
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

CAPÍTULO III

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO FÓRMICOo

Curso 2015-2016
Tutor: Rafael Bosh



CAPÍTULO III: CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

3.1 Introducción	1
3.1.1 Elementos de los lazos de control	1
3.1.1.1 Conceptos de los lazos de control	1
3.1.1.2 Instrumentación de los lazos de control	2
3.1.1.3 Tipos de señales de control	2
3.1.2 Tipos de lazos de control.....	2
3.1.3 Nomenclatura	3
3.2 Instrumentación.....	4
3.2.1 Elementos de medida	4
3.2.1.1 Elementos medidores de temperatura	4
3.2.1.2 Elementos medidores de presión.....	5
3.2.1.3 Elementos medidores de caudal.....	5
3.2.1.4 Elementos medidores de nivel	6
3.2.1.5 Fichas de especificaciones de elementos medidores.....	7
3.2.2 Unidades remotas, tarjetas de adquisición de datos y controlador.....	12
3.2.3 Instrumentación adicional	12
3.3 Descripción de los lazos de control.....	20
3.3.1 Listado y caracterización de lazos de control	20
3.3.2 Especificación de lazos	26
3.3.2.1 Lazos de control de reactores	26
3.3.2.2 Lazos de control de mezcladores	33
3.3.2.3 Lazos de control de columnas	36
3.3.2.4 Lazos de control de condensadores e intercambiadores	39
3.3.2.5 Lazos de control de tanques pulmón	41
3.3.2.6 Lazos de control del separador de fases	43
3.3.2.7 Lazos de control de la columna de extracción	45
3.4 Arquitectura de control y señales	47
3.4.1 Resumen de señales.....	47
3.4.2 Disposición de tarjetas de adquisición de datos	52

3.1 Introducción

El control de una planta química es imprescindible para la seguridad y el buen funcionamiento del proceso que se lleva a cabo. Los lazos de control permiten que el sistema no se aleje de su funcionamiento óptimo aunque haya algunos cambios no previstos en alguna variable (perturbación) ya sea temperatura, presión, caudal, etc...

Los lazos de control son capaces de mantener el valor de cierta magnitud (variable controlada) sin cambios significativos para la optimización del proceso o la seguridad de operarios y equipos. El valor previsto para estas magnitudes controladas se le conoce como valor de consigna o *set-point*.

Los sistemas de control se basan en la comparación de la medida de una magnitud que afecte a la variable controlada o a la misma (variable medida) y su valor de consigna y la activación de un elemento de control.

3.1.1 Elementos de los lazos de control

3.1.1.1 Conceptos de los lazos de control

Las variables que aparecen en los lazos de control son magnitudes fácilmente medibles como pueden ser la temperatura, el caudal de una conducción, el nivel de un tanque, etc.

- Variable controlada: Magnitud que es necesario mantener a un valor (o entre unos valores) determinado.
- Variable manipulada: Magnitud que se ve afectada por el instrumento de control que la regula de manera automática.
- Variable medida: Magnitud que se mide con un sensor o elemento de medida.
- Entrada: Valor de una magnitud que afecta al proceso. La entrada puede ser una variable manipulada o una perturbación
- Salida: Valor de una magnitud del proceso que es el resultado de la afectación de las entradas y las propiedades del proceso

3.1.1.2 Instrumentación de los lazos de control

Los elementos básicos para la realización los lazos de control son los siguientes:

- Sensor o elemento de medida: Instrumento capaz de medir una magnitud. En la actualidad, los sensores usados para el control llevan un transmisor incorporado para mandar una señal eléctrica de manera automática y, así, poder monitorizar la lectura del sensor.
- Controlador: Es la base de los lazos de control. Recibe la señal del sensor y calcula la señal que debe enviar para que el sistema permanezca estable en los valores previstos.
- Elemento final o actuador: Instrumento que actúa físicamente sobre el proceso manipulando una magnitud. Habitualmente es una válvula que altera un caudal. Las válvulas de control tienen un transductor incorporado para que puedan funcionar con la información enviada a través de un cable eléctrico.

3.1.1.3 Tipos de señales de control

Hay dos tipos de señales: analógicas y digitales. Las señales analógicas son señales graduales, es decir, que indican diferentes valores dentro de un rango. Esos valores se identifican a través de la intensidad de corriente que pasa por el cable que transmite esa señal. La intensidad de ese corriente va desde 4 a 20 mA. Las señales digitales, en cambio, sólo tienen un nivel activado de 24 V en corriente continua.

3.1.2 Tipos de lazos de control

Hay varios tipos de lazos para el control de un proceso:

- Control por retroalimentación o *Feed-back*: La variable medida es la misma que la controlada, es decir que el sensor detecta el valor de la variable a la salida del lazo.
- Control anticipado o *Feed-forward*: La variable medida es la perturbación. De ese modo la actuación sobre el proceso puede ser anticipado para contrarrestar los cambios que provocaría dicha perturbación.
- Control *Ratio*: Se miden varias magnitudes y se manipula una de tal forma que la relación entre ambas sea mantenga en el valor establecido.

3.1.3 Nomenclatura

Para la identificación los lazos implementados se usa un sistema de nomenclatura que los resume.

El primer término corresponde a la variable controlada y el segundo, al equipo al que se le aplica el control. Cada término se separa con un guión. Por ejemplo, el lazo que controla la temperatura del reactor R-201 corresponde al código T-R-201

Del mismo modo, para la identificación de los equipos de los lazos de control se usa un sistema de nomenclatura que los resume.

El primer término corresponde a la variable controlada, el segundo, al instrumento de control y el tercero corresponde al equipo al que se le aplica el control. En algún caso puede haber un cuarto término cuando dos transmisores tengan el mismo nombre a causa de su ubicación y tipo de medida. Tal caso se le indicará con el número de corriente en el cual están ubicados. Cada término se separa por un guión a excepción de los dos primeros. Por ejemplo, el sensor de temperatura del reactor R201 corresponde al código TT-R-201.

En el caso de las válvulas automáticas, la nomenclatura es la siguiente: El primer término es el equipo al que afectan, el segundo es E o S en función de si están en la entrada o salida de tal equipo y el tercero es Mp en caso de ser de mariposa o As en caso de ser de asiento. Cada término se separa con un guión.

En las siguientes tablas se especifica la nomenclatura de las variables (Tabla 3.1.3.1) y la nomenclatura de la instrumentación (Tabla 3.1.3.2).

Tabla 3.1.3.1. Nomenclatura de las variables de control.

Variable	Nomenclatura
Temperatura	T
Presión	P
Nivel	L
Caudal	F

Tabla 3.1.3.2. Nomenclatura de la instrumentación utilizada en control.

Instrumento	Nomenclatura
Elemento medidor/transmisor	T
Controlador	C
Válvula de control	CV
Detector de nivel	S
Alarma de nivel alto	LAH
Alarma de nivel bajo	LAL
Alarma de presión alto	PAH
Alarma de presión bajo	PAL
Válvula automática	XV

3.2 Instrumentación

Para poder llevar a cabo el control automático de una planta, se disponer de varios elementos que permitan obtener información del sistema o proceso, procesarla, analizarla y alterar ciertas variables que aseguren la estabilidad del sistema.

En este apartado se explican los diferentes instrumentos con los cuales se realizan los lazos de control

3.2.1 Elementos de medida

3.2.1.1 Elementos medidores de temperatura

Para la medida de las temperaturas se usan termoresistencias.

Su funcionamiento de basa en la medición de la conductividad, que es una propiedad que varía en función de la temperatura. El rango de temperaturas a las que pueden trabajar (hasta 400°C) las termoresistencias es muy superior al que se podría encontrar en el proceso (no se superan los 80°C), además, los sensores de ese tipo son resistentes a la corrosión, un problema causado por el ácido fórmico y otras sustancias presentes en el proceso.

El modelo usado en la planta es el Siemens SITRANS TS500.



Figura 3.1. Termoresistencia

3.2.1.2 Elementos medidores de presión

Para la medida de las presiones se usan transductores de medida compactos que gracias a sus membranas cerámicas y sus sensores de acero inoxidable, detectan la presión de proceso juntamente con la absoluta. El material en contacto con el fluido de proceso es INOX 316L de modo que se evitan los problemas derivados de la corrosión.

El modelo usado en esta planta es el Siemens SITRANS P200.



Figura 3.1. Transductor de presión SITRANS P200

3.2.1.3 Elementos medidores de caudal

Para la medida de los caudales se usan caudalímetros de Coriolis.

Su funcionamiento se basa en la medición de la oscilación del tubo interior del caudalímetro originada por la translación y rotación del fluido en dicho tubo.

El modelo usado en la planta es el Siemens SITRANS FC430.



