÓ A LES COLUMNES .....     | 47 |
| 3.7.9. CONTROL DEL CABAL DE REFLUX A LES COLUMES.....              | 49 |
| 3.7.10. CONTROL DE CONTUCTIVITAT.....                              | 51 |
| 3.8. BIBLIOGRAFIA .....                                            | 53 |

### 3.1 INTRODUCCIÓ

L'objectiu general d'una planta química és transformar unes matèries primeres en uns productes de manera segura, econòmica i respectuosa amb el medi ambient i per tal de garantir que l'operació d'una planta és la correcta i és segura es fa imprescindible doncs implementar un bon sistema de control automatitzat que permeti monitoritzar, actuar sobre les pertorbacions i corregir-les.

Aquest sistema de control és necessari que s'apliqui des de que la planta arranca fins a quan comença a estar en funcionament, és a dir, des de la posada en marxa fins que, després d'un període de temps més o menys llarg, s'aturi per a fer una revisió general, reparar algun equip, canviar el catalitzador, o per qualsevol altre motiu.

Els objectius principals del sistema de control és assolir una operació segura i estable de la planta, és a dir, preveure accidents i possibles danys ocasionats i evitar grans canvis que puguin ocasionar situacions de perill. Els paràmetres més importants normalment a controlar en una planta són el nivell, la temperatura, la pressió i la concentració.

### 3.2. SISTEMA DE CONTROL

A continuació es farà una breu introducció als conceptes bàsics del control, per a una millor comprensió del funcionament i aplicació del sistema de control. Entre ells es defineixen:

- **Variable controlada:** és aquella variable del procés que es pretén mantenir constant en un valor desitjat.
- **Punt de consigna (o Set Point):** és el valor desitjat per a la variable a controlar.
- **Pertorbació:** és una variable externa que altera al sistema de control que modifica la variable controlada.
- **Variable manipulada:** és la variable del procés que s'utilitza per compensar o corregir l'efecte de la pertorbació, la qual provoca una desviació.
- **Error (o Offset):** és la diferència entre la variable controlada i el punt de consigna.

#### 3.2.1. TIPUS DE SISTEMES DE CONTROL

Principalment es poden diferenciar els sistemes de control en dos tipus: de llaç obert i de llaç tancat. En aquest projecte s'han utilitzat sistemes de control de llaç tancat, ja que és més flexible i capaç de reaccionar si no es té el punt de consigna desitjat.

Els sistemes de llaç tancat es caracteritzen perquè el senyal de sortida del sistema influeix sobre el senyal d'entrada. Dins aquest tipus de control s'han escollit per aquest projecte el control per retroalimentació i anticipatiu.

- **Control per retroalimentació (o *Feedback*):** actua sobre el procés per compensar l'efecte de les variables de pertorbació. Es tracta d'un control basat en mesurar la diferència observada entre la variable controlada i el valor desitjat o punt de consigna per poder minimitzar-la.

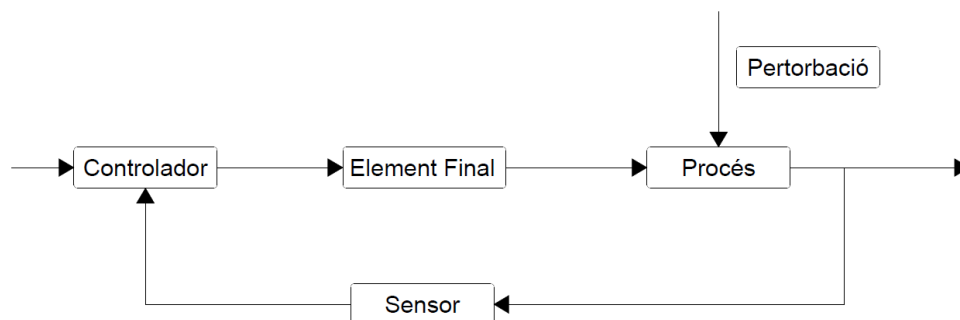


Figura 3.1. Esquema de control per retroalimentació.

- **Control anticipatiu (o *Feedforward*):** actua sobre el procés en funció de les pertorbacions observades, abans d'entrar al sistema per així intentar regular qualsevol fluctuació abans que afecti al sistema.

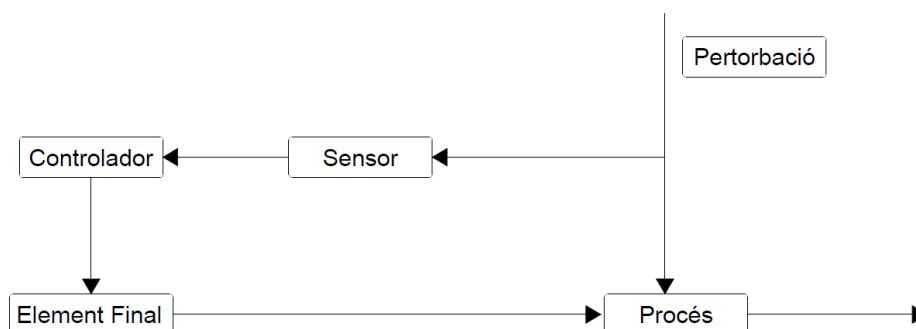


Figura 3.2. Esquema de control anticipatiu.

El sistema de control automàtic de qualsevol procés està constituït per quatre tipus d'elements bàsics:

- **Sensor:** instrument que mesura les variables físiques o químiques del sistema.
- **Transmissor o transductor:** instrument que converteix la magnitud de l'efecte físic en un senyal estàndard elèctric, pneumàtic o digital, que pugui ser transmesa a distància sense pertorbar-se i que pugui ser entesa per un controlador, un registrador o un sistema de monitorització.
- **Controlador:** instrument que rep el senyal de la variable mesurada i calcula l'acció del control d'acord amb l'algorisme de control que s'hagi programat.
- **Actuador o element final:** element que actua sobre la variable manipulada.

### 3.3. DISSENY DEL SISTEMA DE CONTROL

Hi ha dos qüestions clau que s'han de tenir en compte a l'etapa de disseny del control de la planta, per un costat que el procés sigui capaç de respondre ràpidament als canvis en les variables manipulades i, per un altre, que la freqüència i la magnitud de les pertorbacions sigui reduïda.

El disseny del sistema de control ha d'incloure les següents etapes:

1. Definició dels objectius de control: primer s'analitza el procés, es defineixen els punts crítics del mateix i llavors es fixen els objectius.
2. Identificació de les variables que poden ser mesurades i les que poden ser manipulades.
3. Selecció de la configuració del sistema de control.
4. Especificació de la instrumentació de monitorització i control.
5. Disseny dels llaços de control.

#### 3.3.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

L'estructura de control en la planta dissenyada consta de dos PLCs (*Programmable Logic Controller*) distribuïts en les zones de producció i emmagatzematge, per tal d'establir cert nivell d'independència a la planta. A més per cada zona controlada de la planta es tindrà una estació remota de control formada per un conjunt de targetes d'adquisició de dades per evitar grans distàncies de cablejat.

Per poder visualitzar les dades recollides als PLCs s'utilitza el software SCADA (*Supervisory, Control and Data Acquisition*), el qual permet a l'usuari monitoritzar les variables de procés.

### 3.3.2. DIMENSIONAMENT DEL SISTEMA DE CONTROL

Per poder dimensionar el sistema de control de la planta s'ha de fer un recompte de senyals. Aquests poden ser d'entrada (*input*), que són els que van des de l'instrument al sistema de control, o de sortida (*output*), que van del sistema de control a l'instrument.

A més es pot diferenciar entre senyals digitals i analògics. Els digitals són senyals binaris que tenen un estat d'activitat o inactivitat (0 ó 1) i tenen forma de voltatge, per altra banda els analògics són del tipus elèctric i tenen un rang de variació decimal entre 4 i 20 mA.

Per tant es tenen 4 senyals diferents, a la Taula 3.1 s'indica el codi utilitzat per cada senyal.

**Taula 3.1.** Codi dels senyals.

| Senyal            | Codi |
|-------------------|------|
| Entrada digital   | DI   |
| Entrada analògica | AI   |
| Sortida digital   | DO   |
| Sortida analògica | AO   |

Així doncs s'ha fet un recompte dels senyals element a element, a continuació s'adjunta una taula del recull total de senyals per àrees (Taula 3.2).

**Taula 3.2.** Recompte de senyals de la planta.

|  | LLISTAT DE SENYALS   |    |     |    | Planta de producció<br>d'Àcid Fòrmic |    | Full 1 de 1      |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----|-----|----|--------------------------------------|----|------------------|----|
|                                                                                     | A-100 a A-700        |    |     |    |                                      |    | Data: 20/06/2016 |    |
| ÀREA                                                                                | Tipus de senyal ATEX |    |     |    | Tipus de senyal no ATEX              |    |                  |    |
|                                                                                     | AI                   | AO | DI  | DO | AI                                   | AO | DI               | DO |
| A-100                                                                               | 6                    | 0  | 48  | 13 | -                                    | -  | -                | -  |
| A-200                                                                               | 8                    | 10 | 5   | 1  | -                                    | -  | -                | -  |
| A-300                                                                               | 5                    | 4  | 3   | 0  | -                                    | -  | -                | -  |
| A-400                                                                               | 12                   | 9  | 6   | 1  | -                                    | -  | -                | -  |
| A-500                                                                               | 20                   | 19 | 8   | 0  | -                                    | -  | -                | -  |
| A-600                                                                               | 12                   | 12 | 3   | 0  | -                                    | -  | -                | -  |
| A-700                                                                               | 12                   | 0  | 34  | 12 | -                                    | -  | -                | -  |
| TOTAL                                                                               | 75                   | 54 | 107 | 27 | -                                    | -  | -                | -  |

### 3.3.3.TARGETA D'ADQUISICIÓ DE DADES

L'adquisició de dades consisteix en recollir mostres de la planta per generar dades que puguin ser manipulades mitjançant un ordinador. Per tal de poder tractar amb aquestes dades cal que aquestes estiguin en format digital, per tant serà necessari una conversió d'aquelles que no ho siguin, és per això que es requereixen targetes d'adquisició de dades, les quals transformen els senyals al format desitjat.

Cada targeta té un número limitat d'entrades i sortides digitals i analògiques, per tant, un cop realitzat el recompte de senyals es poden escollir el tipus de targetes i saber quantes es requereixen per abastir tot el control de la planta. S'ha de tenir en compte que el número de targetes ha de ser el mínim possible.

Així doncs s'han optat per l'opció de l'armari elèctric ET 200SP de Siemens, el qual pot contenir fins 64 mòduls de targetes d'entrades i sortides amb un màxim de 16 senyals cadascun. Aquest armari és d'ús en zona classificada Zona 2 i 22.

A partir del recompte de senyals s'ha decidit instal·lar dos armaris elèctrics situats a la zona d'emmagatzematge (A-100 i A-700) i a la zona de procés (A-200 fins A-600) amb el nombre de mòduls de perifèria que es presenta a la Taula 3.3, així doncs es reserva espai als armaris per possibles ampliacions.

**Taula 3.3.** Distribució dels mòduls d'entrades i sortides.

| Mòduls de perifèria                           |                 | Quantitat |       |           |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Funció                                        | Referència base | A-100     | A-700 | A-200     | A-300 | A-400 | A-500 | A-600 |
| Entrada digital DI 8x24V DC estàndard         | 6ES7 131-6BF    |           | 1     | 1         | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Entrada digital DI 16x24V DC estàndard        | 6ES7 131-6BH    | 3         | 2     |           |       |       |       |       |
| Sortida digital DO 4x24 V DC/2 A estàndard    | 6ES7 132-6BD    |           |       | 1         |       | 1     |       |       |
| Sortida digital DO 16x24 V DC/0,5 A estàndard | 6ES7 132-6BH    | 1         | 1     |           |       |       |       |       |
| Entrada analògica AI 4xI 2/4 wire estàndard   | 6ES7 134-6GD    | 2         | 3     | 2         | 2     | 3     | 5     | 3     |
| Sortida analògica AO 4xU/I estàndard          | 6ES7 135-6HD    |           |       | 3         | 1     | 3     | 5     | 3     |
| <b>TOTAL</b>                                  |                 | <b>13</b> |       | <b>37</b> |       |       |       |       |



**Figura 3.3.** SIMATIC ET 200SP.

### 3.4. NOMENCLATURA UTILITZADA EN EL SISTEMA DE CONTROL

#### 3.4.1. NOMENCLATURA DELS LLAÇOS DE CONTROL

S'ha seguit el següent tipus de nomenclatura:

**A-B-C**

On:

- **A** indica el tipus de variable controlada.
- **B** indica l'equip on es troba el llaç de control.
- **C** indica el numero de llaç de control, format per 3 dígits, el primer indica l'àrea de la planta i el segon i tercer assignen el número concret del llaç.

Exemple: **L-T101-101** és el llaç de control que controla del nivell del tanc d'emmagatzematge 101, situat a l'àrea 100 amb número de llaç 1.

#### 3.4.2. NOMENCLATURA DELS INSTRUMENTS DE CONTROL

S'ha seguit el següent tipus de nomenclatura:

**AB-C**

On:

- **A** indica la variable controlada.
- **B** indica l'instrument de control.
- **C** indica el número que indica el llaç de control on està situat.

