

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

ESCOLA D'ENGINYERIA



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CFC-13

PROYECTO FINAL DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

TUTOR: JOSEP HUIX VIDAL



EDUARD CACHÀ

IRENE DEL POZO

ELENA ILZARBE

SARA ORTEGO

POLINA TSVETKOVA

CERDANYOLA DEL VALLÈS, JUNIO 2015

CAPÍTULO 3. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CFC-13



CAPÍTULO 3. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

3.1. SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA.....	3-3
3.1.1. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL SISTEMA DE CONTROL	3-6
3.1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL	3-7
3.1.2.1. Tarjeta de adquisición de datos	3-18
3.1.3. NOMENCLATURA.....	3-21
3.1.3.1. NOMENCLATURA DE LOS LAZOS DE CONTROL	3-21
3.1.3.2. NOMENCLATURA DE LA INSTRUMENTACIÓN	3-22
3.2. INSTRUMENTACIÓN	3-23
3.2.1. ELEMENTOS PRIMARIOS Y DE TRANSMISIÓN	3-23
3.2.1.1. Medida y/o transmisión de nivel.....	3-23
3.2.1.2. Medida y/o transmisión de temperatura	3-23
3.2.1.3. Medida y/o transmisión de presión.....	3-24
3.2.1.4. Medida y/o transmisión de caudal	3-25
3.2.1.5. Medida y/o transmisión de concentración.....	3-25
3.2.1.6. Medida y/o transmisión de pH	3-26
3.2.1.7. Medida y/o transmisión de conductividad.....	3-26
3.2.2. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....	3-26
3.2.3. FICHAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS PRIMARIOS Y FINALES DE CONTROL.....	3-27
3.3. LISTADO DE INSTRUMENTOS Y CONTROL.....	3-38
3.3.1. ÁREA 100	3-38
3.3.2. ÁREA 200	3-42
3.3.3. ÁREA 300	3-57
3.3.4. ÁREA 400	3-60
3.3.5. ÁREA 500	3-63
3.3.6. ÁREA 600	3-65
3.3.7. ÁREA 800	3-69
3.4. DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMAS DE LOS LAZOS DE CONTROL	3-73
3.4.1. ÁREA 100	3-73
3.4.1.1. Tanques de almacenamiento de HF	3-73
3.4.2. ÁREA 200	3-79
3.4.2.1. Depósitos pulmón.....	3-79
3.4.2.2. Mezclador estático	3-95
3.4.2.3. Intercambiadores.....	3-97

3.4.2.4. Reactores para la primera y segunda fluoración.....	3-104
3.4.2.5. Columnas de rectificación.....	3-114
3.4.2.6. Reactor para la tercera fluoración.....	3-127
3.4.2.7. Separador de fases	3-129
3.4.3. ÁREA 300	3-131
3.4.3.1. Depósitos pulmón.....	3-131
3.4.3.2. Intercambiador	3-138
3.4.3.3. Columna de rectificación	3-142
3.4.4. ÁREA 400	3-152
3.4.5. ÁREA 500	3-169
3.4.5.1. Tanque de almacenamiento de HCl anhidro	3-169
3.4.6. ÁREA 600	3-174
3.4.7. ÁREA 800	3-175
3.4.7.1. Separador de fases	3-175
3.4.7.2. Depósitos pulmón.....	3-178
3.4.7.3. Depurador de gases	3-183
3.4.8. MANÓMETROS LOCALES.....	3-190

3. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

3.1. SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA

La implementación de un sistema automático de control es imprescindible en la operación de una planta química, ya que garantiza la calidad y cantidad de los productos finales, la seguridad y la economía de ésta. Por lo tanto, es necesario que desde el momento en que la planta empieza a estar en funcionamiento, es decir, desde su puesta en marcha, hasta el momento de la parada anual por mantenimiento y limpieza de los equipos, teniendo en cuenta la misma operación o por paradas imprevistas; la planta disponga de un sistema de control que permita la corrección de posibles perturbaciones (variaciones inevitables) que puedan llegar a afectar las condiciones de operación normales del sistema. Cabe mencionar, también, que es necesaria una buena estructura del control para las diferentes operaciones unitarias del proceso, porque si no la optimización en el diseño, la eficacia y el rendimiento quedan reducidos y minimizados.

Los principales objetivos del sistema de control son prevenir accidentes y daños estructurales, garantizando así la seguridad en la planta; lograr la estabilidad de ésta, evitando oscilaciones grandes y de larga duración, ya que éstas pueden ocasionar situaciones de peligro innecesarias; y asegurarse de que los niveles de deterioro de los equipos y sus rendimientos se encuentren dentro de lo previsto para no superar las restricciones de operación.

A continuación, se describirán y caracterizarán los elementos primarios y finales de control empleados, junto a la descripción de las diferentes estrategias llevadas a cabo para las diferentes zonas y los diferentes momentos en los que se encuentra la planta de producción.

Primeramente, es necesario conocer unos conceptos básicos de control, para así poder comprender correctamente el funcionamiento y la aplicación de los sistemas de control:

- Variable controlada: es aquella variable del proceso que se quiere mantener constante en un valor concreto.
- Punto de consigna: es el valor en el cual se quiere mantener la variable controlada.

- Perturbación: es la variable externa que altera al sistema y modifica la variable controlada.
- Variable manipulada: es la variable del proceso que se modificada para corregir la desviación provocada por la perturbación.
- Error (offset): diferencia entre la variable controlada y el punto de consigna.

Entendidos estos conceptos básicos, se estudian los diferentes tipos de control utilizados en la planta diseñada:

Todos los sistemas de control instalados son de lazo cerrado, es decir, que el sistema se rige tanto por la entrada como por la salida. Por lo tanto, el sistema es más flexible y capaz de reaccionar si no se obtiene el punto de consigna deseado.

- Control por retroalimentación: También llamado Feedback. Este tipo de control se basa en medir la diferencia entre la variable controlada y el punto de consigna, para poder minimizarla.

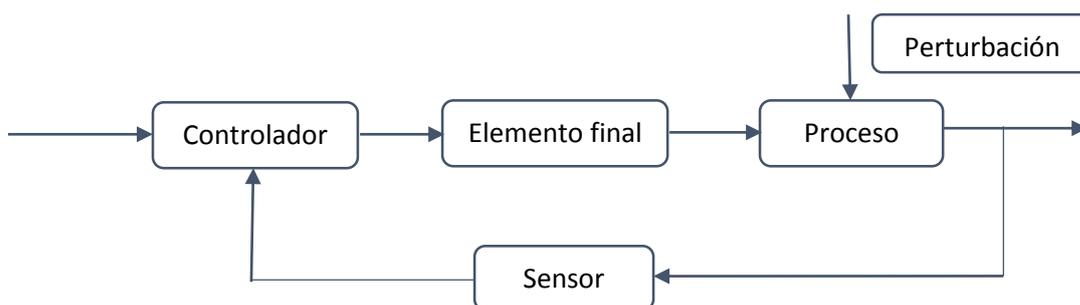


Figura 3-1 Esquema de control Feedback.

- Control Feedforward: Este control consiste en la medición de la perturbación antes de entrar en el sistema para así intentar regular cualquier fluctuación antes de que afecte al sistema, es decir, definir una acción correctiva antes de que la perturbación llegue al proceso y genere una señal de error en la variable de salida.

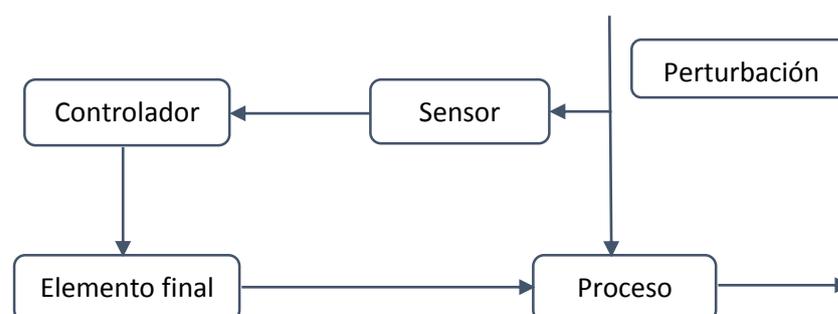


Figura 3-2 Esquema de control Feedforward.

- Control Split-Range: También denominado de rango partido, se basa en el control de un parámetro y en la regulación de éste por medio de dos o más variables, por tanto, dicho bloque de control consiste en mantener una relación fija entre la salida del controlador y el controlador defina una relación fija entre la salida del controlador y cada entrada de proceso, tal y como se ilustra a continuación en la Figura 3-3.

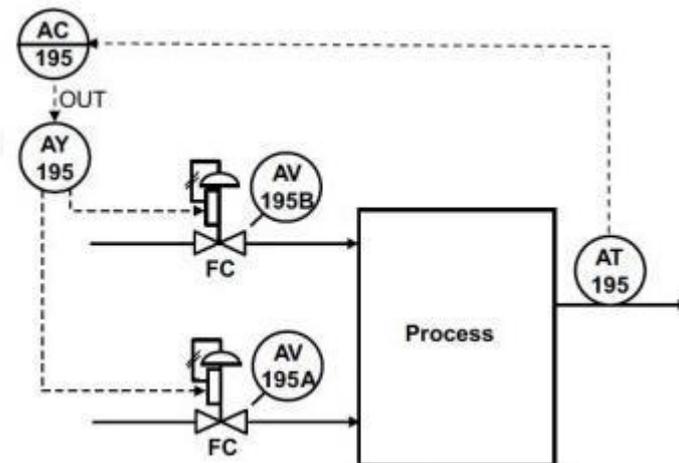


Figura 3-3 Esquema de control Split-Range.

- Control en cascada: Este tipo de control involucra varios controles, es decir, controles que estén dentro de otros controles, tal y como se puede ver en la siguiente figura. La estructura de dicho control tiene dos lazos, uno primario, el cual fija el set point principal y uno secundario, que varía su consigna para actuar sobre el proceso y cumplir en todo momento el set point principal.

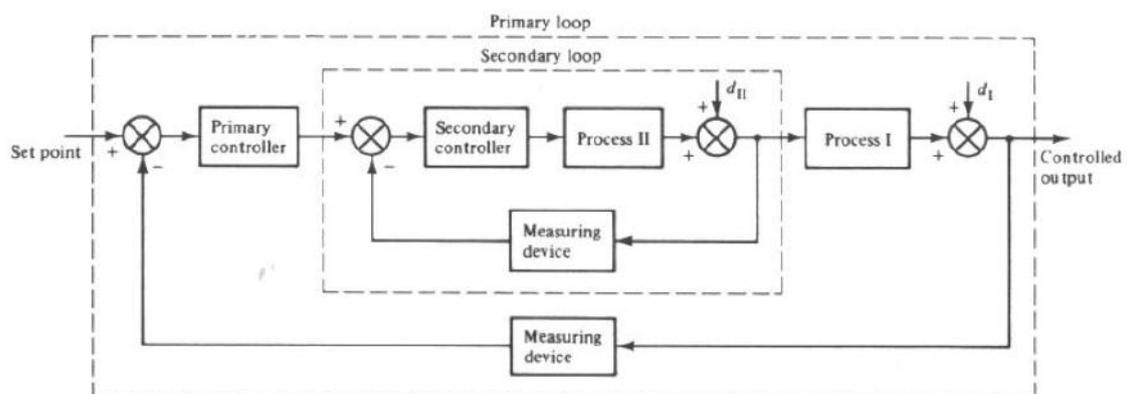


Figura 3-4 Esquema de control en cascada.

- Control todo o nada: También llamado On/Off. Este control es análogo al control Feedback, pero con la particularidad de que este solo actúa cuando la variable controlada llega a un valor determinado, ya que solo tiene dos posiciones. Una posición es cuando el controlador se encuentra en off y por tanto la válvula estará completamente cerrada, y la otra, cuando la válvula está completamente abierta, es decir, cuando el controlador marca on.

Los instrumentos básicos que forman los lazos de control explicados son:

- Sensor: Instrumento que mide las variables físicas o químicas del sistema.
- Transmisor o transductor: Instrumento que es capaz de pasar el lenguaje de la variable física a un lenguaje digital o analógico.
- Controlador: Instrumento que recibe la señal de la variable medida y calcula la acción de control.
- Elemento final: Instrumento que actúa sobre la variable manipulada.

3.1.1. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control escogido en esta planta de producción de CFC-13, consiste en un sistema de control distribuido, a partir de ahora designado DCS (Distributed Control System, en inglés), el cual, tiene una estructura jerarquizada piramidal. El DCS está dedicado exclusivamente al control de procesos de fabricación y además, está configurado con una redundancia en los controladores, es decir, que si un controlador se avería se pueden transferir todas sus tareas a otra unidad de control; hecho que hace aumentar la fiabilidad de la planta y que esta sea más segura, ya que evita que el proceso se vuelva inestable debido a una falta de control.

Para conseguir dicha estructura, es necesario que los elementos de cada unidad sean capaces de comunicarse con el resto de unidades de la zona, por tanto, es necesario que las áreas o grupos funcionales tengan un grado de independencia entre ellos, provocando que cada una de las zonas controladas en que se divide la planta esté provista de una estación remota de control formada por un conjunto de PLCs o bloques de controladores, *Programmable Logic Controller*, estableciendo así relaciones entre los elementos de los lazos de control correspondientes a dicha zona. Los grupos de PLCs se comunican con el nivel superior de control, es decir, donde se realizan las tareas de control, monitorización y gestión.

Para el mejor conocimiento del control realizado y poder visualizar cualquier parámetro de la operación e incluso modificar alguno de estos, se utiliza el software SCADA, *Supervisory Control and Adquisition Data*.

Éste software permite al usuario monitorizar las variables de proceso enviadas por los sensores y las acciones que desarrollan los PLCs. Debido a que el PLC no lleva incorporada una pantalla de visualización, es imprescindible la instalación de este sistema para monitorizar el funcionamiento de los PLCs así como cambiar la configuración de estos programas.

Por lo tanto, para implementar los sistemas de control primero es necesario analizar el proceso, así como analizar los puntos críticos de éste fijando a la vez los objetivos de control.

Seguidamente se decidirán las variables a controlar y a manipular, de las cuales depende la calidad del control. Una vez definida toda la configuración, se especifican los instrumentos de motorización y control. Y finalmente se diseñaran los lazos de control de los equipos.

3.1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para poder dimensionar las diferentes estaciones de control que se necesitarán en la planta es necesario realizar un recuento de las señales de entrada y salida.

Las señales tanto de entrada, que corresponden a las señales que van del instrumento al sistema de control, como de salida, siendo estas las de sentido inverso, pueden ser analógicas o digitales; cuya diferencia corresponde a que las analógicas tienen una variación decimal dentro de un rango de valores determinados y que las digitales solo pueden tener los valores 0 ó 1, ya que son señales binarias.

Por lo tanto, para realizar el correspondiente recuento se han tenido en cuenta ciertos criterios con los siguientes elementos de los lazos de control:

- Sensor: Cada elemento representa una entrada analógica.
- Alarmas: Consisten en una salida digital.
- Válvulas de regulación: Cada una tiene una entrada digital que consiste en un final de carrera que determina cuando la válvula está cerrada completamente; y una salida analógica.

- Válvulas de todo o nada: Tienen dos entradas digitales al sistema de control, además de una salida digital, con las actuaciones de cerrar o abrir la válvula.

A continuación, se adjuntan las tablas con el recuento de señales hecho por áreas, así como un recuento global.

Tabla 3-1. Recuento de señales área 100.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA	
100	T-101	P-T101-101	PE-101			1		
			PCV-101A	1			1	
			PCV-101B	1			1	
			LAHH-107	2	1		2	
	T-102	P-T102-102	PE-102			1		
			PCV-102A	1			1	
			PCV-102B	1			1	
			LAHH-109	2	1		2	
	T-103	P-T103-103	PE-103			1		
			PCV-103A	1			1	
			PCV-103B	1			1	
			LAHH-111	2	1		2	
	T-104	P-T104-104	PE-104			1		
			PCV-104A	1			1	
			PCV-104B	1			1	
			LAHH-113	2	1		2	
	T-105			LAHH-119	2	1		2
	T-106			LAHH-122	2	1		2
	T-107			LAHH-125	2	1		2
T-108			LAHH-128	2	1		2	
T-109			LAHH-134	2	1		2	
TOTAL SEÑALES				18	8	14	4	

Tabla 3-2 Recuento de señales área 200.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
200	T-201	L-T201-201	LE-201			1	
			LCV-201A	1			1
			LCV-201B	1			1
			LAH-201				1
			LAL-201				1
			LAHH-298	4	1		3

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
200	T-201	P-T201-202	PE-202		1		
			PCV-202A	1		1	
			PCV-202B	1		1	
	M-201	F-M201-203	FE-203		1		
			FCV-203	1		1	
		F-M201-204	FE-204		1		
			FCV-204	1		1	
	E-201	T-E201-205	TE-205		1		
			TCV-205	1		1	
	R-201	F-R201-206	FE-206		1		
			FCV-206	1		1	
		T-R201-207	TE-207		1		
			TCV-207	1		1	
		P-R201-208	PE-208		1		
			PCV-208	1		1	
			PAH-208			1	
			PAL-208			1	
		L-R201-209	LE-209		1		
			LCV-209	1		1	
			LAH-209			1	
			LAL-209			1	
	F-R201-210	FE-210		1			
		FCV-210	1		1		
	R-202	F-R202-211	FE-211		1		
			FCV-211	1		1	
		T-R202-212	TE-212		1		
			TCV-212	1		1	
		P-R202-213	PE-213		1		
			PCV-213	1		1	
			PAH-213			1	
PAL-213					1		
L-R202-214		LE-214		1			
		LCV-214	1		1		
		LAH-214			1		
		LAL-214			1		
F-R202-215		FE-2115		1			
		FCV-215	1		1		

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
200	R-203	F-R203-216	FE-216		1		
			FCV-216	1		1	
		T-R203-217	TE-217		1		
			TCV-217	1		1	
		P-R203-218	PE-218		1		
			PCV-218	1		1	
	PAH-218				1		
	L-R203-219	PAL-218			1		
		LE-219		1			
		LCV-219	1		1		
	F-R203-220	LAH-219			1		
		LAL-219			1		
		FE-220		1			
	E-202	T-E202-221	FCV-220	1		1	
			TE-221		1		
	T-210	L-T210-289	TCV-221	1		1	
			LE-289		1		
		P-T210-295	LCV-289	1		1	
			PE-295		1		
			PCV-295A	1		1	
			PCV-295B	1		1	
	T-202	L-T202-222	LE-222		1		
			LCV-222	1		1	
			LAH-222			1	
			LAL-222			1	
			LAHH-262	4	1	3	
		LALL-262		1	1		
	P-T202-223	PE-223		1			
		PCV-223A	1		1		
		PCV-223B	1		1		
	T-203	L-T203-224	LE-224		1		
			LCV-224	1		1	
			LAH-224			1	
LAL-224					1		
LAHH-263			4	1	3		
LALL-263			1	1			
P-T203-225	PE-225		1				
	PCV-225A	1		1			
	PCV-225B	1		1			
E-203	T-E203-226	TE-226		1			
		TCV-226	1		1		

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA	
200	F-C201-227		FE-227		1			
			FCV-227	1		1		
	P-C201-228		PE-228		1			
			PCV-228	1		1		
	F-C201-229		FE-229		1			
			FCV-229	1		1		
	C-201	T-C201-230		TE-230A		1		
				TE-230B		1		
				TE-230C		1		
					TCV-230	1		1
					TAH-230			1
					TAL-230			1
					LE-231		1	
	L-C201-231		LCV-231	1			1	
			LAH-231			1		
			LAL-231			1		
	T-204	L-T204-232		LE-232		1		
				LCV-232	1		1	
		P-T204-233		PE-233		1		
				PCV-233A	1		1	
				PCV-233B	1		1	
	E-205	L-E205-290		LE-290		1		
				LCV-290	1		1	
	T-205	L-T205-234		LE-234		1		
				LCV-234	1		1	
				LAH-234			1	
				LAL-234			1	
					LAHH-268	4	1	3
				LALL-268		1	1	
P-T205-235			PE-235		1			
			PCV-235A	1		1		
	PCV-235B		1		1			
E-206	T-E205-236		TE-236		1			
			TCV-236	1		1		

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA	
200	F-C202-237		FE-237		1			
			FCV-237	1		1		
	P-C202-238		PE-238		1			
			PCV-238	1		1		
	F-C202-239		FE-239		1			
			FCV-239	1		1		
	C-202	T-C202-240		TE-240A		1		
				TE-240B		1		
				TE-240C		1		
				TCV-240	1		1	
				TAH-240			1	
				TAL-240			1	
	L-C202-241			LE-241		1		
				LCV-241	1		1	
				LAH-241			1	
				LAL-241			1	
	T-206	L-T206-242		LE-242		1		
				LCV-242	1		1	
		P-T206-243			PE-243		1	
					PCV-243A	1		1
				PCV-243B	1		1	
	E-208	L-E208-291		LE-291		1		
				LCV-291	1		1	
	T-207	L-T207-244		LE-244		1		
				LCV-244	1		1	
				LAH-244			1	
				LAL-244			1	
				LAHH-275	4	1	3	
		LALL-275		1	1			
		P-T207-245			PE-245		1	
	PCV-245A				1		1	
	PCV-245B				1		1	
E-209	L-E209-246		LE-246		2			
			LCV-246	1		1		
E-210	T-E210-247		TE-247		1			
			TCV-247	1		1		
R-204	T-R204-248		TE-248		1			
			TCV-248	1		1		

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
200	F-201	L-F201-259	LE-259		1		
			LCV-259	1		1	
			LAH-259			1	
			LAL-259			1	
	T-211	L-T211-292	LE-292		1		
			LCV-292	1		1	
		P-T211-296	PE-296		1		
			PCV-296A	1		1	
			PCV-296B	1		1	
	E-212	P-T212-249	PE-249		1		
	PCV-249		1		1		
	T-212	L-T212-292	LE-293		1		
			LCV-293	1		1	
		P-T212-296	PE-297		1		
			PCV-297A	1		1	
			PCV-297B	1		1	
	T-208	L-T208-250	LE-250		1		
			LCV-250	1		1	
			LAH-250			1	
			LAL-250			1	
			LAHH-286	4	1	3	
			LALL-286		1	1	
		P-T208-251	PE-251		1		
			PCV-251A	1		1	
			PCV-251B	1		1	
	C-203	F-C203-252	FE-252		1		
			FCV-252	1		1	
		P-C203-253	PE-253		1		
			PCV-253	1		1	
		F-C203-254	FE-254		1		
			FCV-254	1		1	
		T-C203-255	TE-255A		1		
TE-255B				1			
TE-255C				1			
TCV-255			1		1		
TAH-255					1		
TAL-255					1		
L-C203-256	LE-256		1				
	LCV-256	1		1			
	LAH-256			1			
	LAL-256			1			

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
200	T-209	L-T209-257	LE-257		1		
			LCV-257	1		1	
		P-T209-258	PE-258		1		
			PCV-258A	1		1	
	E-214	L-E214-294	PCV-258B	1		1	
			LE-294		1		
			LCV-294	1		1	

Tabla 3-3 Recuento de señales área 300.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
300	T-301	L-T301-301	LE-301		1		
			LCV-301	1		1	
			LAH-301			1	
			LAL-301			1	
			LAHH-311	4	1	3	
			LALL-311		1	1	
		P-T301-302	PE-302		1		
			PCV-302A	1		1	
			PCV-302B	1		1	
		E-301	T-E301-303	TE-303		1	
	TCV-303A			1		1	
	TCV-303B			1		1	
	F-C301-304	F-C301-304	FE-304		1		
			FCV-304	1		1	
		P-C301-305	PE-305		1		
			PCV-305	1		1	
		F-C301-306	FE-306		1		
			FCV-306	1		1	
		C-301	T-C301-307	TE-307A		1	
				TE-307B		1	
	TE-307C				1		
	TCV-307			1		1	
	TAH-307					1	
	TAL-307					1	
L-C301-308	L-C301-308	LE-308		1			
		LCV-308	1		1		
		LAH-308			1		
		LAL-308			1		

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
300	T-302	L-T302-309	LE-309		1		
			LCV-309	1		1	
		P-T302-310	PE-310		1		
			PCV-310A	1		1	
	E-303	L-E303-318	PCV-310B	1		1	
			LE-294		1		
		LCV-294	1		1		
		TOTAL SEÑALES		18	15	10	14

Tabla 3-4 Recuento de señales área 400.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA
400	T-401	L-T401-401	LE-401		1		
			LCV-401	1		1	
			LAHH-410	4	1	3	
		P-T401-402	PE-402		1		
			PCV-402A	1		1	
			PCV-402B	1		1	
	F-401	L-F401-403	LE-403		1		
			LCV-403	1		1	
			LAH-403			1	
			LAL-403			1	
		P-F401-404	PE-404		1		
			PCV-404	1		1	
	C-401	T-C401-405	TE-405		1		
			TCV-405	1		1	
	C-402	P-C402-406	PE-406		1		
			PCV-406A	1		1	
	F-402	D-F402-407	PCV-406B	1		1	
			DE-407		1		
		L-F402-408	DCV-407	1		1	
			LE-408		1		
			LCV-408A	1		1	
			LCV-408B	1		1	
			LAH-408			1	
LAL-408					1		
TOTAL SEÑALES			15	9	7	11	

Tabla 3-5 Recuento de señales área 500.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA	
500	T-501	P-T501-501	PE-501		1			
			PCV-501A	1			1	
			PCV-501B	1			1	
			PCV-501C	1			1	
			PAH-501				1	
			PAL-501				1	
			LAHH-505	2	1		2	
	E-501	T-E501-502	TE-502		1			
			TCV-502	1			1	
	T-502		LAHH-510	2	1		2	
	T-503		LAHH-513	2	1		2	
	T-504	P-T501-503	PE-503		1			
			PCV-503A	1			1	
			PCV-503B	1			1	
			PCV-503C	1			1	
			PAH-503				1	
			PAL-503				1	
	E-502	T-E502-504	TE-504		1			
			TCV-504	1			1	
	TOTAL SEÑALES				16	8	12	8

Tabla 3-6 Recuento de señales área 800.

Área	Equipo	Lazo de control	Ítem	ED	EA	SD	SA	
800	F-801	L-F801-801	LE-801		1			
			LCV-801	1			1	
			LAH-801			1		
			LAL-801			1		
	T-801		LAHH-811	2	1	2		
	T-802	L-T802-802	LE-802			1		
			LCV-802	1			1	
			LAH-802			1		
			LAL-802			1		
		LAHH-813	4	1	3			
		P-T802-803	PE-803			1		
			PCV-803A	1				1
	PCV-803B		1				1	
	C-801	F-C801-804	FE-804			1		
			FCV-804	1			1	
		L-C801-805	LE-805			1		
			LCV-805	1				1
			LAH-805			1		
			LAL-805			1		
	T-803		LAHH-817	2	1	2		
	C-802	F-C802-806	FE-806			1		
			FCV-806	1			1	
		L-C802-807	LE-807			1		
			LCV-807	1				1
			LAH-807			1		
			LAL-807			1		
	T-804	PH-T804-808	PHE-808			1		
			PHCV-808A	1			1	
			PHCV-808B	1			1	
			LAHH-822	4	1	3		
	T-805		LAHH-827	2	1	2		
	TOTAL SEÑALES				24	13	20	10

3.1.2.1. Tarjeta de adquisición de datos

Los ordenadores solo pueden trabajar con señales digitales, por ello los conversores analógicos/digitales y viceversa son de vital importancia en los sistemas de control de cualquier planta de producción.

Las tarjetas de adquisición de datos presentan una doble función; en primer lugar van a relacionar los controladores de todos los lazos de la planta con los niveles superiores de control, y en segundo lugar estos elementos tienen la capacidad de convertir las señales analógicas en señales digitales o a la inversa.

Por lo tanto, una vez hecho el recuento de señales se elegirán las tarjetas de adquisición de datos, caracterizándose a partir del número de señales presentes en la planta y del tipo que sean. El número de tarjetas tiene que ser el mínimo posible, separándolas por áreas para minimizar al máximo las distancias de cableado y los cruces de variables de diferentes zonas en la misma tarjeta.

Por lo tanto, según el número de entradas se han decidido las tarjetas de adquisición de datos siguientes:

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	
	ÍTEM	TAD-1		
	ÁREA	100	FECHA	5-06-2015
	PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS		IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS	8			
SALIDAS ANALÓGICAS	4			
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES	32			
DATOS TÉCNICOS				
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (kS/s)	833			
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)	32			
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)	32			
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)	± 10			
DIO (MHz)	1			
BUS	PXI, PCI			
MODELO				
SUMINISTRADOR	National Instruments			
MODELO	PCI-6602			

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	
	ÍTEM	TAD-2		
	ÁREA	200	FECHA	5-06-2015
	PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS		IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS	86			
SALIDAS ANALÓGICAS	81			
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES	166			
DATOS TÉCNICOS				
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (kS/s)	2,8			
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)	16			
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)	16			
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)	$\pm 10, \pm 5$			
DIO (MHz)	10			
BUS	PCI, PXI, USB			
MODELO				
SUMINISTRADOR	National Instruments			
MODELO	PCI-6255			

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	
	ÍTEM	TAD-3		
	ÁREA	300	FECHA	5-06-2015
	PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS		IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS	15			
SALIDAS ANALÓGICAS	14			
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES	28			
DATOS TÉCNICOS				
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (kS/s)	833			
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)	16			
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)	16			
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)	± 10			
DIO (MHz)	1			
BUS	PXI, PCI			
MODELO				
SUMINISTRADOR	National Instruments			
MODELO	PXI-6224			

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS		
	ÍTEM	TAD-4			
		ÁREA	400	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
	LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS			IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS		9			
SALIDAS ANALÓGICAS		11			
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES		22			
DATOS TÉCNICOS					
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (ks/s)		833			
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)		16			
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)		16			
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)		± 10			
DIO (MHz)		1			
BUS		PXI, PCI			
MODELO					
SUMINISTRADOR		National Instruments			
MODELO		PXI-6221			

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS		
	ÍTEM	TAD-5			
		ÁREA	500	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
	LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS			IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS		8			
SALIDAS ANALÓGICAS		8			
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES		28			
DATOS TÉCNICOS					
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (ks/s)		833			
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)		32			
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)		32			
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)		± 10			
DIO (MHz)		1			
BUS		PXI, PCI			
MODELO					
SUMINISTRADOR		National Instruments			
MODELO		PCI-6602			

	HOJA 1 DE 1		TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS		
	ÍTEM	TAD-6			
		ÁREA	800	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
	LOCALIDAD	Sabadell			
CARACTERÍSTICAS			IMAGEN		
ENTRADAS ANALÓGICAS					
SALIDAS ANALÓGICAS					
ENTRADAS / SALIDAS DIGITALES					
DATOS TÉCNICOS					
MÁXIMA VELOCIDAD DE SALIDA (kS/s)					
RESOLUCIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA (Bits)					
RESOLUCIÓN DE SALIDA ANALÓGICA (Bits)					
RANGOS DE SALIDA ANALÓGICA (V)					
DIO (MHz)					
BUS					
MODELO					
SUMINISTRADOR		National Instruments			
MODELO		PCI 6289			

3.1.3. NOMENCLATURA

3.1.3.1. NOMENCLATURA DE LOS LAZOS DE CONTROL

Para poder diferenciar y caracterizar todos los lazos de control de la planta, se les ha dado un nombre concreto siguiendo la siguiente forma: A - B – C. Cuyos términos vienen a explicar las propiedades de cada lazo:

A – Indica la variable controlada (Tabla 3-7)

Tabla 3-7 Abreviaciones de las variables controladas.

CÓDIGO	VARIABLE
L	Nivel
T	Temperatura
P	Presión
J	Potencia
D	Densidad
PH	PH
A	Conductividad

B – Designa el lugar, el equipo donde se realiza el control.

C – Hace referencia al número de lazo de control; este último término está compuesto por tres dígitos. El primero sitúa el lazo en un área concreta de la planta. El segundo y tercer dígito asignan el número concreto del lazo en cuestión. En el apartado 3.4 se encuentran las descripciones de los lazos de control separados por áreas y equipos.

A continuación, se encuentra un ejemplo de nombre de lazo de control:

F-R201-206

Este nombre indicaría que el lazo de control controla el caudal en el reactor 201 y es el lazo de control número 6 de la área 200.

3.1.3.2. NOMENCLATURA DE LA INSTRUMENTACIÓN

Para la clasificación y distinción de la instrumentación de control se ha seguido la misma nomenclatura que en el caso de los lazos de control, pero con la diferencia de que no se especifica el equipo donde se realiza dicho control y que el primer término consta de dos variables; por lo tanto, la forma de la nomenclatura quedaría reducida a: A – B.

Donde la primera variable, es decir A, indica con la primera letra la variable controlada, Tabla 3-7, y con las siguiente o siguientes, el instrumento de control. En la Tabla 3-8 se describen las abreviaciones utilizadas.

Tabla 3-8 Abreviaciones de los instrumentos de control.

CÓDIGO	VARIABLE
E	Sensor
T	Transmisor
IC	Controlador e Indicador
I/P	Transductor de intensidad a presión
CV	Válvula de control
I	Indicador
AH	Alarma de nivel alto
AL	Alarma de nivel bajo
AHH	Alarma de nivel alto alto
ALL	Alarma de nivel bajo bajo

Un ejemplo de elemento de instrumentación sería:

FCV-206

En este caso, se trataría de una válvula de control que regula el caudal del lazo de control 206.

3.2. INSTRUMENTACIÓN

La instrumentación de un lazo de control se puede dividir en elementos primarios y de transmisión y en elementos finales. A continuación, se especifica más sobre cada uno de ellos.

3.2.1. ELEMENTOS PRIMARIOS Y DE TRANSMISIÓN

Los elementos primarios son aquellos destinados a medir con un elemento de medida o una sonda y transmitir los valores del proceso al controlador.

Seguidamente, se encuentra la explicación de cada medidor utilizado en la planta de producción de CFC-13 diseñada.

3.2.1.1. Medida y/o transmisión de nivel

El medidor de nivel utilizado en la planta es el medidor mecánico que viene determinado por un flotador o boya, el cual está unido a un elemento mecánico para poder transmitir la posición del flotador al transmisor, que consecuentemente mandará la señal al sistema de control situado en el panel local.

Se emplea otro medidor de nivel, el cual consiste en la medición del nivel partiendo de la presión hidrostática. Dicha presión se utiliza para determinar el nivel a través de la medición de la columna de líquido y es directamente proporcional a la altura de llenado, el peso específico del fluido y la fuerza de la gravedad. Por lo tanto, a través de la presión se pueden determinar el nivel de los tanques.

3.2.1.2. Medida y/o transmisión de temperatura

Para la lectura de la temperatura se utilizan dos dispositivos dependiendo de si el fluido que circula por la línea es corrosivo o no.

En el caso que el fluido sea corrosivo se utilizará para la medición una sonda de platino, Pt 100, la cual se basa en la variación de la resistencia eléctrica de un conductor de platino con la temperatura, ya que la resistencia aumenta con la temperatura, quedando relacionadas entre sí estas dos variables.

Si el fluido en cuestión no es corrosivo el sensor utilizado será el termopar, porque es más económico respecto a otros sensores y tiene una respuesta bastante rápida. Debido a los rangos de temperatura que se dan en el proceso de producción de CFC-13 el termopar tipo J es uno de los que mejor se adapta. Los conductores de este tipo de termopar son de hierro y de constantán, su rango de temperatura idóneo de trabajo se encuentra entre -210 y 760 °C y tiene una precisión de $\pm 2,2$ °C.



Figura 3-6 Sonda Pt100.



Figura 3-5 Termopar tipo J.

3.2.1.3. Medida y/o transmisión de presión

Para medir la presión de los equipos del proceso, ya que estos se encuentran a presión, se ha decidido utilizar el tubo de Bourdon, que es un elemento de medida elástico, es decir, un elemento que se desplaza proporcionalmente a la fuerza de la presión.

Los tubos de Bourdon, son tubos curvados y cerrados por el extremo, como se puede ver en la Figura 3-7. Su funcionamiento consiste en que a medida que se aplica presión en el interior de los tubos, estos se enderezan; provocando un movimiento que se transmite a un cuadrante empleando un mecanismo amplificador.

En el caso que el fluido sea corrosivo se tienen que emplear materiales resistentes y aislarlo mediante válvulas, sellos separadores, para facilitar su desmontaje

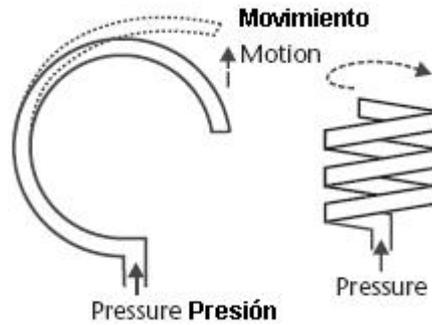


Figura 3-7 Tubo Bourdon.

3.2.1.4. Medida y/o transmisión de caudal

Los medidores y transmisores de caudal también varían dependiendo si el fluido que circula es corrosivo o no como en el caso de la temperatura.

Si el fluido es corrosivo el disco ovalado es el sensor que mejor se adapta a las necesidades de la planta, ya que está destinado a líquidos viscosos corrosivos y no es muy caro. En el caso que el fluido no sea corrosivo el medidor de caudal utilizado es el tipo rotámetro, debida a la alta precisión y su menor coste en comparación a los otros sensores.

3.2.1.5. Medida y/o transmisión de concentración

Para poder medir la concentración es necesario medir la densidad del fluido para así poder conocer la concentración del fluido en cuestión.

Hay diversos métodos para determinar dicha densidad, pero el ideal para nuestro caso es el de presión diferencial, ya que la exactitud de este aparato oscila entre el 0,5 y el 1 % más o menos. Aun así, es necesario que la sonda esté recubierta de platino, ya que el HCl es corrosivo y podría dañarla.

La densidad se puede medir con este dispositivo porque la altura entre los dos instrumentos de medida es constante y además se trabaja a presión y temperatura constantes, en este caso 1,05 atm y 30 °C, quedando la densidad del fluido como la única variable afectada.

3.2.1.6. Medida y/o transmisión de pH

En el proceso de tratamiento de venteos, es requerido un control de pH para conocer el estado de la disolución de KOH, es decir, para evaluar de una forma analítica si está agotada o no.

El sensor elegido para realizar el seguimiento de variación de pH ha sido un electrodo de vidrio, cuyas especificaciones se encuentran en la hoja de especificación en el apartado 3.2.2. del presente capítulo.

3.2.1.7. Medida y/o transmisión de conductividad

El control de la conductividad, es necesario en las torres de refrigeración, situadas en la área 600, para poder saber en qué momento es requerida una purga en el sistema para eliminar las sales acumuladas y añadir agua limpia en el circuito de la torre. Este mismo dispositivo es requerido en la balsa de homogenización de las aguas residuales, para monitorizar la corriente de salida de dicha balsa.

El sensor utilizado será uno retráctil, el cual se puede extraer de las líneas y de equipos presurizados sin la necesidad de parar el proceso ni drenar el sistema. Es un sensor ideal para líquidos no corrosivos y para conductividades no muy altas (20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Además dispone de un aislante PEEK y unas juntas de Viton para asegurar la estanquidad.

3.2.2. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

En cuanto a los elementos finales son aquellos que reciben la señal del controlador y actúan sobre el proceso, es decir, es el elemento que lleva a cabo las acciones de las decisiones previamente realizadas sobre las variables manipuladas para mantener la variable controlada cercana al set point en cuestión. Por eso, la elección y el diseño de la válvula son importantes.

En la planta diseñada las válvulas de control utilizadas son las válvulas automáticas de regulación y las válvulas todo o nada.

Las válvulas automáticas presentan dos partes principales en su estructura:

- El actuador, es de tipo neumático y por cada valor de presión recibida modificará la abertura de la válvula. Consta de un diafragma, un vástago y un soporte.

- El cuerpo de la válvula que consta del obturador, cuya parte será la encargada de controlar la cantidad del fluido que atraviesa el equipo.

Las válvulas utilizadas han estado las de asiento, también conocidas como de globo. Estas válvulas son de regulación, es decir que varían el caudal aumentando o disminuyendo la pérdida de carga que tendrá que afrontar el fluido cuando pase a través de dicha válvula, aunque son relativamente más caras y requieren que el fluido que circule este limpio, es decir, que no contenga partículas que puedan ocasionar obstrucción de la válvula. Para las válvulas todo o nada, se han empleado las de mariposa o bola dependiendo del diámetro de la línea, tal y como se explicará en el *apartado 4.2.1. Selección de válvulas del Capítulo 4. TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS.*

3.2.3. FICHAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS PRIMARIOS Y FINALES DE CONTROL

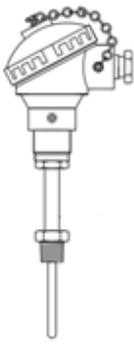
A continuación, se presentarán las hojas de especificación de los elementos primarios y finales de control empleados. Solo se especificará un elemento de cada tipo elegido, ya que todos son iguales a lo largo de todo el proceso.

