



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
ESCOLA D'ENGINYERIA
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019

CAPÍTULO III: CONTROL E INSTRUMENTACIÓN



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
ESCOLA D'ENGINYERIA
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019

ÍNDICE

3. Instrumentación y control	1
3.1. Introducción	1
3.2. Conceptos básicos de control	1
3.3. Tipos de lazos de control.....	3
3.4. Elementos del sistema de control	6
3.5 Arquitectura del sistema de control	16
3.5.1. Recogida de señales.	18
3.5.2 Recuento de señales.	20
3.5.3 Tarjetas de adquisición de datos.....	25
3.6 Nomenclatura.....	32
3.6.1 Nomenclatura de los lazos de control	32
3.6.2 Nomenclatura de equipos.....	35
3.6.3 Identificación de los lazos de control e instrumentos.....	36
3.7. Descripción de los lazos de control.....	48
3.7.1. Tanques de almacenaje.....	48
3.7.1.1. Lazo T-T101-101.....	48
3.7.1.2. Lazo L-T101-102.....	50
3.7.1.3. Lazo L-T102-103.....	52
3.7.1.4. Lazo L-T103-106.....	54
3.7.1.5. Lazo L-T104-109.....	56
3.7.1.6. Lazo L-T107-112.....	58
3.7.2. Área de reacción I.....	60
3.7.2.1. Lazo W-M-201-201.....	60
3.7.2.2. Lazo T-M-201-202.....	65
3.7.2.3. Lazo T-AR-211.....	67
3.7.2.4. Lazo T-R204-205.....	69
3.7.2.5. Lazo W-R204-206.....	71

3.7.2.6. Lazo P-R204-207.	73
3.7.2.7. Lazo T-C204-212.	75
3.7.2.8. Lazo L-M205-209.	77
3.7.2.9. Lazo L-T207-215.	79
3.7.2.10. Lazo L-T207-216.	81
3.7.2.11. Lazo T-SE209-218.	83
3.7.2.12. Lazo L-SF211-219.	85
3.7.3. Área de reacción II.	87
3.7.3.1. Lazo T-R301-301.	87
3.7.3.2. Lazo W-R301-302.	89
3.7.3.3. Lazo T-I309-306.	94
3.7.3.4. Lazo T-E308-308.	96
3.7.3.5. Lazo L-T309-309.	98
3.7.4. Área de acondicionamiento.	100
3.7.4.1. Lazo T-SE402-402.	100
3.7.4.2. Lazo L-SF406-403.	102
3.8. Secuencia del proceso	104
3.9. Bibliografía	108

3. Instrumentación y control

3.1. Introducción

En la industria química es indispensable la motorización y control de las operaciones, para satisfacer las especificaciones del producto deseado, así como la seguridad de los trabajadores y del entorno teniendo en cuenta que se debe mantener un equilibrio económico para poder ser competentes en el mercado.

Para ello es necesario un buen diseño del control y automatización de todo el proceso de fabricación del ácido acetilsalicílico desde los tanques de almacenamiento de materias primas hasta el del producto final y todo lo que conlleva su fabricación.

Para obtener los objetivos es necesario que el diseño del sistema de control de cada unidad del proceso satisfaga:

- La seguridad.
- La tasa de producción.
- La calidad del producto.

Obteniendo un buen control del proceso se pueden obtener mejoras en el rendimiento del proceso, así como mejoras en la cadencia y control de la producción, en su calidad y la realización de procesos difícilmente controlables de forma manual.

En este capítulo se procede a explicar de manera detallada el sistema de control diseñado, desde los conceptos básicos hasta la arquitectura de control utilizada para la correcta fabricación de la aspirina.

3.2. Conceptos básicos de control

Un sistema de control son un conjunto de componentes físicos conectados entre sí, donde su función es actuar por sí mismos sin intervención del factor humano y ser capaces de corregir los posibles errores durante su funcionamiento.

Es decir, controlan las variables de forma automática para satisfacer las necesidades y parámetros del proceso.

Los sistemas de control pueden ser clasificados dependiendo de si son lazo abierto o cerrado, la diferencia entre ellos es que un lazo de control abierto es aquel que su señal de salida no interfiere en la de entrada, en cambio, en el lazo de control cerrado el

controlador actúa en las variables manipuladas del proceso en función de la salida, con tal de satisfacer los objetivos de producción y mantener los parámetros requeridos para el buen funcionamiento del proceso.

A continuación, se muestran las diferentes variables que intervienen en un proceso.

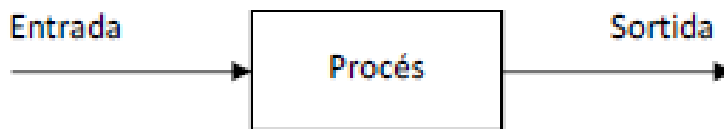


Figura 3.2-1. Diagrama de un sistema de control simple.

Variables de entrada:

Son aquellas que tienen un efecto desde el entorno al proceso. Se clasifican en dos tipos:

- Variable manipulada: Es aquella que puede ser ajustada de forma manual o a partir de un mecanismo de control.
- Perturbación: Son variables externas no manipulables que pueden alterar la variable de salida controlada. Estas perturbaciones se pueden medir para poder obtener un control más robusto.

Variables de salida:

Son aquellas variables que tienen efectos del entorno al proceso. Normalmente estas variables se pueden controlar para mantener el valor deseado (setpoint) a partir de la presión (3-15 psi) o la corriente (4-20 mA).

3.3. Tipos de lazos de control

Sistemas de lazo abierto

Son aquellos que la señal de salida no afecta a la señal de entrada, es decir, no se tiene ningún tipo de influencia sobre el sistema.

Sistemas de lazo cerrado.

Son aquellos que, a diferencia de los abiertos, la señal de salida si que afecta a la de entrada. A continuación, se describen los diferentes tipos de lazos de control cerrados.

- Control feedback o por retroalimentación:

Es el controlador que compara el valor de la variable controlada con el setpoint y en función de la diferencia entre ellas actúa sobre la variable manipulada. Los controladores por retroalimentación se clasifican en dos tipos:

- Controlador con acción inversa.

Controlador que ante un incremento positivo respecto al set point de la variable controlada actúa con un incremento negativo de la variable manipulada.

- Controlador con acción indirecta.

Controlador que delante un incremento positivo de la variable controlada actúa con un incremento positivo de la variable manipulada.

Para poder comprender de manera más clara que elementos incorpora un controlador feedback y como se encuentran enlazados se muestra un diagrama de bloques del sistema de control.

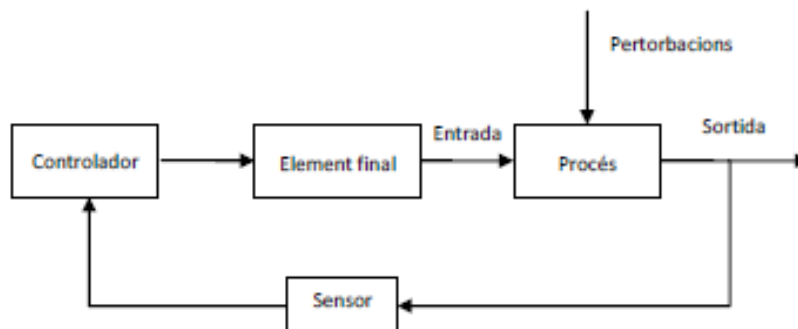


Figura 3.3-1. Diagrama de bloques para un lazo de control feedback.

Control anticipativo o feedforward

Se denomina sistema de control feedforward a aquel que mide alguna variable que pueda afectar a la salida controlada, es decir, mide la perturbación antes de entrar en el sistema con el fin de anticiparse a cualquier cambio que vaya a afectar al sistema. Para poder utilizar este tipo de lazo de control es necesario saber la relación entre la perturbación y su efecto en la variable controlada.

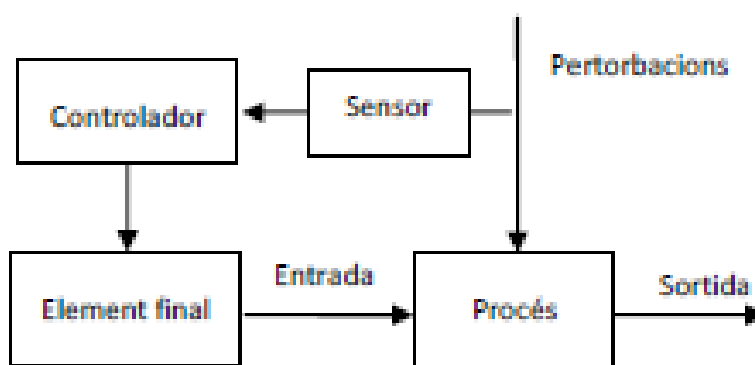


Figura 3.3-2. Diagrama de bloques de un control anticipativo.

Control en cascada

Es aquel sistema de control donde la salida de un controlador feedback es el punto de control para otro controlador feedback. Es decir, ambos controladores están relacionados entre sí, pero uno de ellos predomina ante el otro, este lazo se denomina lazo primario el cual su salida sería el setpoint del lazo secundario y el lazo secundario sería el que actúa sobre el proceso. Se utiliza en aquellos procesos donde se pueda convertir la variable manipulada en la controlada de un subproceso. Para poder entender de forma más clara lo que sería con control en cascada se muestra a continuación un diagrama de bloques.

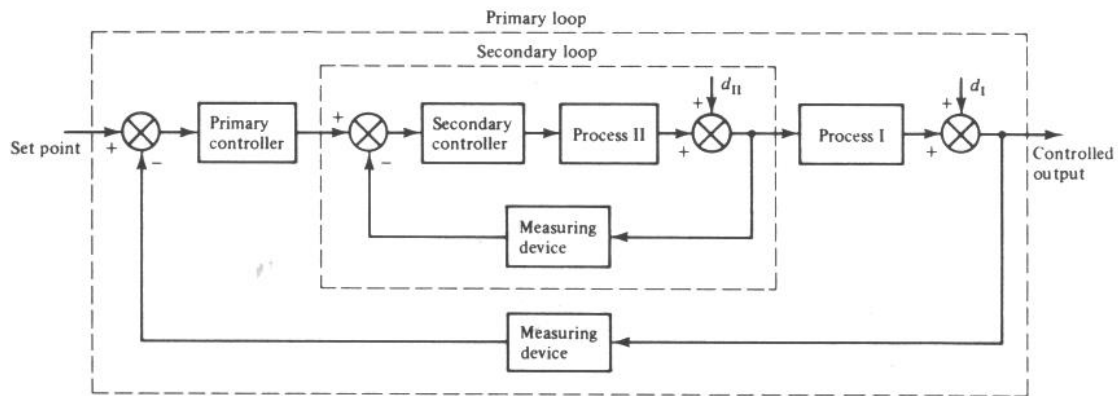


Figura 3.3-3. Diagrama de bloques de un control en cascada.

Control selectivo u override.

Es el sistema que limita la variable de proceso entre unos valores altos o bajos con el fin de evitar daños en el proceso, personal o en propio equipo. Para ello es necesario aplicar control sobre dos variables del proceso, que se encuentran relacionadas entre sí de manera que ambas pueden ser controladas por la misma variable manipulada. Como la variable manipulada exclusivamente puede ser controlada por una sola variable, es necesario transferir el mando de un lazo al otro, esto se logra gracias a que la salida de ambos controladores se conecta a un selector de baja o alta señal el cual se conecta al elemento final.

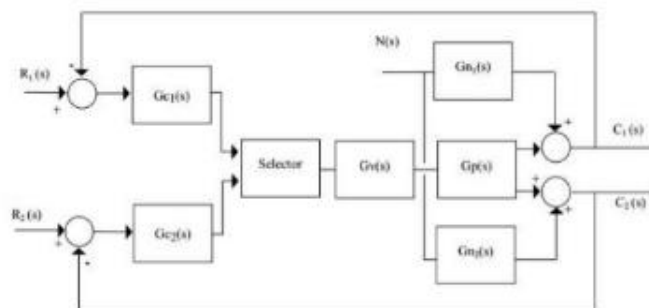


Figura 3.3-4. Diagrama de bloques de un control selectivo.

Control por rango dividido o Split range.

Se define como aquel controlador que se basa en un controlador y dos variables manipuladas, normalmente la señal de control actúa sobre dos válvulas, con un posicionamiento diferente en cada una de ellas, es decir, trabajan en rangos diferentes de control es por eso que se llama control de rango dividido

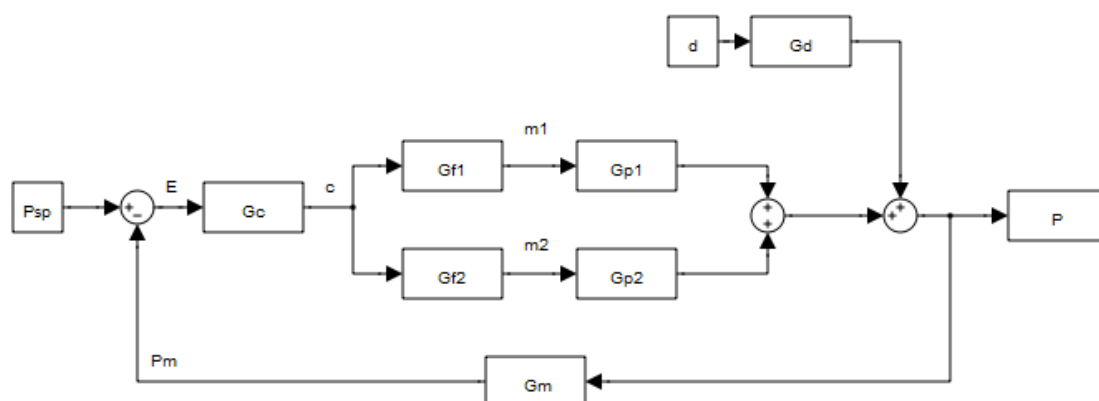


Figura 3.3-5. Diagrama de bloques de un control por rango dividido.

3.4. Elementos del sistema de control

En todo sistema de control se utilizan los siguientes elementos:

Sensores:

Son los encargados de medir las magnitudes físicas o químicas, deben de estar en contacto directo con la magnitud a evaluar. De manera que al encontrarse en contacto sufre cambios en sus propiedades que son directamente proporcionales a la variable medida.



Figura 3.4-1. Sensor Capacitivo de nivel continuo.

Transductor:

Es el elemento encargado de convertir una magnitud física en eléctrica con el fin de que el sistema sea capaz de interpretar las señales. Normalmente el transductor suele incluir al sensor.

Amplificador:

Es el encargado de amplificar la señal, ya que, las variaciones de las magnitudes son demasiado pequeñas como para digitalizarlas.

Señales:

Los diferentes elementos que forman el sistema de control se comunican entre sí mediante señales. Existen dos tipos de señales según sean de entrada o de salida, las de entrada son aquellas que conectan el elemento primario o sensor con el sistema de control, en cambio por lo que hace a las señales de salida son aquellas que vienen del sistema de control y son recibidas por el elemento final. Las señales se pueden dividir en dos grandes grupos:

Señales digitales

Son aquellas señales que presentan una variación discontinua durante el tiempo y que solo pueden tomar ciertos valores.

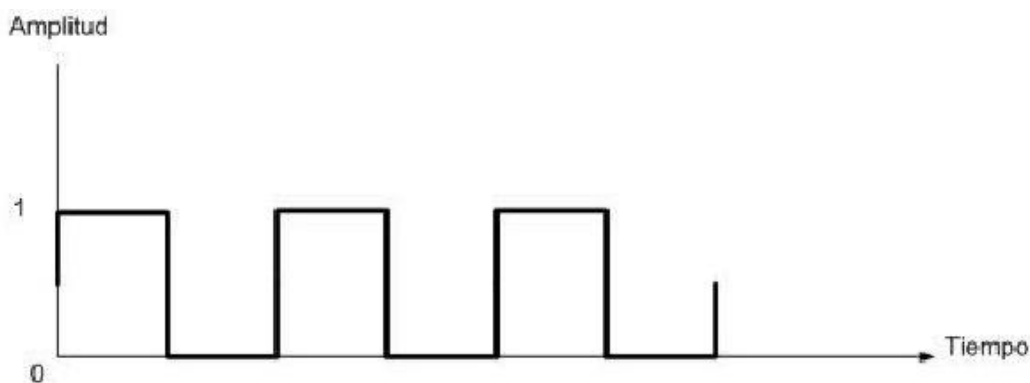


Figura 3.4-2. Comportamiento de una señal digital.

Señales analógicas

Son aquellas que presentan una variación continua en el tiempo, un ejemplo serían las señales emitidas en una comunicación por teléfono. Estas señales son transformadas en eléctricas mediante un transductor.

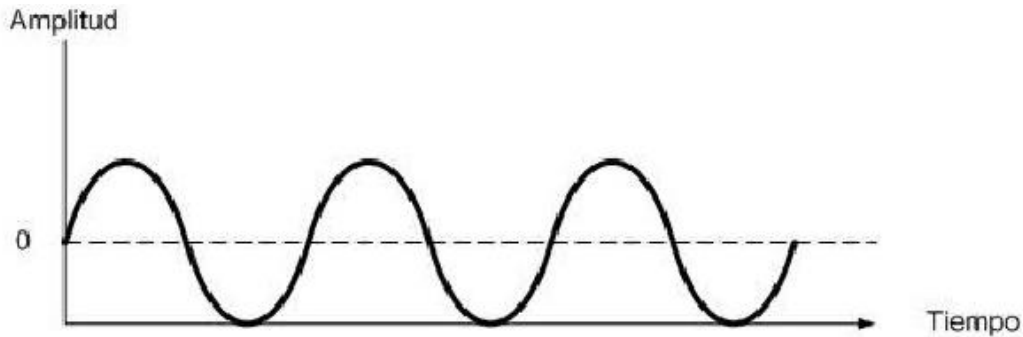


Figura 3.4-3. Comportamiento de una señal analógica.

Controlador:

Es aquel elemento que compara el valor medido, obtenido por el elemento primario y lo compara con el punto de consigna y dependiendo de la diferencia, cuyo resultado es el error y actúa en el elemento final para así satisfacer las necesidades del proceso. Dentro de lo que viene siendo un controlador existen diferentes tipos:

Controlador todo o nada:

Es aquel controlador que únicamente tiene dos acciones que son encenderse y apagarse, es decir, el controlador actúa dependiendo de la variable medida y la diferencia con el punto de consigna, cuando el controlador detecta una diferencia entre la variable medida y el punto de consigna, se enciende hasta llegar al set point es entonces cuando el elemento final se apagaría. El comportamiento de este tipo de controladores se muestra en la siguiente figura y se puede observar que provoca una respuesta oscilatoria, normalmente este tipo de controladores trabaja con histéresis, que provoca un margen en el controlador para que de esta manera disminuyan las oscilaciones y la vida útil del elemento final.

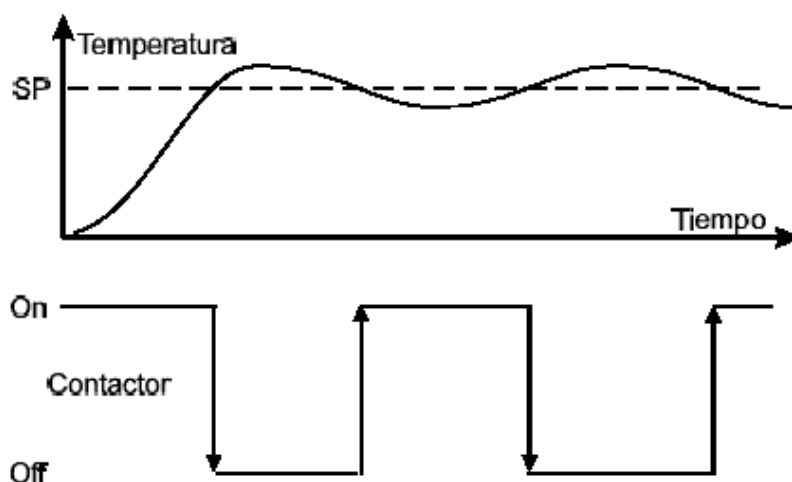


Figura 3.4-4. Comportamiento de un controlador todo o nada.

Controlador proporcional:

Es aquel que en estado estacionario produce una relación proporcional entre la señal de error y el cambio en la variable de control. Actúa de manera eficaz, pero presenta un gran offset, que es la diferencia entre el valor de la variable controlada y el valor del set point una vez estabilizado el sistema, es por este motivo que este tipo de controladores se encuentra limitado dependiendo de qué tipo de procesos se vayan a controlar. Se caracteriza por tener una constante de proporcionalidad que determina el grado de amplificación del elemento de control.

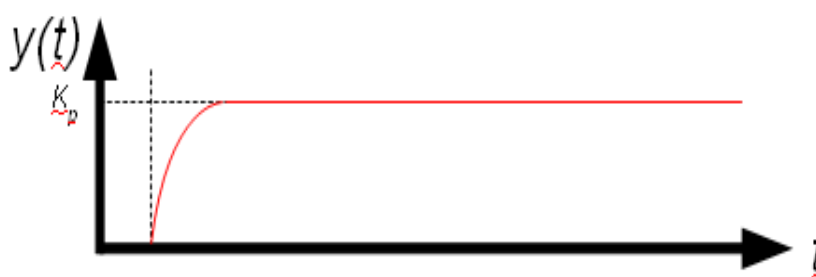


Figura 3.4-5. Comportamiento de un controlador proporcional.