Exemple: **LS-101** és un sensor de nivell del tanc d'emmagatzematge en el llaç 101.

#### 3.4.3. ABREVIACIONS UTILITZADES

A les Taules 3.4, 3.5, 3.6 i 3.7 es presenten els codis utilitzats per els elements dels llaços de control, les variables controlades, alarmes i instruments i simbologia, respectivament.

**Taula 3.4.** Codi d'elements de control.

| Element del llaç de control | Codi |
|-----------------------------|------|
| Transmissor                 | T    |
| Controlador i Indicador     | IC   |
| Vàlvula de control          | CV   |

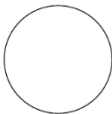
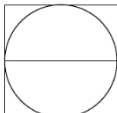
Taula 3.4. Codi de variables controlades.

| Variable controlada    | Codi |
|------------------------|------|
| Nivell                 | L    |
| Temperatura            | T    |
| Cabal                  | F    |
| Pressió                | P    |
| Diferencial de pressió | dP   |
| Conductivitat          | C    |

Taula 3.6. Codi d'alarmes i instruments.

| Alarmes i instruments      | Codi |
|----------------------------|------|
| Alarma de nivell alt       | LSH  |
| Alarma de pressió alta     | PSH  |
| Alarma de temperatura alta | TSH  |
| Indicador                  | I    |
| Vàlvula automàtica         | XV   |
| Vàlvula de seguretat       | PSV  |
| Final de carrera           | ZS   |
| Variador de freqüència     | SC   |

Taula 3.7. Simbologia.

| Símbol                                                                             | Codi                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|   | Element situat a camp               |
|  | Element situat a la sala de control |

### 3.5. INSTRUMENTACIÓ

Per tal de controlar un sistema es requereix una sèrie d'instrumentació, els diversos instruments es poden dividir en elements primaris i de transmissió, i elements finals.

Els elements primaris i de transmissió són aquells encarregats de mesurar i transmetre els valors del procés al controlador. En el disseny de la planta s'han utilitzat elements primaris per mesurar de la temperatura, pressió, nivell, cabal i concentració.

Per un altra banda, els elements finals són els que reben el senyal del controlador i actuen sobre el procés, en aquest cas s'han utilitzat de vàlvules de control.

#### 3.5.1. MESURA DE LA TEMPERATURA

Per tal de mesurar la temperatura s'ha decidit instal·lar sondes de platí Pt100, ja que resisteix bé la corrosió. Aquest tipus de sondes es basen en la variació de la resistència elèctrica del platí amb la temperatura.

També s'han instal·lat termoparells com instruments alternatius, el seu funcionament es basa en la unió de dos metalls diferents els quals generen una força electromotriu que és funció de la temperatura.

### 3.5.2. MESURA DE LA PRESSIÓ

Per la mesura de la pressió s'ha decidit utilitzar elements piezorressistius, ja que suporten temperatures de fins a 107°C, són molt estables amb el pas del temps i no són sensibles a les vibracions. Aquests instruments es basen en la variació de longitud i diàmetre, i per tant de resistència, que té lloc quan un fil de resistència es troba sotmès a una tensió mecànica per l'acció d'una pressió.

S'ha decidit que l'altre tipus de mesurador de pressió sigui un element capacitatiu (Figura 3.4), que també suporta temperatures altes (fins a 150°C) i és bastant estable en el temps. Aquests instruments mesuren la variació de capacitat que es produeix en un condensador al desplaçar-se una de les seves plaques per l'aplicació de pressió. El seu desavantatge és que són sensibles a les vibracions.

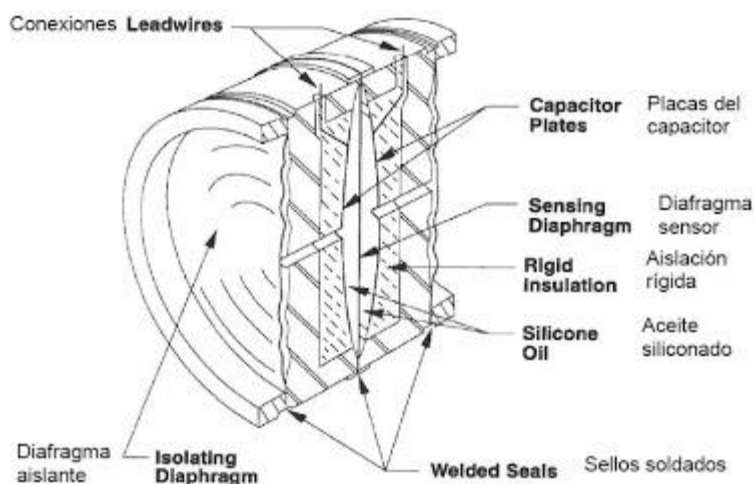
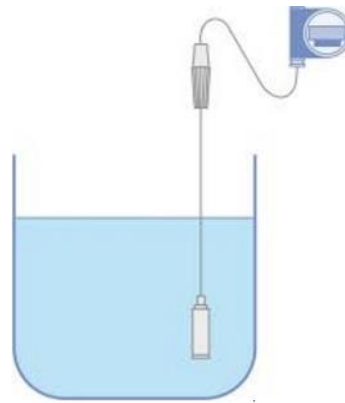


Figura 3.4. Element capacitiu.

### 3.5.3. MESURA DEL NIVELL

El que s'ha de mesurar a la planta és nivell de líquid i l'instrument utilitzat ha estat el basat en la pressió hidrostàtica. El mesurador manomètric es un sensor de pressió piezorressistiu suspès des de la part superior del tanc i immers en el líquid. Funciona de tal manera que el sensor disposa d'un pont de Wheastone i, sota pressió del líquid, el sensor flexiona i la tensió creada es capta i dona lloc a un senyal de sortida proporcional a la pressió aplicada, és a dir, el nivell.

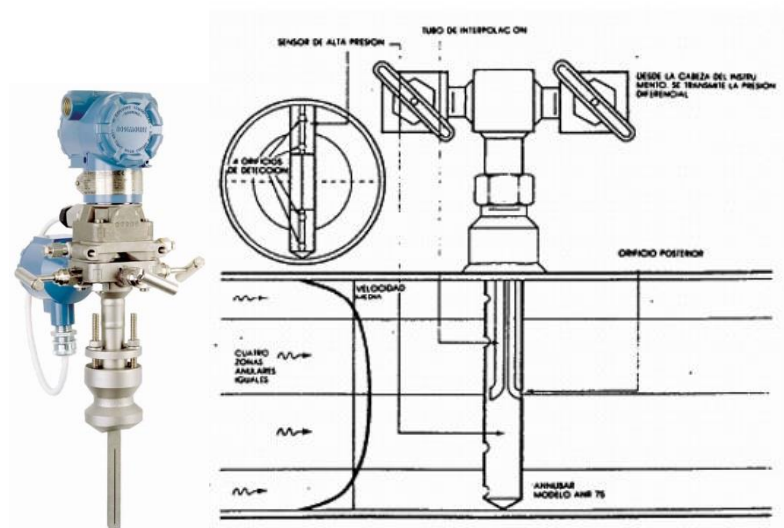


**Figura 3.5.** Esquema d'un mesurador de nivell hidrostàtic.

També s'han instal·lat forquilles vibrants com a mesura de seguretat, les quals detecten el nivell del fluid quan es troben en contacte amb aquest.

#### 3.5.4. MESURA DEL CABAL

S'ha escollit el tub Annubar (Figura 3.6 ) per realitzar la mesura del cabal, es basa en la diferència entre la pressió total i l'estàtica, és a dir, la pressió dinàmica, que és proporcional al quadrat de la velocitat.



**Figura 3.6.** Tub Annubar.

Consta de dos tubs amb orificis situats estratègicament, un mesura la pressió estàtica i l'altre la total. La posició dels orificis del tub que mesura la pressió total, la determina una computadora, i per servocontrol amb retroalimentació es posiciona una placa per obtenir una pressió diferencial especificada.

### 3.5.5. MESURA DE LA CONCENTRACIÓ

Per tal de prendre la mesura de la conductivitat s'ha instal·lat un sensor inductiu digital ja que té una elevada resistència química, és insensible a la brutícia i ofereix mesures fiables fins i tot amb productes agressius.

### 3.5.6. DISTRIBUCIÓ DE LA INSTRUMENTACIÓ

Alguns dels instruments explicats anteriorment s'han instal·lat de manera independent als llaços de control amb el fi d'aportar més informació del procés i com a mesura de seguretat.

En els reactors s'ha decidit doblar tota la instrumentació ja que són els equips principals del procés. Aquests consten de dos tipus diferents de sensors de nivell, temperatura i pressió ja que en cas de fallada hi ha menys probabilitat que els dos fallin per la mateixa causa. Per tant, si el sistema de control falla i es dona una situació de risc saltarà una alarma.

També s'han instal·lat finals de carrera a les vàlvules manuals de càrrega i descàrrega dels tancs d'emmagatzematge, amb la fi d'assegurar-se que aquestes estan completament obertes o tancades ja que es podria donar el cas de vessament.

Pel que fa les bombes del procés s'han col·locat manòmetres per tal de conèixer la pressió, amb la fi d'assegurar-se que aquestes funcionen correctament i compleix amb els seus requeriments.

Com a mesura de seguretat s'han instal·lat sensors de nivell alt en tancs pulmó i de condensats els quals són independents al control de nivell d'aquests i l'instrument de mesura serà diferent.

### 3.5.7. ELEMENTS FINALS DE CONTROL

En el control automatitzat dels processos industrials, la vàlvula de control pren un paper molt important en el bucle de regulació. Realitza la funció de variar el cabal de fluid de control que modifica el valor de la variable mesurada, comportant-se com un orifici d'àrea contínuament variable. Dins del llaç de control té tanta importància com l'element primari, el transmissor i el controlador. En el procés s'utilitzen vàlvules de seient amb actuador neumàtic.

## 3.5.7. FITXES D'ESPECIFICACIONS DELS ELEMENTS PRIMARIS

|                                                                                   |                                          |                 |                                                                                       |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE TEMPERATURA |                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic                                                     | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                        |                 |                                                                                       | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                          |                 |                                                                                       |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                          |                 | Transmissor de temperatura                                                            |                  |
| TIPUS                                                                             |                                          |                 | Pt100                                                                                 |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                          |                 | ATEX                                                                                  |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                          |                 |                                                                                       |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                          |                 | RTD                                                                                   |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                          |                 | 24V                                                                                   |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                          |                 | Temperatura                                                                           |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                          |                 | 4-20mA                                                                                |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                          |                 | -200°C/600°C                                                                          |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                          |                 | 500bar                                                                                |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                          |                 | ±0,1°C                                                                                |                  |
| ESTABILITAT A LLARG TERMINI                                                       |                                          |                 | 0,01% / 5 any                                                                         |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                          |                 | -20°C /125°C                                                                          |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                          |                 | 316L                                                                                  |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                          |                 |                                                                                       |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                                   | -30°C           |  |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                                   | 50°C            |                                                                                       |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORIZONTAL                               | X               |                                                                                       |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                                 | -               |                                                                                       |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                          | Brida           |                                                                                       |                  |
| DISTÀNCIA MÀXIMA D'IMMERSIÓ                                                       |                                          | 5m              |                                                                                       |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                          | Endress+Hauser  |                                                                                       |                  |
| MODEL                                                                             |                                          | Omnigrad S TR66 |                                                                                       |                  |

|                                                                                   |                                          |                 |                                                                                      |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE TEMPERATURA |                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic                                                    | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                        |                 |                                                                                      | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                          |                 |                                                                                      |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                          |                 | Transmissor de temperatura                                                           |                  |
| TIPUS                                                                             |                                          |                 | Termopar                                                                             |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                          |                 | ATEX                                                                                 |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                          |                 |                                                                                      |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                          |                 | Termopar                                                                             |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                          |                 | 24V                                                                                  |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                          |                 | Temperatura                                                                          |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                          |                 | 4-20mA                                                                               |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                          |                 | -40°C/1100°C                                                                         |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                          |                 | 75bar                                                                                |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                          |                 | ±0,1°C                                                                               |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                          |                 | 316L                                                                                 |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                          |                 |                                                                                      |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                                   | -30°C           |  |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                                   | 50°C            |                                                                                      |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORIZONTAL                               | X               |                                                                                      |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                                 | -               |                                                                                      |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                          | Rosca           |                                                                                      |                  |
| DISTÀNCIA MÀXIMA D'IMMERSIÓ                                                       |                                          | 10m             |                                                                                      |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                          | Endress+Hauser  |                                                                                      |                  |
| MODEL                                                                             |                                          | Omnigrad M TC10 |                                                                                      |                  |

