



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID FÒRMIC

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

ACME
chemicals

Guillermo Bachiller Pérez

Paula Gómez Lorente

Jordi Andreu Morales Tapia

Jaume Rota i Sariol

David Torrent Herrero

Tutor: Marc Peris

Cerdanyola del Vallès, Juny 2016

Volum I:

Índex:

- 1- Especificacions del projecte
- 2- Disseny d'equips
- 3- **Control i instrumentació**

3- Control i Instrumentació

3.1-Introducció	1
3.1.1 Estructura d'un PLC.....	3
3.1.2 Entrades i Sortides (E/S).....	3
3.2-Sistemes de control bàsics	4
3.2.1 Full d'especificacions de sensors	6
3.3- Enclavaments	14
3.3.1- Llaços de seguretat.....	14
3.3.2- Llaços de monitoratge.....	14
3.4- Nomenclatura.....	15
3.4.1- Nomenclatura dels llaços de control	15
3.4.2- Nomenclatura de la instrumentació	17
3.5- Llaços de control de cada àrea	18
3.5.1- Àrea 100.....	18
3.5.2- Àrea 200.....	24
3.5.3- Àrea 300.....	33
3.5.4- Àrea 400.....	45
3.5.5- Àrea 500.....	48
3.6- Explicació dels llaços de control.....	56
3.6.1-Tancs d'emmagatzematge	56
3.6.1.1- Tancs d'emmagatzematge atmosfèrics.....	56
3.6.1.2- Tancs d'emmagatzematge criogènic.....	56
3.6.2 Mescladors.....	57
3.6.3- Bescanviadors.....	57
3.6.4- Reactor de bombolleig.....	57
3.6.5- Separador vapor-líquid	58
3.6.6- Reactor de tanc agitat.....	58
3.6.7- Columnes de destil·lació	58
3.6.8- Condensadors	58
3.6.9- Columna d'absorció.....	58
3.7 Senyals d'entrada i sortida del procés.....	59
3.7.1 Recompte de senyals.....	59
3.7.2 Recompte de mòduls E/S	66

3.1-Introducció

Per realitzar el control del procés de producció d'àcid fòrmic s'ha d'automatitzar el control de la planta. Per automatitzar el control es fa servir de sistemes de control i de tecnologia informàtica per tal de reduir intervencions humanes. Aplicant l'automatització del control es presenten millores ja que la producció és més eficient i hi ha una disminució de riscos en planta per errors del operador. A més, si es realitza una automatització es pot substituir a operadors per instruccions i comandes que donarà al controlador i maquinaria del procés o qualsevol dispositiu electromagnètic, així s'evitaran feines d'elevat risc ja sigui per ambients extrems o zones explosives on el factor humà és més perillós.

Per tant, la implementació de llaços de control en una planta permet garantir la seguretat d'aquesta al mateix temps que recopila informació per tal de comprovar que s'està treballant correctament. Des del moment en que es duu a terme la posada en marxa fins el moment en que es realitza la parada anual, la planta ha d'estar controlada per tal de poder corregir les possibles pertorbacions (variacions inevitables de la variable que s'estigui controlant, ja sigui temperatura, pressió, nivell...) que puguin arribar a afectar el correcte desenvolupament del procés.

Per tal de dur a terme aquest control, s'ha de disposar d'un sistema de monitoratge, el qual estarà governat per un PLC (programmable logic controller) a cada una de les zones de la planta.

Per poder realitzar una automatització de la planta es necessita els PLC (Programmable Logic Controllers), que són els controladors lògics programables. Bàsicament són el cervell del control i automatització del procés, executa ordres segons la informació que capta i la base de dades que té en la memòria. Bàsicament un PLC observa sensors digitals i analògics, i també *switches*, que vindran en forma d'entrades al PLC, aquest llegirà el programa de control que s'haurà programat prèviament a la posada en marxa, aquest realitza uns càlculs i comparacions i dona com a resultat unes respostes en qüestió de segons, aquestes respostes són les sortides del PLC, que donaran ordres cap a vàlvules de control, servomotors, compressors, etc.

Aquests PLC estarà dissenyat per rebre diferents tipus de senyals d'entrada i sortida, i aquestes senyals no s'han de veure pertorbades pel soroll elèctric, interferències electromagnètiques com freqüències de radio o mòbil i a més han de ser resistents a les vibracions i als impactes mecànics.

Per tal de dir a terme aquest control, s'ha de disposar d'un sistema de monitoratge, el qual estarà governat per un PLC, o múltiples PLC que interactuen entre ells com a un únic PLC, segons la distribució en planta del control.

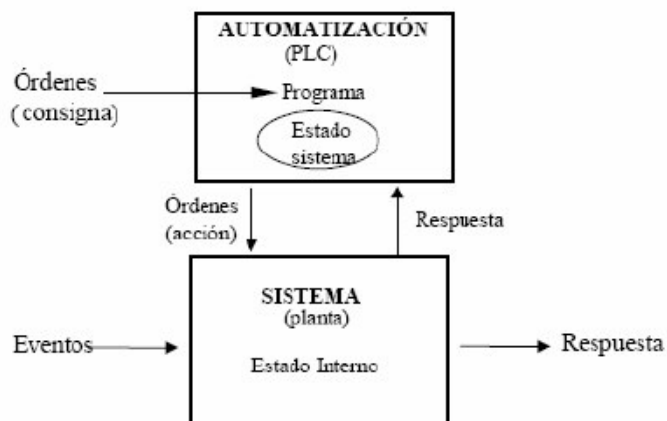


Figura 3. 1: esquema del funcionament d'un PLC en relació a la planta

Per poder visualitzar aquestes ordres que executa el PLC, normalment s'instal·la el paquet de software en la sala de control o nivell de planta un SCADA, que és un control de supervisió i adquisició de dades.

El programa SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) permet supervisar i controlar processos a distància facilitant la retroalimentació a temps real amb dispositius de camp com poden ser sensors i actuadors i controlar d'aquesta manera el procés de forma automàtica a més de proporcionar la informació generada en el procés i permetre la seva gestió i intervenció.

La separació dels tipus de controls que s'ha dut a terme a la planta ve donada per l'agrupació per zones, per tal de facilitar el control i la comprovació dels possibles errors per parts dels treballadors.

3.1.1 Estructura d'un PLC

Un PLC es pot definir com un sistema basat en un microprocessador. Essencialment esta compost per una unitat central de procés o CPU, una memòria i el sistema d'entrades i sortides (E/S). La CPU s'encarrega de tot el control intern i extern del PLC i de la interpretació de les dades i instruccions del programa. Segons les instruccions programades en la memòria i les dades que va rebent de les entrades, tant digitals com analògiques, aquest generarà unes senyals de sortida.

La memòria que incorpora el PLC es pot dividir en dos tipus, la ROM i la RAM. La memòria ROM es aquella que emmagatzema el programa per fer funcionar el sistema i la memòria RAM esta composta per la memòria de dades, on s'emmagatzema la informació de les entrades i sortides i variables internes, i també te la memòria del usuari, on s'emmagatzema el programa que manipula la lògica del PLC.

El sistema d'entrades recopila tota la informació que es dona en el procés a partir dels sensors, polsadors, finals de carrera, etc. Per altra banda, les sortides seran la resposta lògica del PLC segons el programa instal·lat i les instruccions donades, aquest pot actuar comptadors, variadors de freqüència, vàlvules, alarmes, etc.

3.1.2 Entrades i Sortides (E/S)

Les entrades i sortides d'un PLC poden ser digitals, analògiques o especials. Les entrades digitals s'identifiquen per presentar dos estats diferents, on - off (0-1, encès-apagat). Aquets mesuren la presencia o absència de tensió, si un contacte està obert o tancat, etc. Els nivells de tensió més comuns don de 5V DC, 24 V DC, 48 V DC i 220 V AC. Els dispositius de sortida més comuns son els relés.

Les entrades i sortides analògiques se encarreguen de transformar una magnitud analògica, tensió o corrent, en una magnitud física com per exemple temperatura, pressió, pH ,cabal, etc , en una expressió binaria. Això es realitza col·locant conversos analògics-digitals, però que ja venen incorporats normalment en els aparells.

3.2-Sistemes de control bàsics

Per tal de poder controlar la planta, els tipus de controladors emprats han estat :

El tipus de control més utilitzats són:

- Control per retroalimentació (*feedback*): la variable controlada es mesura a la sortida

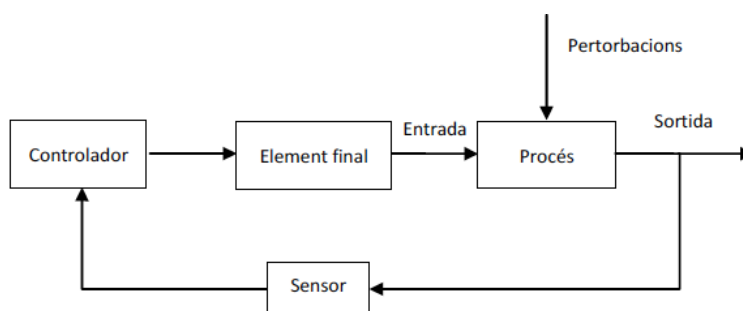


Figura 3. 2: Esquema d'un llaç de control *Feedback*

- Control anticipat (*feedforward*): es mesura la pertorbació produïda abans d'entrar al sistema per tal de regular la possible fluctuació abans de que afecti el procés. En aquest tipus de control, es modifica el possible error generat abans de que es produeixi una senyal d'error a la variable de sortida.

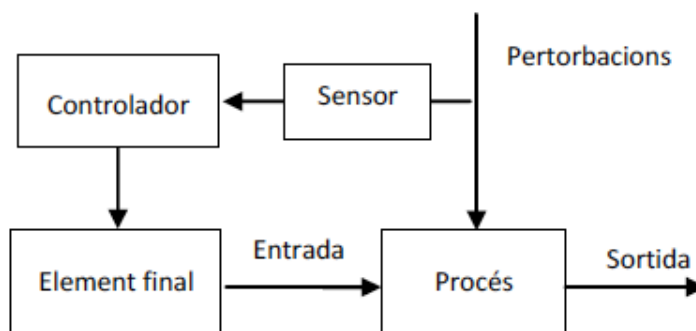


Figura 3. 3: Esquema d'un llaç de control *Feedforward*

- Control en cascada: controlador molt complex el qual incorpora diferents controladors. A diferència dels altres controladors, aquest tipus presenta un llaç primari per tal de fixar el *set point* i un llaç secundari el qual varia la consigna per actuar sobre el procés i complir en tot moment el *set point* establert.

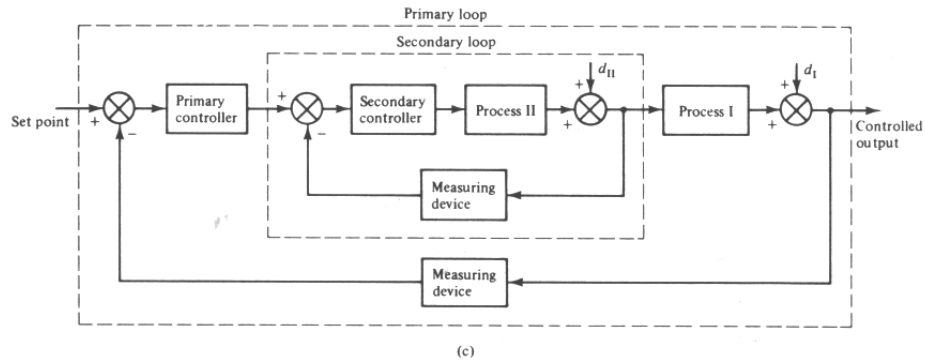


Figura 3. 4: Esquema d'un llac de control en cascada

- Controlador Tot/res: tal i com diu el seu nom, aquest tipus de controlador només presenta dues possibles posicions. Una quan el controlador es troba apagat, per la qual cosa la vàlvula es trobarà apagada i l'altre posició, quan la vàlvula estigui completament oberta, on per conseqüència el controlador es trobarà en posició on.

A cada un dels sistemes explicats anteriorment se li adjunten uns elements característics els quals són:

- Sensors: Dispositiu capaç detectar magnituds físiques o químiques (variables d'instrumentació) i transformar-les en variables elèctriques.
- Transmissor: Instruments que capten la variable del procés i la transmeten a distància a un altre instrument receptor indicador, registrador o controlador.
- Controlador: Instrument el qual calcula l'acció de control que s'ha programat a partir de la senyal rebuda del transmissor.
- Transductor: Element amb la funció de convertir la magnitud física no interpretable, a una de interpretable
- Element final: part final del llac de control.
- Targeta d'entrades i sortides: Interfase entre el controlador i els camps.

A continuació es mostren els sensors utilitzats en els aparells com poden ser el reactor, els tancs, columnes entre d'altres equips:

- Sensor de Temperatura

Sensors que s'utilitzen per tal de mesurar el rang de temperatures possible en l'equip implementat. Presenten un gran rang de mesura degut a la gran varietat de temperatures que poden suportar i de diferència de fluids en el qual poen treballar.

- Sensors de pressió

Els sensors de pressió es troben a tots els equips que treballen a pressió en la planta. A partir d'equips que treballen a més d'una atmosfera de pressió, es recomanable implementar-li un sensor de pressió.

- Sensors de nivell

Aquests tipus de sensors s'utilitzen primordialment per mesurar el nivell dels tancs i/o reactors i saber si és el adient en aquell moment. Solen anar acompanyats de transmissors i indicadores com ara alarmes, per tal de avisar si hi ha un mal mesurament del nivell del tanc.

- Cabalímetre

Un altre tipus de sensor és el relacionat amb el cabal, el qual s'utilitza per tal de comprovar que el balanç de matèria que es duu a terme en les reaccions és complert al llarg del procés. Aquests tipus de controladors s'utilitzen bàsicament a l'entrada dels equips que presentin un corrent líquid com ha entrada.

3.2.1 Full d'especificacions de sensors

A continuació es mostraran les diferents fitxes d'especificacions dels sensors que s'utilitzen durant la producció d'àcid fòrmic d'aquest projecte. Com a sensors essencial per controlar el procés son els sensors de pressió, temperatura i cabalímetres. Alguns sensors estan especificats per les zones més exigents on la temperatura o la pressió son extremadament altes. Tots aquets sensors consten de seguretat intrínseca i es podent utilitzar en tota la planta i zones explosives.

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	LT-101		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.1016
	LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ	
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR DE NIVELL LT-101		
LLAÇ DE CONTROL		LT-101-T-101-01		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR LIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	Líquid	ESTAT	Líquid	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		5%	-	80%
TEMPERATURA [°C]		-	20	40
PRESSIÓ [bar]		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		PRESSIÓ HIDROESTÀTICA		
ALIMENTACIÓ		10,5 – 45 [V]		
VARIABLE MESURADA		NIVELL DEL TANC		
SENYAL DE SORTIDA		4-20 mA		
RANG DE MESURA		100mBar- 16 bar		
SENSIBILITAT		±0,075%+influencia del aïllament del diafragma		
TEMPS DE RESPOSTA (ms)		(-)		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		PANTALLA LCD		
CLIBRAT		SI		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		MEMBRANA		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDES		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-40/+400		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		214/215,8		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		AISI 316L / DN-50 Ó DN-100		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (KPa)		50 mbar /160 bar		
PES (kg)		6,3+BRIDA		
CERTIFICAT		ATEX/NACE/IECEX/FM/CSA/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	HORITZONTAL			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	-			
DISTÀNCIA AL CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	DELTABAR FMD77			

		ITEM		LSHH-101		FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
		ÀREA		100			
		PLANTA		Àcid fòrmic		DATA	20.6.2016
		LOCALITAT		Igualada		REVISIÓ	
		IDENTIFICACIÓ					
DENOMINACIÓ				SENSOR DE NIVELL MÀX. LSHH-T-101			
LLAÇ DE CONTROL				LSHH-101-T-101-01			
SENYAL ENVIADA A				CONTROLADOR LIC			
CONDICIONS DE SERVEI							
FLUID		Líquid		ESTAT		Líquid	
				MÍNIM		OPERACIÓ	
NIVELL				5%		-	
TEMPERATURA [°C]				-		20	
PRESSIÓ [bar]				-		1	
DADES D'OPERACIÓ							
ELEMENT DE MESURA				CONDUCTIVITAT			
ALIMENTACIÓ				10,8 - 45 / 20-230 [V]			
VARIABLE MESURADA				NIVELL DEL TANC			
SENYAL DE SORTIDA				4-20 mA			
RANG DE MESURA				10µS/cm (MIN)			
SENSIBILITAT				10µS/cm (MIN)/ +-10% A 100Ω-100k Ω			
TEMPS DE RESPOSTA (s)				<3			
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)				-			
INDICADOR DE CAMP				-			
CLIBRAT				NO			
DADES DE CONSTRUCCIÓ							
ELEMENT SENSOR				SONDA DE CORDA			
CONNEXIÓ A PROCÉS							
TEMPERATURA MÀX. (°C)				-40/+400			
ALTURA/DIÀMETRE (mm)				145+(15000)/152			
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID				AISI 316 L			
TIPUS I NORMAL				-			
PRESSIÓ MÀX (KPa)				-1 bar /10 bar			
PES (kg)				0,8+ SONDES			
CERTIFICAT				ATEX/WHG			
DADES D'INSTAL·LACIÓ							
TEMPERATURA AMBIENT (°C)		-5,5/+36,3					
POSICIÓ		VERTICAL					
SUPORT		-					
FILTRE REDUCTOR		-					
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)		-					
SUBMINISTRADOR		ENDRESS HAUSER					
MODEL		LIQUIDPOINT FTW32					

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	TT-101		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.2016
	LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ	
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR DE TEMPERATURA TT-101		
LLAÇ DE CONTROL		TT-101-T-101-01		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR TIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	LÍQUID	ESTAT	Líquid	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		5%	-	80%
TEMPERATURA		-	20	40
PRESSIÓ		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		APARELL TERMOELÈCTRIC		
ALIMENTACIÓ		24 V		
VARIABLE MESURADA		TEMPERATURA		
SENYAL DE SORTIDA		4-20 mA		
RANG DE MESURA		-40/+600 °C		
SENSIBILITAT		±1%		
TEMPS DE RESPOSTA (s)		6		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		PANTALLA LCD		
CLIBRAT		NO		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		APARELL TERMOELÈCTRIC		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDA		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-40/+600		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		1000/12		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		TA20A- Alumini/ AISI 316 L		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (bar)		50 a 20°C		
PES (kg)		1,5+BRIDA		
CERTIFICAT		ATEX/IECE/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	HORITZONTAL			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	.			
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	M TC13			