Controlador proporcional integral:

Es aquel controlador que actúa cuando detecta una desviación entre la variable controlada y el set point, integrando la desviación en el tiempo con tal de eliminar el error en estado estacionario, en otras palabras, elimina el offset obtenido en el controlador proporcional, pero aumentan las oscilaciones. Este tipo de controladores se encuentra caracterizados por el parámetro del tiempo integral, que es aquel parámetro que controla las veces en las que actúa un controlador.

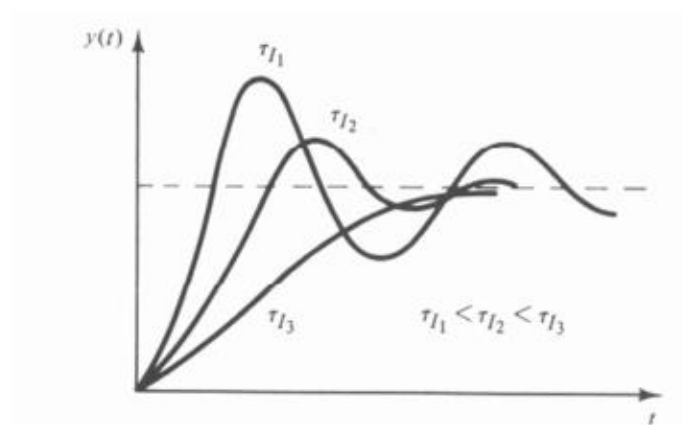


Figura 3.4-6. Comportamiento de un controlador proporcional integral.

Controlador proporcional integral derivativo:

Es aquel controlador que tiene una respuesta anticipativa gracias a la acción derivativa, el controlador actúa dependiendo de la variación del error en un diferencial de tiempo. Permite disminuir las oscilaciones y de esta manera el sistema de control presentaría un comportamiento más robusto, la respuesta del controlador sería un poco más lenta. Este tipo de controladores se caracteriza por incluir el tiempo derivativo.

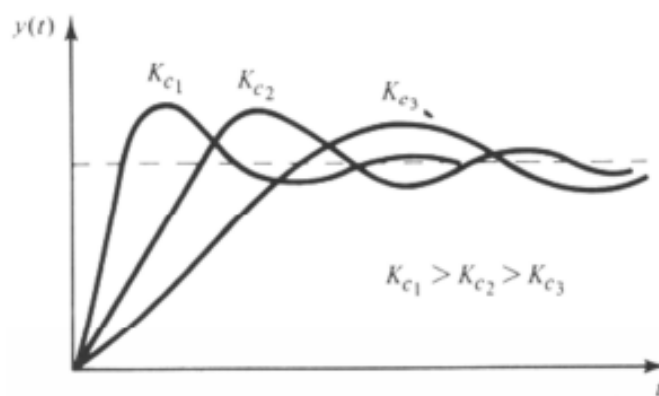


Figura 3.4-7. Comportamiento de un Controlador PID.

Elemento final:

Es el mecanismo por el cual se altera el valor de la variable manipulada en función de la respuesta recibida del controlador. El elemento final suele ser una válvula de control.



Figura 3.4-8. Válvula de control de caudal.

La válvula de control está formada por diferentes componentes:

- Cuerpo: Es aquel que se encuentra en contacto con el fluido debe de resistir las temperaturas y la presión, debe tener un diámetro adecuado al caudal de fluido, y resistir la corrosión.
- Obturador: Es el sistema que realiza la acción de regular la circulación del fluido.
- Asiento: Es aquel que junto con el obturador son los encargados de restringir la circulación del fluido.
- Tapa: Parte que permite unir el cuerpo con el servo actuador, y por el cual se mueve el vástago a través de él.
- Servoactuador: Es el encargado de mover el vástago, puede ser de diferentes tipos pero en el caso de ApiRina se utiliza el neumático.

Elementos primarios.

Los elementos primarios son necesarios para llevar a cabo un buen control de todos los parámetros indispensables en la fabricación de aspirina en ApiRina es por eso que se requiere de diferentes sensores o elementos primarios para ello. En este apartado se muestran los elementos primarios utilizados para los diferentes lazos de control en ApiRina.

Sensores de temperatura

Es fundamental el buen control de la temperatura para tener una industria segura y poder realizar de forma correcta las diferentes etapas del proceso para tener un buen producto final. Los sensores de temperatura utilizados se han escogido de forma que cumplan con todas las características del proceso, ya que nos encontramos en gran parte de las etapas del proceso con atmosferas ATEX. Es por eso que el sensor de temperatura utilizado para este tipo de proceso es un detector de temperatura resistivo PT100, que aporta una gran robustez al sistema.

En el caso de Apirina el modelo de sensor de temperatura utilizado es el Omnigrad S TR63 de la empresa Endress + Hauser.



Figura 3.4-9. Sensor de temperatura PT100.

Sensores de presión

Es indispensable este tipo de elemento primario para asegurar la seguridad dentro de la planta, pero también es necesario para poder llevar a cabo la obtención de la aspirina. En ApiRina se han escogidos dos tipos de sensores de presión en función del lazo de control utilizado, los sensores de presión absoluta y los medidores de presión diferencial.

Los sensores que se han utilizado son:

- Sensores de presión absoluta con sensor piezoresistivo

Las variaciones de presión del proceso son medidas gracias a este tipo de sensores incorporan un transmisor que transforma las señales eléctricas analógicas en señales digitales.

En el caso de Apirina se ha utilizado el modelo Cerabar PMP75 de Endress + Hauser.



Figura 3.4-10. Sensor de presión absoluta.

Sensores de nivel

En diferentes áreas del proceso se requiere de sensores de nivel para poder determinar la cantidad que se encuentra dentro de los diferentes depósitos o reactores. Para llevar a cabo la medición de este parámetro se utilizan diferentes sensores:

- Sensores de nivel de medición directa:
Sensor de horquilla vibrante
- Sensores de nivel por radar guiado

Los sensores de nivel de medición directa se utilizan para evitar sobrellenados dentro del tanque y detectar bajo nivel dentro de los diferentes tanques, en cambio, los sensores de nivel por radar guiado son utilizados para una medición continua del nivel del tanque.

Según el medio donde se encuentren ubicados se utilizarán los materiales oportunos para su buen funcionamiento.

El sensor utilizado en el proceso de producción de aspirina en la planta es el Levelflex FMP52 que es un detector por radar guiado y Soliphant FTM51 que es de horquilla vibrante ambos modelos son de Endress + Hauser.



Figura 3.4-13. Sensor de nivel por radar guiado



Figura 3.4-14. Sensor de nivel por horquilla vibrante

Sensores de peso

En ApiRina son necesarios los sensores de peso, para ello se han utilizado células de carga de doble cizalladura. Estos instrumentos se utilizan para asegurar las cantidades correctas de cada reactivo que se introducen en el reactor y de esta forma asegurar que la reacción se produce de manera correcta.



Figura 3.4-14. Sensor de peso.

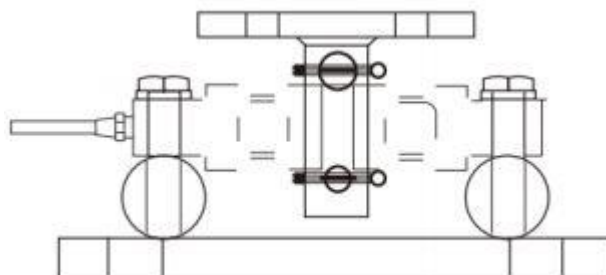


Figura 3.4-15. Célula de carga.

Al tratarse de un proceso discontinuo se utilizan este tipo de instrumentos para poder llevar a cabo de manera automatizada un control robusto de las diferentes cantidades de sustancias introducidas dentro del reactor.

El modelo utilizado en Apirina es el H9C-C3-250K-9B de la empresa Zemic Europe B.V

Alarmas

Los lazos de control incluyen también las alarmas que a partir de un sonido alertan de variaciones anómalas que se desvían de los rangos predeterminados y de esta manera aseguran la seguridad de la planta.



Figura 3.4-16. Alarma sonora y lumínica.

3.5 Arquitectura del sistema de control

Para mantener un correcto control de todos los parámetros del proceso de producción de aspirina, se ha utilizado el sistema de control distribuido el cual está formado por múltiples procesadores, cada uno de los cuales controla una unidad del proceso de ApiRina que engloba diferentes lazos de control.

Este tipo de sistema de control está formado por varios controladores locales distribuidos por las diferentes áreas de ApiRina, y se encuentran conectados entre sí y también con las estaciones de operación mediante las llamadas redes de comunicación.

Gracias a este sistema es posible una interacción entre los operadores de planta que poseen diferentes sistemas informáticos para llevar a cabo la monitorización del proceso así como la adquisición de los diferentes datos obtenidos por los sensores en tiempo real, además almacena en una base de datos todos los parámetros para una buena trazabilidad en el producto, también permite minimizar los errores, mejorar la seguridad de la planta y optimizar los recursos utilizados en ApiRina, así como la calidad de la aspirina.

Los componentes que componen estos tipos de sistemas se dividen en 4 niveles:

- 1- Dispositivos de campo
- 2- Tarjetas I/O
- 3- Controladores

4- Estaciones de trabajo

A continuación se hace una breve explicación de los diferentes niveles.

Dispositivos de campo:

Son aquellos que se encargan de almacenar el valor del parámetro a medir así como de enviar las señales de control y tomar acción en el proceso físico. Para poder comunicarse se requiere de un protocolo de campo que en el caso de ApiRina se utiliza Profibus, y mediante este bus de comunicación se puede realizar un control en los elementos finales, como válvulas de control

Tarjetas I/O:

Para cada una de las comunicaciones provenientes de los dispositivos de campo es necesaria una tarjeta I/O específica para convertir las señales analógicas en digitales o a la inversa.

Controladores:

Son aquellos que recogen las señales mediante los buses de campo, para que mediante los diferentes algoritmos de control incorporados en su memoria puedan actuar según las necesidades del proceso.

Estaciones de trabajo

Son los equipos de trabajo como ordenadores que incorporan un software de manera que se pueda monitorizar los diferentes parámetros así como tener un seguimiento durante el proceso de manera más visual.

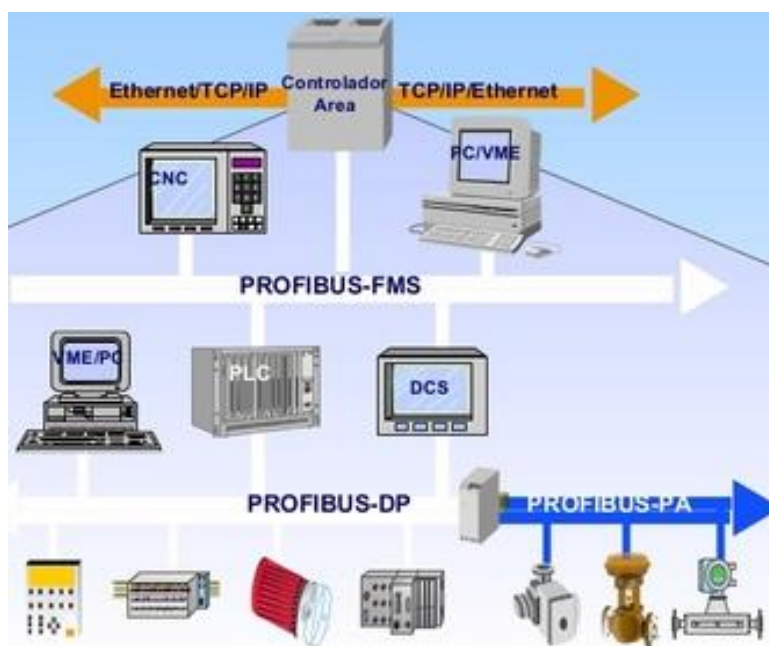


Figura 3.5-1. Arquitectura de un sistema de control DCS.

En el caso de ApiRina se ha utilizado Profibus-PA como red de comunicación entre los elementos de campo y el PLC, ya que, se trata de procesos con riesgo de explosión, y para la red de comunicación utilizada entre los plc y los ordenadores con el software incorporado es el Profibus-FML con sus respectivos procesadores de comunicaciones y las diferentes estaciones remotas ubicadas por la planta.

3.5.1. Recogida de señales.

Para poder recoger de forma correcta la recogida de señales de los elementos de campo distribuidos en las diferentes áreas son necesarias las tarjetas de adquisición o tarjetas I/O. Estas permiten que los diferentes elementos presentes en el proceso que comuniquen, desde los sensores hasta los ordenadores pasando por los controladores.

Para poder garantizar una correcta implementación del sistema de control es necesario hacer un recuento de todas las señales que intervienen en el proceso.

Las señales se dividen en 4 tipos:

- Señales de entrada analógica: Como pueden ser las señales de los elementos primarios.
- Señales de salida analógica: Son normalmente las de las válvulas modulantes.
- Señales de entrada digital: Son aquellas producidas por las válvulas modulantes.
- Señales de salida digital: Son aquellas señales producidas por las diferentes alarmas que van a parar a un transductor que traducirá las diferentes señales.

Para llevar a cabo el recuento de señales se han diferenciado los diferentes tipos de señales en función de los elementos utilizados en el proceso de obtención de la aspirina.

Tabla 3.5-1. Tipos de señales utilizadas.

	EA	ED	SA	SD
Indicador	-	-	-	1
Transmisor	1	-	-	-
Válvula Modulante	-	2	1	-
Alarma	-	-	1	-

Una vez tenemos divididas las señales en función del elemento se lleva a cabo el recuento de señales.

3.5.2 Recuento de señales.

Tabla 3.5-2. Listado de señales en área 100.

Área 100 Tanques de almacenaje					
Instrumento	Referencia	Señal			
		EA	ED	SA	SD
Transmisor	TT-101	1	-	-	-
Transmisor e indicador	LIT-102	1	-	-	1
Válvula modulante	LCV-102	-	2	1	-
Transmisor e indicador	LIT-103	1	-	-	1
Alarma e indicador	TIAH-104	-	-	1	1
Alarma e indicador	PIAH-105	-	-	1	1
Transmisor e indicador	LIT-106	1	-	-	1
Válvula modulante	LCV-106	-	2	1	-
Alarma e indicador	PIAH-107	-	-	1	1
Alarma e indicador	TIAH-108	-	-	1	1
Transmisor	LT-109	1	-	-	-
Válvula modulante	LCV-109	-	2	1	-
Alarma e indicador	TIAH-110	-	-	1	1
Alarma e indicador	PIAH-111	-	-	1	1
Transmisor e indicador	LIT-112	1	-	-	1
Válvula modulante	LCV-112	-	2	1	-
Alarma e indicador	PIAH-113	-	-	1	1
Alarma e indicador	TIAH-114	-	-	1	1
Total señales		6	8	12	12

Tabla 3.5-3. Listado de señales en área 200-A.

Área 200-A Reacción I					
Instrumento	Referencia	Señal			
		EA	ED	SA	SD
Transmisor	WT-201	1	-	-	-
Válvula modulante	WCV-201A	-	2	1	-
Válvula modulante	WCV-201B	-	2	1	-
Válvula modulante	WCV-201C	-	2	1	-
Transmisor	TT-202	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-202	-	2	1	-
Indicador	PI-203	-	-	-	1
Indicador	WI-204	-	-	-	1
Transmisor	TT-205	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-205	-	2	1	-
Transmisor	WT-206	1	-	-	-
Válvula modulante	WCV-206	-	2	1	-
Transmisor	PT-207	1	-	-	-
Válvula modulante	PCV-207	-	2	1	-
Transmisor e indicador	LIT-209	1	-	-	1
Válvula modulante	LCV-209	-	2	1	-
Válvula modulante	LCV-210	-	2	1	-
Transmisor	TT-211	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-211	-	2	1	-
Transmisor	TT-212	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-212	-	2	1	-
Total señales		8	22	11	3

Tabla 3.5-4. Listado de señales en área 200-B.

Área 200-B Reacción I					
Instrumento	Referencia	Señal			
		EA	ED	SA	SD
Indicador	PI-213	-	-	-	1
Indicador	TI-214	-	-	-	1
Transmisor	LT-215	1	-	-	-
Válvula modulante	LCV-215	-	2	1	-
Transmisor	FT-216	1	-	-	-
Válvula modulante	FCV-216	-	2	1	-
Indicador	PI-217	-	-	-	1
Transmisor	TT-218	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-218	-	2	1	-
Transmisor	LT-219	1	-	-	-
Válvula modulante	LCV-219	-	2	1	-
Indicador	PI-220	-	-	-	1
Indicador	TI-221	-	-	-	1
Total señales		4	8	4	5

Tabla 3.5-5. Listado de señales en área 300.

Área 300 Reacción II					
Instrumento	Referencia	Señal			
		EA	ED	SA	SD
Transmisor	TT-301	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-301	-	2	1	-
Transmisor	WT-302	1	-	-	-
Válvula modulante	WCV-302A	-	2	1	-
Válvula modulante	WCV-302B	-	2	1	-
Válvula modulante	WCV-302C	-	2	1	-
Indicador	PI-303	-	-	-	1
Indicador	PI-304	-	-	-	1
Indicador	TI-305	-	-	-	1
Transmisor	TT-306	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-306	-	2	1	-
Alarma e indicador	TIAH-307	-	-	1	1
Transmisor	TT-308	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-308	-	2	1	-
Transmisor	LT-309	1	-	-	-
Válvula modulante	LCV-309	-	2	1	-
Alarma e indicador	PIAH-310	-	-	1	1
Total señales		5	14	9	5

Tabla 3.5-6. Listado de señales en área 400.

Área 400 Acondicionamiento					
Instrumento	Referencia	Señal			
		EA	ED	SA	SD
Indicador	PI-401	-	-	-	1
Transmisor	TT-402A	1	-	-	-
Transmisor	TT-402B	1	-	-	-
Válvula modulante	TCV-402	-	2	1	-
Transmisor	LT-403	1	-	-	-
Válvula modulante	LCV-403	-	2	1	-
Total señales		3	4	2	1

Tabla 3.5-7. Recuento de señales.

Total señales				
Área	EA	ED	SA	SD
Área 100	6	8	12	12
Área 200-A	8	22	11	3
Área 200-B	4	8	4	5
Área 300	5	14	9	5
Área 400	3	4	2	1
Total	26	56	38	26

Una vez realizado el recuento de señales que se encuentran en el sistema SCADA, se procede a la selección de las tarjetas de adquisición de datos necesarias para el buen funcionamiento del proceso.

3.5.3 Tarjetas de adquisición de datos.

Son las encargadas de convertir las señales analógicas a digitales y a la inversa, así como también se encargan de la comunicación con el ordenador.

Para poder obtener las tarjetas de adquisición de datos correctas hay que tener en cuenta diferentes factores:

- Número de canales analógicos o digitales.
- Velocidad de muestreo
- Resolución
- Rango de entrada
- Capacidad de temporización

Número de canales: Nos indica la cantidad de magnitudes distintas que se pueden adquirir con la misma tarjeta.

Velocidad de muestreo: A mayor velocidad mejor robustez en el sistema y mayor capacidad.

Resolución: Son el número de bits, que utilizan para representar una muestra, es decir, una cantidad mayor de bits hace que la tarjeta detecte con mayor facilidad las variaciones de señal, es decir, la precisión es mejor cuanto más bits tiene.

Rango de entrada: Es el parámetro que indica los márgenes entre los que puede trabajar con la señal de entrada para ser capaz de convertirla.

Capacidad de temporización: Parámetro que permite obtener características adicionales, es decir:

- Identificación de cuantas veces ha ocurrido un mismo hecho.
- Controlar diferentes momentos en los que leer señal.

En ApiRina se utilizan las tarjetas de adquisición de datos del tipo PCI 6229 y se encuentran distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 3.5-8. Numero de tarjetas de adquisición de datos.

Área	TAD
Área 100	3
Área 200-A	3
Área 200-B	1
Área 300	3
Área 400	1
Total	11

Las tarjetas de adquisición de datos son del tipo PCI-6229, ya que cumplen con las características del proyecto y además funcionan perfectamente con el tipo de bus utilizado PCI. En la tabla siguiente se muestran las características de las tarjetas de adquisición de datos utilizadas por áreas.

Tabla 3.5-9. Ficha técnica tarjetas de adquisición de datos área 100.

Tarjeta de adquisición de datos		Identificación	TAD-100
		Zona	100
Modelo			
Fabricante	National Instruments		
Modelo	PCI-6229		
Datos técnicos			
Numero señales analógicas de entrada		32	
Numero señales analógicas de salida		4	
Numero señales DIO		48	
Resolución		16	
Velocidad de muestreo		250 kS/s	
Contadores		2	
Bus		PCI	
Características			
Número de tarjetas		3	
Entradas analógicas		6	
Salidas analógicas		8	
Entradas digitales		12	
Salidas digitales		12	

Tabla 3.5-10. Ficha técnica tarjetas de adquisición de datos área 200-A.