|                                                                                   |                                      |                |                                   |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE PRESSIÓ |                | Planta de producció d'Àcid Fòrmic | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                    |                |                                   | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                      |                |                                   |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                      |                | Transmissor de pressió            |                  |
| TIPUS                                                                             |                                      |                | Piezoressistiu                    |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                      |                | ATEX                              |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                      |                |                                   |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                      |                | Hidrostàtic                       |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                      |                | 24V                               |                  |
| VARIABLE MESURADA                                                                 |                                      |                | Pressió                           |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                      |                | 4-20mA                            |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                      |                | 1bar /400bar                      |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                      |                | 600bar                            |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                      |                | 0,15%                             |                  |
| ESTABILITAT A LLARG TERMINI                                                       |                                      |                | 0,1% /any                         |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                      |                | -40°C /125°C                      |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                      |                | 316L                              |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                      |                |                                   |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                               | -40°C          |                                   |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                               | 85°C           |                                   |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORIZONTAL                           | -              |                                   |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                             | X              |                                   |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                      | Brida          |                                   |                  |
| DISTÀNCIA MÀXIMA DE MESURA (m)                                                    |                                      | 4000m          |                                   |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                      | Endress+Hauser |                                   |                  |
| MODEL                                                                             |                                      | Cerabar PMP51  |                                   |                  |



|                                                                                   |                                      |                |                                   |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE PRESSIÓ |                | Planta de producció d'Àcid Fòrmic | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                    |                |                                   | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                      |                |                                   |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                      |                | Transmissor de pressió            |                  |
| TIPUS                                                                             |                                      |                | Capacitiu                         |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                      |                | ATEX                              |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                      |                |                                   |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                      |                | Hidrostàtic                       |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                      |                | 24V                               |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                      |                | Pressió                           |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                      |                | 4-20mA                            |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                      |                | -1bar / 40bar                     |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                      |                | 60bar                             |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                      |                | 0,15%                             |                  |
| ESTABILITAT A LLARG TERMINI                                                       |                                      |                | 0,1% / any                        |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                      |                | -40°C / 130°C                     |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                      |                | 316L                              |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                      |                |                                   |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                               | -40°C          |                                   |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                               | 85°C           |                                   |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORIZONTAL                           | -              |                                   |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                             | X              |                                   |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                      | Brida          |                                   |                  |
| DISTÀNCIA MÀXIMA DE MESURA (m)                                                    |                                      | 400m           |                                   |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                      | Endress+Hauser |                                   |                  |
| MODEL                                                                             |                                      | Cerabar PMC51  |                                   |                  |



|                                                                                   |                                     |                |                                                                                     |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL |                | Planta de producció d'Àcid Fòrmic                                                   | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                   |                |                                                                                     | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                     |                |                                                                                     |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                     |                | Transmissor de nivell                                                               |                  |
| TIPIUS                                                                            |                                     |                | Piezorresistiu                                                                      |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                     |                | ATEX                                                                                |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                     |                |                                                                                     |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                     |                | Pressió diferencial                                                                 |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                     |                | 24V                                                                                 |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                     |                | Nivell                                                                              |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                     |                | 4-20mA                                                                              |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                     |                | 0,01bar / 40bar                                                                     |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                     |                | 60bar                                                                               |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                     |                | ±0,5%                                                                               |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                     |                | -40°C / 150°C                                                                       |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                     |                | 316L                                                                                |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                     |                |                                                                                     |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                              | -40°C          |  |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                              | 80°C           |                                                                                     |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORITZONTAL                         | X              |                                                                                     |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                            | -              |                                                                                     |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                     | Brida          |                                                                                     |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                     | Endress+Hauser |                                                                                     |                  |
| MODEL                                                                             |                                     | Deltabar FMD71 |                                                                                     |                  |

|                                                                                     |                                     |                  |                                                                                       |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE NIVELL |                  | Planta de producció d'Àcid Fòrmic                                                     | Full 1 de 1      |
|                                                                                     | -                                   |                  |                                                                                       | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                       |                                     |                  |                                                                                       |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                         |                                     |                  | Transmissor de nivell                                                                 |                  |
| TIPIUS                                                                              |                                     |                  | Forquilla vibrant                                                                     |                  |
| CERTIFICAT                                                                          |                                     |                  | ATEX                                                                                  |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                    |                                     |                  |                                                                                       |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                  |                                     |                  | Vibració del líquid                                                                   |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                         |                                     |                  | 24V                                                                                   |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                    |                                     |                  | Nivell                                                                                |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                   |                                     |                  | 4-20mA                                                                                |                  |
| RANG DE MESURA                                                                      |                                     |                  | -                                                                                     |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                      |                                     |                  | 40bar                                                                                 |                  |
| RUGOSITAT SUPERFICIAL                                                               |                                     |                  | 3,2µm                                                                                 |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                               |                                     |                  | -40°C /150°C                                                                          |                  |
| MATERIAL                                                                            |                                     |                  | 316L                                                                                  |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                                |                                     |                  |                                                                                       |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                            | MÍNIMA                              | -40°C            |  |                  |
|                                                                                     | MÀXIMA                              | 70°C             |                                                                                       |                  |
| POSICIÓ                                                                             | HORITZONTAL                         | X                |                                                                                       |                  |
|                                                                                     | VERTICAL                            | -                |                                                                                       |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                    |                                     | Rosca            |                                                                                       |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                      |                                     | Endress+Hauser   |                                                                                       |                  |
| MODEL                                                                               |                                     | Liquiphant FTL31 |                                                                                       |                  |

|                                                                                   |                                |                   |                                   |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ CABALÍMETRE |                   | Planta de producció d'Àcid Fòrmic | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                              |                   |                                   | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                |                   |                                   |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                |                   | Transmissor del cabal             |                  |
| TIPUS                                                                             |                                |                   | Tub annubar                       |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                |                   | ATEX                              |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                |                   |                                   |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                |                   | Pressió diferencial               |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                |                   | 24V                               |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                |                   | Cabal                             |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                |                   | 4-20mA                            |                  |
| PRECISSIÓ                                                                         |                                |                   | Fins 0,8% del cabal màssic        |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                |                   | 500bar                            |                  |
| SENSIBILITAT                                                                      |                                |                   | ±0,1%                             |                  |
| ESTABILITAT A LLARG TERMINI                                                       |                                |                   | Fins 15 anys                      |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                |                   | -                                 |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                |                   | 316L                              |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                |                   |                                   |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                         | -                 |                                   |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                         | -                 |                                   |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORIZONTAL                     | X                 |                                   |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                       | -                 |                                   |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                | Brida             |                                   |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                | EMERSON           |                                   |                  |
| MODEL                                                                             |                                | Rosemount 3051SPF |                                   |                  |



|                                                                                   |                                            |                |                                                                                      |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | FULL ESPECIFICACIÓ SENSOR DE CONDUCTIVITAT |                | Planta de producció d'Àcid Fòrmic                                                    | Full 1 de 1      |
|                                                                                   | -                                          |                |                                                                                      | Data: 20/06/2016 |
| IDENTIFICACIÓ                                                                     |                                            |                |                                                                                      |                  |
| DENOMINACIÓ                                                                       |                                            |                | Transmissor de conductivitat                                                         |                  |
| TIPUS                                                                             |                                            |                | Inductiu                                                                             |                  |
| CERTIFICAT                                                                        |                                            |                | ATEX                                                                                 |                  |
| DADES D'OPERACIÓ                                                                  |                                            |                |                                                                                      |                  |
| PRINCIPI DE MESURA                                                                |                                            |                | Inductiu                                                                             |                  |
| ALIMENTACIÓ                                                                       |                                            |                | 24V                                                                                  |                  |
| VARIABE MESURADA                                                                  |                                            |                | Conductivitat                                                                        |                  |
| SENYAL DE SORTIDA                                                                 |                                            |                | 4-20mA                                                                               |                  |
| RANG DE MESURA                                                                    |                                            |                | 2µS/cm - 200µS/cm                                                                    |                  |
| PRESSIÓ MÀXIMA                                                                    |                                            |                | 16bar                                                                                |                  |
| TEMPERATURA DE PROCÉS                                                             |                                            |                | Màxima 125°C                                                                         |                  |
| SENSOR DE TEMPERATURA                                                             |                                            |                | Integrat Pt1000                                                                      |                  |
| MATERIAL                                                                          |                                            |                | PFA                                                                                  |                  |
| DADES D'INSTAL·LACIÓ                                                              |                                            |                |                                                                                      |                  |
| TEMPERATURA AMBIENT (°C)                                                          | MÍNIMA                                     | -20°C          |  |                  |
|                                                                                   | MÀXIMA                                     | 85°C           |                                                                                      |                  |
| POSICIÓ                                                                           | HORITZONTAL                                | -              |                                                                                      |                  |
|                                                                                   | VERTICAL                                   | X              |                                                                                      |                  |
| CONEXIÓ A PROCÉS                                                                  |                                            | Brida          |                                                                                      |                  |
| DIMENSIONS                                                                        |                                            | De = 47mm      |                                                                                      |                  |
| SUBMINISTRADOR                                                                    |                                            | Endress+Hauser |                                                                                      |                  |
| MODEL                                                                             |                                            | Indumax CLS50D |                                                                                      |                  |

### 3.6.LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL

A continuació hi ha un llistat dels llaços de control, instruments i alarmes de cada àrea amb les característiques principals de cadascun.

#### 3.6.1. ÀREA 100

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-100                           |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada             | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| P-101                                                                             | PI-102  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-101                                                                             | LSH-104 | Nivell alt del tanc             | 7,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-101                                                                             | LT-105  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-101                                                                             | PSV-106 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-102                                                                             | LSH-109 | Nivell alt del tanc             | 7,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-102                                                                             | LT-110  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-102                                                                             | PSV-111 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| P-102                                                                             | PI-114  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-103                                                                             | PI-116  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-103                                                                             | LSH-118 | Nivell alt del tanc             | 2,74m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-103                                                                             | PSV-119 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T103                                                                              | LT-120  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-104                                                                             | LSH-124 | Nivell alt del tanc             | 2,74m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-104                                                                             | PSV-125 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-104                                                                             | LT-126  | Nivell del tanc                 | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-104                                                                             | PI-129  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-105                                                                             | PI-131  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-105                                                                             | LSH-133 | Nivell alt del tanc             | 4,7m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-105                                                                             | LT-134  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-106                                                                             | LSH-137 | Nivell alt del tanc             | 4,7m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-106                                                                             | LT-138  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| P-107                                                                             | PI-141  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

## 3.6.2. ÀREA 200

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS              | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------|
|                                                                                   |         | A-200                                        |                                   |            | Data: 20/06/2016 |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada                          | Set Point                         | Descripció | Actuació         |
| R-201                                                                             | PT-206  | Pressió del reactor de carbonilació          | -                                 | Indicador  | Elèctrica        |
| R-202                                                                             | PSH-207 | Pressió alta del reactor de carbonilació     | 4bar                              | Alarma     | Visual i sonora  |
| R-203                                                                             | LSH-208 | Nivell alt del reactor de carbonilació       | 14,4m                             | Alarma     | Visual i sonora  |
| R-204                                                                             | LT-209  | Nivell del reactor de carbonilació           | -                                 | Indicador  | Elèctrica        |
| R-205                                                                             | TSH-210 | Temperatura alta del reactor de carbonilació | 85°C                              | Alarma     | Visual i sonora  |
| M-201                                                                             | CT-213  | Conductivitat del fluid                      | -                                 | Indicador  | Elèctrica        |
| P-201                                                                             | PI-214  | Pressió de la bomba                          | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica        |

| <div></div> |                 |                  | LLISTAT DE LLIAÇOS DE CONTROL                                        |                         |        |                                                  |                                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            |  | Full 1 de 1      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|--|------------------|--|
|                                                                                                |                 |                  | A-200                                                                |                         |        |                                                  |                                 |                                   |            |  | Data: 20/06/2016 |  |
| Equip                                                                                          | Llaç de control | Tipus de control | Variable controlada                                                  | Element primari         | Ítem   | Variable manipulada                              | Element final                   | Ítem                              | Set Point  |  |                  |  |
| E-201                                                                                          | T-E201-201      | Feedback         | Temperatura sortida bescanviador                                     | Termorresistència Pt100 | TT-201 | Cabal de vapor                                   | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-201                           | -38°C      |  |                  |  |
| R-201                                                                                          | F-R201-202      | Feedback         | Cabal d'entrada de CO al reactor de carbonilació                     | Tub Annubar             | FT-202 | Cabal d'entrada de CO al reactor de carbonilació | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-202                           | 7300 Kg/h  |  |                  |  |
| R-201                                                                                          | T-R201-203      | Feedback         | Temperatura dins el reactor de carbonilació                          | Termorresistència Pt100 | TT-203 | Cabal d'aigua freda                              | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-203/A                         | 80°C       |  |                  |  |
|                                                                                                |                 |                  |                                                                      |                         |        | Cabal d'aigua freda                              | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-203/B                         |            |  |                  |  |
|                                                                                                |                 |                  |                                                                      |                         |        | Cabal d'aigua freda                              | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-203/C                         |            |  |                  |  |
| R-201                                                                                          | C-R201-204      | Feedforward      | Conductivitat del corrent de recirculació de metanol                 | Sensor inductiu         | CT-204 | Cabal de recirculació de metanol                 | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-204/A                         | 2,5%wt     |  |                  |  |
|                                                                                                |                 |                  |                                                                      |                         |        | Cabal de metanol i catalitzador                  | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-204/B                         |            |  |                  |  |
|                                                                                                |                 |                  |                                                                      |                         |        | Cabal de metanol                                 | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-204/C                         |            |  |                  |  |
| R-201                                                                                          | F-R201-205      | Feedback         | Cabal d'entrada de metanol i catalitzador al reactor de carbonilació | Tub Annubar             | FT-205 | Cabal d'entrada al reactor de carbonilació       | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-205                           | 36200 Kg/h |  |                  |  |