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	PT-101		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.2016
LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ		
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR DE PRESSIÓ PT-101		
LLAÇ DE CONTROL		PT-T-101-01		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR PIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	LÍQUID	ESTAT	Líquid	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		5%	-	80%
TEMPERATURA		-	20	40
PRESSIÓ		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		DIFERENCIAL DE PRESSIÓ		
ALIMENTACIÓ		10,5/45 V		
VARIABLE MESURADA		PRESSIÓ DEL SISTEMA		
SENYAL DE SORTIDA		4-20 mA		
RANG DE MESURA		-40/+40 bar		
SENSIBILITAT		±0,035%		
TEMPS DE RESPOSTA (s)		3		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		PANTALLA LCD		
CLIBRAT		NO		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		-		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDA		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-40/+85		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		214/215,8		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		AISI 316 L		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (bar)		160		
PES (kg)		4,2		
CERTIFICAT		ATEX/NACE/IECEX/FM/CSA/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	-			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	.			
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	DELTABAR S PMD 75			

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	FT-101		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.2016
LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ		
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR DE CABAL FT-101		
LLAÇ DE CONTROL		FT-101-T-101		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR FIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	LÍQUID	ESTAT	Líquid	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		5%	-	80%
TEMPERATURA		-	20	40
PRESSIÓ		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		DIFERENCIAL DE PRESSIÓ		
ALIMENTACIÓ		10,5/45 V		
VARIABLE MESURADA		CABAL MÀSIC O VOLUMÈTRIC		
SENYAL DE SORTIDA		4-20 mA		
RANG DE MESURA		-40/+40 bar		
SENSIBILITAT		±0,035%		
TEMPS DE RESPOSTA (s)		3		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		PANTALLA LCD		
CLIBRAT		NO		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		-		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDA		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-40/+85		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		214/215,8		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		AISI 316 L		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (bar)		160		
PES (kg)		4,2+ACCESSORI		
CERTIFICAT		ATEX/NACE/IECEX/FM/CSA/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	-			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	.			
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	DELTABAR S PMD 75			

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	LT-102		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.2016
	LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ	
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR NIVELL SÒLID LT-105		
LLAÇ DE CONTROL		LT-102-T-105		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR LIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	SÒLID	ESTAT	SÒLID	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		0%	-	85%
TEMPERATURA		-	25	45
PRESSIÓ		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		NIVELL DE SÒLID		
ALIMENTACIÓ		10,5/45 V		
VARIABLE MESURADA		SENYALS ELECTROMAGNÈTIQUES		
SENYAL DE SORTIDA		4-20mA		
RANG DE MESURA		0-70 m		
SENSIBILITAT		±3mm		
TEMPS DE RESPOSTA (s)		<0.8		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		PANTALLA LCD		
CLIBRAT		NO		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		RADAR, ANTENA PARABOLICA		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDA		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-40/+400		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		637/95		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		AISI 316 L		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (bar)		-1/+16		
PES (kg)		5,5 + BRIDA		
CERTIFICAT		ATEX/NACE/IECEX/FM/CSA/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	VERTICAL			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	.			
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	MICROPILOT FMR57			

			FULL ESPECIFICACIONS SENSOR	
	ITEM	LSHH-102		
	ÀREA	100		
	PLANTA	Àcid fòrmic	DATA	20.6.2016
	LOCALITAT	Igualada	REVISIÓ	
IDENTIFICACIÓ				
DENOMINACIÓ		SENSOR DE NIVELL MÀX. LSHH-102		
LLAÇ DE CONTROL		LSHH-102-T-105		
SENYAL ENVIADA A		CONTROLADOR LIC		
CONDICIONS DE SERVEI				
FLUID	SÒLID	ESTAT	SÒLID	
		MÍNIM	OPERACIÓ	MÀXIM
NIVELL		0%	-	85%
TEMPERATURA		-	25	45
PRESSIÓ		-	1	1,2
DADES D'OPERACIÓ				
ELEMENT DE MESURA		NIVELL DE SÒLID		
ALIMENTACIÓ		10/55 V		
VARIABLE MESURADA		AMPLITUD D'ORQULLES VIBRANTS		
SENYAL DE SORTIDA		4-20mA		
RANG DE MESURA		0-70 m		
SENSIBILITAT		±3mm		
TEMPS DE RESPOSTA (s)		<0.8		
TEMPS D'ACTIVACIÓ (s)		-		
INDICADOR DE CAMP		-		
CLIBRAT		NO		
DADES DE CONSTRUCCIÓ				
ELEMENT SENSOR		RADAR, ANTENA PARABOLICA		
CONNEXIÓ A PROCÉS		BRIDA		
TEMPERATURA MÀX. (°C)		-50/+280		
ALTURA/DIÀMETRE (mm)		300-4000/51		
MATERIAL CONTACTE AMB FLUID		AISI 316 L		
TIPUS I NORMAL		-		
PRESSIÓ MÀX (bar)		-1/+25		
PES (kg)		2,6		
CERTIFICAT		ATEX/NACE/IECEX/FM/CSA/NEPSI		
DADES D'INSTAL·LACIÓ				
TEMPERATURA AMBIENT (°C)	-5,5/+36,3			
POSICIÓ	HORITZONTAL			
SUPORT	-			
FILTRE REDUCTOR	.			
DISTÀNCIA CONTROLADOR (m)	-			
SUBMINISTRADOR	ENDRESS HAUSER			
MODEL	SOLIPHANT M FTM51			

3.3- Enclavaments

A més de tenir controladors com s'ha explicat anteriorment, per tal de mantenir la seguretat de les persones que treballen a la planta, cada un dels equips presenta el que s'anomena enclavaments (equips que treballen en estat estacionari els quals permeten detectar un límit amb la finalitat d'evitar una situació perillosa).

Es podent diferenciar dos tipus diferents d'enclavaments:

3.3.1- Llaços de seguretat

Els llaços de seguretat són equips que actuen automàticament quan s'assoleixen valors perillosos sense la necessitat d'estar controlats per sensors; aquests tipus d'instruments són la vàlvula de seguretat i el disc de ruptura.

- Vàlvula de seguretat : és un tipus de vàlvula tot/res la qual sobra quan el sistema sobrepassa la pressió establerta en l'equip on ha estat implantada. Un cop recuperada la pressió d'operació, la vàlvula es tanca i torna a l'estat de repòs.
- Disc de ruptura: dispositiu d'alliberament forçat de la pressió com a mesura extrema, ja que un cop utilitzat s'ha de canviar el dispositiu.

A la planta d'àcid fòrmic s'han implementat aquests dos tipus de llaços de seguretat en els reactors, les columnes i en el tanc d'emmagatzematge de CO, per tal prevenir possibles accidents.

3.3.2- Llaços de monitoratge

Per altra banda es tenen els llaços de monitoratge els quals consisteixen en uns sensors acoblats a unes alarmes, on la funció que tenen és enregistrar els diferents valors per tal d'avisar de situacions perilloses si es dona el cas. Aquests sensors solen ser *switches* o programari que ve incorporat en el sensor.

3.4- Nomenclatura

3.4.1- Nomenclatura dels llaços de control

Per tal d'identificar i poder caracteritzar els llaços de control de la planta d'àcid fòrmic, s'ha seguit la normativa ISA basada en processos de instrumentació industrial la qual especifica la denominació de cada llaç de control seguint l'estructura de A-B-C el qual signifiquen:

- A: Indica la variable controlada
- B: Indica el lloc on es troba la variable controlada
- C: Indica el numero concret de llaç de control

El tipus de variables que es poden arribar a controlar, basant-se en la normativa ISA son:

	PRIMER CARÀCTER		CARACTERES SUSCESIVOS		
	VARIABLE MEDIDA	LETRA DE MODIFICACIÓN	FUNCION DE LECTURA PASIVA	FUNCION DE SALIDA	LETRA DE MODIFICACION
A	Análisis	-----	Alarma	-----	-----
B	Llama	-----	Disponible	Disponible	Disponible
C	Conductividad	-----	-----	Control	-----
D	Densidad	Diferencial	-----	-----	-----
E	Tensión (EMF)	-----	E.P.M.	-----	-----
F	Caudal	Relación	-----	-----	-----
G	Calibre ó Dimensión	-----	Vidrio	-----	-----
H	Manual	-----	-----	-----	Valor Alto
I	Corriente Eléctrica	-----	Indicador	-----	-----
J	Potencia	Exploración	-----	-----	-----
K	Tiempo	-----	-----	Estación de control	-----
L	Nivel	-----	Lampara ó Luz Piloto	-----	Valor Bajo
M	Humedad	-----	-----	-----	V. Intermedio
N	Disponible	-----	Disponible	Disponible	Disponible
O	Disponible	-----	Orificio	-----	-----
P	Presión ó Vacío	-----	Punto de prueba	-----	-----
Q	Cantidad	Totalización	-----	-----	-----
R	Radioactividad	-----	Registro	-----	-----
S	Velocidad ó Frec.	Seguridad	-----	Interruptor	-----
T	Temperatura	-----	-----	Transmisor	Multifunción
U	Multivariable	-----	Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Viscosidad	-----	-----	Válvula	S/C
W	Peso ó Fuerza	-----	Vaina	S/C	-----
X	S/C	-----	S/C	S/C	S/C
Y	Disponible	-----	-----	Relé/Convertidor	-----
Z	Posición	-----	-----	E.F.C. S/Clasificar	-----

Figura 3. 5: Nomenclatura i abreviació de la instrumentació utilitzada en el procés

D'aquesta manera un exemple de llaç de control seria:

T-R-201-01

On es vol indicar que es parla de:

- T: Variable controlada
- R-201: Reactor 201
- 01 :Dels dos reactors amb els que es treballa, s'està controlant el numero 1

3.4.2- Nomenclatura de la instrumentació

Per tal de classificar i poder diferenciar els elements de control utilitzats s'ha seguit el mateix procediment que en l'apartat anterior amb la diferència de la nomenclatura de l'instrument utilitzat (*Taula 3. 1*).

Taula 3. 1: Nomenclatura dels instruments de control

Codi	Instrument de control
T	Transmissor
IC	Controlador i indicador
VC	Vàlvula de control
I	Indicador
AH	Alarma de nivell alt
AL	Alarma de nivell baix
SHH	Switch nivell molt alt
SLL	Switch de nivell molt baix

Mitjançant la taula anterior i seguint la nomenclatura ISA, un possible exemple de un element de instrumentació seria:

TT-301

On s'indicaria que s'està parlant d'un transmissor de Temperatura pel laç de control 301, el qual correspon al reactor de la reacció d'hidròlisis.

Cal destacar que dins del transmissor ja s'inclou el sensor que mesurarà les mostres necessàries, per la qual cosa no es dissenya un laç propi per aquest sensor.

3.5- Llaços de control de cada àrea

3.5.1- Àrea 100

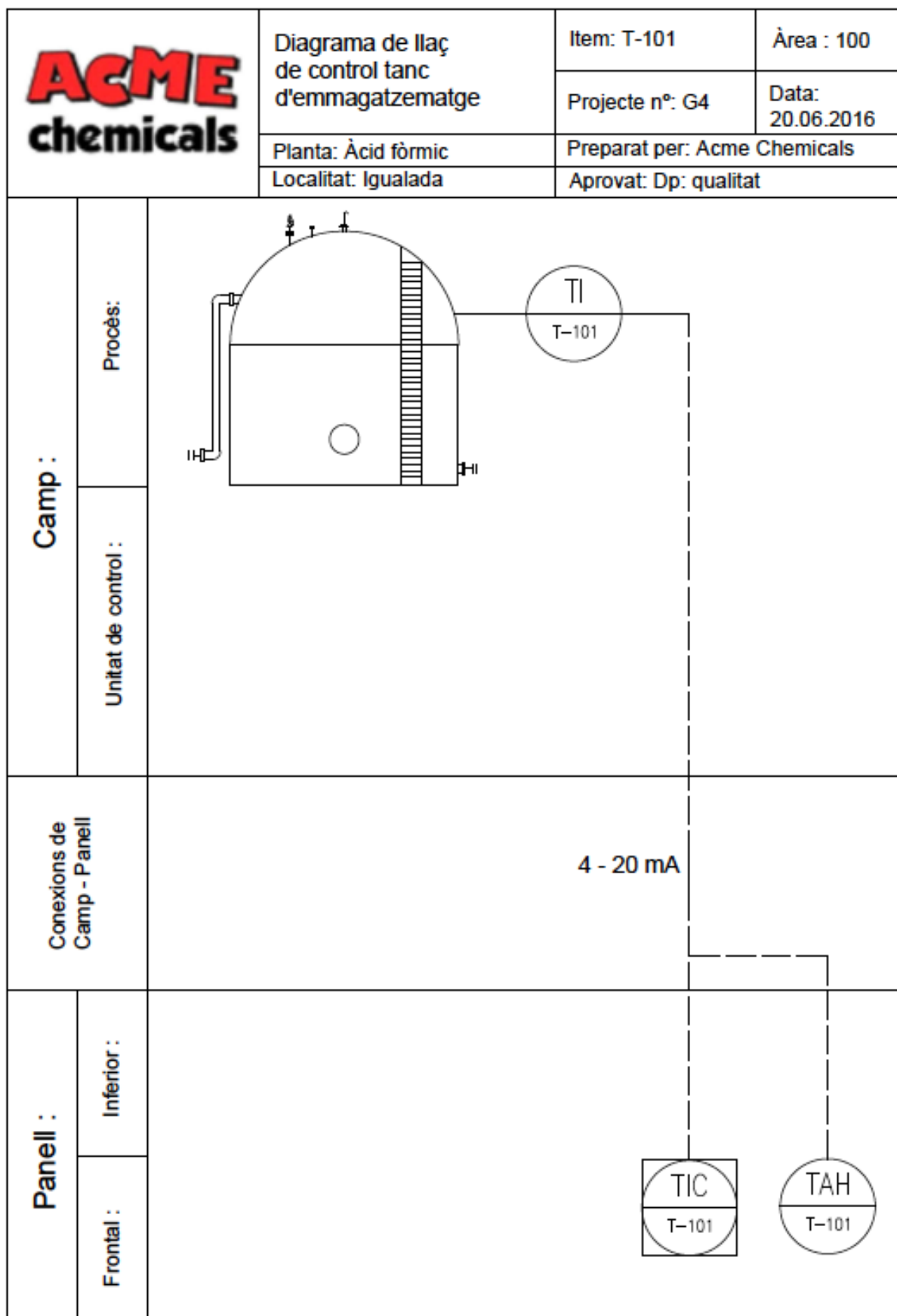
L'àrea 100 correspon a l'àrea d'emmagatzematge dels reactius com el nitrogen, el monòxid de carboni, el catalitzador (metòxid de sodi) i fins i tot s'inclou els tancs de nitrogen. A continuació es mostrarà en la Taula 3.2 els llaços de control de l'àrea 100. Principalment en emmagatzematge de matèries primes o reactius el que es controla és el nivell dels tancs, la pressió i temperatura. Aquets controls es poden veure en els llaços de control que es presentaran més endavant. Com a llaços addicionals es col·loquen les alarmes sonores i visuals que comunicarà el PLC i donaran sortides digitals.

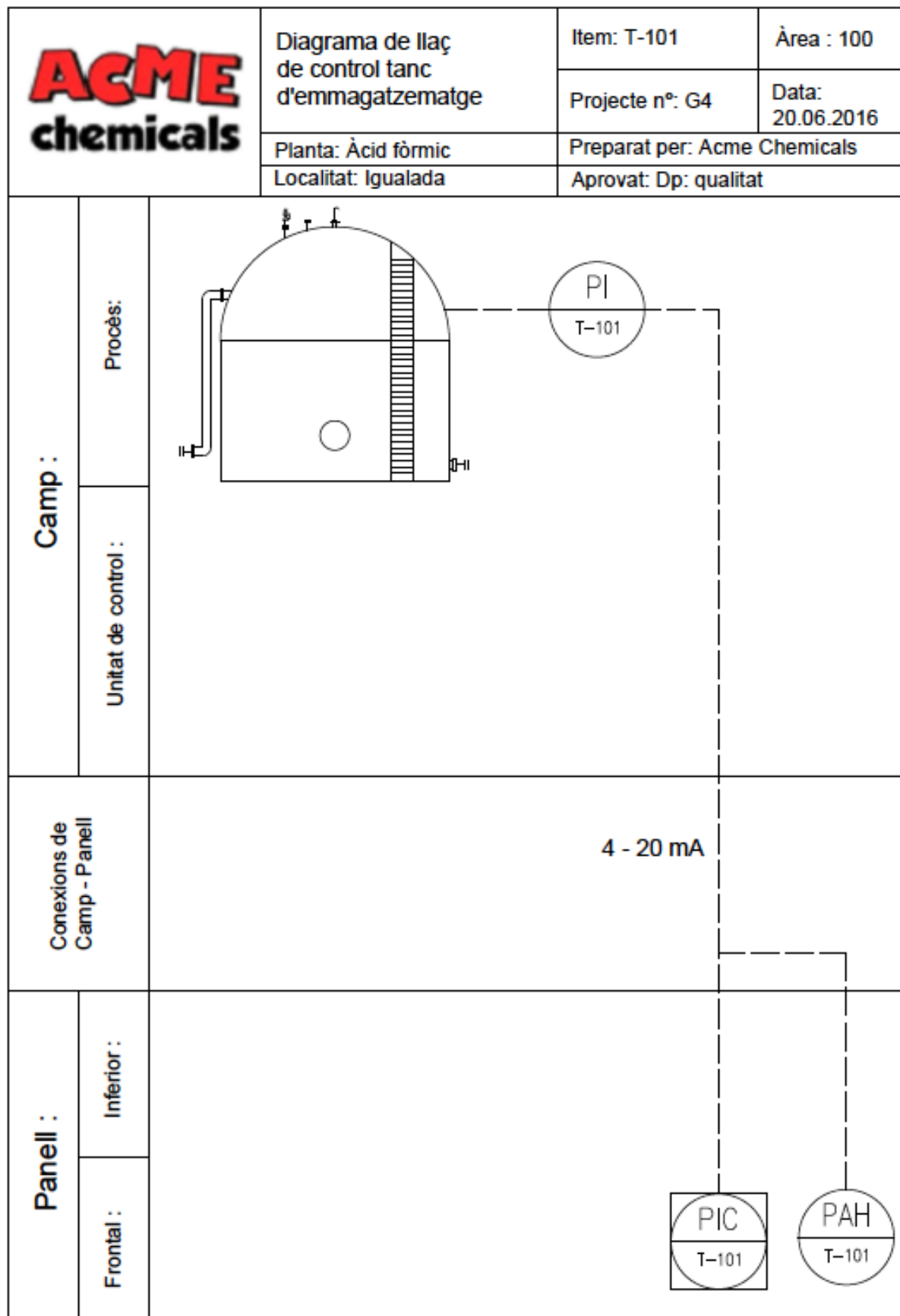
Taula 3. 2: Identificació de cada llaç de control en l'àrea 100