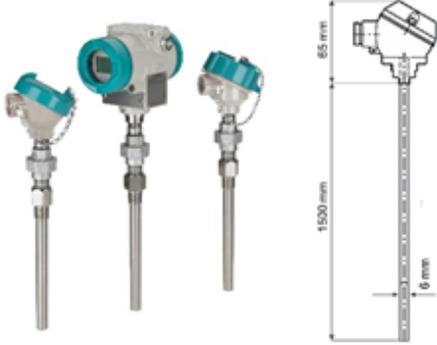
		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE NIVEL	
		ÍTEM	LE-201		
		ÁREA	200		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
		LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO	
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sensor de nivel LE-201			
LAZO DE CONTROL		L-T201-201			
SEÑAL ENVIADA A		LIC-201			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	B	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
NIVEL (m)		1,5	1,62	1,8	
TEMPERATURA (°C)		-	74,0	-	
PRESIÓN (kPa)		-	912,0	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Medidor hidroestático			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Nivel del tanque a través de la presión			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-2.070 a 2.070			
SENSIBILIDAD		± 0,1%			
TIEMPO DE RESPUESTA (ms)		90			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		Sí			
CALIBRADO		Sí			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Sello de diafragma			
CONEXIÓN A PROCESO		Brida			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		150			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		102 / 107			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		316 L SST			
TIPO Y NORMAL		Plantweb			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		14.000			
Peso (kg)		9,0			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-40,0			
	MÁXIMA	85,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL				
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Rosemount			
MODELO		3051 S-L			



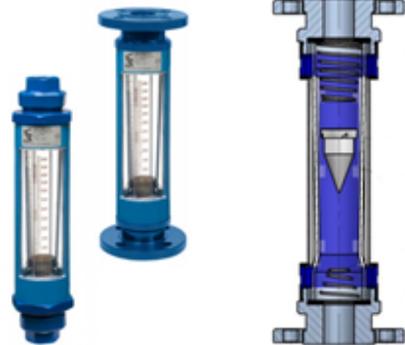
		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN	
		ÍTEM	LE-232	SENSOR DE NIVEL	
		ÁREA	200	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell				
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sensor de nivel LE-232			
LAZO DE CONTROL		L-T204-232			
SEÑAL ENVIADA A		LIC-232			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P2	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
NIVEL (m)		-	1,30	-	
TEMPERATURA (°C)		-	-7,5	-	
PRESIÓN (kPa)		-	1469,0	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Flotador magnético			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Nivel del separador del tanque			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-			
SENSIBILIDAD		± 0,1%			
TIEMPO DE RESPUESTA (ms)		-			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		No			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Flotador			
CONEXIÓN A PROCESO		Brida			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		200			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		52 / 44			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		IP65			
TIPO Y NORMAL		IEC 529 EN 690529			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		1.600			
Peso (kg)		0,3			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	0,0			
	MÁXIMA	80,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL	X			
	VERTICAL				
SOPORTE		No			
FILTRO REDUCTOR		No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Wika			
MODELO		LM 30.03			



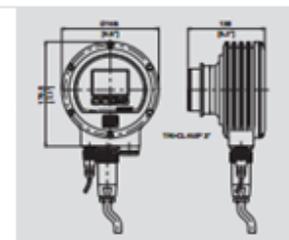
		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN	
		ÍTEM	TE-205	SENSOR DE TEMPERATURA	
		ÁREA	200 <th colspan="2"></th>		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
		LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO	
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de temperatura TE-205			
LAZO DE CONTROL		T-E201-205			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador TIC-205			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P1	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
TEMPERATURA (°C)		-	7,0	-	
PRESIÓN (kPa)		-	909,5	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	-	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		RDT			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Temperatura			
SEÑAL DE SALIDA		4 - 20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-50 - 500			
SENSIBILIDAD		± 0,1 %			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		1,5			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		No			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		PT100 / 3 Fils			
CONEXIÓN A PROCESO		1/2" NPT			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		500			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		430 / 6			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		-			
TIPO Y NORMAL		EN 60751			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		5.000			
Peso (kg)					
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-50			
	MÁXIMA	75			
POSICIÓN	HORIZONTAL	-			
	VERTICAL	X			
SOPORTE		No			
FILTRO REDUCTOR		No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Spirax sarco			
MODELO		EL2270			

		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN	
		ÍTEM	TE-247	SENSOR DE TEMPERATURA	
ÁREA		200			
PLANTA		CFC-13	FECHA	5-06-2015	
LOCALIDAD		Sabadell	REVISADO		
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de temperatura TE-247			
LAZO DE CONTROL		T-E210-247			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador TIC-247			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P5	ESTADO	Vapor		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
TEMPERATURA (°C)		-	125,0	-	
PRESIÓN (kPa)		-	375	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	13,74	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Termopar			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Temperatura de salida de E-210			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-50 a 750 °C			
SENSIBILIDAD		± 0,1 °C			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		1,5			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		Sí			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Sonda tipo J			
CONEXIÓN A PROCESO		Rosca soldada G1/4"			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		750			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		1500 / 6			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		Hierro / Contantan			
TIPO Y NORMAL		-			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		-			
Peso (kg)		0,161			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-1,0			
	MÁXIMA	35			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL	X			
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		SIEMENS			
MODELO		Sitrans Th200			

		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE CAUDAL	
		ÍTEM	FE-227		
		ÁREA	200		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO			
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de caudal FE-227			
LAZO DE CONTROL		F-C201-227			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador FIC-227			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P1	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
CAUDAL (m ³ /h)		-	4,17	-	
PRESIÓN (kPa)		-	1.469	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	1.325,00	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Disco ovalado			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Caudal de entrada a C-201			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		120 a 200.000 l/h			
SENSIBILIDAD		± 1%			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		-			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		Sí			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Interruptor de láminas			
CONEXIÓN A PROCESO		Conexión hembra			
VISCOSIDAD MÁXIMA (cP)		1000,0			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		50 / 65			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		Hastelloy C			
TIPO Y NORMAL		-			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		1.000			
Peso (kg)		0,91			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-20,0			
	MÁXIMA	80,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL	X			
	VERTICAL				
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Bürkert			
MODELO		8072			

		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE CAUDAL	
		ÍTEM	FE-304		
		ÁREA	300		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO			
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de caudal FE-304			
LAZO DE CONTROL		F-C301-304			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador FIC-304			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P5	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
CAUDAL (m ³ /h)		-	1,5	-	
PRESIÓN (kPa)		-	2.026	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	1.119,0	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Rotámetro			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Caudal de entrada a C-301			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		2,5 l/h a 50 m ³ /h			
SENSIBILIDAD		± 0,1 %			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		-			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		No			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Tubo de vidrio borosilicato			
CONEXIÓN A PROCESO		Conexión higiénica			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		80			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		300 / -			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		Acero galvanizado y pintado			
TIPO Y NORMAL		DIN 46277			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		-			
Peso (kg)		7,9			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-20,0			
	MÁXIMA	60,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL	X			
SOPORTE		Sí			
FILTRO REDUCTOR		No			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Tecfluid			
MODELO		C37-M0501			

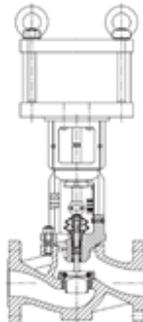
		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE COMPOSICIÓN	
		ÍTEM	DE-407		
		ÁREA	400	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell				
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de composición DE-407			
LAZO DE CONTROL		D-F402-407			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador PHIC-808			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	HCl al 36 % en peso		ESTADO	Líquido	
			MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA (°C)			-	45,0	-
PRESIÓN (kPa)			-	103	-
DENSIDAD (kg/m ³)			-	1160,0	-
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Refractómetro			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Composición del HCl en el tanque DE-407			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-			
SENSIBILIDAD		± 0,5 %			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		4			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		Sí			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Sensor CCD de alta resolución			
CONEXIÓN A PROCESO		-			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		105			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		530 / 12			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		SS 316 L			
TIPO Y NORMAL		-			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		600,0			
Peso (kg)		4			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-1,0			
	MÁXIMA	35,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL	X			
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Maselli			
MODELO		UR20 ST			



		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE PH	
		ÍTEM	PHE-808		
		ÁREA	800		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
		LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO	
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN			Sonda de pH PHE-808		
LAZO DE CONTROL			PH-T804-808		
SEÑAL ENVIADA A			Controlador PHIC-808		
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	Solución KOH		ESTADO	Líquido	
			MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO
TEMPERATURA (°C)			-	30,0	-
PRESIÓN (kPa)			-	105	-
DENSIDAD (kg/m ³)			-	-	-
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA			Potenciometria		
ALIMENTACIÓN			18 V		
VARIABLE MEDIDA			Concentración iones H ⁺		
SEÑAL DE SALIDA			4-20 mA		
RANGO DE MEDIDA			0-14		
SENSIBILIDAD			-		
TIEMPO DE RESPUESTA (s)			3		
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)			-		
INDICADOR DE CAMPO			-		
CALIBRADO			Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR			Electrodo		
CONEXIÓN A PROCESO			Rosca		
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)			105		
ALTURA/DIÁMETRO (mm)			276,9 / 26,7		
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO			Vidrio		
TIPO Y NORMAL			Ag/AgCl 3,5 M KCl en matriz en forma de gel		
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)			6		
Peso (kg)			-		
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-			
	MÁXIMA	-			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL	X			
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		ABB			
MODELO		SS/AP301-E			

		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	
		ÍTEM	AE-830		
		ÁREA	800	FECHA	5-06-2015
		PLANTA	CFC-13	REVISADO	
LOCALIDAD	Sabadell				
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Sonda de conductividad AE-830			
LAZO DE CONTROL		A-BH-830			
SEÑAL ENVIADA A		Controlador AIC-830			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	W y sales	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
TEMPERATURA (°C)		-	25,0	-	
PRESIÓN (kPa)		-	101,0	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	-	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
ELEMENTO DE MEDIDA		Refractómetro			
ALIMENTACIÓN		24 V			
VARIABLE MEDIDA		Concentración de iones H ⁺			
SEÑAL DE SALIDA		4-20 mA			
RANGO DE MEDIDA		-			
SENSIBILIDAD		± 5 %			
TIEMPO DE RESPUESTA (s)		4			
TIEMPO DE ACTIVACIÓN (s)		-			
INDICADOR DE CAMPO		No			
CALIBRADO		Sí			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTO SENSOR		Tecnología ISFET			
CONEXIÓN A PROCESO		Roscada			
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)		200			
ALTURA/DIÁMETRO (mm)		127/25,4			
MATERIAL CONTACTO CON FLUIDO		316 L SST			
TIPO Y NORMAL		-			
PRESIÓN MÁXIMA (kPa)		690,0			
Peso (kg)		2,5-3,0			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-20,0			
	MÁXIMA	85,0			
POSICIÓN	HORIZONTAL				
	VERTICAL	X			
SOPORTE		-			
FILTRO REDUCTOR		-			
DISTANCIA AL CONTROLADOR (m)		-			
SUMINISTRADOR		Rosemount			
MODELO		140			



		HOJA 1 DE 1		HOJA DE ESPECIFICACIÓN	
		ÍTEM	FCV-206	VÁLVULA DE CONTROL	
		ÁREA	200		
		PLANTA	CFC-13	FECHA	5-06-2015
LOCALIDAD	Sabadell	REVISADO			
IDENTIFICACIÓN					
DENOMINACIÓN		Válvula automática reguladora FCV-206			
LAZO DE CONTROL		F-R201-206			
SEÑAL RECIBIDA DE		FIC-206			
CONDICIONES DE SERVICIO					
FLUIDO	P6	ESTADO	Líquido		
		MÍNIMO	OPERACIÓN	MÁXIMO	
CAUDAL (m ³ /h)		-	1,3	-	
TEMPERATURA (°C)		-	95,0	-	
PRESIÓN (kPa)		-	910	-	
DENSIDAD (kg/m ³)		-	1335,0	-	
DATOS DE OPERACIÓN					
CARACTERÍSTICA	Regulación	POSICIÓN DE FALLADA	Cerrada		
ACTUADOR	Sí	AUMENTO DE SEÑAL	Abre		
FINAL DE CARRERA	Sí	POSICIÓN MANUAL	Sí		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
PRESIÓN NOMINAL		125 a 300			
MATERIAL DEL CUERPO		SS 316 L			
TIPO DE ACTUADOR		Simple efecto			
ÁREA DE ACTUADOR (cm ²)		700			
PRESIÓN MÁXIMA ALIMENTACIÓN (bar)		4			
TEMPERATURA DE TRABAJO (°C)		- 29 a 220			
DIÁMETRO NOMINAL (inch)		3			
FINAL DE CARRERA		Sí			
GRADO HERMÉTICO		VI			
MATERIAL OBTURADOR		SS 316 L			
DATOS DE INSTALACIÓN					
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	MÍNIMA	-15			
	MÁXIMA	60			
DN CONDUCCIÓN (inch)	1/2 a 6				
POSICIÓN ACTUADOR	Vertical				
SUMINISTRADOR	Samson				
MODELO	3241-9 DWA				

3.3. LISTADO DE INSTRUMENTOS Y CONTROL

3.3.1. ÁREA 100

Tabla 3-9 Listado lazo de control área 100.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13		
A-100 ALMACENAMIENTO DE MP					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-101	P-T101-101	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-101	Válvula automática de regulación	PCV-101A PCV-101B	3 atm
T-102	P-T102-102	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-102	Válvula automática de regulación	PCV-102A PCV-102B	3 atm
T-103	P-T103-103	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-103	Válvula automática de regulación	PCV-103A PCV-103B	3 atm
T-104	P-T104-104	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-104	Válvula automática de regulación	PCV-104A PCV-104B	3 atm

Tabla 3-10 Listado alarmas e instrumentos área 100.

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 3		Planta de producción de CFC-13	
	A-100 ALMACENAMIENTO DE MP		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
P-101	PI-105	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
T-101	LI-106	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-101	LAHH-107	Nivel alto alto del tanque	3,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-102	LI-108	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-102	LAHH-109	Nivel alto alto del tanque	3,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-103	LI-110	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-103	LAHH-111	Nivel alto alto del tanque	3,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-104	LI-112	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-104	LAHH-113	Nivel alto alto del tanque	3,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
P-102A	PI-114	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-102B	PI-115	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-103	PI-116	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
T-105	LI-117	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-105	PI-118	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica	

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 2 de 3		Planta de producción de CFC-13	
	A-100 ALMACENAMIENTO DE MP		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
T-105	LAHH-119	Nivel alto alto del tanque	8,7 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-106	LI-120	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-106	PI-121	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica	
T-106	LAHH-122	Nivel alto alto del tanque	8,7 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-107	LI-123	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-107	PI-124	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica	
T-107	LAHH-125	Nivel alto alto del tanque	8,7 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-108	LI-126	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-108	PI-127	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica	
T-108	LAHH-128	Nivel alto alto del tanque	8,7 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
P-104A	PI-129	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 3 de 3		Planta de producción de CFC-13	
	A-100 ALMACENAMIENTO DE MP		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
P-104B	PI-130	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-105	PI-131	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
T-109	LI-132	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica	
T-109	PI-133	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica	
T-109	LAHH-134	Nivel alto alto del tanque	3,5 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
P-106	PI-135	Presión salida de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	

3.3.2. ÁREA 200

Tabla 3-11 Listado lazo de control área 200.

										LISTADO DE LAZOS DE CONTROL				Hoja 1 de 9		Planta de producción de CFC-13			
										A-200 PRODUCCIÓN				Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell			
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point										
T-201	L-T201-201	Split-range H/L	Nivel del tanque	Caudal entrada/purga	Controlador hidrostático	LE-201	Válvula automática de regulación	LCV-201A LCV-201B	1,62 m										
T-201	P-T201-202	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-202	Válvula automática de regulación	PCV-202A PCV-202B	10 atm										
M-201	F-M201-203	Feedforward	Caudal entrada HF	Caudal entrada HF	Disco ovalado	FE-203	Válvula automática de regulación	FCV-203	0,82 m ³ /h										
M-201	F-M201-204	Feedforward	Caudal entrada CCl ₄	Caudal entrada CCl ₄	Disco ovalado	FE-204	Válvula automática de regulación	FCV-204	2,07 m ³ /h										
E-201	T-E201-205	Feedback	Temperatura salida coraza	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-205	Válvula automática de regulación	TCV-205	95 °C										
R-201	F-R201-206	Feedforward	Caudal entrada reactor	Caudal entrada reactor	Disco ovalado	FE-206	Válvula automática de regulación	FCV-206	1,3 m ³ /h										
R-201	T-R201-207	Feedback	Temperatura reactor	Caudal Dow J Caldera	Termorresistencia Pt 100	TE-207	Válvula automática de regulación	TCV-207	95 °C										

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 2 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
R-201	P-R201-208	Feedback H/L	Presión reactor	Caudal salida vapor	Tubo Bourdon	PE-208	Válvula automática de regulación	PCV-208	9 atm
R-201	L-R201-209	Feedback H/L	Nivel reactor	Caudal salida líquido	Medidor hidoestático	LE-209	Válvula automática de regulación	LCV-209	2,84 m
R-201	F-R01-210	Feedforward	Caudal entrada recirculación	Caudal entrada recirculación	Disco ovalado	FE-210	Válvula automática de regulación	FCV-210	0,85 m ³ /h
R-202	F-R202-211	Feedforward	Caudal entrada reactor	Caudal entrada reactor	Disco ovalado	FE-211	Válvula automática de regulación	FCV-211	1,3 m ³ /h
R-202	T-R202-212	Feedback	Temperatura reactor	Caudal Dow J hot	Termorresistencia Pt 100	TE-212	Válvula automática de regulación	TCV-212	95 °C
R-202	P-R202-213	Feedback H/L	Presión reactor	Caudal salida vapor	Tubo Bourdon	PE-213	Válvula automática de regulación	PCV-213	9 atm
R-202	L-R202-214	Feedback H/L	Nivel reactor	Caudal salida líquido	Medidor hidoestático	LE-214	Válvula automática de regulación	LCV-214	2,84 m
R-202	F-R02-215	Feedforward	Caudal entrada recirculación	Caudal entrada recirculación	Disco ovalado	FE-215	Válvula automática de regulación	FCV-215	0,85 m ³ /h
R-203	F-R203-216	Feedforward	Caudal entrada reactor	Caudal entrada reactor	Disco ovalado	FE-216	Válvula automática de regulación	FCV-216	1,3 m ³ /h

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 3 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
R-203	T-R203-217	Feedback	Temperatura reactor	Caudal Dow J hot	Termorresistencia Pt 100	TE-217	Válvula automática de regulación	TCV-217	95 °C
R-203	P-R203-218	Feedback H/L	Presión reactor	Caudal salida vapor	Tubo Bourdon	PE-218	Válvula automática de regulación	PCV-218	9 atm
R-203	L-R203-219	Feedback H/L	Nivel reactor	Caudal salida líquido	Medidor hidoestático	LE-219	Válvula automática de regulación	LCV-219	2,84 m
R-203	F-R03-220	Feedforward	Caudal entrada recirculación	Caudal entrada recirculación	Disco ovalado	FE-220	Válvula automática de regulación	FCV-220	0,85 m ³ /h
E-202	T-E202-221	Feedback	Temperatura salida tubos	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Termorresistencia Pt 100	TE-221	Válvula automática de regulación	TCV-221	-11,1 °C
T-210	L-T210-289	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de salida	Flotador	LE-289	Válvula automática de regulación	LCV-289	1,05 m
T-210	P-T210-295	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-295	Válvula automática de regulación	PCV-295A PCV-295B	8,7 atm
T-202	L-T202-222	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-222	Válvula automática de regulación	LCV-222	2,34 m

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 4 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-202	P-T202-223	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-223	Válvula automática de regulación	PCV-223A PCV-223B	14,5 atm
T-203	L-T203-224	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-224	Válvula automática de regulación	LCV-224	4,34 m
T-203	P-T203-225	Spit-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-225	Válvula automática de regulación	PCV-225A PCV-225B	15 atm
E-203	T-E203-226	Feedback	Temperatura salida coraza	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-226	Válvula automática de regulación	TCV-226	7,5 °C
C-201	F-C201-227	Feedforward	Caudal entrada columna	Caudal entrada columna	Disco ovalado	FE-227	Válvula automática de regulación	FCV-227	4,17 m ³ /h
C-201	P-C201-228	Feedback	Presión salida vapor	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Tubo Bourdon	PE-228	Válvula automática de regulación	PCV-228	14,5 atm
C-201	F-C201-229	Feedforward	Caudal reflujo condensado	Caudal reflujo condensado	Disco ovalado	FE-229	Válvula automática de regulación	FCV-229	2,53 m ³ /h
C-201	T-C201-230	Feedback H/L	Temperatura columna	Caudal Dow J Chiller (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-230A TE-230B TE-230C	Válvula automática de regulación	TCV-230	15/75/100 °C

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 5 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
C-201	L-C201-231	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Disco ovalado	LE-231	Válvula automática de regulación	LCV-231	0,41 m
T-204	L-T204-232	Feedback	Nivel del tanque	Caudal salida	Flotador	LE-232	Válvula automática de regulación	LCV-232	1,3 m
T-204	P-T204-233	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-233	Válvula automática de regulación	PCV-233A PCV-233B	14,5 atm
E-205	L-E205-290	Feedback	Nivel de líquido del reboiler	Caudal de salida	Flotador	LE-290	Válvula automática de regulación	LCV-290	92,8 mm
T-205	L-T205-234	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-234	Válvula automática de regulación	LCV-234	3,7 m
T-205	P-T205-235	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-235	Válvula automática de regulación	PCV-235A PCV-235B	14,5 atm
E-206	T-E206-236	Feedback	Temperatura salida coraza	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-236	Válvula automática de regulación	TCV-236	0,0 °C
C-202	F-C202-237	Feedforward	Caudal entrada columna	Caudal entrada columna	Disco ovalado	FE-237	Válvula automática de regulación	FCV-237	3,2 m ³ /h

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 6 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
C-202	P-C202-238	Feedback	Presión salida vapor	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Tubo Bourdon	PE-238	Válvula automática de regulación	PCV-238	21 atm
C-202	F-C202-239	Feedforward	Caudal reflujo condensado	Caudal reflujo condensado	Disco ovalado	FE-239	Válvula automática de regulación	FCV-239	0,98 m ³ /h
C-202	T-C202-240	Feedback H/L	Temperatura columna	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-240A TE-240B TE-240C	Válvula automática de regulación	TCV-240	10/50/75 °C
C-202	L-C202-241	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Disco ovalado	LE-241	Válvula automática de regulación	LCV-241	0,83 m
T-206	L-T206-242	Feedback	Nivel del tanque	Caudal salida	Flotador	LE-242	Válvula automática de regulación	LCV-242	1 m
T-206	P-T206-243	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-243	Válvula automática de regulación	PCV-243A PCV-243B	21 atm
E-208	L-E208-291	Feedback	Nivel de líquido del reboiler	Caudal de salida	Flotador	LE-291	Válvula automática de regulación	LCV-291	97,96 mm
T-207	L-T207-244	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-244	Válvula automática de regulación	LCV-244	1,73 m

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 7 de 9		Planta de producción de CFC-13		
A-200 PRODUCCIÓN					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-207	P-T207-245	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-245	Válvula automática de regulación	PCV-245A PCV-245B	21 atm
E-209	L-E209-246	Cascada	Nivel de líquido del intercambiador	Caudal entrada coraza	Rotámetro	LE-246	Válvula automática de regulación	LCV-246	51,6 mm
E-210	T-E210-247	Feedback	Temperatura salida coraza	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termopar	TE-247	Válvula automática de regulación	TCV-247	125,0 °C
R-204	T-R204-248	Feedback	Temperatura salida reactor	Caudal Dow J Torre	Termorresistencia Pt 100	TE-248	Válvula automática de regulación	TCV-248	125,0 °C
T-211	L-T211-292	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de salida	Flotador	LE-292	Válvula automática de regulación	LCV-292	0,3 m
T-211	P-T211-296	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-296	Válvula automática de regulación	PCV-296A PCV-296B	3 atm
E-212	P-E212-249	Feedforward	Presión entrada coraza	Caudal entrada HCl anhidro (tubos)	Termorresistencia Pt 100	PE-249	Válvula automática de regulación	PCV-249	3,2 atm
T-212	L-T212-293	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de salida	Flotador	LE-293	Válvula automática de regulación	LCV-293	0,55 m

		LISTADO DE LAZOS DE CONTROL			Hoja 8 de 9		Planta de producción de CFC-13		
		A-200 PRODUCCIÓN			Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-212	P-T212-297	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-297	Válvula automática de regulación	PCV-297A PCV-297B	3,15 atm
T-208	L-T208-250	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-250	Válvula automática de regulación	LCV-250	2,83 m
T-208	P-T208-251	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-251	Válvula automática de regulación	PCV-251A PCV-251B	13,5 atm
C-203	F-C203-252	Feedforward	Caudal entrada columna	Caudal entrada columna	Disco ovalado	FE-252	Válvula automática de regulación	FCV-252	2,0 m ³ /h
C-203	P-C203-253	Feedback	Presión salida vapor	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Tubo Bourdon	PE-253	Válvula automática de regulación	PCV-253	12,5 atm
C-203	F-C203-254	Feedforward	Caudal reflujo condensado	Caudal reflujo condensado	Disco ovalado	FE-254	Válvula automática de regulación	FCV-254	0,9 m ³ /h
C-203	T-C203-255	Feedback H/L	Temperatura columna	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termorresistencia Pt 100	TE-255A TE-255B TE-255C	Válvula automática de regulación	TCV-255	20/100/185 °C
C-203	L-C203-256	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Disco ovalado	LE-256	Válvula automática de regulación	LCV-256	0,6 m

		LISTADO DE LAZOS DE CONTROL			Hoja 9 de 9		Planta de producción de CFC-13		
		A-200 PRODUCCIÓN			Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-209	L-T209-257	Feedback	Nivel del tanque	Caudal salida	Flotador	LE-257	Válvula automática de regulación	LCV-257	1,0 m
T-209	P-T209-258	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-258	Válvula automática de regulación	PCV-258A PCV-258B	12,5 atm
E-214	L-E214-294	Feedback	Nivel de líquido del reboiler	Caudal de salida	Flotador	LE-294	Válvula automática de regulación	LCV-294	136,04 mm
F-201	L-F201-259	Feedback H/L	Nivel del separador	Caudal salida	Medidor hidoestático	LE-259	Válvula automática de regulación	LCV-259	0,35 m

Tabla 3-12 Listado alarmas e instrumentos área 200.

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 6		Planta de producción de CFC-13	
	A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
T-201	LAH-201	Nivel alto del tanque	1,8 m	Alarma	Sonora/Visual	
T-201	LAL-201	Nivel bajo del tanque	1,5 m	Alarma	Sonora/Visual	
T-201	LAHH-298	Nivel alto alto del tanque	1,9	Válvula todo o nada	Eléctrica	
R-201	PAH-208	Presión alta del reactor	9,3 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-201	PAL-208	Presión baja del reactor	8,8 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-201	LAH-209	Nivel alto del reactor	3,3 m	Alarma	Sonora/Visual	
R-201	LAL-209	Nivel bajo del reactor	2,4 m	Alarma	Sonora/Visual	
R-202	PAH-213	Presión alta del reactor	9,3 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-202	PAL-213	Presión baja del reactor	8,8 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-202	LAH-214	Nivel alto del reactor	3,3 m	Alarma	Sonora/Visual	
R-202	LAL-214	Nivel bajo del reactor	2,4 m	Alarma	Sonora/Visual	
R-203	PAH-218	Presión alta del reactor	9,3 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-203	PAL-218	Presión baja del reactor	8,8 atm	Alarma	Sonora/Visual	
R-203	LAH-219	Nivel alto del reactor	3,3 m	Alarma	Sonora/Visual	
R-203	LAL-219	Nivel bajo del reactor	2,4 m	Alarma	Sonora/Visual	
P-201A	PI-260	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-201B	PI-261	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 2 de 6	Planta de producción de CFC-13	
	A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
T-202	LAH-222	Nivel alto del tanque	2,6 m	Alarma	Sonora/Visual
T-202	LAL-222	Nivel bajo del tanque	2,1 m	Alarma	Sonora/Visual
T-202	LAHH-262	Nivel alto alto del tanque	2,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-202	LALL-262	Nivel bajo bajo del tanque	1,8	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-203	LAH-224	Nivel alto del tanque	4,8 m	Alarma	Sonora/Visual
T-203	LAL-224	Nivel bajo del tanque	3,9 m	Alarma	Sonora/Visual
T-203	LAHH-263	Nivel alto alto del tanque	5,2 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-203	LALL-263	Nivel bajo bajo del tanque	3,5 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
C-201	TAH-230	Temperatura alta de la columna	20/80/105 °C	Alarma	Sonora/Visual
C-201	TAL-230	Temperatura baja de la columna	10/70/95 °C	Alarma	Sonora/Visual
C-201	LAH-231	Nivel alto de la columna	0,45	Alarma	Sonora/Visual
C-201	LAL-231	Nivel bajo de la columna	0,37	Alarma	Sonora/Visual

EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 3 de 6		Planta de producción de CFC-13	
A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
P-202A	PI-264	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-202B	PI-265	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-203A	PI-266	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-203B	PI-267	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
T-205	LAH-234	Nivel alto del tanque	4,1 m	Alarma	Sonora/Visual
T-205	LAL-234	Nivel bajo del tanque	3,3 m	Alarma	Sonora/Visual
T-205	LAHH-268	Nivel alto alto del tanque	4,4 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-205	LALL-268	Nivel bajo bajo del tanque	2,9 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-204A	PI-269	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-204B	PI-270	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
C-202	TAH-240	Temperatura alta de la columna	15/55/80 °C	Alarma	Eléctrica
C-202	TAL-240	Temperatura baja de la columna	5/45/70 °C	Alarma	Eléctrica

EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
C-202	LAL-241	Nivel bajo de la columna	0,75	Alarma	Eléctrica
P-205A	PI-271	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-205B	PI-272	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-206A	PI-273	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-206B	PI-274	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
T-207	LAH-244	Nivel alto del tanque	1,9 m	Alarma	Sonora/Visual
T-207	LAL-244	Nivel bajo del tanque	1,6 m	Alarma	Sonora/Visual
T-207	LAHH-275	Nivel alto alto del tanque	2,1 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-207	LALL-275	Nivel bajo bajo del tanque	1,4 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-207A	PI-276	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-207B	PI-277	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-208A	PI-278	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-208B	PI-279	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-209A	PI-280	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica

		LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 5 de 6		Planta de producción de CFC-13	
		A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación		
P-209B	PI-281	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica		
E-211	TI-282	Temperatura del intercambiador	-	Indicador	Eléctrica		
E-211	TI-283	Temperatura del intercambiador	-	Indicador	Eléctrica		
E-212	TI-284	Temperatura del intercambiador	-	Indicador	Eléctrica		
E-212	TI-285	Temperatura del intercambiador	-	Indicador	Eléctrica		
T-208	LAH-250	Nivel alto del tanque	3,1 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-208	LAL-250	Nivel bajo del tanque	2,6 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-208	LAHH-286	Nivel alto alto del tanque	3,4 m	Válvula todo o nada	Eléctrica		
C-203	TAH-255	Temperatura alta de la columna	25/105/190 °C	Alarma	Sonora/Visual		
C-203	TAL-255	Temperatura baja de la columna	15/95/180 °C	Alarma	Sonora/Visual		
C-203	LAH-256	Nivel alto de la columna	0,66 m	Alarma	Sonora/Visual		

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 6 de 6	Planta de producción de CFC-13	
	A-200 PRODUCCIÓN		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
C-203	LAL-256	Nivel bajo de la columna	0,54 m	Alarma	Sonora/Visual
P-210A	PI-287	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-210B	PI-288	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
F-201	LAH-259	Nivel alto del separador	0,38 m	Alarma	Sonora/Visual
F-201	LAL-259	Nivel bajo del separador	0,32 m	Alarma	Sonora/Visual

3.3.3. ÁREA 300

Tabla 3-13 Listado lazo de control área 300.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 2		Planta de producción de CFC-13		
A-300 PURIFICACIÓN CFC-13					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-301	L-T301-301	Feedback H/L	Nivel tanque	Caudal purga	Medidor hidoestático	LE-301	Válvula automática de regulación	LCV-301	2,3 m
T-301	P-T301-302	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-302	Válvula automática de regulación	PCV-302A PCV-302B	13 atm
E-301	T-E301-303	Split-range	Temperatura salida coraza	Caudal salida coraza y by-pass	Termopar	TE-303	Válvula automática de regulación	TCV-303A TCV-303B	2,1 °C
C-301	F-C301-304	Feedforward	Caudal entrada columna	Caudal entrada columna	Rotámetro	FE-304	Válvula automática de regulación	FCV-304	1,5 m ³ /h
C-301	P-C301-305	Feedback	Presión salida vapor	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Tubo Bourdon	PE-305	Válvula automática de regulación	PCV-305	20 atm
C-301	F-C301-306	Feedforward	Caudal refluo condensado	Caudal refluo condensado	Rotámetro	FE-306	Válvula automática de regulación	FCV-306	1,2 m ³ /h
C-301	T-C301-307	Feedback H/L	Temperatura columna	Caudal Dow J Caldera (tubos)	Termopar	TE-307A TE-307B TE-307C	Válvula automática de regulación	TCV-307	10/40/65 °C

		LISTADO DE LAZOS DE CONTROL			Hoja 2 de 2		Planta de producción de CFC-13		
		A-300 PURIFICACIÓN CFC-13			Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
C-301	L-C301-308	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Disco ovalado	LE-308	Válvula automática de regulación	LCV-308	0,79 m
T-302	L-T302-309	Feedback	Nivel del tanque	Caudal salida	Flotador	LE-309	Válvula automática de regulación	LCV-309	0,94 m
T-302	P-T302-310	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno	Tubo Bourdon	PE-310	Válvula automática de regulación	PCV-310A PCV-310B	20 atm
E-303	L-E303-318	Feedback	Nivel de líquido del reboiler	Caudal de salida	Flotador	LE-318	Válvula automática de regulación	LCV-318	51,6 m

Tabla 3-14 Listado alarmas e instrumentos área 300.

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13	
	A-300 PURIFICACIÓN CFC-13		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
T-301	LAH-301	Nivel alto del tanque	2,5 m	Alarma	Sonora/Visual	
T-301	LAL-301	Nivel bajo del tanque	2,1 m	Alarma	Sonora/Visual	
T-301	LAHH-311	Nivel alto alto del tanque	2,7 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-301	LALL-311	Nivel bajo bajo del tanque	1,8 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
P-301A	PI-312	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-301B	PI-313	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
C-301	TAH-307	Temperatura alta de la columna	15/45/70 °C	Alarma	Sonora/Visual	
C-301	TAL-307	Temperatura baja de la columna	5/35/60 °C	Alarma	Sonora/Visual	
C-301	LAH-308	Nivel alto de la columna	0,87 m	Alarma	Sonora/Visual	
C-301	LAL-308	Nivel bajo de la columna	0,71 m	Alarma	Sonora/Visual	
P-302A	PI-314	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-302B	PI-315	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-303A	PI-316	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-303B	PI-317	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	

3.3.4. ÁREA 400

Tabla 3-15 Listado lazo de control área 400.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 2		Planta de producción de CFC-13		
A-400 PURIFICACIÓN HCl					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-401	L-T401-401	Feedback	Nivel del tanque	Caudal HCl anhidro almacenamiento	Medidor hidoestático	LE-401	Válvula automática de regulación	LCV-401	3,02 m
T-401	P-T401-402	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-402	Válvula automática de regulación	PCV-402A PCV-402B	21 atm
F-401	L-F401-403	Feedback H/L	Nivel del separador de fases	Caudal HCl anhidro	Medidor hidoestático	LE-403	Válvula automática de regulación	LCV-403	0,55 m
F-401	P-F401-404	Feedback	Presión del separador de fases	Caudal HCl anhidro absorción	Tubo Bourdon	PE-404	Válvula automática de regulación	PCV-404	1,3 atm
C-401	T-C401-405	Feedback	Temperatura salida	Caudal de agua de torre	Termorresistencia Pt 100	TE-405	Válvula automática de regulación	TCV-405	-56 °C
C-402	P-C402-406	Split-range	Presión del tanque	Caudal de aire y venteo	Tubo Bourdon	PE-406	Válvula automática de regulación	PCV-406A PCV-406B	1,05 atm

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 2 de 2		Planta de producción de CFC-13		
A-400 PURIFICACIÓN HCl					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
F-402	D-F402-407	Cascada	Concentración del separador de fases y caudal de entrada de agua	Caudal entrada agua desionizada	Refractómetro	DE-407	Válvula automática de regulación	DCV-407	36 % en peso
F-402	L-F402-408	Split-range	Nivel del separador de fases	Caudal de salida y caudal de recirculación	Medidor hidoestático	LE-408	Válvula automática de regulación	LCV-408A LCV-408B	0,35 m
F-402	F-F402-409	Feedback	Caudal de recirculación	Caudal de recirculación	Disco ovalado	FE-409	Válvula automática de regulación	FCV-409	0,33 m ³ /h

Tabla 3-16 Listado alarmas e instrumentos área 400.

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13	
	A-400 PURIFICACIÓN HCl		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
T-401	LAHH-410	Nivel alto alto del tanque	3,6 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
P-401A	PI-411	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-401B	PI-412	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
F-401	LAH-403	Nivel alto del separador	0,61 m	Alarma	Sonora/Visual	
F-401	LAL-403	Nivel bajo del separador	0,5 m	Alarma	Sonora/Visual	
F-402	LAH-408	Nivel alto del separador	0,38 m	Alarma	Sonora/Visual	
F-402	LAL-408	Nivel bajo del separador	0,32 m	Alarma	Sonora/Visual	
P-402A	PI-413	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	
P-402B	PI-414	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica	

3.3.5. ÁREA 500

Tabla 3-17 Listado lazo de control área 500.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13		
A-500 ALMACENAMIENTO PRODUCTOS					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-501	P-T501-501	Split-range H/L	Presión del tanque	Caudal de salida vapor, caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-501	Válvula automática de regulación	PCV-501A PCV-501B PCV-501C	21 atm
E-501	T-E501-502	Feedback	Temperatura salida tubos	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Termorresistencia Pt 100	TE-502	Válvula automática de regulación	TCV-502	-13,0 °C
T-504	P-T504-503	Split-range H/L	Presión del tanque	Caudal de salida vapor, caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-503	Válvula automática de regulación	PCV-503A PCV-503B PCV-503C	20 atm
E-502	T-E502-504	Feedback	Temperatura salida tubos	Caudal Dow J Chiller (coraza)	Termorresistencia Pt 100	TE-504	Válvula automática de regulación	TCV-504	-1,3 °C

Tabla 3-18 Listado alarmas e instrumentos área 500.

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 1	Planta de producción de CFC-13	
	A-500 ALMACENAMIENTO PRODUCTOS		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
T-501	PAH-501	Presión alta del tanque	22,5 atm	Alarma	Sonora/Visual
T-501	PAL-501	Presión baja del tanque	19,5 atm	Alarma	Sonora/Visual
T-501	LAHH-505	Nivel alto alto del tanque	3,0 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-501A	PI-506	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-501B	PI-507	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
T-502	LI-508	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica
T-502	PI-509	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica
T-502	LAHH-510	Nivel alto alto del tanque	11,14 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
T-503	LI-511	Nivel del tanque	-	Indicador	Eléctrica
T-503	PI-512	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica
T-503	LAHH-513	Nivel alto alto del tanque	11,14 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-502A	PI-514	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-502B	PI-515	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
T-504	PAH-503	Presión alta del tanque	21,5	Alarma	Sonora/Visual
T-504	PAL-503	Presión baja del tanque	18,5 atm	Válvula todo o nada	Sonora/Visual
T-504	LAHH-516	Nivel alto alto del tanque	4,3 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-503A	PI-517	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-503B	PI-518	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica

3.3.6. ÁREA 600

Tabla 3-19 Listado lazo de control área 600.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13		
A-600 SERVICIOS					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
CL-601	P-CL601-605	Feedforward	Presión del corriente de entrada a la caldera	Caudal de aceite térmico de by-pass	Tubo Bourdon	PE-601	Válvula automática de regulación	PCV-601	2 bar
CL-601	P-CL601-606	Feedback	Presión de salida de la caldera	Caudal de entrada	Tubo Bourdon	PE-606	Válvula automática de regulación	PCV-606	2 bar
TR-601	A-TR601-610	Split-range	Conductividad del agua	Caudal salida purga y caudal entrada agua	Refractómetro	AE-610	Válvula automática de regulación	ACV-610A ACV-610B	6.000 μ S/cm
TR-602	A-TR602-614	Split-range	Conductividad del agua	Caudal salida purga y caudal entrada agua	Refractómetro	AE-614	Válvula automática de regulación	ACV-614A ACV-614B	6.000 μ S/cm
TC-601	P-TC601-616	Split-range	Presión del tanque criogénico	Caudal de salida vapor y líquido	Tubo Bourdon	PE-616	Válvula automática de regulación	PCV-616	24 bar

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 1		Planta de producción de CFC-13		
A-600 SERVICIOS					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-601	L-T601-617	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada al tanque	Flotador	TE-617	Válvula automática de regulación	TCV-617	2,8 m

Tabla 3-20 Listado alarmas e instrumentos área 600.

		LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 2	Planta de producción de CFC-13
		A-600 SERVICIOS		Fecha: 05-06-2015	Localidad: Sabadell
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
GF	TI-601	Temperatura de entrada al sistema	-10,0 °C	Indicador	Eléctrica
GF	TI-602	Temperatura de salida al sistema	-20,0 °C	Indicador	Eléctrica
CL-601	TI-603	Temperatura de entrada al sistema	175,0 °C	Indicador	Eléctrica
CL-601	TI-604	Temperatura de salida al sistema	200,0 °C	Indicador	Eléctrica
T-604	LI-607	Nivel del tanque de expansión	-	Indicador	Eléctrica
TR-601	TI-608	Temperatura de salida al sistema	45,0 °C	Indicador	Eléctrica
TR-601	TI-609	Temperatura de salida al sistema	35,0 °C	Indicador	Eléctrica
T-602	LI-611	Nivel del tanque de expansión	-	Indicador	Eléctrica
TR-602	TI-612	Temperatura de salida al sistema	45,0 °C	Indicador	Eléctrica

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 2 de 2		Planta de producción de CFC-13	
	A-600 SERVICIOS		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación	
TR-602	TI-613	Temperatura de salida al sistema	35,0 °C	Indicador	Eléctrica	
T-606	LI-615	Nivel del tanque de expansión	-	Indicador	Eléctrica	
T-601	LAHH-618	Nivel alto alto del tanque	3,4 m	Válvula todo o nada	Eléctrica	
T-605	PI-619	Presión del tanque	-	Indicador	Eléctrica	

3.3.7. ÁREA 800

Tabla 3-21 Listado lazo de control área 800.

									
LISTADO DE LAZOS DE CONTROL					Hoja 1 de 2		Planta de producción de CFC-13		
A-800 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE					Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
F-801	L-F801-801	Feedback H/L	Nivel del separador de fases	Caudal salida líquido	Medidor hidoestático	LE-801	Válvula automática de regulación	LCV-801	0,95 m
T-802	L-T802-802	Feedback H/L	Nivel del tanque	Caudal entrada líquido	Medidor hidoestático	LE-802	Válvula automática de regulación	LCV-802	1,0 m
T-802	P-T802-803	Split-range	Presión del tanque	Caudal de nitrógeno y venteo	Tubo Bourdon	PE-803	Válvula automática de regulación	PCV-803A PCV-803B	10 atm
C-801	F-C801-804	Feedforward	Caudal entrada scrubber	Caudal entrada CCl ₄	Disco ovalado	FE-804	Válvula automática de regulación	FCV-804	1 m ³ /h
C-801	L-C801-805	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Medidor hidoestático	LE-805	Válvula automática de regulación	LCV-805	0,15 m
C-802	F-C802-806	Feedforward	Caudal entrada scrubber	Caudal entrada recirculación	Disco ovalado	FE-806	Válvula automática de regulación	FCV-806	0,34 m ³ /h
C-802	L-C802-807	Feedback H/L	Nivel líquido bottom	Caudal salida colas	Medidor hidoestático	LE-807	Válvula automática de regulación	LCV-807	0,15 m

		LISTADO DE LAZOS DE CONTROL			Hoja 2 de 2		Planta de producción de CFC-13		
		A-800 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE			Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell		
Equipo	Lazo de control	Tipo	Variable controlada	Variable manipulada	E. primario	Ítem	E. final	Ítem	Set Point
T-804	PH-T804-808	Split-range	pH del fluido	Caudal entrada de KOH y salida	Electrodo de vidrio	PHE-808	Válvula automática de regulación	PHCV-808A PHCV-808B	8,0 pH
B. H.	PH-BH-829	Split-range	pH de la balsa de homogenización	Cantidad de NaOH y HCl	Electrodo de vidrio	PHE-829	Válvula automática de regulación	PHCV-829A PHCV-829B	6-10 pH
B.H.	A-BH-830	Feedback	Conductividad de la balsa de homogenización	Cantidad de sales	Refractómetro	AE-830	Válvula automática de regulación	ACV-830	6.000 μ S/cm

Tabla 3-22 Listado alarmas e instrumentos área 800.

		LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 1 de 2		Planta de producción de CFC-13	
		A-800 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell	
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación		
F-801	LAH-801	Nivel alto del separador	1,04 m	Alarma	Sonora/Visual		
F-801	LAL-801	Nivel bajo del separador	0,86 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-801	LI-809	Nivel de líquido en el tanque	-	Indicador	Eléctrica		
T-801	PI-810	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica		
T-801	LAHH-811	Nivel alto alto del tanque	9,85 m	Válvula todo o nada	Eléctrica		
P-801	PI-812	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica		
T-802	LAH-802	Nivel alto del tanque	1,1 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-802	LAL-802	Nivel bajo del tanque	0,9 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-802	LAHH-813	Nivel alto alto del tanque	1,2 m	Válvula todo o nada	Eléctrica		
C-801	PI-814	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica		
C-801	LAH-805	Nivel alto del tanque	0,16 m	Alarma	Sonora/Visual		
C-801	LAL-805	Nivel bajo del tanque	0,14 m	Alarma	Sonora/Visual		
T-803	LI-815	Nivel de líquido en el tanque	-	Indicador	Eléctrica		
T-803	PI-816	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica		
T-803	LAHH-817	Nivel alto alto del tanque	11,1 m	Válvula todo o nada	Eléctrica		

	LISTADO DE ALARMAS E INSTRUMENTOS		Hoja 2 de 2		Planta de producción de CFC-13
	A-800 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE		Fecha: 05-06-2015		Localidad: Sabadell
EQUIPO	ÍTEM	Variable controlada	Set point	Descripción	Actuación
P-802A	PI-818	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-802B	PI-819	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
C-802	PI-820	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica
C-802	LAH-807	Nivel alto del tanque	0,16 m	Alarma	Sonora/Visual
C-802	LAL-807	Nivel bajo del tanque	0,14 m	Alarma	Sonora/Visual
T-804	PI-821	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica
T-804	LAHH-822	Nivel alto alto del tanque	1,4 m	Válvula todo o nada	Eléctrica
P-803A	PI-823	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
P-803B	PI-824	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica
T-805	LI-825	Nivel del líquido en el tanque	-	Indicador	Eléctrica
T-805	PI-826	Presión del tanque	-	Manómetro	Eléctrica
T-805	LAHH-827	Nivel alto alto del tanque	4,4 m	Válvula todo o nada	Sonora/Visual
P-804	PI-828	Presión de la bomba	-	Manómetro	Eléctrica

3.4. DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMAS DE LOS LAZOS DE CONTROL

3.4.1. ÁREA 100

3.4.1.1. Tanques de almacenamiento de HF

Lazo P-T101-101

El objetivo del lazo es mantener la presión constante en el tanque de almacenamiento. Para ello se utiliza un control split-range, que consiste en abrir la válvula de venteo en el momento en que el sistema alcance una presión en el tanque superior a la que marca el set point, y en abrir la válvula de introducción de nitrógeno en cuanto la presión esté por debajo del valor deseado.

Para el llenado de dicho tanque se ha instalado un indicador de nivel (LI-106), el cual permitirá al operario saber cuándo debe cerrar la válvula de llenado y pasar a utilizar otro tanque de almacenaje. Pero de todas formas, en caso de que este sensor falle, o el operario se despiste o cometa un error, se ha instalado un sensor que va conectado a una alarma de nivel alto alto (LAHH-107), asegurando así que el nivel del tanque de almacenamiento nunca exceda del 85% de su capacidad enviando una señal eléctrica a la válvula de llenado para cerrarla y reproducir un aviso sonoro y visual.

Este lazo de control tiene 3 análogos más que se encuentran especificados a continuación, que corresponden a los otros tanques de almacenaje de HF:

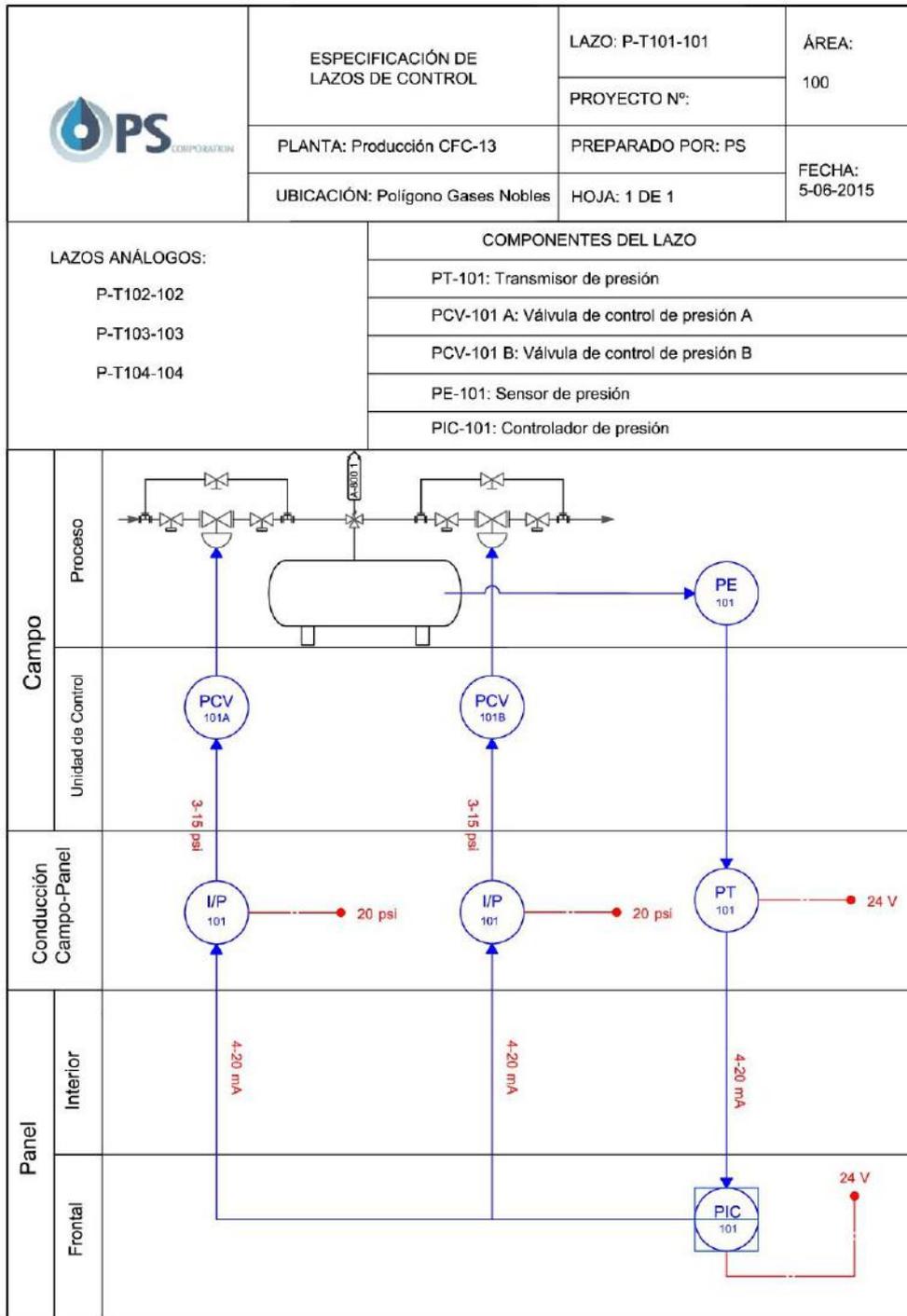
Caracterización de los lazos

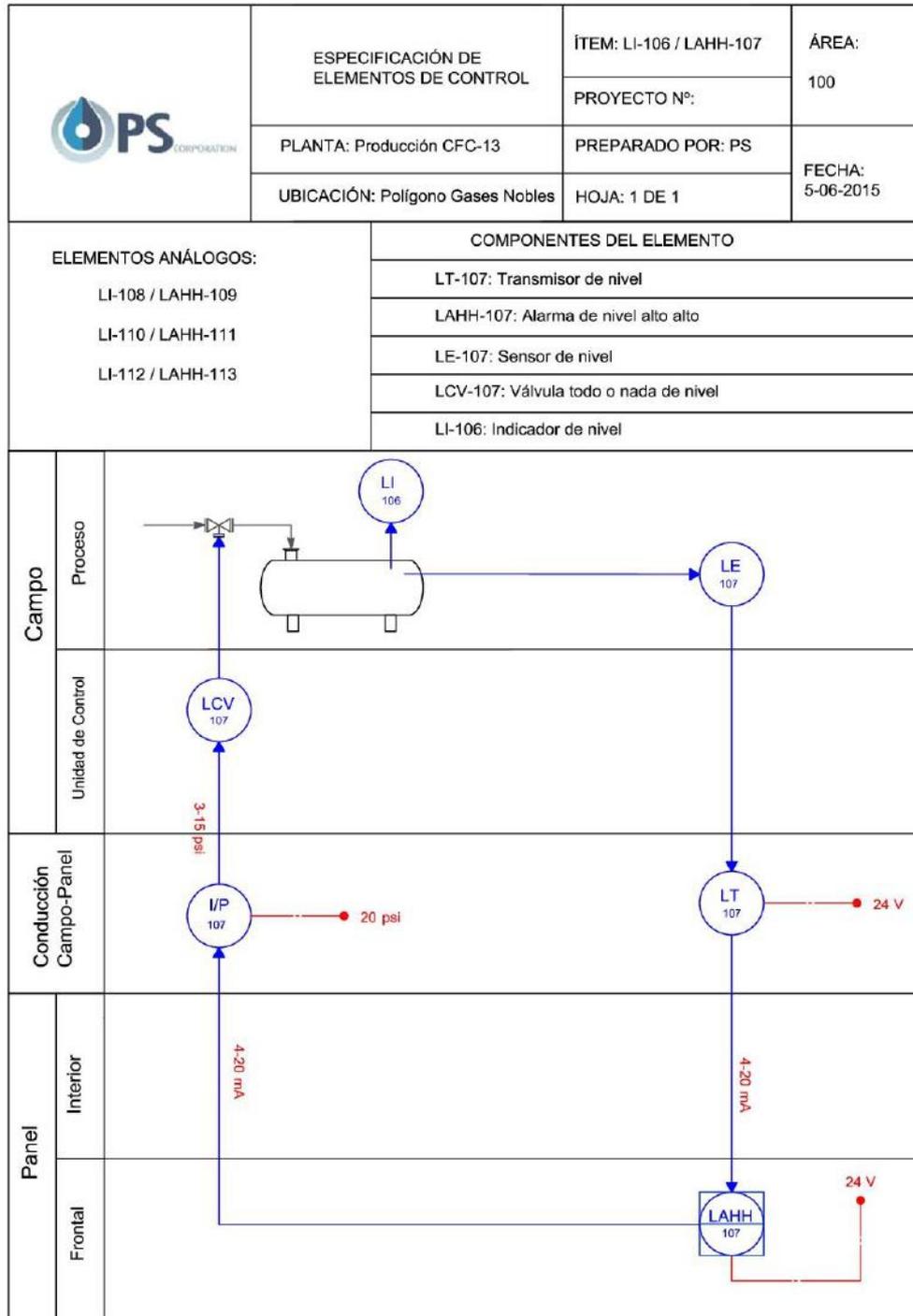
- Ítem: P-T101-101
- Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 3,8 m
- Método de control: Split-range
- Indicador: Indicador de nivel; LI-106.
- Alarma: Alarma de nivel alto alto, LAHH-107.

- Ítem: P-T102-102
 - Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
 - Set point: 3,8 m
 - Método de control: Split-range
 - Indicador: Indicador de nivel; LI-108.
 - Alarma: Alarma de nivel alto alto, LAHH-109.
-

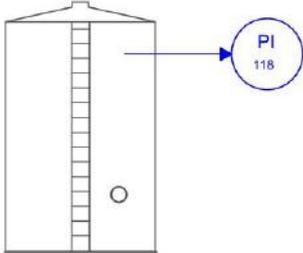
- Ítem: P-T103-103
 - Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
 - Set point: 3,8 m
 - Método de control: Split-range
 - Indicador: Indicador de nivel; LI-110.
 - Alarma: Alarma de nivel alto alto, LAHH-111.
-

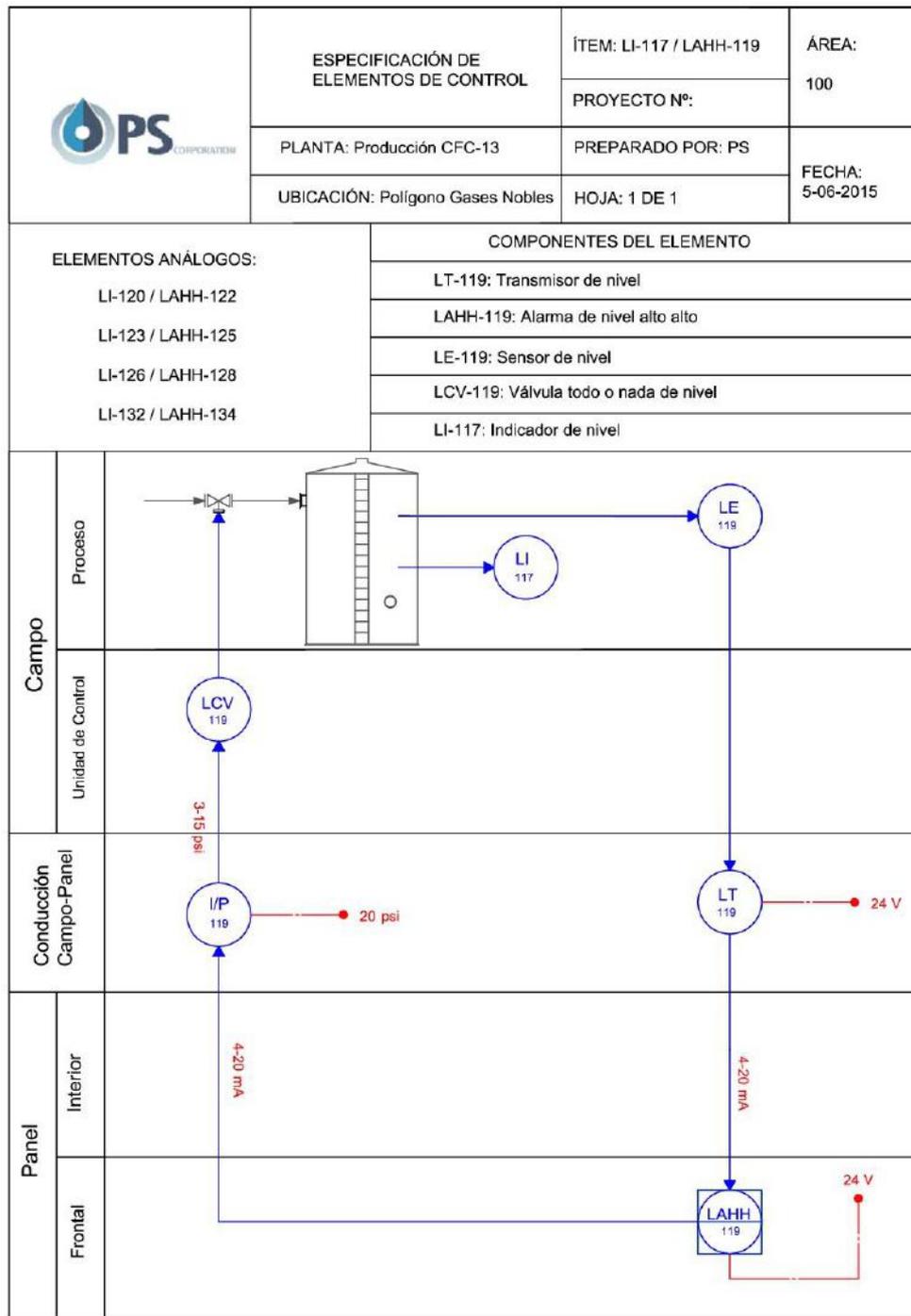
- Ítem: P-T104-104
- Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 3,8 m
- Método de control: Split-range
- Indicador: Indicador de nivel; LI-112.
- Alarma: Alarma de nivel alto alto, LAHH-113.





Los tanques de almacenamiento que se encuentran a presión atmosférica no requieren de control, pero si se les han instalado unos indicadores de presión y de nivel para conocer como varían dichos parámetros. Además, se han añadido unas alarmas de nivel alto alto, las cuales permiten cerrar de una forma automática la válvula de llenado en el momento en que por algún motivo se supere el 20 % de la altura máxima del fluido. Estas alarmas e indicadores se encuentran listados en la Tabla 3-10 del apartado 3.3.1. del presente capítulo.

	ESPECIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL		ÍTEM: PI-118	ÁREA:	
			PROYECTO N°:	100	
	PLANTA: Producción CFC-13		PREPARADO POR: PS		FECHA: 5-06-2015
	UBICACIÓN: Polígono Gases Nobles		HOJA: 1 DE 1		
ELEMENTOS ANÁLOGOS: PI-121 PI-127 PI-124 PI-133			COMPONENTES DEL ELEMENTO		
			PI-118: Indicador de presión		
Campo	Proceso				
	Unidad de Control				
Conducción Campo-Panel					
Panel	Interior				
	Frontal				



3.4.2. ÁREA 200

3.4.2.1. Depósitos pulmón

Lazo L-T201-201

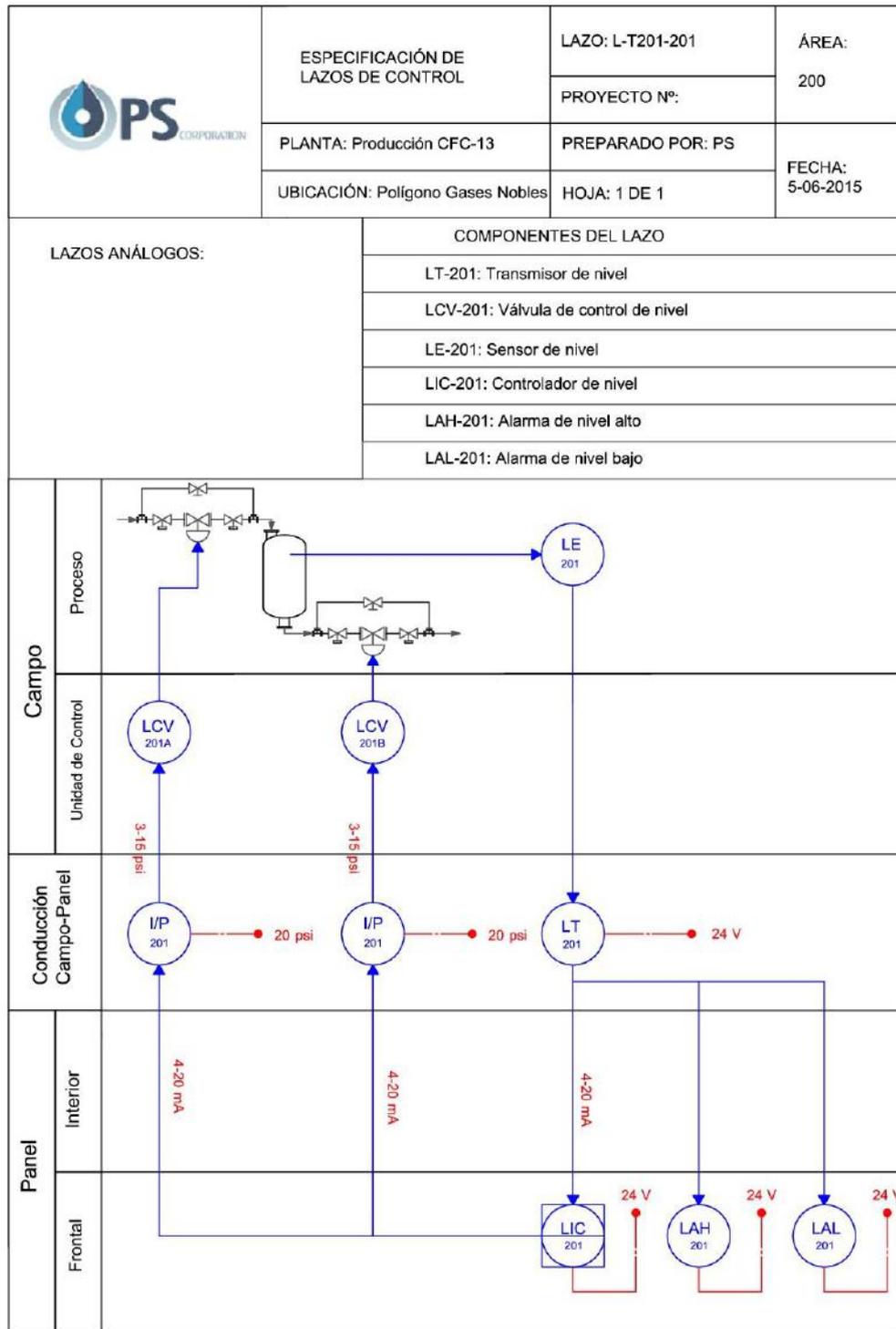
El objetivo de este lazo corresponde en la medición del nivel del tanque cerrando el caudal de entrada de CCl_4 de almacenamiento o abriendo la purga de dicho tanque.

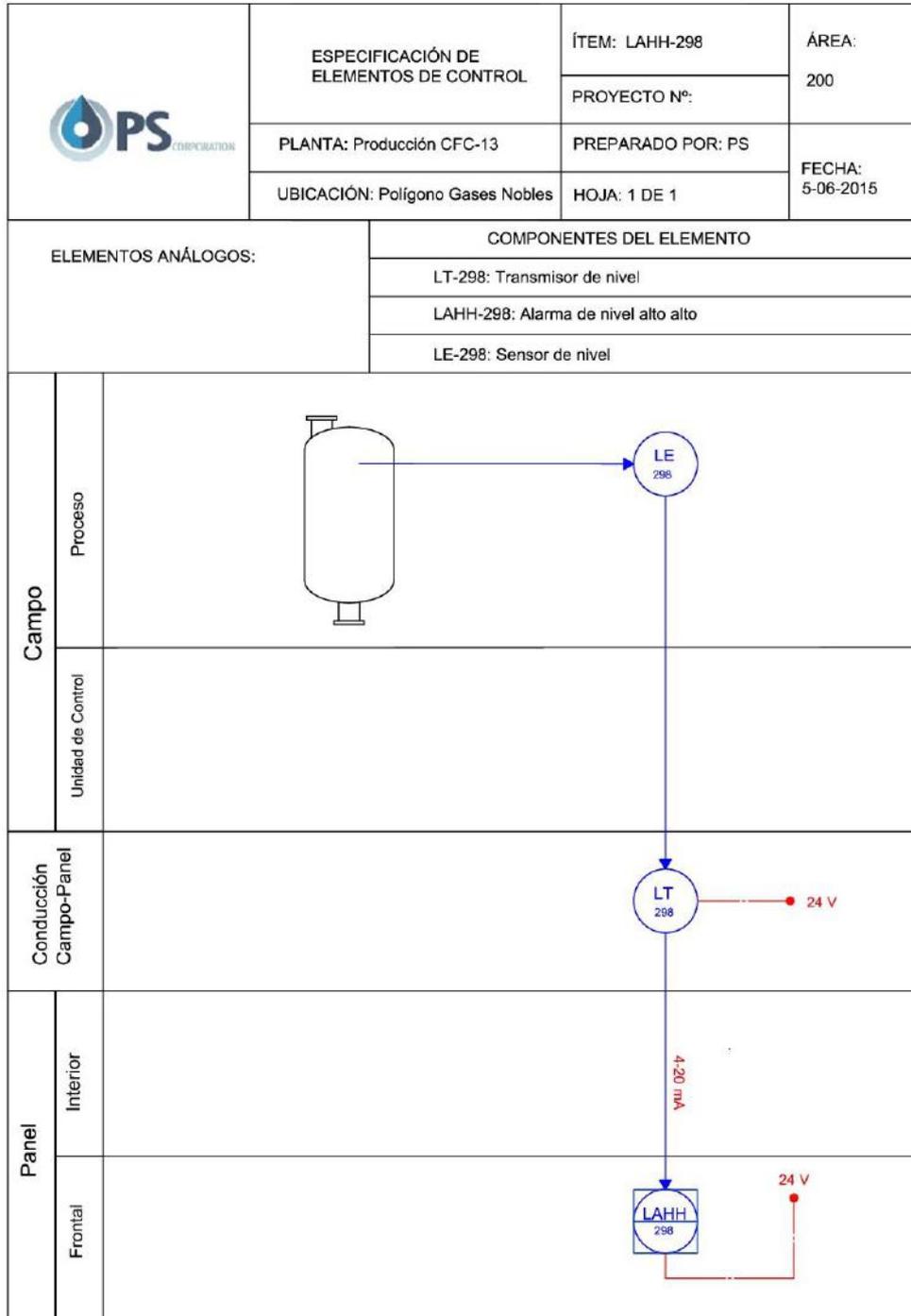
Este control funciona dependiendo del valor de consigna del controlador, es decir, que si el controlador detecta un valor por debajo del debido durante la operación, la válvula accionada será la correspondiente a la del llenado del depósito pulmón mientras que la otra distara cerrada, pero si el sistema se encontrase en el caso opuesto, la válvula implicada sería la de purga y la de llenado se cerraría.

Si este control fallase, se han instalado unas alarmas de alto y bajo nivel, LAH y LAL respectivamente para asegurar que la válvula de llenado se cerraría si llegase a 1,9 m de altura de líquido y que se abriría si llegase a 1,5 m, así como la de purga, que tendría el comportamiento opuesto.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-T201-201
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de alimento o de salida de purga.
- Set point: 1,62 m
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: LAH-201, LAL-201 y LAHH-298





Lazo P-T201-202

Este lazo de control es de tipo Split-range, es decir, de rango partido que permite mantener constante la presión del depósito manipulando el caudal de venteos o la entrada de nitrógeno.

Seguidamente se explicaran las características de este lazo y de 11 análogos más que corresponden a todos los depósitos pulmón y depósitos de condensados que se encuentran en la en el área 200.

Caracterización de los lazos

• Ítem:	P-T201-202
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	10 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-
<hr/>	
• Ítem:	P-T202-223
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	14,5 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-
<hr/>	
• Ítem:	P-T203-225
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	15 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-

- Ítem: P-T204-233
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón de condensado.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 14,5 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

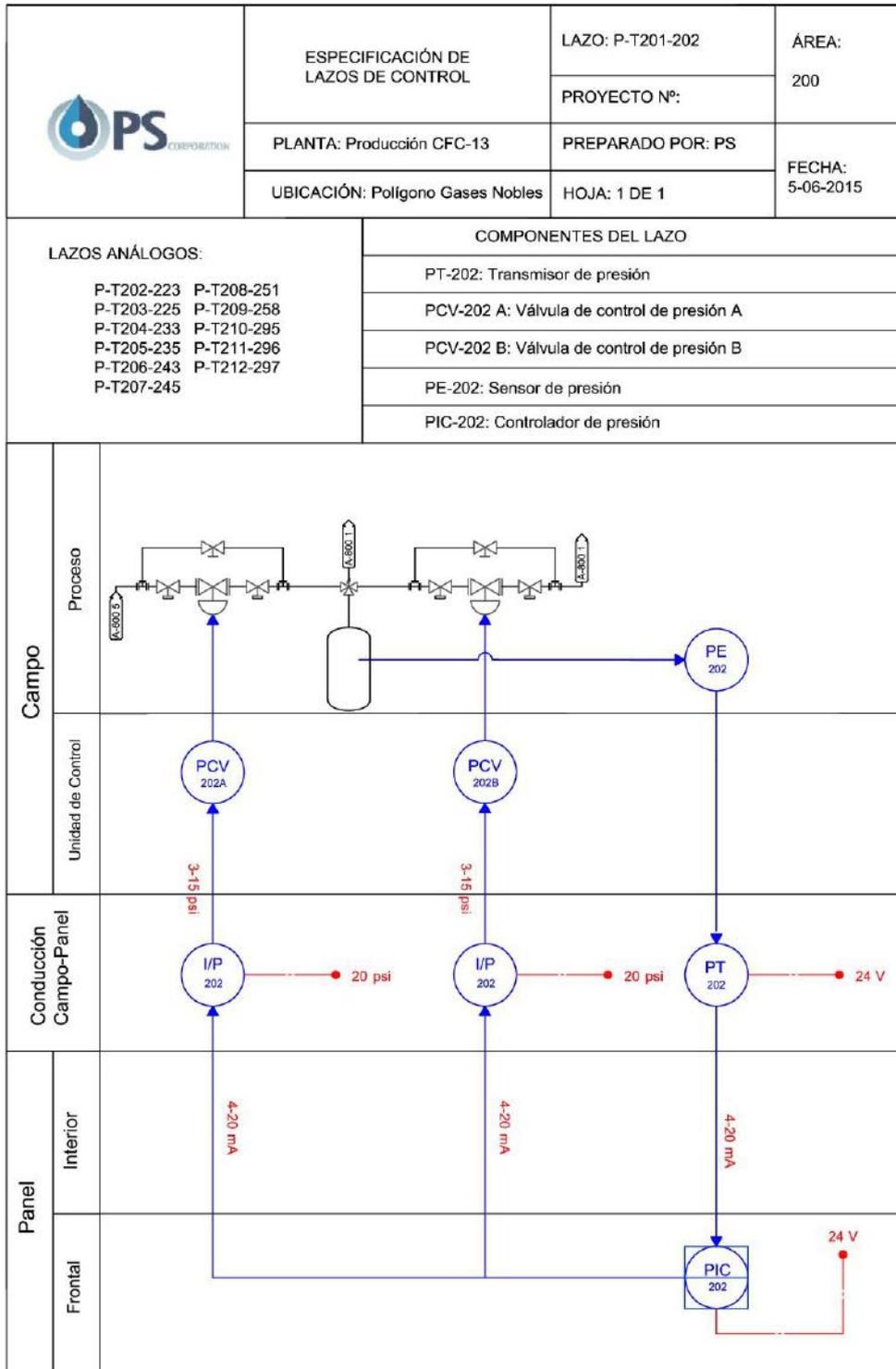
- Ítem: P-T205-235
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 14,5 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

- Ítem: P-T206-243
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón de condensado.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 21 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

- Ítem: P-T207-245
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 21 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

• Ítem:	P-T208-251
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	13,5 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-
• Ítem:	P-T209-258
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón de condensado.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	12,5 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-
• Ítem:	P-T210-295
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón de condensado.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	8,7 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-
• Ítem:	P-T211-296
• Variable controlada:	Presión del depósito pulmón de condensado.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
• Set point:	3,0 atm
• Método de control:	Split-range
• Indicador:	-
• Alarma:	-

- Ítem: P-T212-297
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón de condensado.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 3,15 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -



Lazo L-T202-222

El lazo de control tiene como objetivo mantener el nivel del depósito entre un valor alto y bajo fijos, siendo éstos el $\pm 10\%$. Es de tipología feedback.

Su funcionamiento se basa en que si el tanque tiene un volumen superior al marcado por el set point del controlador, la válvula de purgas se abrirá. Pero si el nivel es inferior el control cerrará la válvula de purgas, aunque si esta ya distara cerrada mandaría una señal para advertir al operario de que alguna anomalía sucede en el sistema.

En el caso de que este control fallase el controlador lleva instaladas unas alarmas de alto y bajo nivel. La alarma LAL se activará avisando al operario en el caso de tener un nivel inferior al marcado por el controlador, 2,1 m; mientras que la alarma LAH se activará cuando el nivel supere 2,6 m de líquido avisando al operario para que este abra la válvula de purgas. Si la alarma LAH no funcionara, se ha instalado una alarma sonora y visual de nivel alto alto, LAHH, que se pondrá en funcionamiento en cuanto el volumen del tanque supere el 20 % de su capacidad máxima, además del aviso, ésta accionará una válvula eléctrica automática que permitirá la abertura de la purga. Este mismo procedimiento sucede para el caso inverso, es decir que el nivel se encuentre un 20 % por debajo del habitual.

Dicho lazo tiene 4 análogos más, los cuales se caracterizan a continuación junto al lazo explicado en las líneas anteriores:

Caracterización de los lazos

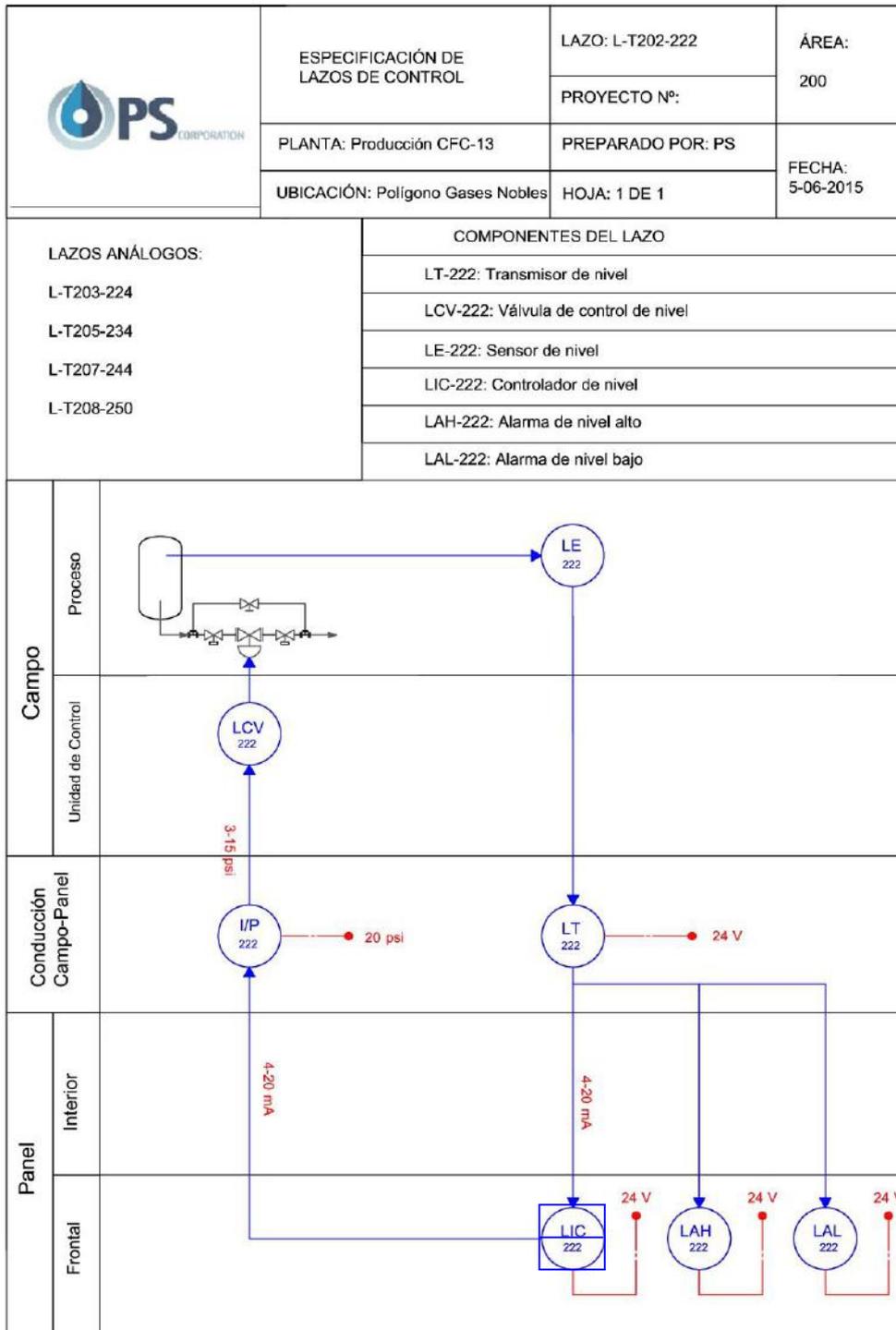
- Ítem: L-T202-222
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de purga.
- Set point: 2,34 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-222, LAL-222, LAHH-262 y LALL-262

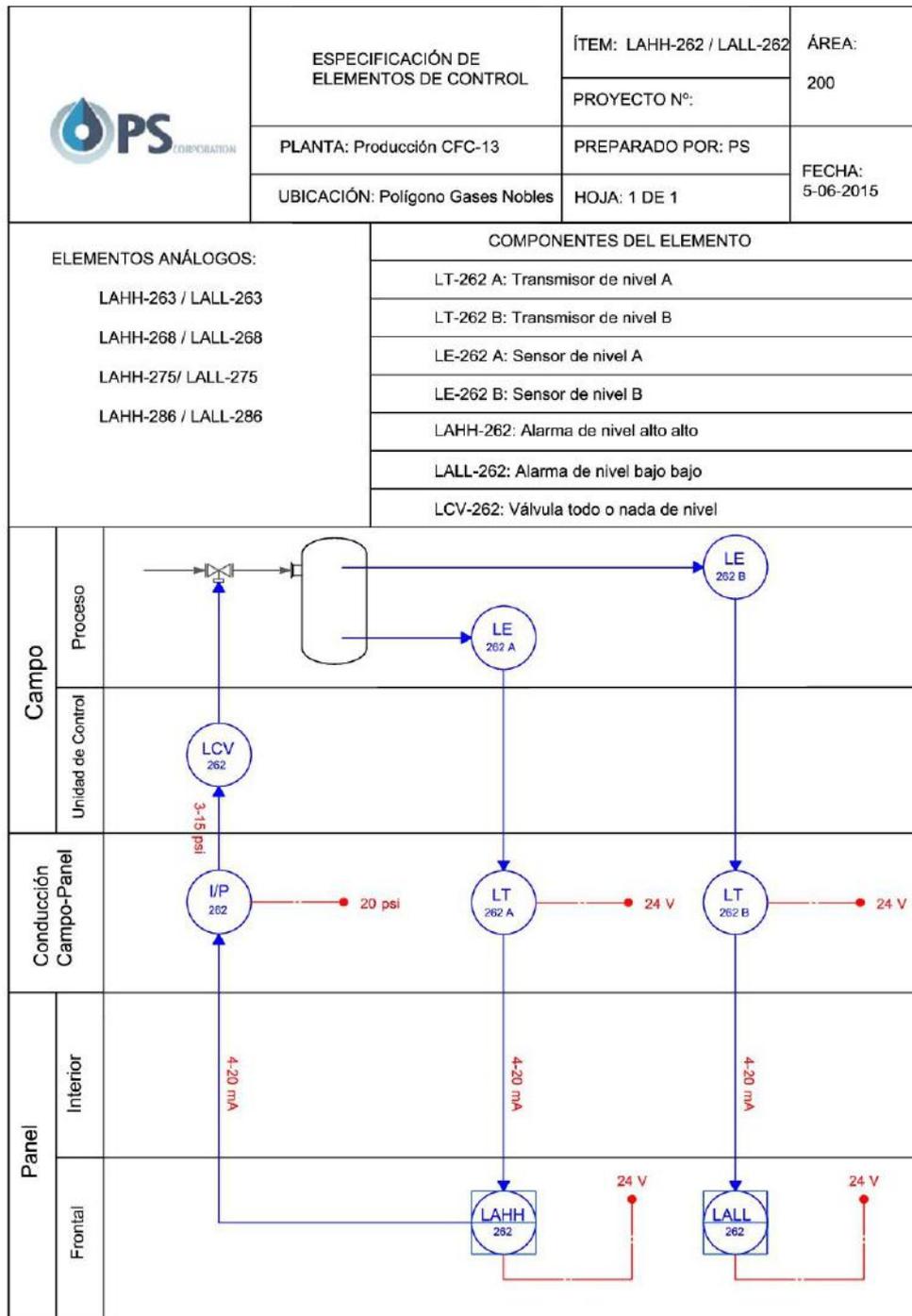
- Ítem: L-T203-224
 - Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
 - Variable manipulada: Caudal de purga.
 - Set point: 4,34 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: LAH-224, LAL-224, LAHH-263 y LALL-263
-

- Ítem: L-T205-234
 - Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
 - Variable manipulada: Caudal de purga.
 - Set point: 3,7 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: LAH-234, LAL-234, LAHH-268 y LALL-268
-

- Ítem: L-T207-244
 - Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
 - Variable manipulada: Caudal de purga.
 - Set point: 1,73 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: LAH-244, LAL-244, LAHH-275 y LALL-275
-

- Ítem: L-T208-250
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de purga.
- Set point: 2,83 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-250, LAL-250, LAHH-286 y LALL-286





Lazo L-T204-232

Este lazo de control sigue la misma estructura y funcionamiento que el lazo L-T202-222 explicado anteriormente. Pero les diferencia la variable manipulada, ya que en este caso al ser un depósito de condensados no hay purga y entonces el control de nivel se da con el propio caudal de salida.

Hay 3 lazos de control que siguen esta estructura, ya que hay tres columnas de rectificación y cada una de ellas tiene su correspondiente tanque de condensados; a continuación se caracterizan dichos lazos:

Caracterización de los lazos

- | | |
|------------------------|---|
| • Ítem: | L-T204-232 |
| • Variable controlada: | Nivel del depósito pulmón de condensados. |
| • Variable manipulada: | Caudal de salida del depósito. |
| • Set point: | 1,3 m |
| • Método de control: | Feedback |
| • Indicador: | - |
| • Alarma: | - |
-
- | | |
|------------------------|---|
| • Ítem: | L-T206-242 |
| • Variable controlada: | Nivel del depósito pulmón de condensados. |
| • Variable manipulada: | Caudal de salida del depósito. |
| • Set point: | 1,0 m |
| • Método de control: | Feedback |
| • Indicador: | - |
| • Alarma: | - |
-
- | | |
|------------------------|---|
| • Ítem: | L-T209-257 |
| • Variable controlada: | Nivel del depósito pulmón de condensados. |
| • Variable manipulada: | Caudal de salida del depósito. |
| • Set point: | 1,0 m |
| • Método de control: | Feedback |
| • Indicador: | - |
| • Alarma: | - |

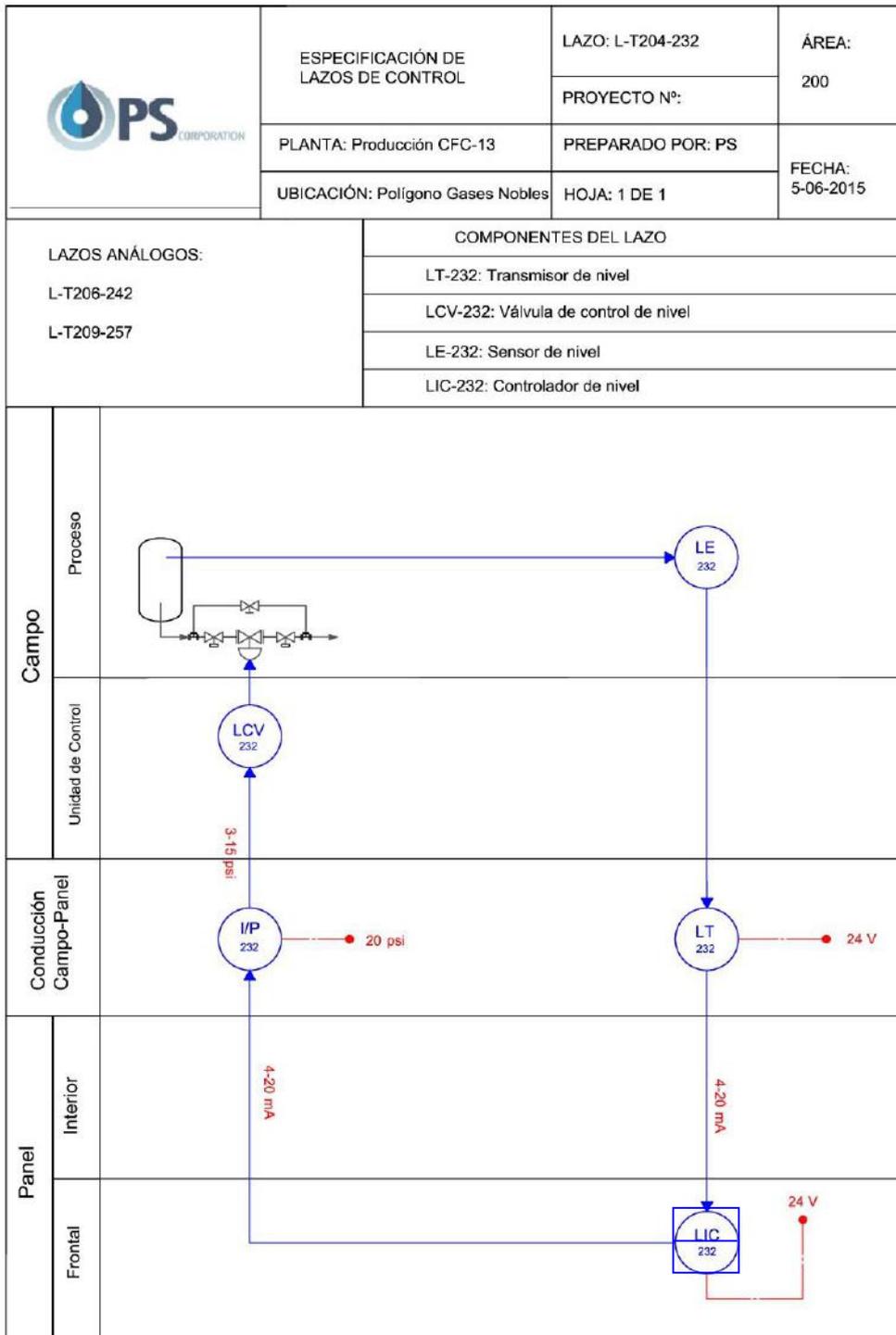
Además de estos tres lazos, hay tres más que tienen la misma estructura pero que corresponden a intercambiadores que tienen depósitos en su salida ya que no solo intercambian calor sino que también varían la fase del fluido y por tanto, no interesa que una bajada de nivel o una entrada de vapor estropeen las bombas posteriores. A continuación se encuentran las características de dichos lazos.