## 3.6.3. ÀREA 300

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS   | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-300                             |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada               | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| C-301                                                                             | LSH-305 | Nivell alt de líquid a la columna | 0,86m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-301                                                                             | PI-306  | Pressió de la bomba               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-301                                                                             | PSV-307 | Pressió alta del tanc             | -3,547/3,56 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-301                                                                             | LSH-308 | Nivell alt del tanc               | 1,3m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-302                                                                             | PI-309  | Pressió de la bomba               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-302                                                                             | PSV-310 | Pressió alta del tanc             | -3,547/3,56 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-302                                                                             | LT-311  | Nivell del tanc                   | 1,75m                             | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-302                                                                             | LSH-312 | Nivell alt del tanc               | 2,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-303                                                                             | PI-313  | Pressió de la bomba               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

| <div></div> |            |          | LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL                    |                               |                  |                            |                                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |                     |               |      | Full 1 de 1 |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|-------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------|------|-------------|--|
|                                                                                                |            |          | A-300                                           |                               |                  |                            |                                 |                                   |                     |               |      |             |  |
|                                                                                                |            |          | Equip                                           | Llaç de control               | Tipus de control | Variable controlada        | Element primari                 | Ítem                              | Variable manipulada | Element final | Ítem | Set Point   |  |
| C-301                                                                                          | P-C301-301 | Feedback | Diferència de pressió a la columna              | Sensor diferencial de pressió | dPT-301          | Cabal de vapor al reboiler | Vàlvula automàtica de regulació | PCV-301                           | 0 bar               |               |      |             |  |
| C-301                                                                                          | F-C301-302 | Feedback | Temperatura de la sortida de caps de la columna | Termorresistència Pt100       | TT-302           | Cabal de reflux            | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-302                           | 70°C                |               |      |             |  |
| E-301                                                                                          | T-E301-303 | Feedback | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-303           | Cabal d'aigua freda        | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-303                           | 70°C                |               |      |             |  |
| T-301                                                                                          | L-T301-304 | Feedback | Nivell del tanc de condensats                   | Mesurador hidrostatic         | LT-304           | Cabal de sortida del tanc  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-304                           | 0,83m               |               |      |             |  |

## 3.6.4. ÀREA 400

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS     | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-400                               |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada                 | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| T-401                                                                             | PSV-410 | Pressió alta del tanc               | -3,547/3,56 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-401                                                                             | LSH-411 | Nivell alt del tanc                 | 2,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-401                                                                             | PI-412  | Pressió de la bomba                 | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| R-401                                                                             | PT-413  | Pressió al reactor d'hidròlisi      | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| R-401                                                                             | SC-414  | Agitació del ractor d'hidròlisi     | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| R-401                                                                             | PSH-415 | Pressió alta al reactor d'hidròlisi | 1,5bar                            | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| R-401                                                                             | LSH-416 | Nivell alt al reactor d'hidròlisi   | 7,9m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| R-401                                                                             | LT-417  | Nivell del reactor d'hidròlisi      | -                                 | Indicador  | Visual i sonora                                      |
| T-402                                                                             | LSH-419 | Nivell alt del tanc                 | 2,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-402                                                                             | PSV-420 | Pressió alta del tanc               | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| P-402                                                                             | PI-421  | Pressió de la bomba                 | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

| <div></div> |                 |                  | LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL                               |                         |        |                                            |                                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            |  | Full 1 de 1      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|--|------------------|--|
|                                                                                                |                 |                  | A-400                                                      |                         |        |                                            |                                 |                                   |            |  | Data: 20/06/2016 |  |
| Equip                                                                                          | Llaç de control | Tipus de control | Variable controlada                                        | Element primari         | Ítem   | Variable manipulada                        | Element final                   | Ítem                              | Set Point  |  |                  |  |
| T-402                                                                                          | L-T402-401      | Feedback         | Nivell del tanc                                            | Mesurador hidrostàtic   | LT-401 | Cabal de sortida del tanc                  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-401                           | 1,45m      |  |                  |  |
| E-403                                                                                          | T-E403-402      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador                    | Termorresistència Pt100 | TT-402 | Cabal de vapor                             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-402                           | 75°C       |  |                  |  |
| E-404                                                                                          | T-E404-403      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador                    | Termorresistència Pt100 | TT-403 | Cabal de vapor                             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-403                           | 98°C       |  |                  |  |
| T-401                                                                                          | L-T401-404      | Feedback         | Nivell del tanc                                            | Mesurador hidrostàtic   | LT-404 | Cabal de sortida del tanc                  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-404                           | 1,76m      |  |                  |  |
| E-401                                                                                          | T-E401-405      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador                    | Termorresistència Pt100 | TT-405 | Cabal de vapor                             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-405                           | 77°C       |  |                  |  |
| E-402                                                                                          | T-E402-406      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador                    | Termorresistència Pt100 | TT-406 | Cabal de vapor                             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-406                           | 100°C      |  |                  |  |
| R-401                                                                                          | F-R401-407      | Feedback         | Cabal d'entrada del fluid de procés al reactor d'hidròlisi | Tub Annubar             | FT-407 | Cabal d'entrada al reactor de carbonilació | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-407                           | 42400 Kg/h |  |                  |  |
| R-401                                                                                          | F-R401-408      | Feedback         | Cabal d'entrada d'aigua al reactor d'hidròlisi             | Tub Annubar             | FT-408 | Cabal d'entrada al reactor de carbonilació | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-408                           | 22400 Kg/h |  |                  |  |
| R-401                                                                                          | T-R401-409      | Feedback         | Temperatura dins el reactor d'hidròlisi                    | Termorresistència Pt100 | TT-409 | Cabal de vapor                             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-409                           | 100°C      |  |                  |  |

## 3.6.5. ÀREA 500

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-500                           |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada             | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| T-504                                                                             | PSV-520 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-504                                                                             | LSH-521 | Nivell alt del tanc             | 2,7m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-501                                                                             | PI-522  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| C-502                                                                             | LSH-523 | Nivell alt a la columna         | 0,85m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| C-502                                                                             | PI-524  | Pressió del fluid               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-502                                                                             | PSV-525 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-502                                                                             | LSH-526 | Nivell alt del tanc             | 1,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-502                                                                             | PI-527  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-503                                                                             | PI-528  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| C-503                                                                             | LSH-529 | Nivell alt a la columna         | 0,82m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| C-503                                                                             | PI-530  | Pressió del fluid               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-503                                                                             | PSV-531 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-503                                                                             | LSH-532 | Nivell alt del tanc             | 1,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-504                                                                             | PI-533  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-505                                                                             | PI-534  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-506                                                                             | PI-535  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| C-501                                                                             | LSH-536 | Nivell alt a la columna         | 0,84m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| C-501                                                                             | PI-537  | Pressió del fluid               | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-501                                                                             | PSV-538 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-501                                                                             | LSH-539 | Nivell alt del tanc             | 0,84m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-507                                                                             | PI-540  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-508                                                                             | PI-541  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-505                                                                             | LSH-542 | Nivell alt del tanc             | 2,2m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-505                                                                             | PSV-543 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| P-509                                                                             | PI-544  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

|  |                 | LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL |                                                 |                               |         | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |                                 |         | Full 1 de 2 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------------------|---------|-------------|--|
|                                                                                     |                 | A-500                        |                                                 |                               |         | Variable manipulada               | Element final                   | Ítem    | Set Point   |  |
| Equip                                                                               | Llaç de control | Tipus de control             | Variable controlada                             | Element primari               | Ítem    |                                   |                                 |         |             |  |
| F-501                                                                               | L-F501-501      | Feedback                     | Nivell de la columna flash                      | Mesurador hidrostatic         | LT-501  | Cabal de sortida de la flash      | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-501 | 2,8 m       |  |
| E-501                                                                               | T-E501-502      | Feedback                     | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-502  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-502 | 65°C        |  |
| T-504                                                                               | L-T504-503      | Feedback                     | Nivell del tanc                                 | Mesurador hidrostatic         | LT-503  | Cabal de sortida del tanc         | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-503 | 1,79m       |  |
| C-502                                                                               | P-C502-504      | Feedback                     | Diferència de pressió a la columna              | Sensor diferencial de pressió | dPT-504 | Cabal de vapor al reboiler        | Vàlvula automàtica de regulació | PCV-504 | 0 bar       |  |
| C-502                                                                               | F-C502-505      | Feedback                     | Temperatura de la sortida de caps de la columna | Termorresistència Pt100       | TT-505  | Cabal de reflux                   | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-505 | 55°C        |  |
| E-502                                                                               | T-E502-506      | Feedback                     | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-506  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-506 | 34°C        |  |
| T-502                                                                               | L-T502-507      | Feedback                     | Nivell del tanc de condensats                   | Mesurador hidrostatic         | LT-507  | Cabal de sortida del tanc         | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-507 | 0,81m       |  |
| C-503                                                                               | P-C503-508      | Feedback                     | Diferència de pressió a la columna              | Sensor diferencial de pressió | dPT-508 | Cabal de vapor al reboiler        | Vàlvula automàtica de regulació | PCV-508 | 0 bar       |  |
| C-503                                                                               | F-C503-509      | Feedback                     | Temperatura de la sortida de caps de la columna | Termorresistència Pt100       | TT-509  | Cabal de reflux                   | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-509 | 40°C        |  |
| E-504                                                                               | T-E504-510      | Feedback                     | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-510  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-510 | 32°C        |  |

| <div></div> |                 |                  | LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL                    |                               |         |                            |                                 | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |           |  | Full 2 de 2      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|---------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|--|------------------|--|
|                                                                                                |                 |                  | A-500                                           |                               |         |                            |                                 |                                   |           |  | Data: 20/06/2016 |  |
| Equip                                                                                          | Llaç de control | Tipus de control | Variable controlada                             | Element primari               | Ítem    | Variable manipulada        | Element final                   | Ítem                              | Set Point |  |                  |  |
| T-503                                                                                          | L-T503-511      | Feedback         | Nivell del tanc de condensats                   | Mesurador hidrostàtic         | LT-511  | Cabal de sortida del tanc  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-511                           | 0,8m      |  |                  |  |
| E-506                                                                                          | T-E506-512      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-512  | Cabal d'aigua freda        | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-512                           | 73°C      |  |                  |  |
| C-501                                                                                          | P-C501-513      | Feedback         | Diferència de pressió a la columna              | Sensor diferencial de pressió | dPT-513 | Cabal de vapor al reboiler | Vàlvula automàtica de regulació | PCV-513                           | 0bar      |  |                  |  |
| C-501                                                                                          | F-C501-514      | Feedback         | Temperatura de la sortida de caps de la columna | Termorresistència Pt100       | TT-514  | Cabal de reflux            | Vàlvula automàtica de regulació | FCV-514                           | 65°C      |  |                  |  |
| E-507                                                                                          | T-E507-515      | Feedback         | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-515  | Cabal d'aigua freda        | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-515                           | 25°C      |  |                  |  |
| T-501                                                                                          | L-T501-516      | Feedback         | Nivell del tanc de condensats                   | Mesurador hidrostàtic         | LT-516  | Cabal de sortida del tanc  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-516                           | 0,56m     |  |                  |  |
| T-505                                                                                          | L-T505-517      | Feedback         | Nivell del tanc                                 | Mesurador hidrostàtic         | LT-517  | Cabal de sortida del tanc  | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-517                           | 1,49m     |  |                  |  |
| E-509                                                                                          | T-E509-518      | Feedback         | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-518  | Cabal d'aigua freda        | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-518                           | 30°C      |  |                  |  |
| F-501                                                                                          | T-F501-545      | Feedback         | Temperatura a la columna flash                  | Termorresistència Pt100       | TT-545  | Cabal de vapor             | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-545                           | 95°C      |  |                  |  |