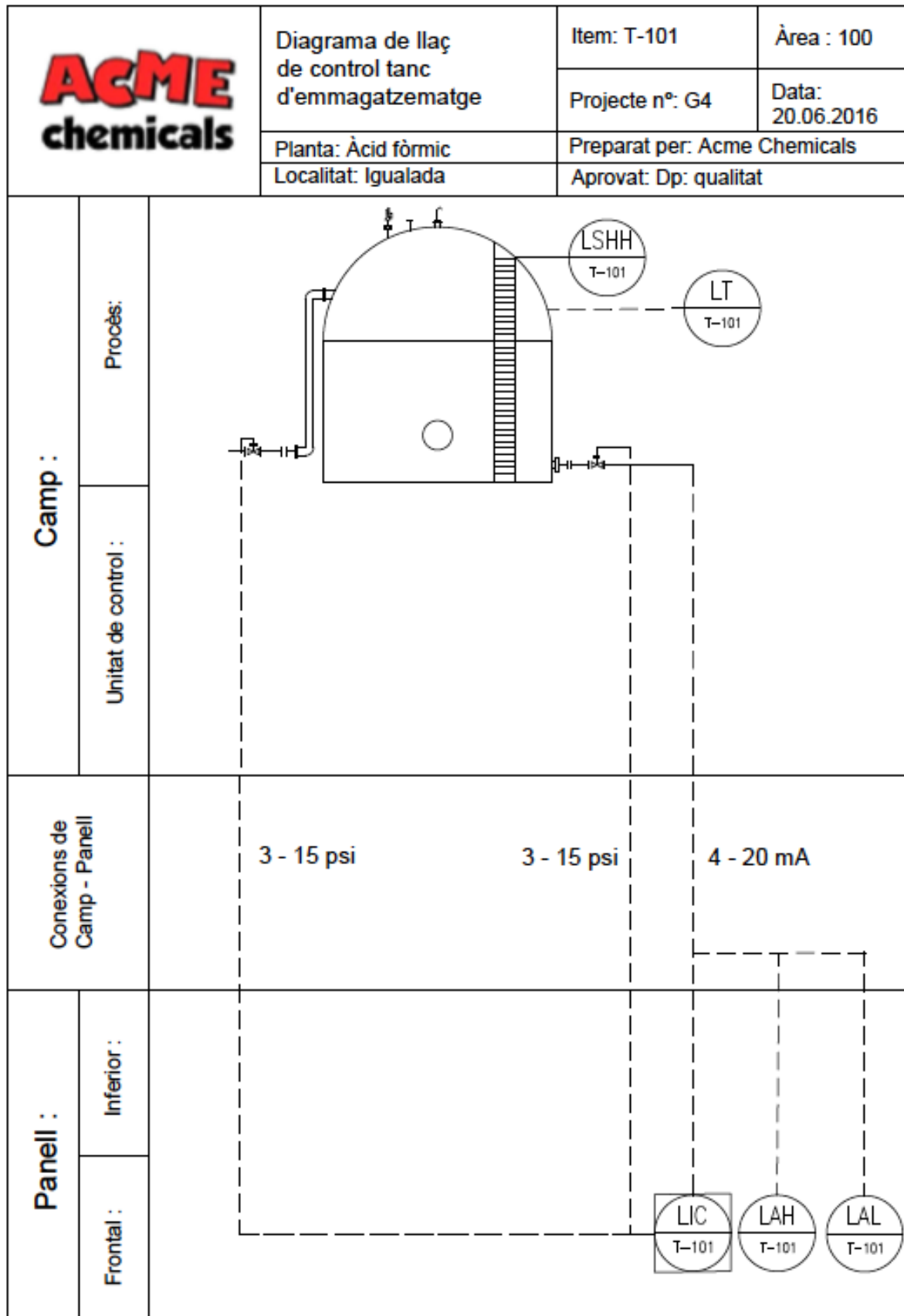
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
T-101-01	T-T-101-01	Indicador	Temperatura T-101-01	-	-	-
T-101-01	P-T-101-01	Indicador	Pressió T-101-01	-	-	-
T-101-01	L-T-101-01	On/Off	Nivell T-101-01	Cabal sortida Metanol	Vàlvula automàtic a tot/res	-
T-101-01	Switch-L-01-T-101-01	On/Off	Nivell MÍN. T-101-01	-	-	6%
T-101-01	Switch-L-02-T-101-01	On/Off	Nivell MÀX. T-101-01	-	-	80%
T-101-02	T-T-101-02	Indicador	Temperatura T-101-02	-	-	-
T-101-02	P-T-101-02	Indicador	Pressió T-101-02	-	-	-
T-101-02	L-T-101-02	On/Off	Nivell T-101-02	Cabal sortida Metanol	Vàlvula automàtic a tot/res	-
T-101-02	Switch-L-01-T-101-02	On/Off	Nivell MÍN. T-101-02	-	-	6%
T-101-02	Switch-L-02-T-101-02	On/Off	Nivell MÀX. T-101-02	-	-	80%
T-102-01	P-T-102-01	Splitrange	Pressió T-102-01	Cabal d'entrada i sortida de	Vàlvules de regulació	-

Monòxid						
T-102-01	L-T-102-01	Indicador	Nivell T-102-01	-	-	-
T-102-01	Switch-L-01-T-102-01	Indicador	Nivell MÍN. T-102-01	-	-	-
T-102-01	Switch-L-02-T-102-01	Indicador	Nivell MÀX. T-102-01	-	-	-
T-102-02	P-T-102-02	Splitrange	Pressió T-102-02	Cabal d'entrada i sortida de Monòxid	Vàlvules de regulació	-
T-102-02	L-T-102-02	Indicador	Nivell T-102-02	-	-	-
T-102-02	Switch-L-01-T-102-02	Indicador	Nivell MÍN. T-102-02			
T-102-02	Switch-L-02-T-102-02	Indicador	Nivell MÀX. T-102-02	-	-	-
T-102-03	P-T-102-03	Splitrange	Pressió T-102-03	Cabal d'entrada i sortida de Monòxid	Vàlvules de regulació	-
T-102-03	L-T-102-03	Indicador	Nivell T-102-03	-	-	-
T-102-03	Switch-L-01-T-102-03	Indicador	Nivell MÍN. T-102-03			
T-102-03	Switch-L-02-T-102-03	Indicador	Nivell MÀX. T-102-03	-	-	-
T-103	P-T-103	Splitrange	Pressió T-103	Cabal d'entrada i sortida de Monòxid	Vàlvules de regulació	-
T-103	L-T-103	Indicador	Nivell T-103	-	-	-
T-103	Switch-L-01-T-103	Indicador	Nivell MÍN. T-103			
T-103	Switch-L-02-T-103	Indicador	Nivell MÀX. T-103	-	-	-
T-104	P-T-104	Splitrange	Pressió T-104	Cabal d'entrada i sortida de Nitrogen	Vàlvules de regulació	-
T-104	L-T-104	Indicador	Nivell T-	-	-	-

			104			
	Switch-L-01-T-104	Indicador	Nivell MÍN. T-104			
T-104	Switch-L-02-T-104	Indicador	Nivell MÀX. T-104	-	-	-
T-105	L-T-105	Indicador	Nivell T-105	Cabal sortida Metòxid	Vàlvula d'estrangulament o papallona	-
T-105	Switch-L-01-T-105	Indicador	Nivell MÍN. T-105			
T-105	Switch-L-02-T-105	Indicador	Nivell MÀX. T-105	-	-	-
T-105	T-T-105	Indicador	Temperatura T-105	-	-	-
T-105	P-T-105	Indicador	Pressió T-105	-	-	-
T-106	L-T-106	Feedback	Nivell T-106	Cabal dissolució Metox+Met OH	Vàlvula automàtica de regulació	-
T-106	Switch-L-01-T-106	Indicador	Nivell MÍN. T-106			
T-106	Switch-L-02-T-106	Indicador	Nivell MÀX. T-106	-	-	-
T-106	T-T-106	Indicador	Temperatura T-106	-	-	-
T-106	P-T-106	Indicador	Pressió T-106	-	-	-







3.5.2- Àrea 200

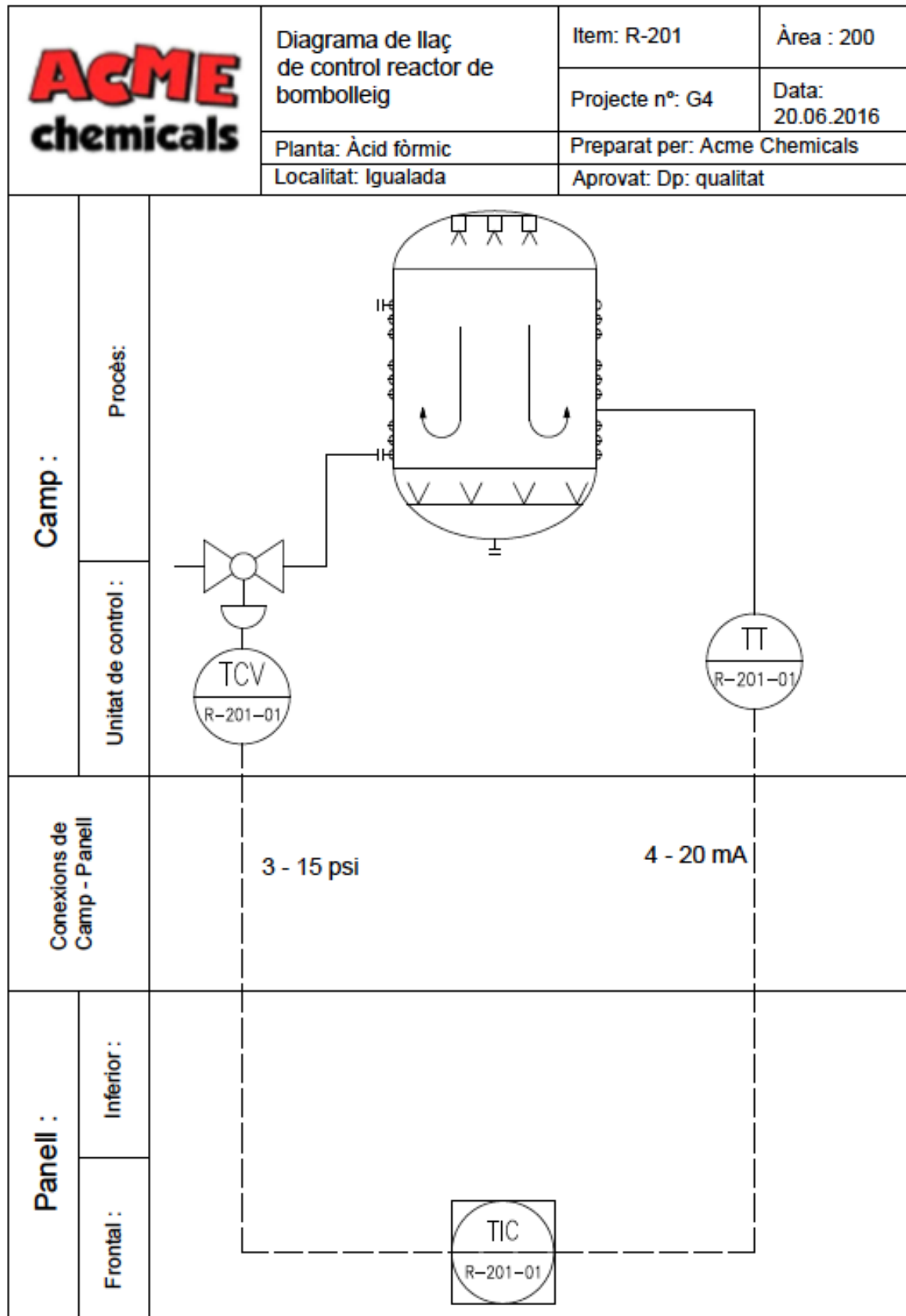
A l'àrea 200 es duu a terme la reacció de carbonilació per tal d'obtenir format de metil. Aquesta àrea inclou el primer reactor, el qual treballa en línia doblada, és a dir que es disposa 2 reactors idèntics de menor volum per tal d'abastir la producció d'àcid fòrmic anual. Al ser una àrea en la qual es troben molts equips, la disposició dels controls adjuntats es major i més complexa en comparació a la de l'àrea-100, amb tot això, a continuació s'adjunten les taules d'identificació dels llaços de control d'aquesta àrea:

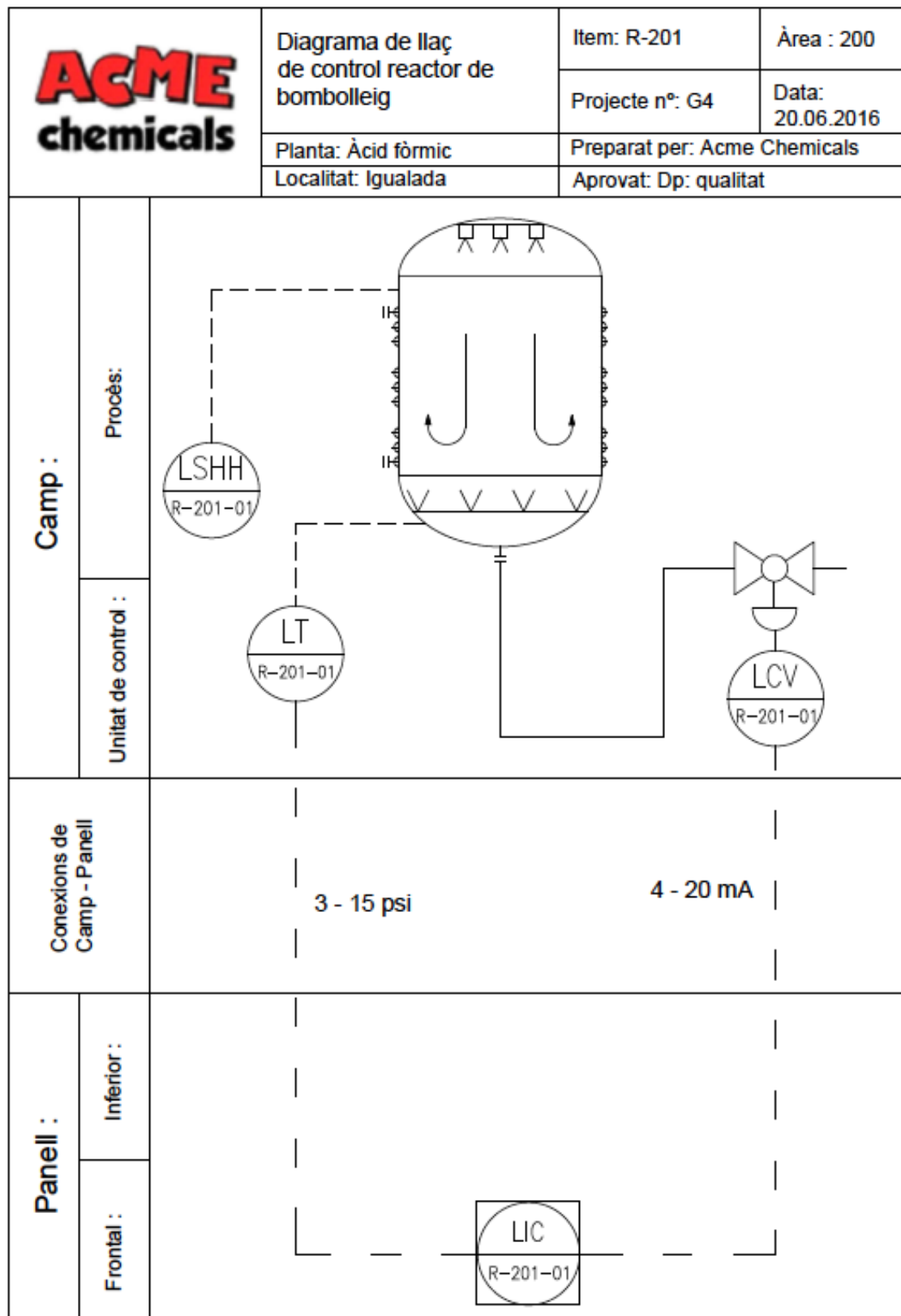
Taula 3. 3: Identificació de cada llaç de control en l'àrea 200

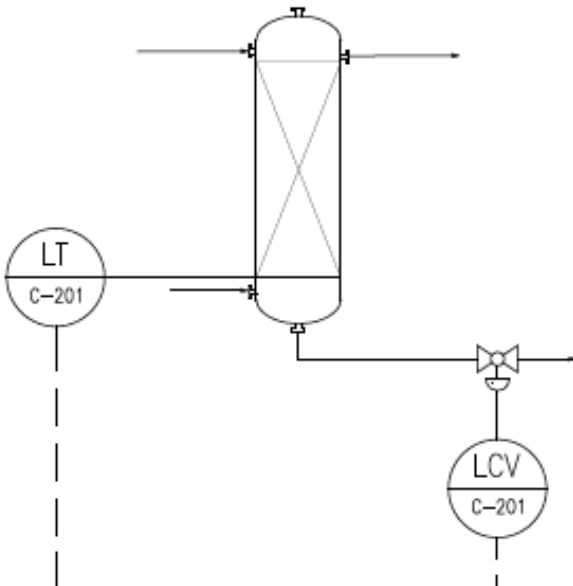
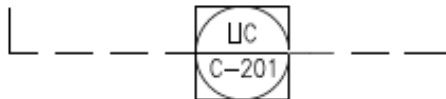
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
M-201	L-M-201	Feedback	Nivell E-201	Cabal aliment fresc	Vàlvula automàtica de regulació	-
E-201	T-E-201	Feedback	Temp. E-201	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	80°C
R-201-01	L-R-201-01	Feedback	Nivell R-201-01	Cabal sortida R-201	Vàlvula automàtica de regulació	77,75%
R-201-01	Switch-R-201-01	On/Off	Nivell Màx. R-201-01	-	-	85%
R-201-01	P-R-201-01	Indicador	-	-	-	-
R-201-01	T-R-201-01	Indicador	-	-	-	-
R-201-01	T-R-201-01	Feedback	Temp. R-201-01	Cabal entrada refrigerant	Vàlvula automàtica de regulació	22 Tn/h
R-201-02	L-R-201-02	Feedback	Nivell R-201-02	Cabal sortida R-201	Vàlvula automàtica de regulació	77,75%
R-201-02	Switch-R-201-02	On/Off	Nivell Màx. R-201-02	-	-	85%