Tarjeta de adquisición de datos		Identificación	TAD-200A
		Zona	200A
Modelo			
Fabricante	National Instruments		
Modelo	PCI-6229		
Datos técnicos			
Numero señales analógicas de entrada		32	
Numero señales analógicas de salida		4	
Numero señales DIO		48	
Resolución		16	
Velocidad de muestreo		250 kS/s	
Contadores		2	
Bus		PCI	
Características			
Número de tarjetas		3	
Entradas analógicas		8	
Salidas analógicas		22	
Entradas digitales		11	
Salidas digitales		3	

Tabla 3.5-11. Ficha técnica tarjetas de adquisición de datos área 200-B.

Tarjeta de adquisición de datos		Identificación	TAD-200B
		Zona	200B
Modelo			
Fabricante	National Instruments		
Modelo	PCI-6229		
Datos técnicos			
Numero señales analógicas de entrada		32	
Numero señales analógicas de salida		4	
Numero señales DIO		48	
Resolución		16	
Velocidad de muestreo		250 kS/s	
Contadores		2	
Bus		PCI	
Características			
Número de tarjetas		1	
Entradas analógicas		4	
Salidas analógicas		8	
Entradas digitales		4	
Salidas digitales		5	

Tabla 3.5-12. Ficha técnica tarjetas de adquisición de datos área 300.

Tarjeta de adquisición de datos		Identificación	TAD-300
		Zona	300
Modelo			
Fabricante	National Instruments		
Modelo	PCI-6229		
Datos técnicos			
Numero señales analógicas de entrada		32	
Numero señales analógicas de salida		4	
Numero señales DIO		48	
Resolución		16	
Velocidad de muestreo		250 kS/s	
Contadores		2	
Bus		PCI	
Características			
Número de tarjetas		3	
Entradas analógicas		5	
Salidas analógicas		14	
Entradas digitales		9	
Salidas digitales		5	

Tabla 3.5-13. Ficha técnica tarjetas de adquisición de datos área 300.

Tarjeta de adquisición de datos		Identificación	TAD-400
		Zona	400
Modelo			
Fabricante	National Instruments		
Modelo	PCI-6229		
Datos técnicos			
Numero señales analógicas de entrada		32	
Numero señales analógicas de salida		4	
Numero señales DIO		48	
Resolución		16	
Velocidad de muestreo		250 kS/s	
Contadores		2	
Bus		PCI	
Características			
Número de tarjetas		1	
Entradas analógicas		3	
Salidas analógicas		4	
Entradas digitales		2	
Salidas digitales		1	

3.6 Nomenclatura

Para poder mantener una correcta identificación de todos los elementos y equipos del proceso de producción de aspirina en ApiRina y poder distinguirlos de manera eficaz. En este apartado se definen las diferentes identificaciones de los lazos de control así como también de los equipos.

3.6.1 Nomenclatura de los lazos de control

Utilizando la norma ISA se ha utilizado la siguiente identificación, que se encuentra separada en tres partes:



Figura 3.6-1.Nomenclatura en un lazo de control.

Tabla 3.6-1.Nomenclatura en función del parámetro a controlar.

X	
Letra	Parámetro
T	Temperatura
P	Presión
W	Peso
L	Nivel
F	Caudal

Tabla 3.6-2. Código de identificación del instrumento.

YZ	
Letra	Parámetro
AH	Alarma (Banda alta)
AL	Alarma (Banda baja)
C	Controlador
IC	Controlador indicador
I	Indicador
CV	Válvula modulante
I/P	Transductor de Intensidad/Presión
T	Transmisor/Sensor
SV	Válvula de seguridad
PSE	Disco de ruptura
V	Válvula general

La identificación del número va en función de:

El primer número hace referencia al área donde se encuentra ubicado el lazo de control, los dos siguientes identifican el número de lazo dentro del área

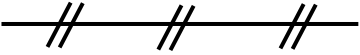
Dependiendo del tipo de círculo indica la posición de los diferentes instrumentos:

Tabla 3.6-3. Identificación del instrumentos según círculo.

	Montado en el tablero (Accesible al operario)	Montado en campo
Instrumento		
Control		

Dependiendo del tipo de conexión del instrumento se diferencia en:

Tabla 3.6-4. Identificación en función del tipo de conexión.

Tipos de conexiones	
Conexiones de proceso	
Señal neumática	
Señal eléctrica	

3.6.2 Nomenclatura de equipos.

Para facilitar la identificación de los equipos utilizados en el proceso de producción de la aspirina, se han diferenciado en función de una o varias letras como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.6-5. Identificación de los diferentes equipos implicados en el proceso.

Letra	Equipo
T	Tanque
S	Silo
M	Tanque mezclador
R	Reactor
CF	Centrifuga
SE	Secador
E	Evaporador
F	Filtro
CA	Columna de carbón Activo
CT	Cinta Transportadora
C	Compresor
P	Bomba
TZ	Tamizador
TV	Tolva de carga
ML	Molino
ME	Mezclador
ML	Molino
TZ	Tamiz
DS	Dosificador
I	Intercambiador
BS	Bomba Soplane
AR	Tornillo de Arquímedes

Como se puede observar el proceso utilizado en ApiRina requiere un conjunto bastante denso de equipos es por eso que es necesaria la correcta identificación en cada uno de los elementos. De esta manera tenemos con control más exhaustivo de cada uno de los equipos que forman el proceso.

3.6.3 Identificación de los lazos de control e instrumentos.

Tabla 3.6-6. Listado instrumentos área 100.

Listado de instrumentos					
ÁREA 100 Tanques de almacenaje					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
T-101	TT-101	Temperatura	Transmisor de temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
T-101	LIT-102	Nivel	Transmisor e indicador de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-101	LCV-102	Regulación del nivel	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática
T-102	LIT-103	Nivel	Transmisor e indicador de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-102	LCV-103	Regulación del nivel	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática
T-102	TIAH-104	Temperatura	Alarma e indicador de temperatura elevada	Panel/Campo	Sonora
T-102	PIAH-105	Presión	Alarma e indicador de presión elevada	Panel/Campo	Sonora
T-103	LIT-106	Nivel	Transmisor e indicador de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-103	LCV-106	Regulación del nivel	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática
T-103	PIAH-107	Presión	Alarma e indicador de presión elevada	Panel/Campo	Sonora
T-103	TIAH-108	Temperatura	Alarma e indicador de temperatura elevada	Panel/Campo	Sonora
T-104	LT-109	Nivel	Transmisor de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-104	LCV-109	Regulación del nivel	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática

Tabla 3.6-7. Listado instrumentos área 100.

Listado de instrumentos					
Área 100 Tanques de almacenamiento					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
T-104	TIAH-110	Temperatura	Alarma e indicador de temperatura elevada	Panel/Campo	Sonora
T-104	PIAH-111	Presión	Alarma e indicador de presión elevada	Panel/Campo	Sonora
T-107	LIT-112	Nivel	Transmisor e indicador de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-107	LCV-112	Regulación del nivel	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática
T-107	PIAH-113	Presión	Alarma e indicador de presión elevada	Panel/Campo	Eléctrica
T-107	TIAH-114	Temperatura	Alarma e indicador de temperatura elevada	Panel/Campo	Eléctrica

Tabla 3.6-8. Listado lazos de control área 100.

Listado de lazos de control									
AREA 100 Tanques de almacenaje									
Equipo	Lazo	Método	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Referencia	Elemento final	Referencia	Set - point
T-101	T-T101-101	Feedback	Temperatura interna del tanque	Caudal refrigerante	Transmisor de Temperatura	TT-101	Válvula modulante	TCV-101	50 ° C
T-101	L-T101-102	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor e indicador de nivel	LIT-101	Válvula modulante	TCV-102	4,3 m
T-102	L-T102-103	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor e indicador de nivel	LIT-103	Válvula modulante	TCV-103	2,3 m
T-103	L-T103-106	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor e indicador de nivel	LIT-106	Válvula modulante	TCV-106	3,8 m
T-104	L-T104-109	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor e indicador de nivel	LIT-109	Válvula modulante	TCV-109	4,2 m
T-107	L-T107-112	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor e indicador de nivel	LIT-112	Válvula modulante	TCV-112	8,5 m

Tabla 3.6-9.Listado instrumentos área 200-A.

Listado de instrumentos					
ÁREA 200- A Reacción I					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
M-201	WT-201	Peso mezclador	Transmisor de peso	Panel/Campo	Eléctrica
M-201	WCV-201-A	Caudal entrada Sosa	Válvula de regulación de caudal	Panel/Campo	Neumática
M-201	WCV-201-B	Caudal entrada Fenol	Válvula de regulación de caudal	Panel/Campo	Neumática
M-201	WCV-201-C	Caudal entrada Agua	Válvula de regulación de caudal	Panel/Campo	Neumática
M-201	TT-202	Temperatura Refrigerante	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
M-201	TCV-202	Caudal refrigerante	Válvula de regulación de Temperatura	Panel/Campo	Neumática
M-201	PI-203	Presión	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
T-203	WI-204	Peso	Indicador de Peso	Panel/Campo	Eléctrica
R-204	TT-205	Temperatura reactor	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
R-204	TCV-205	Caudal de refrigerante	Válvula de regulación de Temperatura	Panel/Campo	Neumática
R-204	WT-206	Peso reactor	Transmisor de peso	Panel/Campo	Eléctrica
R-204	WCV-206	Caudal entrada reactor	Válvula de regulación de peso	Panel/Campo	Neumática
R-204	PT-207	Presión interna reactor	Transmisor de presión	Panel/Campo	Eléctrica
R-204	PCV-207	Caudal entrada CO2	Válvula de regulación de Presión	Panel/Campo	Neumática
M-205	LIT-209	Temperatura mezclador	Transmisor e indicador de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
M-205	LCV-209	Caudal de entrada agua	Válvula de regulación de Nivel	Panel/Campo	Neumática
M-205	LCV-210	Caudal de salida mezclador	Válvula de regulación de Nivel	Panel/Campo	Neumática
Tornillo	TT-211	Temperatura interna tornillo	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
Tornillo	TCV-211	Caudal de refrigerante	Válvula de regulación de Temperatura	Panel/Campo	Neumática
C-204	TT-212	Temperatura de salida	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
C-204	TCV-212	Caudal refrigerante	Válvula de regulación de Temperatura	Panel/Campo	Neumática

Tabla 3.6-10. Listado lazos de control área 200-A.

Listado de lazos de control									
AREA 200 Reacción I									
Equipo	Lazo	Método	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Referencia	Elemento final	Referencia	Set - point
M-201	W-M201-201	Rango Dividido	Peso interno reactor	Caudal de entrada Sosa	Transmisor de Peso	WT-201	Válvula modulante	WCV-201A	224 Kg
M-201	W-M201-201B		Peso interno reactor	Caudal de entrada Agua	Transmisor de Peso	WT-201	Válvula modulante	WCV-201B	224 Kg
M-201	W-M201-201C		Peso interno reactor	Caudal de entrada Fenol	Transmisor de Peso	WT-201	Válvula modulante	WCV-201C	527 Kg
M-201	T-M201-202	Feedback	Temperatura interna del mezclador	Caudal de refrigerante	Transmisor de Temperatura	TT-202	Válvula modulante	WCV-202	130 ° C
AR	T-AR-211	Feedback	Temperatura interna del tornillo	Caudal de refrigerante	Transmisor de Temperatura	TT-211	Válvula modulante	WCV-211	200 ° C
R-204	T-R204-205	Feedback	Temperatura interna del reactor	Caudal de refrigerante	Transmisor de Temperatura	TT-205	Válvula modulante	TCV-205	192 ° C
R-204	W-R204-206	Feedback	Peso interno reactor	Caudal de entrada	Transmisor de peso	WT-206	Válvula modulante	WCV-206	1950 Kg
R-204	P-R204-207	Feedback	Presión interna reactor	Caudal de entrada CO2	Transmisor de presión	PT-207	Válvula modulante	PCV-207	6 Bar
C-204	T-C204-212	Feedback	Temperatura salida	Caudal de refrigerante	Transmisor de Temperatura	TT-212	Válvula modulante	TCV-212	175 ° C
M-205	L-M205-209	Rango Dividido	Nivel del mezclador	Caudal de refrigerante	Transmisor e indicador de nivel	LIT-209	Válvula modulante	LCV-209A LCV-209B	1,5 m

Tabla 3.6-11. Listado instrumentos área 200-B.

Listado de instrumentos					
ÁREA 200-B Reacción I					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
T-207	PI-213	Presión del tanque	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
T-207	TI-214	Temperatura del tanque	Indicador de temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
T-207	LT-215	Nivel del tanque	Transmisor de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-207	LCV-215	Caudal de entrada	Válvula de regulación del caudal	Panel/Campo	Neumática
T-207	LT-216	Caudal de entrada H ₂ SO ₄	Transmisor de caudal	Panel/Campo	Eléctrica
T-207	LCV-216	Caudal de entrada H ₂ SO ₄	Válvula de regulación del caudal	Panel/Campo	Neumática
CF-208	PI-217	Presión de la centrifuga	Indicador de presión	Panel/Campo	Eléctrica
SE-209	TT-218	Temperatura del secador	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
SE-209	TCV-218	Caudal del refrigerante	Válvula de regulación del caudal	Panel/Campo	Neumática

Tabla 3.6-12.Listado instrumentos área 200-B.

Listado de instrumentos					
ÁREA 200-B Reacción I					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
SF-211	LT-219	Nivel sifónico centrífuga	Transmisor de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
SF-211	LCV-219	Caudal de salida	Válvula de regulación del caudal	Panel/Campo	Neumática
T-210	PI-220	Presión en el tanque	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
T-210	TI-221	Temperatura en el tanque	Indicador de temperatura	Panel/Campo	Eléctrica

Tabla 3.6-13. Listado lazos de control área 200-B.

Listado de lazos de control									
AREA 200-B Reacción I									
Equipo	Lazo	Método	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Referencia	Elemento final	Referencia	Set - point
T-207	L-T207-215	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor de Nivel	LT-215	Válvula modulante	LCV-215	1,21 m
T-207	L-T207-216	Feedback	Caudal de entrada H2SO4	Caudal de entrada H2SO4	Transmisor de Nivel	LT-216	Válvula modulante	LCV-216	954 L
SE-209	T-SE209-218	Feedback	Temperatura del secador	Caudal de entrada de vapor	Transmisor de Temperatura	TT-218	Válvula modulante	TCV-218	100 °C
SF-211	L-SF211-219	Feedback	Nivel del sifónico	Caudal de salida	Transmisor de nivel	LT-219	Válvula modulante	LCV-219	50%

Tabla 3.6-14.Listado instrumentos área 300.

Listado de instrumentos					
ÁREA 300 Reacción II					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
R-301	TT-301	Temperatura interna del reactor	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
R-301	TCV-301	Caudal de entrada del refrigerante	Válvula de regulación de temperatura	Panel/Campo	Neumática
R-301	WT-302	Peso del reactor	Transmisor de peso	Panel/Campo	Eléctrica
R-301	WCV-302-A	Caudal de entrada de CaO	Válvula de regulación de peso	Panel/Campo	Neumática
R-301	WCV-302-B	Caudal de entrada de proceso	Válvula de regulación de peso	Panel/Campo	Neumática
R-301	WCV-302-C	Caudal de entrada de anhídrido acético	Válvula de regulación de peso	Panel/Campo	Neumática
R-301	PI-303	Presión del reactor	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
M-302	PI-304	Presión del mezclador	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
M-302	TI-305	Temperatura del mezclador	Indicador de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
I-309	TT-306	Temperatura Salida intercambiador	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
I-309	TCV-306	Caudal de entrada de agua chiller	Válvula de regulación de temperatura	Panel/Campo	Neumática
T-309	TIAH-307	Temperatura del tanque	Indicador con alarma de temperatura elevada	Panel/Campo	Eléctrica
E-308	TT-308	Temperatura Interna del evaporador	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
E-308	TCV-308	Caudal de entrada del refrigerante	Válvula de regulación de temperatura	Panel/Campo	Neumática
T-309	LT-309	Nivel del tanque	Transmisor de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
T-309	LCV-309	Caudal de entrada al tanque	Válvula de regulación del nivel	Panel/Campo	Neumática
T-309	PIAH-310	Presión del tanque	Indicador con alarma de presión elevada	Panel/Campo	Eléctrica

Tabla 3.6-15. Listado lazos de control área 300.

Listado de lazos de control									
AREA 300 Reacción II									
Equipo	Lazo	Método	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Referencia	Elemento final	Referencia	Set - point
R-301	T-R301-301	Feedback	Temperatura del reactor	Caudal de entrada de refrigerante	Transmisor de temperatura	TT-301	Válvula modulante	TCV-301	85 ° C
R-301	W-R301-302A	Rango Dividido	Peso del reactor	Caudal de entrada de CaO	Transmisor de peso	WT-302	Válvula modulante	WCV-302-A	389,34 Kg
R-301	W-R301-302B		Peso del reactor	Caudal de entrada de Ácido salicílico	Transmisor de peso	WT-302	Válvula modulante	WCV-302-B	1917.82 Kg
R-301	W-R301-302C		Peso del reactor	Caudal de entrada de Anhídrido acético	Transmisor de peso	WT-302	Válvula modulante	WCV-302-C	1418 Kg
I-309	T-I309-306	Feedback	Temperatura de salida	Caudal de entrada de agua chiller	Transmisor de temperatura	TT-306	Válvula modulante	TCV-306	5 ° C
E-308	T-E308-308	Feedback	Temperatura del evaporador	Caudal de entrada del refrigerante	Transmisor de temperatura	TT-308	Válvula modulante	TCV-308	100 ° C
T-309	L-T309-309	Feedback	Nivel del tanque	Caudal de entrada	Transmisor de Nivel	LT-309	Válvula modulante	LCV-309	2,41 m

Tabla 3.6-16. Listado instrumentos área 400.

Listado de instrumentos					
ÁREA 400 Acondicionamiento					
Equipo	Referencia	Variable controlada	Descripción	Ubicación	Señal
CF-401	PI-401	Presión de la centrífuga	Indicador de Presión	Panel/Campo	Eléctrica
SE-402	TT-402A	Temperatura entrada refrigerante	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
SE-402	TT-402B	Temperatura del secador	Transmisor de Temperatura	Panel/Campo	Eléctrica
SE-402	TCV-402	Caudal entrada refrigerante	Válvula reguladora de Temperatura	Panel/Campo	Neumática
SF-406	LT-403	Nivel sifónico	Transmisor de nivel	Panel/Campo	Eléctrica
SE-402	LCV-403	Caudal salida sifónico	Válvula reguladora de nivel	Panel/Campo	Neumática

Tabla 3.6-17. Listado lazos de control área 400.

Listado de lazos de control									
AREA 400 Acondicionamiento									
Equipo	Lazo	Método	Variable controlada	Variable manipulada	Elemento primario	Referencia	Elemento final	Referencia	Set -point
SE-402	T- SE402- 402	Cascada	Temperatura del refrigerante	Caudal de entrada de refrigerante	Transmisor de temperatura	TT-402A TT-402B	Válvula modulante	TCV-402	
SF-406	T- SF406- 403	Feedback	Nivel del sifónico	Caudal de salida del sifónico	Transmisor de nivel	LT-403	Válvula modulante	LCV-403	50 %

3.7. Descripción de los lazos de control.

A continuación se muestran los diferentes diagramas de los lazos de control con su explicación oportuna para cada uno de ellos.

Los lazos de control se dividen en tres grupos:

- **Campo:** Parte física de los lazos de control, está compuesto por los diferentes elementos primarios y finales
- **Estación remota:** Equipo de distribución de señales.
- **PLC:** Parte de los lazos de control que controla los diferentes parámetros en función de su programación.

3.7.1. Tanques de almacenaje.

En el siguiente apartado se muestran los diferentes lazos de control del área 100, referida a tanques de almacenaje.