## 3.6.6. ÀREA 600

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-600                           |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada             | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| T-602                                                                             | LSH-607 | Nivell alt del tanc             | 2,7m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-602                                                                             | PSV-614 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| P-601                                                                             | PI-615  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-603                                                                             | PI-616  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| C-601                                                                             | LSH-617 | Nivell alt a la columna         | 0,85m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-602                                                                             | PI-618  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-601                                                                             | PSV-619 | Pressió alta del tanc           | -0,003/0,01 bar                   | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-601                                                                             | LSH-620 | Nivell alt del tanc             | 0,84m                             | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| P-604                                                                             | PI-621  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| P-605                                                                             | PI-622  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

|  |                 | LLISTAT DE LLAÇOS DE CONTROL |                                                 |                               |         | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |                                 | Full 1 de 1 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                     |                 | A-600                        |                                                 |                               |         | Variable manipulada               | Element final                   | Ítem        | Set Point |
| Equip                                                                               | Llaç de control | Tipus de control             | Variable controlada                             | Element primari               | Ítem    |                                   |                                 |             |           |
| T-602                                                                               | L-T602-601      | Feedback                     | Nivell del tanc                                 | Mesurador hidrostatic         | LT-601  | Cabal de sortida del tanc         | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-601     | 1,78m     |
| E-601                                                                               | T-E601-602      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-602  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-602     | 66°C      |
| E-602                                                                               | T-E602-603      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-603  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-603     | 30°C      |
| E-603                                                                               | T-E603-604      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-604  | Cabal de vapor                    | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-604     | 75°C      |
| E-604                                                                               | T-E604-605      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-605  | Cabal de vapor                    | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-605     | 95°C      |
| E-605                                                                               | T-E605-606      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-606  | Cabal de vapor                    | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-606     | 110°C     |
| C-601                                                                               | P-C601-608      | Feedback                     | Diferència de pressió a la columna              | Sensor diferencial de pressió | dPT-608 | Cabal d'oli tèrmic al reboiler    | Vàlvula automàtica de regulació | PCV-608     | 0 bar     |
| C-601                                                                               | F-C601-609      | Feedback                     | Temperatura de la sortida de caps de la columna | Termorresistència Pt100       | TT-609  | Cabal de reflux                   | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-609     | 101,3°C   |
| E-606                                                                               | T-E606-610      | Feedback                     | Temperatura de sortida del condensador          | Termorresistència Pt100       | TT-610  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-610     | 101,3°C   |
| T-601                                                                               | L-T601-611      | Feedback                     | Nivell del tanc de condensats                   | Mesurador hidrostatic         | LT-611  | Cabal de sortida del tanc         | Vàlvula automàtica de regulació | LCV-611     | 0,51m     |
| E-608                                                                               | T-E608-612      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-612  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-612     | 55°C      |
| E-609                                                                               | T-E609-613      | Feedback                     | Temperatura de sortida del bescanviador         | Termorresistència Pt100       | TT-613  | Cabal d'aigua freda               | Vàlvula automàtica de regulació | TCV-613     | 30°C      |

## 3.6.7. ÀREA 700

|  |         | LLISTAT D'ALARMES I INSTRUMENTS | Planta de producció d'Àcid Fòrmic |            | Full 1 de 1                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                   |         | A-700                           |                                   |            | Data: 20/06/2016                                     |
| Equip                                                                             | Ítem    | Variable controlada             | Set Point                         | Descripció | Actuació                                             |
| T-701                                                                             | LSH-702 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-701                                                                             | LT-703  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-701                                                                             | PSV-704 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-701                                                                             | TT-705  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-702                                                                             | LSH-708 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-702                                                                             | LT-709  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-702                                                                             | PSV-710 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-702                                                                             | TT-711  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-703                                                                             | LSH-714 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-703                                                                             | LT-715  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-703                                                                             | PSV-716 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-703                                                                             | TT-717  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| P-701                                                                             | PI-720  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |
| T-704                                                                             | LSH-722 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-704                                                                             | LT-723  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-704                                                                             | PSV-724 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-704                                                                             | TT-725  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-705                                                                             | LSH-728 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-705                                                                             | LT-729  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-705                                                                             | PSV-730 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-705                                                                             | TT-731  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-706                                                                             | LSH-734 | Nivell alt del tanc             | 6,6m                              | Alarma     | Visual i sonora                                      |
| T-706                                                                             | LT-735  | Nivell del tanc                 | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| T-706                                                                             | PSV-736 | Pressió alta del tanc           | 0,01 bar                          | Alarma     | Obertura proporcional a l'augment de pressió, visual |
| T-706                                                                             | TT-737  | Temperatura del tanc            | -                                 | Indicador  | Elèctrica                                            |
| P-702                                                                             | PI-740  | Pressió de la bomba             | -                                 | Manòmetre  | Elèctrica                                            |

### 3.7. DESCRIPCIÓ DELS LLAÇOS DE CONTROL DE LA PLANTA

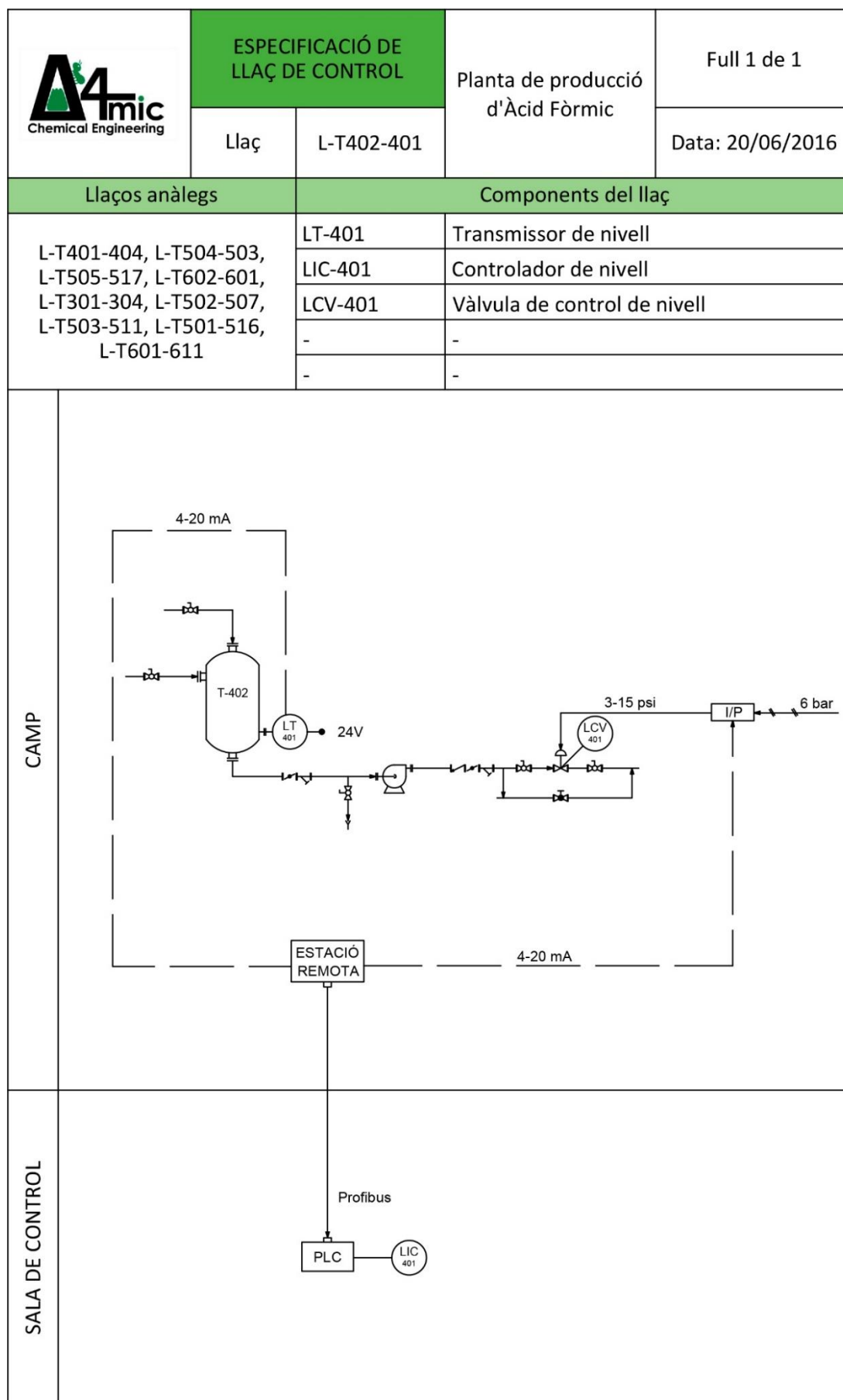
#### 3.7.1. CONTROL DE NIVELL DELS TANCs DE PROCÉS

Aquest llaç de control garanteix que el nivell als tancs pulmó situats al procés i els tancs de condensats no sobrepassin d'un nivell màxim.

Es tracta d'un control tipus *Feedback* on es mesura el nivell del tanc de procés i mitjançant una vàlvula de control es regula el cabal de sortida d'aquest per mantenir un nivell constant a l'interior.

A continuació es descriuen els llaços que segueixen aquest control:

|                      |                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | L-T402-401 / L-T401-404 / L-T504-503 / L-T505-517 / L-T602-601 |
| Variable controlada: | Nivell del tanc pulmó.                                         |
| Variable manipulada: | Cabal de sortida del tanc pulmó                                |
| <i>Set Point:</i>    | 1,45m / 1,76m / 1,79m / 1,49m / 1,78m                          |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                |
| Llaç de control:     | L-T301-304 / L-T502-507 / L-T503-511 / L-T501-516 / L-T601-611 |
| Variable controlada: | Nivell del tanc de condensats.                                 |
| Variable manipulada: | Cabal de sortida del tanc de condensats.                       |
| <i>Set Point:</i>    | 0,83m / 0,81m / 0,8m / 0,56m / 0,51m                           |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                |



### 3.7.2. CONTROL DE NIVELL DE LA COLUMNA FLASH

Aquest llaç de control garanteix que el nivell a la columna flash no sobrepassi d'un nivell màxim.

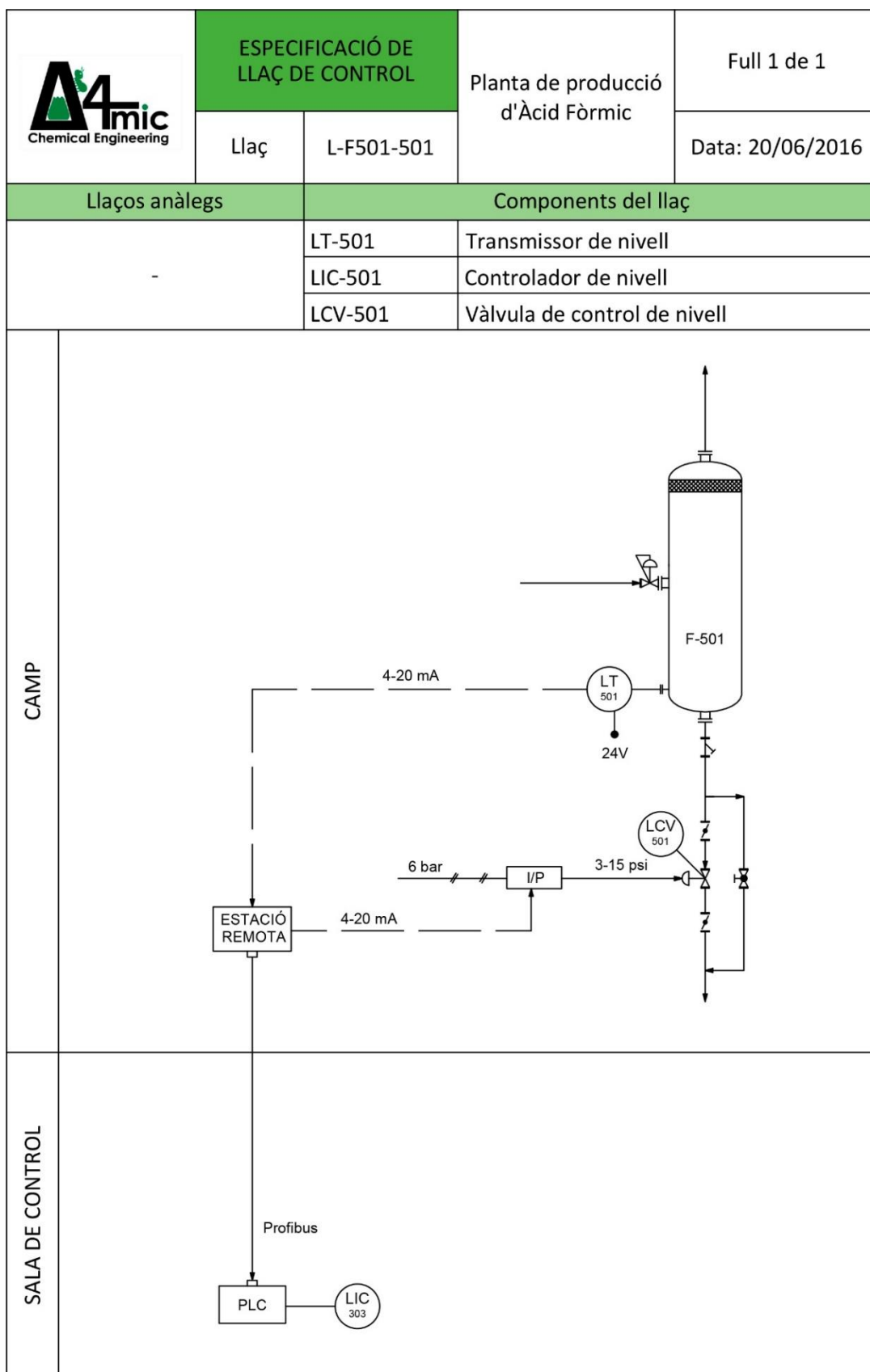
Es tracta d'un control tipus *Feedback* on es mesura el nivell de líquid a la columna i mitjançant una vàlvula de control es regula el cabal de sortida d'aquesta per mantenir el nivell constant a l'interior.

A continuació es descriu el llaç que segueix aquest control:

---

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| Llaç de control:     | L-F501-501                            |
| Variable controlada: | Nivell de la columna flash.           |
| Variable manipulada: | Cabal de sortida de la columna flash. |
| <i>Set Point:</i>    | 2,8m                                  |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                       |

---



### 3.7.3. CONTROL DE TEMPERATURA DE LA COLUMNA FLASH

Aquest llaç de control garanteix que la temperatura dins la columna flash es mantingui a la temperatura desitjada per poder fer la separació correctament.