Figura 3.2. Caudalímetro de Coriolis SITRANS FC340

3.2.1.4 Elementos medidores de nivel

Hay dos tipos de lecturas al referirse a mediciones de nivel. La lectura de nivel todo-nada, que consta de un sensor pegado a la pared del tanque, el sensor emite o no señal si el nivel del tanque llega a la altura del sensor, y la lectura proporcional, que consta de un sistema de flotadores, emisiones de ultrasonidos, etc.., que proporciona la medida precisa del nivel del tanque.

En la planta se dispone de ambos sistemas en función de las necesidades en cada caso.

Para lecturas todo-nada se usa el modelo SITRANS LVL100, que contiene un sensor electromecánico vibratorio que detecta la presencia de líquidos basándose en el cambio de la frecuencia de vibración a causa de este.



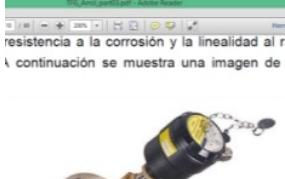
Figura 3. 3. Detector de nivel elecrtomecánico SITRANS LVL100

Para lecturas proporcionales se usa el modelo SITRANS LR200, que contiene un sensor de radar que proporciona una medida continua del nivel del tanque incluso con agitación y turbulencias, cosa que es necesaria para el caso de los reactores y mezcladores de la planta.

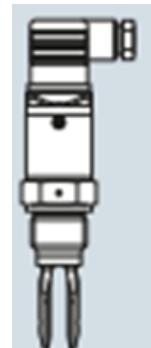


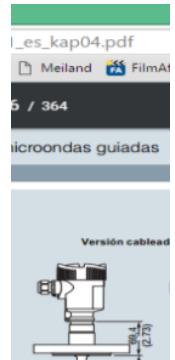
Figura 3.4. Sensor de nivel radar SITRANS LR200

3.2.1.5 Fichas de especificaciones de elementos medidores

Instrumentación	Sensor de temperatura		Ítem: TT			
Fecha: 20/06/2016	Planta: AFOR	Localidad: Igualada				
Identificación						
Transmite señal a	Siemens SM 1231					
Condiciones de servicio						
	Mínimo	Normal	Màximo			
Caudal (kg/h)	-	-	-			
Temperatura (°C)	-10	-	80			
Presión (atm)	0,5	-	45			
Datos de operación						
Elemento de medida	Termorresistencia					
Alimentación	24 V					
Senyal de salida	4 - 20 mA					
Variable medida	Temperatura					
Sensibilidad	±0,5°C					
Rango de medida	-50°C ... +400°C					
Datos de la sonda						
Elemento sensor	Pt100 + Termopares	Material de contacto	AISI 316L			
Tiempo de respuesta		Indicador de campo	Opcional			
Conexión al proceso	Rosca soldada G½	Tipo i norma				
Temperatura máxima	400°C	Altura / Diámetro	150/6 mm			
Presión máxima	60 bar	Peso				
Datos de instalación						
Temperatura ambiente	Mínima: -10 °C					
	Màxima: 40 °C					
Posició	Vertical: SI					
	Horitzontal:					
Empresa	Siemens					
Modelo	SITRANS TS500					

Instrumentación	Sensor de presión	Ítem: PT	
Fecha: 20/06/2016	Planta: AFOR	Localidad: Igualada	
Identificación			
Transmite señal a	Siemens SM 1231		
Condiciones de servicio			
	Mínimo	Normal	Máximo
Caudal (kg/h)	-	-	-
Temperatura (°C)	-10	-	80
Presión (atm)	0,5	-	45
Datos de operación			
Elemento de medida	Transmisor monorrango		
Alimentación	24 V		
Senyal de salida	4 - 20 mA		
Variable medida	Presión		
Sensibilidad	± 0,25%		
Rango de medida	1 bar ... 60 bar		
Datos de la sonda			
Elemento sensor	Membrana cerámica	Material de contacto	AISI 316L + Cerámica
Tiempo de respuesta	<5ms	Indicador de campo	Opcional
Conexión al proceso	Rosca soldada	Tipo i norma	
Temperatura máxima	145°C	Altura / Diámetro	
Presión máxima	62,5 bar	Peso	0,09 kg
Datos de instalación			
Temperatura ambiente	Mínima: -10 °C		
	Máxima: 40 °C		
Posició	Vertical: SI		
	Horizontal:		
Empresa	Siemens		
Modelo	SITRANS P200		

Instrumentación	Detector de nivel	Ítem: SH / SL		
Fecha: 20/06/2016	Planta: AFOR	Localidad: Igualada		
Identificación				
Transmite señal a	Siemens SM 1221			
Condiciones de servicio				
	Mínimo	Normal	Màximo	
Caudal (kg/h)	-	-	-	
Temperatura (°C)	-10	-	80	
Presión (atm)	0,5	-	45	
Datos de operación				
Elemento de medida	Interruptor vibratorio			
Alimentación	24 V			
Senyal de salida	4-20 mA			
Variable medida	Lleno, vacío (nivel de llenado)			
Sensibilidad	-			
Rango de medida	-			
Datos de la sonda				
Elemento sensor	Interruptor vibratorio	Material de contacto	AISI 316L	
Tiempo de respuesta	500 ms	Indicador de campo	NO	
Conexión al proceso	Rosca	Tipo i norma		
Temperatura máxima	150 °C	Altura / Diámetro	5,3 cm / 3,2 cm	
Presión máxima	64 bar	Peso		
Datos de instalación				
Temperatura ambiente	Mínima: Màxima:	-10 °C 40 °C		
Posició	Vertical:			
	Horitzontal:			
Empresa	Siemens			
Modelo	SITRANS LVL100			

Instrumentación	Sensor de nivel	Ítem: LT		
Fecha: 20/06/2016	Planta: AFOR	Localidad: Igualada		
Identificación				
Transmite señal a	Siemens SM 1231			
Condiciones de servicio				
	Mínimo	Normal	Màximo	
Caudal (kg/h)	-	-	-	
Temperatura (°C)	-10	-	80	
Presión (atm)	0,5	-	45	
Datos de operación				
Elemento de medida	Radar de ondas guiadas			
Alimentación	24 V			
Senyal de salida	4-20 mA			
Variable medida	Nivel			
Sensibilidad	± 2 mm			
Rango de medida	30 cm - 750 cm			
Datos de la sonda				
Elemento sensor	Microondas guiadas	Material de contacto	AISI 316L	
Tiempo de respuesta	< 3 s	Indicador de campo	Opcional	
Conexión al proceso	Brida	Tipo i norma		
Temperatura máxima	150°C	Altura / Diámetro	variable	
Presión máxima	400 bar	Peso	4 Kg	
Datos de instalación				
Temperatura ambiente	Mínima: -10 °C	Vertical: SI		
	Màxima: 40 °C			
Posició	Horizontal:			
Empresa	Siemens			
Modelo	SITRANS LC200			

Instrumentación	Sensor de caudal	Ítem: FT	
Fecha: 20/06/2016	Planta: AFOR	Localidad: Igualada	
Identificación			
Transmite señal a	Siemens SM 1231		
Condiciones de servicio			
	Mínimo	Normal	Màximo
Caudal (kg/h)	-	-	-
Temperatura (°C)	-10	-	80
Presión (atm)	0,5	-	45
Datos de operación			
Elemento de medida	Caudalímetro de Coriolis		
Alimentación	24 V		
Senyal de salida	4-20 mA		
Variable medida	Caudal másico		
Sensibilidad	± 0,1%		
Rango de medida	<52000 Kg/h		
Datos de la sonda			
Elemento sensor	Caudalímetro de Coriolis	Material de contacto	AISI 316L
Tiempo de respuesta	<50ms	Indicador de campo	SI
Conexión al proceso	Brida	Tipo i norma	
Temperatura máxima	200 °C	Altura / Diámetro	
Presión máxima	100 bar	Peso	25 Kg
Datos de instalación			
Temperatura ambiente	Mínima: -10 °C	Vertical: Horizontal:	 
	Màxima: 40 °C		
Posició			
Empresa	Siemens		
Modelo	SITRANS FC 430		

3.2.2 Unidades remotas, tarjetas de adquisición de datos y controlador

La planta dispone de unidades remotas de entrada/salida en cada zona para la adquisición y gestión de señales. Estas unidades se instalan dentro de armarios eléctricos dónde se instala un Siemens TG5700 RTU, que permite la unión de diferentes módulos o tarjetas que permiten conectar señales digitales y analógicas de los instrumentos del mismo modo que permite emitir señales hacia elementos actuadores o válvulas automáticas, etc...



Las tarjetas de adquisición de datos son de la serie Siemens SM1231 para señales analógicas (permiten 8 *inputs* o 4 *outputs*), de la serie SM1221 para los *inputs* digitales (permiten 16) y de la serie SM1222 para los *outputs* digitales (permiten 16). La distribución de tarjetas en la planta se explica en el apartado 3.4 Arquitectura de control y señales.