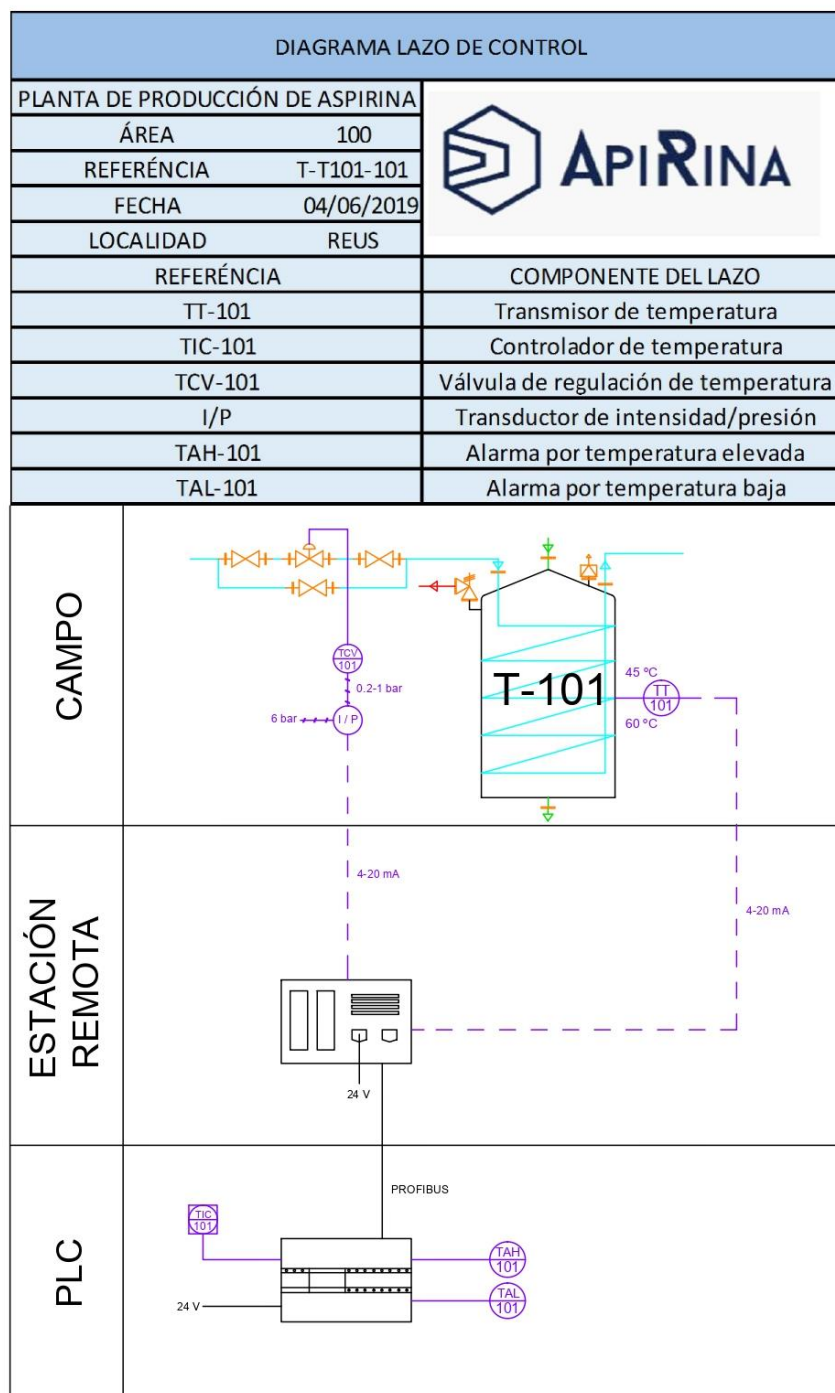
3.7.1.1. Lazo T-T101-101.

La función de este lazo de control es mantener la temperatura del tanque de almacenaje de fenol bajo las condiciones óptimas de proceso. Para ello se utiliza un sensor de temperatura que mide la temperatura interna del reactor y en función de esta temperatura obtenida en forma de señal por el controlador se regula la válvula modulante a partir de un transductor de intensidad/presión, con el objetivo de mantener la temperatura entre un rango de 45 a 60 ° C.

Tabla 3.7-1. Características principales del lazo de control T-T101-101.

Información lazo T-T101-101	
Área	100
Set-point	45 – 60 ° C
Variable manipulada	Caudal de refrigerante
Variable controlada	Temperatura interna del reactor
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de temperatura del tanque T-101.



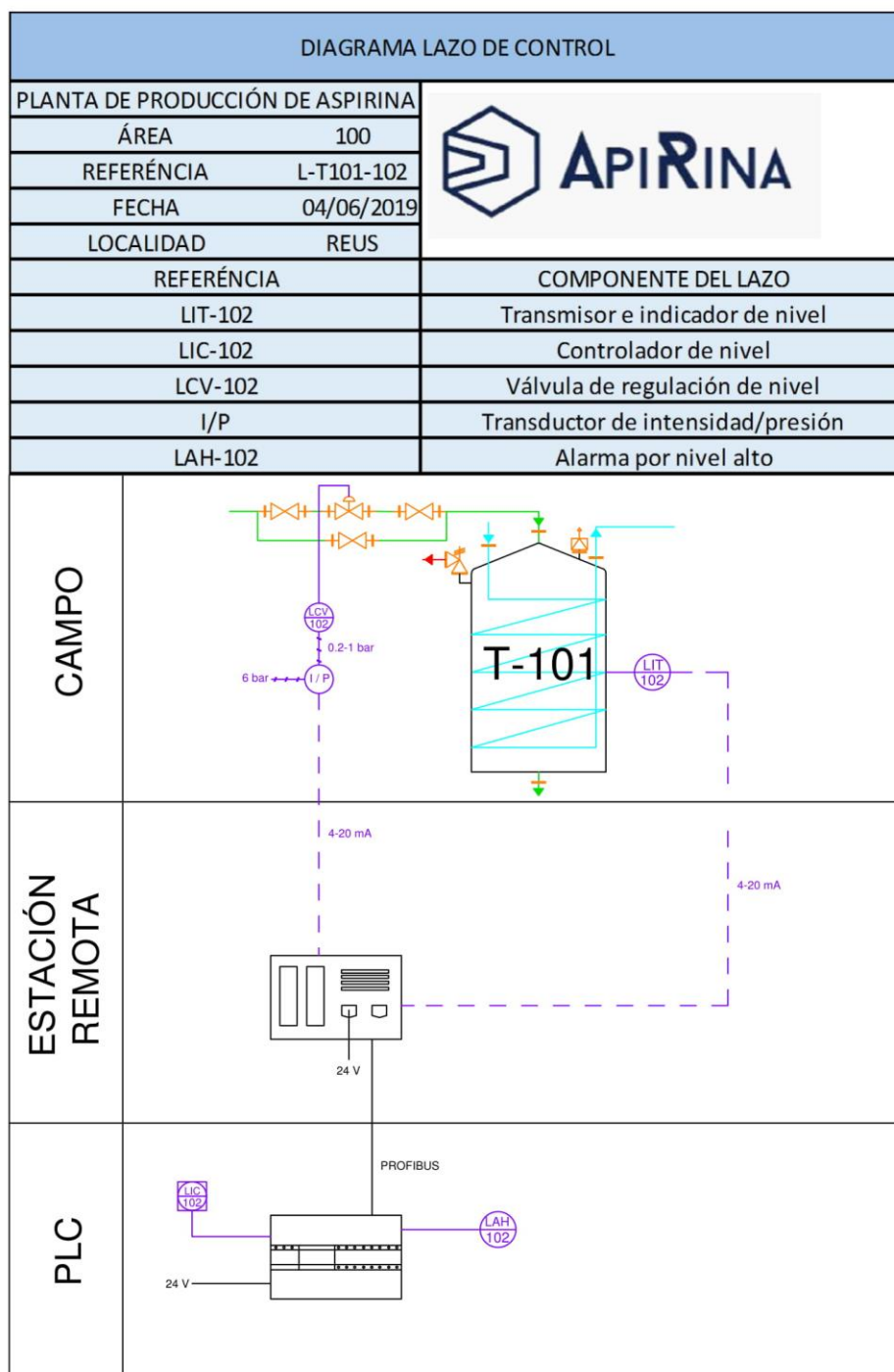
3.7.1.2. Lazo L-T101-102.

El objetivo de este lazo es tener un control del nivel de manera que no pueda haber derrames. Para ello se requiere la ayuda de un transductor de nivel que envía la señal a la estación remota y a partir del profibus se manda la señal al controlador, esta señal regula la válvula de control gracias a un transductor, que cambia la señal de intensidad a presión y de esta manera se regula el paso de fenol en el tanque T-101.

Tabla 3.7-2. Características principales del lazo de control L-T101-102.

Información lazo L-T101-102	
Área	100
Set-point	4.3 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de fenol
Variable controlada	Nivel del tanque T-101
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de nivel con el propósito de mantener la seguridad de la planta siempre controlada y evitar cualquier tipo de accidente.



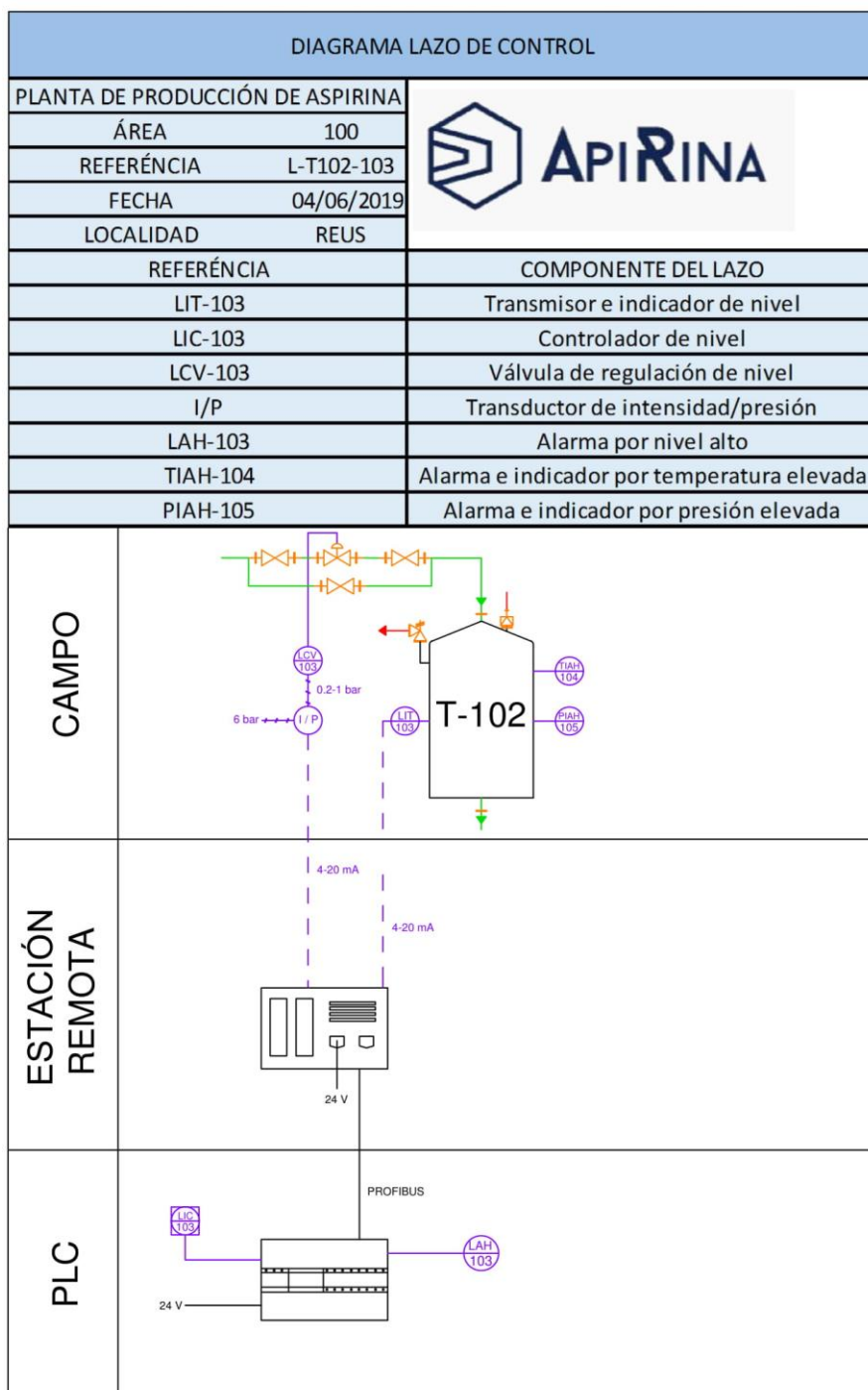
3.7.1.3. Lazo L-T102-103.

El objetivo de este lazo es controlar el nivel del tanque de agua para ello se utiliza un sensor de nivel de forma que en función del nivel del tanque el controlador actúa sobre la válvula modulante con el fin de regular el paso de agua hacia el tanque T.-102.

Tabla 3.7-3. Características principales del lazo de control L-T102-103.

Información lazo L-T102-103	
Área	100
Set-point	2.3 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua
Variable controlada	Nivel del tanque T-102
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de nivel del tanque de agua T-102.



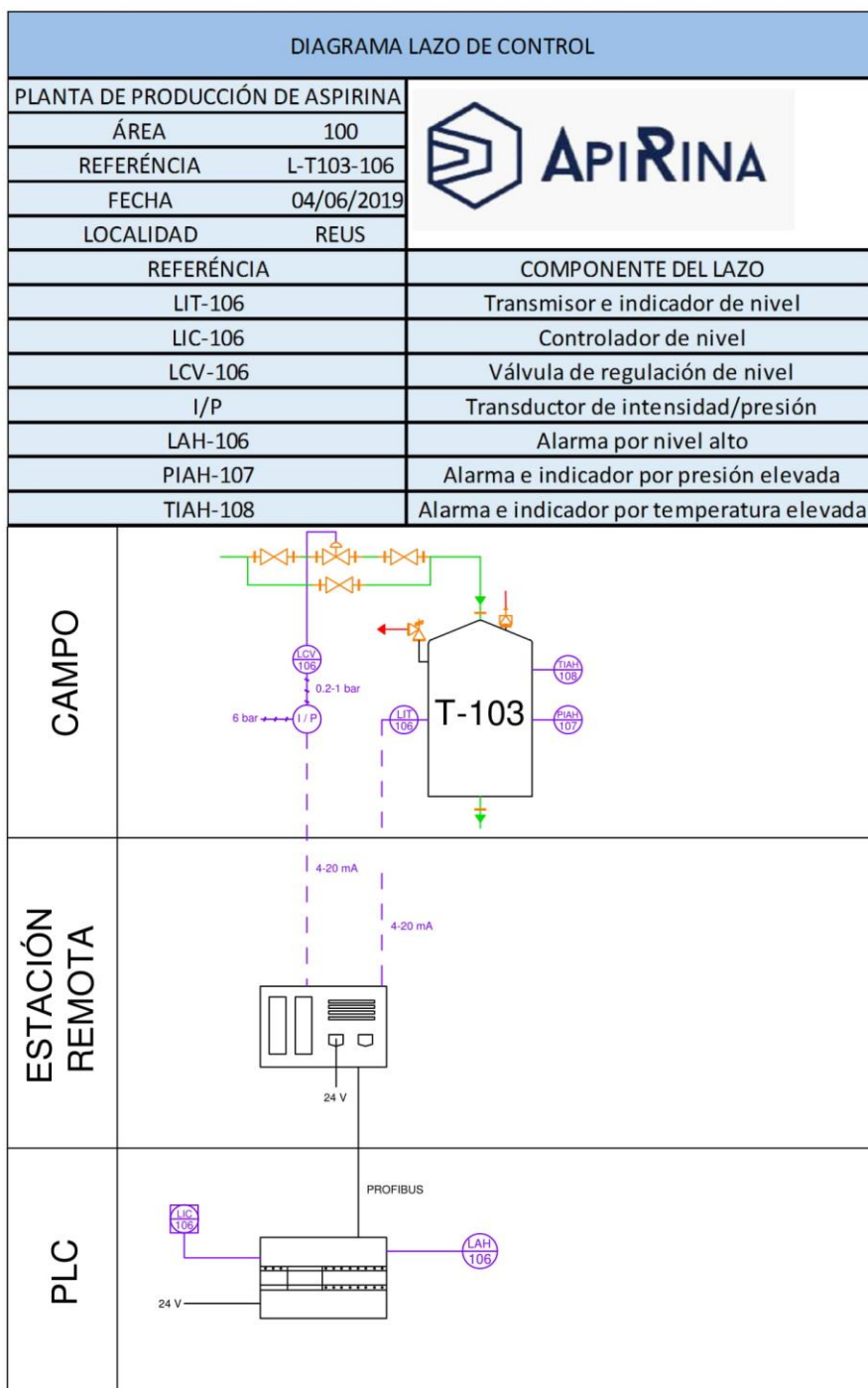
3.7.1.4. Lazo L-T103-106.

La función de este tipo de lazo es controlar el nivel del tanque de ácido sulfúrico a partir de una válvula modulante que actúa en función de la temperatura obtenida en el interior del tanque de ácido sulfúrico. Este lazo se encuentra ubicado en el área 100 y el set-point de trabajo es de

Tabla 3.7-4. Características principales del lazo de control L-T103-106.

Información lazo L-T103-106	
Área	100
Set-point	3.8 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de ácido sulfúrico
Variable controlada	Nivel del tanque T-103
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de nivel del tanque de ácido sulfúrico T-103.



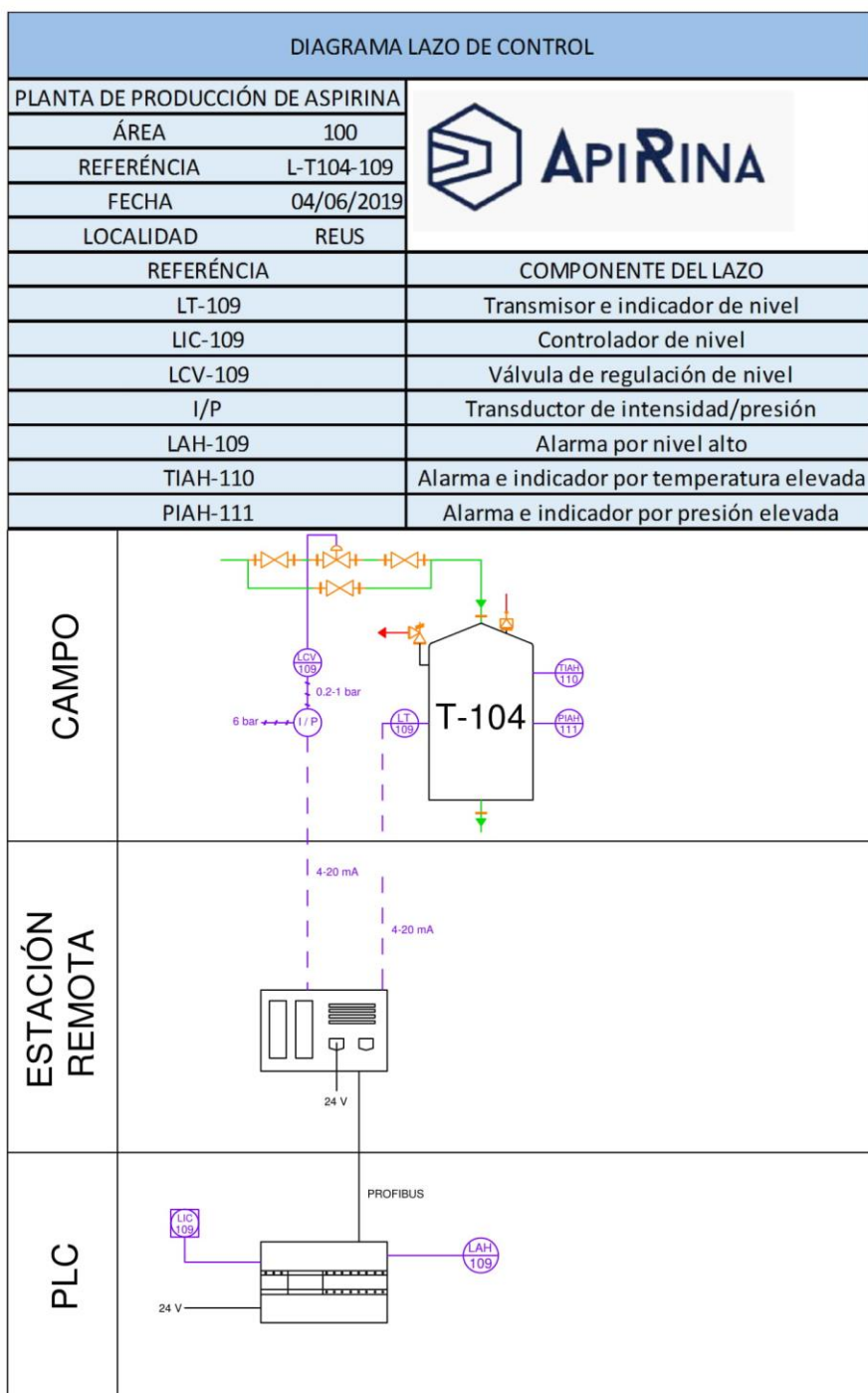
3.7.1.5. Lazo L-T104-109.

El objetivo de este lazo de control es regular el caudal de entrada de anhídrido acético en función de la señal obtenida por el controlador que viene dada por un transmisor de nivel que mide el nivel en el interior del tanque T-104. Para ello es necesario un transductor de intensidad a presión con el fin de regular el paso de anhídrido acético en el tanque. Además del lazo de control también dispone de una alarma e indicador de temperatura y presión como medio de seguridad en la fábrica.

Tabla 3.7-5. Características principales del lazo de control L-T104-109.

Información lazo L-T104-109	
Área	100
Set-point	4.2 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de anhídrido acético
Variable controlada	Nivel del tanque T-104
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de nivel del tanque de anhídrido acético T-104.