Es tracta d'un control tipus Feedback on es mesura la temperatura dins la columna i mitjançant una vàlvula de control es regula el cabal de vapor d'entrada al serpentí.

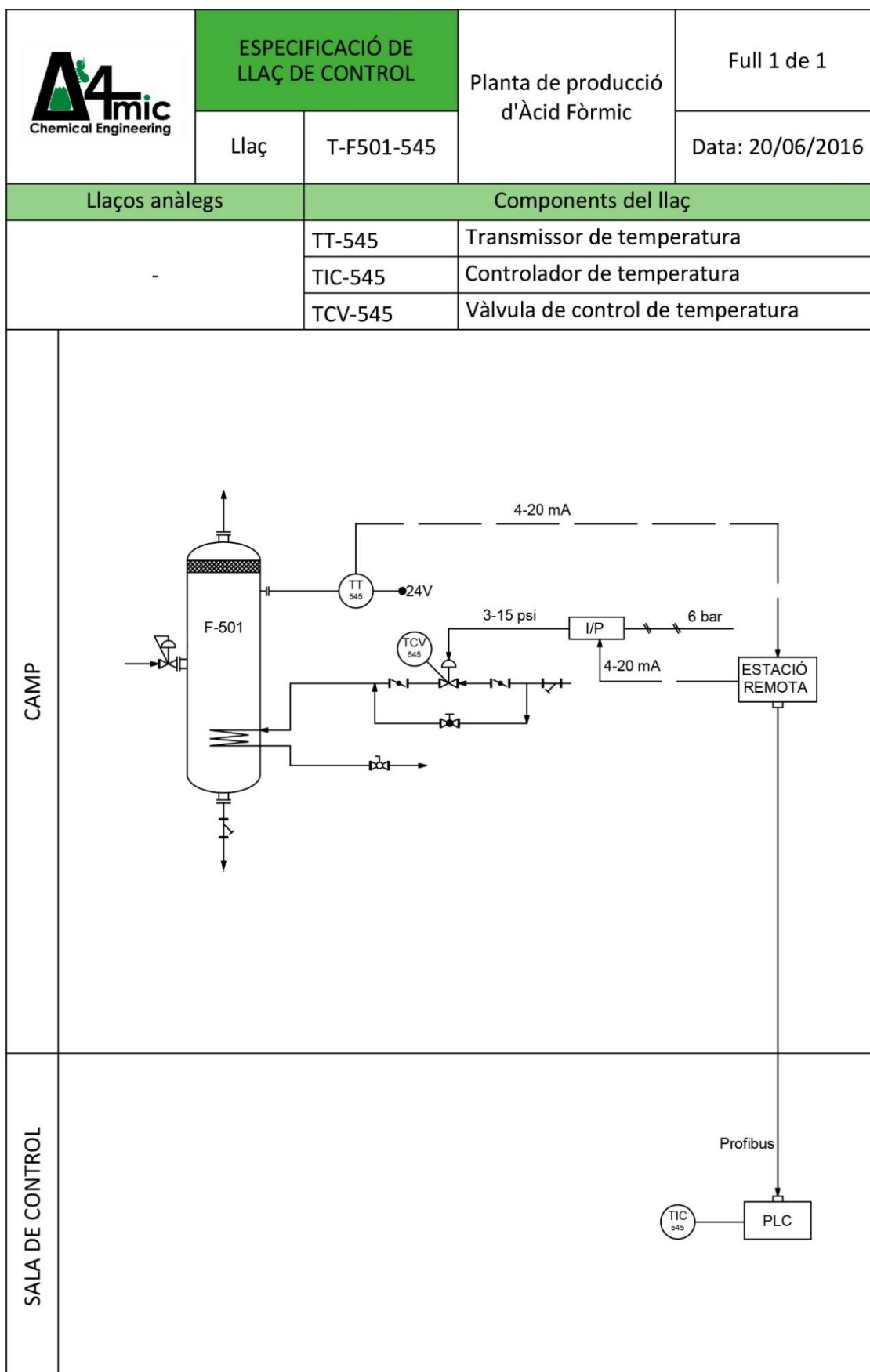
Aquest llaç de control és necessari ja que per tal de gasificar parcialment el corrent d'entrada a la columna flash, per tal d'aconseguir la separació desitjada, aquest passa per una vàlvula de disminució de la pressió i, com a conseqüència, baixa la temperatura. Aquesta baixada de temperatura pot provocar que no hi hagi tota la separació, per tant s'ha instal·lat un serpentí per escalfar, el cabal de vapor del qual ve regulat per el llaç de control exposat.

A continuació es descriu el llaç que segueix aquest control:

---

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| Llaç de control:     | T-F501-545                            |
| Variable controlada: | Temperatura de la columna flash.      |
| Variable manipulada: | Cabal de vapor d'entrada al serpentí. |
| Set Point:           | 95°C                                  |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                       |

---



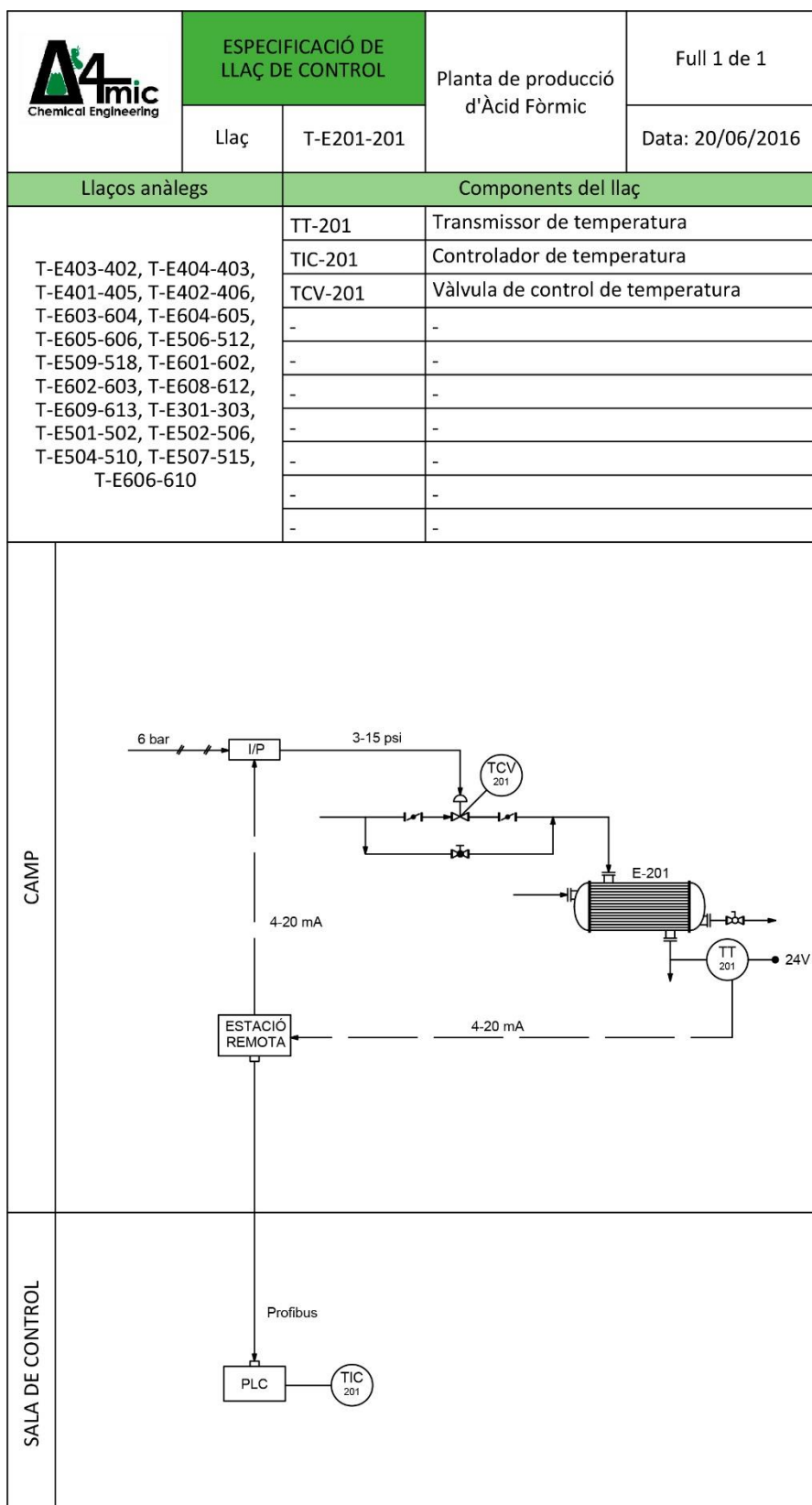
### 3.7.4. CONTROL DE TEMPERATURA EN BESCANVIADORS I CONDENSADORS

Aquest llaç de control garanteix que a la sortida dels bescanviadors i condensadors la temperatura del fluid d'interès sigui la desitjada.

Es tracta d'un llaç tipus *Feedback* on es mesura la temperatura del fluid a la sortida del bescanviador/condensador i mitjançant una vàlvula de control es regula el cabal del fluid de serveis, ja sigui vapor per escalfar o aigua freda per refredar, per tal de garantir el requeriment energètic.

A continuació es descriuen els llaços que segueixen aquest control:

|                      |                                                                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | T-E201-201 / T-E403-402 / T-E404-403 / T-E401-405 / T-E402-406<br>T-E603-604 / T-E604-605 / T-E605-606. |
| Variable controlada: | Temperatura de sortida del fluid de procés del bescanviador.                                            |
| Variable manipulada: | Cabal de vapor que entra al bescanviador.                                                               |
| Set Point:           | -38°C / 75°C / 98°C / 77°C / 100°C / 75°C / 95°C / 110°C                                                |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                                                         |
| Llaç de control:     | T-E506-512 / T-E509-518 / T-E601-602 / T-E602-603 / T-E608-612<br>T-E609-613                            |
| Variable controlada: | Temperatura de sortida del fluid de procés del bescanviador.                                            |
| Variable manipulada: | Cabal d'aigua freda que entra al bescanviador.                                                          |
| Set Point:           | 73°C / 30°C / 66°C / 30°C / 55°C / 30°C                                                                 |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                                                         |
| Llaç de control:     | T-E301-303 / T-E501-502 / T-E502-506 / T-E504-510 / T-E507-515<br>T-E606-610                            |
| Variable controlada: | Temperatura de sortida del fluid de procés del condensador.                                             |
| Variable manipulada: | Cabal d'aigua freda que entra al condensador.                                                           |
| Set Point:           | 70°C / 65°C / 34°C / 32°C / 25°C / 101,3°C                                                              |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                                                         |



### 3.7.5. CONTROL DE TEMPERATURA AL REACTOR DE CARBONILACIÓ

Aquest llaç de control garanteix que la temperatura dins el reactor de carbonilació sigui la desitjada.

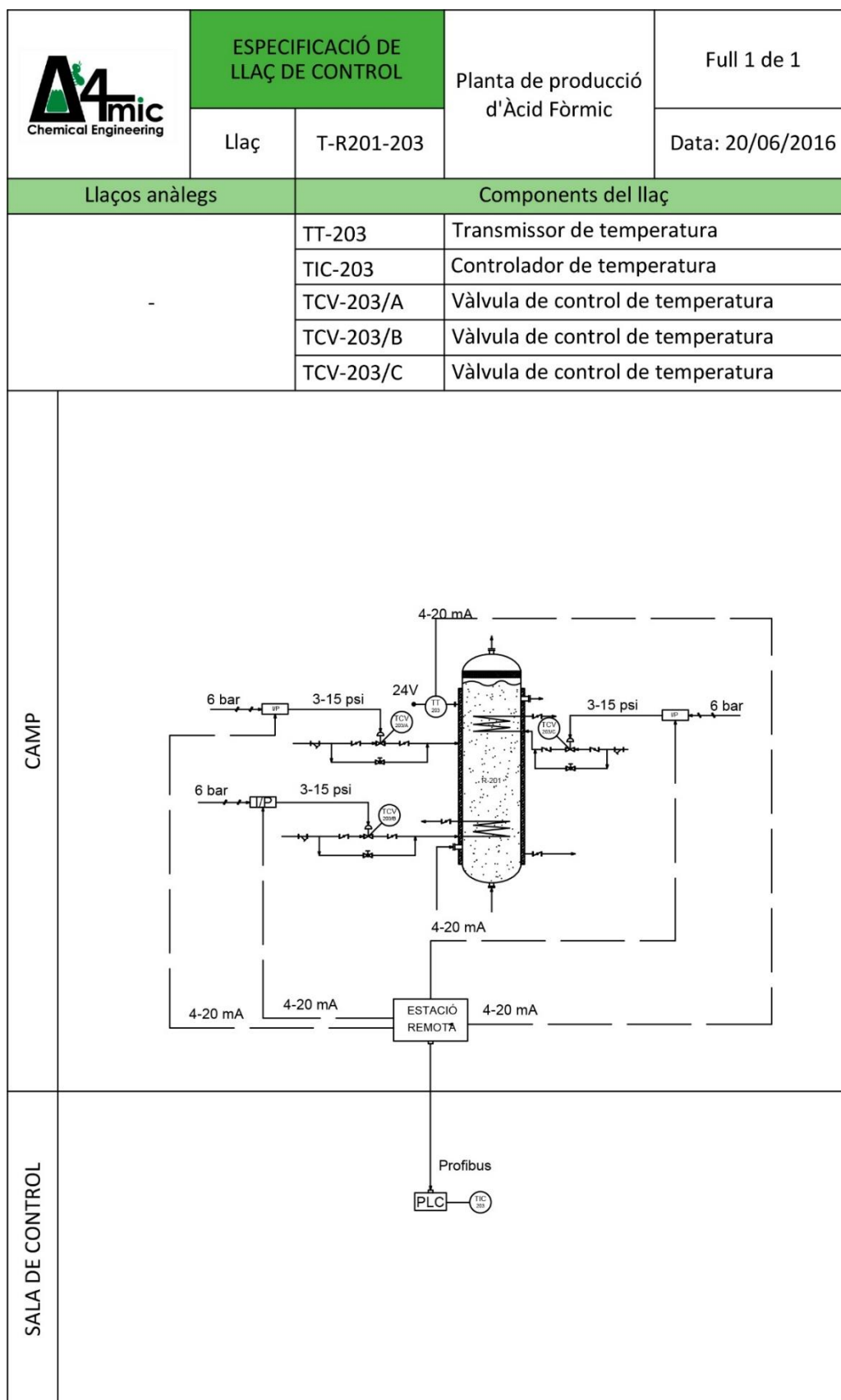
Es tracta d'un control tipus Feedback on es mesura la temperatura dins el reactor i es regulen els cabals d'aigua freda que entren a la camisa i als dos serpentins per evitar que la temperatura al reactor augmenti ja que dins es dona una reacció exotèrmica.