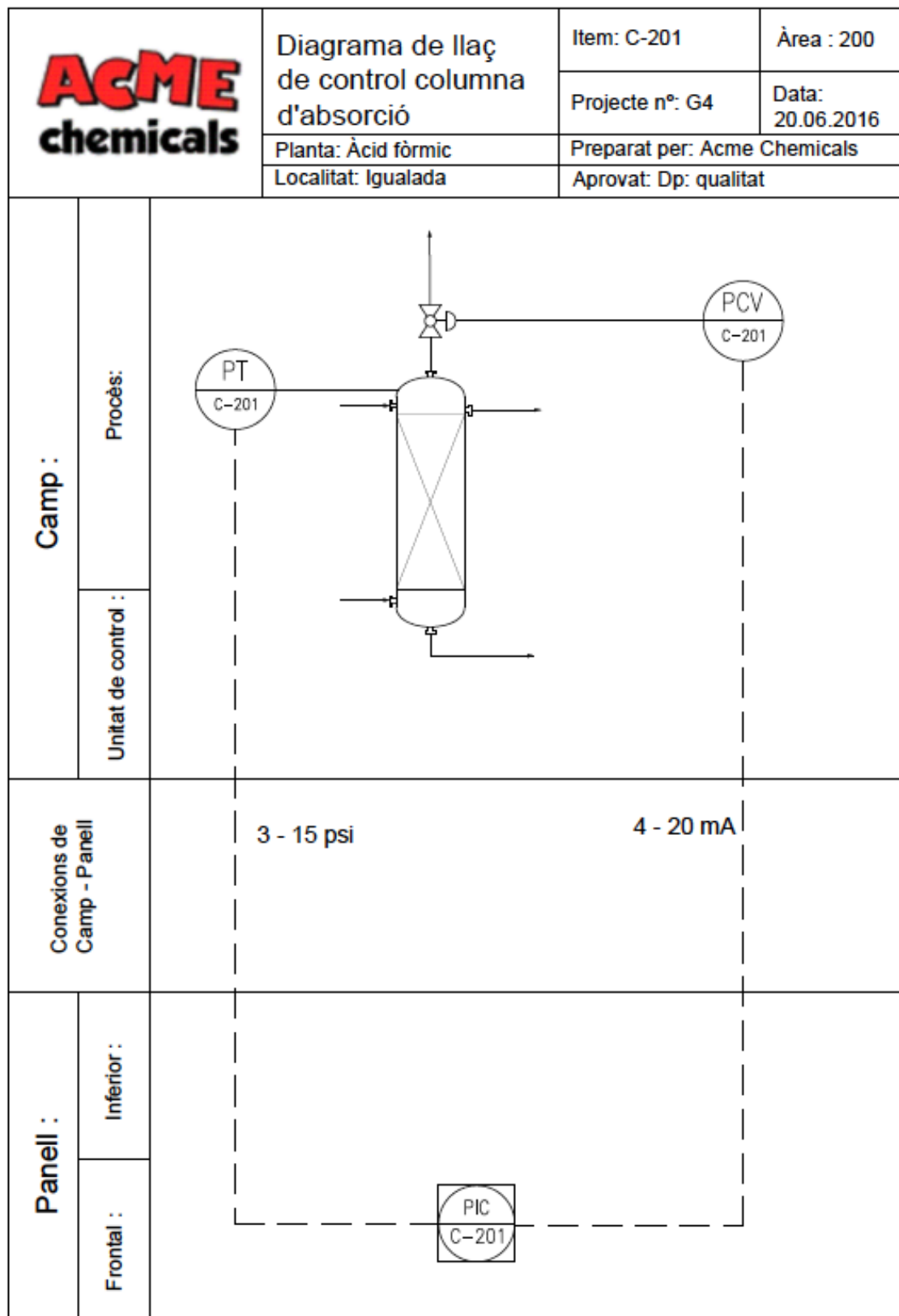
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
R-201-02	P-R-201-02	Indicador	-	-	-	-
R-201-02	T-R-201-02	Indicador	-	-	-	-
R-201-02	T-R-201-02	<i>Feedback</i>	Temp. R-201-02	Cabal entrada refrigerant	Vàlvula automàtica de regulació	22 Tn/h
SVL-201	L-SVL-201	<i>Feedback</i>	Nivell. SVL- 201	Cabal entrada Separador	Vàlvula automàtica de regulació	50%
SVL-201	P-SVL-201	<i>Feedback</i>	Pressió SVL-201	Cabal sortida vapor	Vàlvula automàtica de regulació	1 atm
SVL-201	Switch-SVL- 201	On/Off	Nivell Màx. SVL-201	-	-	85%
E-202	T-E-202	<i>Feedback</i>	Temp. E-202	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	37,72 °C
C-201	P-C-201	<i>Feedback</i>	Pressió C-201	Cabal sortida gas C-201	Vàlvula automàtica de regulació	1 atm
C-201	L-C-201	<i>Feedback</i>	Nivell C-201	Cabal sortida C- 201	Vàlvula automàtica de regulació	57,7%
E-203	T-E-203	<i>Feedback</i>	Temp. E-203	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	10 °C
SVL-202	P-SVL-202	<i>Feedback</i>	Pressió SVL-202	Cabal sortida vapor	Vàlvula automàtica de regulació	1 atm
SVL-202	L-SVL-202	<i>Feedback</i>	Nivell. SVL- 202	Cabal entrada Separador	Vàlvula automàtica de regulació	50%

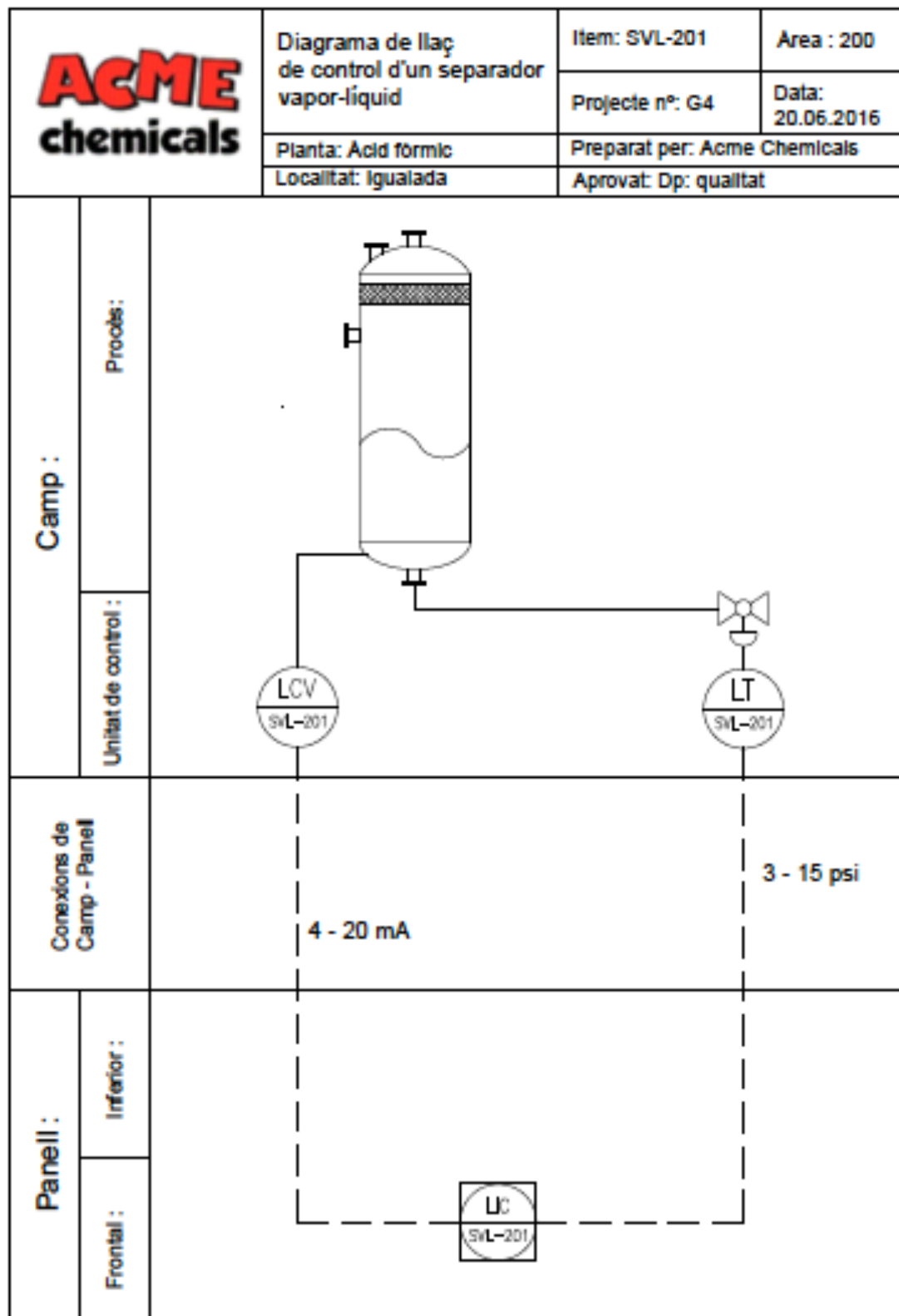
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
SVL-202	Switch-SVL-202	On/Off	Nivell Màx. SVL-202	-	-	80%
M-202	L-M-202	Feedback	Nivell M- 202	Cabal aliment fresc	Vàlvula automàtic a de regulació	-
CN-202	T-CN-202	Feedback	Temp. CN-202	Cabal aigua refrigeraci ó	Vàlvula automàtic a de regulació	52,15 °C
C-202	P-C-202	Feedback	Pressió C-202	Cabal de vapor RB-202	Vàlvula automàtic a de regulació	2 atm
C-202	T-C-202	Feedback	Temp. cap C-202	Cabal reflux C- 202	Vàlvula automàtic a de regulació	52,14 °C
TC-202	L-TC-202	Feedback	Nivell TC- 202	cabal sortida destil·lat C-202	Vàlvula automàtic a de regulació	50%
TP-201	Switch-L-01- TP-201	On/Off	Nivell Màx TP- 201	-	-	85%
TP-201	Switch-L-02- TP-201	On/Off	Nivell Mín. TP- 201	-	-	5%
TP-201	T-TP-201	Indicador	Temp.-TP- 201	-	-	-
TP-201	P-TP-201	Indicador	Pressió- TP-201	-	-	-

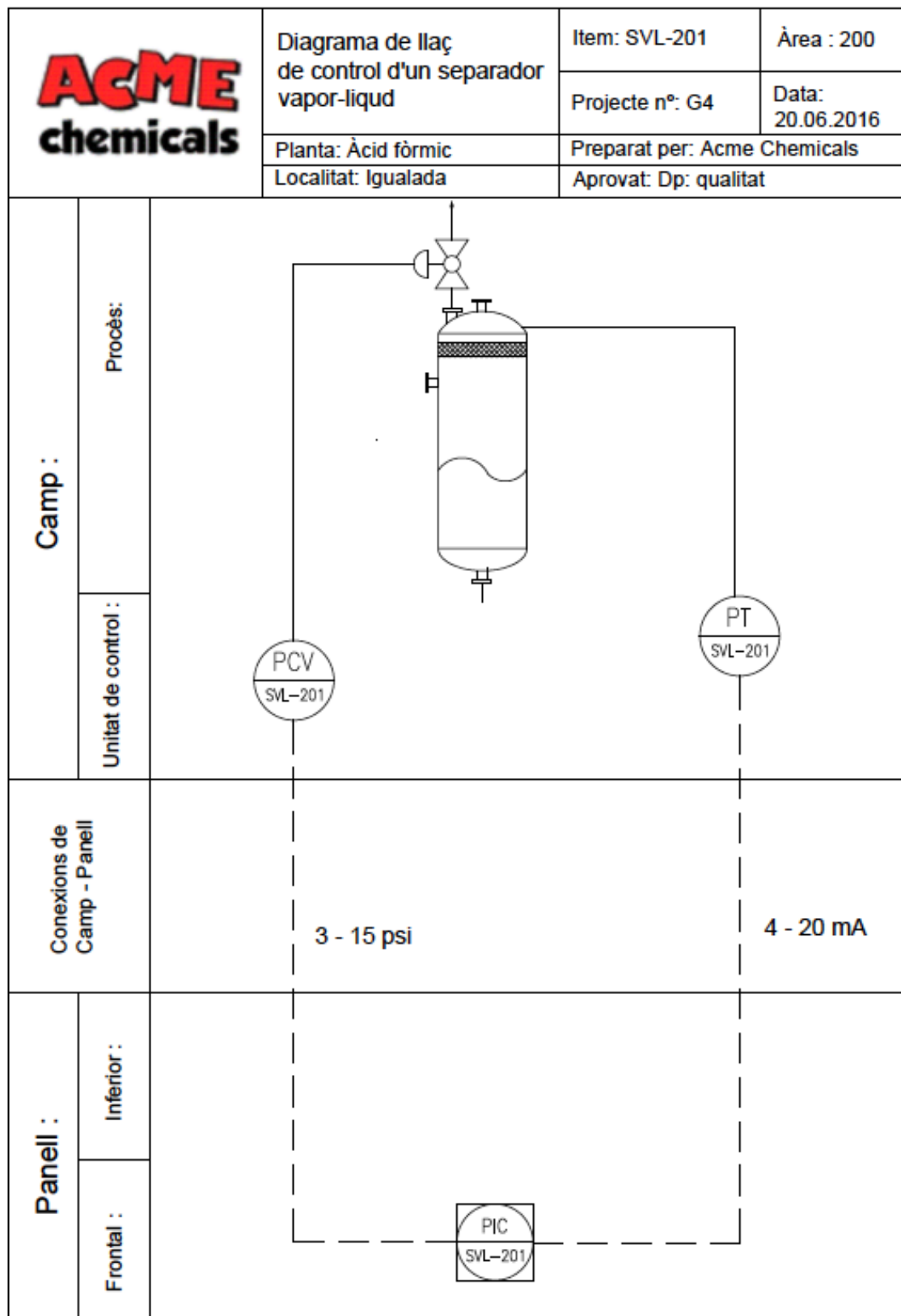




ACME chemicals		Diagrama de llaç de control columna d'absorció		Item: C-201	Àrea : 200
				Projecte n°: G4	Data: 20.06.2016
		Planta: Àcid fòrmic		Preparat per: Acme Chemicals	
		Localitat: Igualada		Aprobat: Dp: qualitat	
Camp :					
Conexions de Camp - Panell		3 - 15 psi			
		4 - 20 mA			
Panell :					
Frontal :					
Inferior :					







3.5.3- Àrea 300

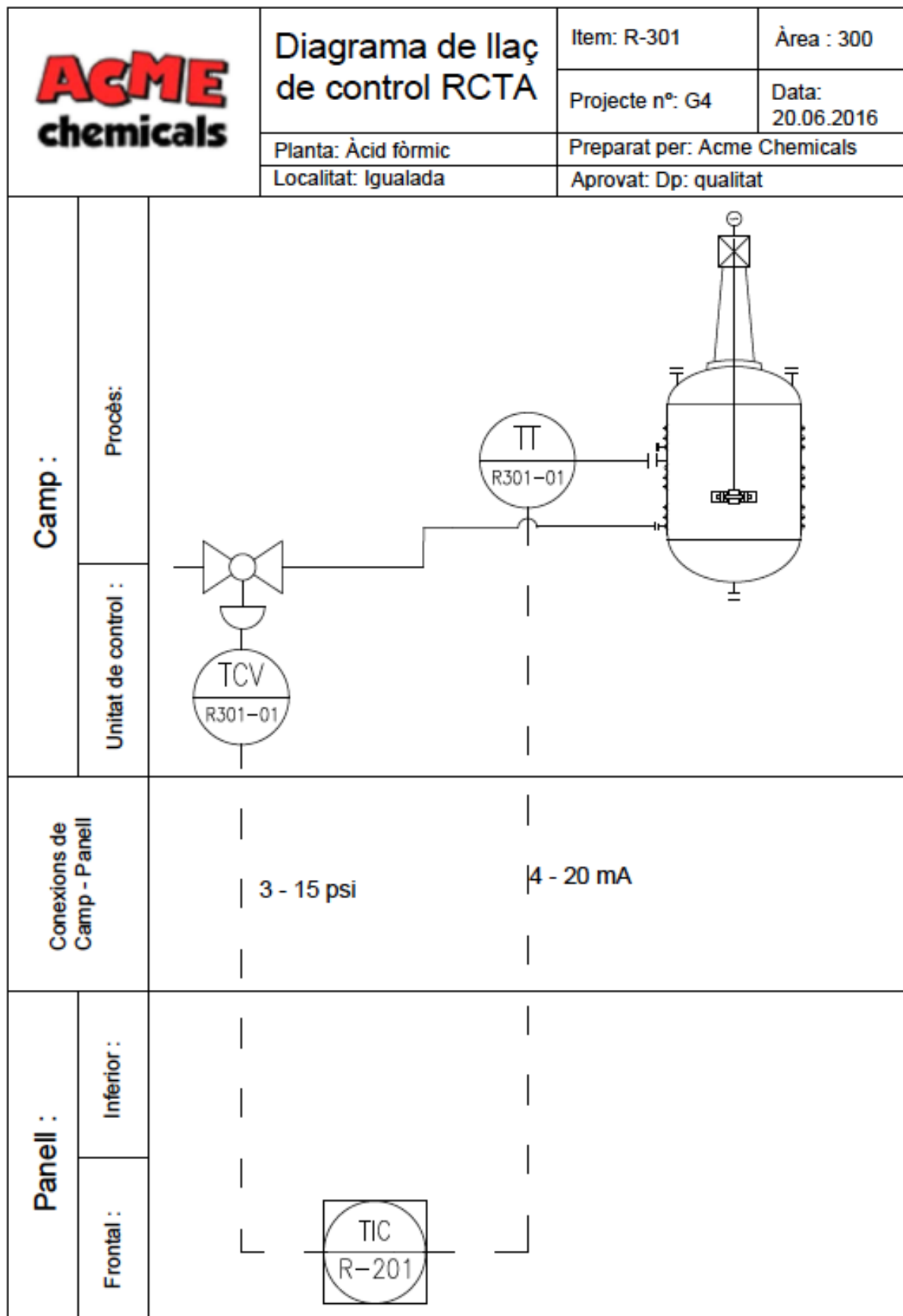
En l'àrea 300 es duu a terme la reacció d'hidròlisis per tal d'obtenir les 75000 tones anuals d'àcid fòrmic. Aquesta zona inclou el segon reactor juntament amb la columna de destil·lació necessària per separar els productes obtinguts en la reacció anterior