3.7.1.6. Lazo L-T107-112.

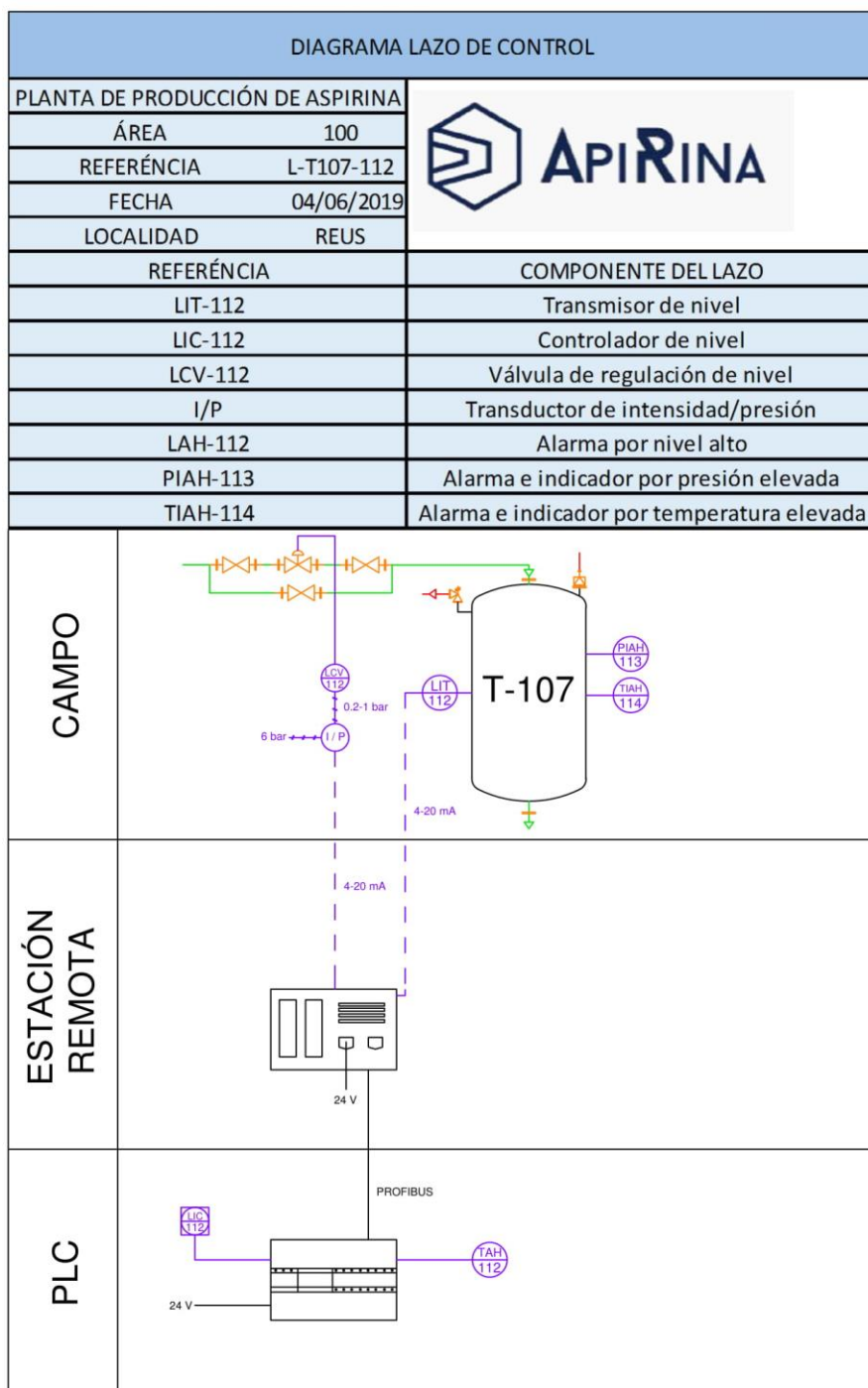
El objetivo de este lazo de control es obtener un control robusto del nivel del tanque de CO₂, el dióxido de carbono obtenido a partir del proveedor, se recarga modificando el tanque de almacenaje, y también facilita todos los equipos para el correcto almacenaje de él. De todas formas en caso de que no se cambie el tanque y se haga un carga de él, se requiere este lazo para evitar cualquier tipo de accidente es por este motivo que se ha decidido medir el nivel interno del tanque de almacenaje, a partir de la regulación del caudal de entrada de CO₂ al tanque.

También dispone de dos alarmas e indicadores de temperatura y presión con el objetivo de mantener la seguridad en el interior de la planta.

Tabla 3.7-6. Características principales del lazo de control L-T107-112.

Información lazo L-T107-112	
Área	100
Set-point	8.5 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de Dióxido de Carbono
Variable controlada	Nivel del tanque T-107
Alarma	Sí
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control de nivel del tanque de dióxido de carbono T-107.



3.7.2. Área de reacción I.

3.7.2.1. Lazo W-M-201-201.

La función de este lazo de control es poder realizar la carga de los diferentes reactivos de forma automática, para ello se utiliza una célula de carga que en función del peso medido regula las diferentes entradas con el fin de mantener los parámetros fijados en el proceso. El lazo está dividido en tres partes pero todo pertenece al mismo lazo de control, se ha realizado de esta forma con el fin de obtener de manera más visual el lazo de control de peso.

Inicialmente se procede a la carga de agua en el mezclador, una vez obtenido el peso requerido de agua, se cierra la válvula modulante y se abre la válvula modulante que permite el paso de sosa hacia el mezclador, de la misma forma que la carga de agua, una vez obtenido el set-point se cierra y para finalizar se procede a la carga de Fenol hasta obtener el peso requerido por el proceso.

En las tablas siguientes se muestran datos informativos del lazo de control.

Tabla 3.7-7. Características principales del lazo de control W-M201-201A.

Información lazo W-M201-201A	
Área	200A
Set-point	224 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de Sosa
Variable controlada	Peso del tanque M-201
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

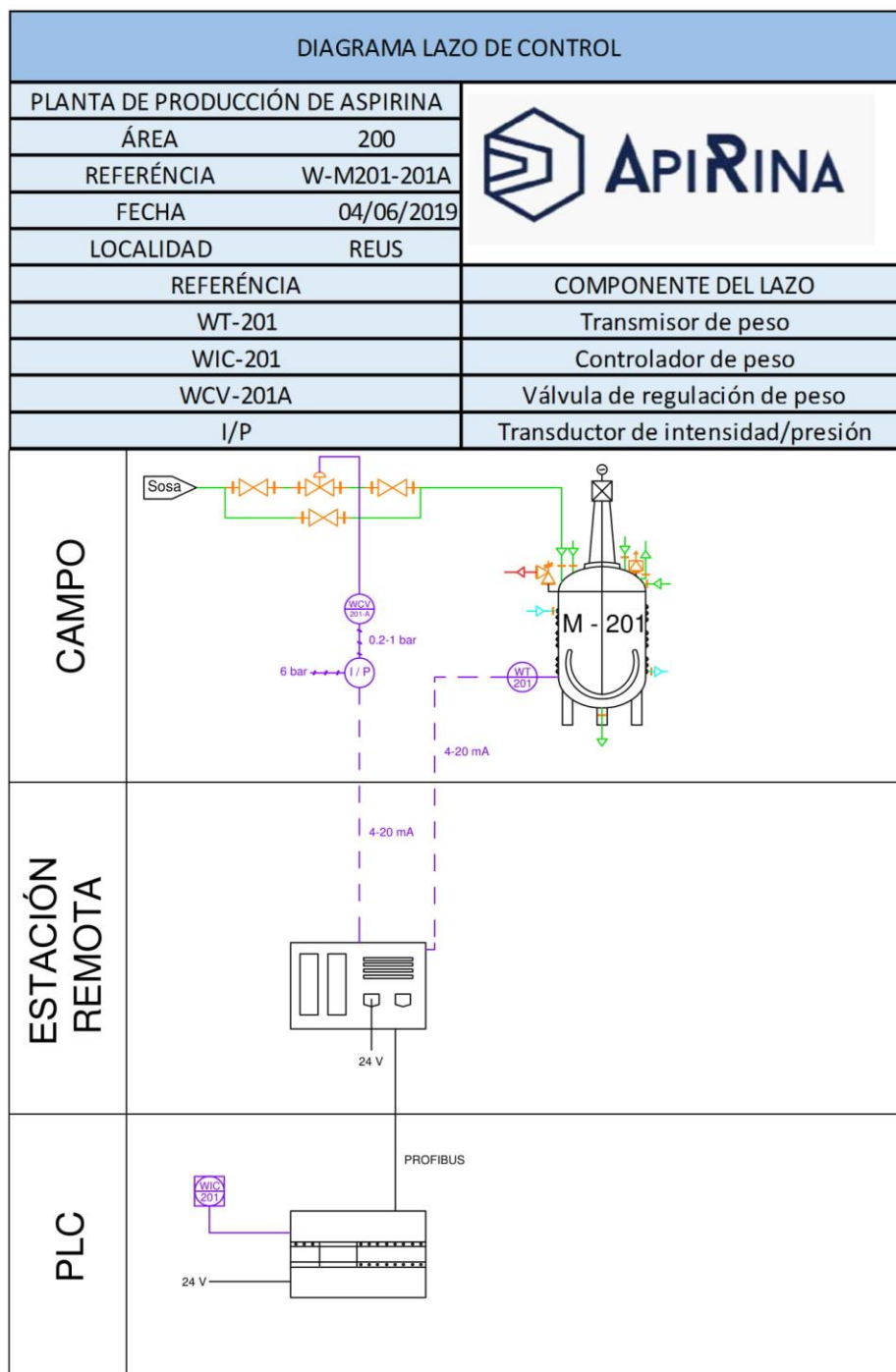
Tabla 3.7-8. Características principales del lazo de control W-M201-201B.

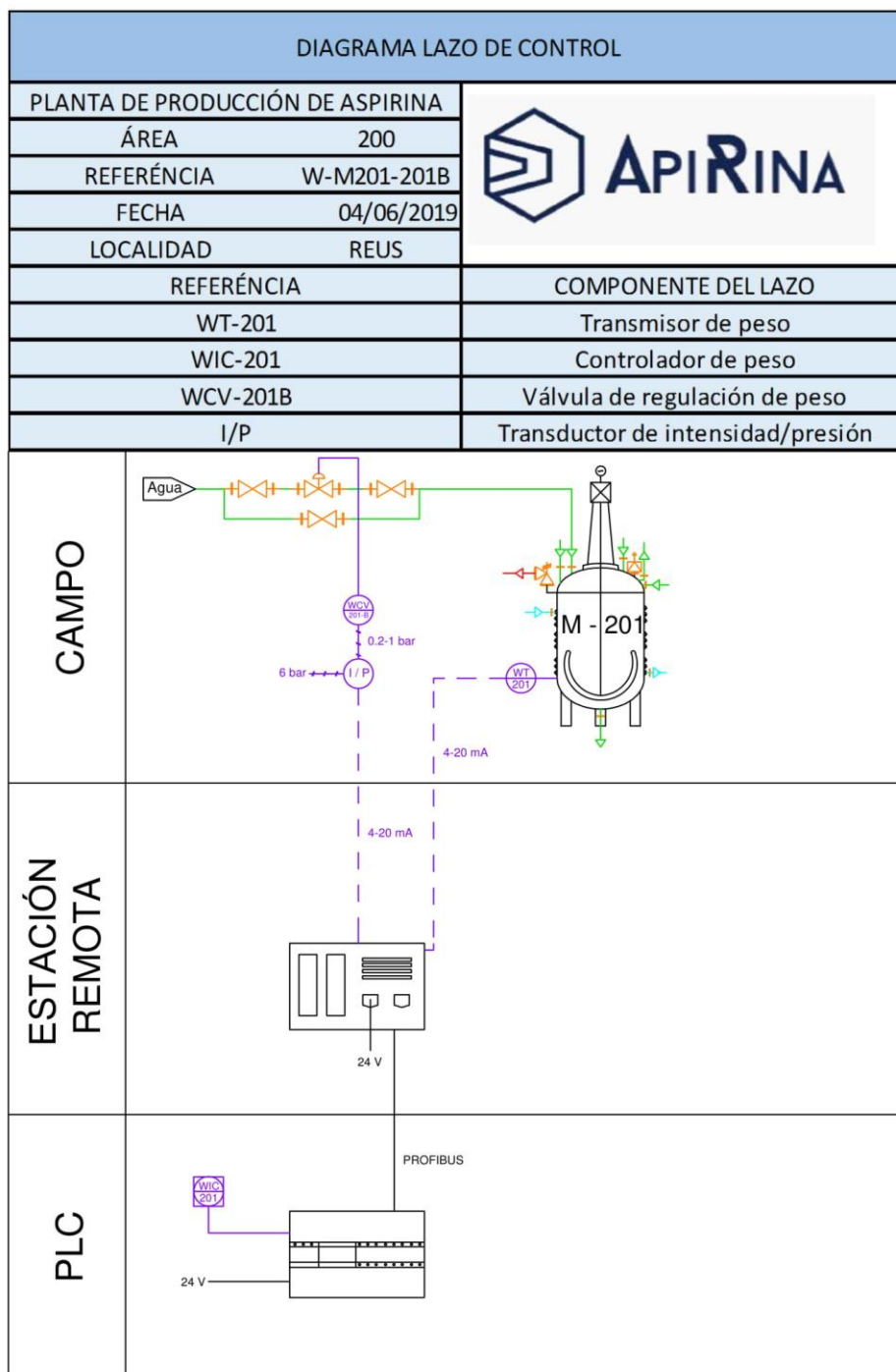
Información lazo W-M201-201B	
Área	200A
Set-point	224 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de Agua
Variable controlada	Peso del tanque M-201
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

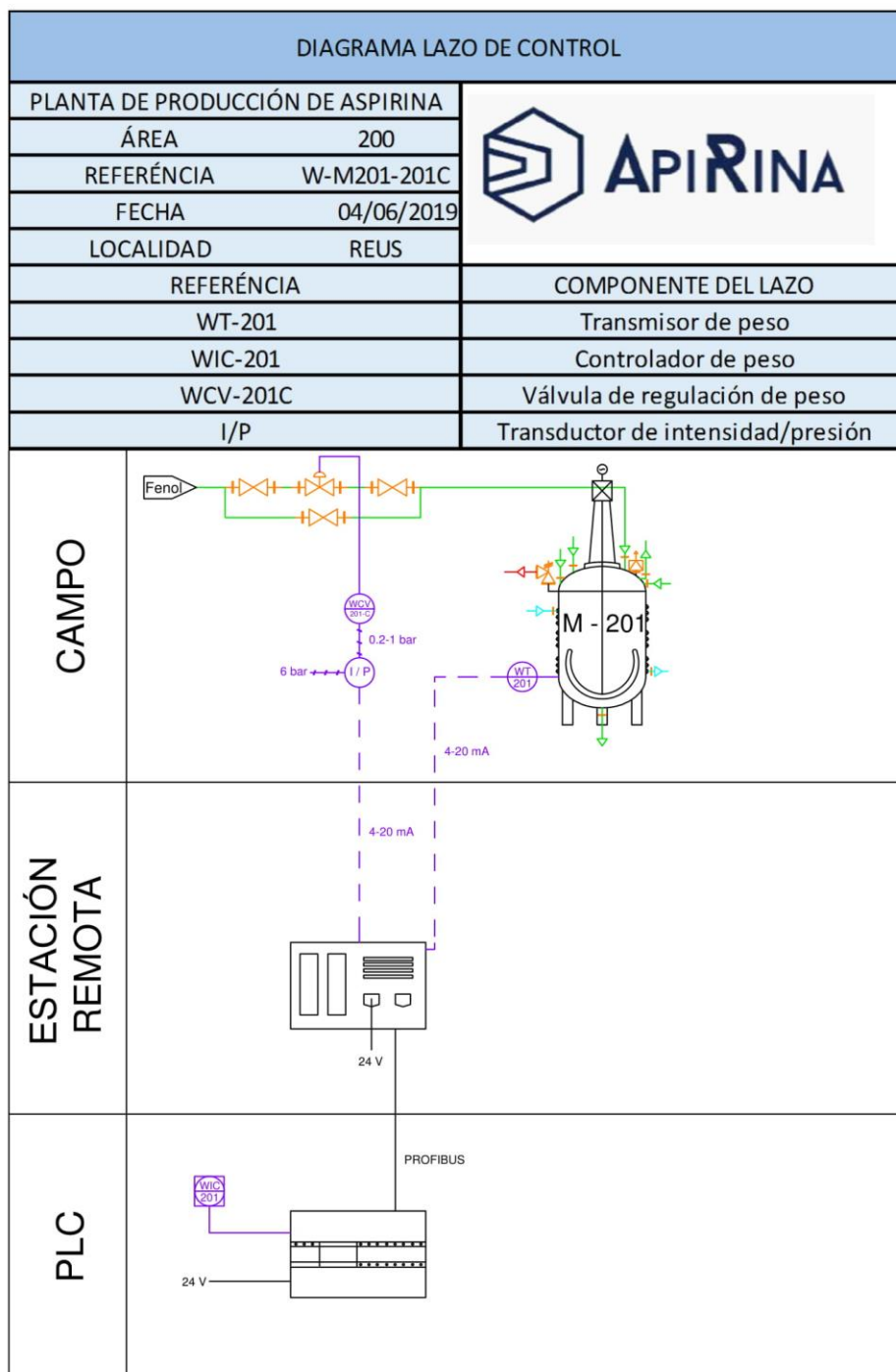
Tabla 3.7-9. Características principales del lazo de control W-M201-201C.

Información lazo W-M201-201C	
Área	200A
Set-point	527 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de Fenol
Variable controlada	Peso del tanque M-201
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de forma más detallada el diagrama del lazo de control del mezclador M-201.







3.7.2.2. Lazo T-M-201-202.

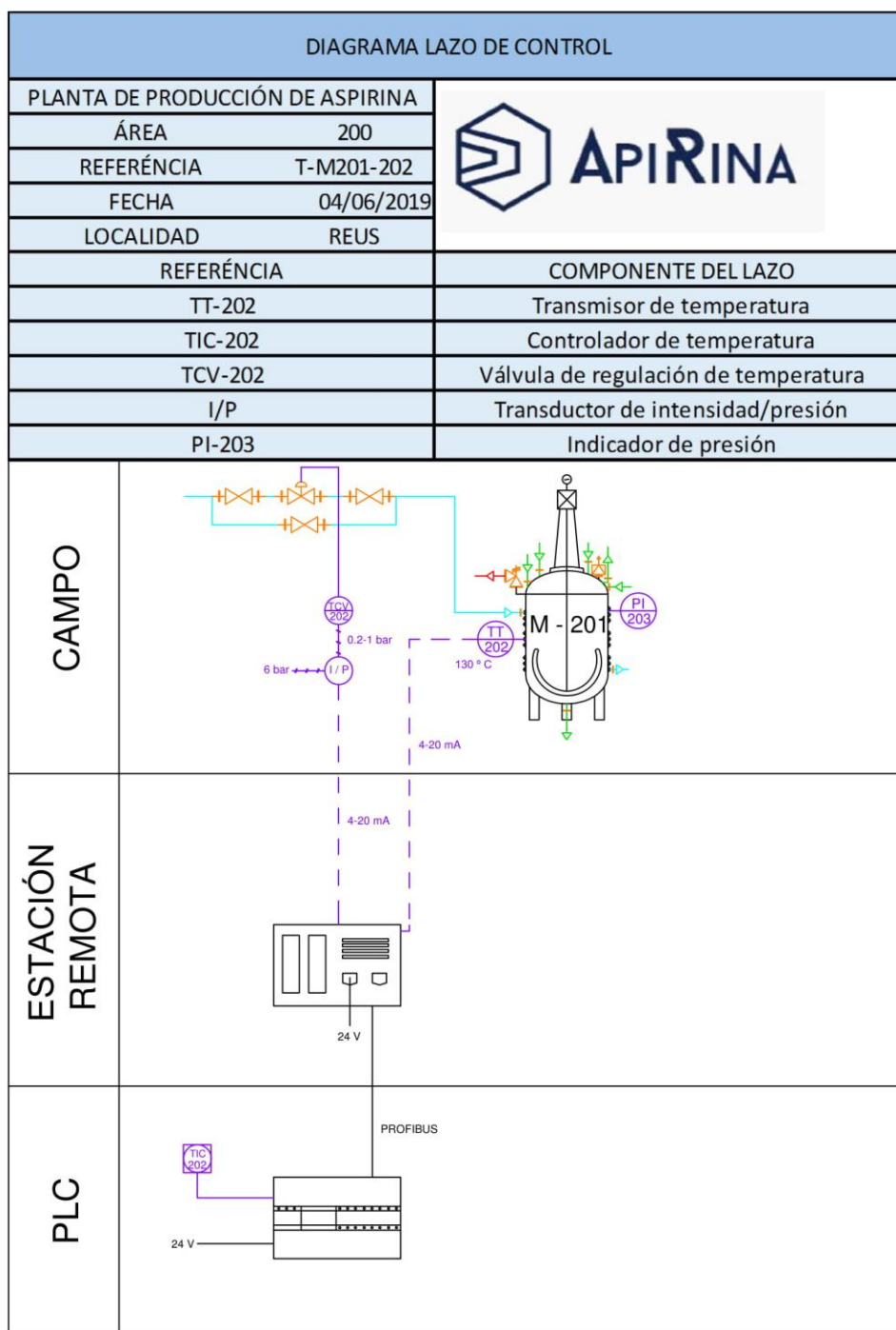
El objetivo del lazo de control T-M201-202 es mantener el control de temperatura en el interior del mezclador con el fin de obtener el mayor rendimiento posible y asegurar un producto de alta calidad. Para ello se requiere de un transductor de temperatura que mide la temperatura en el interior del mezclador M-201 y en función de los datos obtenidos regula la entrada de vapor hacia el mezclador, de tal forma que se mantenga la temperatura a 130 ° C.