A continuació es descriu el llaç que segueix aquest control:

---

|                      |                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | T-R201-203                                                  |
| Variable controlada: | Temperatura dins el reactor de carbonilació.                |
| Variable manipulada: | Cabal d'aigua freda d'entrada als serpentins i a la camisa. |
| <i>Set Point:</i>    | 80°C                                                        |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                             |

---



### 3.7.6. CONTROL DE TEMPERATURA AL REACTOR D'HIDRÒLISI

Aquest llaç de control garanteix que la temperatura dins el reactor d'hidròlisi sigui la desitjada.

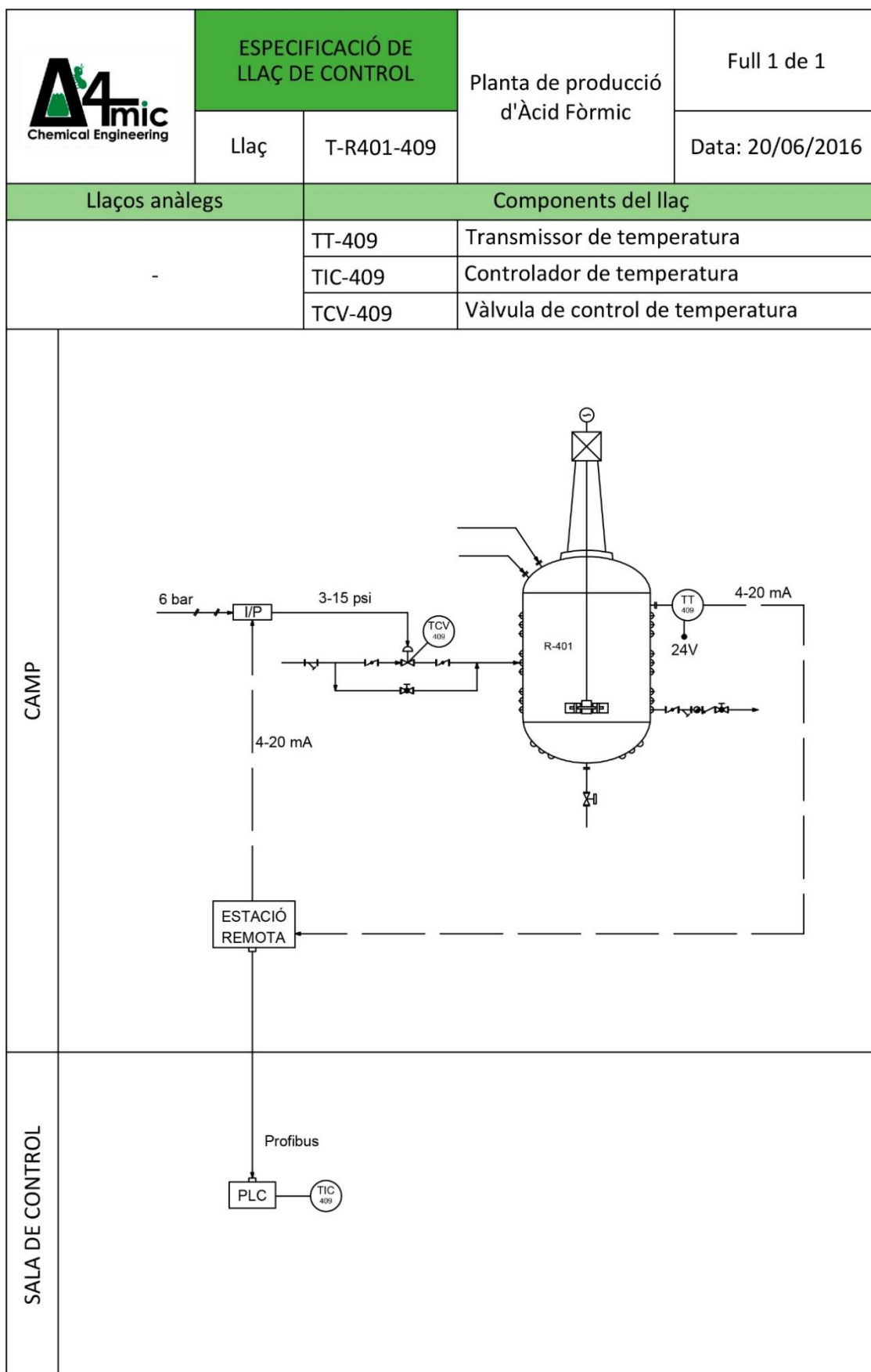
Es tracta d'un control tipus Feedback on es mesura la temperatura dins el reactor i es regula el cabal de vapor que entra a la mitja canya per evitar que la temperatura al reactor disminueixi ja que dins es dona una reacció endotèrmica.

A continuació es descriu el llaç que segueix aquest control:

---

|                      |                                            |
|----------------------|--------------------------------------------|
| Llaç de control:     | T-R401-409                                 |
| Variable controlada: | Temperatura dins el reactor d'hidròlisi.   |
| Variable manipulada: | Cabal de vapor que entra a la mitja canya. |
| <i>Set Point:</i>    | 100°C                                      |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                            |

---



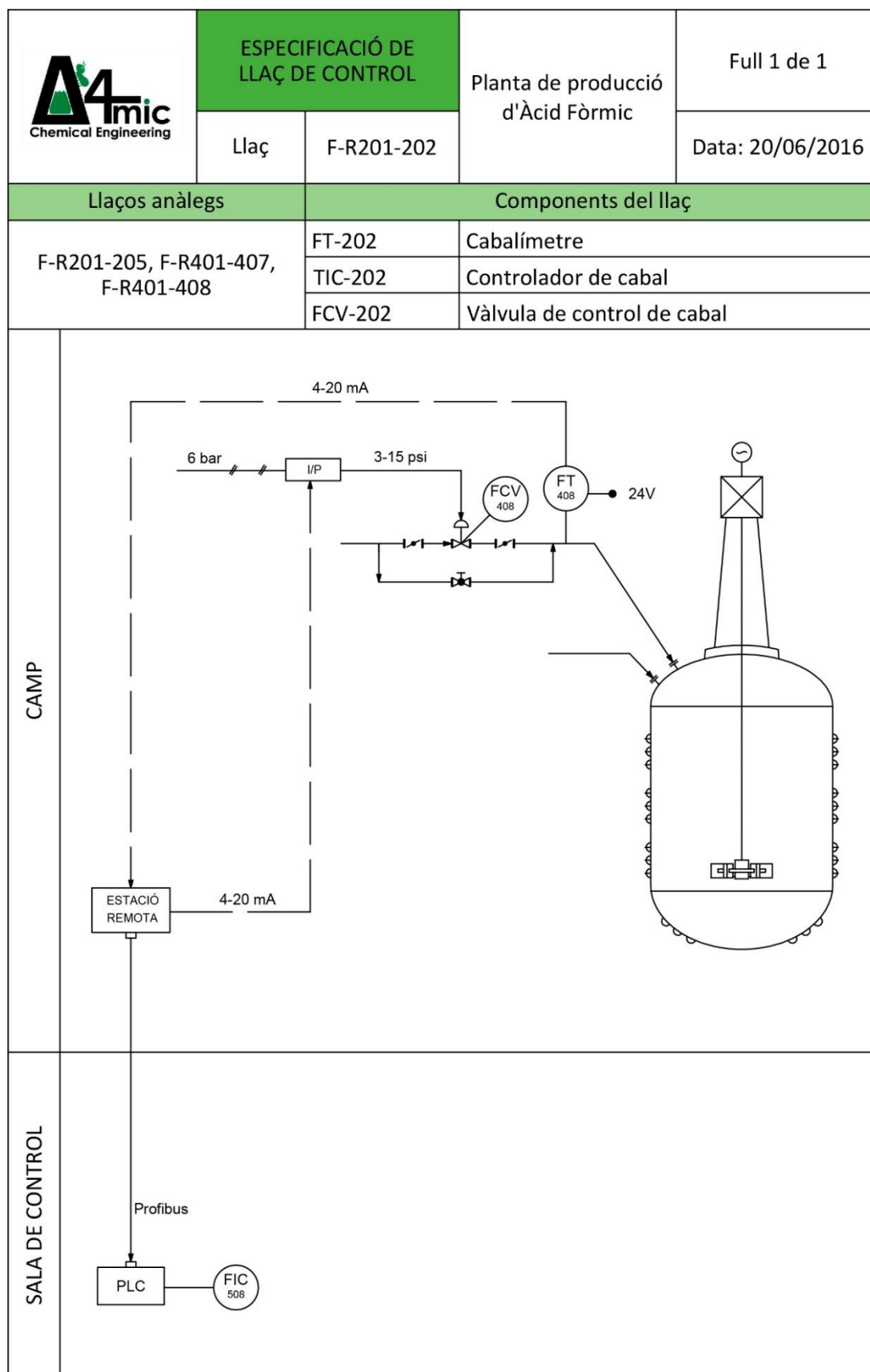
### 3.7.7. CONTROL DE CABAL D'ENTRADA ALS REACTORS

Aquest llaç de control garanteix que l'entrada de productes als reactors de carbonilació i hidròlisi sigui el desitjat ja que són els equips clau del procés.

Es tracta d'un control tipus Feedback on es mesura el cabal que circula per les canonades d'entrada als reactors i mitjançant una vàlvula de control es regula per obtenir el cabal indicat.

A continuació es descriuen els llaços que segueixen aquest control:

|                      |                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | F-R201-202, F-R201-205, F-R401-407, F-R401-408   |
| Variable controlada: | Cabal d'entrada als reactors.                    |
| Variable manipulada: | Cabal d'entrada als reactors.                    |
| Set Point:           | 7300 Kg/h , 36200 Kg/h , 42400 Kg/h , 22400 Kg/h |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                  |