En la sala de control se dispone de un PLC central en el cual llegan los diferentes cables PROFIBUS de las diferentes zonas.

El controlador utilizado es el Siemens S7-300, un controlador con capacidad para trabajar con 32 PROFIBUS conectados, en la planta habrá siete.

3.2.3 Instrumentación adicional

Adicionalmente a la instrumentación referente a los lazos de control, también se dispone de detectores de nivel, alarmas, otros sensores y válvulas automáticas. (XV).

Los detectores de nivel se instalan principalmente en los tanques de almacenaje, uno situado en el nivel mínimo (LSL) y otro en el máximo (LSH), de ese modo al llenar un tanque se coordina de manera automática el hecho de que cuando uno esté lleno, se cierre su válvula de entrada y se abra la válvula de entrada del siguiente. De la misma manera actúa el sistema en caso de descarga. Una vez un tanque está vacío, su válvula de salida se cierra automáticamente y se abre la válvula de salida del siguiente.

Las alarmas son sistemas visuales des de campo que indican que un tanque está lleno o vacío o , en algún caso, que la presión de algún equipo es anómalamente alta o baja.

A continuación se presentan las tablas de instrumentación adicional conectadas a los diferentes equipos de la planta.

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL			HOJA 1 DE 8
			IGUALADA
			15/06/2016
Zona 100			
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada
T-101	L	LSH-T-101	LAH-T-101
	L	LSL-T-101	LAL-T-101
	F	XV-E-T-101	-
	F	XV-S-T-101	-
	P	PT-T-101	PAH-T-101 PAL-T-101
T-102	L	LSH-T-102	LAH-T-102
	L	LSL-T-102	LAL-T-102
	F	XV-E-T-102	-
	F	XV-S-T-102	-
	P	PT-T-102	PAH-T-102 PAL-T-102
T-103	L	LSH-T-103	LAH-T-103
	L	LSL-T-103	LAL-T-103
	F	XV-E-T-103	-
	F	XV-S-T-103	-
	P	PT-T-103	PAH-T-103 PAL-T-103
T-104	L	LSH-T-104	LAH-T-104
	L	LSL-T-104	LAL-T-104
	F	XV-E-T-104	-
	F	XV-S-T-104	-
	P	PT-T-104	PAH-T-104 PAL-T-104
T-105	L	LSH-T-105	LAH-T-105
	L	LSL-T-105	LAL-T-105
	F	XV-E-T-105	-
	F	XV-S-T-105	-
	P	PT-T-105	PAH-T-105 PAL-T-105
T-106	L	LSH-T-106	LAH-T-106
	L	LSL-T-106	LAL-T-106
	F	XV-E-T-106	-
	F	XV-S-T-106	-
	P	PT-T-106	PAH-T-106 PAL-T-106

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL				HOJA 2 DE 8 IGUALADA 15/06/2016		
LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN ADICIONAL						
Zona 100						
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada			
T-107	L	LSH-T-107	LAH-T-107			
	L	LSL-T-107	LAL-T-107			
	F	XV-E-T-107	-			
	F	XV-S-T-107	-			
	P	PT-T-107	PAH-T-107 PAL-T-107			
T-108	L	LSH-T-108	LAH-T-108			
	L	LSL-T-108	LAL-T-108			
	F	XV-E-T-108	-			
	F	XV-S-T-108	-			
	P	PT-T-108	PAH-T-108 PAL-T-108			
T-109	L	LSH-T-109	LAH-T-109			
	L	LSL-T-109	LAL-T-109			
	F	XV-E-T-109	-			
	F	XV-S-T-109	-			
	P	PT-T-109	PAH-T-109 PAL-T-109			
T-110	L	LSH-T-110	LAH-T-110			
	L	LSL-T-110	LAL-T-110			
	F	XV-E-T-110	-			
	F	XV-S-T-110	-			
	P	PT-T-110	PAH-T-110 PAL-T-110			
T-111	L	LSH-T-111	LAH-T-111			
	L	LSL-T-111	LAL-T-111			
	F	XV-E-T-111	-			
	F	XV-S-T-111	-			
	P	PT-T-111	PAH-T-111 PAL-T-111			
B-101	P	PI-B-101	-			
B-102	P	PI-B-102	-			
B-103	P	PI-B-103	-			
B-104	P	PI-B-104	-			

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN ADICIONAL			HOJA 3 DE 8 IGUALADA 15/06/2016
Zona 200			
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada
R-201	P	PT-R-201	PAL-R-201
			PAH-R-201
R-202	P	PT-R-202	PAL-R-202
			PAH-R-202
B-201	P	PI-B-201	-
B-202	P	PI-B-202	-
Cm-201	P	PI-Cm-201	-
Cm-202	P	PI-Cm-202	-

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL LISTADO DE INST RUM ENTACIÓN ADICIONAL			HOJA 4 DE 8 IGUALADA 15/06/2016
Zona 300			
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada
F-301	P	PT-F-301	PAL-F-301
			PAH-F-301
B-301	P	PI-B-301	-
B-302	P	PI-B-302	-
B-303	P	PI-B-303	-
B-304	P	PI-B-304	-
B-305	P	PI-B-305	-
B-306	P	PI-B-306	-
Cm-301	P	PI-Cm-301	-
Cm-302	P	PI-Cm-302	-

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN ADICIONAL			HOJA 5 DE 8 IGUALADA 15/06/2016
Zona 400			
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada
R-401	P	PT-R-401	PAL-R-401
			PAH-R-401
R-402	P	PT-R-402	PAL-R-402
			PAH-R-402
B-401	P	PI-B-401	-
B-402	P	PI-B-402	-
B-403	P	PI-B-403	-
B-404	P	PI-B-404	-
B-405	P	PI-B-405	-
B-406	P	PI-B-406	-

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL ADICIONAL				HOJA 6 DE 8 IGUALADA 15/06/2016
Zona 500				
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada	
T-501	L	LSH-T-501	LAH-T-501	
	L	LSL-T-501	LAL-T-501	
	F	XV-E-T-501	-	
	F	XV-S-T-501	-	
	P	PT-T-501	PAH-T-501 PAL-T-501	
T-502	L	LSH-T-502	LAH-T-502	
	L	LSL-T-502	LAL-T-502	
	F	XV-E-T-502	-	
	F	XV-S-T-502	-	
	P	PT-T-502	PAH-T-502 PAL-T-502	
T-503	L	LSH-T-503	LAH-T-503	
	L	LSL-T-503	LAL-T-503	
	F	XV-E-T-503	-	
	F	XV-S-T-503	-	
	P	PT-T-503	PAH-T-503 PAL-T-503	
T-504	L	LSH-T-504	LAH-T-504	
	L	LSL-T-504	LAL-T-504	
	F	XV-E-T-504	-	
	F	XV-S-T-504	-	
	P	PT-T-504	PAH-T-504 PAL-T-504	
B-501	P	PI-B-501	-	
B-502	P	PI-B-502	-	

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL			HOJA 7 DE 8	
LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN ADICIONAL			IGUALADA	
Zona 600			15/06/2016	
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada	
B-601	P	PI-B-601	-	
B-602	P	PI-B-602	-	
B-603	P	PI-B-603	-	
B-604	P	PI-B-604	-	
B-605	P	PI-B-605	-	
B-606	P	PI-B-606	-	
B-607	P	PI-B-607	-	
B-608	P	PI-B-608	-	
B-609	P	PI-B-609	-	
B-610	P	PI-B-610	-	
B-611	P	PI-B-611	-	
B-612	P	PI-B-612	-	
B-613	P	PI-B-613	-	
B-614	P	PI-B-614	-	
B-615	P	PI-B-615	-	
B-616	P	PI-B-616	-	
B-617	P	PI-B-617	-	
B-618	P	PI-B-618	-	
B-619	P	PI-B-619	-	
B-620	P	PI-B-620	-	
B-621	P	PI-B-621	-	
B-622	P	PI-B-622	-	

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN ADICIONAL			HOJA 8 DE 8 IGUALADA 15/06/2016
Zona 700			
Equipo	Variable	Instrumento	Alarma conectada
T-701	L	LSH-T-701	LAH-T-701
	L	LSL-T-701	LAL-T-701
	F	XV-E-T-701	-
	F	XV-S-T-701	-
	P	PT-T-701	PAH-T-701 PAL-T-701
T-702	L	LSH-T-702	LAH-T-702
	L	LSL-T-702	LAL-T-702
	F	XV-E-T-702	-
	F	XV-S-T-702	-
	P	PT-T-702	PAH-T-702 PAL-T-702
T-703	L	LSH-T-703	LAH-T-703
	L	LSL-T-703	LAL-T-703
	F	XV-E-T-703	-
	F	XV-S-T-703	-
	P	PT-T-703	PAH-T-703 PAL-T-703
T-704	L	LSH-T-704	LAH-T-704
	L	LSL-T-704	LAL-T-704
	F	XV-E-T-704	-
	F	XV-S-T-704	-
	P	PT-T-704	PAH-T-704 PAL-T-704

Además de la instrumentación referente a los lazos de control y la ya indicada, la planta tiene válvulas auto-reguladoras de presión para la entrada de nitrógeno en los tanques de almacenaje, una válvula a la entrada de C-301 y otra en la entrada de C-601. De todas formas, las válvulas rigurosamente clasificadas en el apartado de válvulas.