Para tener una seguridad mayor en la fábrica se precisa de un indicador de presión.

Tabla 3.7-10. Características principales del lazo de control T-M201-202.

Información lazo T-M201-202	
Área	200A
Set-point	130 ° C
Variable manipulada	Caudal de entrada de vapor
Variable controlada	Temperatura interior del mezclador M-202
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más visual el lazo de control, a continuación se muestra el diagrama de forma más detallada, con los diferentes elementos que actúan en el sistema de control del mezclador M-201.



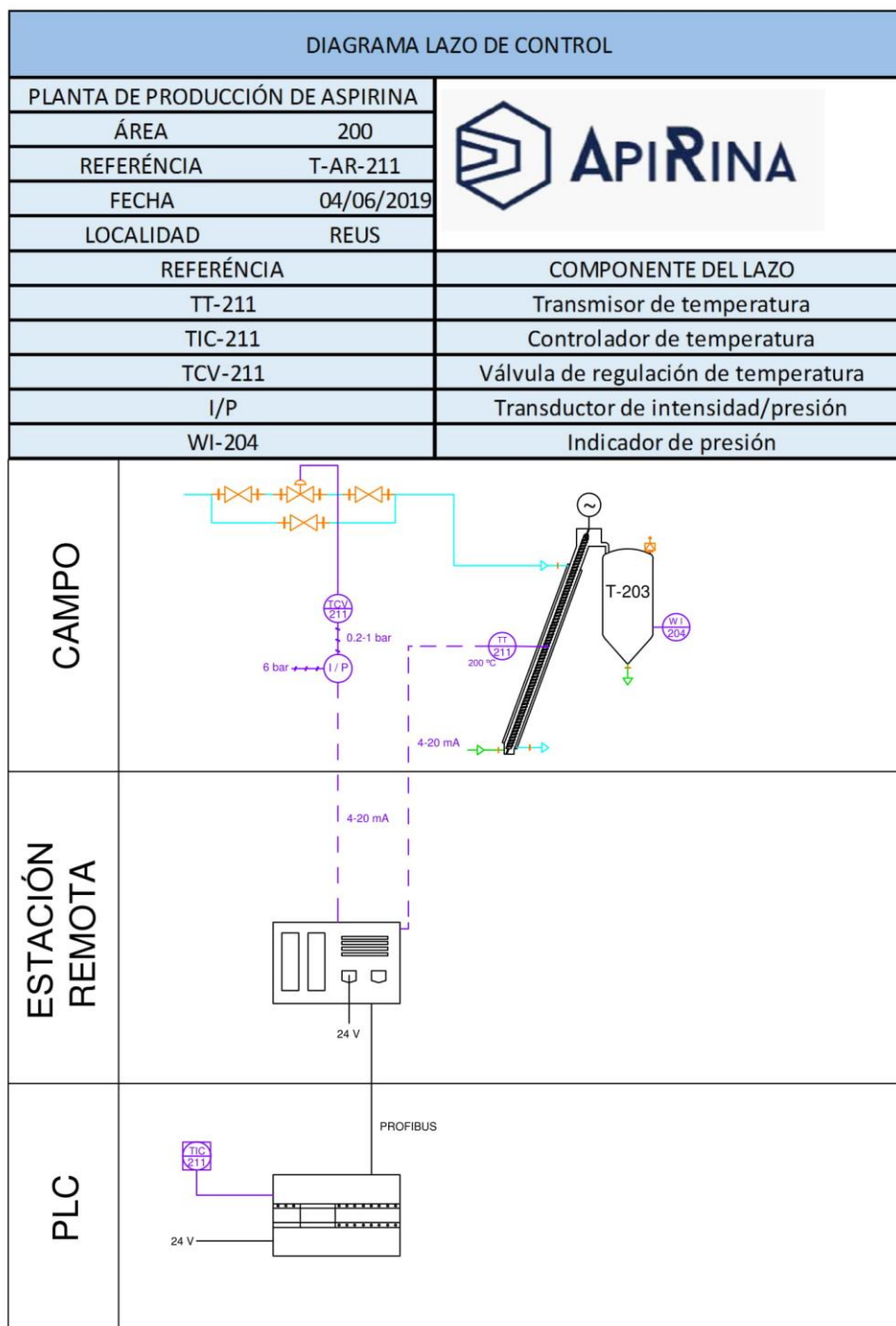
3.7.2.3. Lazo T-AR-211.

La función del lazo de control T-AR-211 es mantener la temperatura dentro del tornillo sinfín a 200 ° C, se utiliza un tornillo sinfín ya que se transporta sólidos y es una forma económica de transportarlos. A partir de un sensor de temperatura, que incorpora un transmisor, se mide la temperatura interior del tornillo, que gracias a la ayuda de la estación remota se envían los datos medidos al controlador que se encarga de regular la entrada de vapor en la camisa, con la ayuda de un transductor que cambia de intensidad a presión.

Tabla 3.7-11. Características principales del lazo de control T-AR-211.

Información lazo T-AR-211	
Área	200A
Set-point	200 ° C
Variable manipulada	Caudal de entrada de vapor
Variable controlada	Temperatura interior del tornillo de Arquímedes
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el sistema de control utilizado, se muestra a continuación el diagrama del lazo de control de la temperatura interior del tornillo de Arquímedes.



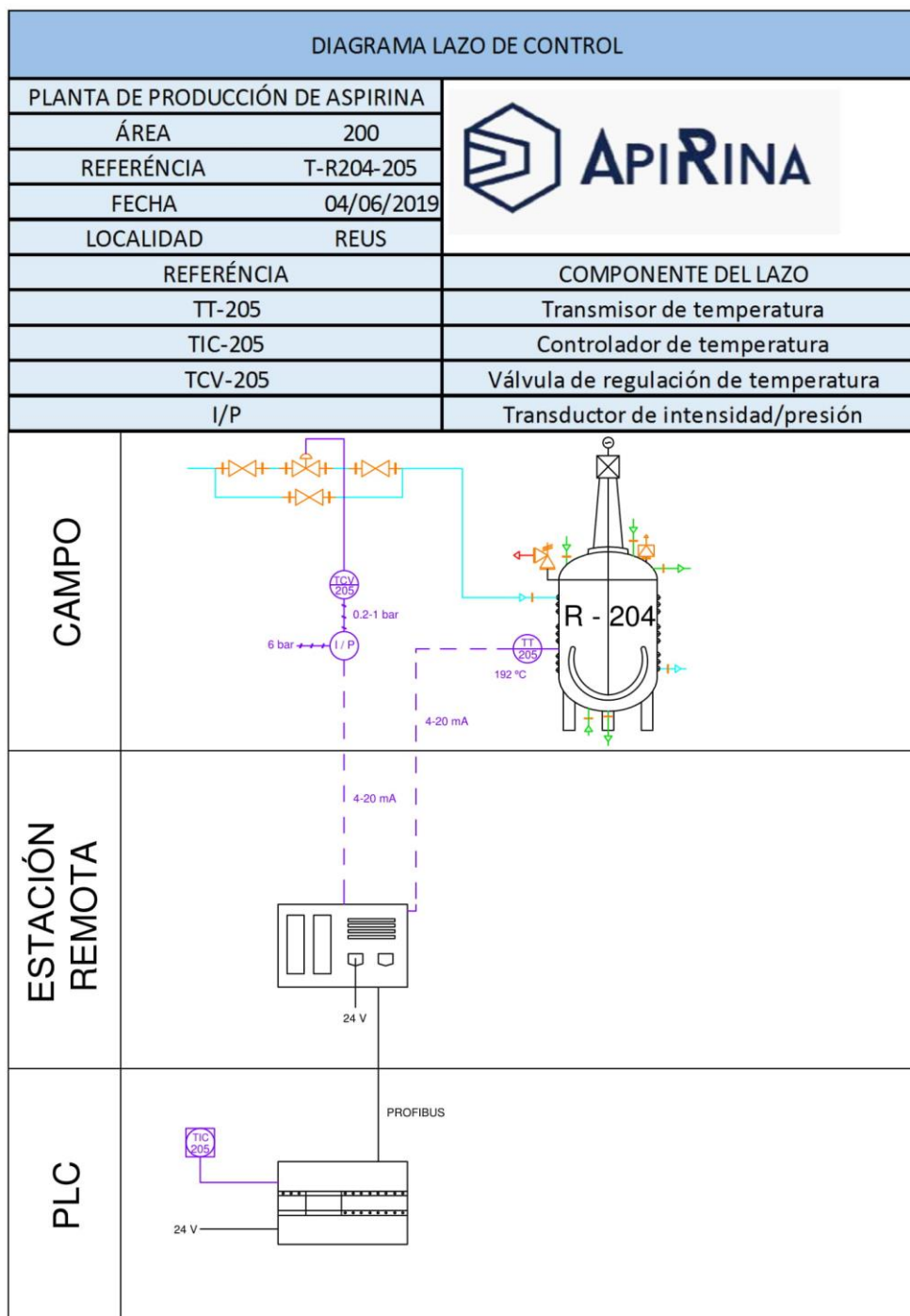
3.7.2.4. Lazo T-R204-205.

El objetivo de este lazo es mantener la temperatura del reactor R-204 a 192 ° C para obtener la reacción de carboxilación controlada ya que es una reacción exotérmica, para mantener la temperatura es necesario un sensor de temperatura que viene con un transmisor incorporado, que en función del valor obtenido se manda al controlador y este procede a la regulación de la válvula modulante con el fin de controlar el paso de vapor hacia la camisa del reactor.

Tabla 3.7-12. Características principales del lazo de control T-R204-205.

Información lazo T-R204-205	
Área	200A
Set-point	192 ° C
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua fría
Variable controlada	Temperatura interna del reactor
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el lazo de control se ha procedido a realizar el siguiente diagrama.



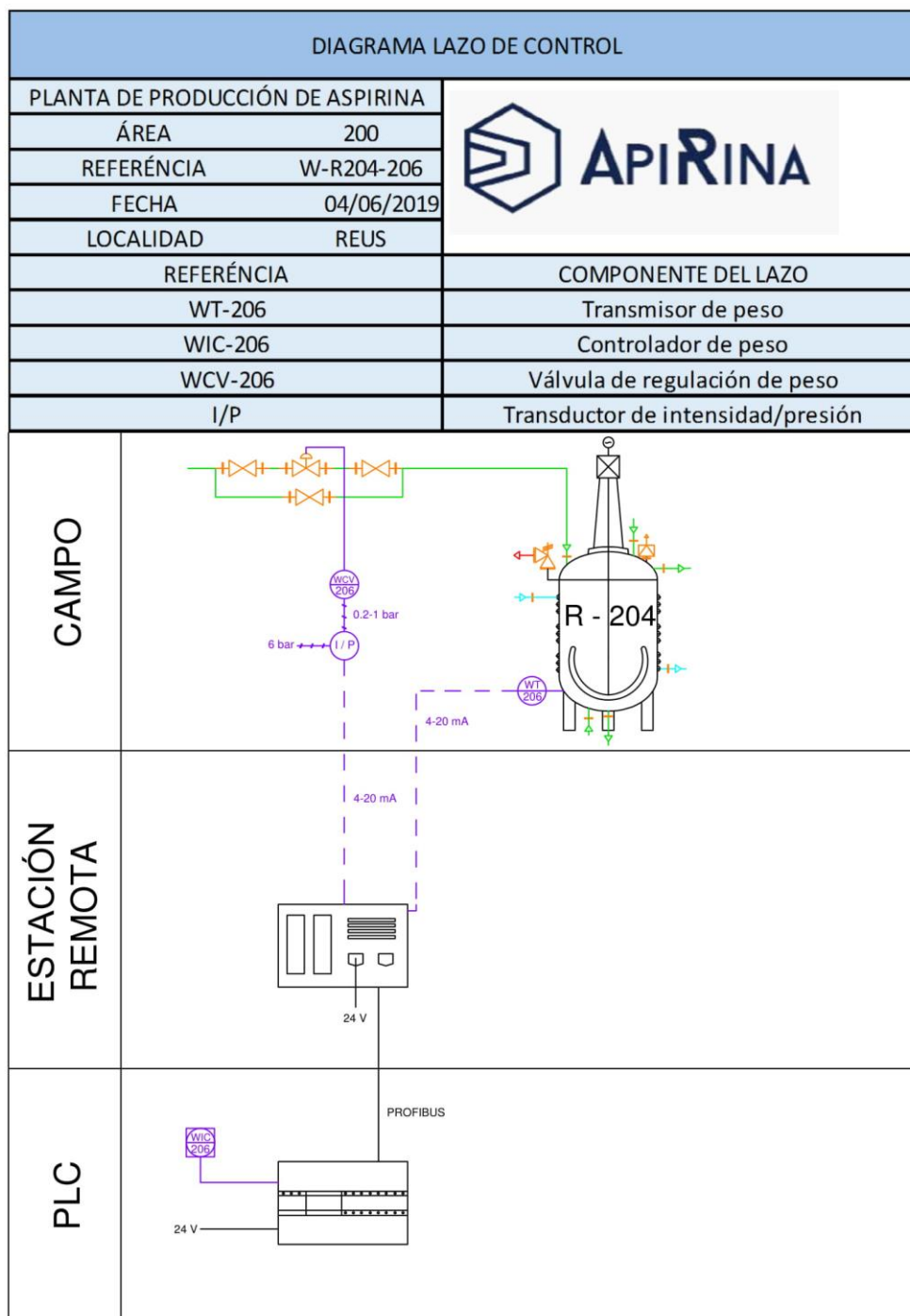
3.7.2.5. Lazo W-R204-206.

El objetivo de este lazo es mantener un control robusto de la carga en el reactor, para ello se requiere de una célula de carga que en función del peso, regula la válvula modulante con el fin de obtener el peso requerido para proceder a la reacción.

Tabla 3.7-13. Características principales del lazo de control W-R204-206.

Información lazo W-R204-206	
Área	200A
Set-point	1950 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de proceso
Variable controlada	Peso del reactor
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el lazo de control se ha procedido a realizar el siguiente diagrama.



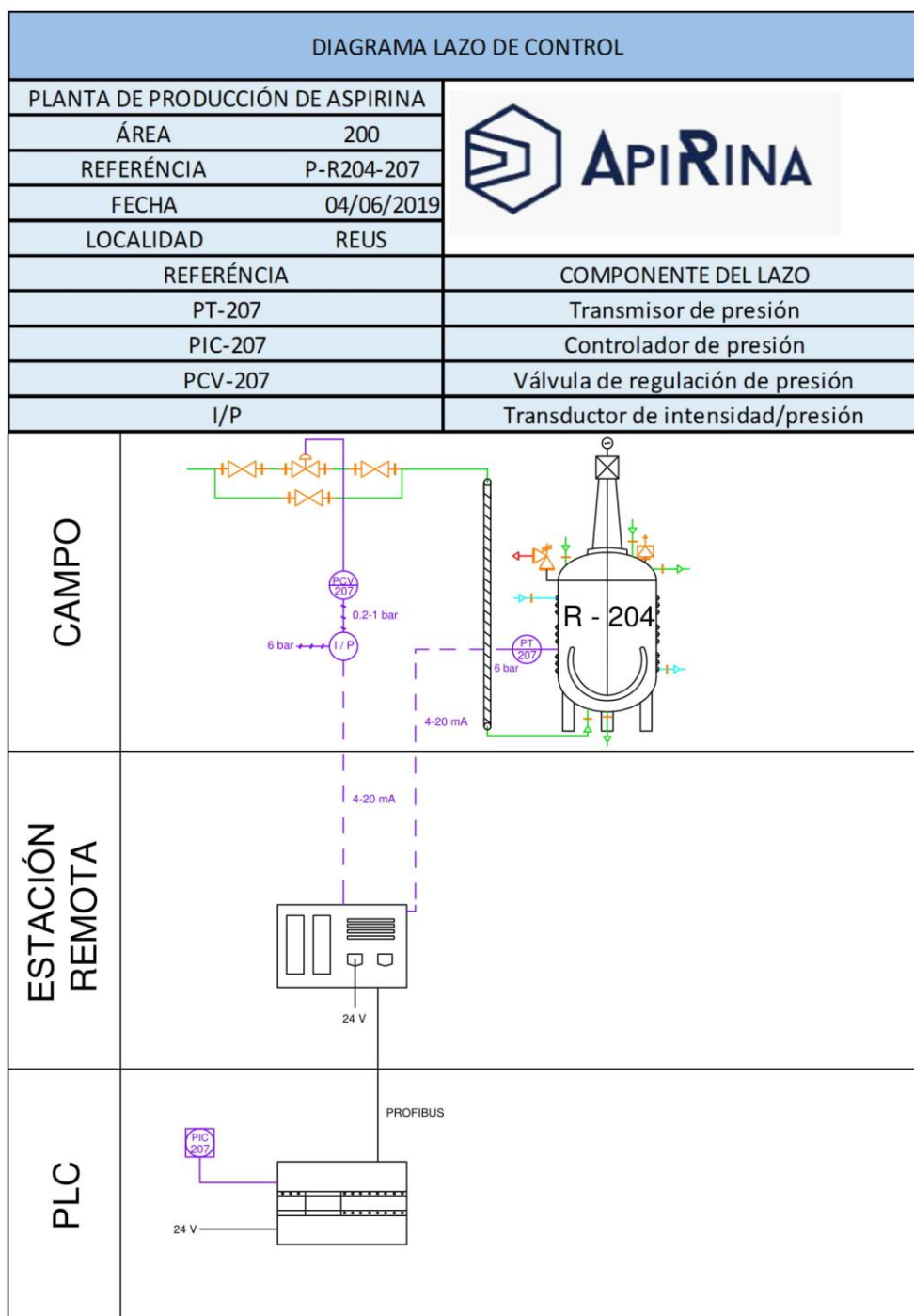
3.7.2.6. Lazo P-R204-207.

Para mantener el control de presión dentro del reactor, se regula el caudal de entrada de dióxido de carbono, y de esta forma se obtiene en todo momento la presión requerida para obtener el mayor rendimiento posible. En función de la presión interna del reactor, la válvula modulante, con la ayuda del controlador y el transductor, regula la entrada de dióxido de carbono asegurando en todo momento una presión óptima para la reacción.

Tabla 3.7-13. Características principales del lazo de control P-R204-207.

Información lazo P-R204-207	
Área	200A
Set-point	6 Bar
Variable manipulada	Caudal de entrada de Dióxido de Carbono
Variable controlada	Presión del reactor
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el lazo de control se ha procedido a realizar el siguiente diagrama.



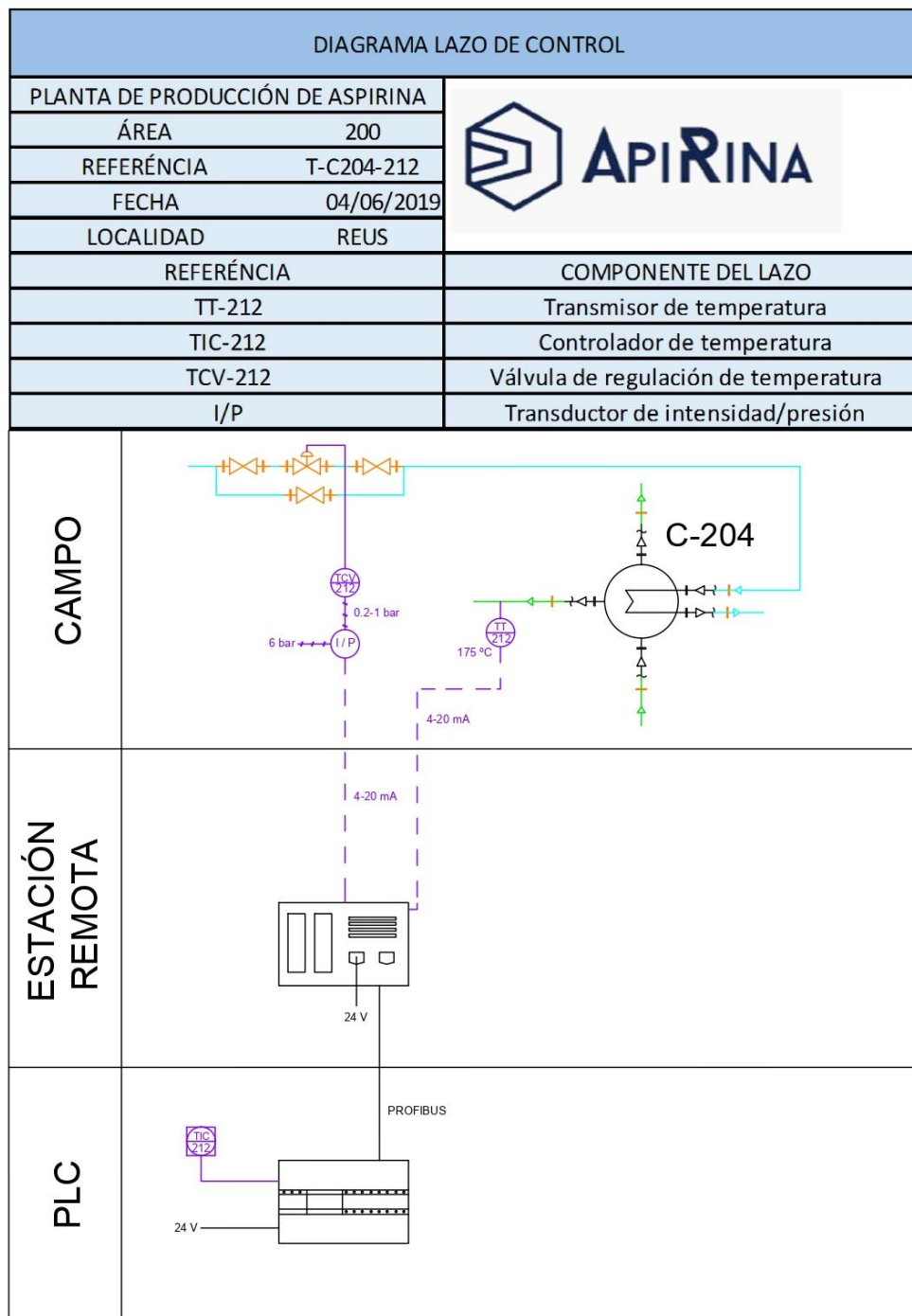
3.7.2.7. Lazo T-C204-212.