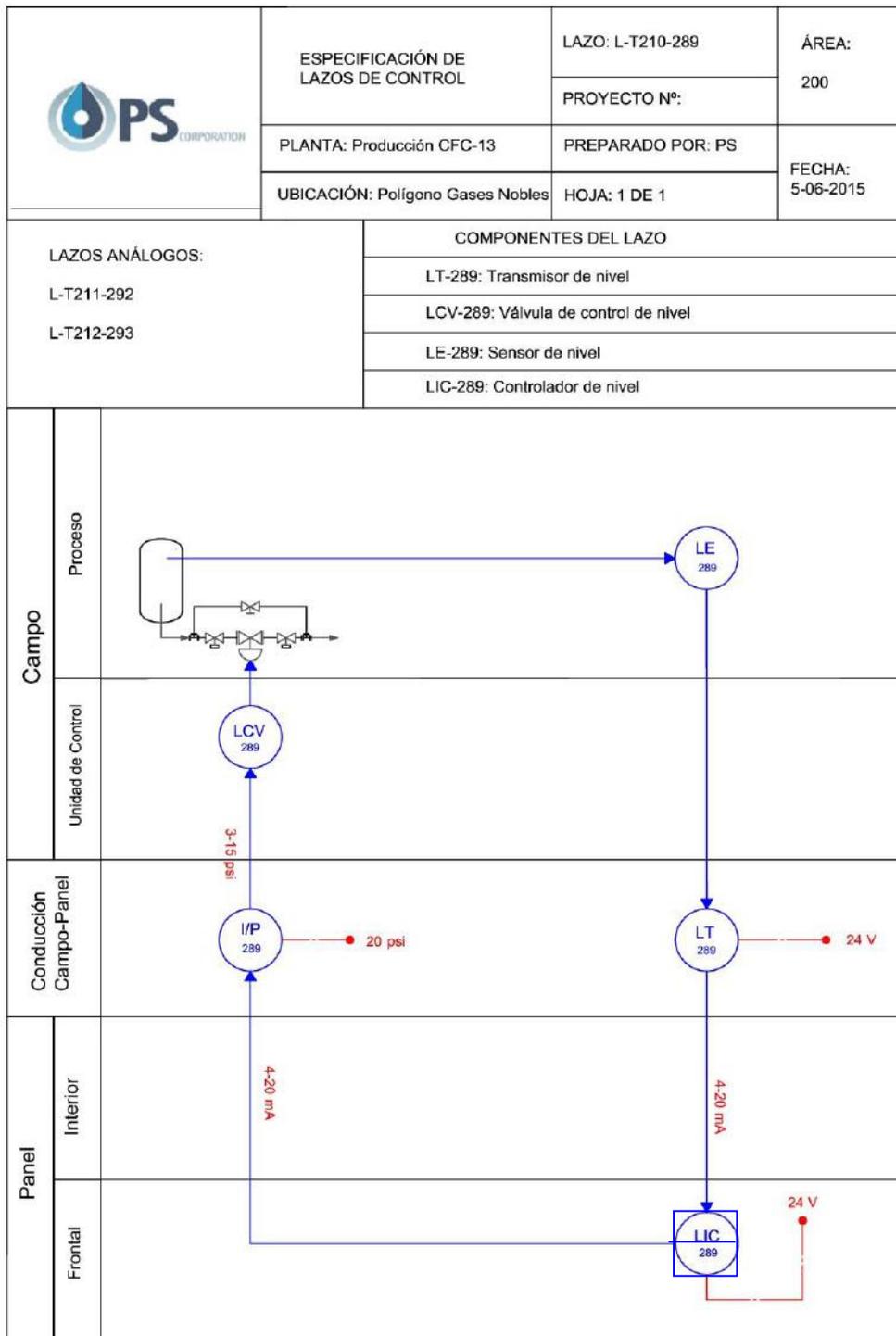
Caracterización de los lazos

- Ítem: L-T210-289
 - Variable controlada: Nivel del depósito pulmón de condensados.
 - Variable manipulada: Caudal de salida del depósito.
 - Set point: 1,05 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: L-T211-292
 - Variable controlada: Nivel del depósito pulmón de condensados.
 - Variable manipulada: Caudal de salida del depósito.
 - Set point: 0,3 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: L-T212-293
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón de condensados.
- Variable manipulada: Caudal de salida del depósito.
- Set point: 0,55 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -





3.4.2.2. Mezclador estático

Lazo F-M201-203

Este lazo corresponde a un control de caudal de HF previo a la entrada del mezclador estático, para así poder controlar en todo momento que la cantidad de HF introducida en el proceso de producción es la requerida para que se cumpla la relación estequiométrica necesaria para la primera y segunda fluoración.

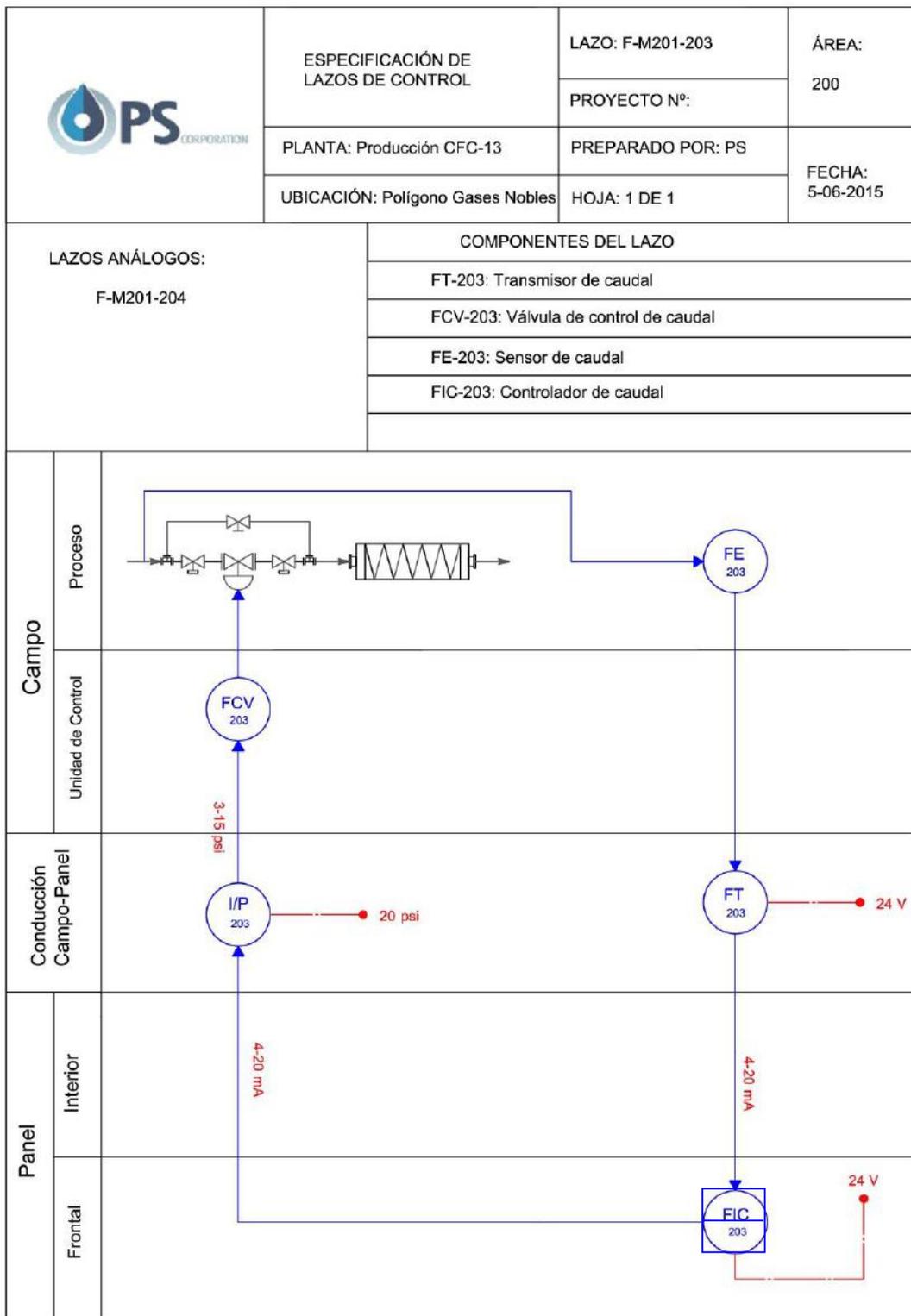
Este lazo es de tipo feedforward y tiene un set point de $0,82 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo tanto, si el caudal excediera de lo marcado por la consigna el controlador daría la orden a la válvula de que se cerrara. El mismo suceso pero a la inversa pasaría si el sistema se encontrara que le pasa menos caudal del necesario, es decir, que el controlador le daría la señal a la válvula para que se abriera.

En el sistema de control diseñado, hay un lazo análogo a este que corresponde al control de caudal de CCl_4 que entra en el sistema. Seguidamente se indican las características de los dos lazos:

Caracterización de los lazos

- Ítem: F-M201-203
 - Variable controlada: Caudal de entrada del HF en el mezclador.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada del HF en el mezclador.
 - Set point: $0,82 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-M201-204
- Variable controlada: Caudal de entrada del CCl_4 en el mezclador.
- Variable manipulada: Caudal de entrada del CCl_4 en el mezclador.
- Set point: $2,07 \text{ m}^3/\text{h}$
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



3.4.2.3. Intercambiadores

Para el control de los intercambiadores de esta zona se han diseñado lazos de control de temperatura, caudal y presión.

Lazo T-E201-205

Este lazo de control permite controlar la temperatura de salida de los intercambiadores y así cumplir los requerimientos térmicos que necesita esa zona. La tipología de control utilizada es de tipo feedback, ya que se mide la temperatura de salida y se regula a partir de esa muestra el caudal de refrigerante que puede ser tanto caliente como frío.

Este caudal de refrigerante se verá modificado dependiendo de si la temperatura es superior o inferior al set point y de si el fluido de servicio es caliente o frío.

Seguidamente, se muestran las características del lazo mencionado y de sus análogos, especificando cada una de las características comentadas en los párrafos anteriores:

Caracterización de los lazos

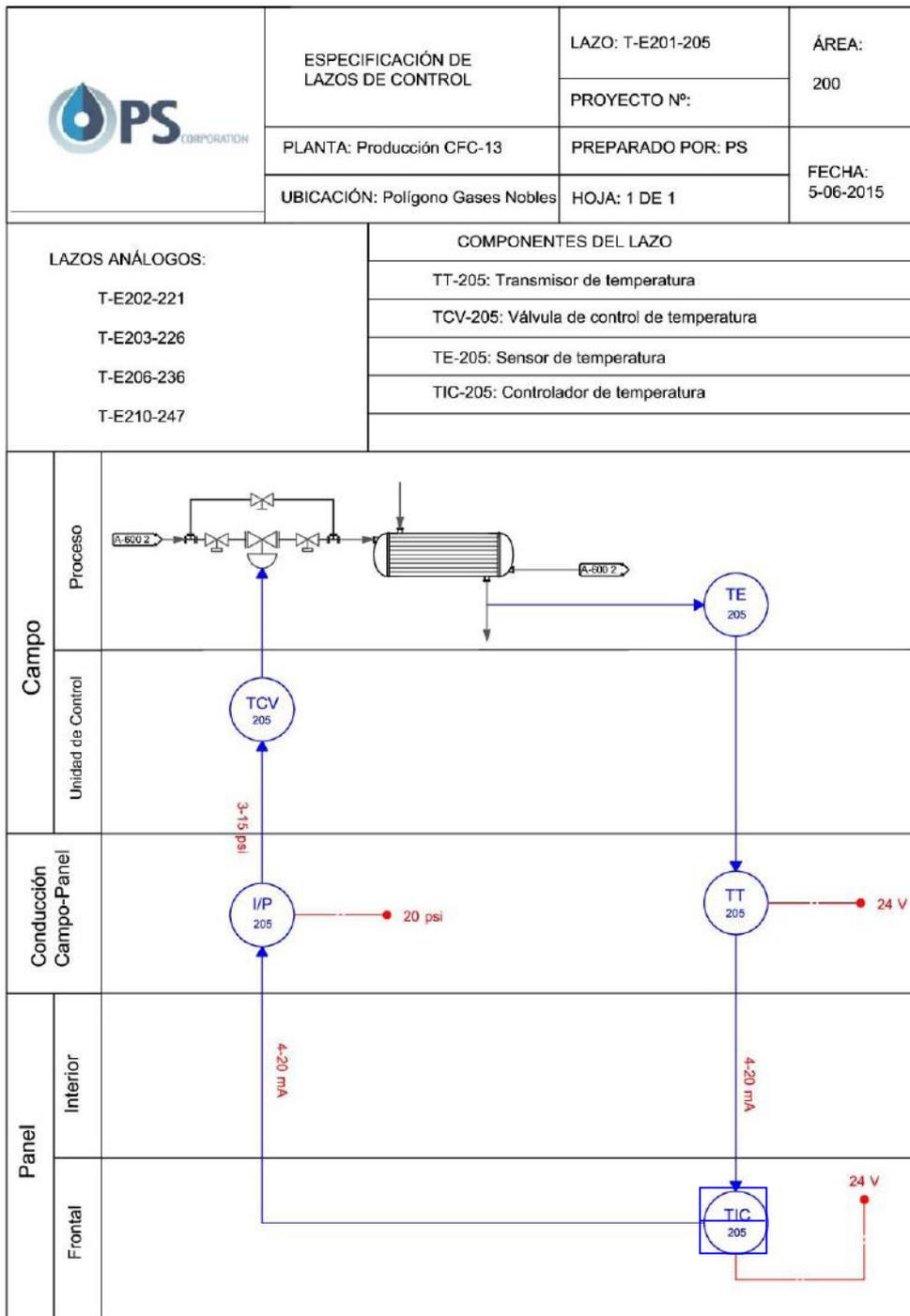
• Ítem:	T-E201-205
• Variable controlada:	Temp. del fluido en la salida de la coraza.
• Variable manipulada:	Caudal del aceite proveniente de la caldera.
• Set point:	95 °C
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	-

• Ítem:	T-E202-221
• Variable controlada:	Temp. del fluido en la salida de los tubos.
• Variable manipulada:	Caudal del refrig. proveniente del chiller.
• Set point:	-11,1 °C
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	-

- Ítem: T-E203-226
 - Variable controlada: Temp. del fluido en la salida de la coraza.
 - Variable manipulada: Caudal del aceite proveniente de la caldera.
 - Set point: 7,5 °C
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: T-E206-236
 - Variable controlada: Temp. del fluido en la salida de la coraza.
 - Variable manipulada: Caudal del aceite proveniente de la caldera.
 - Set point: 0,0 °C
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: T-E210-247
- Variable controlada: Temp. del fluido en la salida de la coraza.
- Variable manipulada: Caudal del aceite proveniente de la caldera.
- Set point: 125,0 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -

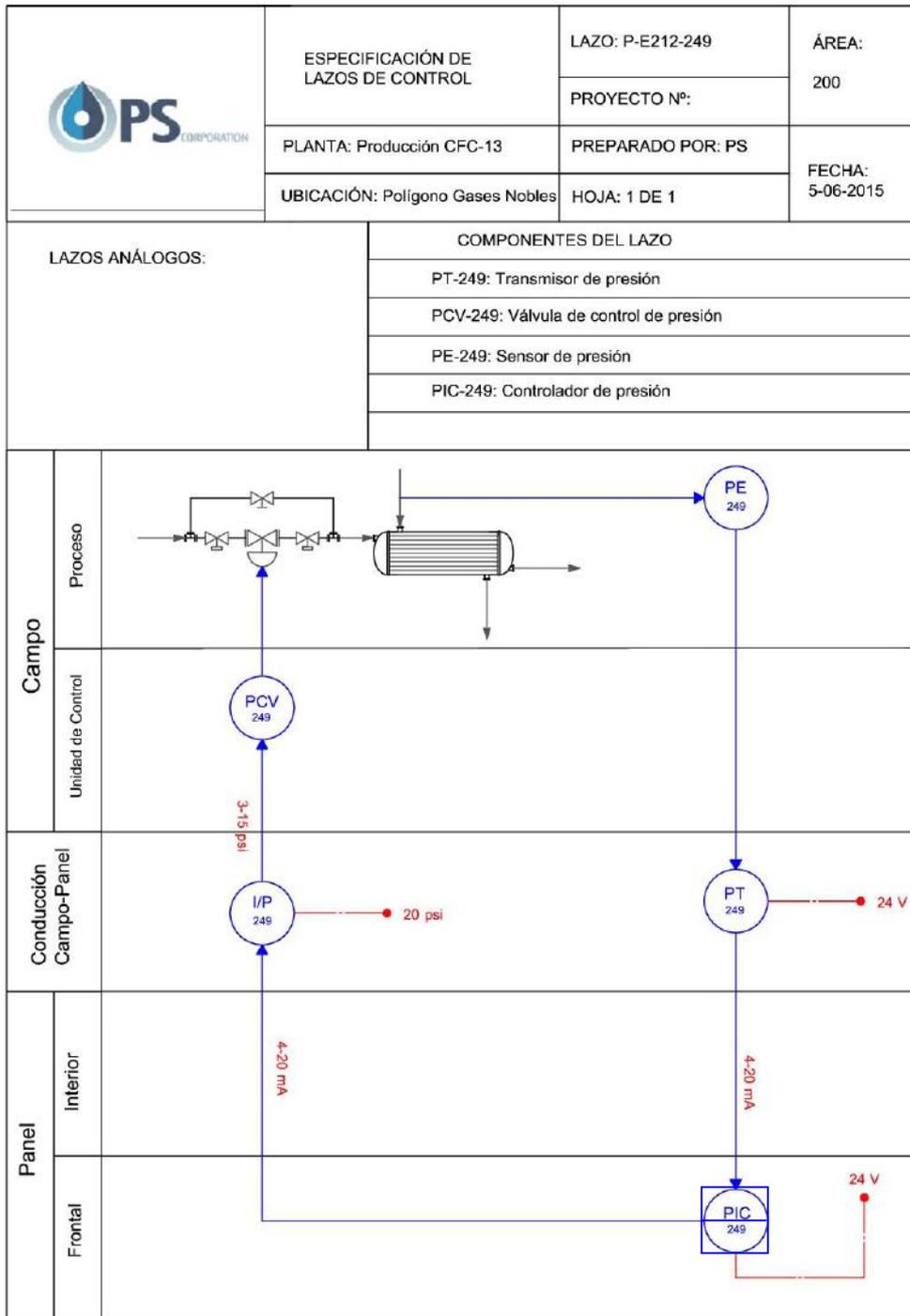


Lazo P-E212-249

Este lazo de control tiene como objetivo regular el caudal de entrada por tubos de una corriente de proceso para reutilizar así la energía de dicha corriente en el intercambiador, utilizando como referencia una medida de la presión del fluido que entra por coraza. Es un control tipo feedforward y vendría caracterizado por los parámetros siguientes:

Caracterización del lazo

- Ítem: P-E212-249
- Variable controlada: Presión del caudal que entra por la coraza.
- Variable manipulada: Caudal de HCl anhidro que entra por tubos.
- Set point: 3,2 atm
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -

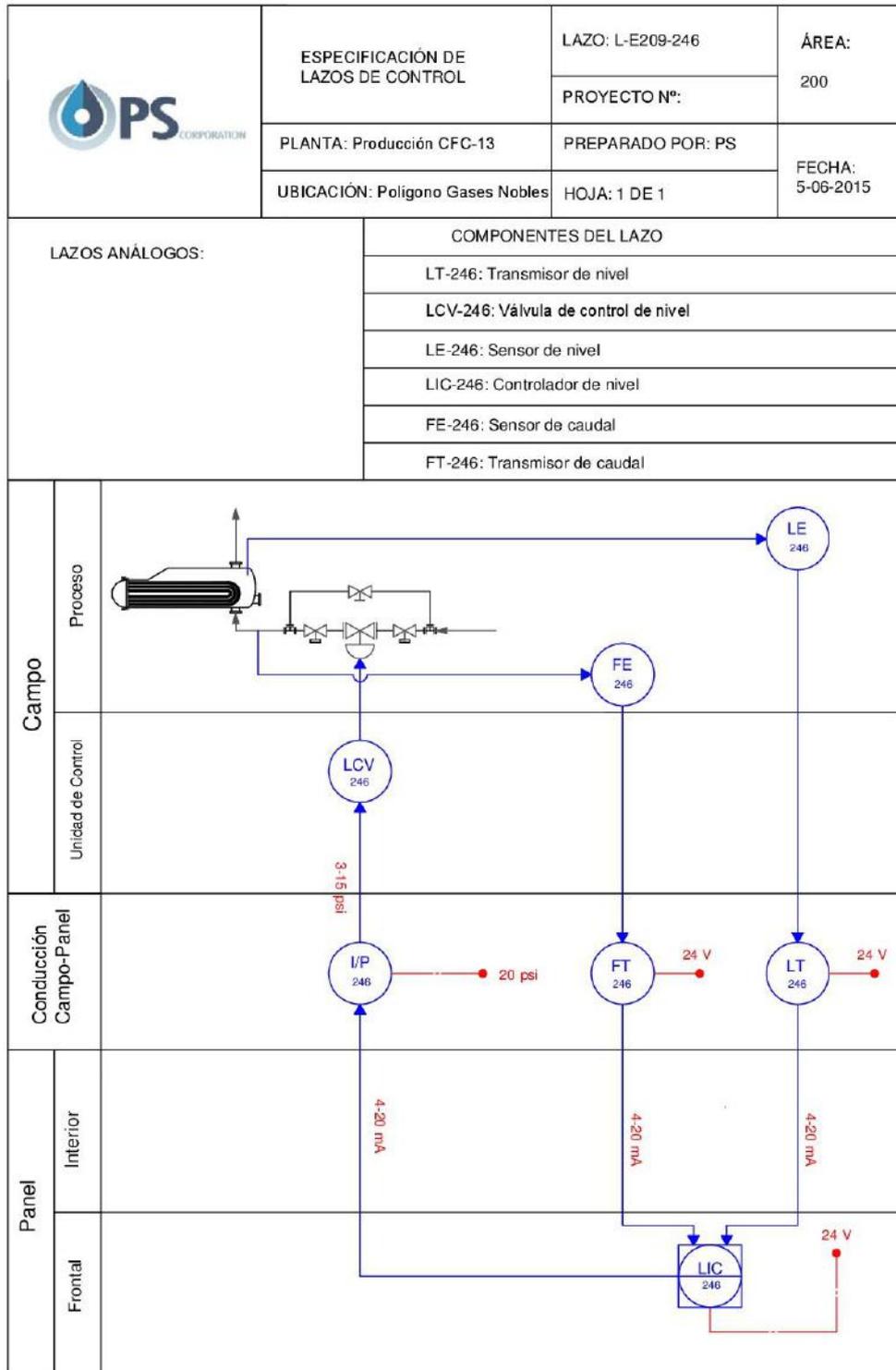


Lazo L-E209-246

Este lazo de control tiene como objetivo el control del nivel del intercambiador, es decir, que este nunca exceda de la altura marcada por el set point. Para conseguirlo, el control utilizado es de tipo cascada, ya que en una primera instancia el nivel del intercambiador es el set point de interés; pero también se mide el caudal de entrada del intercambiador para así poderlo regular según convenga y cumplir el set point del nivel del intercambiador sin necesidad de que intervenga del control principal.; Por tanto, solo actuaría el lazo de control principal en el caso que el controlador secundario no pudiera actuar suficientemente rápido para cumplir el valor objetivo.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-E209-246
- Variable controlada: Nivel del intercambiador y caudal del fluido por coraza.
- Variable manipulada: Caudal de fluido de entrada por coraza.
- Set point: 51,6 mm
- Método de control: Cascada
- Indicador: -
- Alarma: -



3.4.2.4. Reactores para la primera y segunda fluoración

Lazo F-R201-206

El objetivo del lazo de control es regular que el caudal de entrada en el reactor sea constante, y para ello se utiliza un control feedforward que en función del set point, que en este caso es 1,3 m³/h se abre o se cierra la válvula automática para evitar la fluctuación de dicho caudal.

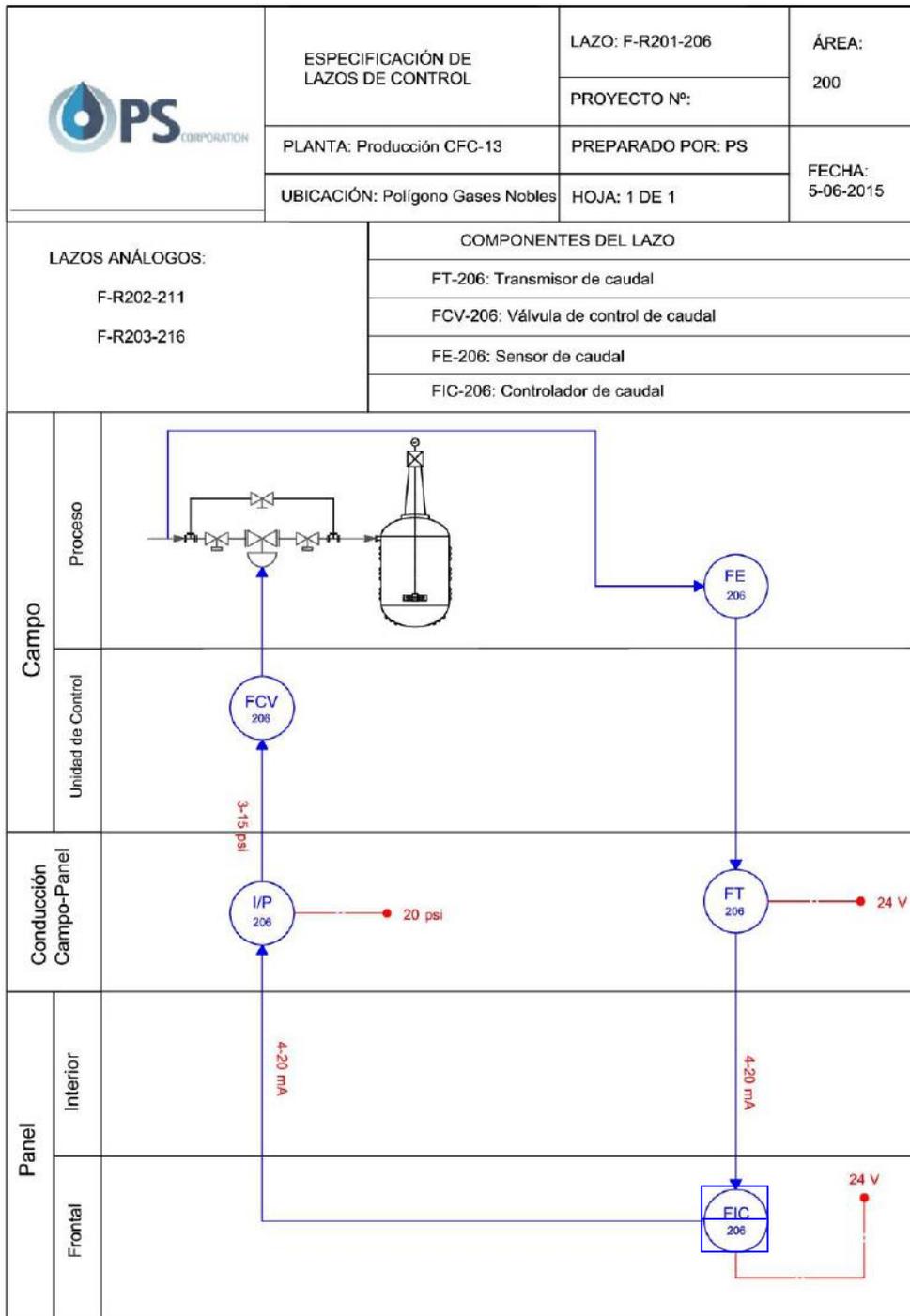
Este control tiene dos análogos más, correspondientes a los otros dos reactores que tenemos en la primera parte del proceso de producción.

Caracterización de los lazos

- Ítem: F-R201-206
 - Variable controlada: Caudal de entrada en el reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada en el reactor.
 - Set point: 1,3 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-R202-211
 - Variable controlada: Caudal de entrada en el reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada en el reactor.
 - Set point: 1,3 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-R203-216
- Variable controlada: Caudal de entrada en el reactor.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en el reactor.
- Set point: 1,3 m³/h
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



Lazo T-R201-207

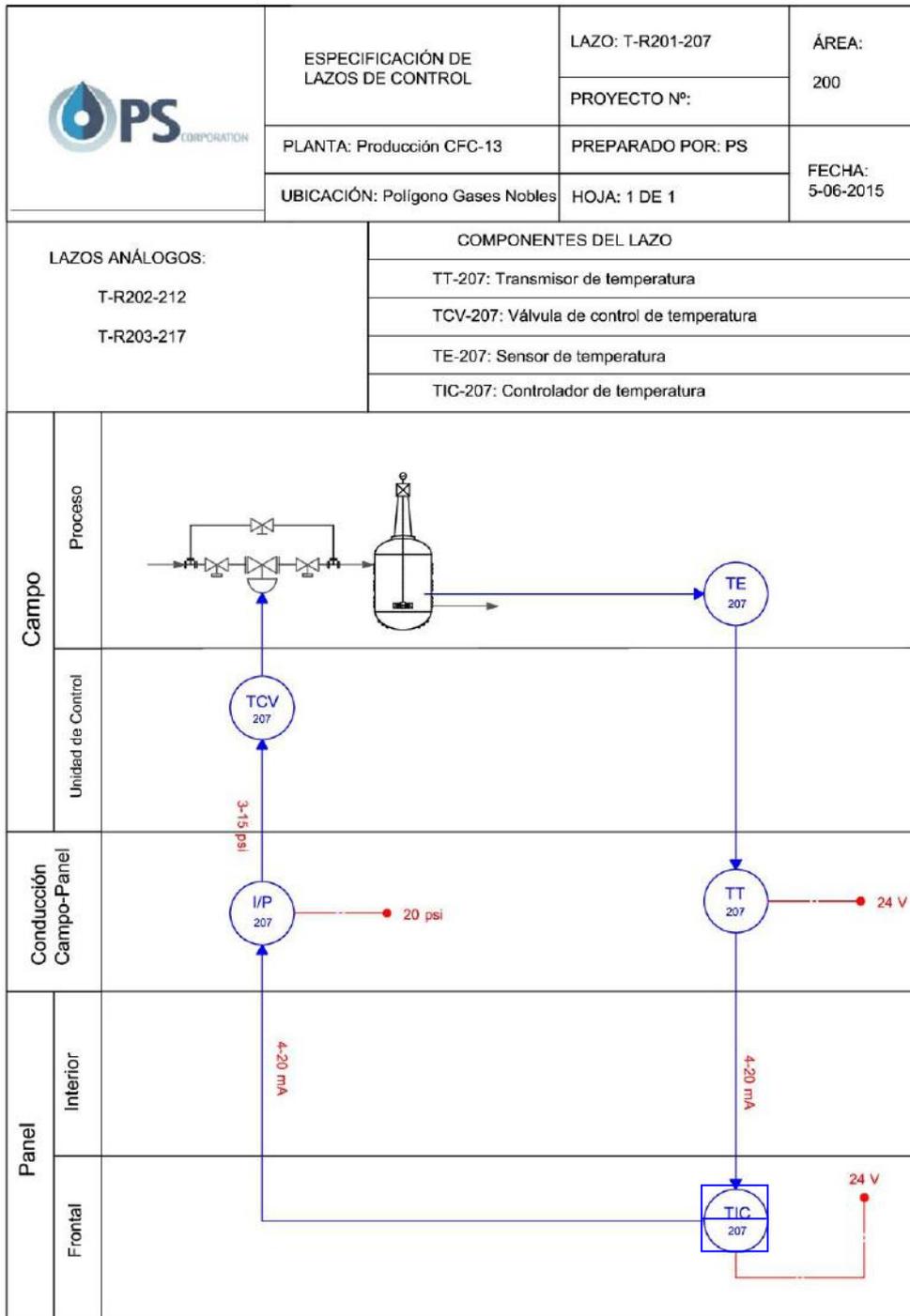
En este caso, el objetivo del control es mantener en el interior del reactor la temperatura ideal para la reacción y que ésta esté lo más constante posible; para ello se utiliza un control feedback, el cual permite regular el caudal de aceite térmico en función del valor que haya medido el sensor de temperatura, y de si éste está por encima o no del set point. Este lazo también se encuentra para cada uno de los tres reactores de la zona de la primera y segunda fluoración.

Caracterización de los lazos

- Ítem: T-R201-207
 - Variable controlada: Temperatura del reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de aceite de caldera.
 - Set point: 95 °C
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: T-R202-212
 - Variable controlada: Temperatura del reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de aceite de caldera.
 - Set point: 95 °C
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: T-R203-217
- Variable controlada: Temperatura del reactor.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de aceite de caldera.
- Set point: 95 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



Lazo P-R201-208

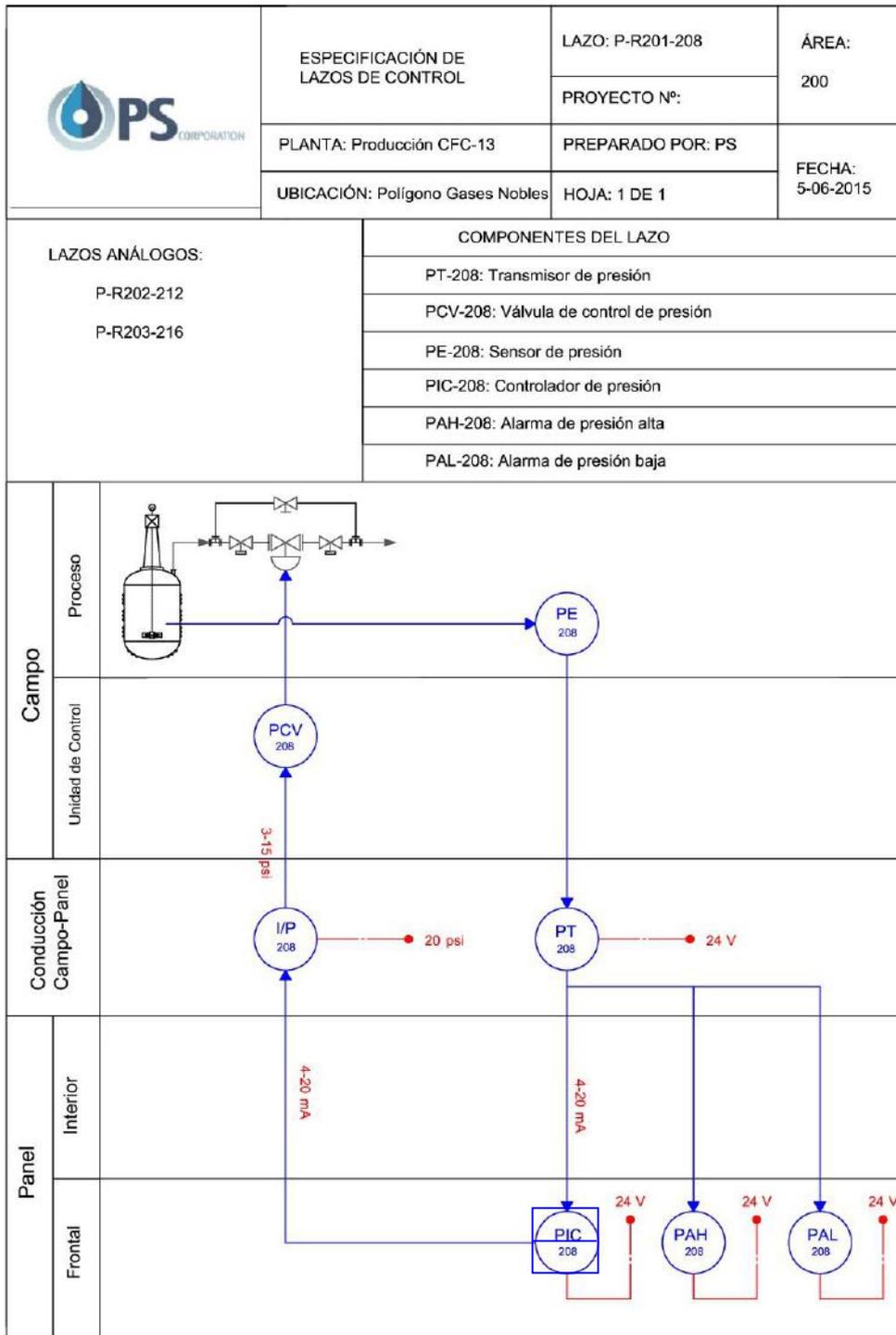
Para el control de presión el lazo de control tiene como objetivo mantener la presión del reactor a 9 atm, que correspondería al set point; dicha presión se regula con una válvula automática, es decir, que la válvula se abrirá en caso de sobrepresión y se cerrará en caso de que el reactor pierda presión; pero por si acaso dicho control fallara se han instalado unas alarmas de alto y bajo nivel que permitirían hacer saber a los operarios que el sistema de control no trabaja correctamente y que por tanto es necesaria una actuación por su parte. Los valores de las alarmas son de 9,3 atm para la alarma de nivel alto y de 8,8 atm para la alarma de nivel bajo.

Caracterización de los lazos

- Ítem: P-R201-208
 - Variable controlada: Presión en el interior del reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de salida de vapor.
 - Set point: 9 atm
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: PAH-208 y PAL-208
-

- Ítem: P-R202-213
 - Variable controlada: Presión en el interior del reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de salida de vapor.
 - Set point: 9 atm
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: PAH-213 y PAL-213
-

- Ítem: P-R203-218
- Variable controlada: Presión en el interior del reactor.
- Variable manipulada: Caudal de salida de vapor.
- Set point: 9 atm
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: PAH-218 y PAL-218



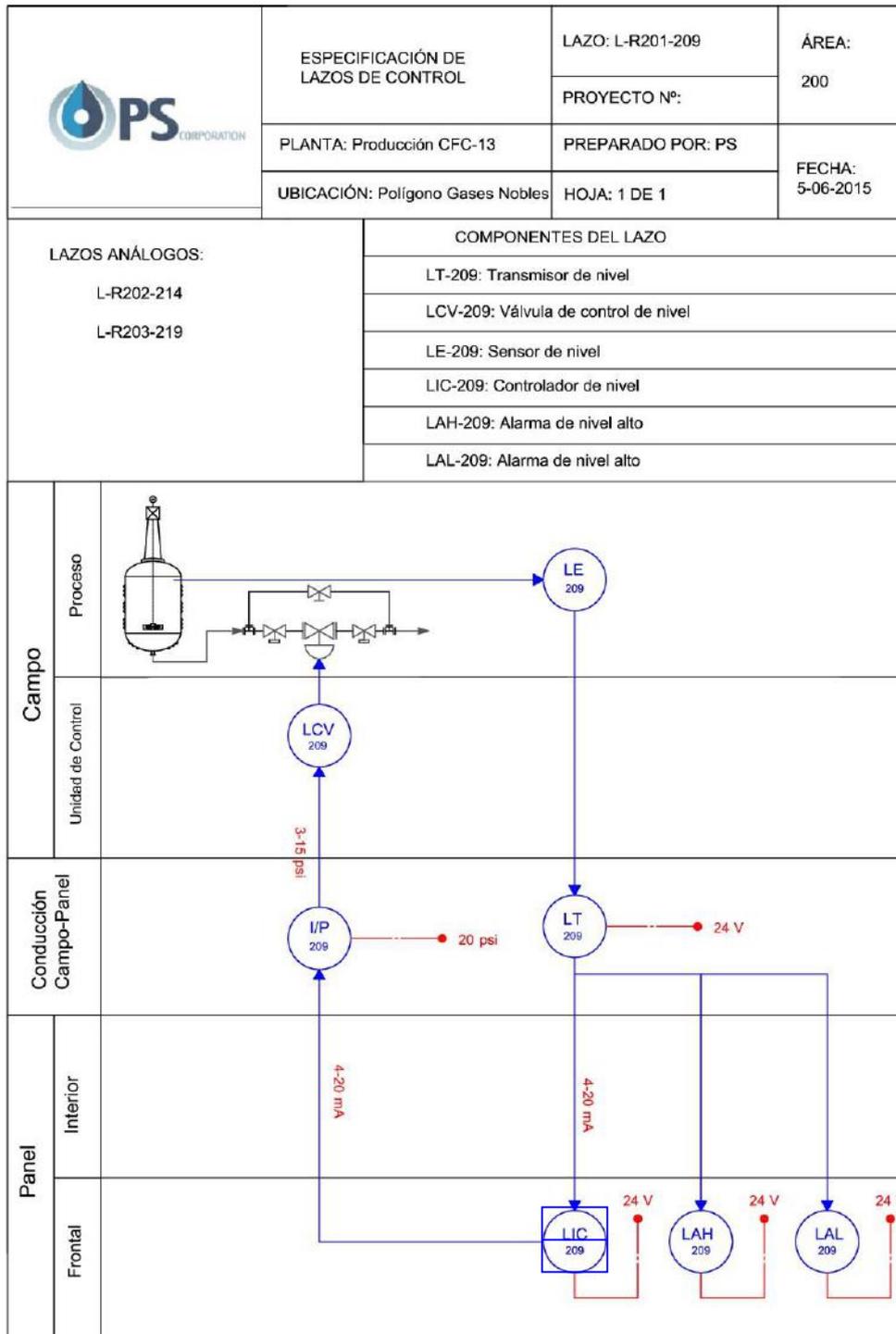
Lazo L-R201-209

El objetivo de este lazo de control, y de los otros dos análogos, es mantener constante el nivel del tanque. Eso implica que si se sobrepasa el nivel del set point la válvula se abrirá permitiendo el paso de líquido y, por lo tanto, bajando el nivel del reactor, aliviándolo del exceso de volumen. En el caso de que el nivel fuera inferior a lo esperado el operario tendría que actuar, ya que el problema vendría dado por pasos anteriores a éste.

Aun así, se han instalado alarmas de alto y bajo nivel, LAH y LAL respectivamente, por si el control normal fallase estas tengan la posibilidad de avisar al operario de una forma acústica y sonora para que solucione el problema.