3.3 Descripción de los lazos de control

3.3.1 Listado y caracterización de lazos de control

En las tablas siguientes se exponen los listados con todos los lazos de control instalados en cada zona de la planta. La tablas contienen, además, la variable controlada en el lazo (V.C.), la variable manipulada (V.M.), el *set-point*, el elemento sensor/transmisor y el elemento actuador puesto que la unidad remota y sus tarjetas son las mismas para todos los lazos de una zona y el controlador es centralizado como se explica en el apartado 3.4, y finalmente, el tipo de lazo.

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				HOJA 1 DE 5		
				IGUALADA		
				15/06/2016		
Zona 200						
Lazo de control	Equipo	V. C.	V. M.	Set-point	Instrumentación	Tipo
L-R-201	R-201	N	Caudal de entrada de metanol	2,25 m	LT-R-201 LCV-201	<i>Feed-back</i>
L-R-202	R-202	N	Caudal de entrada de metanol	2,25m	LT-R-202 LCV-202	<i>Feed-back</i>
T-R-201	R-201	T	Caudal de fluido de servicio	85°C	TT-R-201 TCV-R-201	<i>Feed-back</i>
T-R-202	R-202	T	Caudal de fluido de servicio	85°C	TT-R-202 TCV-R-202	<i>Feed-back</i>
P-R-201	R-201	P	Caudal de CO de entrada	45,6 bar	PT-R-201 PCV-R-201	<i>Feed-back</i>
P-R-202	R-202	P	Caudal de CO de entrada	45,6 bar	PT-R-202 PCV-R-202	<i>Feed-back</i>
T-I-201	I-201	T	Caudal de fluido de servicio	85°C	TT-I-201 TCV-I-201	<i>Feed-back</i>
T-I-202	I-202	T	Caudal de fluido de servicio	85°C	TT-I-202 TCV-I-202	<i>Feed-back</i>
L-M-201	M-201	N	Caudal de metanol de Z100	3,06m	LT-M-201 LCV-M-201	<i>Feed-back</i>
P-M-202	M-202	P	Caudal de CO de Z100	45,6 bar	PT-M-202 PCV-M-202	<i>Feed-back</i>

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN			HOJA 2 DE 5
			IGUALADA
			15/06/2016

Zona 300						
Lazo de control	Equipo	V. C.	V. M.	Set-point	Instrumentación	Tipo
P-F-301	F-301	P	Caudal de salida de gas	5 bar	PT-F-301 PCV-F-301	<i>Feed-back</i>
T-I-301	I-301	T	Caudal de fluido de servicio	85°C	TT-I-301 TCV-I-301	<i>Feed-back</i>
T-I-302	I-302	T	Caudal de fluido de servicio	42°C	TT-I-302 TCV-I-302	<i>Feed-back</i>
P-C-301	C-301	P	Caudal de vapor del termosifón		PT-C-301 PCV-C-301	<i>Feed-back</i>
T-C-301	C-301	T	Caudal de reflujo	31,7°C	TT-C-301 TCV-C-301	<i>Feed-back</i>
L-T-301	T-301	L	Caudal de destilado	2,4m	LT-T-301 LCV-T-301	<i>Feed-back</i>

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				HOJA 3 DE 5		
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				IGUALADA		
Zona 400						
Lazo de control	Equipo	V. C.	V. M.	Set-point	Instrumentación	Tipo
T-I-401	I-401	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-I-401 TCV-I-401	Feed-back
T-I-402	I-402	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-I-402 TCV-I-402	Feed-back
L-M-401	M-401	L	Caudal de líquido de Z-300	2,8m	LT-M-401 LCV-M-401	Feed-back
L-M-403	M-403	L	Caudal de H ₂ O fresco	3,83	LT-M-403 LCV-M-403	Feed-back
L-R-401	R-401	L	Caudal de entrada de formiato de metilo	2,93m	LT-R-401 LCV-R-401	Feed-back
L-R-402	R-402	L	Caudal de entrada de formiato de metilo	2,93m	LT-R-402 LCV-R-402	Feed-back
T-R-401	R-401	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-R-401 TCV-R-401	Feed-back
T-R-402	R-402	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-R-402 TCV-R-402	Feed-back
F-R-401*	R-401	F	Caudal de agua de entrada	5 x Caudal de formiato de metilo	FT-R-402-21 FT-R-402-22 FCV-R-401-402	Ratio

*Los lazos F-R-401 y F-R-402 son realmente el mismo lazo de control, pero los efectos de ese lazo afectan a los cabales de entrada de los reactores R-401 y R-402. Por ese motivo comparten la misma instrumentación.

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				HOJA 4 DE 5			
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				IGUALADA			
				15/06/2016			
Zona 600							
Lazo de control	Equipo	V. C.	V. M.	Set-point	Instrumentación	Tipo	
P-C-601	C-601	P	Caudal de vapor del termosifón		PT-C-601 PCV-C-601	Feed-back	
P-C-602	C-602	P	Caudal de vapor del termosifón		PT-C-602 PCV-C-602	Feed-back	
P-C-603	C-603	P	Caudal de vapor del termosifón		PT-C-603 PCV-C-603	Feed-back	
P-C-604	C-604	P	Caudal de vapor del termosifón		PT-C-604 PCV-C-604	Feed-back	
T-C-601	C-601	T	Caudal de reflujo	45,4°C	TT-C-601 TCV-C-601	Feed-back	
T-C-602	C-602	T	Caudal de reflujo	36,6°C	TT-C-602 TCV-C-602	Feed-back	
T-C-603	C-603	T	Caudal de reflujo	31,8°C	TT-C-603 TCV-C-603	Feed-back	
T-C-604	C-604	T	Caudal de reflujo	104,2°C	TT-C-604 TCV-C-604	Feed-back	
L-T-601	T-601	L	Caudal de destilado	3,04m	LT-C-601 LCV-C-601	Feed-back	
L-T-602	T-602	L	Caudal de destilado	3,04m	LT-C-602 LCV-C-602	Feed-back	
L-T-603	T-603	L	Caudal de destilado	2,4m	LT-C-603 LCV-C-603	Feed-back	
L-T-604	T-604	L	Caudal de destilado	2m	LT-C-604 LCV-C-604	Feed-back	

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN				HOJA 5 DE 5 IGUALADA					
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL Y SU INSTRUMENTACIÓN			15/06/2016						
Zona 600									
Lazo de control	Equipo	V. C.	V. M.	Set-point	Instrumentación	Tipo			
T-I-601	I-601	T	Caudal de fluido de servicio	45,4°C	TT-I-601 TCV-I-601	Feed-back			
T-I-603	I-603	T	Caudal de fluido de servicio	36,6°C	TT-I-603 TCV-I-603	Feed-back			
T-I-605	I-605	T	Caudal de fluido de servicio	31,8°C	TT-I-605 TCV-I-605	Feed-back			
T-I-607	I-607	T	Caudal de fluido de servicio	104,2°C	TT-I-607 TCV-I-607	Feed-back			
T-I-609	I-609	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-I-609 TCV-I-609	Feed-back			
T-I-610	I-610	T	Caudal de fluido de servicio	80°C	TT-I-610 TCV-I-610	Feed-back			
T-I-611	I-611	T	Caudal de fluido de servicio	20°C	TT-I-611 TCV-I-611	Feed-back			
L-M-601	M-601	L	Caudal de Z-500	2,76m	LT-M-601 LCV-M-601	Feed-back			
F-E-601	E-601	F	Caudal de DMF	5 x Caudal de ácido fórmico	FT-E-601-35 FT-E-601-48 LCV-E-601	Ratio			

3.3.2 Especificación de lazos

A continuación se presentan los lazos de control en forma de diagramas de especificación.

Tabla. 3.3.2.1 Leyenda de las líneas de los diagramas de los lazos de control

Proceso	
Servicio	
Señal eléctrica	
Señal neumática	

3.3.2.1 Lazos de control de reactores

Lazos L-R-201, L-R-202, L-R-401 y L-R-402:

El objetivo de estos lazos es controlar el nivel en los reactores tanto de carbonilación como de hidrólisis. Los reactores han sido diseñados para trabajar al 50% de su capacidad así que se debe mantener el nivel de líquido en su punto de consigna puesto que una variación de nivel afectaría directamente en el tiempo de residencia del líquido de los reactores y habría, de ese modo, una desviación del funcionamiento normal de los reactores.