Para hacer la recirculación una vez condensado es necesario que la temperatura sea de 175 ° C, es por eso que se mide la temperatura a la salida del condensador en el camino de recirculación de esta manera regulando el caudal de refrigerante a partir de la válvula modulante, podemos mantener la temperatura dentro del set-point establecido.

Tabla 3.7-14. Características principales del lazo de control T-C204-212.

Información lazo T-C204-212	
Área	200A
Set-point	175 ° C
Variable manipulada	Caudal de entrada de refrigeración
Variable controlada	Temperatura de salida del condensador
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el lazo de control se ha procedido a realizar el siguiente diagrama.



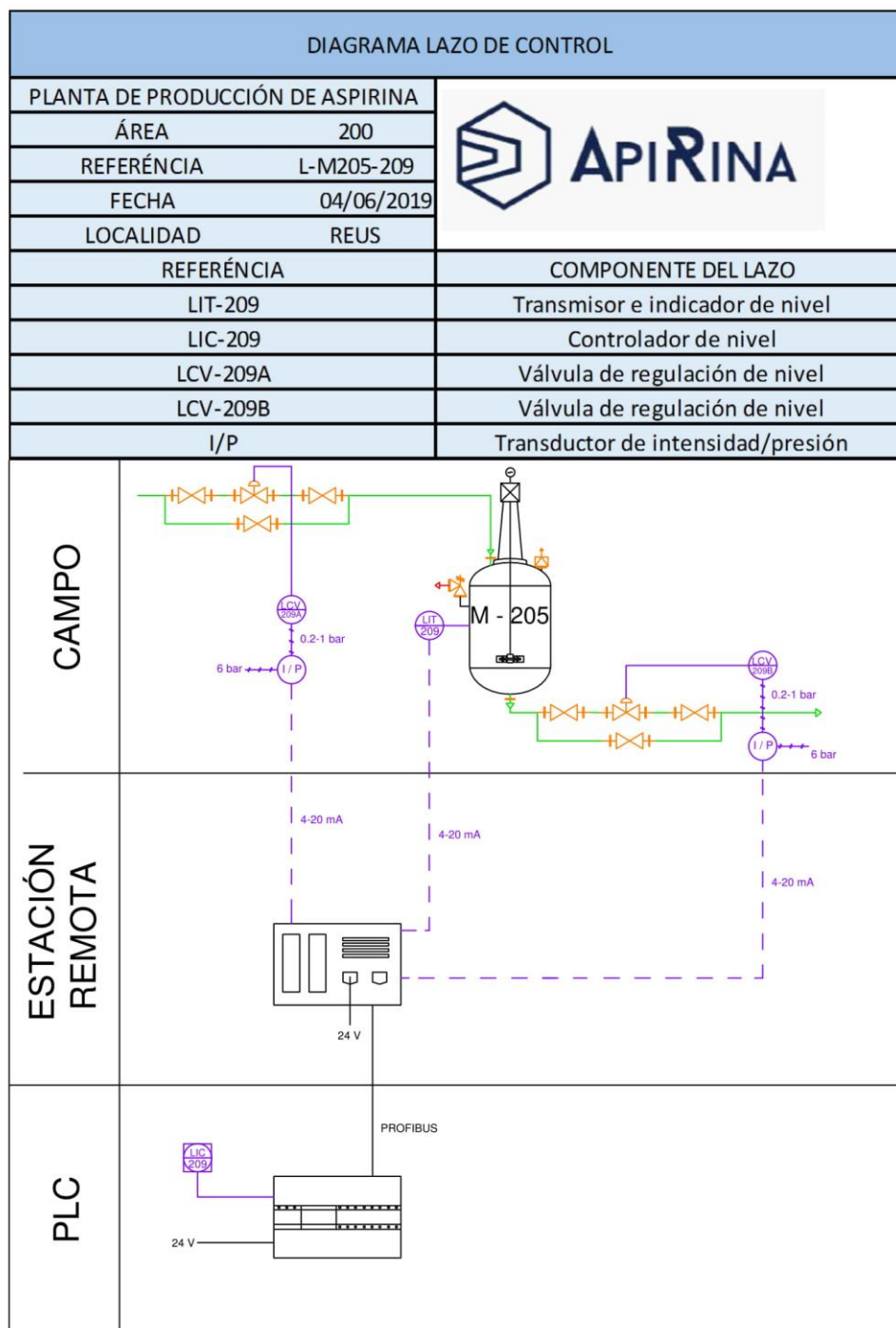
3.7.2.8. Lazo L-M205-209.

Para mantener el nivel del mezclador de forma correcta, es necesario tener un lazo de control de nivel, de tal forma que midiendo el nivel del mezclador, se regulen las válvulas modulantes de entrada y salida en función de si el nivel es elevado o bajo, gracias a estas dos válvulas modulantes podemos controlar el paso del fluido de proceso, así como la salida del mezclador M-205. Es por ello que se utiliza el rango dividido ya que en función de una variable controlada se manipulan dos.

Tabla 3.7-15. Características principales del lazo de control L-M205-209.

Información lazo L-M205-209	
Área	200A
Set-point	1,5 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de proceso
Variable manipulada	Caudal de salida del mezclador
Variable controlada	Temperatura interna del mezclador
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más detallada el lazo de control se ha procedido a realizar el siguiente diagrama.



3.7.2.9. Lazo L-T207-215.

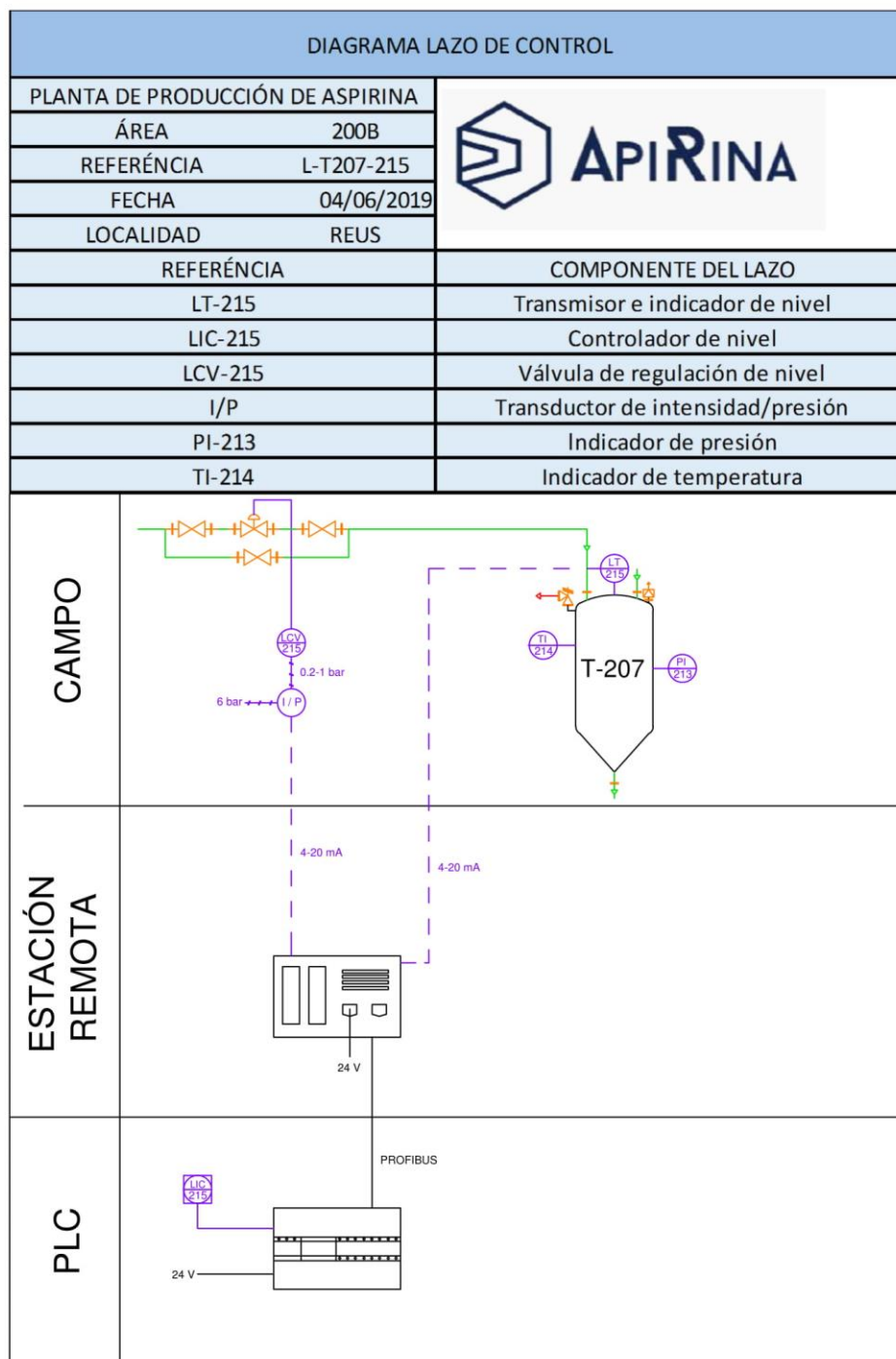
En este lazo se controla el nivel del tanque T-207 con el objetivo de regular el caudal procedente del lecho de carbón activo, para que de esta forma se pueda tener un control robusto del nivel. El tipo de control utilizado es de tipo feedback.

El tanque también está provisto de un indicador de temperatura y uno de presión con la finalidad de tener de forma visual los diferentes parámetros para evitar accidentes si se pudiera dar el caso.

Tabla 3.7-16. Características principales del lazo de control L-T207-215.

Información lazo L-T207-215	
Área	200B
Set-point	1,21 m
Variable manipulada	Caudal de entrada del proceso
Variable controlada	Nivel del tanque T-207
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

Para obtener de forma más precisa las características del lazo de control, se muestra a continuación el diagrama del control de nivel para el tanque T-207.



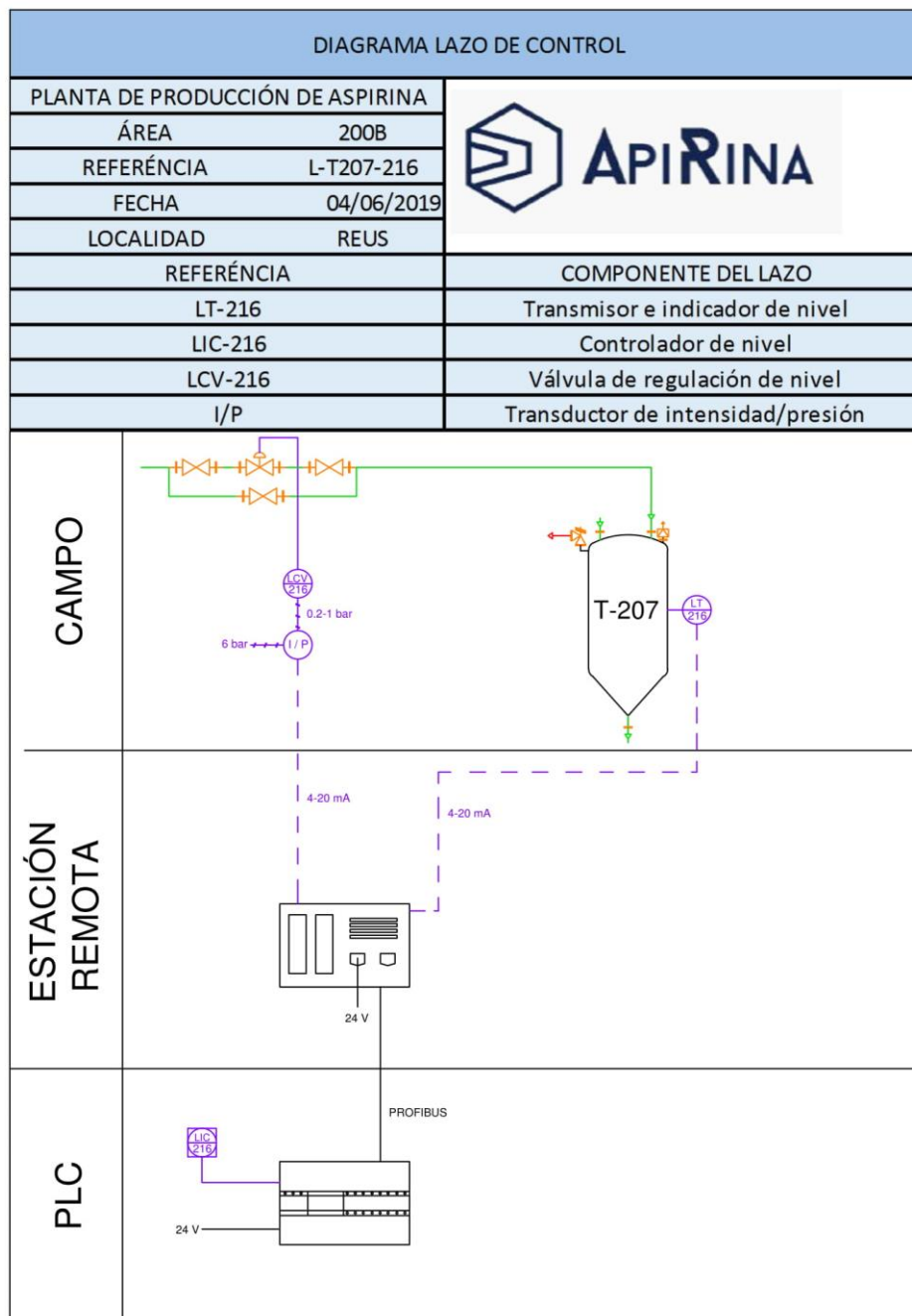
3.7.2.10. Lazo L-T207-216.

La función de este lazo es similar a la del anterior, con la diferencia de que el sensor de nivel utilizado es diferente y además la variable manipulada en este caso es la entrada de ácido sulfúrico al tanque T-207 con el objetivo de mantener una entrada controlada, obtener un producto con una alta calidad con el mayor rendimiento posible y evitar posibles accidentes.

Tabla 3.7-17. Características principales del lazo de control L-T207-216.

Información lazo L-T207-216	
Área	200B
Set-point	954 L
Variable manipulada	Caudal de entrada de ácido sulfúrico
Variable controlada	Nivel del tanque T-207
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra el diagrama del lazo de control de nivel a partir de la válvula modulante que regula el paso de ácido sulfúrico hacia el tanque T-207.



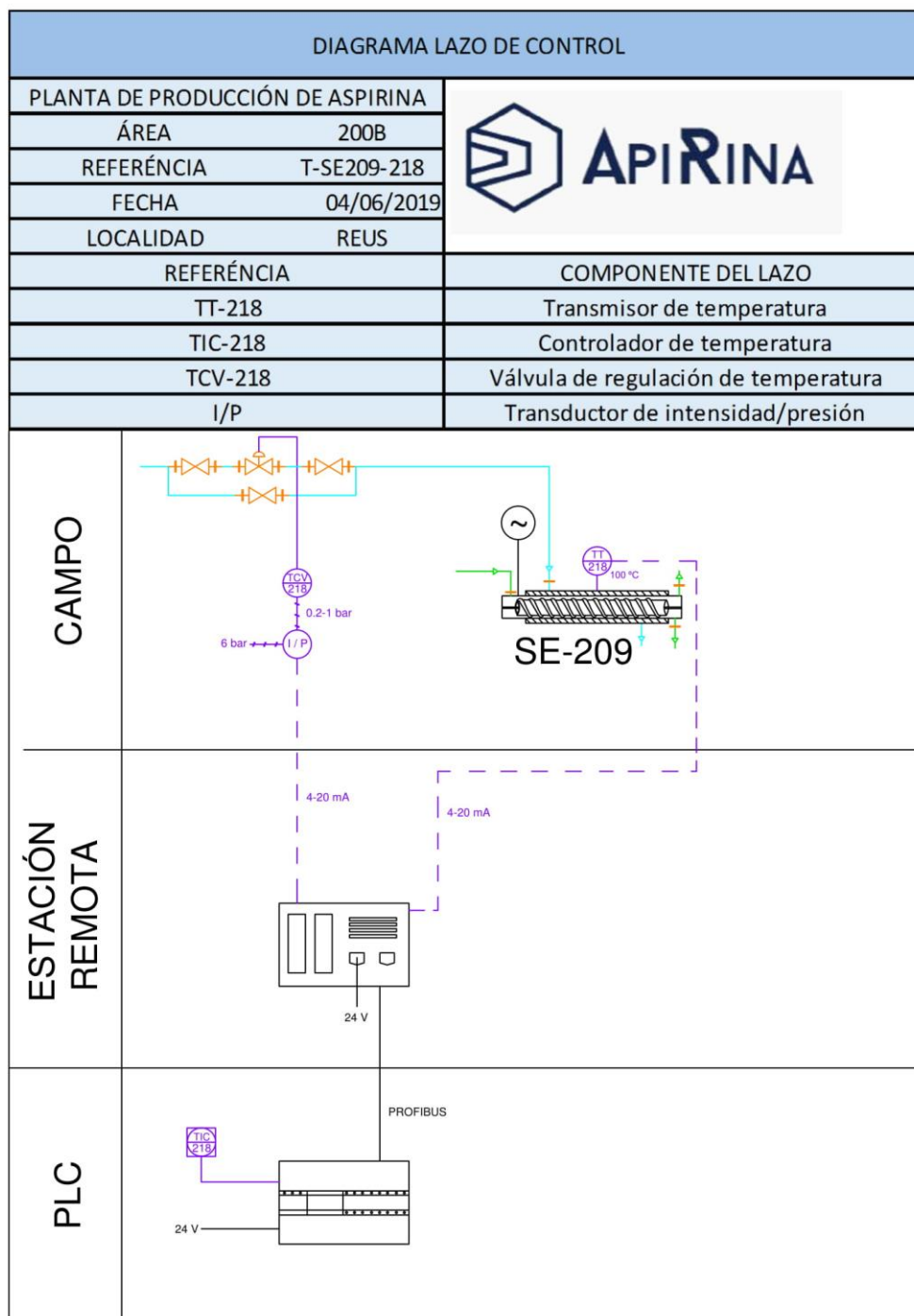
3.7.2.11. Lazo T-SE209-218.

Este tipo de lazo mantiene la temperatura siempre a 100 °C con la finalidad de secar el producto y poder evitar ciertas impurezas no deseadas, para ello se requiere un sensor de temperatura que envía al controlador la información con la ayuda de un transmisor y en función de la temperatura obtenida en el interior del secador, se regula el paso de vapor hacia el secador a partir de una válvula modulante.

Tabla 3.7-18. Características principales del lazo de control T-SE209-218.

Información lazo T-SE209-218	
Área	200B
Set-point	100 ° C
Variable manipulada	Caudal de entrada de vapor
Variable controlada	Temperatura interna del secador
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra el diagrama del lazo de control de la temperatura de forma más visual.