Caracterización de los lazos

• Ítem:	L-R201-209
• Variable controlada:	Nivel en el interior del reactor.
• Variable manipulada:	Caudal de salida de líquido.
• Set point:	2,84 m
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	LAH-209 y LAL-209
• Ítem:	L-R202-214
• Variable controlada:	Nivel en el interior del reactor.
• Variable manipulada:	Caudal de salida de líquido.
• Set point:	2,84 m
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	LAH-214 y LAL-214
• Ítem:	L-R203-219
• Variable controlada:	Nivel en el interior del reactor.
• Variable manipulada:	Caudal de salida de líquido.
• Set point:	2,84 m
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	LAH-219 y LAL-219



Lazo F-R201-210

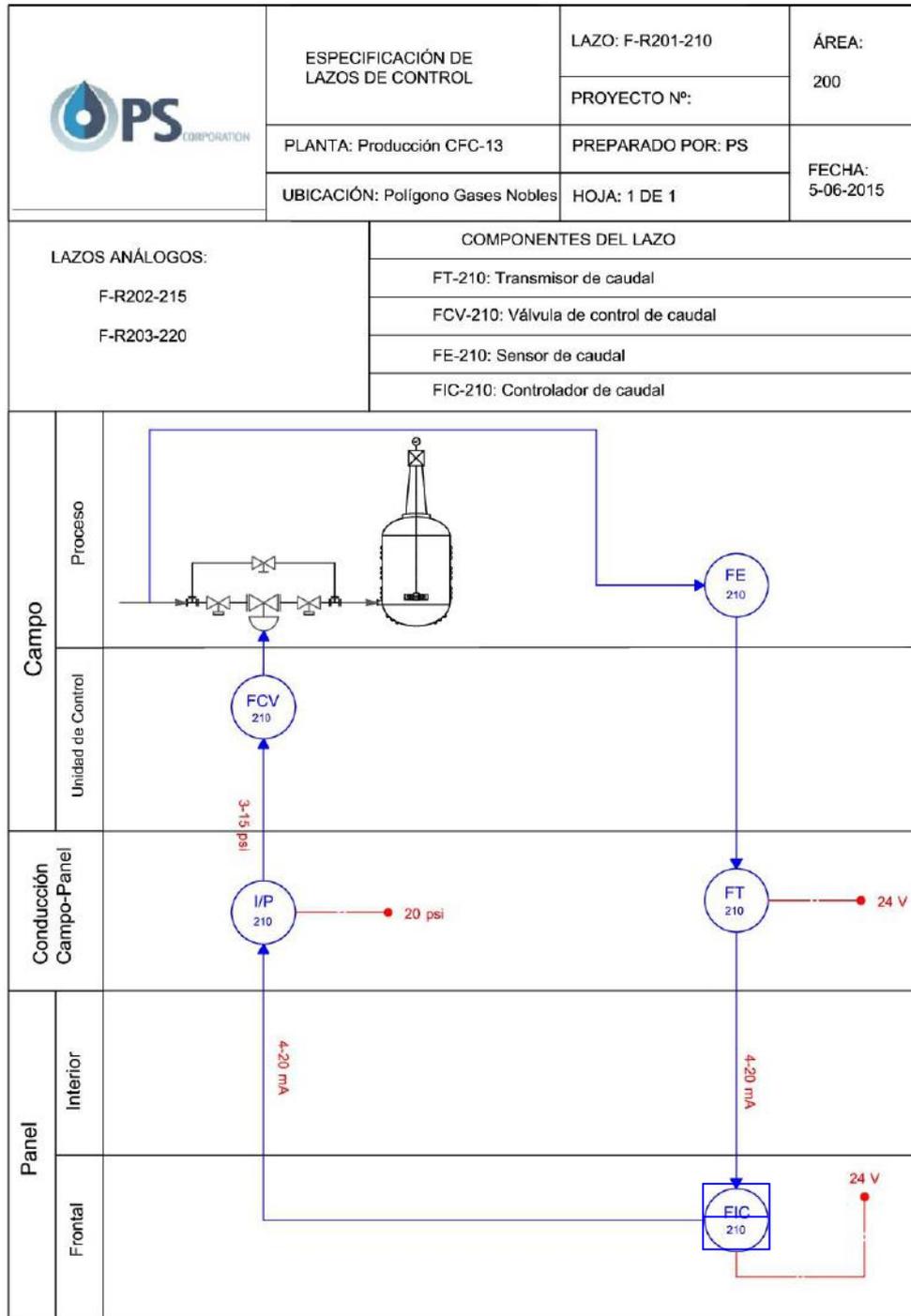
El objetivo de este lazo es que el caudal que se bifurque hacia los dos reactores que estén en operación sea constante e igual para prevenir una fluctuación en la corriente de recirculación hacia dicho reactor. Por lo tanto, se trata de un lazo de control feedforward, que permite anticiparse a la regulación del caudal y regular la abertura de la válvula en función de si éste se encuentra por debajo o por encima del set point.

Caracterización del lazo

- Ítem: F-R201-210
 - Variable controlada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
 - Set point: 0,85 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-R202-215
 - Variable controlada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
 - Set point: 0,85 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-R203-220
- Variable controlada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de recirc. al reactor.
- Set point: 0,85 m³/h
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



3.4.2.5. Columnas de rectificación

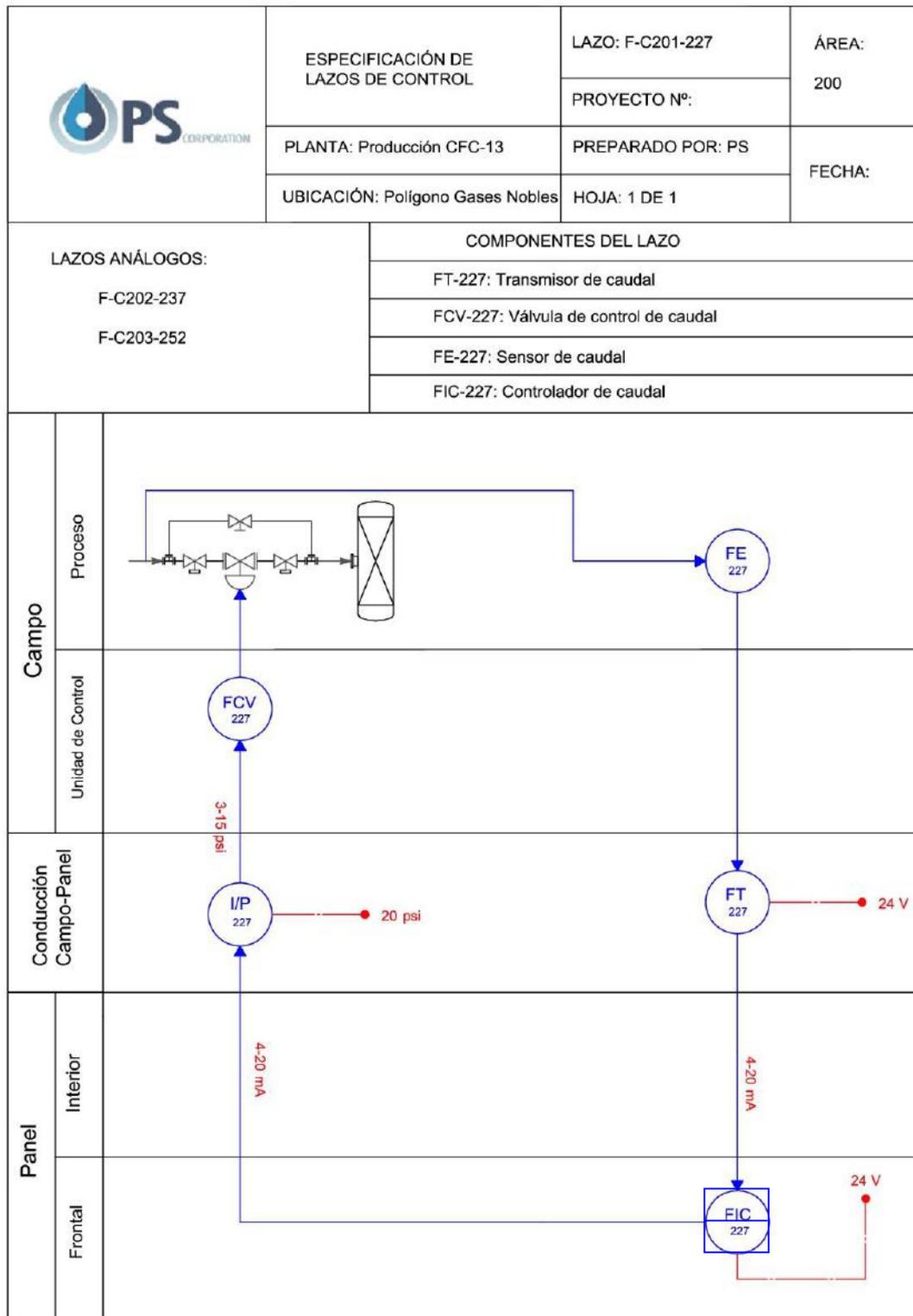
Lazo F-C201-227

El objetivo de este control es que el caudal de entrada a la columna sea regular en todo momento, para ello ha sido requerido un control tipo feedforward, que en función del valor obtenido por la sonda, es decir, que si el caudal medido se encuentra por encima o por debajo del caudal de set point la válvula de regulación se abrirá más o menos para conseguir el valor deseado.

Dicho control tiene dos análogos más, correspondientes a las otras dos columnas que hay en el área 200.

Caracterización de los lazos

• Ítem:	F-C201-227
• Variable controlada:	Caudal de entrada en la columna.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada en la columna.
• Set point:	4,17 m ³ /h
• Método de control:	Feedforward
• Indicador:	-
• Alarma:	-
<hr/>	
• Ítem:	F-C202-237
• Variable controlada:	Caudal de entrada en la columna.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada en la columna.
• Set point:	3,2 m ³ /h
• Método de control:	Feedforward
• Indicador:	-
• Alarma:	-
<hr/>	
• Ítem:	F-C203-252
• Variable controlada:	Caudal de entrada en la columna.
• Variable manipulada:	Caudal de entrada en la columna.
• Set point:	2,0 m ³ /h
• Método de control:	Feedforward
• Indicador:	-
• Alarma:	-



Lazo P-C201-228

La presión de la columna tiene que estar entre unos valores no muy alejados de la presión normal de operación, por lo tanto el objetivo del control es evitar que la columna se desvíe de su normalidad abriendo o cerrando el caudal de refrigerante del condensador para permitir una mayor o menor capacidad de condensación.

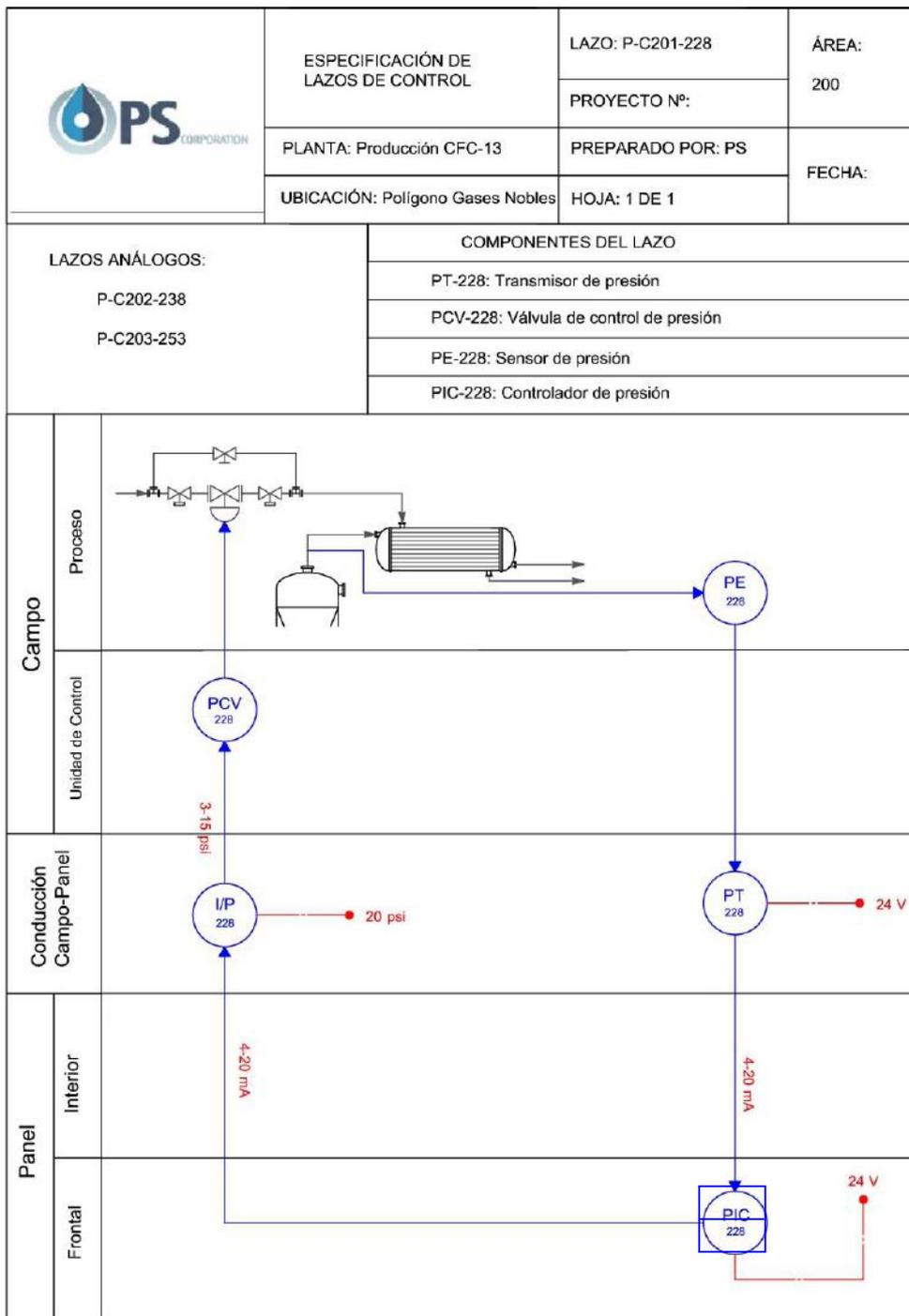
Como en la explicación del lazo anterior este lazo también se encuentra en cada una de las tres columnas de la zona y las características de los lazos de control son las siguientes:

Caracterización de los lazos

- Ítem: P-C201-228
 - Variable controlada: Presión en la salida de vapor, cabezas.
 - Variable manipulada: Caudal de refrigerante de chiller.
 - Set point: 14,5 atm
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: P-C202-238
 - Variable controlada: Presión en la salida de vapor, cabezas.
 - Variable manipulada: Caudal de refrigerante de chiller.
 - Set point: 21 atm
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: P-C203-253
- Variable controlada: Presión en la salida de vapor, cabezas.
- Variable manipulada: Caudal de refrigerante de chiller.
- Set point: 12,5 atm
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



Lazo F-C201-229

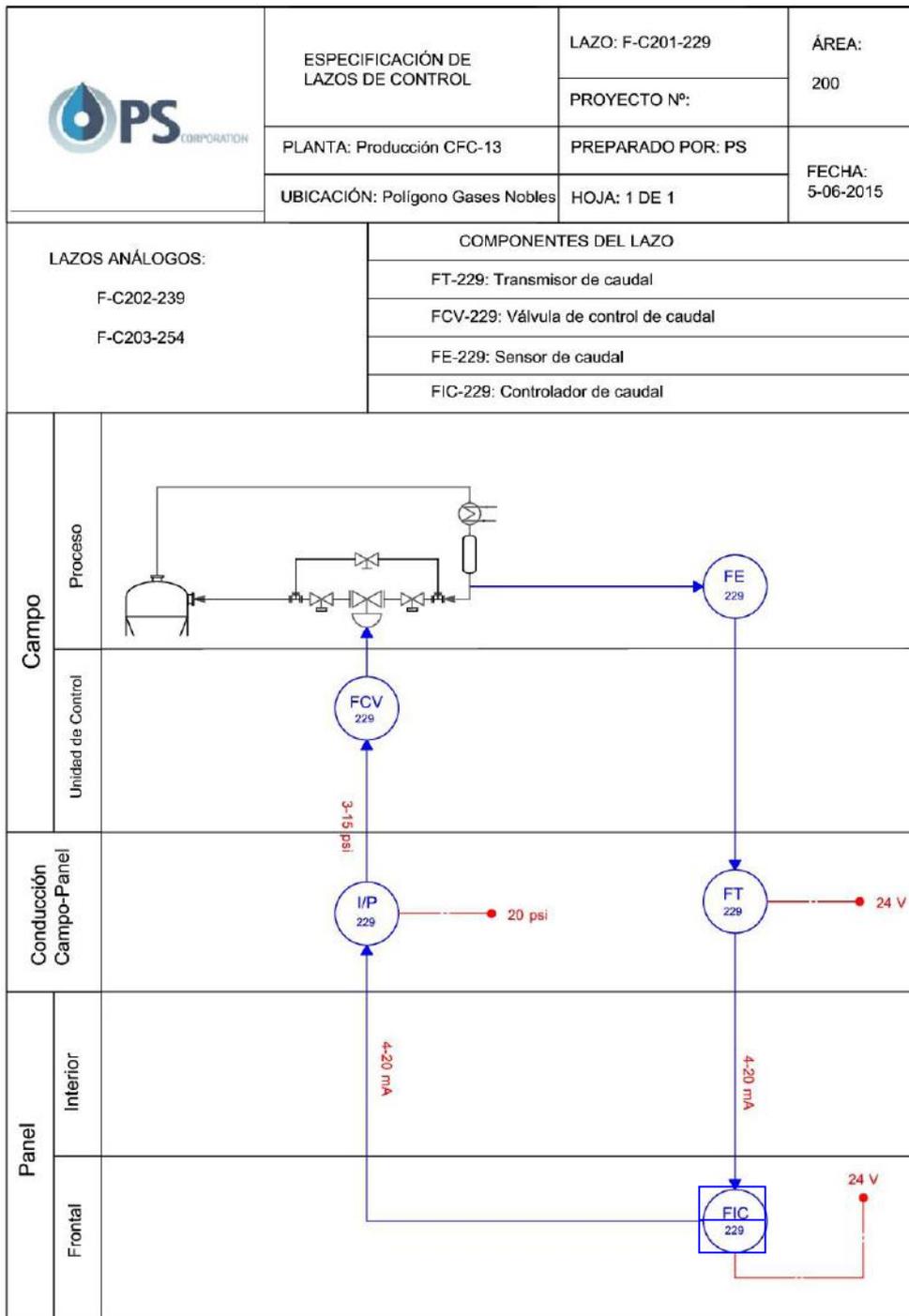
El objetivo de este control y de los de las otras dos columnas de rectificación es que el caudal de condensados que se recircula a la columna por su parte superior sea constante en todo momento; para ello se requiere de un control tipo feedforward, que en función del valor obtenido por la sonda la válvula de regulación se abrirá más o menos.

Caracterización de los lazos

- Ítem: F-C201-229
 - Variable controlada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
 - Variable manipulada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
 - Set point: 2,53 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-C202-239
 - Variable controlada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
 - Variable manipulada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
 - Set point: 0,98 m³/h
 - Método de control: Feedforward
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: F-C203-254
- Variable controlada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
- Variable manipulada: Caudal de condensado recirc. a la columna.
- Set point: 0,9 m³/h
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



Lazo T-C201-230

Este lazo de control permite controlar la temperatura a lo largo de la columna ya que tiene varias sondas de temperatura para poder conocer de una forma más exacta y uniforme como varía la temperatura de la columna. El número de sondas necesarias sería de 3.

Para lograr que la temperatura de la columna no se desvíe demasiado de su temperatura de trabajo habitual, el controlador trabaja con un cierto rango de temperaturas, pero estas no deben separarse mucho de las del set point de cada sonda que serían de 15/75/100°C respectivamente. Para mantenerse en ese rango establecido el controlador activa la válvula de regulación de aceite térmico del reboiler según su conveniencia.

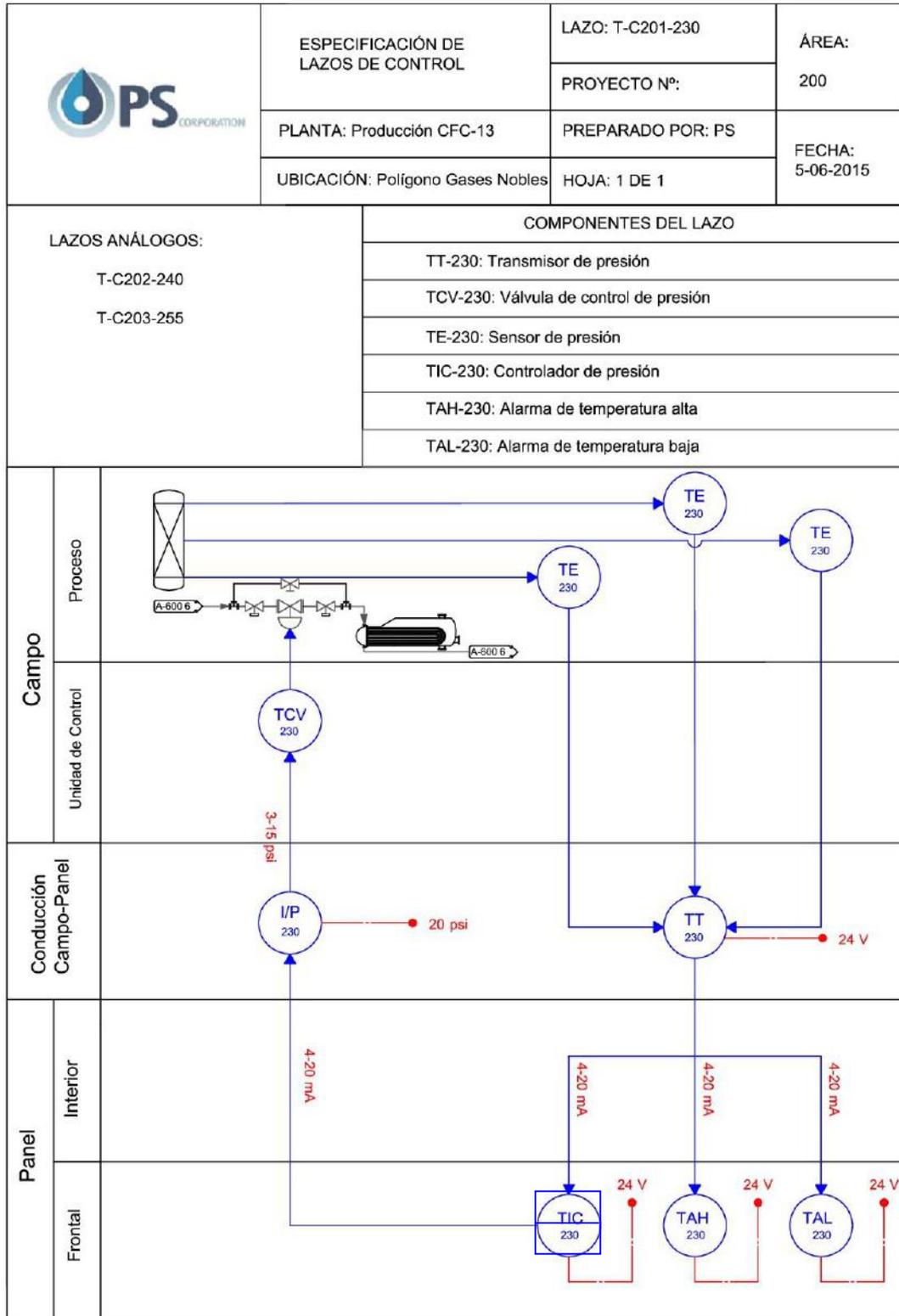
En el caso de que el control fallase, el controlador tiene instaladas unas alarmas de TAL y de TAH con las temperaturas fijadas de cada sonda con unos $\pm 5^{\circ}\text{C}$ de diferencia del set point que permiten conocer que el sistema de control no es capaz de regular la temperatura de la columna y que por tanto es requerida la actuación de un operario.

Caracterización de los lazos

• Ítem:	T-C201-230
• Variable controlada:	Temperatura de la columna.
• Variable manipulada:	Caudal del aceite de caldera.
• Set point:	15/75/100 °C
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	TAH-230 y TAL-230

• Ítem:	T-C202-240
• Variable controlada:	Temperatura de la columna.
• Variable manipulada:	Caudal del aceite de caldera.
• Set point:	10/50/75 °C
• Método de control:	Feedback
• Indicador:	-
• Alarma:	TAH-240 y TAL-240

- Ítem: T-C203-255
- Variable controlada: Temperatura de la columna.
- Variable manipulada: Caudal del aceite de caldera.
- Set point: 20/100/185 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: TAH-255 y TAL-255



Lazo L-C201-231

El objetivo de este lazo de control es que el nivel del líquido que se acumula en la parte inferior de la columna nunca exceda de un set point fijado a 0,41 m. Para ello, el controlador regula una válvula que se abrirá en caso de sobrepasar esa consigna provocando así que aumente el caudal de salida de colas de la columna.

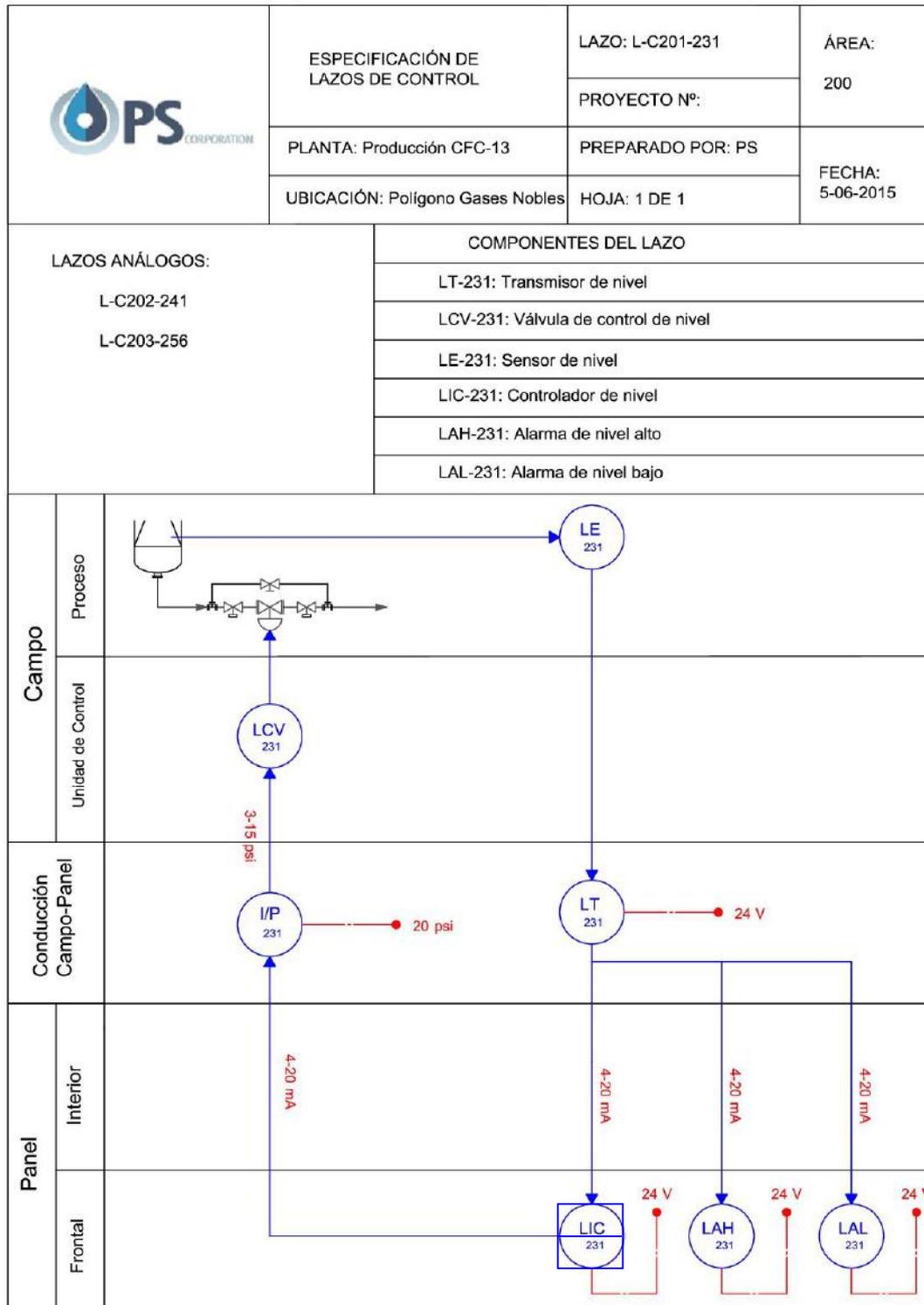
En el momento que dicho control no actuara como fuera debido y aumentara o disminuyera el nivel más de lo estipulado se activaría la alarma LAH o LAL respectivas para así avisar al operario de que alguna anomalía sucede en el sistema.

Caracterización de los lazos

- Ítem: L-C201-231
 - Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
 - Variable manipulada: Caudal de salida por colas de columna.
 - Set point: 0,41 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: LAH-231 y LAL-231
-

- Ítem: L-C202-241
 - Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
 - Variable manipulada: Caudal de salida por colas de columna.
 - Set point: 0,83 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: LAH-241 y LAL-241
-

- Ítem: L-C203-256
- Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
- Variable manipulada: Caudal de salida por colas de columna.
- Set point: 0,6 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-256 y LAL-256



Lazo L-E205-290

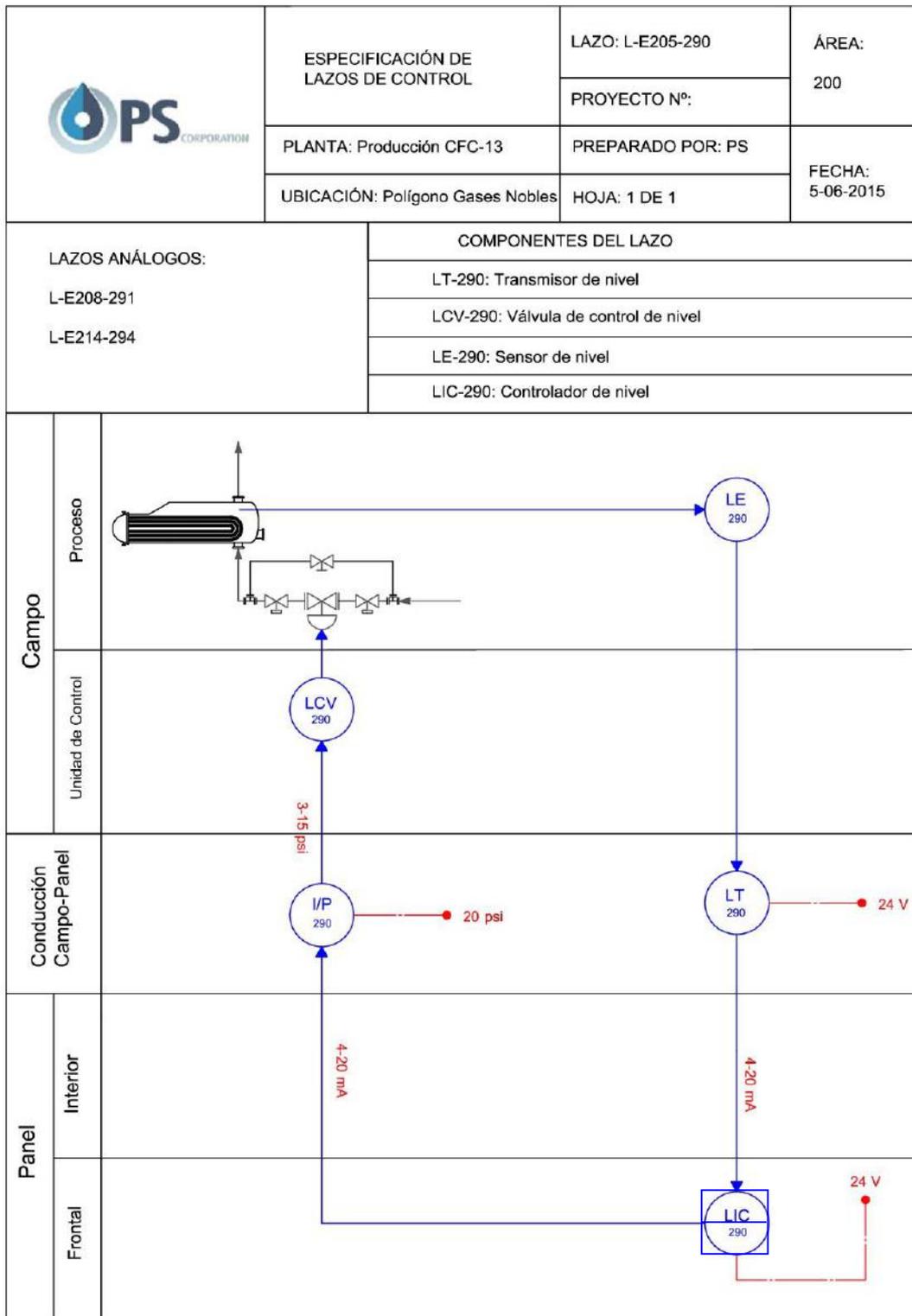
El objetivo de este control es controlar el nivel del rebosadero del reboiler para evitar que en algún momento entre vapor en la línea de salida por falta de caudal de líquido. El valor de set point idóneo es de 92,8 mm. Seguidamente se indican las características para este control así como para los otros reboilers de las dos columnas.

Caracterización de los lazos

- Ítem: L-E205-290
 - Variable controlada: Nivel del líquido del rebosadero del reboiler.
 - Variable manipulada: Caudal de salida del reboiler.
 - Set point: 92,8 mm
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: L-E208-291
 - Variable controlada: Nivel del líquido del rebosadero del reboiler.
 - Variable manipulada: Caudal de salida del reboiler.
 - Set point: 97,96 mm
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: L-E214-294
- Variable controlada: Nivel del líquido del rebosadero del reboiler.
- Variable manipulada: Caudal de salida del reboiler.
- Set point: 136,04 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



3.4.2.6. Reactor para la tercera fluoración

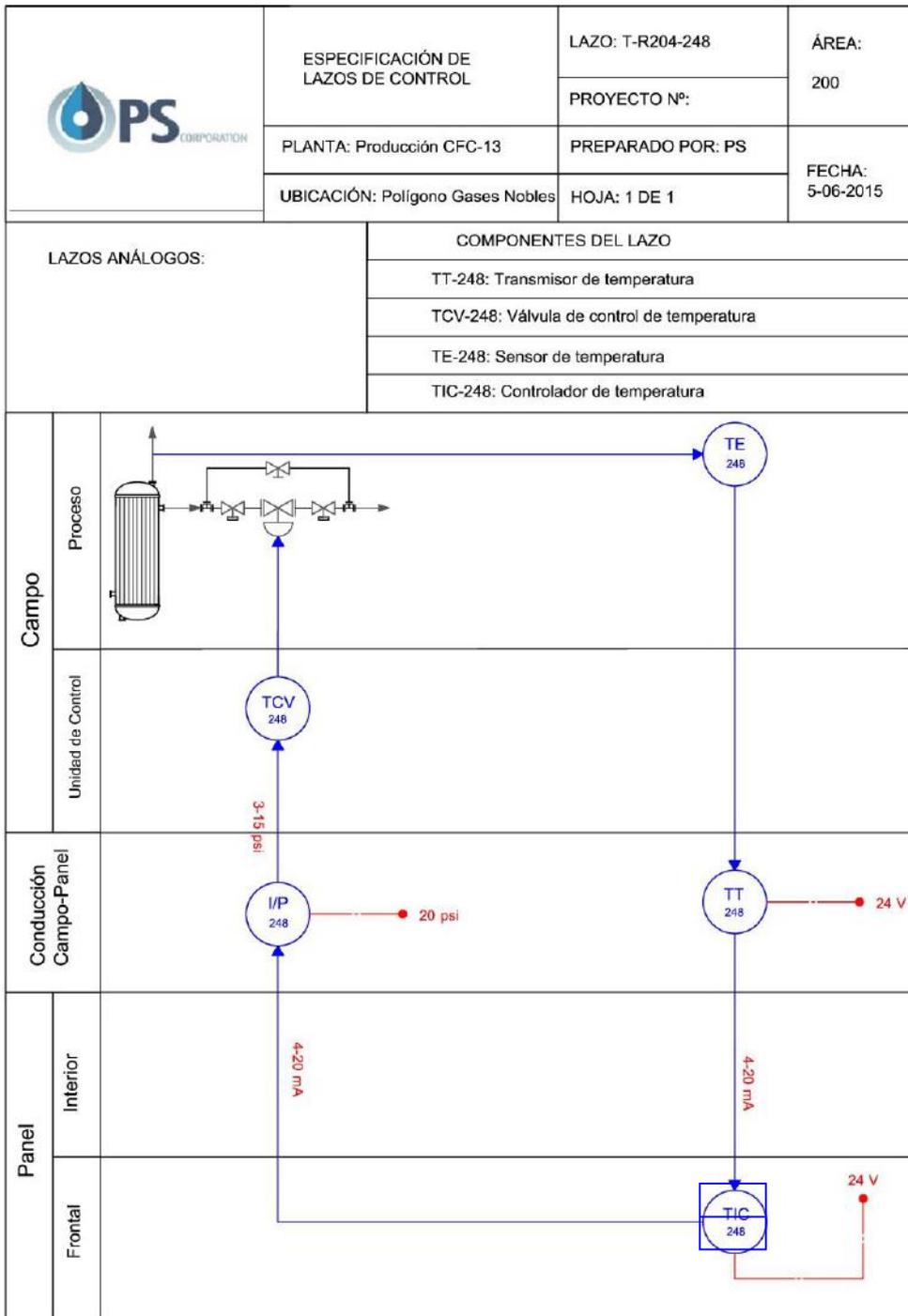
Lazo T-R204-248

El principal objetivo de este control es mantener la temperatura del segundo reactor lo más cercana posible a la temperatura ideal de operación. El cual se consigue poniendo un controlador a la salida del reactor, permitiendo así conocer la temperatura a la que sale el producto y variar el caudal de refrigerante, dependiendo de si la temperatura medida está por debajo o por encima del set point que tiene el valor de 125,0 °C.

Las características del lazo de control para dicho reactor son las siguientes:

Caracterización del lazo

- Ítem: T-R204-248
- Variable controlada: Temperatura a la salida del reactor.
- Variable manipulada: Caudal de aceite de agua de torre utilizada como refrigerante.
- Set point: 125,0 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



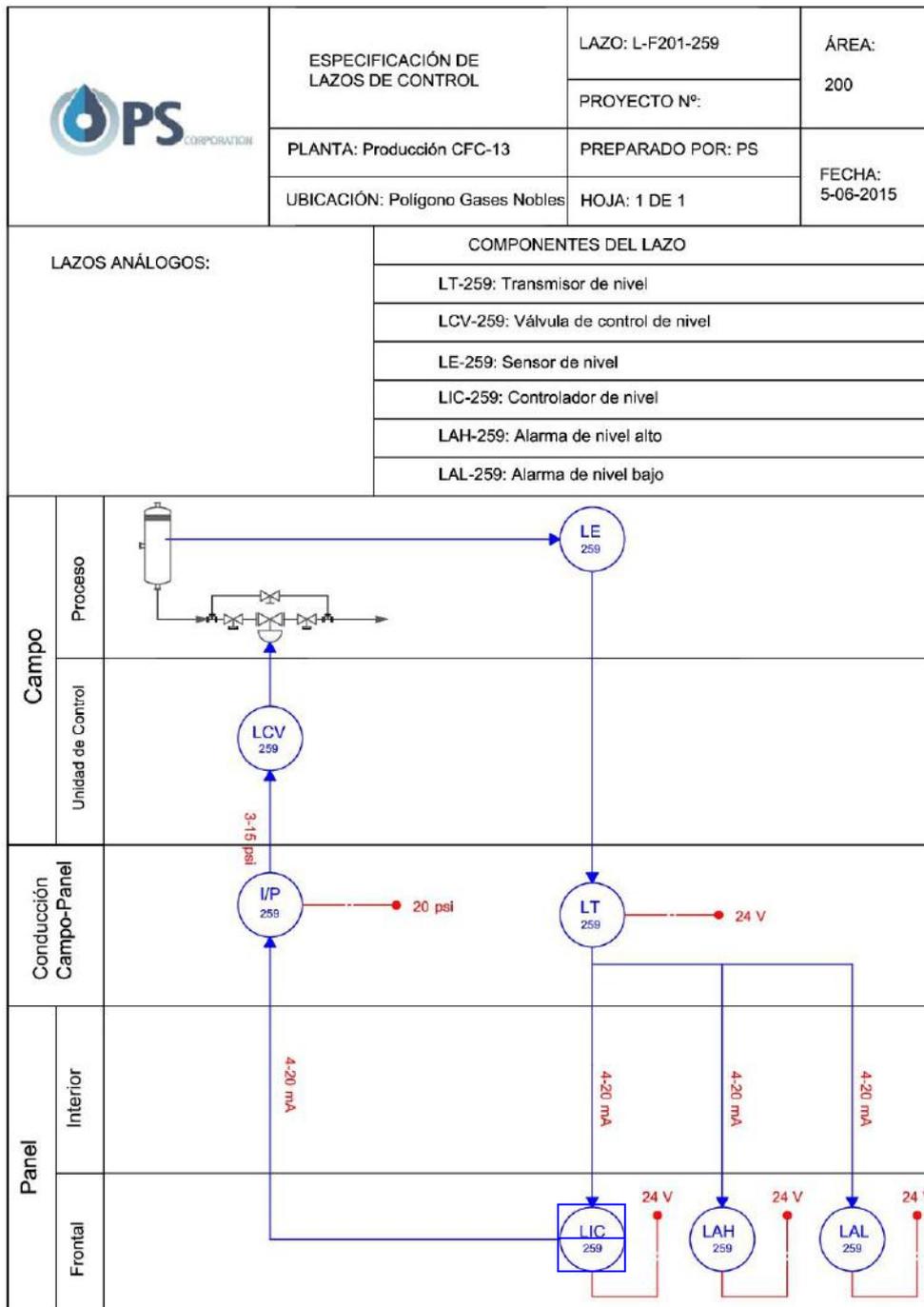
3.4.2.7. Separador de fases

Lazo T-F201-259

Este lazo de control permite controlar el nivel del líquido que hay en el separador de fases y que por tanto este nivel nunca exceda o no llegue al valor del set point que está fijado en 0,35 m. Para lograrlo, el controlador mandará la señal de abrir más la válvula en el momento en que el nivel suba o sobrepase el set point o de cerrarla si el nivel del líquido disminuyera demasiado. Se han estipulado unas alarmas para avisar al operario en cuanto el nivel sea un ± 10 % del set point para indicar que el control en cuestión no funciona correctamente y que por tanto podría entrar vapor en la línea de líquido o viceversa.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-F201-259
- Variable controlada: Nivel del líquido.
- Variable manipulada: Caudal de salida de líquido del separador.
- Set point: 0,35 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-259 y LAL-259



3.4.3. ÁREA 300

3.4.3.1. Depósitos pulmón

Lazo L-T301-301

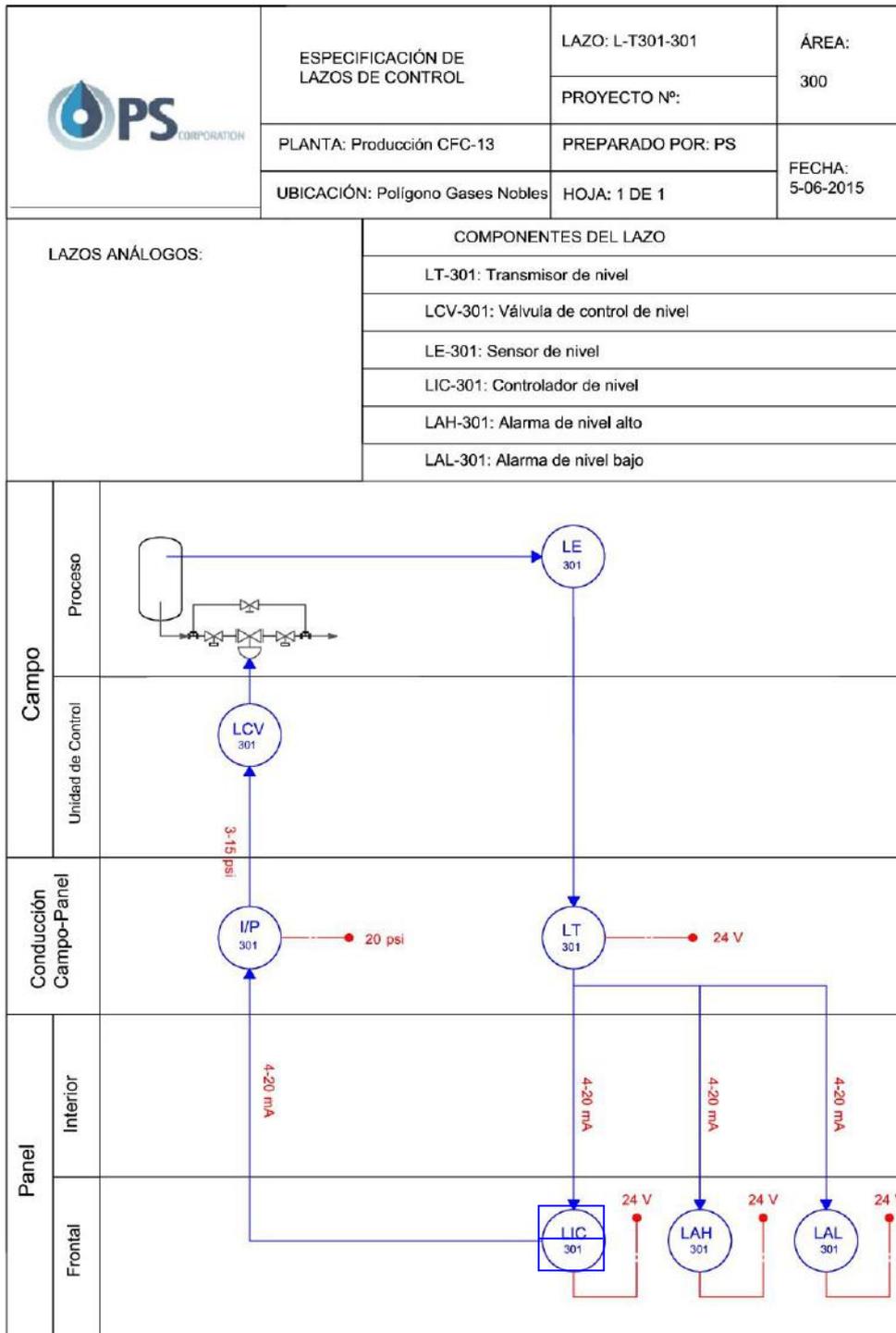
El lazo de control es de tipología feedback y tiene como objetivo mantener el nivel del depósito entre un valor alto y bajo fijos, siendo éstos el $\pm 10\%$.