Para la realización de los lazos se mide el nivel del tanque con una sonda de radar guiado.

En el caso de los lazos L-R-201 y L-R-202, se manipula el caudal de líquido de entrada para regular el nivel dentro del tanque mientras que en los lazos L-R-401 y L-R-402 es el caudal de formiato de metilo el que se manipula.

Lazos P-R-201 y P-R-202:

El objetivo de estos lazos es controlar la presión en los reactores de carbonilación. Es importante mantener controlada la presión por motivos de seguridad y también porque a diferente presión, la cinética se vería afectada, cosa que podría alterar la conversión prevista en los reactores.

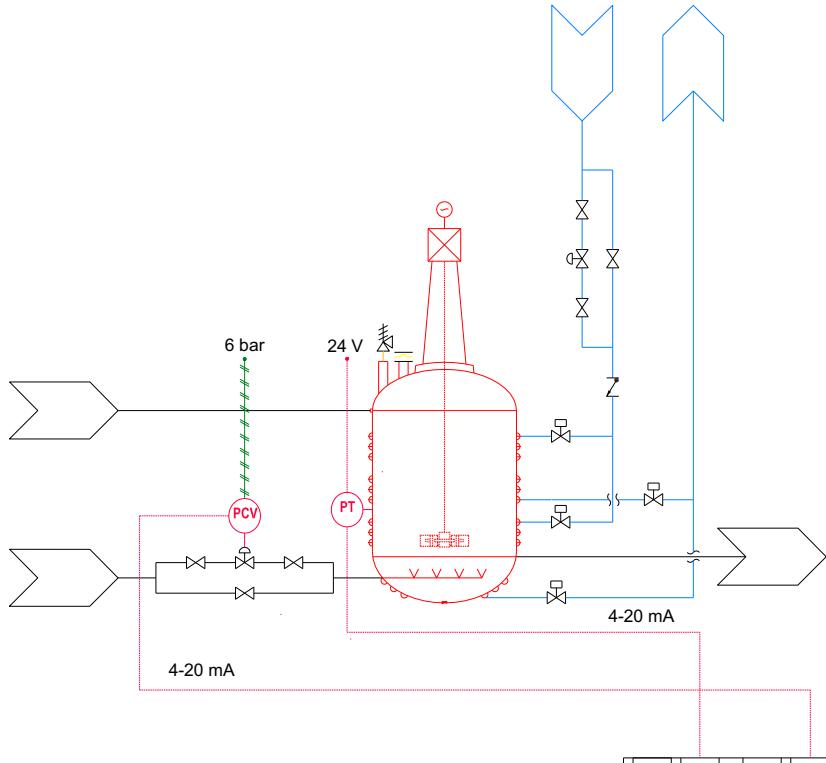
Para la realización de los lazos se mide la presión de los reactores y se manipula el caudal de entrada de gas (CO).

Lazos T-R-201, T-R-202, T-R-401, T-R-402:

El objetivo de estos lazos es controlar la temperatura en los reactores tanto de carbonilación como de hidrólisis. Es importante mantener controlada la temperatura por motivos de seguridad ya que, por ejemplo, en el caso de los reactores de carbonilación, la reacción es exotérmica y con un reactivo en fase gas, la presión podría aumentar de forma peligrosa. Por otro lado, la cinética se ve claramente afectada por los cambios de temperatura y, a nivel de producción, no interesa que haya ninguna desviación de los parámetros óptimos de operación.

Para la realización de estos lazos, se une una sonda de temperatura en los reactores mientras se manipula el caudal de fluido de servicio. En el caso de los reactores de carbonilación, ese fluido es refrigerante mientras que en el caso de los de hidrólisis es calefactor puesto que la reacción es endotérmica.

	Especificación de lazos de control	Lazos: L-R-201 L-R-202 L-R-401 L-R-402	Fecha: 20/06/2016
	Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR	
	Localidad: Igualada		
Campo		DI AI DO AO PROFIBUS	
Sala de control			

AFOR	Especificación de lazos de control	Lazos: P-R-201 P-R-202	Fecha: 20/06/2016
		Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR
	Localidad: Igualada		
Campo			
Sala de control	PROFIBUS		

	Especificación de lazos de control		Lazos: T-R-201 T-R-202 T-R-401 T-R-402	Fecha: 20/06/2016
	Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR		
	Localidad: Igualada			
Campo				
Sala de control				

Lazos F-R-401 y F-R-402:

En primer lugar, hace falta destacar que estos lazos son realmente el mismo lazo, pero por el sistema de nomenclatura utilizado ha sido necesario indicarlo de esta forma.

El objetivo de este lazo es mantener la relación de caudal de entrada de formiato de metilo y de agua a los reactores de hidrólisis. En este caso, el agua necesario para la reacción de hidrólisis es de cinco veces el caudal de formiato de metilo. Esta relación es muy importante que no sea menor de cinco porque el agua juega un papel muy importante puesto que es reactivo y catalizador al mismo tiempo. Una disminución de esta relación disminuiría la conversión, que en condiciones óptimas ya no es muy elevada y sería muy problemático obtener ácido fórmico más diluido de lo esperado. Por otro lado, si la relación fuese superior a cinco, la conversión no se vería afectada de forma significativa pero habría una cantidad de agua superior, la que diluiría el producto de interés, el ácido fórmico generando el mismo problema anteriormente descrito.

Para la realización de este lazo, se miden los caudales de formiato de metilo y agua manipulando únicamente de caudal de agua puesto que el de formiato de metilo viene dado por la generación del mismo en los reactores de carbonilación y en las recirculaciones.

	Especificación de lazos de control		Lazos: F-R-401 F-R-402	Fecha: 20/06/2016
	Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR		
	Localidad: Igualada			
Campo				
Sala de control	Ethernet			

3.3.2.2 Lazos de control de mezcladores

Lazos L-M-201, L-M-401, L-M-403 y L-M-601:

Estos lazos se realizan, en primer lugar, por seguridad. Se garantiza el no exceso de llenado y los riesgos asociados a ello y por otro lado evita que se vacíen los mezcladores, cosa que podría dañar las posteriores bombas. En segundo lugar, se garantiza una buena homogeneización de los corrientes entrantes dándoles un tiempo de residencia suficiente.

Para la realización de este lazo se mide el nivel de los mezcladores y se maniylan los corrientes de entrada que no sean recirculaciones puesto que esos corrientes ya estan afectados por una válvula de control, la válvula de control de los tanques pulmón de los reflujoes de las columnas de las cuales provienen.

Lazo P-M-202:

Este lazo se realiza por seguridad mientras se juntan dos corrientes manteniendo la presión a las que deben trabajar los siguientes equipos.

Para la realización de este lazo se mide la presión del mezclador y se maniula el corriente de entrada de CO fresco puesto que el otro, la recirculación ya está manipulada por otro lazo, el lazo de control de presión del separador de fases, el P-F-301

	Especificación de lazos de control	Lazos: L-M-201 L-M-401 L-M-403 L-M-601	Fecha: 20/06/2016
	Planta: Ácido fórmico Localidad: Igualada	Preparado por: AFOR	
Campo			
Sala de control		PROFIBUS 	

	Especificación de lazos de control		Lazos: P-M-202	Fecha: 20/06/2016		
	Planta: Ácido fórmico		Preparado por: AFOR			
	Localidad: Igualada					
Campo						
Sala de control						

3.3.2.3 Lazos de control de columnas

Lazos T-C-301, T-C-601, T-C-602, T-C-603 y T-C-604:

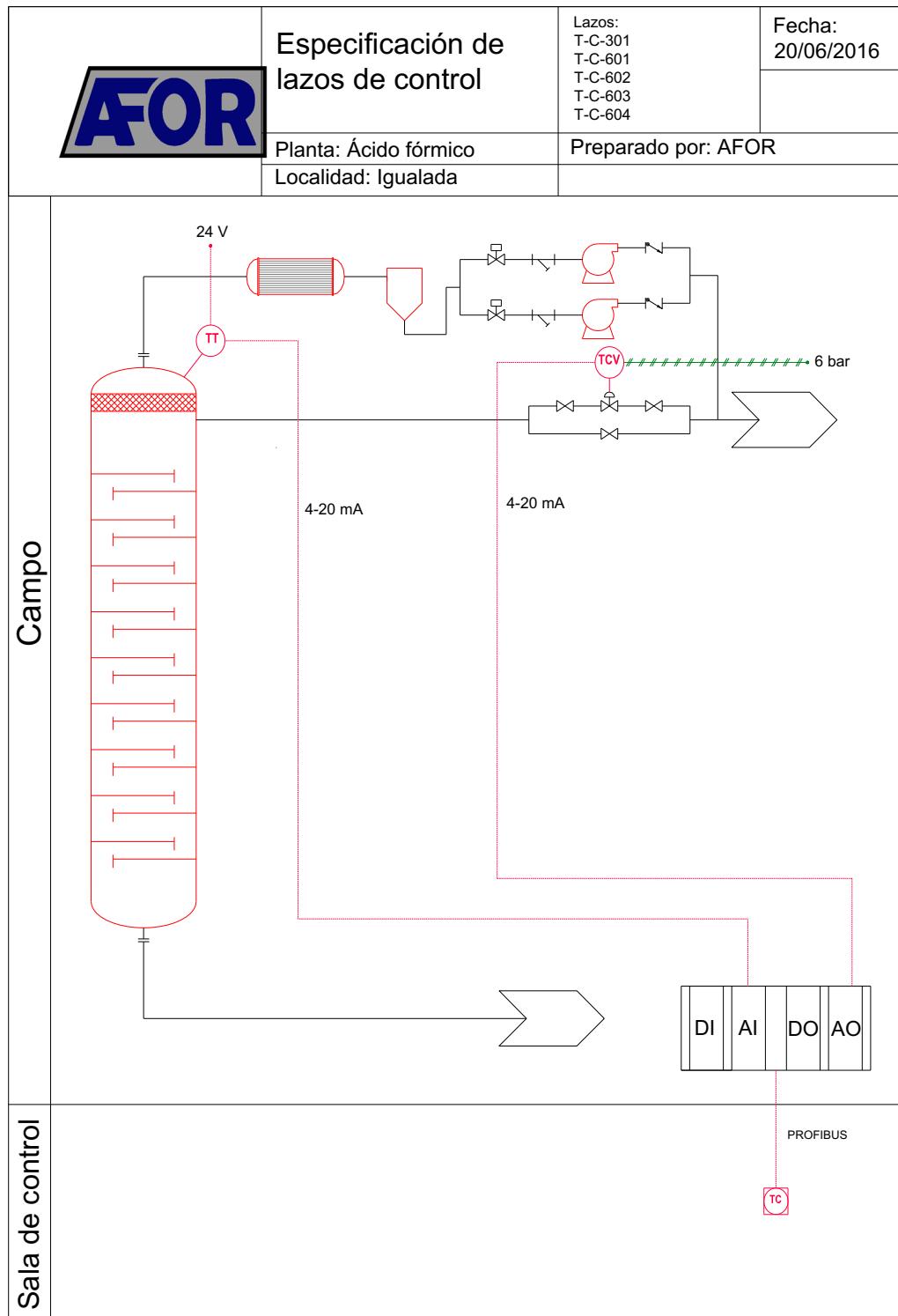
Estos lazos se realizan como garantía de que se obtiene la composición deseada en el destilado puesto que la temperatura y la composición, en este caso, están claramente relacionadas.

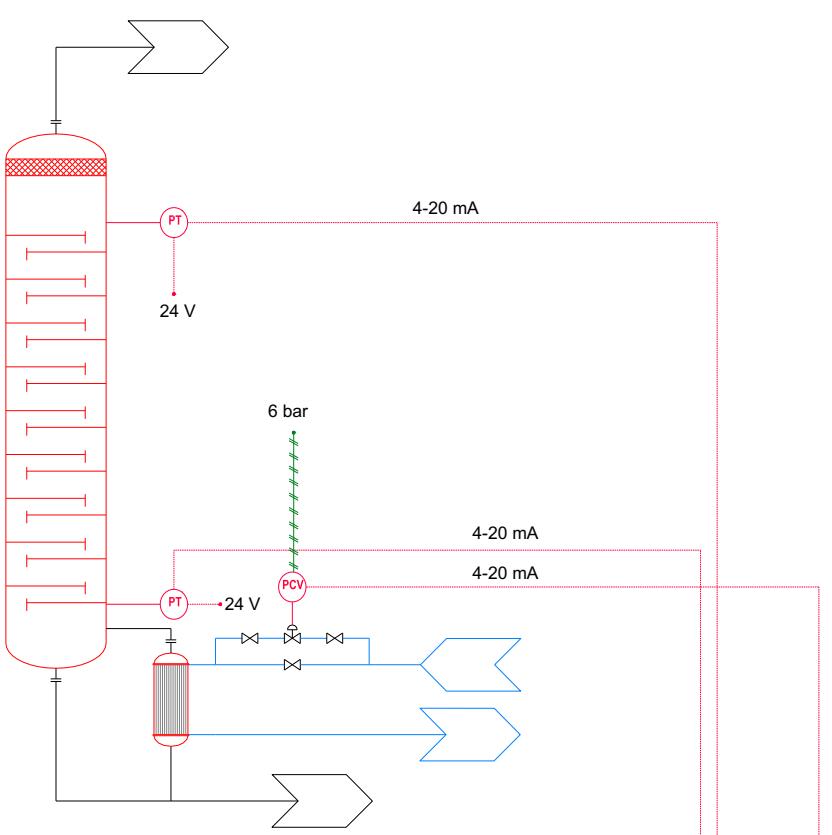
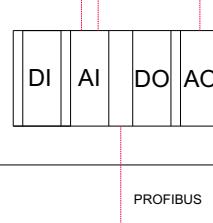
Como el reflujo influye en la composición del destilado, se mide la temperatura a la cabeza de la columna, que nos indica de manera casi directa la composición en ese punto, y manipulando el reflujo se obtiene de manera precisa la composición de destilado deseada. Éste es el motivo por el cual no hay un control en continuo de la composición del producto final. La temperatura de cabezas de la columna C-604 indica si llegamos al 90% requerido.

Lazos P-C-301, P-C-601, P-C-602, P-C-603 y P-C-604:

Estos lazos son vitales para el correcto funcionamiento de las columnas, que son parte fundamental de cualquier industria química. Sirven para evitar inundaciones en las columnas ejerciendo control sobre el caudal de vapor que circula por la columna, manteniendo una buena relación entre el caudal de líquido y vapor.

Para la realización estos lazos mide la presión en dos puntos de las columnas, en cabeza y colas, de este modo se sabe la diferencia de presión, que es el parámetro clave para estos lazos. Se manipula el caudal de vapor que llega a los termosifones verticales y evaporan el líquido de colas, así se altera la cantidad de vapor que sube por la columna.



	Especificación de lazos de control	Lazos: P-C-301 P-C-601 P-C-602 P-C-603 P-C-604	Fecha: 20/06/2016
		Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR
	Localidad: Igualada		
Campo			
Sala de control	PROFIBUS 		

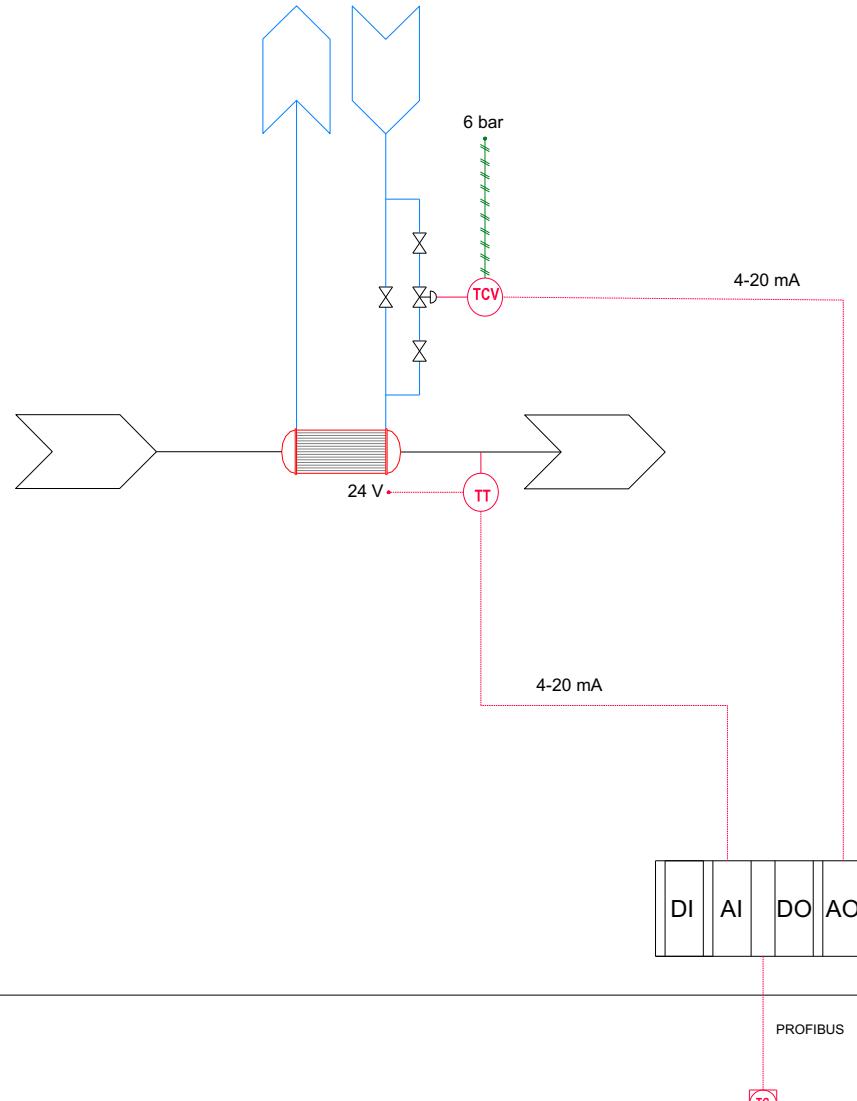
3.3.2.4 Lazos de control de condensadores e intercambiadores

Lazos T-I-201, T-I-202, T-I-301, T-I-401, T-I-402, T-I-609, T-I-610 y T-I-611:

Estos lazos corresponden a intercambiadores. Se realizan para poner los corrientes necesarios a las condiciones de temperatura que requieren los equipos siguientes respectivamente.