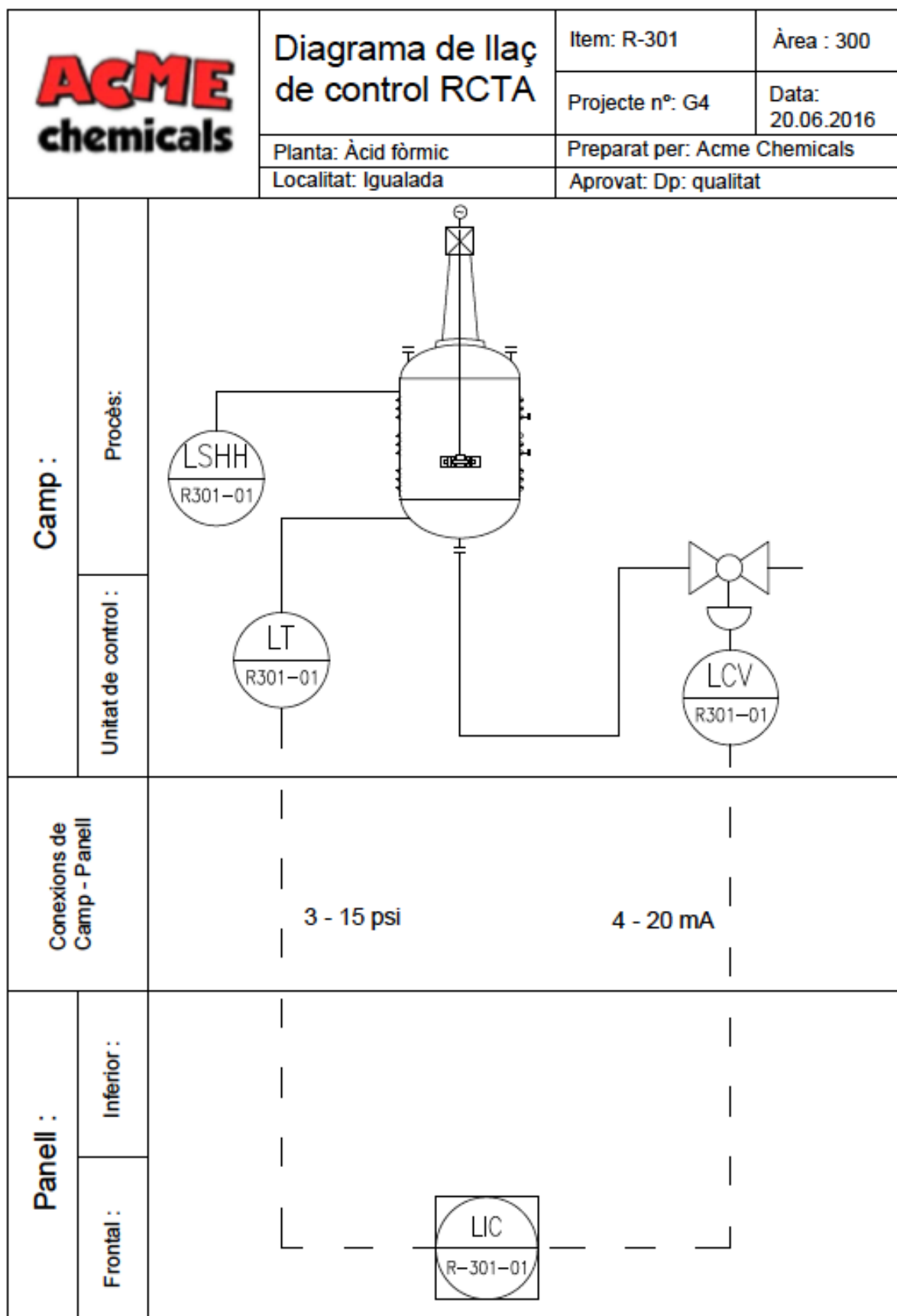
A continuació s'adjunten les taules d'identificació dels llaços de control d'aquesta àrea:

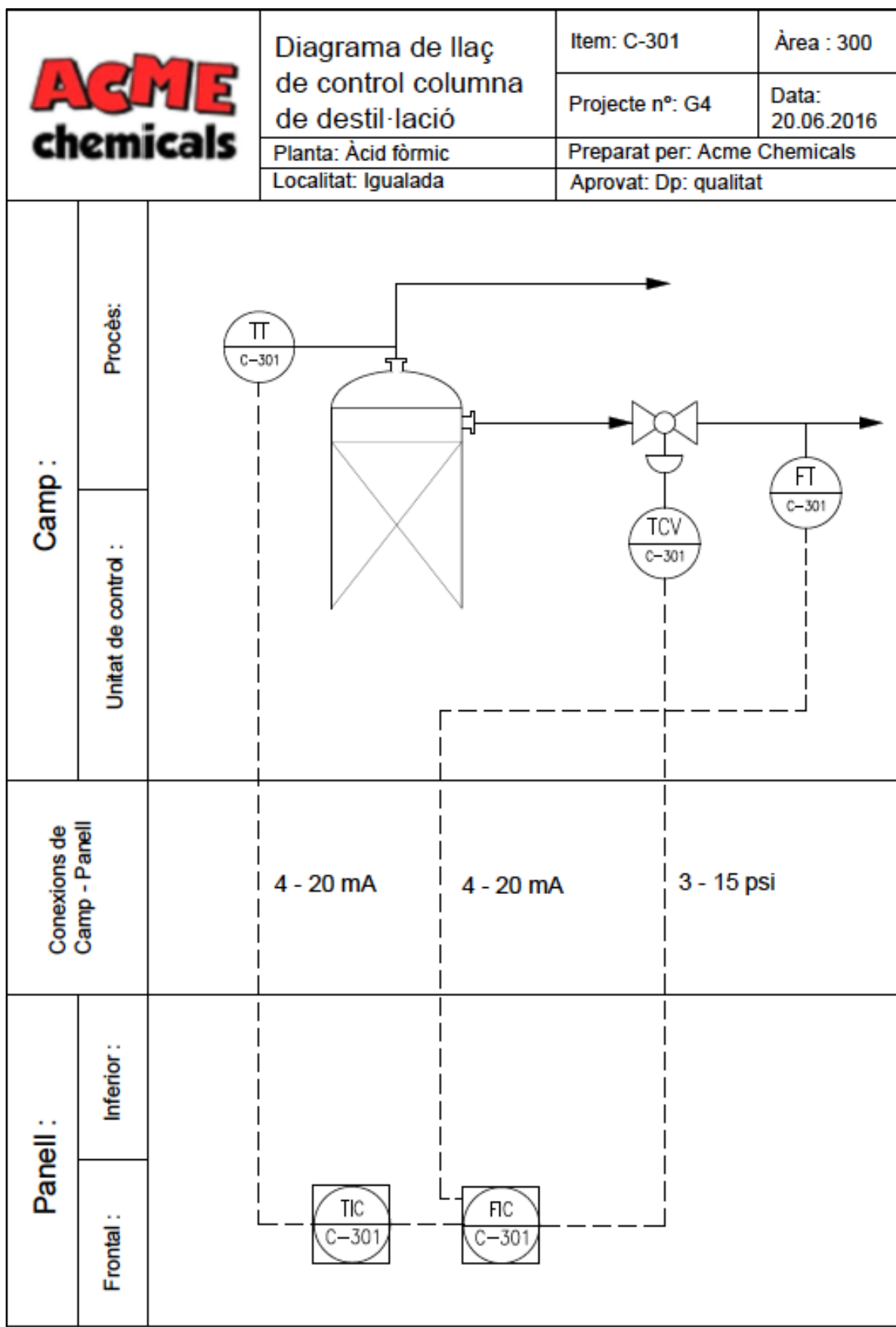
Taula 3. 4: Identificació de cada llaç de control en l'àrea 300

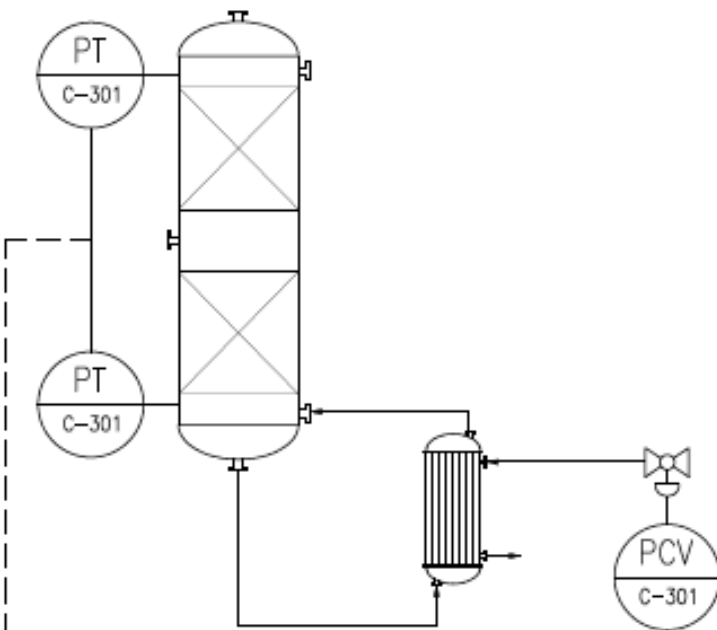
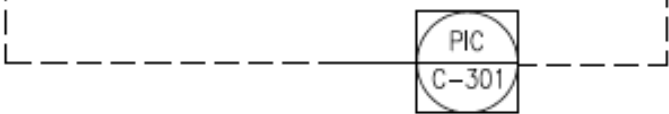
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
E-301	T-E-301	<i>Feedback</i>	Temp. E-301	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	80°C
T-301	L-T-301	<i>Feedback</i>	Nivell T-301	Cabal sortida MF	Vàlvula automàtica regulació	90%
Switch-L-T-301	On/Off	Nivell MÀX. T-301	-	-	-	80%
R-301-01	L-R-301-01	<i>Feedback</i>	Nivell R-301	Cabal sortida R-301	Vàlvula automàtica de regulació	79,18%
R-301-01	T-R-301-01	<i>Feedback</i>	Temp. R-301	Cabal entrada refrigerant	Vàlvula automàtica de regulació	27,31 Tn/h
R-301-01	Switch-R-301-01	On/Off	Nivell Màx. R-201	-	-	85%
R-301-02	L-R-301-01	<i>Feedback</i>	Nivell R-301	Cabal sortida R-301	Vàlvula automàtica de regulació	79,18%
R-301-02	T-R-301-01	<i>Feedback</i>	Temp. R-301	Cabal entrada refrigerant	Vàlvula automàtica de regulació	27,31 Tn/h
R-301-02	Switch-R-301-01	On/Off	Nivell Màx. R-201	-	-	85%
CN-301	T- CN-301	<i>Feedback</i>	Temp. CN-301	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	52,15
C-301	P-C-301	<i>Feedback</i>	Pressió C-301	Cabal de vapor RB-301	Vàlvula automàtica de regulació	2 atm
C-301	T-C-301	<i>Feedback</i>	Temp. cap C301	Cabal reflux C-301	Vàlvula automàtica de regulació	87,52 °C

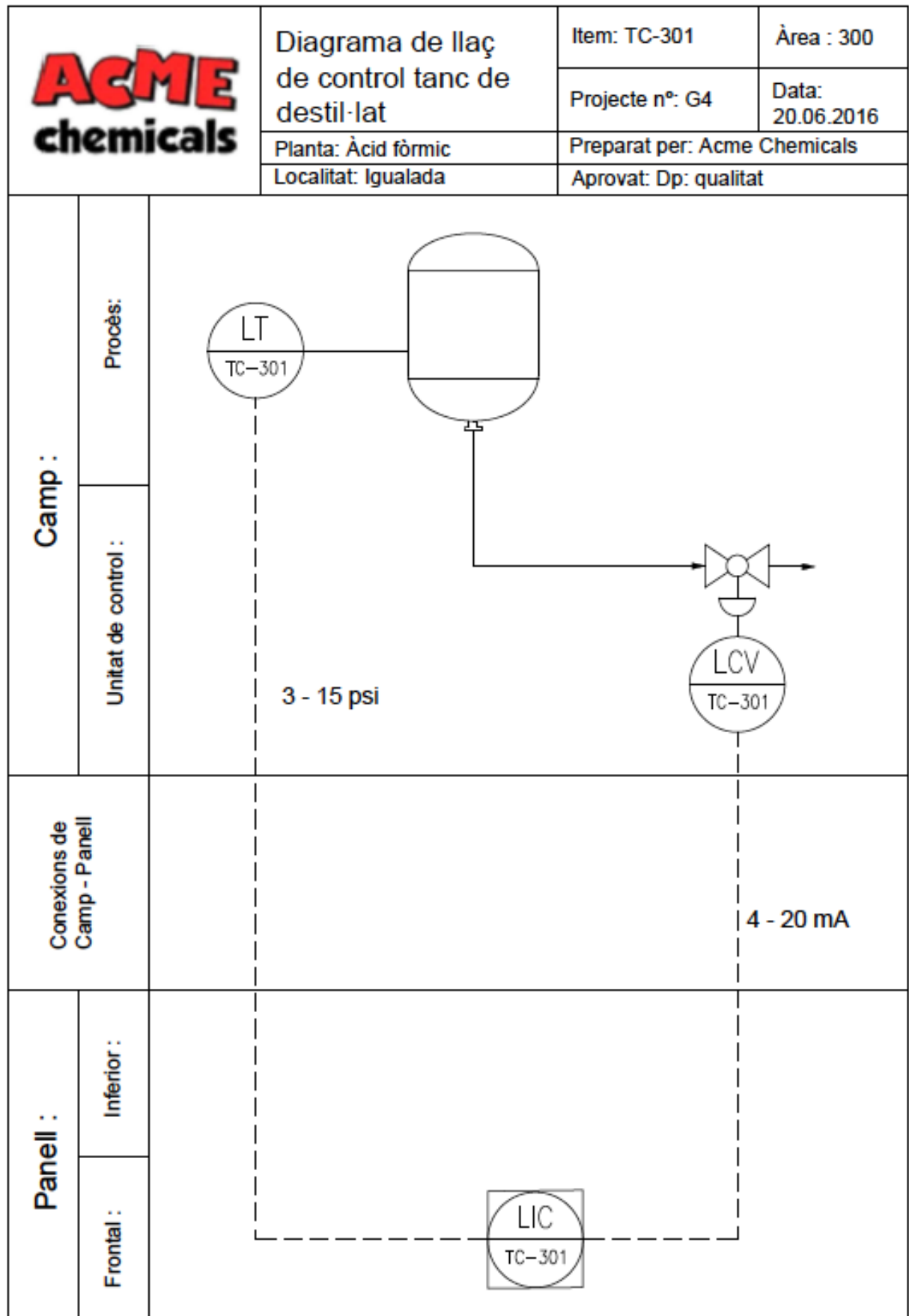
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
TC-301	L-TC-301	Feedback	Nivell TC-301	cabal sortida destil·lat C-301	Vàlvula automàtica de regulació	50%
E-302	T-E-302	Feedback	Temp. E-302	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	150 °C
M-301	L-M-301	Feedback	Nivell E-301	Cabal sortida C-301	Vàlvula automàtica de regulació	-
TP-301	Switch-L-01-TP-301	On/Off	Nivell Màx TP-301	-	-	85%
TP-301	Switch-L-02-TP-301	On/Off	Nivell Mín. TP-301	-	-	5%
TP-301	T-TP-301	Indicador	Temp. TP-301	-	-	-
TP-301	P-TP-301	Indicador	Pressió TP-301	-	-	-
TP-302	Switch-L-01-TP-302	On/Off	Nivell Màx TP-302	-	-	85%
TP-302	Switch-L-02-TP-302	On/Off	Nivell Mín. TP-302	-	-	5%
TP-302	T-TP-302	Indicador	Temp. TP-302	-	-	-
TP-302	P-TP-302	Indicador	Pressió TP-302	-	-	-