### 3.7.8. CONTROL DEL DIFERENCIAL DE PRESSIÓ A LES COLUMNES

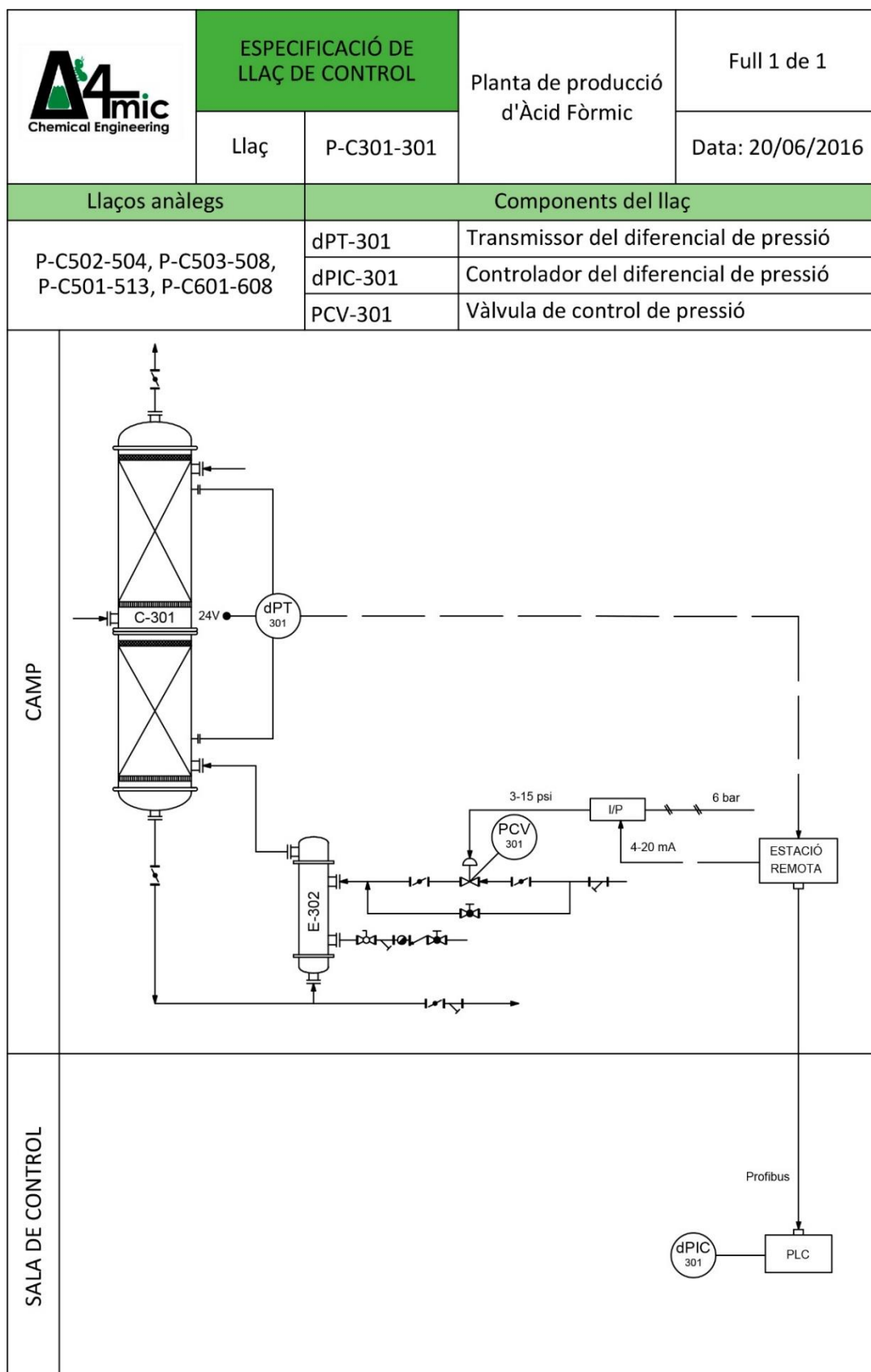
Aquest llaç de control garanteix que la caiguda de pressió a la columna es manté dins el rang adequat.

Es tracta d'un control tipus *Feedback* on es mesura la diferència de pressió i mitjançant una vàlvula de control es regula el cabal de vapor o oli tèrmic que entra al reboiler per tal de variar el cabal de vapor dins de la columna.

En cas que la columna no treballi correctament la diferencia de pressió varia, si aquesta augmenta pot haver problemes d'inundació ja que el cabal de vapor ascendent no és suficient i el nivell de líquid de la part inferior de la columna pot augmentar, per tant s'haurà d'augmentar el vapor o oli tèrmic que entra al reboiler.

A continuació es descriuen els llaços que segueixen aquest control:

|                      |                                                |
|----------------------|------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | P-C301-301, P-C502-504, P-C503-508, P-C501-513 |
| Variable controlada: | Diferència de pressió a la columna.            |
| Variable manipulada: | Cabal de vapor que entra al reboiler.          |
| <i>Set Point:</i>    | 0 bar                                          |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                |
| Llaç de control:     | P-C601-608                                     |
| Variable controlada: | Diferència de pressió a la columna.            |
| Variable manipulada: | Cabal d'oli tèrmic entra al reboiler.          |
| <i>Set Point:</i>    | 0 bar                                          |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                |



### 3.7.9. CONTROL DEL CABAL DE REFLUX A LES COLUMES

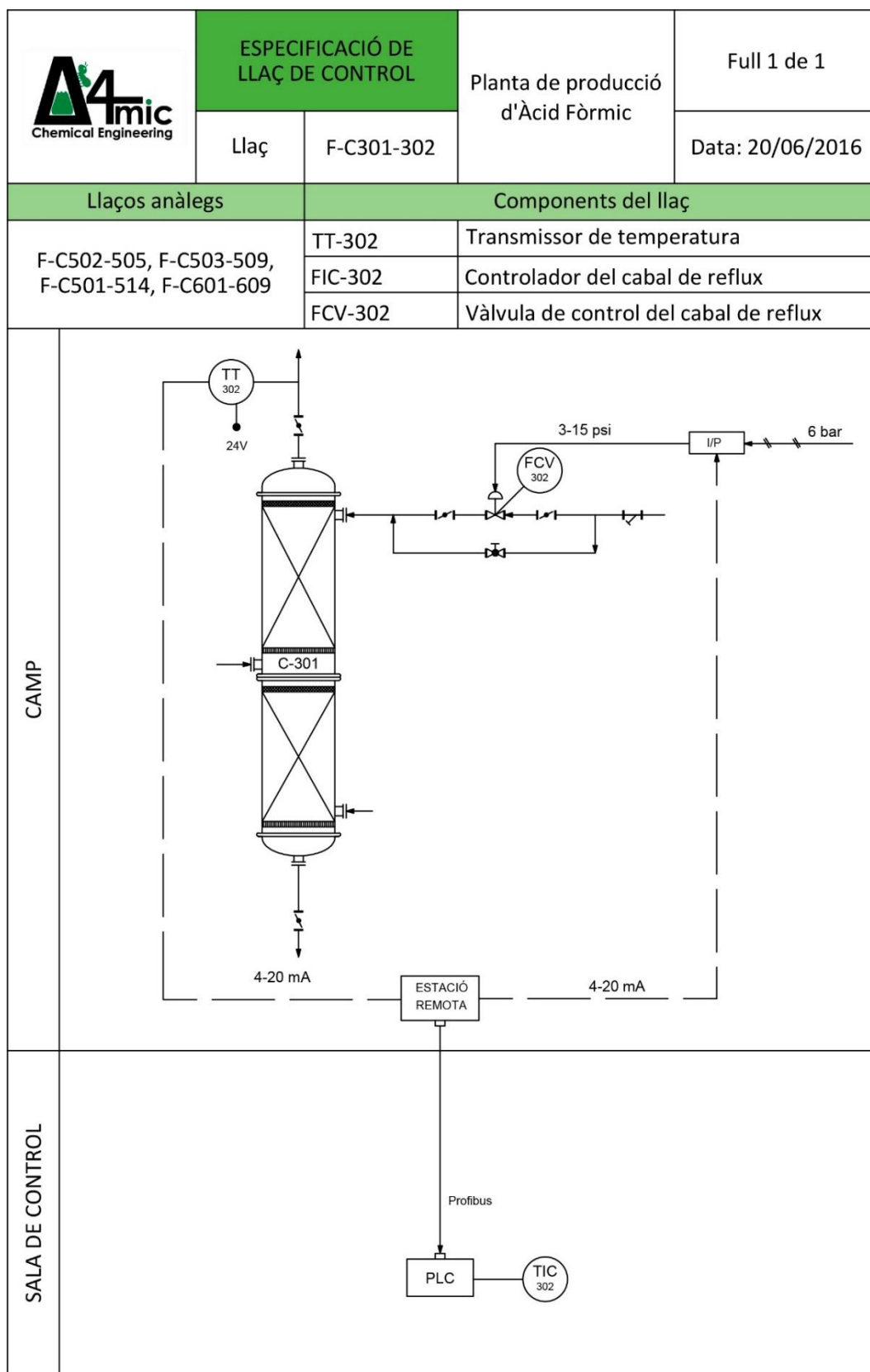
Aquest llaç de control garanteix que la temperatura dins la columna és la indicada per assolir la separació desitjada.

Es tracta d'un llaç tipus *Feedback* on es mesura la temperatura del fluid de sortida per caps de columna i es regula el cabal de reflux per mantenir aquesta temperatura al òptim.

En cas que la temperatura mesurada sigui superior al *Set Point* fixat s'augmentarà el cabal de retorn a la columna ja que suposa que el destil·lat no té la composició desitjada.

A continuació es descriuen els llaços que segueixen aquest control:

|                      |                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | F-C301-302 / F-C502-505 / F-C503-509 / F-C501-514 / F-C601-609 |
| Variable controlada: | Temperatura de la sortida de caps de la columna.               |
| Variable manipulada: | Cabal de reflux.                                               |
| <i>Set Point</i> :   | 70°C / 55°C / 40°C / 65°C / 101,3°C                            |
| Tipus de control:    | <i>Feedback</i>                                                |



### 3.7.10. CONTROL DE CONTUCTIVITAT

Aquest llaç de control garanteix que la relació de catalitzador respecte del metanol que entra al reactor de carbonilació sigui d'un 2,5% en pes.

Es tracta d'un llaç tipus *Feedforward* on es mesura la conductivitat del fluid que surt del tanc T-302 per poder conèixer la fracció massica de catalitzador que conté i mitjançant vàlvules de control es regulen els cabals de metanol, metanol i catalitzador, procedents dels tancs d'emmagatzematge, i el corrent de sortida del tanc T-302, els quals s'homogeneïtzen al passar per el mesclador M-201.

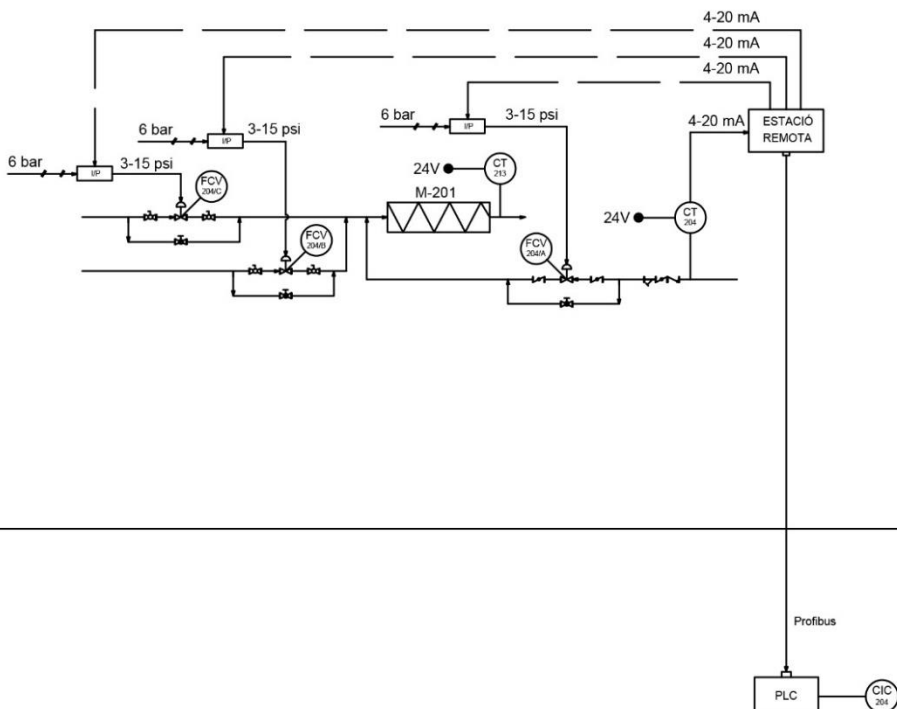
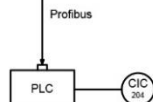
En cas que la fracció de catalitzador sigui inferior a 2,5% s'augmenta el cabal de metanol amb catalitzador i es regula el de metanol per tal de garantir que aquesta fracció sigui la desitjada.

Per comprovar que la mescla compleix els requeriments d'entrada al reactor de carbonilació hi ha un sensor de conductivitat a la sortida del mesclador, el qual transmetrà els valors obtinguts a la sala de control.

A continuació es descriu els llaç que segueix aquest control:

|                      |                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Llaç de control:     | C-R201-204                                                                           |
| Variable controlada: | Conductivitat del corrent de sortida del tanc T-302.                                 |
| Variable manipulada: | Cabal d'entrada al mesclador de metanol i catalitzador, metanol i sortida del T-302. |
| Set Point:           | 2,5% wt <sup>1</sup>                                                                 |
| Tipus de control:    | <i>Feedforward</i>                                                                   |

<sup>1</sup> S'haurà de fer un calibrat per tal de conèixer la relació entre conductivitat i concentració massica del catalitzador en la mescla.

|                                                                                              |                                                                                       |                     |                                   |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|
| <div></div> | ESPECIFICACIÓ DE LLAÇ DE CONTROL                                                      |                     | Planta de producció d'Àcid Fòrmic | Full 1 de 1      |
|                                                                                              | Llaç                                                                                  | C-R201-204          |                                   | Data: 20/06/2016 |
| Llaços anàlegs                                                                               |                                                                                       | Components del llaç |                                   |                  |
| -                                                                                            |                                                                                       | CT-204              | Transmissor de conductivitat      |                  |
|                                                                                              |                                                                                       | CIC-204             | Controlador de conductivitat      |                  |
|                                                                                              |                                                                                       | FCV-204/A           | Vàlvula de control de cabal       |                  |
|                                                                                              |                                                                                       | FCV-204/B           | Vàlvula de control de cabal       |                  |
|                                                                                              |                                                                                       | FCV-204/C           | Vàlvula de control de cabal       |                  |
| CAMP                                                                                         |   |                     |                                   |                  |
| SALA DE CONTROL                                                                              |  |                     |                                   |                  |

### 3.8. BIBLIOGRAFIA

*Control e instrumentación de procesos químicos, Pedro Ollero de Castro, Eduardo Fernández Camacho. Editorial Síntesis.*

*Instrumentación Industrial, Antonio Creus, 8ª Edición. Marcombo Ediciones técnicas.*