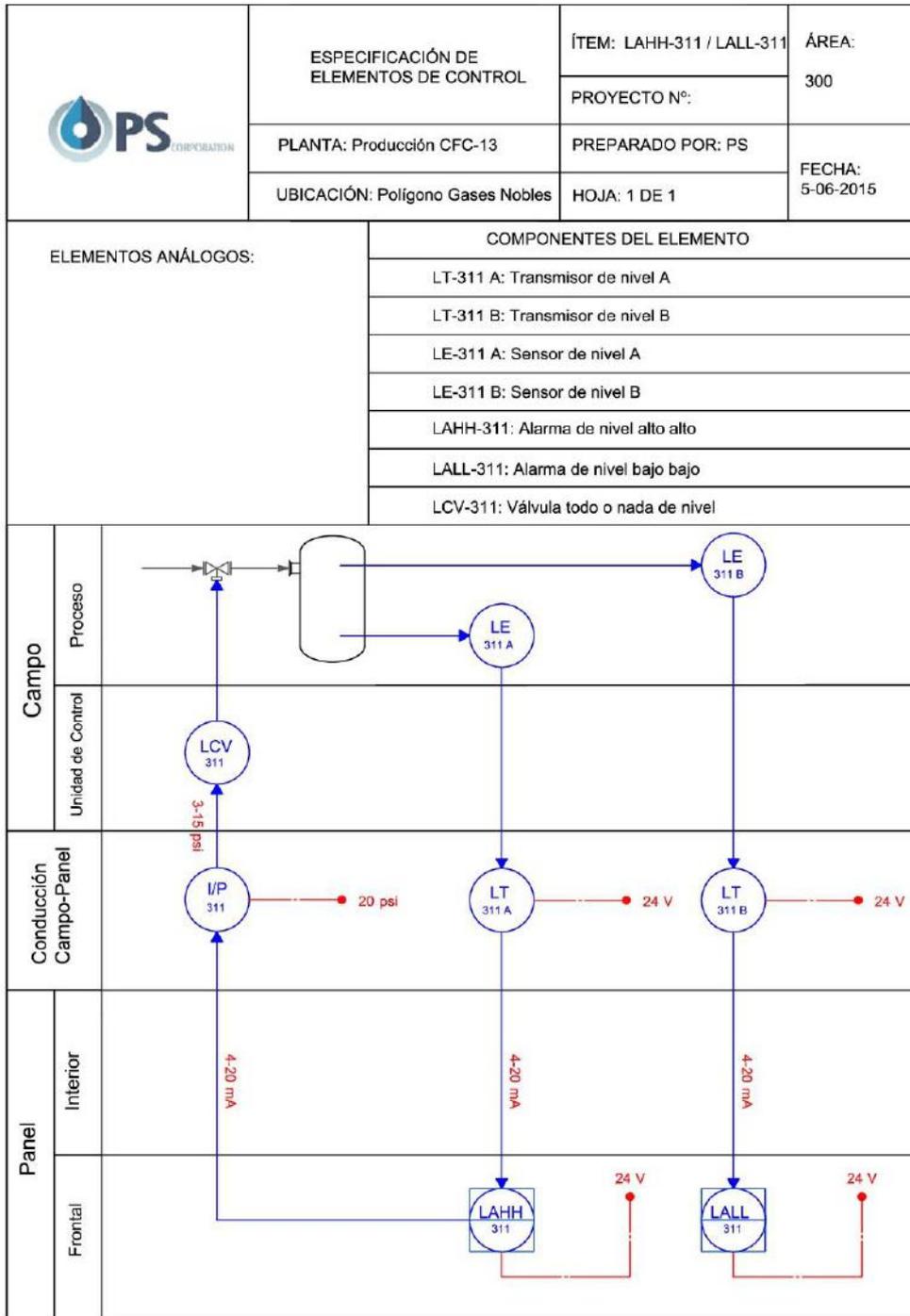
Como se ha explicado en los taques pulmón de la área 200, su funcionamiento se fundamenta en abrir la válvula de la corriente de purgas si el nivel del depósito aumenta un 10 % del valor del set point.

Dicho sistema de control también dispone de alarmas de alto y bajo nivel para poder avisar así al operario y que solucione manualmente la situación anómala. Los valores de estas alarmas serían de 2,5 m y de 2,1 m para LAH y LAL respectivamente. Además se dispone de una alarma LAHH y otra LALL para casos extremos en los que todos los sistemas de control fallen, con un valor del 20% superior al valor de nivel máximo que abre de forma eléctrica la válvula de la línea de purgas y con un valor del 20% inferior al nivel de operación que avisa al operario para que solucione la anomalía.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-T301-301
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de purga.
- Set point: 2,3 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-301, LAL-301, LAHH-311 y LALL-311



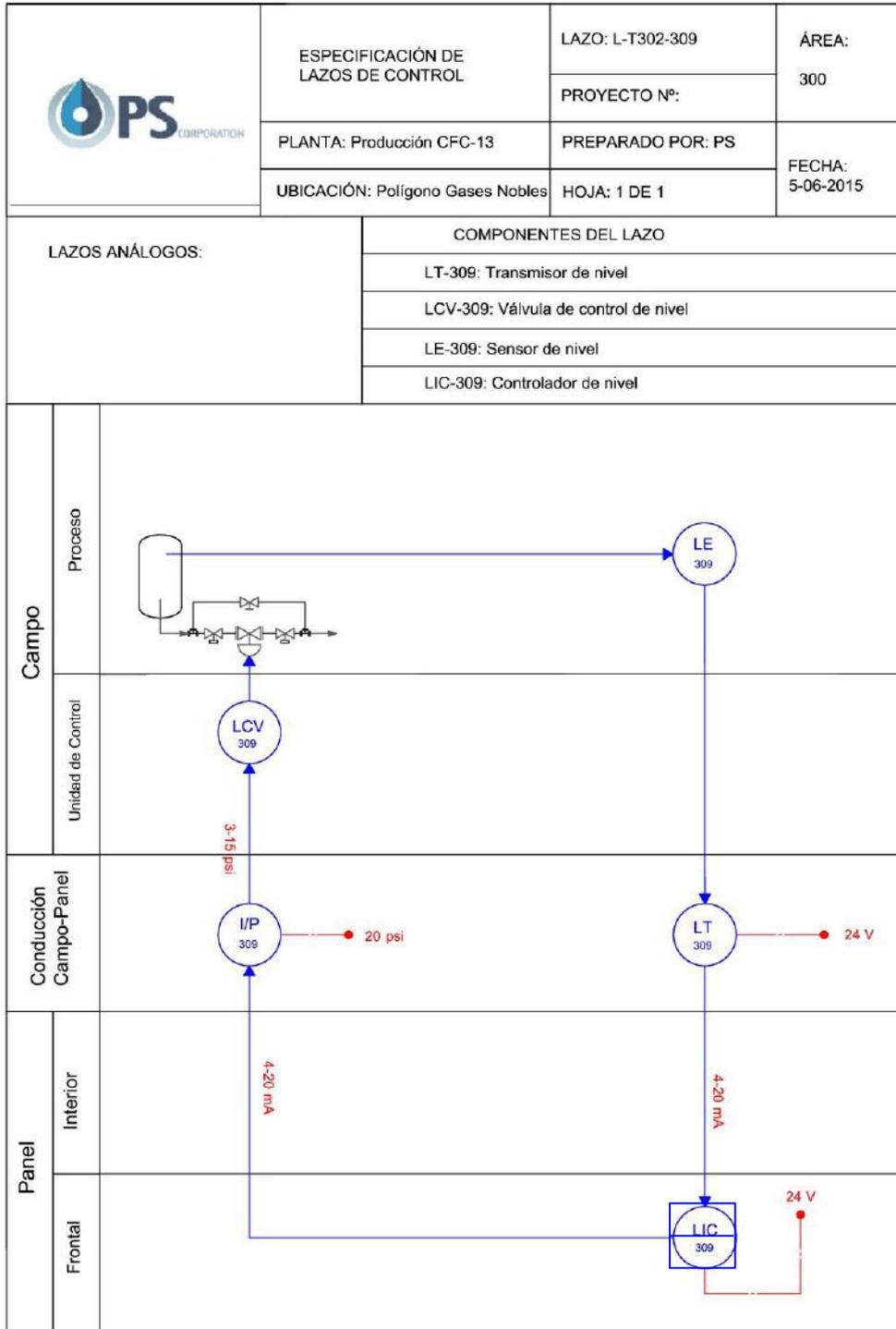


Lazo L-T302-309

Este lazo de control sigue la misma estructura que el lazo L-T301-301 explicado en las líneas superiores. Pero les diferencia la variable manipulada, ya que en este caso al ser un depósito de condensados no hay purga y entonces el control de nivel se da con el propio caudal de salida.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-T302-309
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón de condensados.
- Variable manipulada: Caudal de salida del depósito.
- Set point: 0,94 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



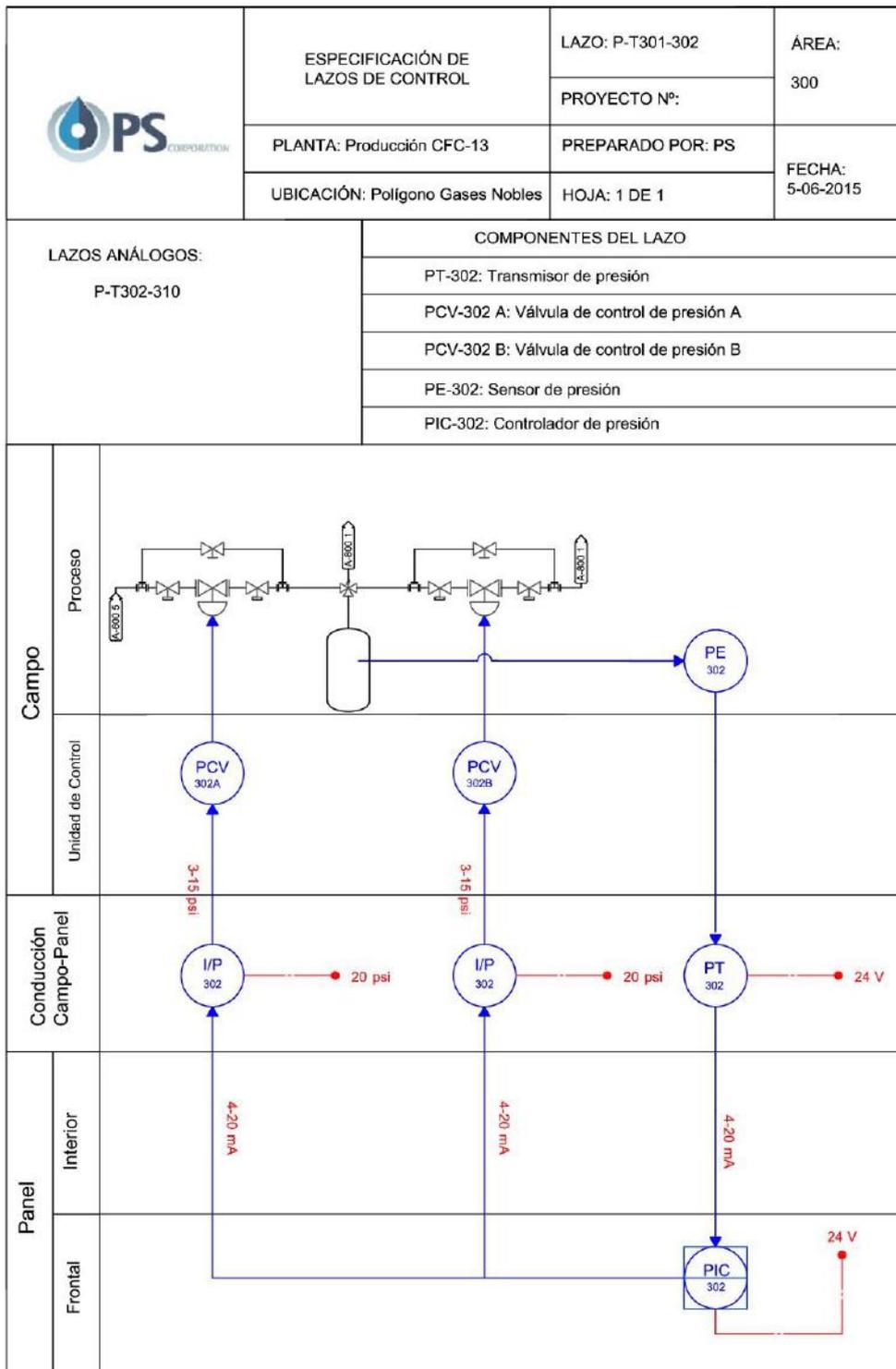
Lazo P-T301-302

El control de presión en los recipientes a presión es split-range, es decir, de rango partido, el cual permite mantener constante la presión del depósito manipulando el caudal de venteo o la entrada de nitrógeno, dependiendo de si la presión en su interior es superior o inferior a lo que interesa.

Caracterización de los lazos

- Ítem: P-T301-302
 - Variable controlada: Presión del depósito pulmón.
 - Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
 - Set point: 13 atm
 - Método de control: Split-range
 - Indicador: -
 - Alarma: -
-

- Ítem: P-T302-310
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón de condensado.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 20 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -



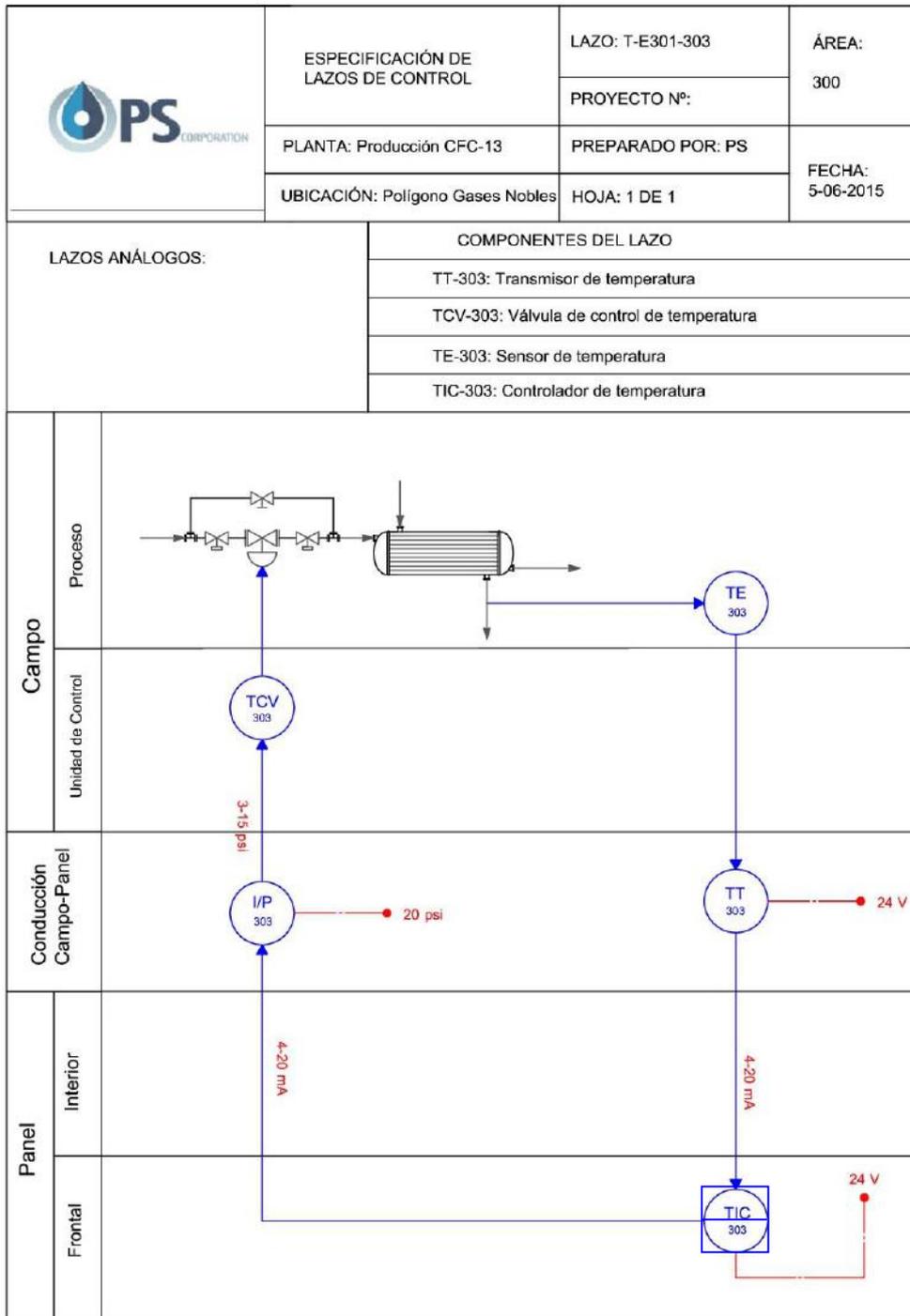
3.4.3.2. Intercambiador

Lazo T-E301-303

Este lazo de control regula la temperatura de salida del intercambiador por tubos utilizando una tipología de control de tipo split-range. El funcionamiento de este control consiste en la utilización de un by-pass en el momento en que la temperatura medida aumenta de su objetivo y por tanto no es requerido tanto caudal de refrigerante circulando por coraza del intercambiador; dicho by-pass queda inutilizado en el momento en que la temperatura de salida de tubos es la del set point o muy próxima con el caudal que proviene del equipo anterior.

Caracterización del lazo

- Ítem: T-E301-303
- Variable controlada: Temperatura del fluido en la salida de los tubos.
- Variable manipulada: Caudal de CCl₄ proveniente de proceso y caudal de línea de by-pass.
- Set point: 2,1 °C
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

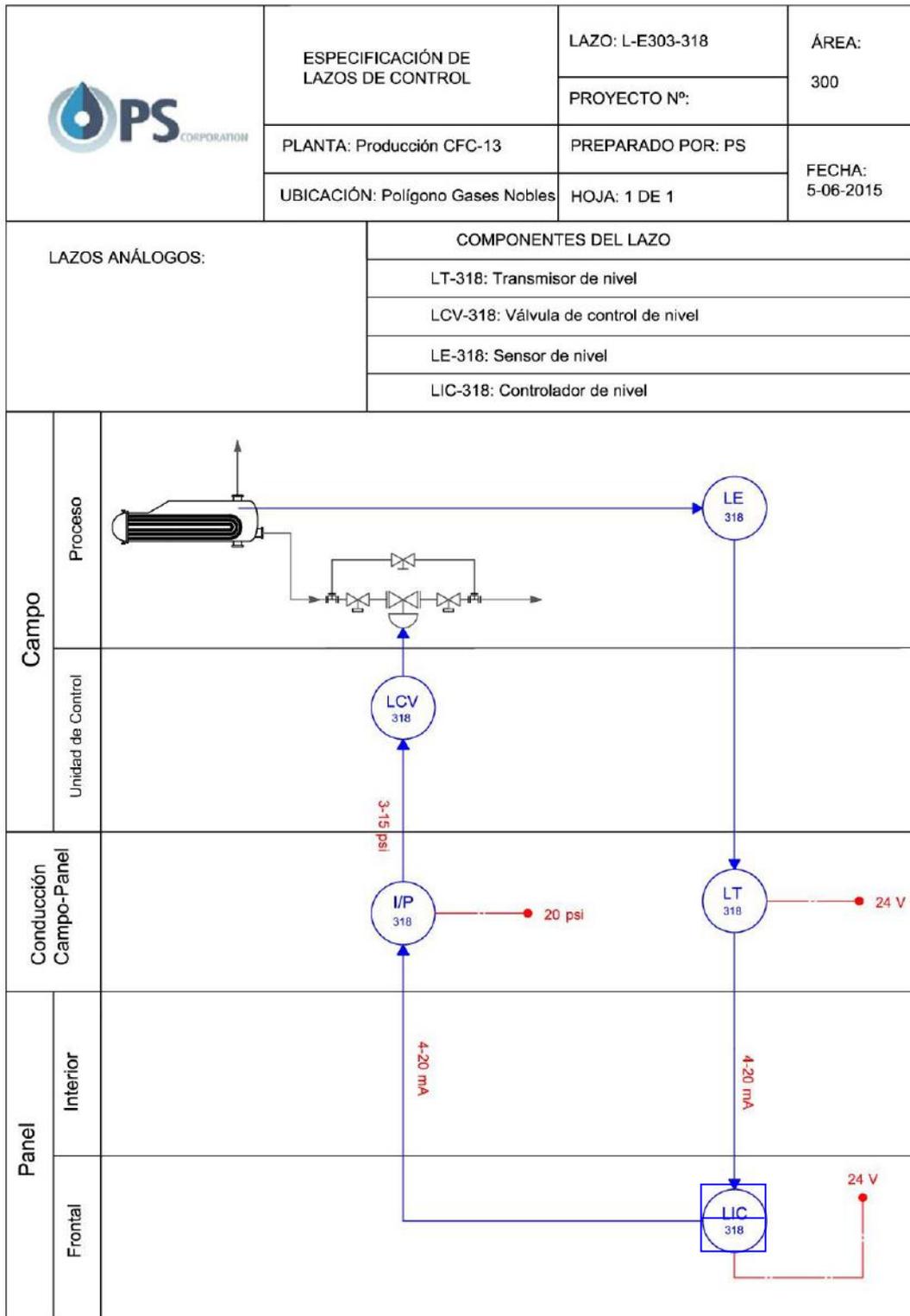


Lazo L-E303-318

El objetivo de este control es controlar el nivel del rebosadero del reboiler para evitar que entre vapor en la línea de salida por falta de caudal de líquido y dañe las bombas que hay a continuación. El valor de set point idóneo es de 51,6 mm.

Caracterización de los lazos

- Ítem: L-E303-318
- Variable controlada: Nivel del líquido del rebosadero del reboiler.
- Variable manipulada: Caudal de salida del reboiler.
- Set point: 51,6 mm
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



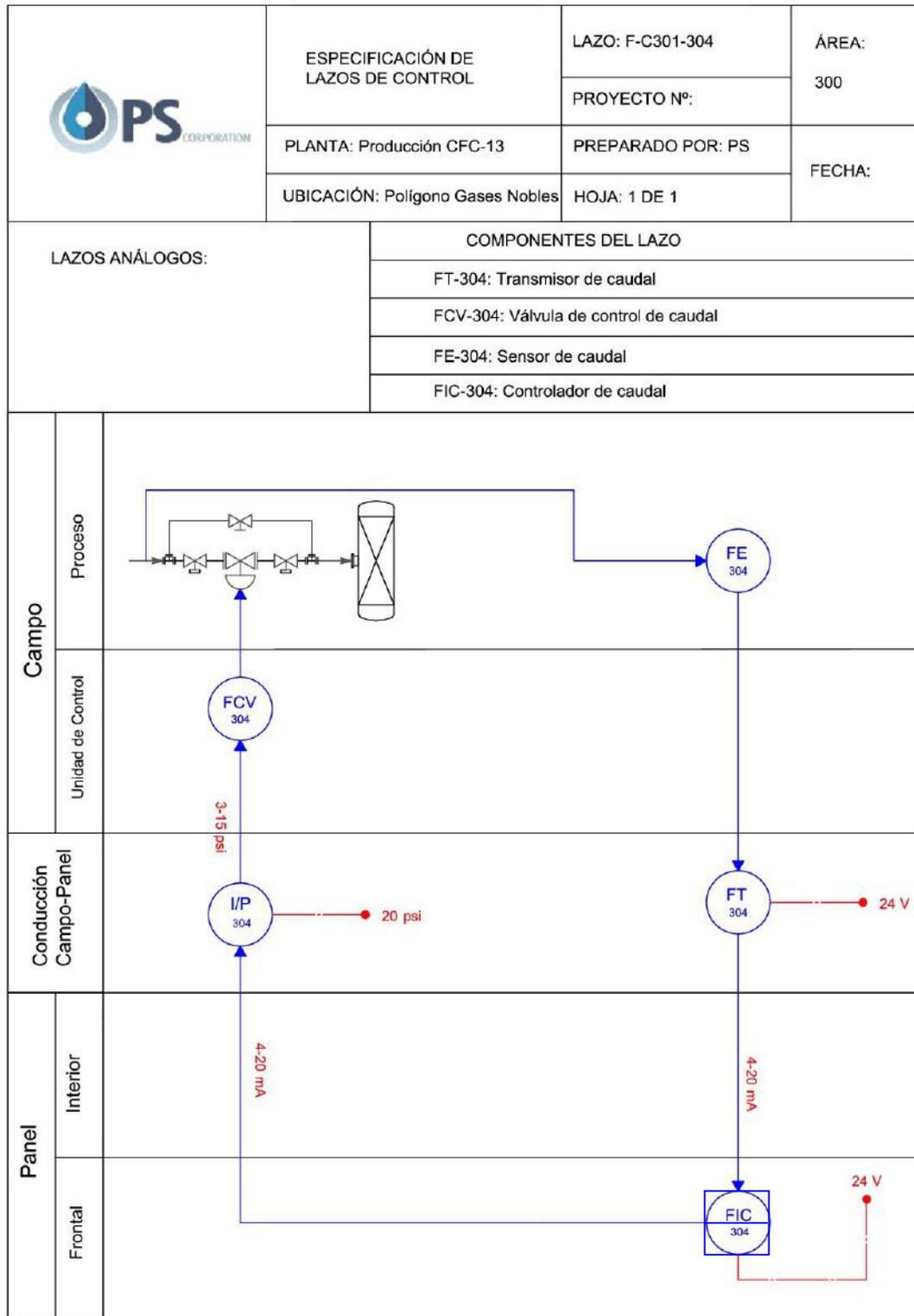
3.4.3.3. Columna de rectificación

Lazo F-C301-304

El objetivo de este control es el mismo que en las columnas de la área 200, es decir, regular en todo momento que el caudal de entrada en la columna sea constante. Para ello ha sido requerido un control tipo feedforward, que en función del valor obtenido por la sonda, la válvula de regulación se abrirá más o menos para conseguir el valor de caudal deseado.

Caracterización del lazo

- Ítem: F-C301-304
- Variable controlada: Caudal de entrada en la columna.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en la columna.
- Set point: 1,5 m³/h
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -

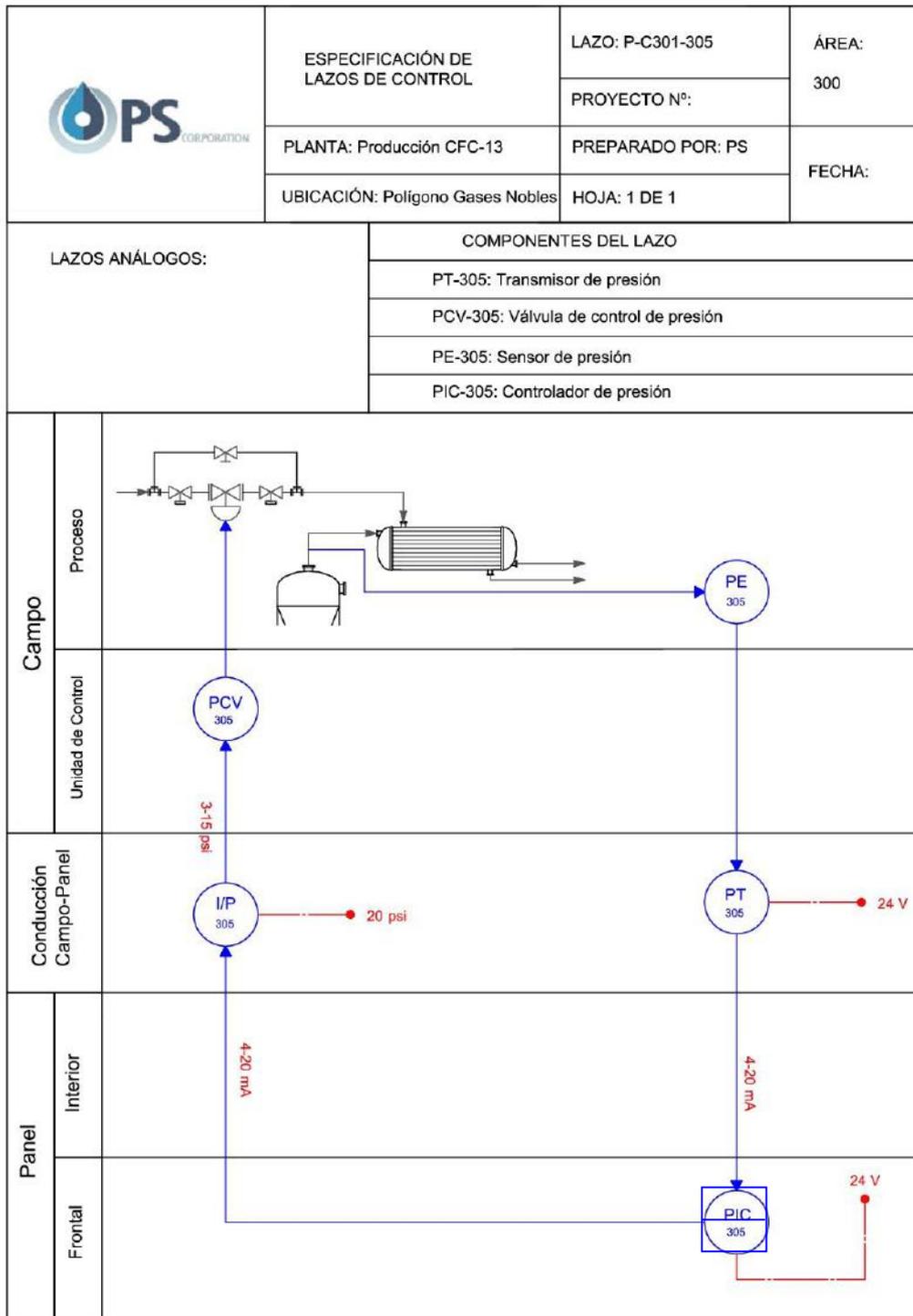


Lazo P-C301-305

El objetivo del control de presión de la columna es mantener la presión entre unos valores no muy alejados de la presión normal de operación, por lo tanto es necesario evitar que la columna se desvíe de su normalidad abriendo o cerrando el caudal de refrigerante del condensador para permitir una mayor o menor capacidad de condensación.

Caracterización del lazo

- Ítem: P-C301-305
- Variable controlada: Presión en la salida de vapor, es decir por cabezas.
- Variable manipulada: Caudal de refrigerante de chiller.
- Set point: 20 atm
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -

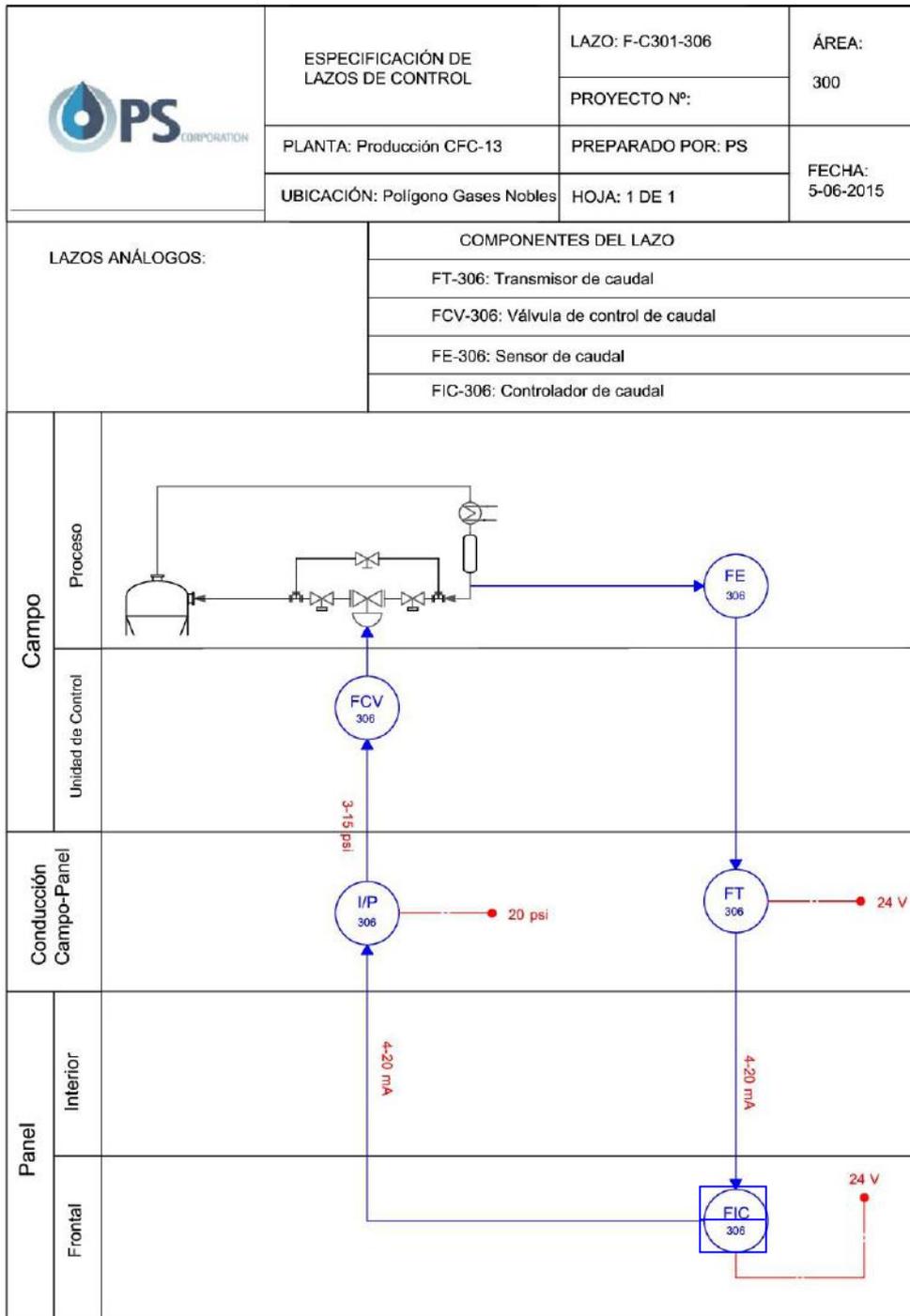


Lazo F-C301-306

El objetivo de este control es que el caudal de condensados que se recircula a la columna por su parte superior sea constante en todo momento; para ello se requiere de un control tipo feedforward, que en función del valor obtenido por la sonda la válvula de regulación se abrirá más o menos.

Caracterización del lazo

- Ítem: F-C301-306
- Variable controlada: Caudal de condensado recirculado a la columna.
- Variable manipulada: Caudal de condensado recirculado a la columna.
- Set point: 1,2 m³/h
- Método de control: Feedforward
- Indicador: -
- Alarma: -



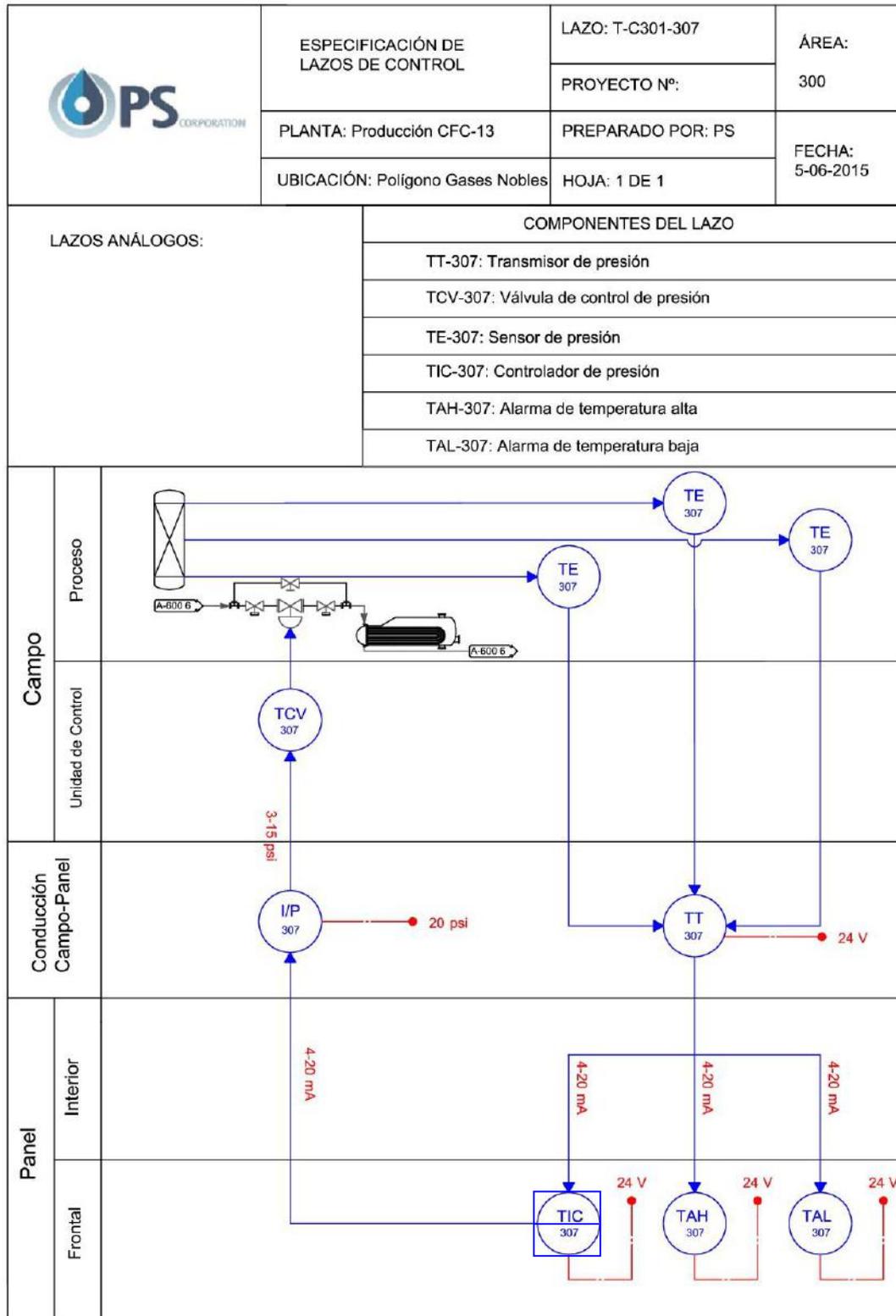
Lazo T-C301-307

Este lazo de control permite controlar la temperatura a lo largo de la columna ya que tiene varias sondas de temperatura, en este caso 10/40/65 °C, para poder conocer de una forma más exacta y uniforme como varía la temperatura de la columna. Para lograr dicho objetivo el controlador trabaja con un cierto rango de temperaturas y regula el caudal de aceite térmico según su conveniencia.

Por si el control fallase se han instalado alarmas de nivel alto y bajo con las temperaturas de ± 5 °C el set point.