Lazos T-I-302, T-I-601, T-I-603, T-I-605, T-I-607

Estos lazos corresponden a condensadores de la parte superior de las columnas. Es muy importante la precisión de estos lazos porque afectan directamente a la eficiencia de las columnas. Son los encargados de asegurar que el vapor que sale por cabezas de una columna se condensa sin subenfriar el corriente puesto que en tal caso, los platos superiores de la columna tendrían menos transferencia de materia de la fase líquida a la fase vapor, por lo que bajaría la composición, en otras palabras, la temperatura de cabezas. En tal caso, los lazos de control T-C-301, T-C-601, T-C-602, T-C-603 y T-C-604 detectarían una temperatura diferente y aumentarían el reflujo de las respectivas columnas para contrarrestar esa pérdida de composición, lo que representa menor cantidad de destilado.

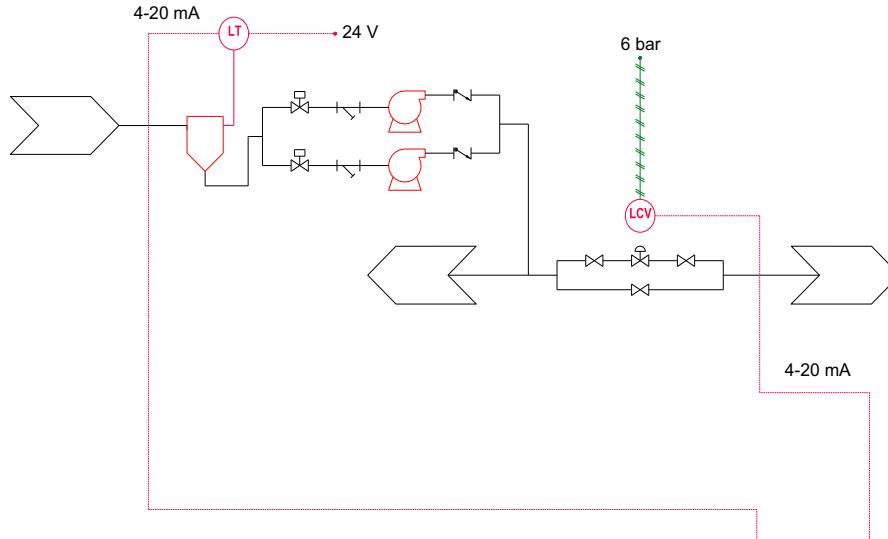
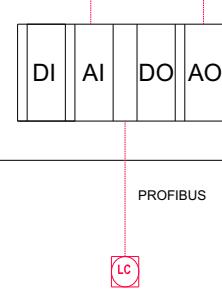
AFOR	Especificación de lazos de control		Lazos: T-I-201 T-I-202 T-I-301 T-I-302 T-I-401 T-I-402 T-I-601 T-I-603 T-I-605 T-I-607 T-I-609 T-I-610 T-I-611	Fecha: 20/06/2016					
	Planta: Ácido fórmico		Preparado por: AFOR						
Localidad: Igualada									
									
Campo									
Sala de control									

3.3.2.5 Lazos de control de tanques pulmón

Lazos L-T-301, L-T-601, L-T-602, L-T-603, L-T-604:

Estos lazos corresponden a los tanques pulmón de reflujo de las columnas C-301, C-601, C-602, C-603 y C-604 respectivamente.

Como el caudal de reflujo se puede ver manipulado por otros lazos, estos lazos garantizan un nivel mínimo en el tanque de modo que siempre haya reflujo disponible en caso de que se haya aumentado por cualquier anomalía. Si fuese el caso contrario y el reflujo disminuyera, un aumento de caudal por parte de las válvulas de control respectivas evitaría un sobrelleñado de los tanques.

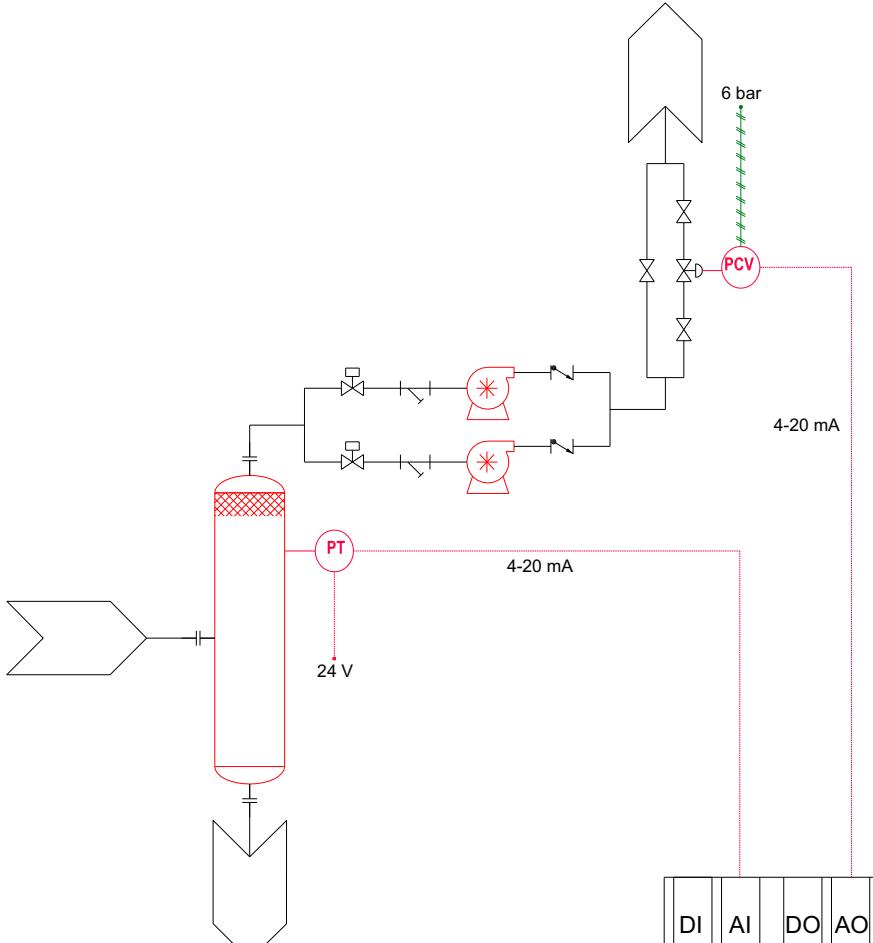
	Especificación de lazos de control	Lazos: L-T-301 L-T-601 L-T-602 L-T-603 L-T-604	Fecha: 20/06/2016
		Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR
Localidad: Igualada			
Campo			
Sala de control			

3.3.2.6 Lazos de control del separador de fases

Lazos P-F-301:

Este lazo se realiza por seguridad. Se evita una sobrepresión que podría ser peligrosa para el equipo manteniendo una presión adecuada para la separación del CO de los otros componentes.

Para la realización de este lazo de mide la presión del separador y se manipula el corriente de salida de CO.