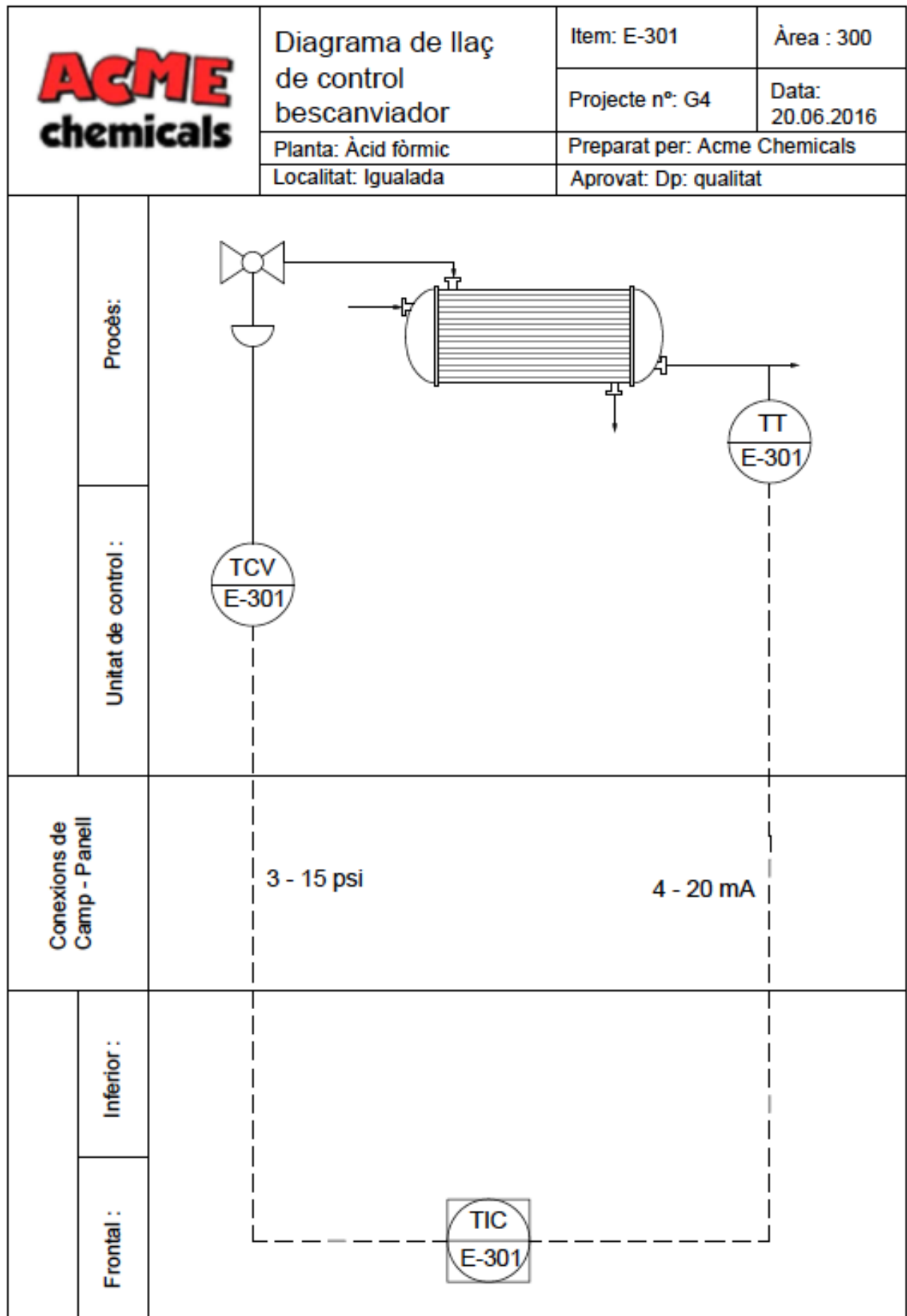


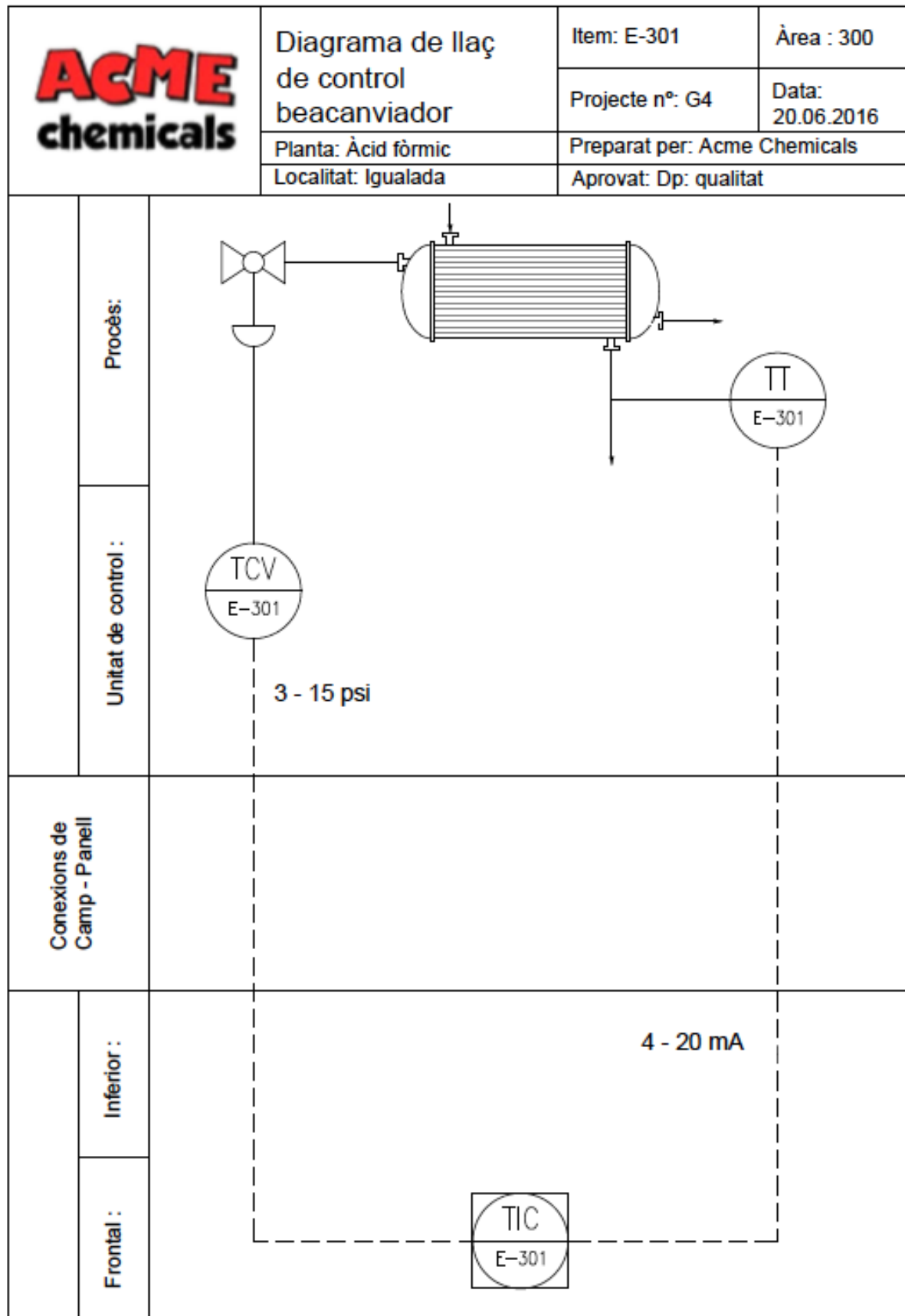


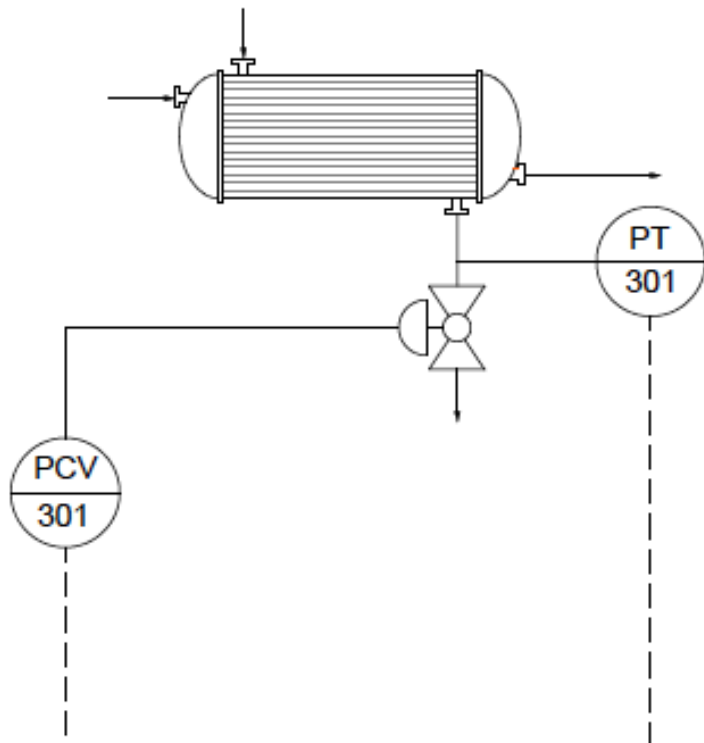
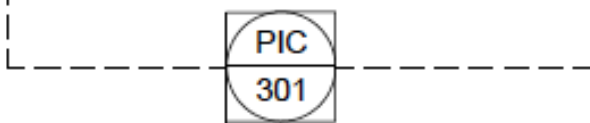


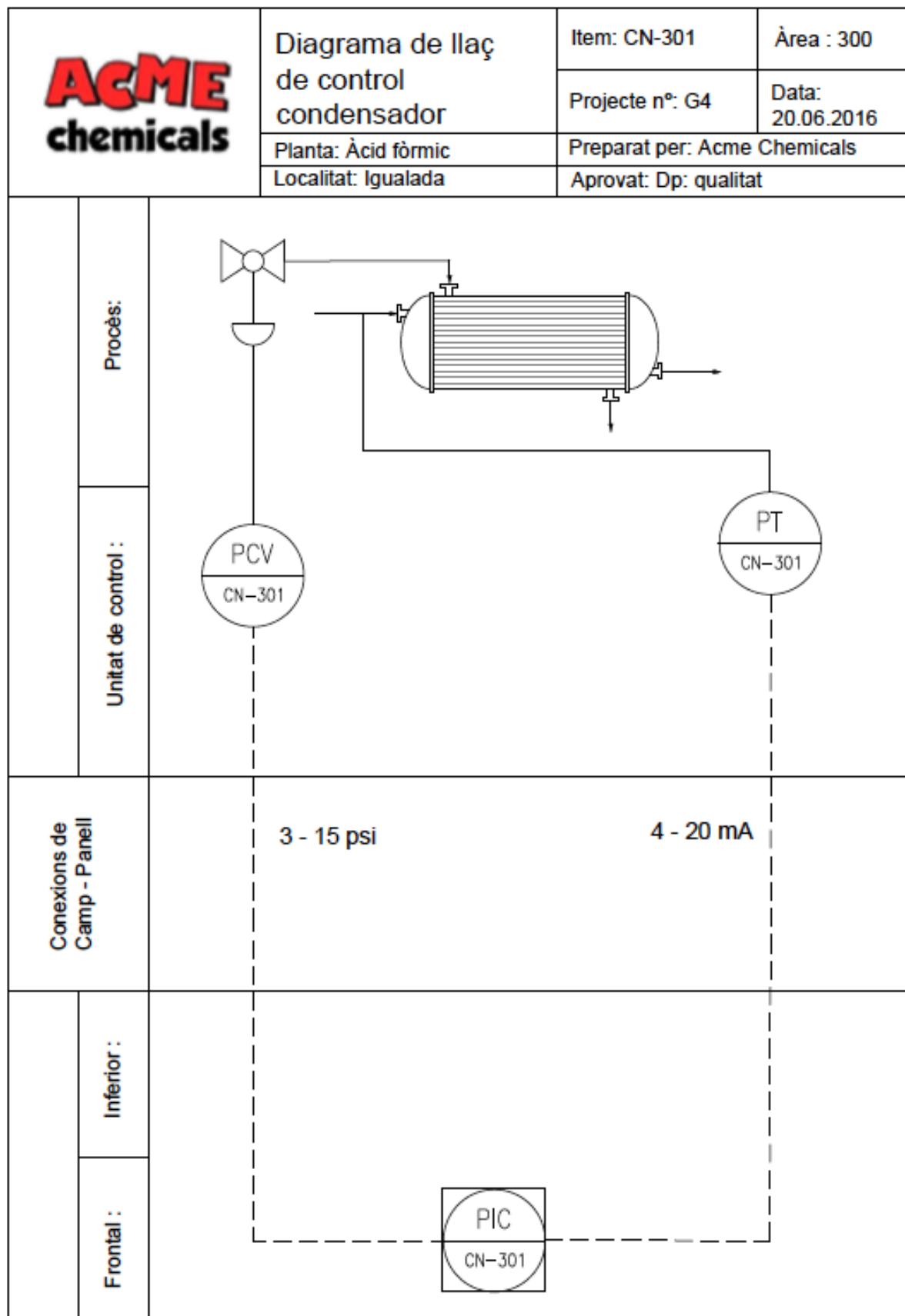
ACME chemicals		Diagrama de llaç de control columna de destil·lació		Item: C-301	Àrea : 300		
				Projecte nº: G4	Data: 20.06.2016		
		Planta: Àcid fòrmic		Preparat per: Acme Chemicals			
		Localitat: Igualada		Aprovat: Dp: qualitat			
Camp :		Procès:					
		Unitat de control :					
Conexions de Camp - Panell		3 - 15 psi				4 - 20 mA	
Panell :		Inferior :					
		Frontal :					

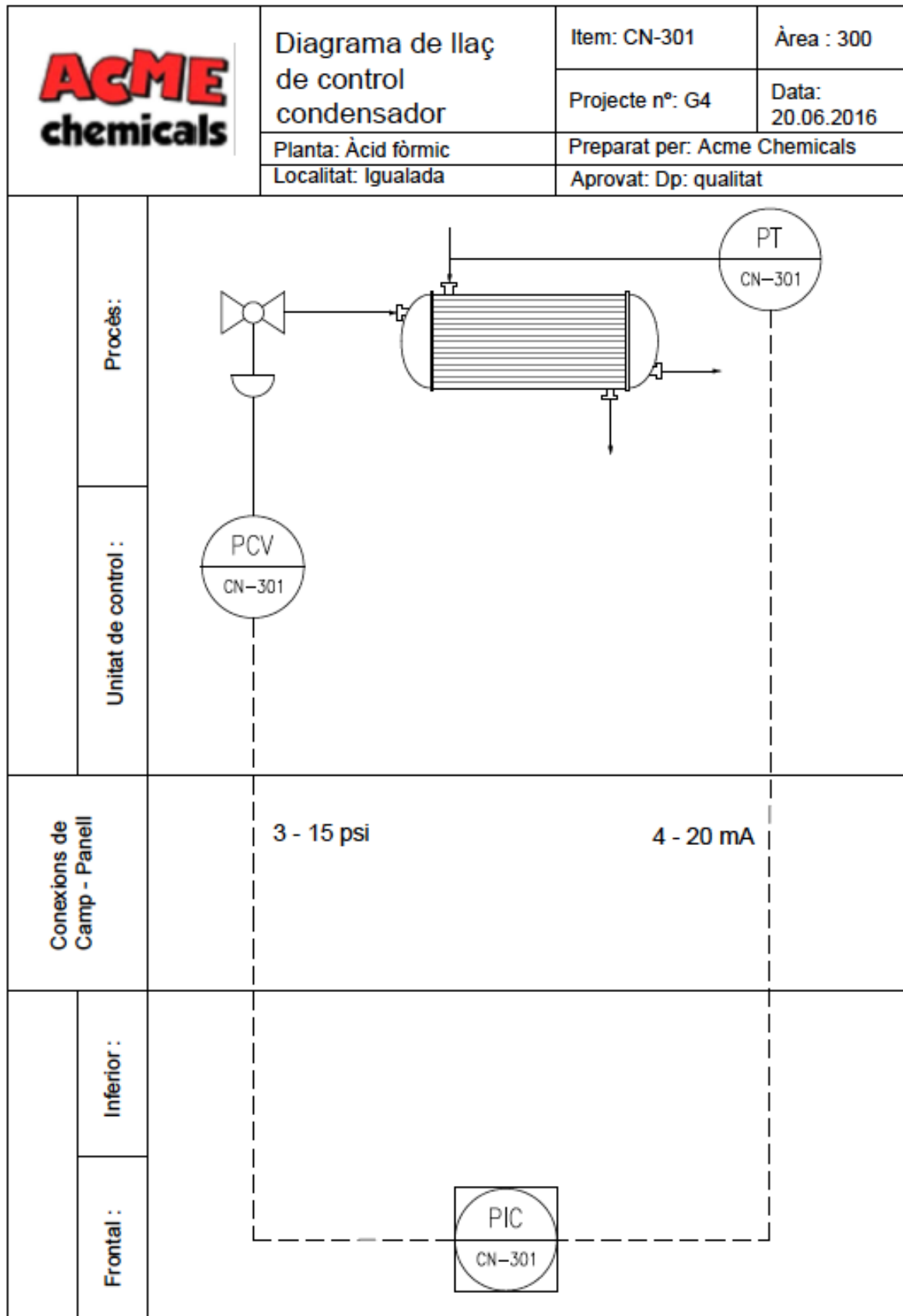






ACMEchemicals		Diagrama de llaç de control bescanviador		Item: E-301	Àrea : 300
				Projecte nº: G4	Data: 20.06.2016
		Planta: Àcid fòrmic		Preparat per: Acme Chemicals	
		Localitat: Igualada		Aprovat: Dp: qualitat	
	Procès:				
Conexions de Camp - Panell		3 - 15 psi			
	Inferior :	4 - 20 mA			
	Frontal :				





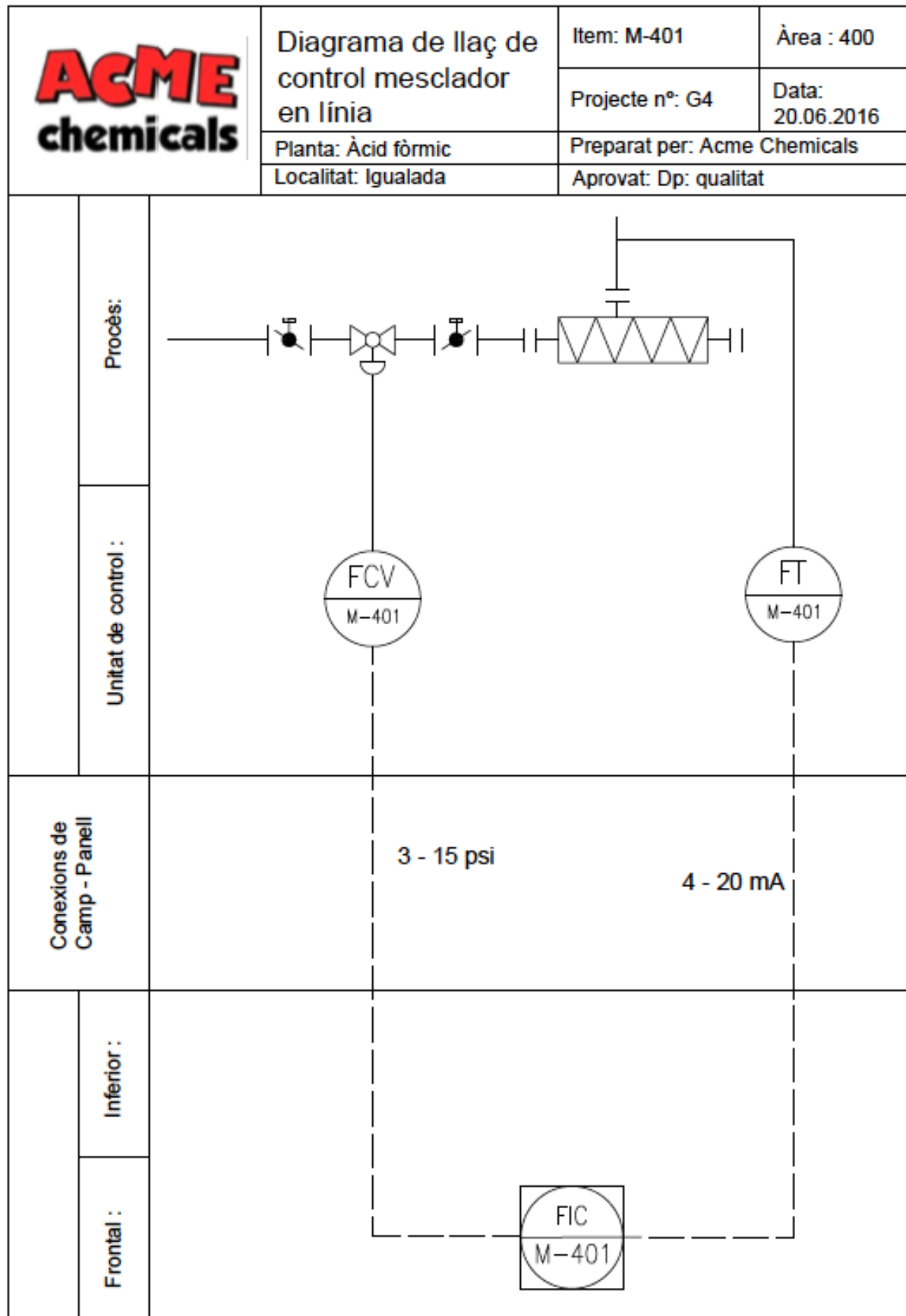
3.5.4- Àrea 400

En l'àrea 400, com en l'àrea 100, es realitza el emmagatzematge de matèries primes però de l'àrea 400, en aquest cas s'emmagatzema l'aigua de procés descalcificada o desionitzada (com convingui) i l'agent extractor, la dimetilformamida, que s'utilitzarà per realitzar la destil·lació extractiva. El tipus de llaç de control és idèntic al de l'àrea 100, on es controla la temperatura, la pressió i el nivell dels tancs. A continuació en la *Taula 3.5* es mostrarà els llaços de control de l'àrea 400.