Caracterización del lazo

- Ítem: T-C301-307
- Variable controlada: Temperatura de la columna.
- Variable manipulada: Caudal del aceite de caldera.
- Set point: 10/40/65 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: TAH-307 y TAL-307

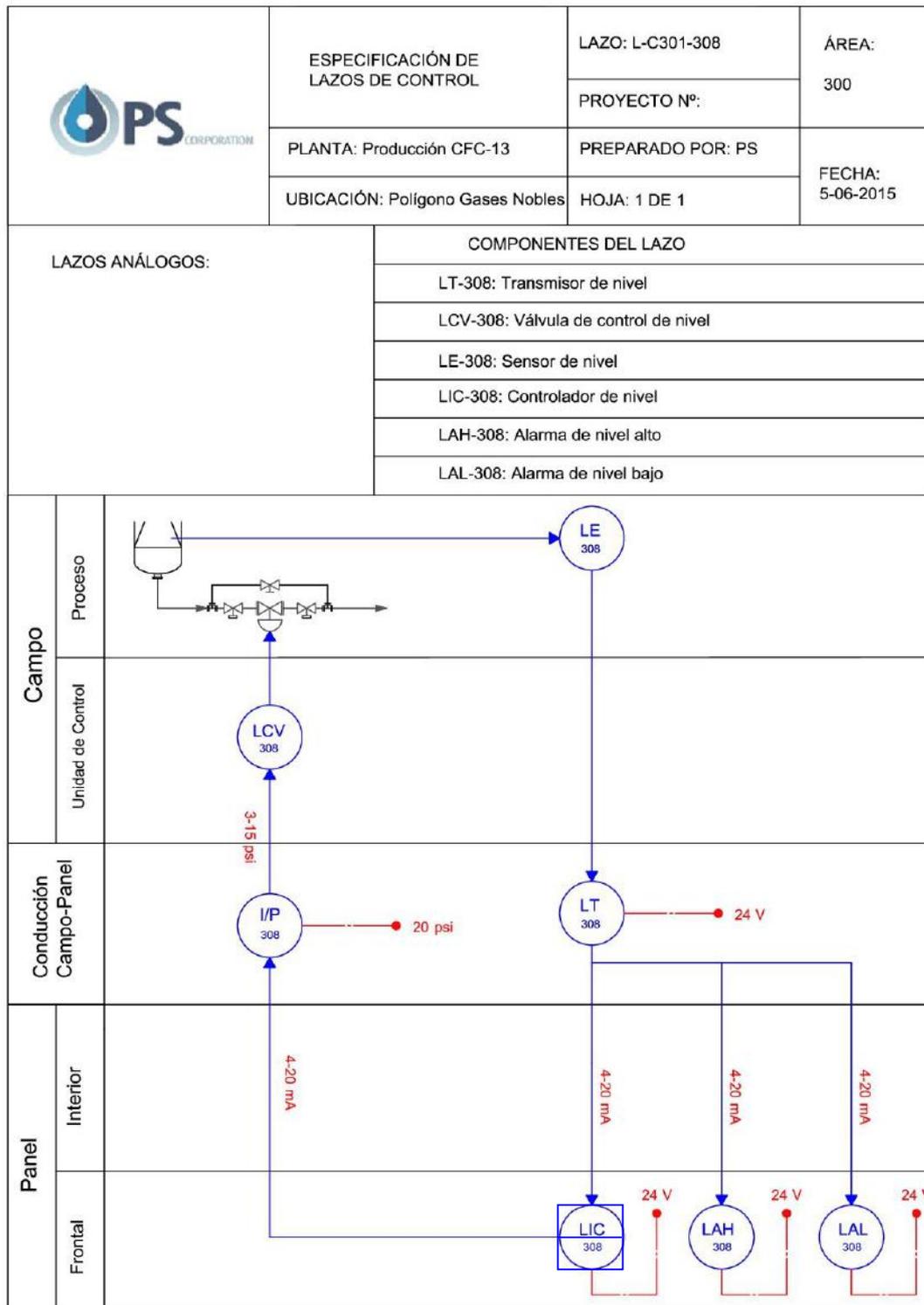


Lazo L-C301-308

El objetivo de este lazo de control es que el nivel del líquido que se acumula en la parte inferior de la columna nunca exceda de un set point fijado a 0,79 m. Para lograrlo, el controlador regula una válvula que se abrirá en caso de sobrepasar esa consigna provocando así que aumente el caudal de salida de colas de la columna. Este control dispone de unas alarmas de alto y bajo nivel, para asegurar que en el momento en que este control no funcionara correctamente el operario fuera avisado pudiendo actuar rápidamente.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-C301-308
- Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
- Variable manipulada: Caudal de salida por colas de columna.
- Set point: 0,79 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-308 y LAL-308



3.4.4. ÁREA 400

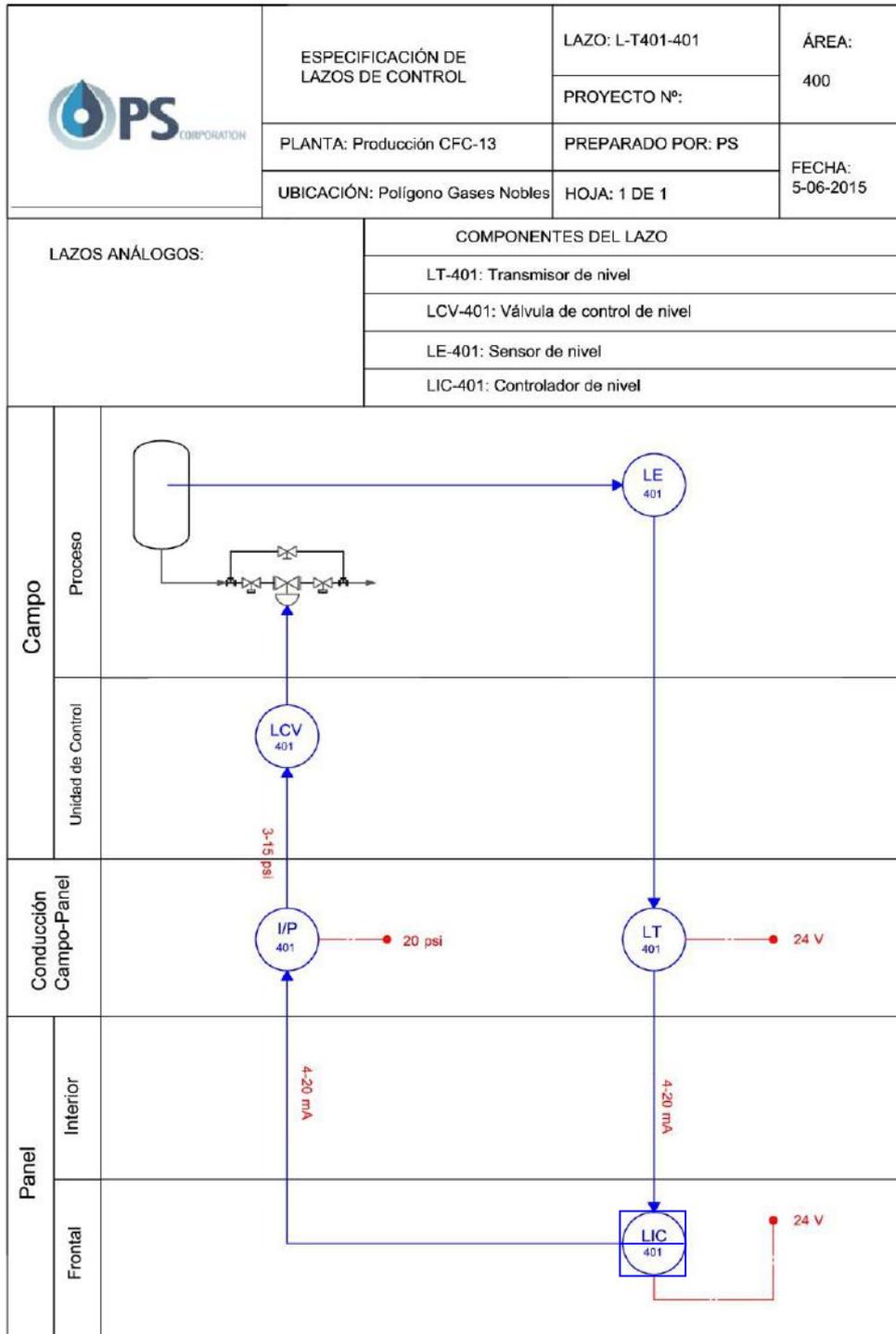
El control de esta área se divide en dos grandes bloques, el primero, que correspondería a la separación de la proporción deseada de HCl anhidro para vender directamente; y el segundo, que sería el HCl anhidro destinado a ser preparado al 36% en peso para su posterior venta.

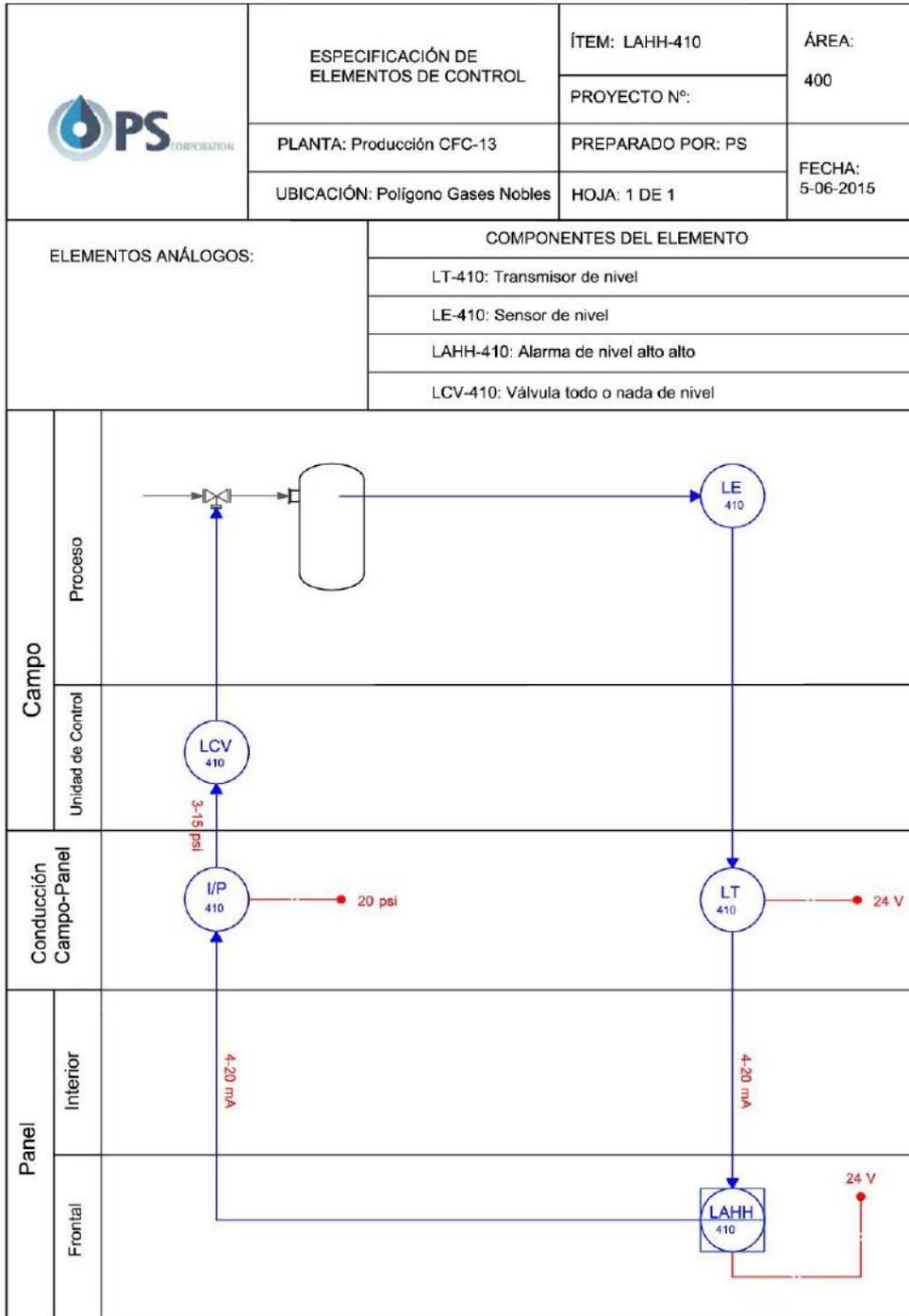
Los lazos de control L-T401-401, L-F401-403, P-F401-404 corresponden al primer bloque mencionad, y entre ellos van muy relacionados, ya que en cuanto el nivel del separador de fases F-401 baja, la válvula que controla el caudal de entrada se abre para permitir que entre más cantidad de caudal, haciendo a su vez que el nivel del tanque T-401 baje y por tanto se cierre la válvula que posibilita el almacenamiento de HCl anhidro. Este comportamiento es necesario porque el caudal de líquido que sale de dicho separador es requerido como refrigerante en un intercambiador indispensable en el proceso y por ello no puede quedarse sin caudal. En cuanto al lazo de control de presión, es decir el P-F401-404 simplemente sirve para aliviar la presión en caso de aumento de ésta en el separador.

Por motivos de seguridad, en el separador de fases, se han instalado unas alarmas de nivel alto y bajo, con valor 0,61 m y 0,5 m respectivamente, por si alguna de las válvulas de control fallase.

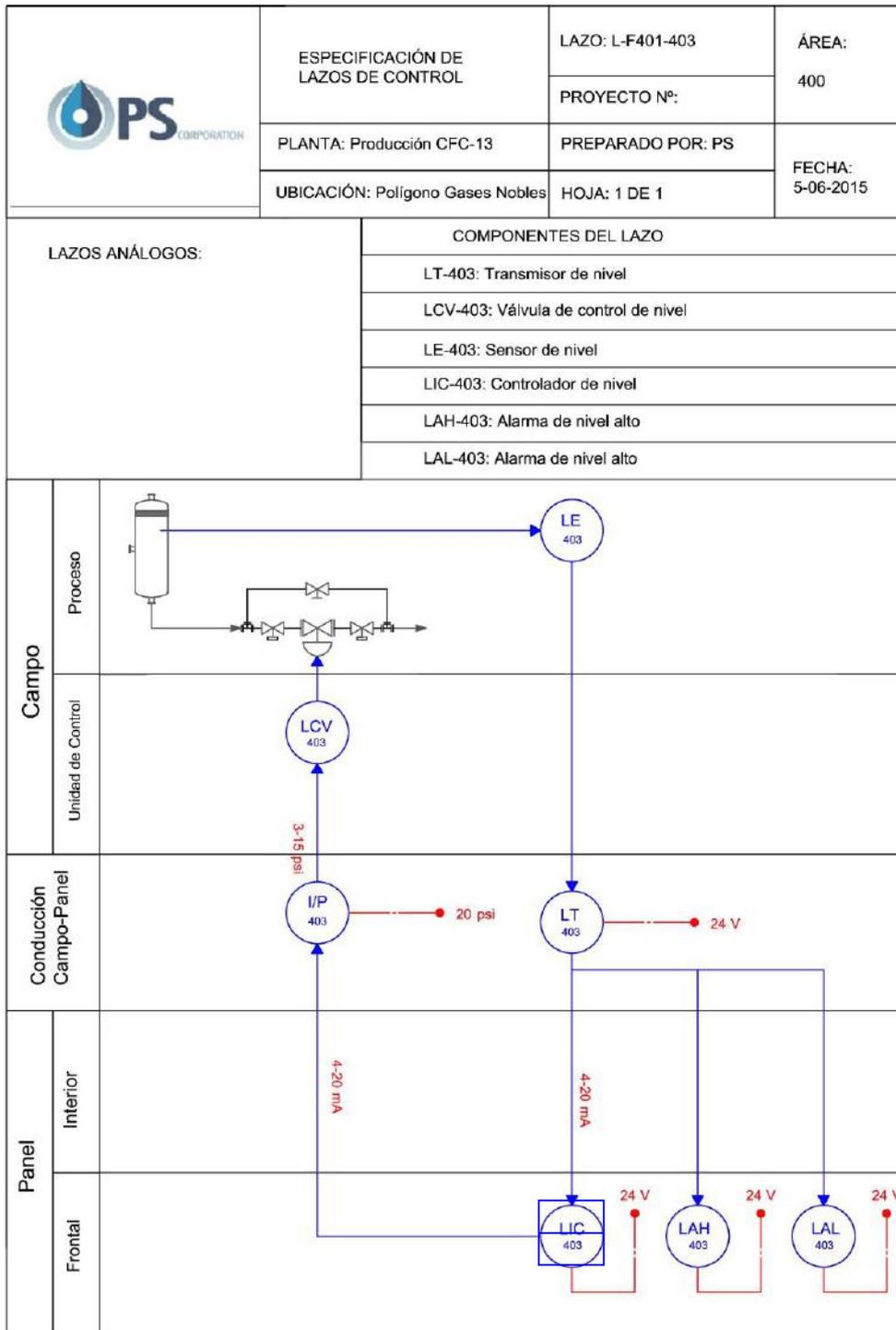
A continuación se encuentran las características de cada lazo de control:

- Ítem: L-T401-401
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal del HCl anhidro destinado a ser almacenado.
- Set point: 3,02 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAHH-410

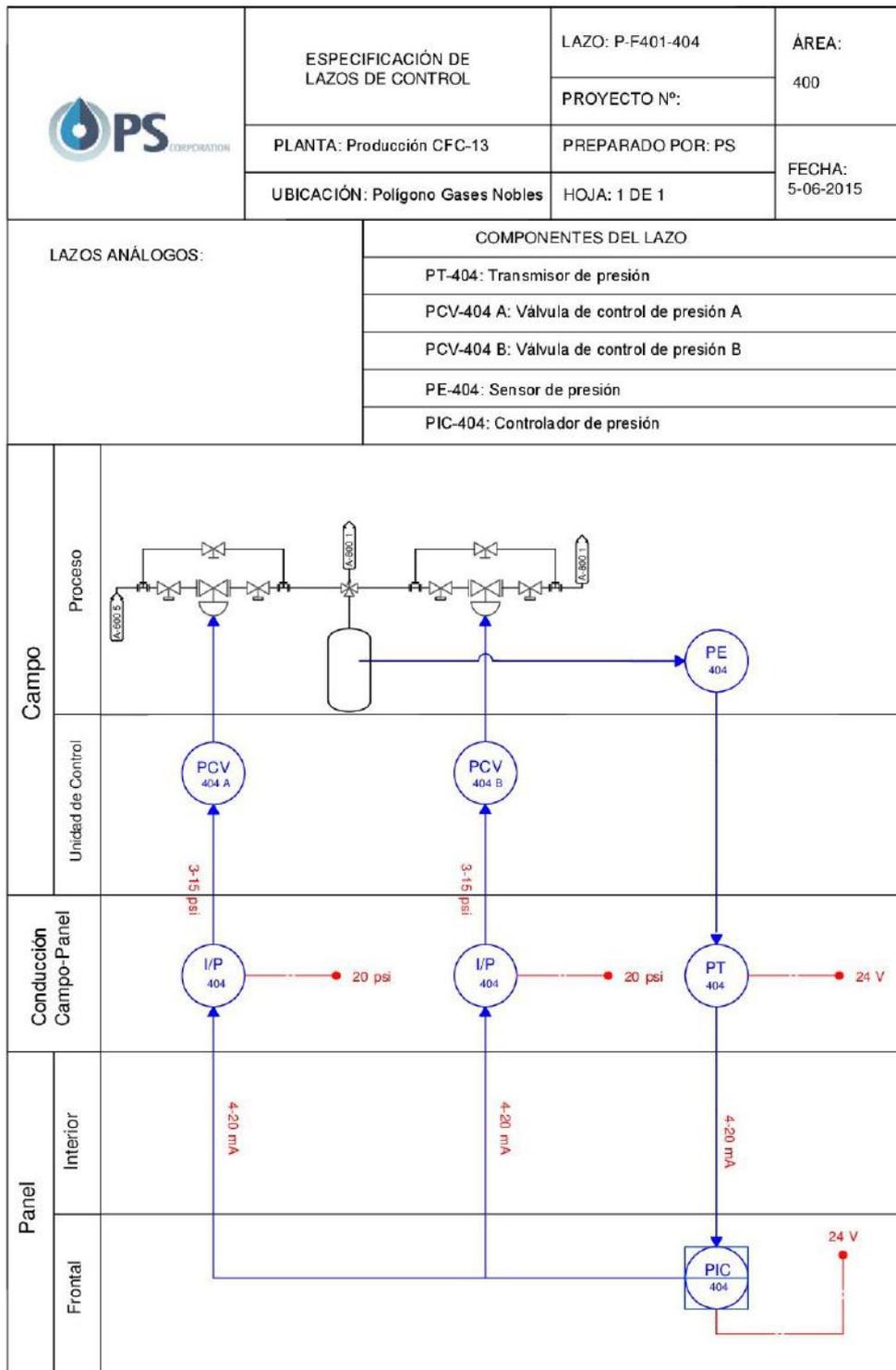




- Ítem: L-F401-403
- Variable controlada: Nivel del separador de fases.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en el separador de fases.
- Set point: 0,55 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-403 y LAL-403



- Ítem: P-F401-404
- Variable controlada: Presión en el tanque separador de fases.
- Variable manipulada: Caudal del HCl anhidro destinado a ser HCl al 36% en peso.
- Set point: 1,3 atm
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -



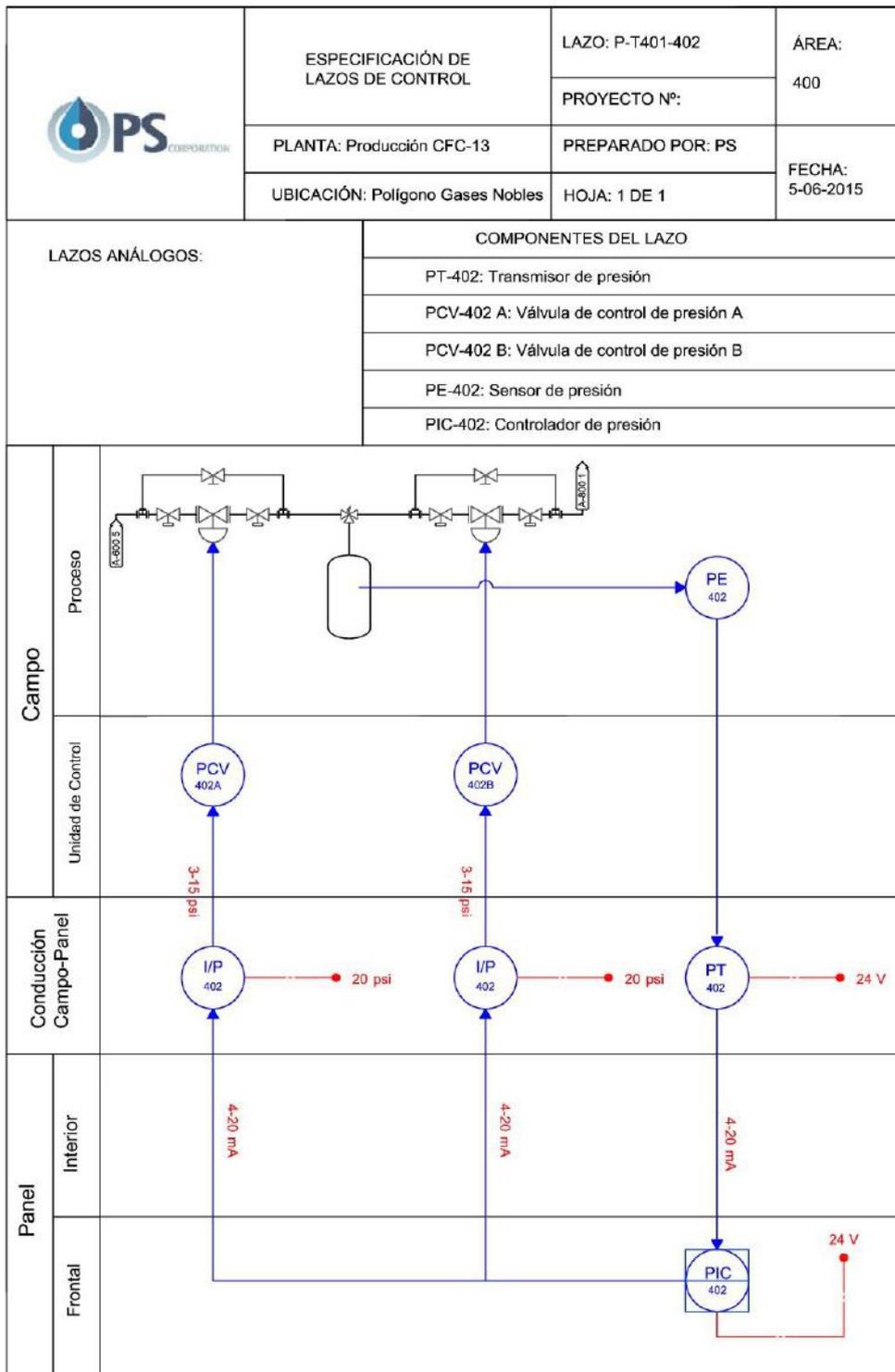
Además de los lazos anteriores el depósito T-401 necesita de un control de presión.

Lazo P-T401-402

El objetivo del lazo es mantener la presión constante en el depósito pulmón. Para ello se utiliza un control split-range, que según convenga abrirá el caudal de venteo o el caudal de nitrógeno.

Caracterización del lazo

- Ítem: P-T401-402
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 21 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -



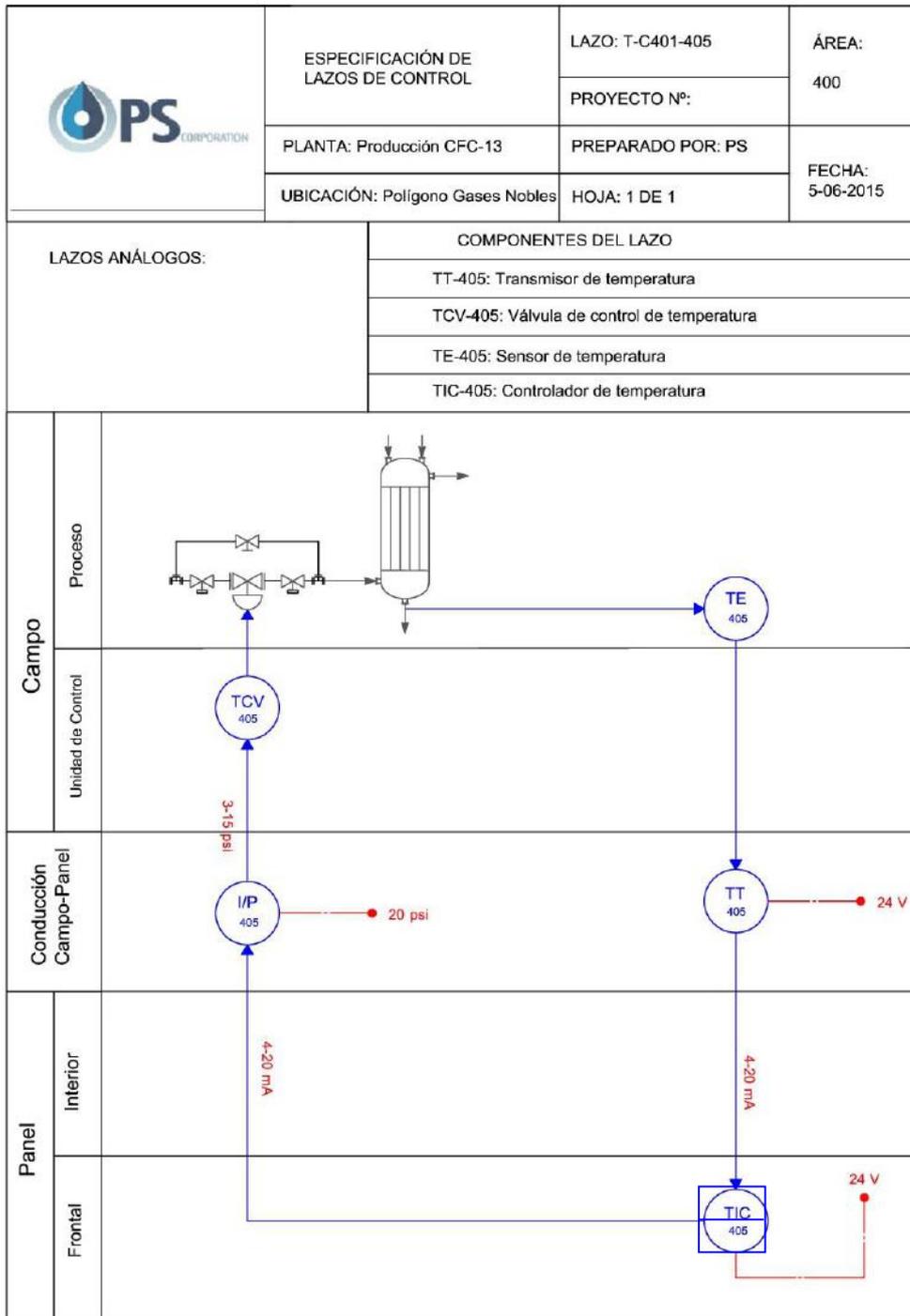
En el bloque de producción de HCl al 36% en peso se encuentran los siguientes lazos de control:

Lazo T-C401-405

El objetivo de este control es controlar que la temperatura de salida del absorbedor de coraza y tubos por película descendiente, porque la reacción producida es exotérmica y podría aumentar mucho la temperatura. La tipología de control utilizada es de tipo feedback, ya que se toma la muestra de la temperatura de salida de dicho absorbedor permitiendo regular el caudal de aceite de agua de torre necesario a partir de esa muestra.

Caracterización del lazo

- Ítem: T-C401-405
- Variable controlada: Temperatura del absorbedor.
- Variable manipulada: Caudal de aceite de agua de torre que entra por coraza.
- Set point: -56 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -

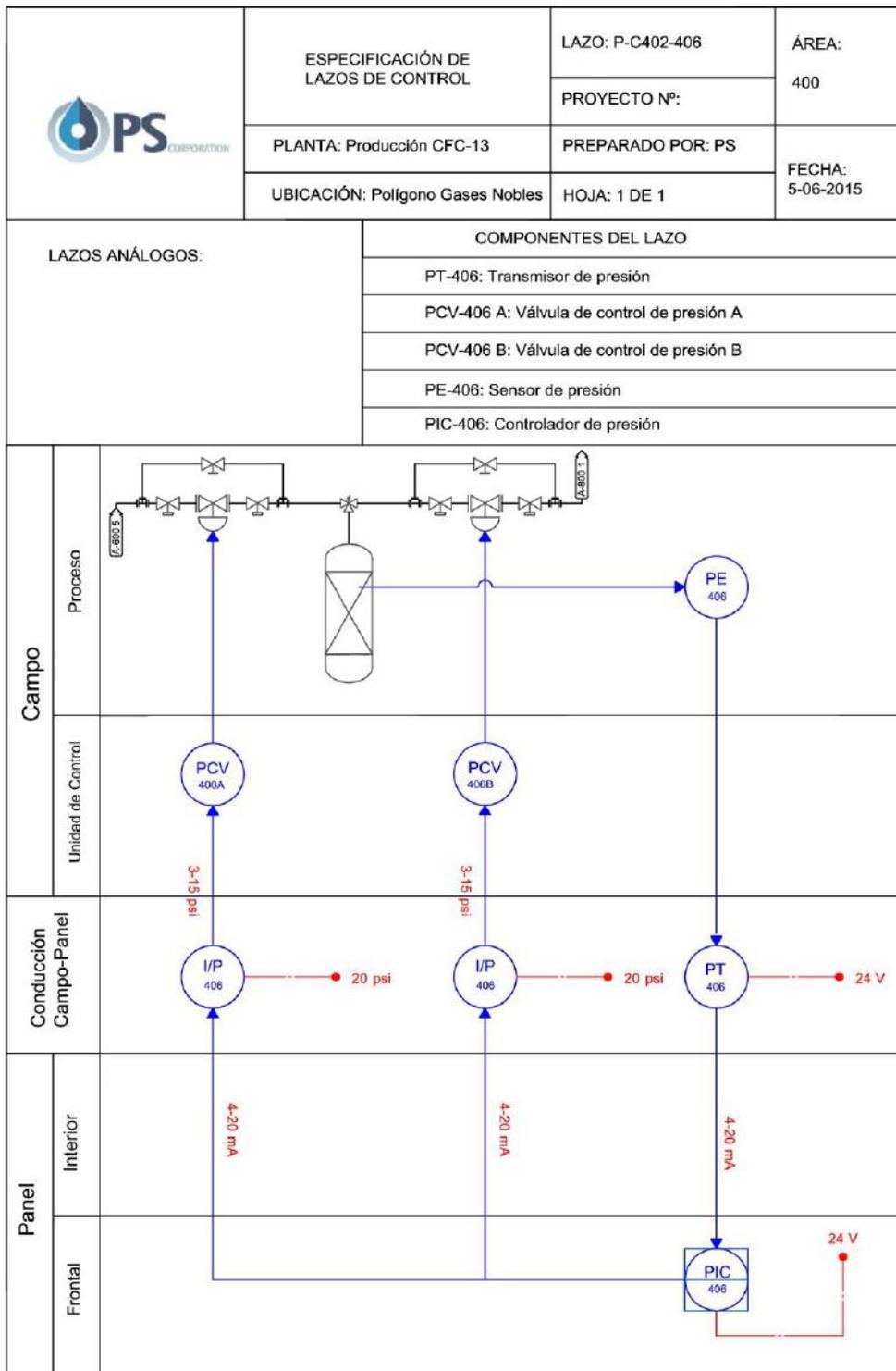


Lazo P-C402-406

El objetivo de control de este lazo es mantener la presión lo más constante posible, para ello se utiliza un control split-range, el cual consiste en abrir la válvula de venteo en el momento en que el sistema alcanza una presión en el tanque superior a la que marca el set point y en abrir la válvula de introducción de aire en cuanto la presión se encuentre por debajo del valor deseado.

Caracterización del lazo

- Ítem: P-C402-406
- Variable controlada: Presión de la columna de absorción.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de aire y caudal de salida de venteo.
- Set point: 1,05 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -

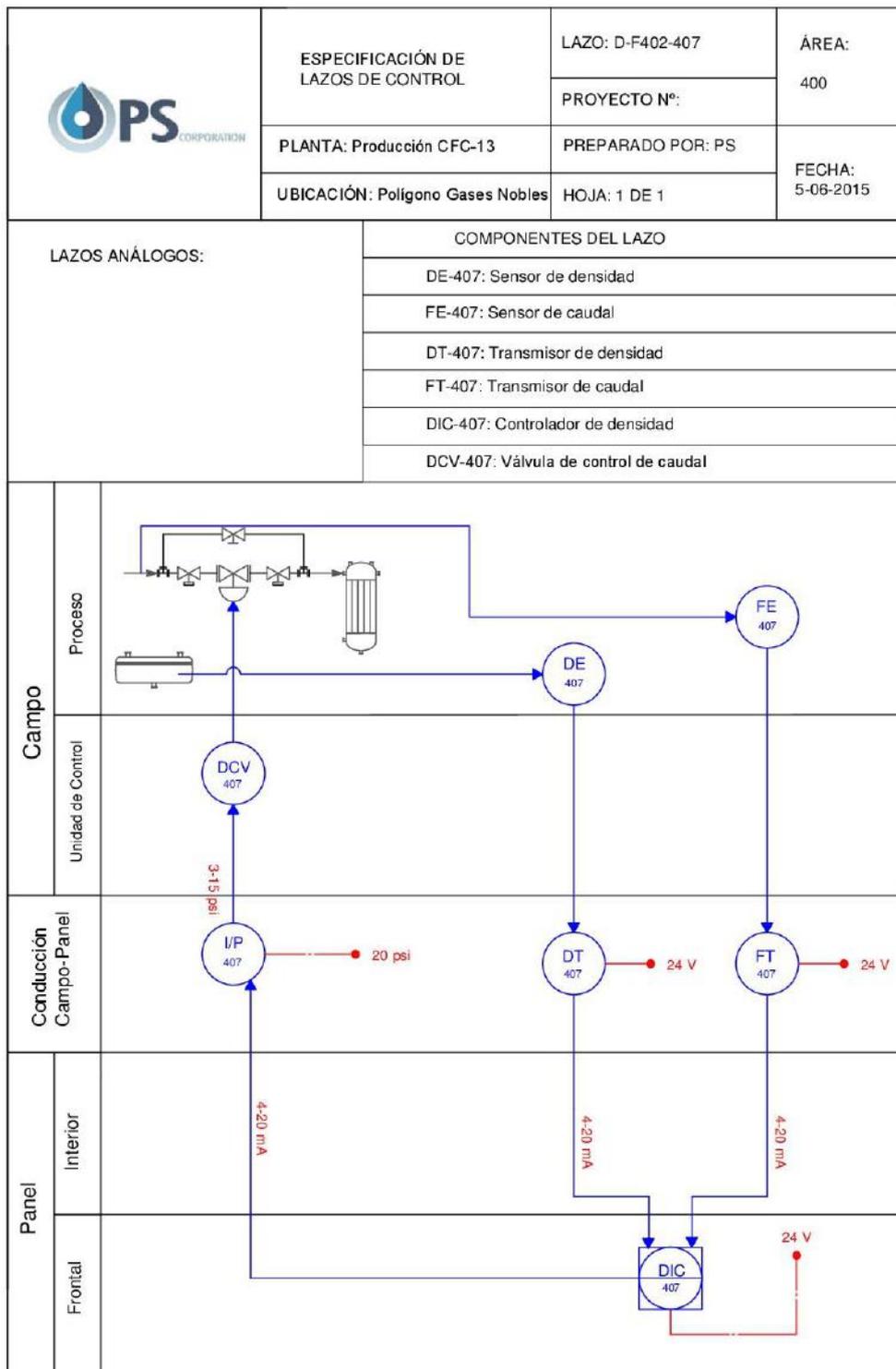


Lazo D-F402-407

Este lazo corresponde a un lazo en cascada, por tanto, para conseguir su objetivo es requerida la comparación entre dos parámetros, que en este caso son el caudal y la concentración. La concentración es calculada a través de la densidad, la cual es medida con un densímetro. Como se ha comentado, se trata de un lazo tipo cascada, esto significa que dependiendo de la concentración de HCl que hay en el F-402, es decir, de si es más alta o más baja del set point principal se permitirá el paso de más o menos caudal de agua desionizada, el cual corresponde al control secundario de dicho control.

Caracterización del lazo

- Ítem: D-F402-407
- Variable controlada: Concentración en el separador de fases y caudal entrada de agua en la columna de absorción.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de agua en la columna de absorción.
- Set point: 36 % en peso
- Método de control: Cascada
- Indicador: -
- Alarma: -

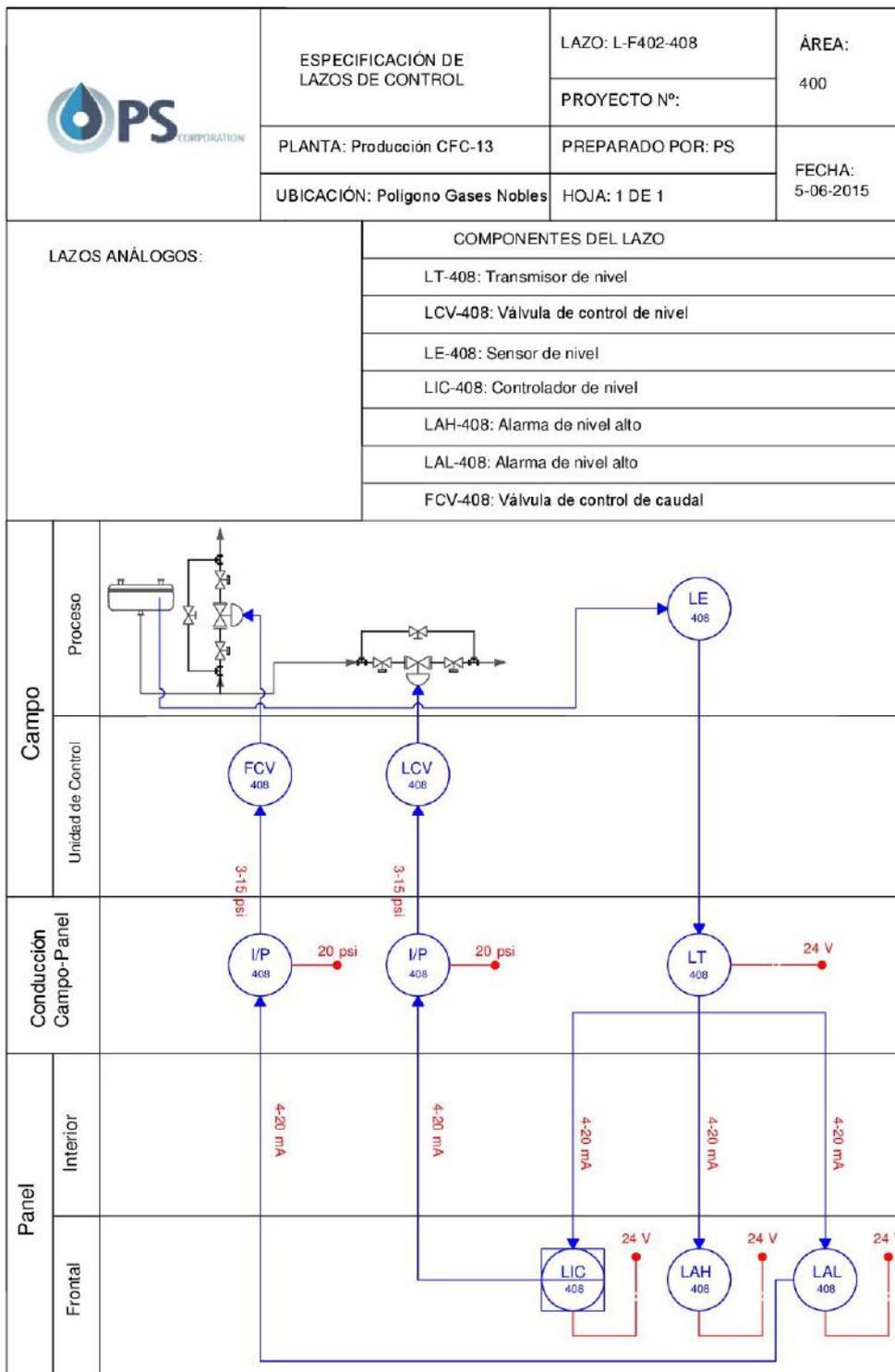


Lazo L-F402-408

El objetivo de este lazo de control es que el nivel de líquido no sobrepase un cierto nivel del separador de fases, ya que si no podría verse afectada la parte de vapor de dicho separador, modificando así el requerimiento necesario del vapor ácido para acidificar el agua que posteriormente será introducida en el absorbedor para hacer la reacción menos exotérmica. Para lograr dicho objetivo el controlador regula dos válvulas que modificaran su abertura según el nivel, es decir, en el momento en que el nivel del separador fluctúe se abrirá o se cerrará la válvula de regulación que conduce el fluido a ser almacenado mientras que la de recirculación permanecerá constante. Y en el momento en que el nivel disminuya por debajo del set point de la alarma de bajo nivel también se cerrará la válvula de recirculación, provocando que el nivel del tanque vuelva a su nivel de operación normal.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-F402-408
- Variable controlada: Nivel de líquido del separador de fases.
- Variable manipulada: Caudal de HCl al 36% que se almacena y caudal de recirculación.
- Set point: 0,35 m
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: LAH-408 y LAL-408



3.4.5. ÁREA 500

3.4.5.1. Tanque de almacenamiento de HCl anhidro

Lazo P-T501-501

El objetivo de este control es mantener la presión constante en el tanque de almacenamiento, puesto que este producto tiene un punto de ebullición muy bajo es muy fácil que vaporice y que por tanto aumente la presión. Por ello, se ha diseñado un lazo de control tipo split-range con tres válvulas de regulación. Dicho control, tiene una actuación que correspondería al comportamiento habitual, es decir, que como es fácil que el producto vaporice y por tanto aumente la presión se abre una válvula de regulación que permite el paso del exceso de vapor hacia un intercambiador que hará bajar la temperatura del caudal y lo condensará de nuevo para volver a ser introducido en el tanque de almacenamiento. Pero por otro lado, este mismo controlador tiene dos alarmas de alto y bajo nivel que en el momento en que la presión aumenta o disminuye un 20% de su presión de operación, mandan una señal eléctrica a la válvula de venteo o a la de entrada de nitrógeno haciendo que se abran de forma automática según convenga. A continuación se especifican las características de este lazo.

Caracterización del lazo

- Ítem: P-T501-501
- Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Caudal del HCl anhidro evaporado, caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 21 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: PAH-501 y PAL-501

Lazo T-E501-502

Este control solo asegura que el intercambiador E-501 tenga el caudal suficiente de refrigerante con frío de chiller, para que este consiga la temperatura deseada de salida, es decir, aquella temperatura que requiere el fluido para ser condensado.

Caracterización del lazo

- Ítem: T-E501-502
- Variable controlada: Temperatura de salida de los tubos.
- Variable manipulada: Caudal de refrig. proveniente del chiller.
- Set point: -13 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -

Lazo P-T504-503

El objetivo de este control es exactamente idéntico al lazo de control P-T501-501, ya que también contiene una sustancia con el punto de ebullición bajo, y se encuentra almacenada a presión. Por tanto, se utiliza un lazo de control Split-range con tres válvulas de control.