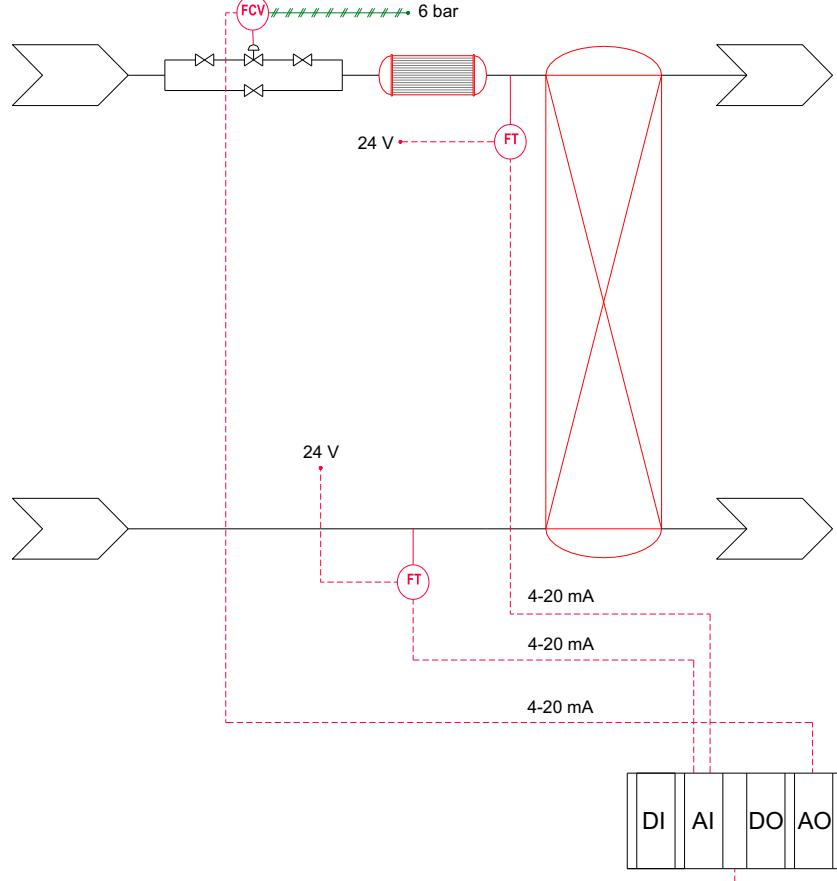
AFOR	Especificación de lazos de control	Lazos: P-F-301	Fecha: 20/06/2016
	Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR	
Localidad: Igualada			
Campo			
Sala de control			

3.3.2.7 Lazos de control de la columna de extracción

Lazos F-E-601:

El objetivo de este lazo es mantener la relación entre el caudal de entrada de ácido fórmico poco concentrado y DMF, que actúa de agente extractante. Es importante mantener fija la relación de caudales de entrada para obtener la separación prevista. Los problemas que podrían aparecer si esa relación de caudales cambiara son del mismo tipo que en caso del lazo F-R-401 y F-R-402. Una menor cantidad de DMF no separaría el ácido fórmico del agua en la medida que se requiere mientras que un exceso de DMF significaría obtener un ácido fórmico muy diluido en DMF.

Para la realización de este lazo, se miden los caudales de entrada manipulando únicamente de caudal de DMF puesto que no interesa reducir el de ácido fórmico puesto que el propósito de la planta es conseguir la mayor cantidad de el mismo.

	Especificación de lazos de control	Lazos: F-E-601	Fecha: 20/06/2016	
		Planta: Ácido fórmico	Preparado por: AFOR	
	Localidad: Igualada			
Campo				
Sala de control				PROFIBUS
				FC

3.4 Arquitectura de control y señales

La arquitectura es la disposición de los elementos para la realización de los lazos de control y la estructura de la red de señales de toda la planta.

Esta planta opera con un sistema de control centralizado, de modo que en cada zona de la planta se dispone de una unidad remota de entradas/salidas donde, con una serie de tarjetas, se obtiene la capacidad para la adquisición de datos y el envío de los mismos a los dispositivos automáticos de la planta.

Estas unidades remotas a su vez están conectadas con la SCADA de la sala de control a través de un cable PROFIBUS.

Esto proporciona a la sala de control toda la información necesaria para el normal funcionamiento de la planta. No solamente las lecturas de los sensores a tiempo real, sino además todas las alarmas configuradas cuando una variable se desvía demasiado de su *set-point* y el estado de bombas y válvulas.

3.4.1 Resumen de señales

A continuación se presentan todas las señales de la planta, los elementos que las generan y las reciben, en las diferentes zonas de modo que se pueda visualizar de manera fácil las tarjetas de entradas o salidas requeridas para cada unidad remota de cada zona.

RESUMEN DE SEÑALES				HOJA 1 DE 8	
				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 100					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT					
PT	11			11	
LT					
FT					
XV	22	44	22		
CV					
PI	4			4	
LS	22	44			
A	44		44		
Total		88	66	15	0

RESUMEN DE SEÑALES				HOJA 2 DE 8	
RESUMEN DE SEÑALES				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 200					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT	4			4	
PT	5			5	
LT	3			3	
FT					
XV					
CV	10	20			10
PI	4			4	
LS					
A	4		4		
Total		20	4	16	10

RESUMEN DE SEÑALES				HOJA 3 DE 8	
RESUMEN DE SEÑALES				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 300					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT	3			3	
PT	3			3	
LT	1			1	
FT					
XV					
CV	7	14			7
PI	6			6	
LS					
A	2		2		
Total		14	2	13	7

RESUMEN DE SEÑALES LES		RESU MEN DE SEÑA		HOJA 4 DE 8 IGUALADA 15/06/2016		
Zona 400						
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO	
TT	4			4		
PT	2			2		
LT	4			4		
FT	2			2		
XV						
CV	10	20			10	
PI	6			6		
LS						
A	4		4			
Total		20	4	18	10	

RESUMEN DE SEÑALES LES		RESU MEN DE SEÑA		HOJA 5 DE 8 IGUALADA 15/06/2016		
Zona 500						
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO	
TT						
PT	4			4		
LT						
FT						
XV	8	16	8			
CV						
PI	2			2		
LS	8	16				
A	16		16			
Total		32	24	6	0	

RESUMEN DE SEÑALES		AFOR		HOJA 6 DE 8	
RESUMEN DE SEÑALES				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 600					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT	11			11	
PT	4			4	
LT	5			5	
FT	2			2	
XV					
CV	21	42			21
PI	22			22	
LS					
A					
Total		42	0	44	21

RESUMEN DE SEÑALES		AFOR		HOJA 7 DE 8	
				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 700					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT					
PT					
LT					
FT					
XV	8	16	8		
CV					
PI	4			4	
LS	8	16			
A	16		16		
Total		32	24	4	0

RESUMEN DE SEÑALES		AFOR		HOJA 8 DE 8	
RESUMEN DE SEÑALES				IGUALADA	
				15/06/2016	
Zona 700					
Instrumento	Nº	DI	DO	AI	AO
TT	22			22	
PT	29			29	
LT	13			13	
FT	4			4	
XV	38	76	38		
CV	48	96			48
PI	48			48	
LS	38	76			
A	86		86		
Total		248	124	116	48

3.4.2 Disposición de tarjetas de adquisición de datos

En las siguientes tablas se indica el número de tarjetas de adquisición de datos necesarias para satisfacer la demanda de señales de cada zona.

DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS		HOJA 1 DE 7			
		IGUALADA			
		15/06/2016			
		Zona 100			
Tarjeta					
Digital SM 1221	16 DI	88	6		
Digital SM 1221	16 DO	66	5		
Analog SM 1231	8 AI	15	2		
Analog SM 1231	4 AO	0	0		
DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS					
HOJA 2 DE 7					
IGUALADA					
15/06/2016					
		Zona 200			
		Tarjeta			
Digital SM 1221	16 DI	20	2		
Digital SM 1221	16 DO	4	1		
Analog SM 1231	8 AI	16	2		
Analog SM 1231	4 AO	10	3		
DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS					
HOJA 3 DE 7					
IGUALADA					
15/06/2016					
		Zona 300			
		Tarjeta			
Digital SM 1221	16 DI	14	1		
Digital SM 1221	16 DO	2	1		
Analog SM 1231	8 AI	14	2		
Analog SM 1231	4 AO	7	2		

DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS DISPOSICIÓN DE DATOS		HOJA 4 DE 7 IGUALADA 15/06/2016
--	---	---------------------------------------

Zona 400			
Tarjeta	Capacidad	Señales	Nº
Digital SM 1221	16 DI	20	2
Digital SM 1221	16 DO	4	1
Analog SM 1231	8 AI	14	2
Analog SM 1231	4 AO	7	2

DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS DISPOSICIÓN DE T		HOJA 5 DE 7 IGUALADA 15/06/2016
--	---	---------------------------------------

Zona 500			
Tarjeta	Capacidad	Señales	Nº
Digital SM 1221	16 DI	32	2
Digital SM 1221	16 DO	24	2
Analog SM 1231	8 AI	6	1
Analog SM 1231	4 AO	0	0

DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS DISPOSICIÓN DE DATOS		HOJA 6 DE 7 IGUALADA 15/06/2016
--	---	---------------------------------------

Zona 600			
Tarjeta	Capacidad	Señales	Nº
Digital SM 1221	16 DI	42	3
Digital SM 1221	16 DO	0	0
Analog SM 1231	8 AI	48	6
Analog SM 1231	4 AO	21	6

DISPOSICIÓN DE TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS		HOJA 7 DE 7	
		IGUALADA	
		15/06/2016	
Zona 700			
Tarjeta	Capacidad	Señales	Nº
Digital SM 1221	16 DI	32	2
Digital SM 1221	16 DO	24	2
Analog SM 1231	8 AI	4	1
Analog SM 1231	4 AO	0	0