Taula 3. 5: Identificació de cada llaç de control en l'àrea 400

Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
T-401-01	T-T-401-01	Indicador	Temperatura T-401-01	-	-	-
T-401-01	P-T-401-01	Indicador	Pressió T-401-01	-	-	-
T-401-01	L-T-401-01	On/Off	Nivell T-401-01	Cabal sortida Aigua	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-401-01	Switch-L-01-T-401-01	On/Off	Nivell MÍN. T-401-01			6%
T-401-01	Switch-L-02-T-401-01	On/Off	Nivell MÀX. T-401-01	-	-	80%
T-401-02	T-T-401-02	Indicador	Temperatura T-401-02	-	-	-
T-401-02	P-T-401-02	Indicador	Pressió T-401-02	-	-	-
T-401-02	L-T-401-02	On/Off	Nivell T-401-02	Cabal sortida Aigua	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-401-02	Switch-L-01-T-401-02	On/Off	Nivell MÍN. T-401-02			6%
T-401-02	Switch-L-02-T-401-02	On/Off	Nivell MÀX. T-401-02	-	-	80%
T-402	T-T-402	Indicador	Temperatura T-402	-	-	-
T-402	P-T-402	Indicador	Pressió T-402	-	-	-
T-402	L-T-402	On/Off	Nivell T-402	Cabal sortida DMF	Vàlvula automàtica tot/res	-

T-402	Switch-L-01-T-402	On/Off	Nivell MÍN. T-402	-	-	6%
T-402	Switch-L-02-T-402	On/Off	Nivell MÀX. T-402	-	-	80%



3.5.5- Àrea 500

En l'última àrea del procés, l'àrea 500, es troben les columnes de destil·lació utilitzades per separar els productes com el metanol, l'aigua, el metil format del àcid fòrmic. També en aquesta àrea s'inclou el emmagatzemament d'àcid fòrmic, aquets seguiran tenint llaços iguals als de l'àrea 100, en excepció al llaç de temperatura. Aquest llaç de temperatura es donarà si en el interior del tanc la temperatura és inferior a l'establerta, 15°C, i s'activarà aquest llaç de control que donarà pas a l'activació de circulació d'aigua calenta al serpentí. A continuació s'adjunten les taules d'identificació dels llaços de control d'aquesta àrea:

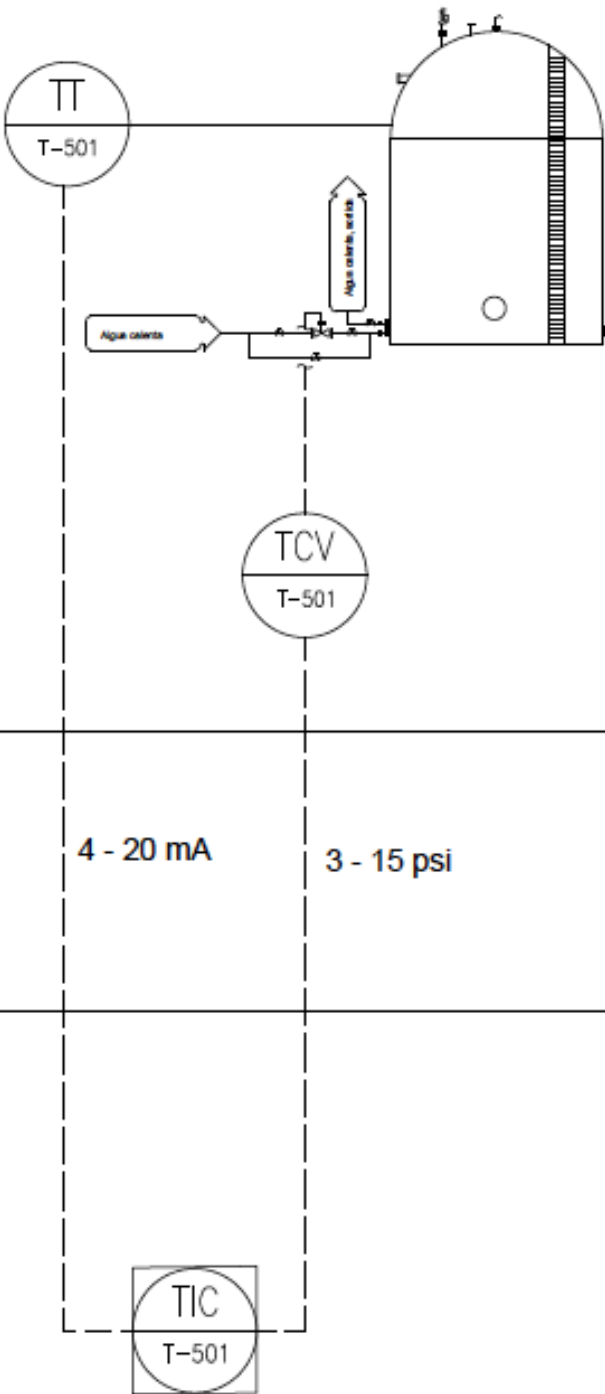
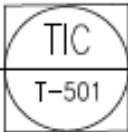
Taula 3. 6: Identificació de cada llaç de control en l'àrea 500

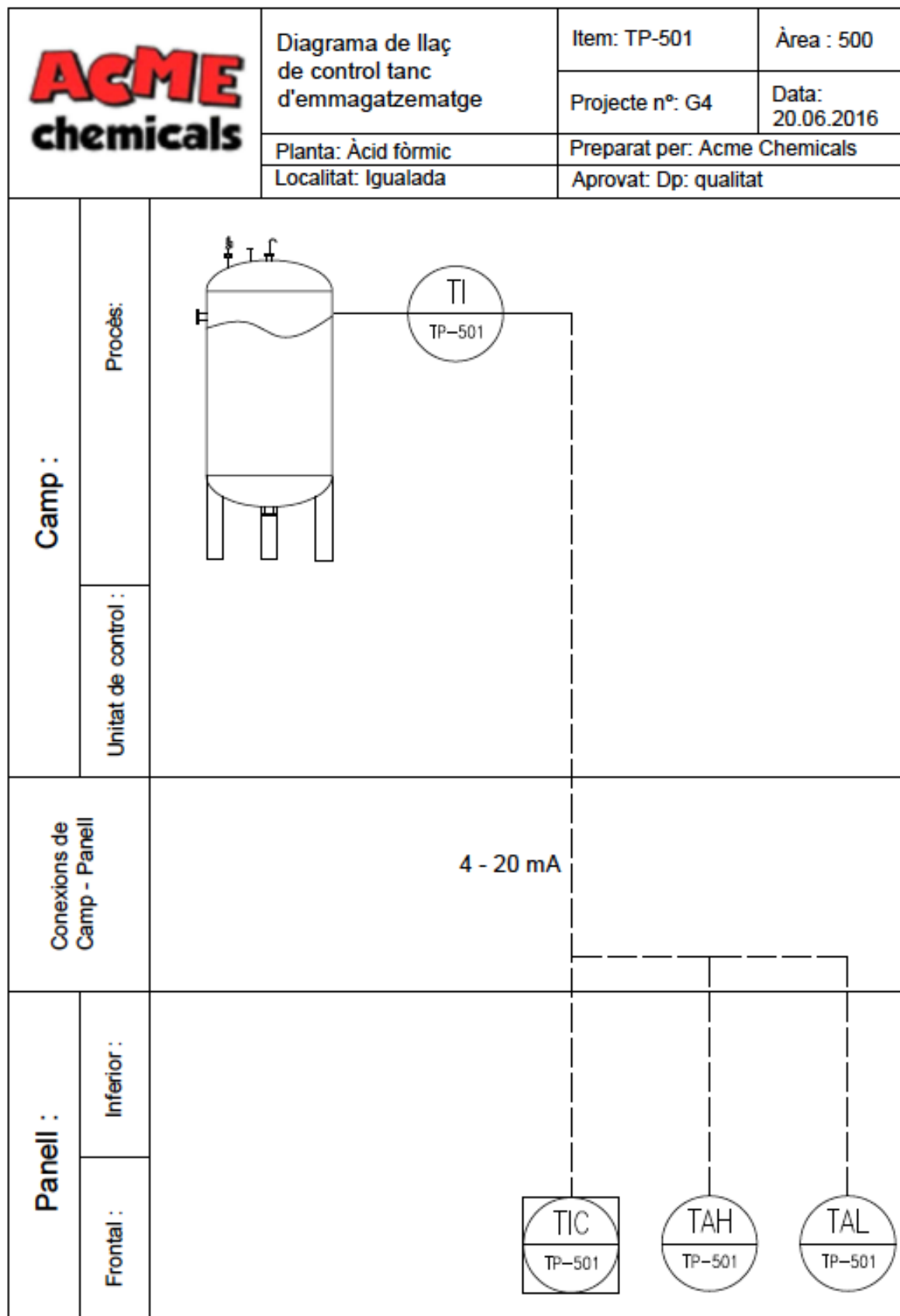
Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
VA-509	F-VA-509	Feedback	Cabal VA-509	Cabal de purga	Vàlvula automàtica de regulació	5%
CN-501	T- CN-501	Feedback	Temp. CN-501	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	52,1
C-501	T-C-501	Cascada	Temp.caps C-501	Cabal reflux C-501	Vàlvula automàtica de regulació	52,1
C-501	P-C-501	Feedback	Pressió C-501	Cabal de vapor RB-501	Vàlvula automàtica de regulació	2 atm
TC-501	L-TC-501	Feedback	Nivell TC-501	cabal sortida destil·lat C-501	Vàlvula automàtica de regulació	50%
CN-502	T- CN-502	Feedback	Temp. CN-502	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	96,44
C-502	T-C-502-01	Cascada	Temp.caps C-502	Cabal d'entrada C-502	Vàlvula automàtica de regulació	96,44
C-502	P-C-502	Feedback	Pressió C-502	Cabal de vapor RB-502	Vàlvula automàtica de regulació	3 atm
TC-502	L-TC-502	On/Off	Nivell TC-502	cabal sortida destil·lat C-502	Vàlvula automàtica de regulació	50%

Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
CN-503	T- CN-503	<i>Feedback</i>	Temp. CN-503	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	134,2
C-503	T-C-503-01	Cascada	Temp.caps C-503	Cabal d'entrada C-503	Vàlvula automàtica de regulació	134,2
C-503	P-C-503	<i>Feedback</i>	Pressió C-503	Cabal de vapor RB-503	Vàlvula automàtica de regulació	3 atm
TC-503	L-TC-503	On/Off	Nivell TC-503	cabal sortida destil·lat C-503	Vàlvula automàtica de regulació	50%
CN-504	T- CN-504	<i>Feedback</i>	Temp. CN-504	Cabal aigua refrigeració	Vàlvula automàtica de regulació	104,5
C-504	T-C-504-01	Cascada	Temp.caps C-504	Cabal d'entrada C-504	Vàlvula automàtica de regulació	104,5
C-504	P-C-504	<i>Feedback</i>	Pressió C-504	Cabal de vapor RB-504	Vàlvula automàtica de regulació	2 atm
TC-504	L-TC-504	On/Off	Nivell TC-504	cabal sortida destil·lat C-504	Vàlvula automàtica de regulació	50%
T-501-01	T-T-501-01	Indicador	Temp. T-501-01	Cabal entrada serpentí	Vàlvula automàtica de regulació	40°C
T-501-01	P-T-501-01	Indicador	Pressió T-501-01	-	-	-
T-501-01	L-T-501-01	On/Off	Nivell T-501-01	Cabal sortida Fòrmic	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-501-01	Switch-L-01-T-501-01	On/Off	Nivell MÍN. T-501-01	-	.	4%
T-501-01	Switch-L-02-T-501-01	On/Off	Nivell MÀX. T-501-01	-	-	80%
T-501-02	T-T-501-02	Indicador	Temp. T-501-02	Cabal entrada serpentí	Vàlvula automàtica de regulació	-

Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
T-501-02	P-T-501-02	Indicador	Pressió T-501-02	-	-	-
T-501-02	L-T-501-02	On/Off	Nivell T-501-02	Cabal sortida Fòrmic	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-501-02	Switch-L-01-T-501-02	On/Off	Nivell MÍN. T-501-02	-	-	4%
T-501-02	Switch-L-02-T-501-02	On/Off	Nivell MÀX. T-501-02	-	-	80%
T-501-03	T-T-501-03	Indicador	Temp. T-501-03	Cabal entrada serpentí	Vàlvula automàtica de regulació	-
T-501-03	P-T-501-03	Indicador	Pressió T-501-03	-	-	-
T-501-03	L-T-501-03	On/Off	Nivell T-501-03	Cabal sortida Fòrmic	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-501-03	Switch-L-01-T-501-03	On/Off	Nivell MÍN. T-501-03	-	-	4%
T-501-03	Switch-L-02-T-501-03	On/Off	Nivell MÀX. T-501-03	-	-	80%
T-501-04	T-T-501-04	Indicador	Temp. T-501-04	Cabal entrada serpentí	Vàlvula automàtica de regulació	-
T-501-04	P-T-501-04	Indicador	Pressió T-501-04	-	-	-
T-501-04	L-T-501-04	On/Off	Nivell T-501-04	Cabal sortida Fòrmic	Vàlvula automàtica tot/res	-
T-501-04	Switch-L-01-T-501-04	On/Off	Nivell MÍN. T-501-04	-	-	4%
T-501-04	Switch-L-02-T-501-04	On/Off	Nivell MÀX. T-501-04	-	-	80%
TP-501	Switch-L-01-TP-501	On/Off	Nivell Màx TP-501	-	-	85%
TP-501	Switch-L-02-TP-501	On/Off	Nivell Mín. TP-501	-	-	5%
TP-501	T-TP-501	Indicador	Temp.TP-501	-	-	-
TP-501	P-TP-501	Indicador	Pressió TP-501	-	-	-

Equip	Identificació llaç de control	Tipus	Variable controlada	Variable manipulada	Element final	Set point
TP-502	Switch-L-01-TP-502	On/Off	Nivell Màx TP-502	-	-	85%
TP-502	Switch-L-02-TP-502	On/Off	Nivell Mín. TP.502	-	-	5%
TP-502	T-TP-502	Indicador	Temp.TP-502	-	-	-
TP-502	P-TP-502	Indicador	Pressió TP-502	-	-	-
TP-503	Switch-L-01-TP-503	On/Off	Nivell Màx TP-503	-	-	85%
TP-503	Switch-L-02-TP-503	On/Off	Nivell Mín. TP-503	-	-	5%
TP-503	T-TP-503	Indicador	Temp.TP-503	-	-	-
TP-503	P-TP-503	Indicador	Pressió TP-503	-	-	-

ACME chemicals		Diagrama de llaç de control tanc d'emmagatzematge		Item: T-501	Àrea : 500
		Planta: Àcid fòrmic		Projecte n°: G4	Data: 20.06.2016
		Localitat: Igualada		Preparat per: Acme Chemicals	
				Aprobat: Dp: qualitat	
Camp :		Procès:			
		Unitat de control :			
Conexions de Camp - Panell			4 - 20 mA	3 - 15 psi	
Panell :		Inferior :			
		Frontal :			



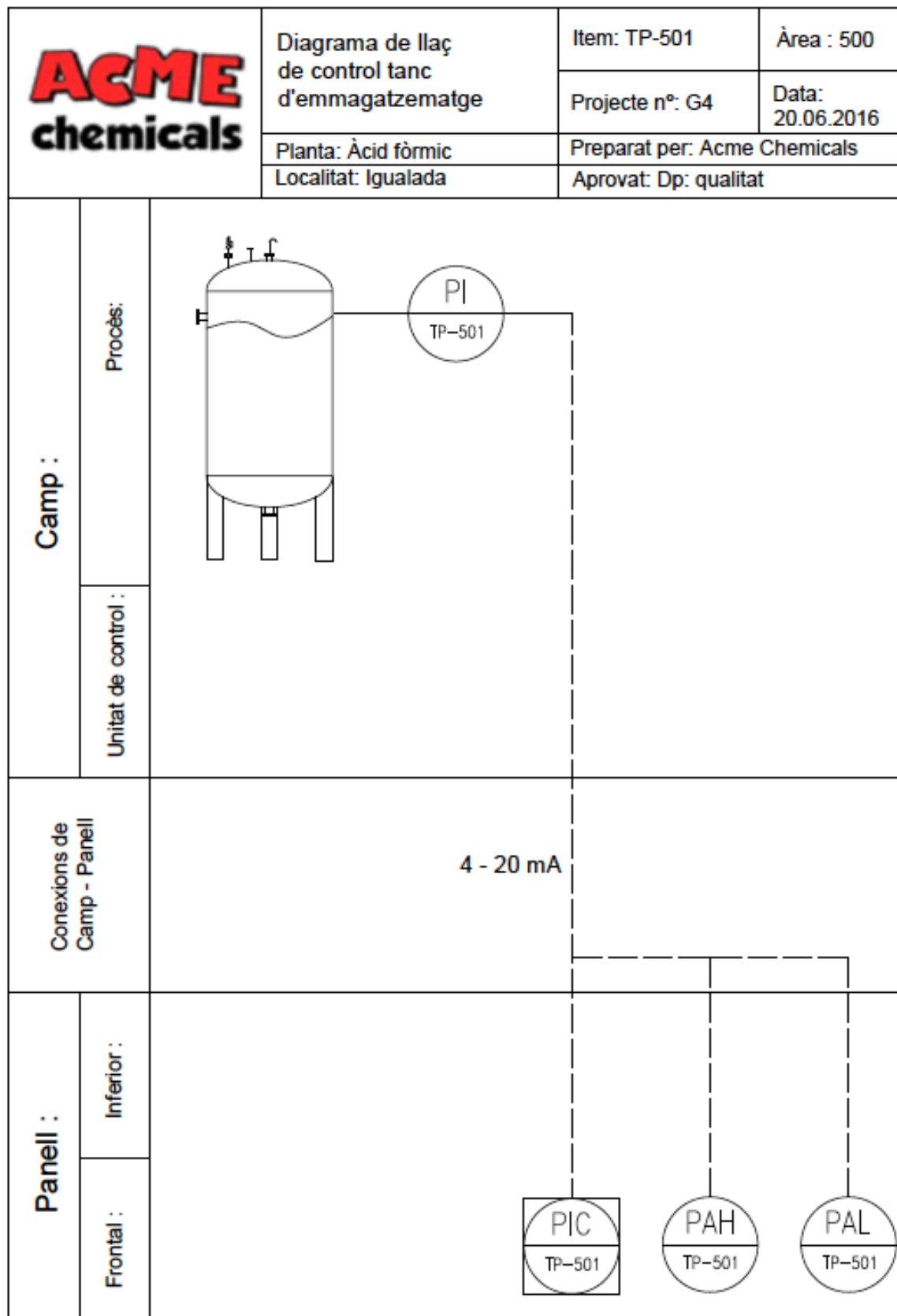
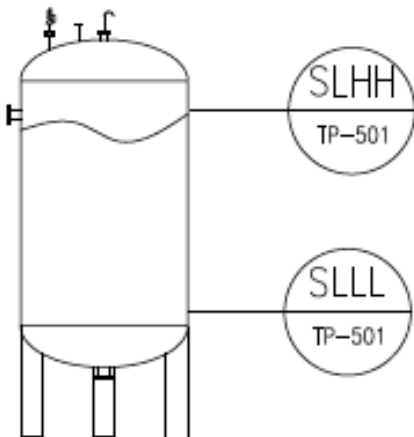