Caracterización del lazo

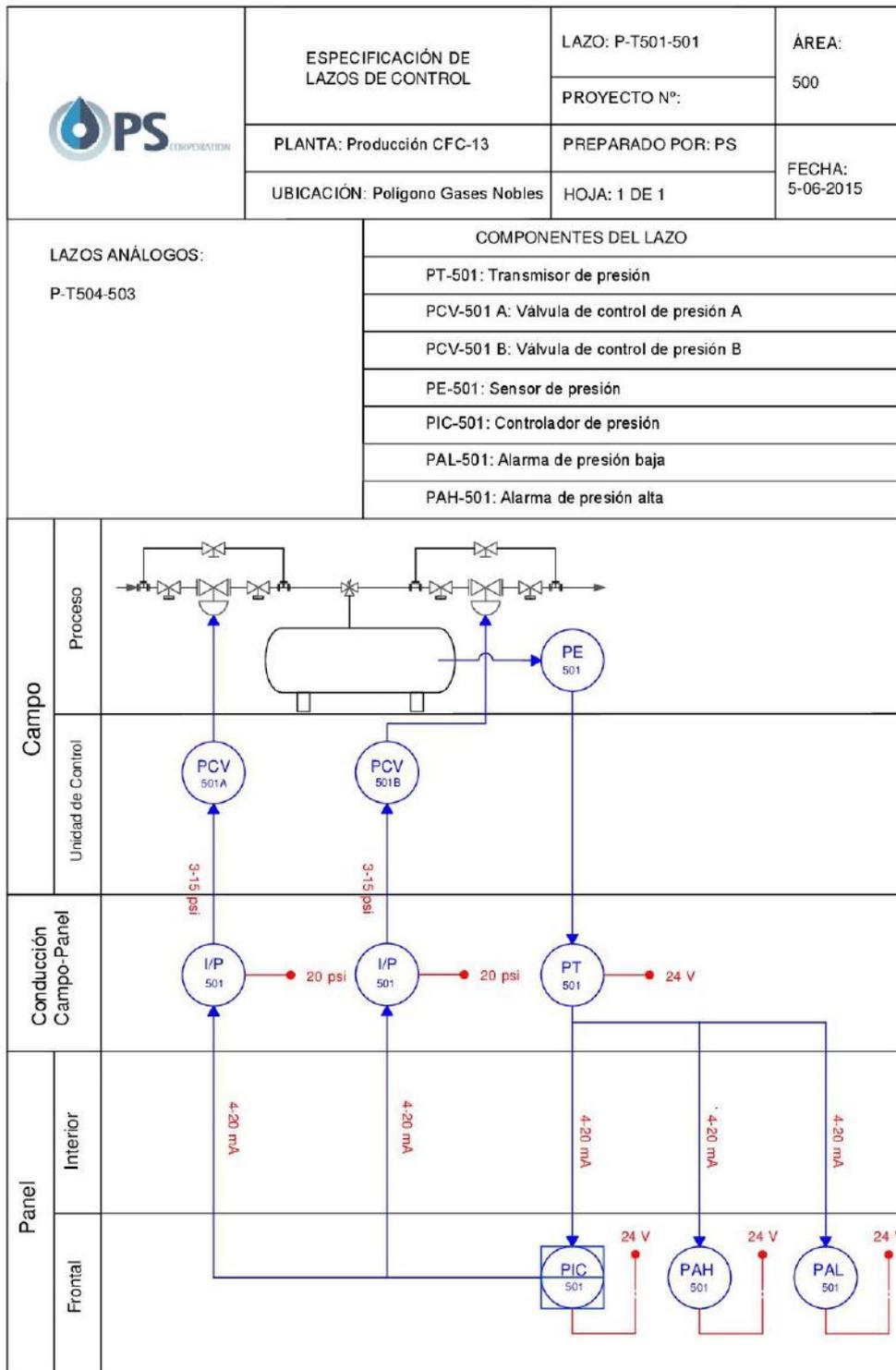
- Ítem: P-T504-503
- Variable controlada: Presión del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Caudal de CFC-13 evaporado, caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.
- Set point: 20 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: PAH-503 y PAL-503

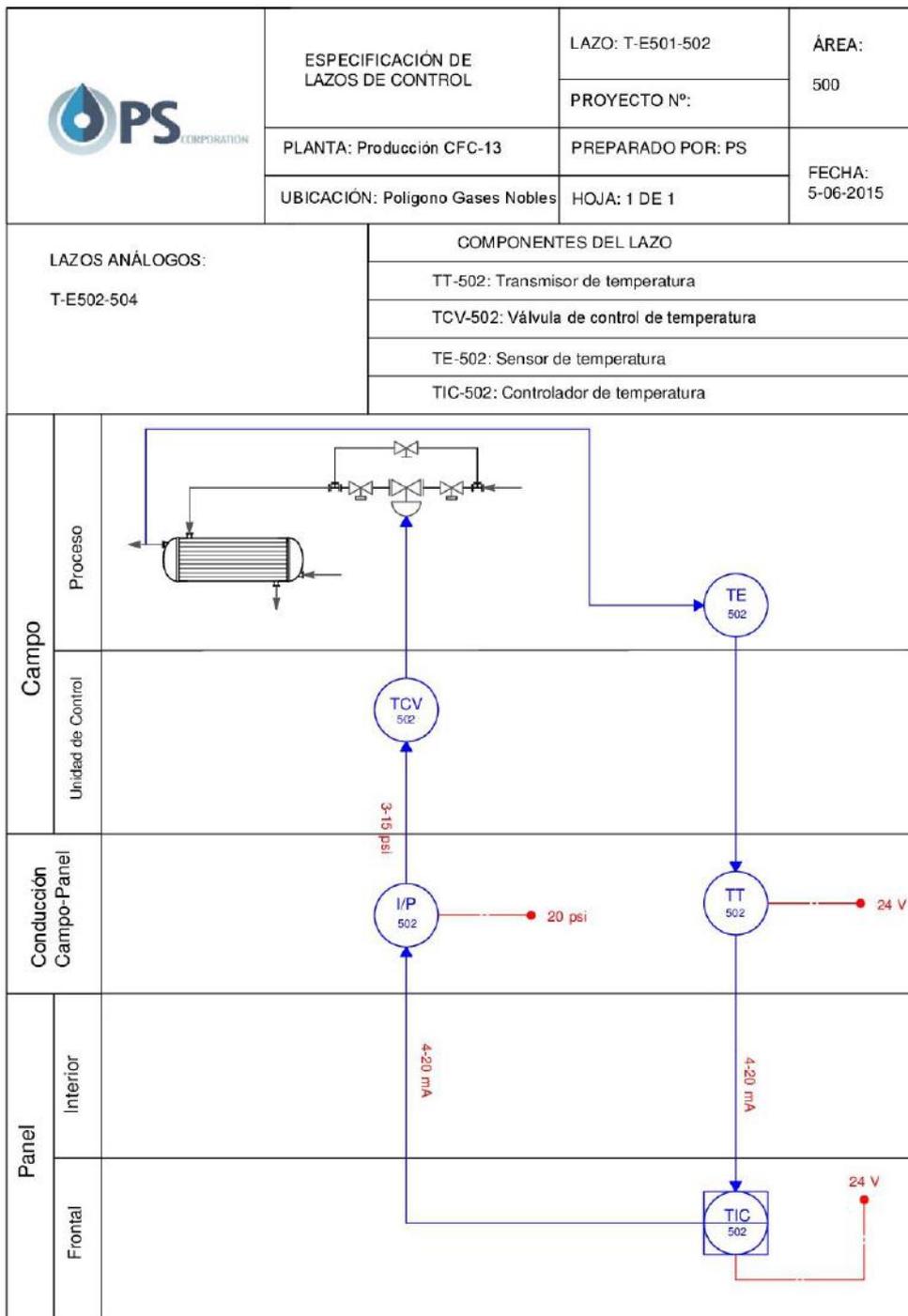
Lazo T-E502-504

Este control solo asegura que el intercambiador E-502, igual que el intercambiador E-501, tenga el caudal suficiente de refrigerante con frío de chiller, para que este consiga la temperatura deseada de salida.

Caracterización del lazo

- Ítem: T-E502-504
- Variable controlada: Temperatura de salida de los tubos.
- Variable manipulada: Caudal de refrig. proveniente del chiller.
- Set point: -1,3 °C
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -





Como en la área 100, los tanques de almacenamiento a presión atmosférica no requieren de control, pero se les ha instalado unos sensores de presión y de nivel para conocer como varían estas variables. Además, se han añadido unas alarmas de nivel alto alto, las cuales permiten cerrar de una forma automática la válvula de llenado en el momento en que por algún motivo se supere el 20 % de la altura máxima del fluido. Estas alarmas e indicadores se encuentran listados en la tabla 3-18 de este capítulo.

3.4.6. ÁREA 600

Chiller

Para el grupo de frío es requerido un indicador de temperatura tanto en el corriente de entrada como en el de salida para asegurar que éste funciona correctamente y cumple las necesidades de la planta.

Torre de refrigeración de aceite térmico y agua

Tanto la torre de refrigeración de aceite térmico como la de agua disponen de un indicador de temperatura en los corrientes de entrada y de salida del sistema para verificar que cumplen con el salto térmico necesario en el proceso, igual que para el grupo de frío. Al ser un circuito cerrado, es necesario un tanque de expansión para que el fluido se expanda sin problemas si se calienta, por lo tanto, dicho tanque de expansión requiere de un indicador de nivel.

Estos sistemas de refrigeración necesitan ser purgados, porque, como se ha comentado anteriormente corresponden a un sistema cerrado, y por tanto, tienden a acumular sales en la torre. La cantidad de sales se conoce con la instalación de un sensor de conductividad, que a su vez controla la salida de purgas y la entrada de agua limpia, tal y como se puede ver en el P&ID A-600 hoja 3 y 4. El funcionamiento de este control correspondería con un split-range, porque en el momento en que la conductividad llega al valor máximo, la válvula de regulación de purgas se abre para vaciar el sistema de agua contaminada, a la vez que abre la válvula de regulación de la línea de agua limpia para substituir el fluido expulsado.

Caldera

El sistema de la caldera tiene incorporado un control de presión diferencial, para que en el momento en que deje de circular aceite por las líneas la caldera se pare, evitando un consumo innecesario de gas natural.

Es un sistema cerrado de aceite, por lo tanto, tal y como se ha comentado en el apartado 1.6.2. del capítulo de Especificaciones del proyecto, dispone de un depósito de expansión con su respectivo indicador de nivel y un tanque de almacenamiento con un control de presión.

Desionización del agua

El proceso de desionización del agua requiere de un indicador de conductividad, para conocer la cantidad de sales que tiene el agua. Este servicio tiene un tanque de almacenamiento para posibles imprevistos y por tanto necesita un sistema de control de nivel por si éste subiera demasiado. En el caso de que este control tuviera que actuar, cerraría la válvula de regulación de entrada de agua deteniendo así el sistema de desionización.

Nitrógeno

El servicio de nitrógeno se encuentra a 24 bar y dispone de un tanque criogénico que mantiene dicho fluido a esa presión. En una situación de operación normal el nitrógeno sale hacia planta por diferencia de presión. Pero en el momento en que aumenta o disminuye la presión en su interior es necesario regularlo y que vuelva a la estabilidad. Cuando la presión en el interior del tanque aumenta una de las dos válvulas de control se abre permitiendo flujo hacia la atmosfera, y en el caso inverso, es decir, cuando la presión disminuye, se abre la otra válvula de control dirigiendo el líquido hacia unos calentadores que lo evaporan aumentando su presión y dirigiéndolo de nuevo al tanque de almacenamiento.

Todos los lazos de control mencionados, se encuentran numerados en la tabla 3-19 así como las alarmas y los indicadores que están numerados en la tabla 3-20.

3.4.7. ÁREA 800

3.4.7.1. Separador de fases

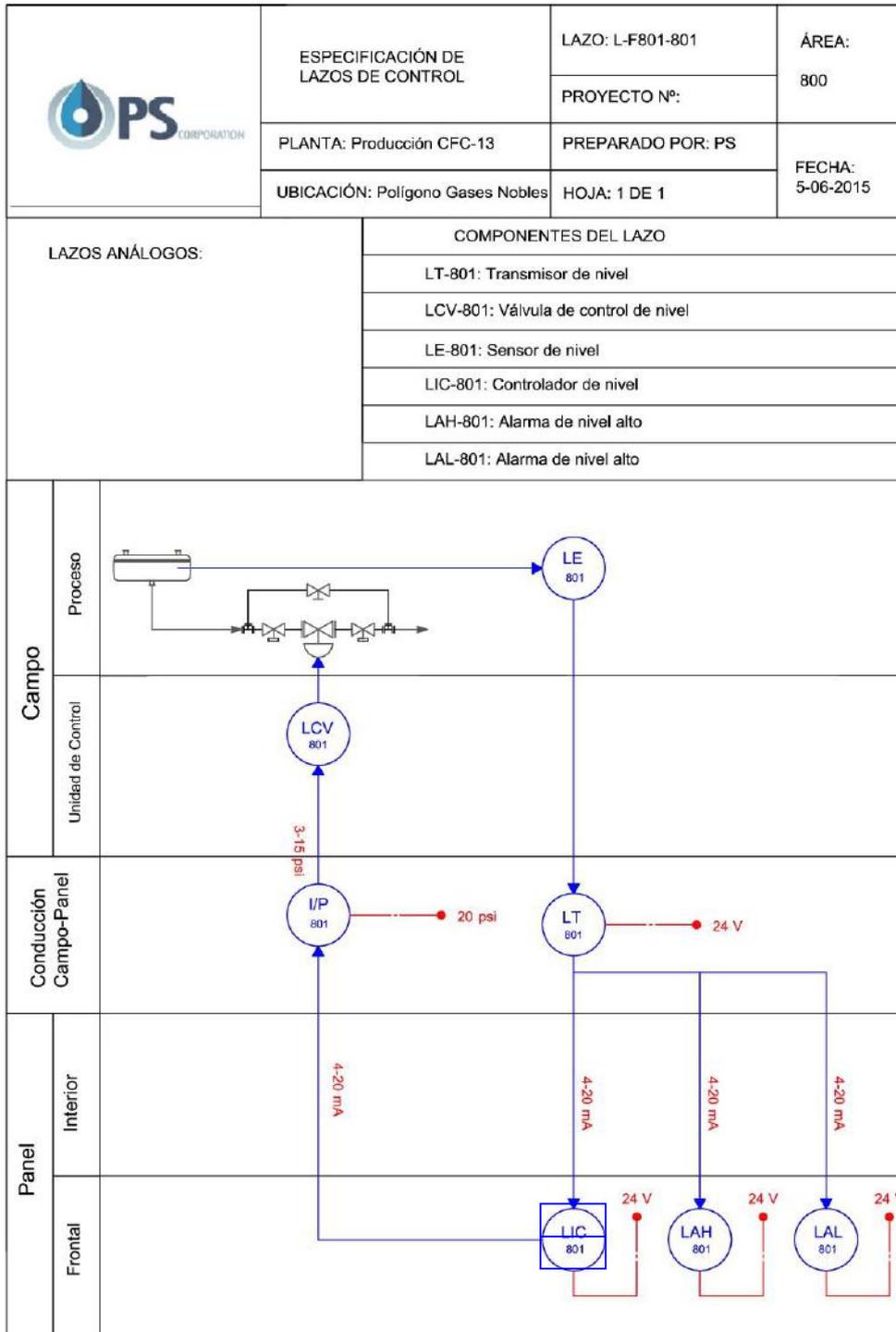
Lazo L-F801-801

Este control tiene como objetivo controlar el nivel del separador de fases regulando el caudal de salida de líquido de las purgas mediante una válvula de regulación. Si el nivel sube desviándose así del set point la válvula se abrirá aumentando el caudal que se almacena en el tanque de almacenamiento mientras que si el nivel baja

la válvula se cerrará impidiéndolo. Dicho control tiene unas alarmas de alto y bajo nivel, para advertir de una forma sonora y visual al operario para que encuentre la anomalía y la solución.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-F801-801
- Variable controlada: Nivel del líquido.
- Variable manipulada: Caudal de salida de líquido del separador.
- Set point: 0,95 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-801 y LAL-801



3.4.7.2. Depósitos pulmón

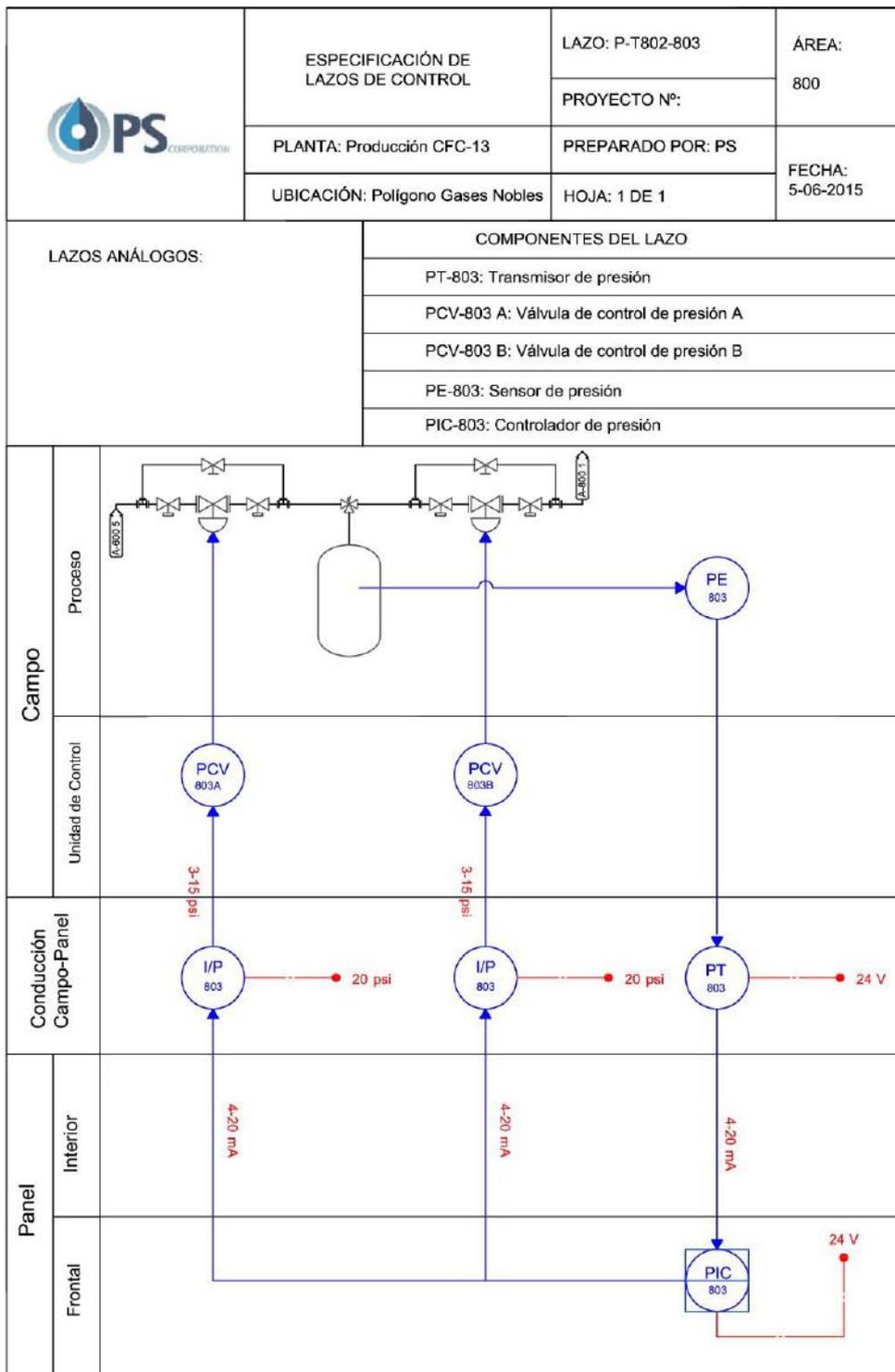
Lazo P-T802-803

Este lazo de control es de tipo Split-range, es decir, de rango partido que permite mantener constante la presión del depósito manipulando el caudal de venteos o la entrada de nitrógeno.

Caracterización del lazo

- Ítem: P-T802-803
- Variable controlada: Presión del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de nitrógeno y caudal de salida de venteo.

- Set point: 10 atm
- Método de control: Split-range
- Indicador: -
- Alarma: -



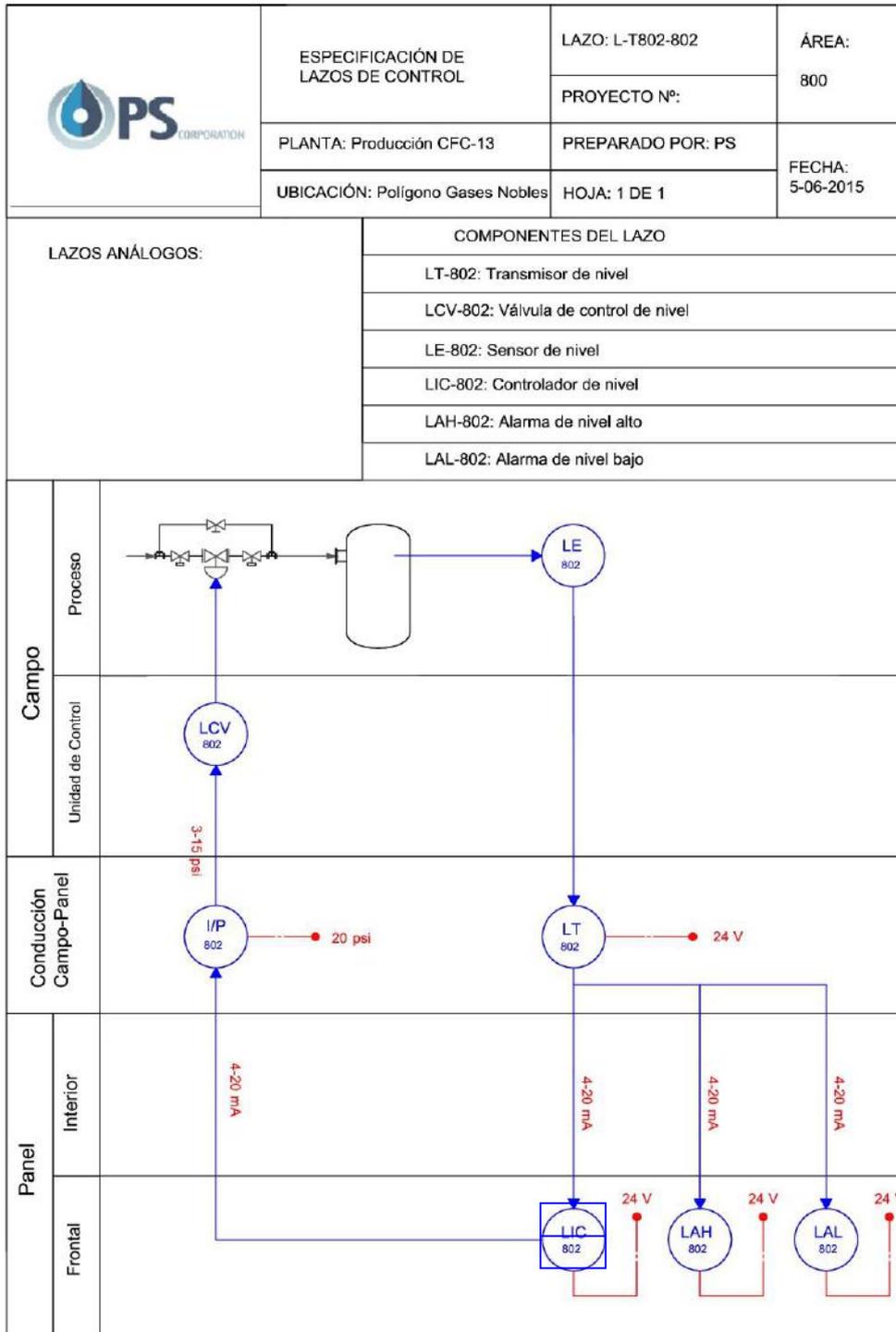
Lazo L-T802-802

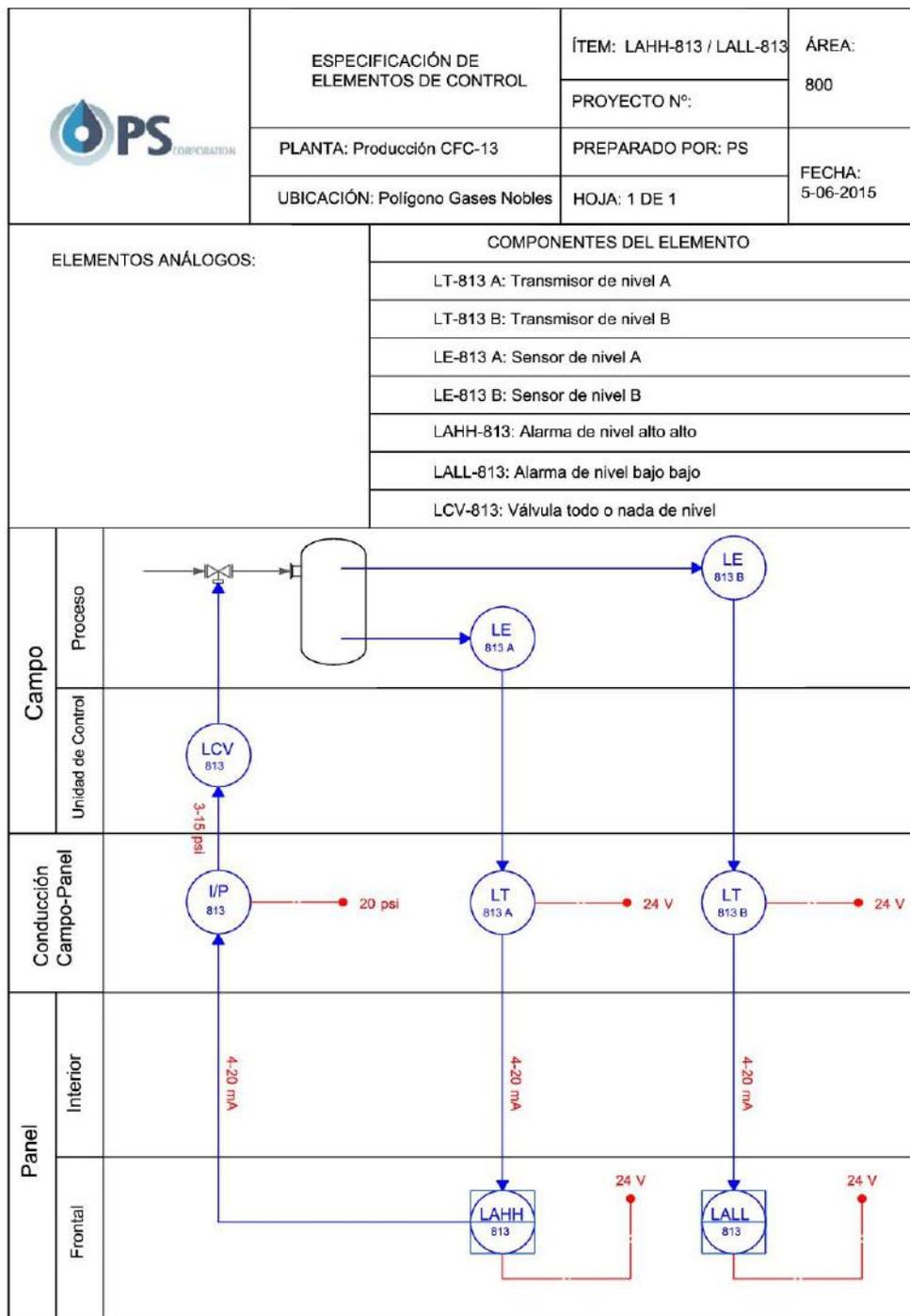
El lazo de control tiene como objetivo mantener el nivel del depósito entre un valor alto y bajo fijos. Es de tipología feedback. El control consiste en cerrar la válvula de entrada en el momento en que el volumen se encuentre por encima del set point del controlador.

En el caso de que el control falle el propio controlador lleva instaladas unas alarmas de alto y bajo nivel, es decir el $\pm 10\%$ del set point, que se activan y avisan al operario cuando llegan al valor marcado con una señal sonora y visual para que solucione el problema. Además, estos depósitos llevan instalada una alarma de nivel alto alto por si la alarma LAH no funcionara. Dicha alarma se pondrá en funcionamiento en cuanto el volumen del taque supere el 20% de su capacidad máxima, por tanto, en el momento en que esto suceda la alarma accionará una válvula eléctrica automática que permitirá cerrar la entrada y avisará al operario de una forma sonora visual.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-T802-802
- Variable controlada: Nivel del depósito pulmón.
- Variable manipulada: Caudal de entrada.
- Set point: 1,0 m
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: LAH-802, LAL-802 y LAHH-813





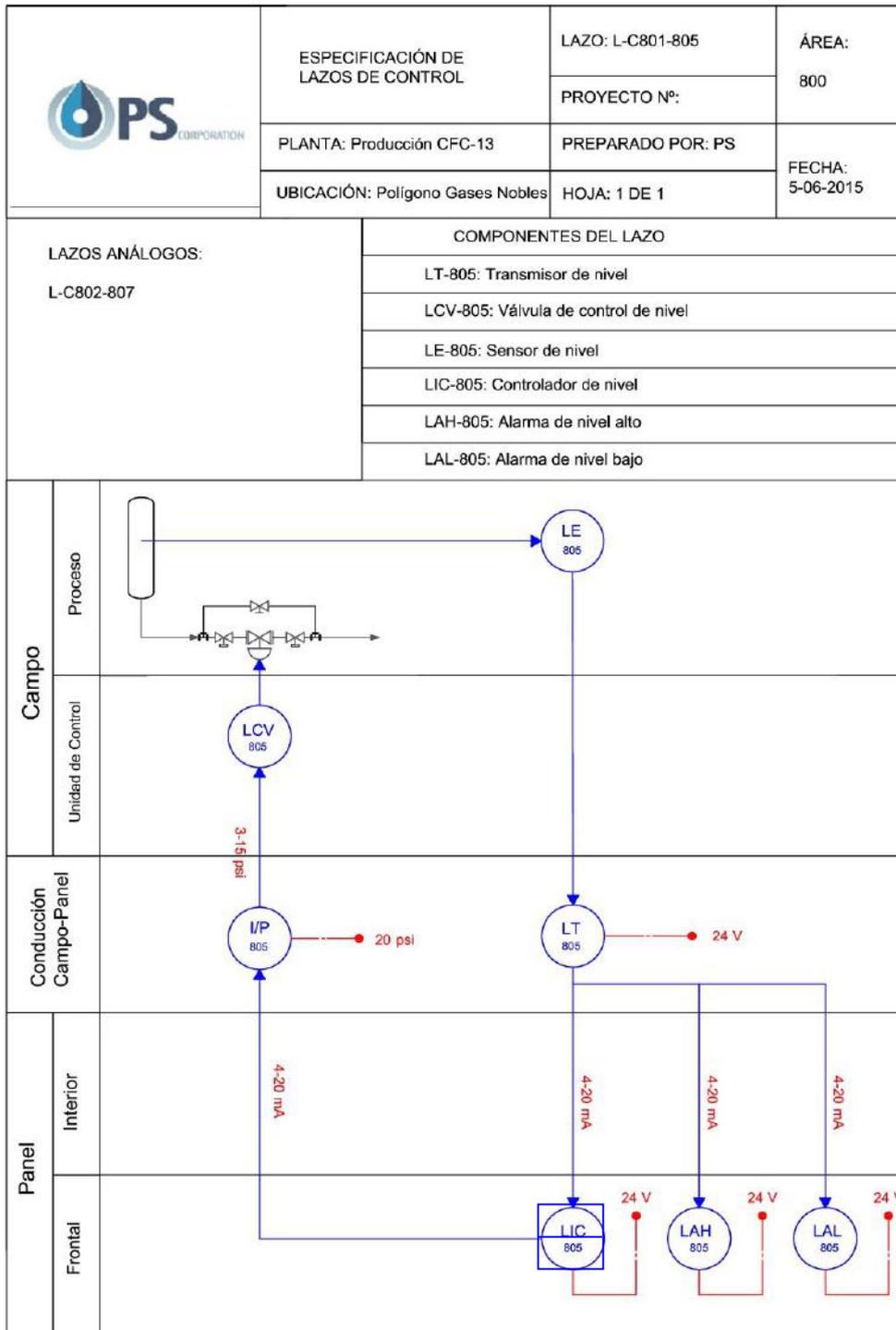
3.4.7.3. Depurador de gases

Lazo L-C801-805

El objetivo de este lazo de control y el del otro *scrubber*, es que el nivel del líquido que se acumula en la parte inferior de la columna nunca exceda de un set point fijado a 0,15 m. Para ello, el controlador regula una válvula que se abrirá en caso de sobrepasar esa consigna provocando así que aumente el caudal de salida de colas del *scrubber*. En el momento que dicho control no actuara como fuera debido, es decir, que el nivel aumentara o disminuyera más de lo estipulado se activaría la alarma LAH o LAL respectivamente para así avisar al operario de que alguna anomalía sucede en el sistema.

Caracterización de los lazos

- Ítem: L-C801-805
 - Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
 - Variable manipulada: Caudal de salida por colas del *scrubber*.
 - Set point: 0,15 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: PI-814
 - Alarma: LAH-805 y LAL-805
-
- Ítem: L-C802-807
 - Variable controlada: Nivel del líquido del bottom.
 - Variable manipulada: Caudal de salida por colas del *scrubber*.
 - Set point: 0,15 m
 - Método de control: Feedback
 - Indicador: PI-820
 - Alarma: LAH-807 y LAL-807

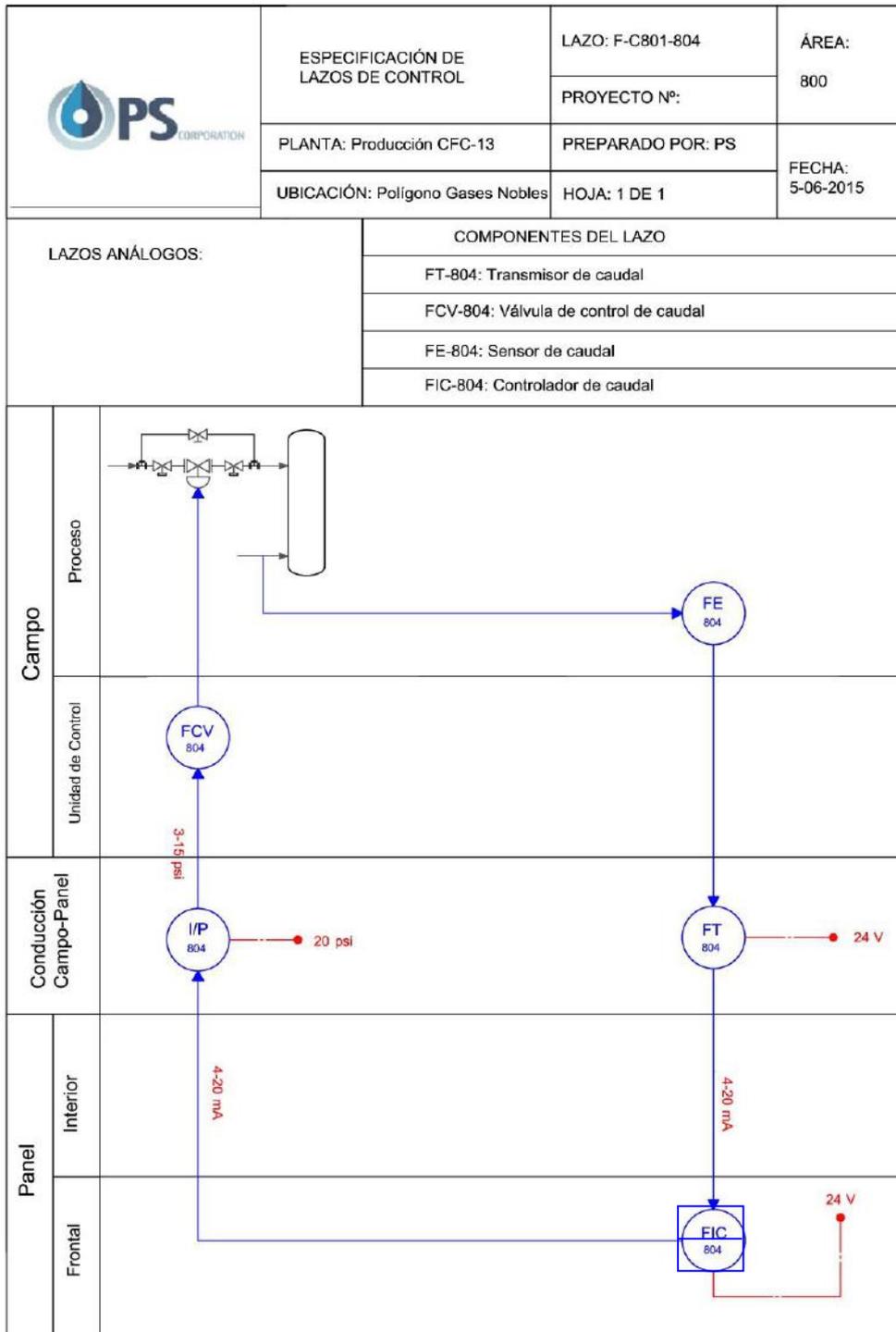


Lazo F-C801-804

Este lazo de control tiene como objetivo medir el caudal de entrada al *scrubber*, es decir, el de purgas, para así modificar el caudal de entrada de materia prima e inertizar correctamente dichas purgas. Es de tipo feedforward y a continuación se encuentran sus características.

Caracterización del lazo

- Ítem: L-C801-804
- Variable controlada: Caudal de entrada de purgas en el *scrubber*.
- Variable manipulada: Caudal de entrada de CCl₄.
- Set point: 1 m³/h
- Método de control: Feedback
- Indicador: -
- Alarma: -

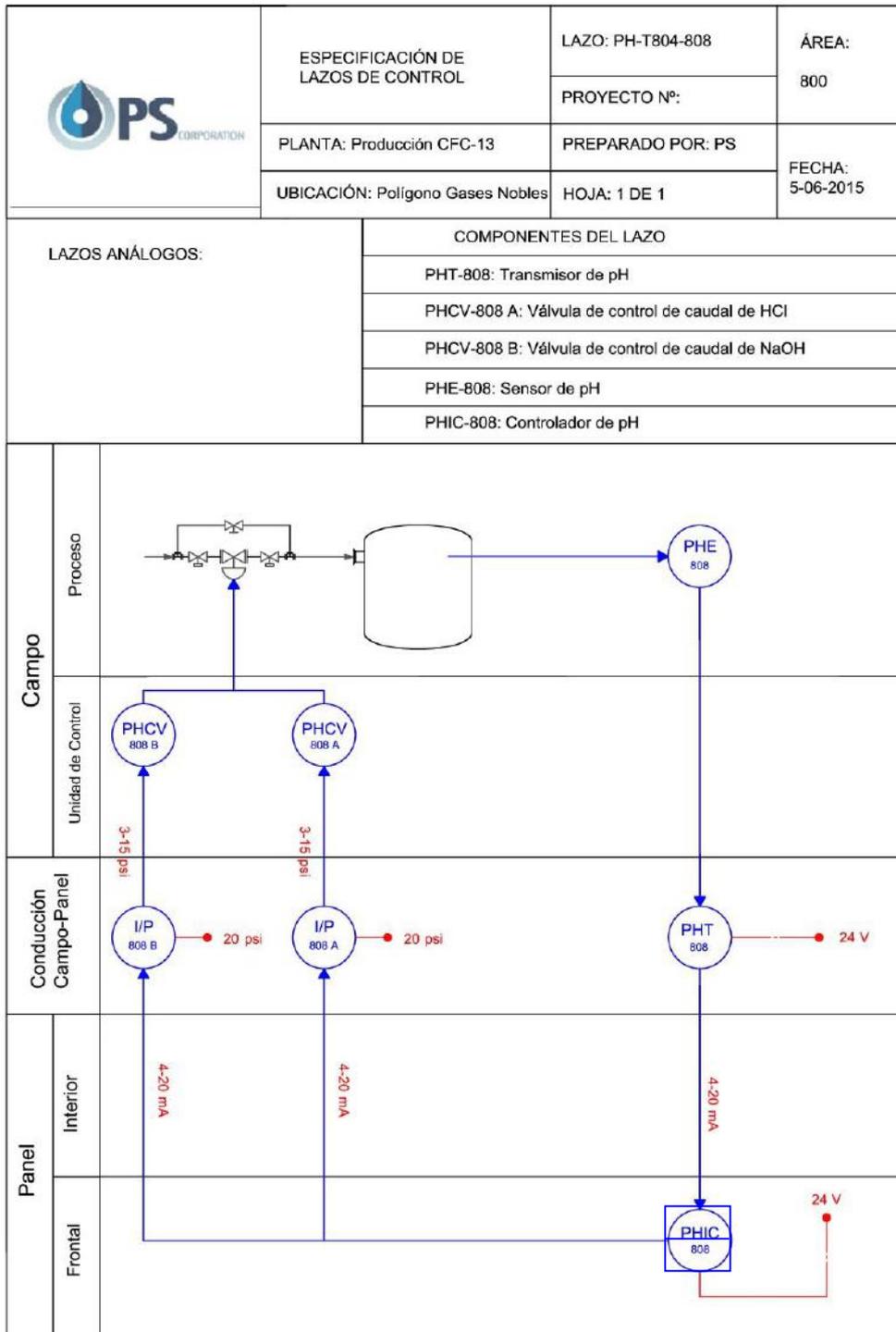


Lazo PH-T804-808

Este control tiene como objetivo, controlar el pH de la solución de KOH. Por lo tanto, una vez este control llegue a una oscilación de más del 10 % del set point, que es 8,0, se abrirán las válvulas de caudal que permiten el vaciado de la solución de KOH ahora ya agotada y el llenado de la línea con una nueva solución de sosa. Con la seguridad añadida que en el momento en que el nivel del tanque llegase a un 20 % más de su valor máximo una válvula eléctrica de regulación permitiría la abertura de entrada al R-801 para así aliviar el nivel.

Caracterización del lazo

- Ítem: PH-T804-808
- Variable controlada: pH de la solución de KOH para tratamiento de gases.
- Variable manipulada: Caudal de entrada y de salida de la solución de KOH.
- Set point: 8,0
- Método de control: Split-range
- Indicador: PI-821
- Alarma: LAHH-822



PH-BH-829

Este lazo de control tiene como objetivo controlar el pH de la balsa de homogenización. Su funcionamiento se basa en el valor que obtenga la sonda de pH, es decir, si el pH está muy básico se abrirá la válvula de regulación de la solución ácida, mientras que si la solución está básica se abrirá la válvula de solución básica.

Este control se complementa con un sensor de conductividad que permite conocer el estado del agua residual, y por tanto si esta se puede desechar a la red de alcantarillado o necesita de tratamiento especial.

A-BH-830

Este lazo es un complemento del lazo anterior, es decir, que además de medir el pH de los fluidos residuales también es necesario mirar la conductividad de éstos para asegurar que se encuentran dentro de los límites de la legislación y que por tanto se pueden verter al alcantarillado. Si estas aguas se encontrasen fuera de los límites, tendrían que ser llevadas a tratar a un gestor externo.

Por lo tanto, el objetivo de este lazo es monitorizar la salida de efluente residual dependiendo de si se encuentra dentro de los parámetros legales o no.

Como en todas las anteriores áreas los tanques de almacenamiento que se han diseñado a presión atmosférica no requieren de control, pero los indicadores seleccionados se encuentran especificados en la tabla 3-22 así como las alarmas de nivel alto alto, que también son requeridas para cerrar de una forma automática las válvulas de llenado y evitar así que el tanque rebose y genere una situación de peligro.

3.4.8. MANÓMETROS LOCALES

Las bombas de todo el proceso no requieren de control en ningún caso, simplemente es necesario que tenga un instrumento de medida e indicación de presión, es decir, un manómetro, para saber si realmente dicha bomba cumple los requerimientos necesarios de caudal.

El manómetro es colocado al lado de cada bomba, puesto que con ello los operarios tendrán siempre información sobre el funcionamiento de éstas pudiendo detectar más rápidamente si presentan algún problema.

Este dispositivo está compuesto por un sensor de presión y un indicador de dicha variable. Todos estos manómetros locales se encuentran definidos por áreas en las tablas 3-10, 3-12, 3-14, 3-16, 3-18, 3-20 y 3-22 junto a las alarmas del sistema.