		Diagrama de llaç de control tanc d'emmagatzematge		Ítem: TP-501	Àrea : 500
				Projecte nº: G4	Data: 20.06.2016
		Planta: Àcid fòrmic		Preparat per: Acme Chemicals	
		Localitat: Igualada		Aprovat: Dp: qualitat	
Camp :	Procès:				
	Unitat de control :				
Conexions de Camp - Panell					
Panell :	Inferior :				
	Frontal :				

3.6- Explicació dels llaços de control

3.6.1-Tancs d'emmagatzematge

3.6.1.1- Tancs d'emmagatzematge atmosfèrics

En els tancs d'emmagatzematge atmosfèrics que hi ha en la planta no es requereix d'un llaç de control, però sí que es requereix un control mínim per garantir l'estabilitat de les substàncies que s'emmagatzemen. El control que es realitza en els tancs és de pressió per garantir que no hi hagi sobrepressió o per contrari que no es realitzi el buit, si hi hagués un d'aquests casos sonaria una alarma per realitzar contramesures. També es realitza un control de temperatura per si hi ha un sobreescalfament de la substància emmagatzemada, en el cas que hi hagi augment de temperatura per sobre de la temperatura de disseny sonarà una alarma i es prendran les mesures necessàries. En el cas d'àcid fòrmic aquest control de temperatura també inclou un llaç de control, ja que si la temperatura disminueix per sota de 15 °C, valor de consigna, es donarà una resposta a la vàlvula (TCV) per obrir el circuit d'aigua calenta que anirà al serpentí del tanc, per garantir l'estabilitat de l'àcid fòrmic i evitar que congeli.

Per últim, es realitza un control de nivell en els tancs d'emmagatzematge, aquest control es realitza gràcies a sensors de pressió hidrostàtica, i segons la regulació de les vàlvules, aquest propi sensor ja dona alarmes de nivell de màxima i de mínima. En el cas de que aquest sensor no proporcioni bé la informació del nivell, es disposa de dos *switches* per tancar o obrir les vàlvules corresponents i evitar problemes, a més donarà alarmes sonores i visuals. El *switch* nivell alt per evitar sobre vessar el tanc, i el *switch* de baix nivell per evitar cavitacions en les bombes.

3.6.1.2- Tancs d'emmagatzematge criogènic

Per realitzar el control dels tancs criogènics es requereix principalment un control de temperatura i de pressió. En el control de temperatura es garanteix les condicions d'emmagatzematge del gas líquid, ja sigui monòxid de carboni o nitrogen, aquesta temperatura ha de ser de -196°C.

El control de pressió ja és un control més sofisticat, un control *splitrange*, ja que es mesurarà la pressió i si hi ha sobrepressió o disminució de pressió s'actuarà en múltiples vàlvules, les d'entrada i les de sortida, per regular la pressió dins del

tanc. La pressió que ha d'haver dins del tanc és de 18 bar o com a màxim 20 bar. També s'aconsella col·locar indicadors de pressió en la càmera anular que hi ha entre el tanc intern i extern, per poder comprovar si s'està realitzant el buit. Per últim col·locar indicadors de pressió abans d'arribar als vaporitzadors atmosfèrics i després per poder conèixer la pèrdua de pressió.

3.6.2 Mescladors

L'objectiu del llaç de control es controlar el nivell del fluid en el mesclador estàtic i regulant el corrent d'entrada d'aliment fresc, obrint o tancant la vàlvula del corrent.

Aquest control depèn del valor de consigna del controlador, el qual al detectar un valor per sota del valor assignat com podria ser el d'operació, la vàlvula es tancarà o s'obrirà depenent del que necessiti el sistema.

3.6.3-Bescanviadors

Per tal de controlar els intercanviadors de calor s'han dissenyat llaços de control per la Temperatura i la pressió; l'objectiu d'aquests llaços és :

- controlar la Temperatura del corrent que surt per la carcassa, regulant el cabal d'entrada pels tubs, pels bescanviadors on s'ha de refredar el corrent mescla
- controlar la pressió del corrent que circula pels tubs per tal d'evitar la caiguda de pressió.

3.6.4-Reactor de bombolleig

En quan als llaços de control establerts en el reactors de bombolleig, s'ha decidit implementar un llaç de control de Temperatura i un de nivell

L'objectiu del llaç de Temperatura es regular la Temperatura de dins del reactor, modificant l'entrada de cabal de recirculació per tal d'augmentar o disminuir la Temperatura del reactor.

En quan al llaç de nivell, a part del propi llaç s'ha instal·lat un *switch* dalt nivell, per tal d'indicar mitjançant una alarma quan el nivell de consigna establert és sobrepassat. El propi llaç de control de nivell instal·lat serveix per mantenir el nivell del tanc constant. Aquest fet implica que si el nivell del tanc augmenta, la vàlvula s'obrirà permetent el pas del líquid, i per tant fent baixar el nivell del reactor, fent disminuir el volum d'aquest.

4.6.5-Separador vapor-líquid

L'objectiu dels llaços de control dels Separadors Vapor-líquid són controlar la pressió i el nivell de l'equip. En el primer cas per tal de controlar la pressió el que es fa es obrir la vàlvula de la part superior del separador per tal disminuir el possible augment de pressió ocorregut, per altre banda, per tal de controlar el nivell de la columna, el que es realitza es el tancament o la obertura de la vàlvula situada a la part inferior de la columna, per tal de deixar circular el líquid i així mantenir el nivell del tanc estable.

3.6.6-Reactor de tanc agitat

Pels reactors de tanc agitat (RCTA) els llaços implementats han estat de nivell i de Temperatura, amb l'objectiu principal de mantenir la Temperatura i el nivell al respectiu punt de consigna, obrint o tancant les vàlvules d'entrada i de sortida respectivament per tal de poder controlar el cabal de vapor i el cabal de líquid per regular el nivell del reactor.

3.6.7-Columnes de destil·lació

L'objectiu dels llaços implementats a les columnes de destil·lació, es el de mantenir les composicions, controlant la pressió al llarg de la columna, obrint o tancant la vàlvula d'entrada al *reboiler*, i la temperatura del vapor que surt per caps i que entra al condensador, obrint o tancant la vàlvula del reflux, en funció del cabal d'aquest mateix corrent.

3.6.8-Condensadors

L'objectiu dels llaços implementats als condensadors es mantenir la temperatura de sortida del líquid condensat respecte el punt de consigna, de manera que s'obre o es tanca la vàlvula d'entrada de l'aigua de refrigeració.

3.6.9-Columna d'absorció

Per la columna d'absorció (C-201) es realitzen control de nivell, obrint o tancant la vàlvula que regula el cabal de sortida del líquid. També es fa un control de pressió als caps de la columna, obrint una vàlvula d'alleujament, en el cas que la pressió augmenta, per on sortirà una part del vapor.

3.7 Senyals d'entrada i sortida del procés

Com ja s'ha explicat en el apartat 3.1 Introducció (3.1.2 Entrades i Sortides E/S) d'aquest capítol, en tots els processos hi ha un control automàtic i la forma de realitzar aquest control és a partir de sensors, actuadors, vàlvules ,etc. Aquests donen informació i executen ordres a partir del programari que esta programat en el PLC. Les senyals que arriben i surten del PLC o fan a través de mòduls d'entrades i sortides analògiques i digitals, segons el tipus.

3.7.1 Recompte de senyals

A continuació es mostrarà en les *Taula 3.7, 3. 8, 3. 9, 3. 10 i 3. 11*, els senyals mínims que hi han en el procés de producció d'àcid fòrmic d'aquest projecte segons l'àrea determinada.

Taula 3.7 . Recompte de senyals de l'àrea 100

Equip	Identificació llaç de control	ED	SD	EA	SA
T-101-01	T-T-101-01		1	1	
T-101-01	P-T-101-01		1	1	
T-101-01	L-T-101-01	2	2	1	
T-101-01	Switch-L-01-T-101-01	1	2		
T-101-01	Switch-L-02-T-101-01	1	2		
T-101-02	T-T-101-02		1	1	
T-101-02	P-T-101-02		1	1	
T-101-02	L-T-101-02	2	2	1	
T-101-02	Switch-L-01-T-101-02	1	2		
T-101-02	Switch-L-02-T-101-02	1	2		
T-102-01	P-T-102-01	2	1	2	2
T-102-01	L-T-102-01		1	1	
T-102-01	Switch-L-01-T-102-01	1	1		
T-102-01	Switch-L-02-T-102-01	1	1		

T-102-02	P-T-102-02	2	1	2	2
T-102-02	L-T-102-02		1	1	
T-102-02	Switch-L-01-T-102-02	1	1		
T-102-02	Switch-L-02-T-102-02	1	1		
T-102-03	P-T-102-03	2	1	2	2
T-102-03	L-T-102-03		1	1	
T-102-03	Switch-L-01-T-102-03	1	1		
T-102-03	Switch-L-02-T-102-03	1	1		
T-103	P-T-103	2	1	2	2
T-103	L-T-103		1	1	
T-103	Switch-L-01-T-103	1	1		
T-103	Switch-L-02-T-103	1	1		
T-104	P-T-104	2	1	2	2
T-104	L-T-104		1	1	
	Switch-L-01-T-104	1	1		
T-104	Switch-L-02-T-104	1	1		
T-105	L-T-105	2	1	1	1
T-105	Switch-L-01-T-105	1	1		
T-105	Switch-L-02-T-105	1	1		
T-105	T-T-105		1	1	
T-105	P-T-105		1	1	
T-106	L-T-106	2	2	1	
T-106	Switch-L-01-T-106	1	1		
T-106	Switch-L-02-T-106	1	1		
T-106	T-T-106		1	1	
T-106	P-T-106		1	1	
		ED	SD	EA	SA
TOTAL		36	47	27	11

Taula 3. 8 Recompte de senyals de l'àrea 200

Equip	Identificació llaç de control	ED	SD	EA	SA
M-201	L-M-201	1		1	1
E-201	T-E-201	1		1	1
R-201-01	L-R-201-01	1		1	1
R-201-01	Switch-R-201-01	2	2	1	
R-201-01	P-R-201-01		1	1	
R-201-01	T-R-201-01			1	
R-201-01	T-R-201-01	1		1	1
R-201-02	L-R-201-02	1		1	1
R-201-02	Switch-R-201-02	2	2	1	
R-201-02	P-R-201-02		1	1	
R-201-02	T-R-201-02			1	
R-201-02	T-R-201-02	1		1	1
SVL-201	L-SVL-201	1		1	1
SVL-201	P-SVL-201	1		1	1
SVL-201	Switch-SVL-201	2	2		
E-202	T-E-202	1		1	1
C-201	P-C-201	1		1	1
C-201	L-C-201	1		1	1
E-203	T-E-203	1		1	1
SVL-202	P-SVL-202	1		1	1
SVL-202	L-SVL-202	1		1	1
SVL-202	Switch-SVL-202	2	2		
M-202	L-M-202	1		1	1
CN-202	T-CN-202	1		1	1
C-202	P-C-202	1		1	1
C-202	T-C-202	1		1	2
TC-202	L-TC-202	1		1	1
TP-201	Switch-L-01-TP-201	1	1		
TP-201	Switch-L-02-TP-201	1	1		
TP-201	T-TP-201		1	1	
TP-201	P-TP-201		1	1	
		ED	SD	EA	SA
TOTAL		29	14	27	20

Taula 3. 9 Recompte de senyals de l'àrea 300

Equip	Identificació llaç de control	ED	SD	EA	SA
E-301	T-E-301	1		1	1
T-301	L-T-301	1		1	1
Switch-L-T-301	On/Off	1		1	1
R-301-01	L-R-301-01	1		1	1
R-301-01	T-R-301-01	1		1	1
R-301-01	Switch-R-301-01	2	2		
R-201-01	T-R-201-01			1	
R-301-02	L-R-301-02	1		1	1
R-301-02	T-R-301-02	1		1	1
R-301-02	Switch-R-301-02	2	2		
R-201-02	T-R-201-02			1	
CN-301	T- CN-301	1		1	1
C-301	P-C-301	1		1	1
C-301	T-C-301	1		1	2
TC-301	L-TC-301	1		1	1
E-302	T-E-302	1		1	1
M-301	L-M-301	1		1	1
TP-301	Switch-L-01-TP-301	1	1		
TP-301	Switch-L-02-TP-301	1	1		
TP-301	T-TP-301		1	1	
TP-301	P-TP-301		1	1	
TP-302	Switch-L-01-TP-302	1	1		
TP-302	Switch-L-02-TP-302	1	1		
TP-302	T-TP-302		1	1	
TP-302	P-TP-302		1	1	
		ED	SD	EA	SA
TOTAL		21	12	19	14

Taula 3. 10 Recompte de senyals àrea 400

Equip	Identificació llaç de control	ED	SD	EA	SA
T-401-01	T-T-401-01		1	1	
T-401-01	P-T-401-01		1	1	
T-401-01	L-T-401-01	1	2	1	
T-401-01	Switch-L-01-T-401-01	1	1		
T-401-01	Switch-L-02-T-401-01	1	1		
T-401-02	T-T-401-02		1	1	
T-401-02	P-T-401-02		1	1	
T-401-02	L-T-401-02	1	2	1	
T-401-02	Switch-L-01-T-401-02	1	1		
T-401-02	Switch-L-02-T-401-02	1	1		
T-402	T-T-402		1	1	
T-402	P-T-402		1	1	
T-402	L-T-402	1	2	1	
T-402	Switch-L-01-T-402	1	1		
T-402	Switch-L-02-T-402	1	1		
		ED	SD	EA	SA
TOTAL		9	18	9	0

Taula 3. 11 Recompte de senyals àrea 500

Equip	Identificació llaç de control	ED	SD	EA	SA
VA-509	F-VA-509				
CN-501	T- CN-501	1		1	1
C-501	T-C-501	1		1	2
C-501	P-C-501	1		1	1
TC-501	L-TC-501	1		1	1
CN-502	T- CN-502	1		1	1
C-502	T-C-502-01	1		1	2
C-502	P-C-502	1		1	1
TC-502	L-TC-502	1		1	1
CN-503	T- CN-503	1		1	1
C-503	T-C-503-01	1		1	2
C-503	P-C-503	1		1	1
TC-503	L-TC-503	1		1	1
CN-504	T- CN-504	1		1	1
C-504	T-C-504-01	1		1	2
C-504	P-C-504	1		1	1
TC-504	L-TC-504			1	1
T-501-01	T-T-501-01	1	1	1	1
T-501-01	P-T-501-01		1	1	
T-501-01	L-T-501-01	2	2	1	
T-501-01	Switch-L-01-T-501-01	1	1		
T-501-01	Switch-L-02-T-501-01	1	1		
T-501-02	T-T-501-02	1	1	1	1
T-501-02	P-T-501-02		1	1	
T-501-02	L-T-501-02	2	2	1	
T-501-02	Switch-L-01-T-501-02	1	1		
T-501-02	Switch-L-02-T-501-02	1	1		
T-501-03	T-T-501-03	1	1	1	1
T-501-03	P-T-501-03		1	1	
T-501-03	L-T-501-03	2	2	1	
T-501-03	Switch-L-01-T-501-03	1	1		
T-501-03	Switch-L-02-T-501-03	1	1		
T-501-04	T-T-501-04	1	1	1	1
T-501-04	P-T-501-04		1	1	

T-501-04	L-T-501-04	2	2	1	
T-501-04	<i>Switch-L-01-T-501-04</i>	1	1		
T-501-04	<i>Switch-L-02-T-501-04</i>	1	1		
TP-501	<i>Switch-L-01-TP-501</i>	1	1		
TP-501	<i>Switch-L-02-TP-501</i>	1	1		
TP-501	T-TP-501		1	1	
TP-501	P-TP-501		1	1	
TP-502	<i>Switch-L-01-TP-502</i>	1	1		
TP-502	<i>Switch-L-02-TP-502</i>	1	1		
TP-502	T-TP-502		1	1	
TP-502	P-TP-502		1	1	
TP-503	<i>Switch-L-01-TP-503</i>	1	1		
TP-503	<i>Switch-L-02-TP-503</i>	1	1		
TP-503	T-TP-503		1	1	
TP-503	P-TP-503		1	1	
		ED	SD	EA	SA
TOTAL		41	36	34	24

3.7.2 Recompte de mòduls E/S

En aquest apartat es determinarà el número de mòduls E/S necessaris que es necessitarà connectar al PLC. Aquets mòduls poden tindre 16 o 32, entrades o sortides, segons el mòdul i a més es diferencien segons si aquestes E/S son digitals o analògiques. A continuació es mostrarà en la *Taula 3.12* els mòduls necessaris per a tot el control segons el nombre E/S i segons el tipus de senyal. Amb aquests mòduls ja hi ha un petit sobredimensionament d'entrades i sortides, ja que no tots els mòduls tenen el nombre màxim de connexions .

Taula 3.12 Recompte de mòduls necessaris a connectar al PLC

Tipus de senyal	Tipus de mòdul	
	32	16
EA	4	1
ED	5	2
SA	2	2
SD	3	3