3.7.2.12. Lazo L-SF211-219.

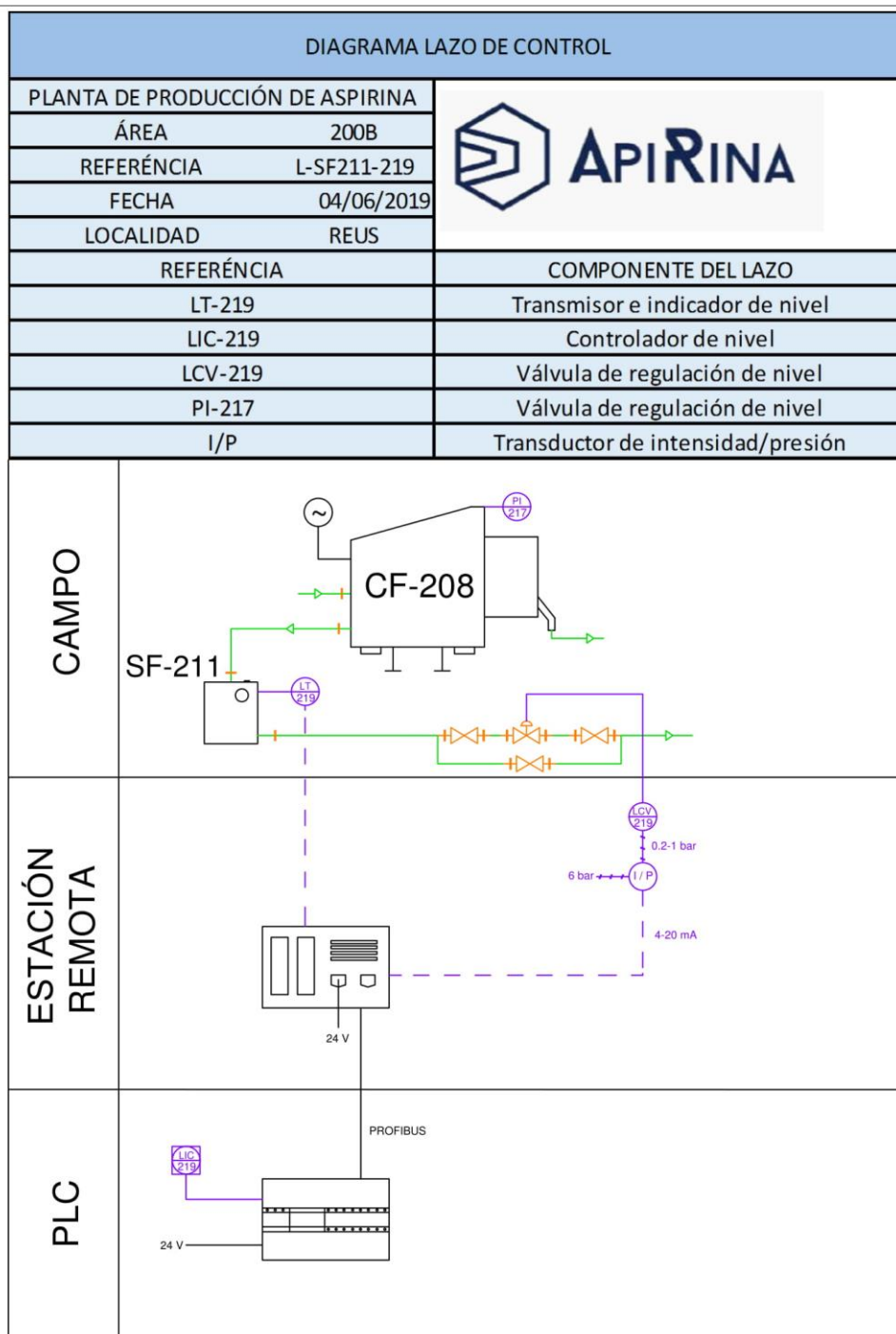
El objetivo de este lazo es mantener el nivel del sifónico siempre controlado, con la finalidad de evitar posibles derrames o sobrepresiones. Para ello se utiliza una válvula modulante en la salida, que es regulada en función del nivel muestreado a partir de un sensor que dispone de un transmisor integrado.

La centrifuga dispone de un indicador de presión con el fin de obtener de manera eficaz la presión interna como medida de seguridad.

Tabla 3.7-19. Características principales del lazo de control L-SF211-219.

Información lazo L-SF211-219	
Área	200B
Set-point	50 %
Variable manipulada	Salida del sifónico
Variable controlada	Nivel del sifónico
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se muestra de manera más detallada el lazo de control de nivel del sifónico SF-211



3.7.3. Área de reacción II.

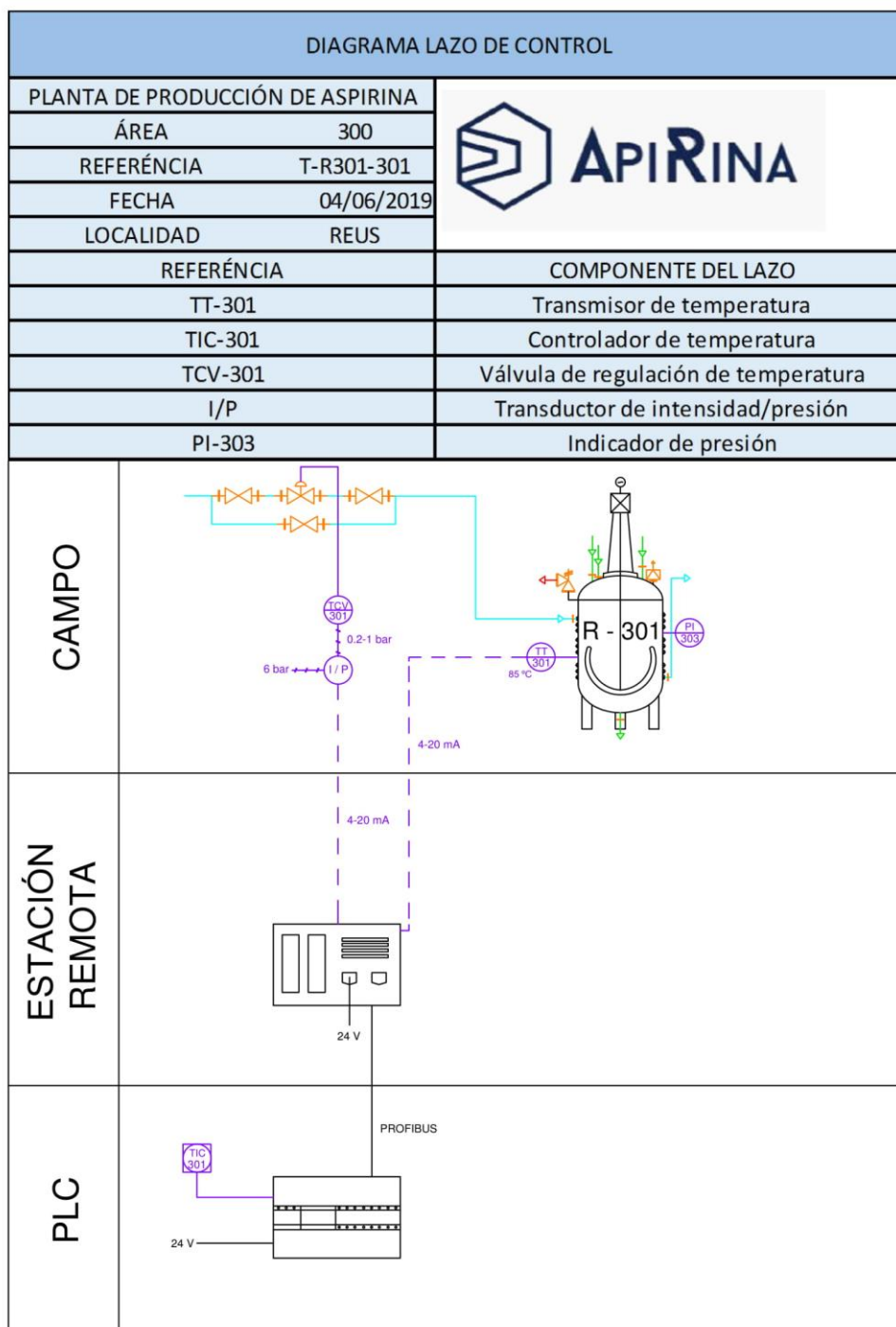
3.7.3.1. Lazo T-R301-301.

En este lazo se regula la temperatura interior del reactor variando el caudal de entrada de agua refrigerante, a partir de una válvula modulante, con el propósito de mantener la temperatura en un set-point de 85 ° C para satisfacer todos los parámetros indispensables en la producción de aspirina en la fábrica y mantener controlada la reacción exotérmica en todo momento.

Tabla 3.7-20. Características principales del lazo de control T-R301-301.

Información lazo T-R301-301	
Área	300
Set-point	85 °C
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua refrigerante
Variable controlada	Temperatura interna del reactor
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra de forma visual las características del lazo de control de temperatura.



3.7.3.2. Lazo W-R301-302.

La función de este lazo de control es poder realizar la carga de los diferentes componentes de la reacción de forma automática, para ello se utiliza una célula de carga que en función del peso medido regula las diferentes entradas con el fin de mantener los parámetros fijados en el proceso. El lazo está dividido en tres partes pero todo pertenece al mismo lazo de control, se ha realizado de esta forma con el fin de obtener de manera más visual el lazo de control de peso.

Inicialmente se procede a abrir la válvula modulante que regula la entrada procedente de proceso en el reactor, una vez obtenido el peso requerido de ácido salicílico, se cierra la válvula modulante y se abre la válvula modulante que permite el paso de óxido de calcio, de la misma forma que la carga de ácido salicílico, una vez obtenido el peso requerido se cierra y se carga por último el anhídrido acético de la misma manera que en los dos casos anteriores.

En las siguientes tablas se encuentran datos importantes del lazo de control de peso.

Tabla 3.7-21. Características principales del lazo de control W-R301-302A.

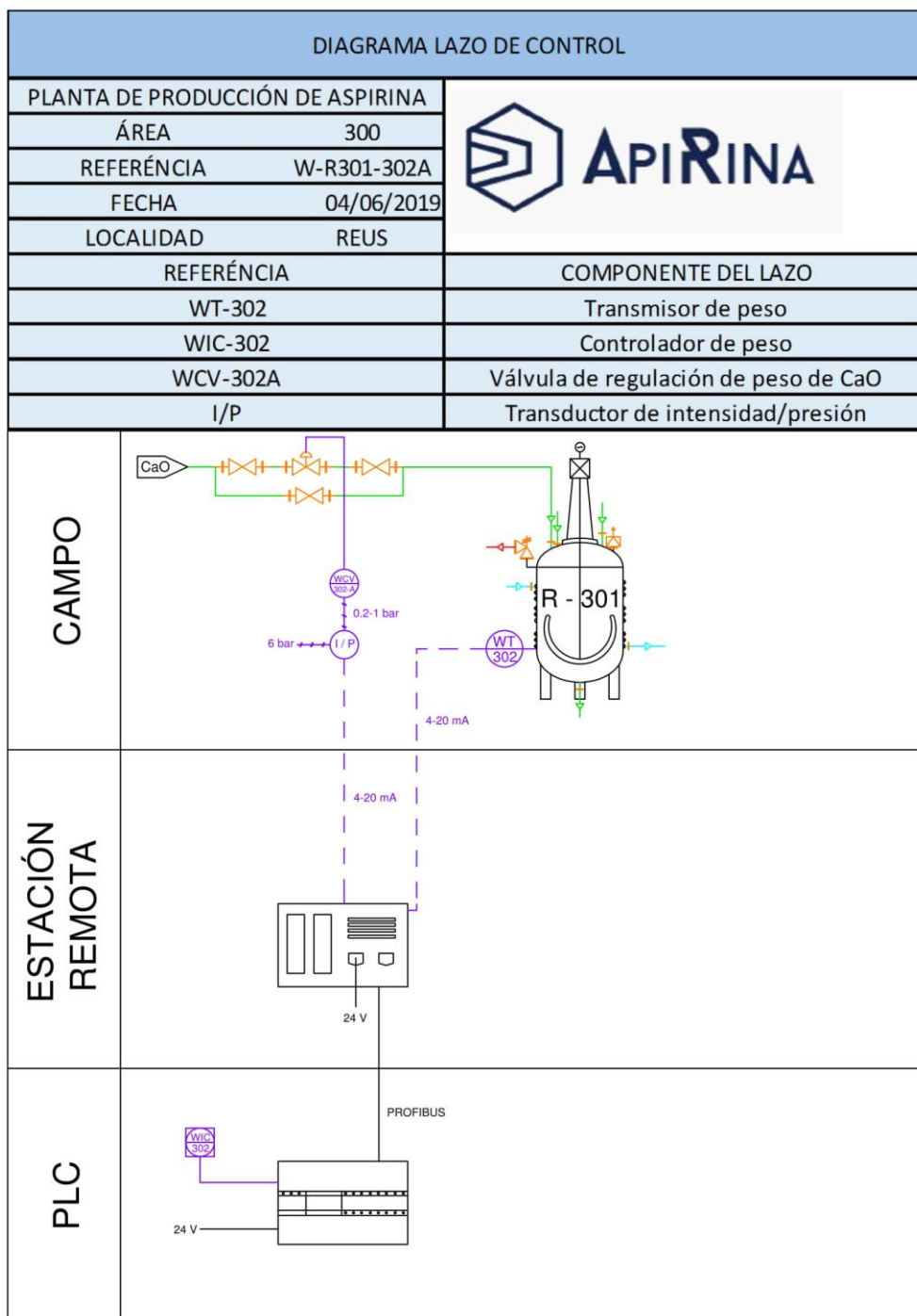
Información lazo W-R301-302A	
Área	300
Set-point	389,34 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de Óxido de calcio
Variable controlada	Peso interno del reactor
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

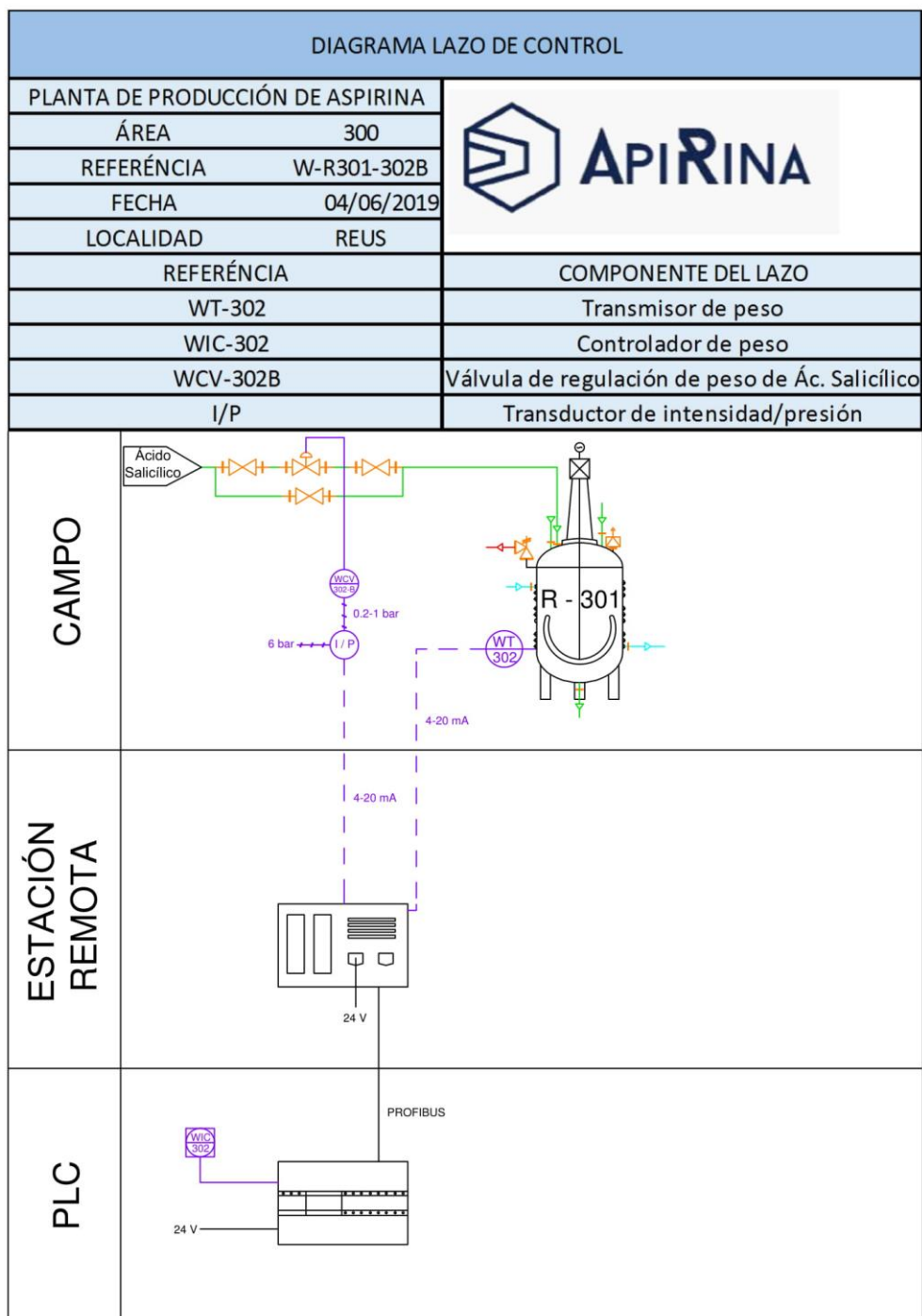
Tabla 3.7-22. Características principales del lazo de control W-R301-302B.

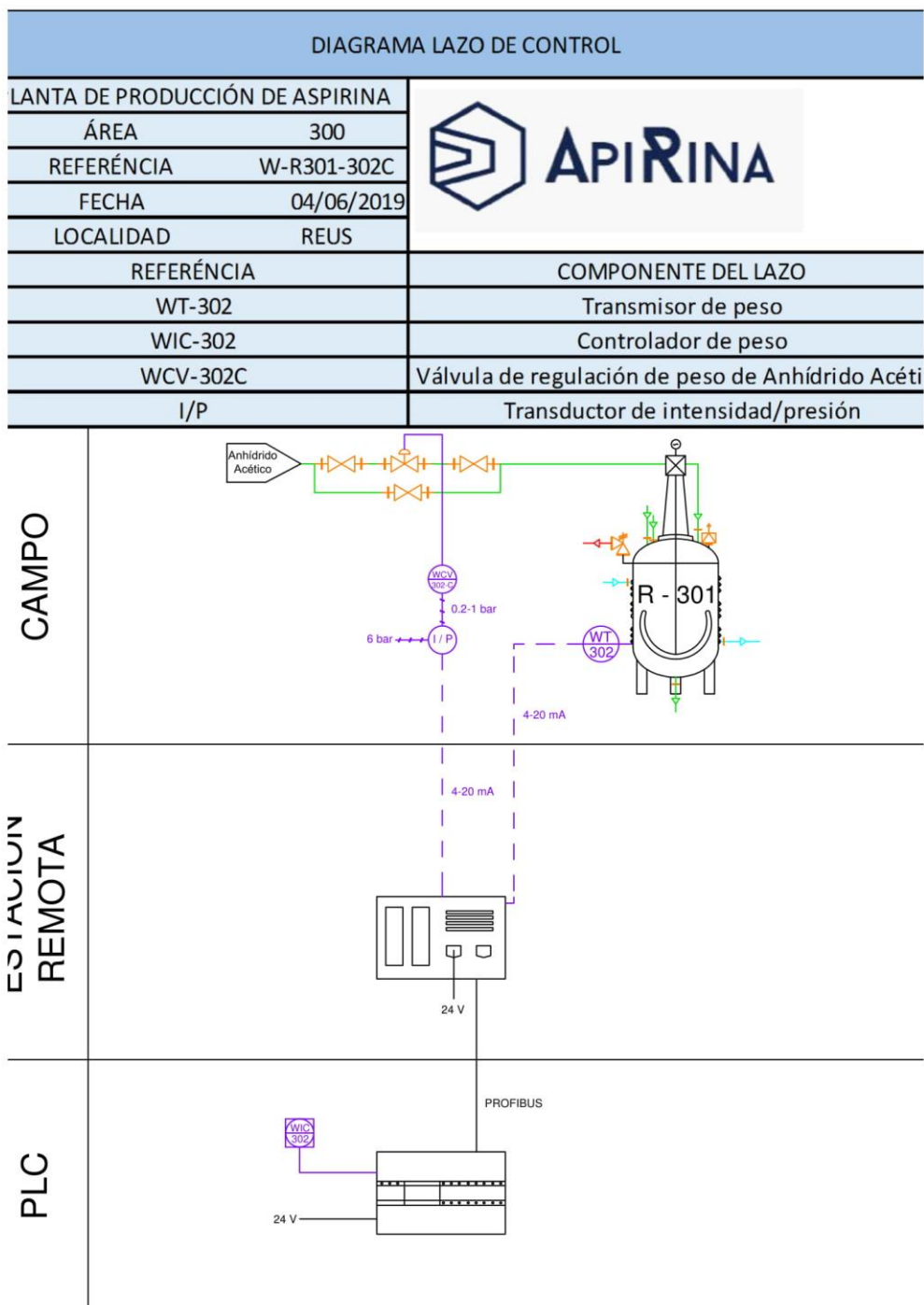
Información lazo W-R301-302B	
Área	300
Set-point	1917,82 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de proceso
Variable controlada	Peso interno del reactor
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante

Tabla 3.7-23. Características principales del lazo de control W-R301-302C.

Información lazo W-R301-302C	
Área	300
Set-point	1418 Kg
Variable manipulada	Caudal de entrada de Anhídrido acético
Variable controlada	Peso interno del reactor
Alarma	No
Método	Rango dividido
Tipo de válvula	Válvula modulante







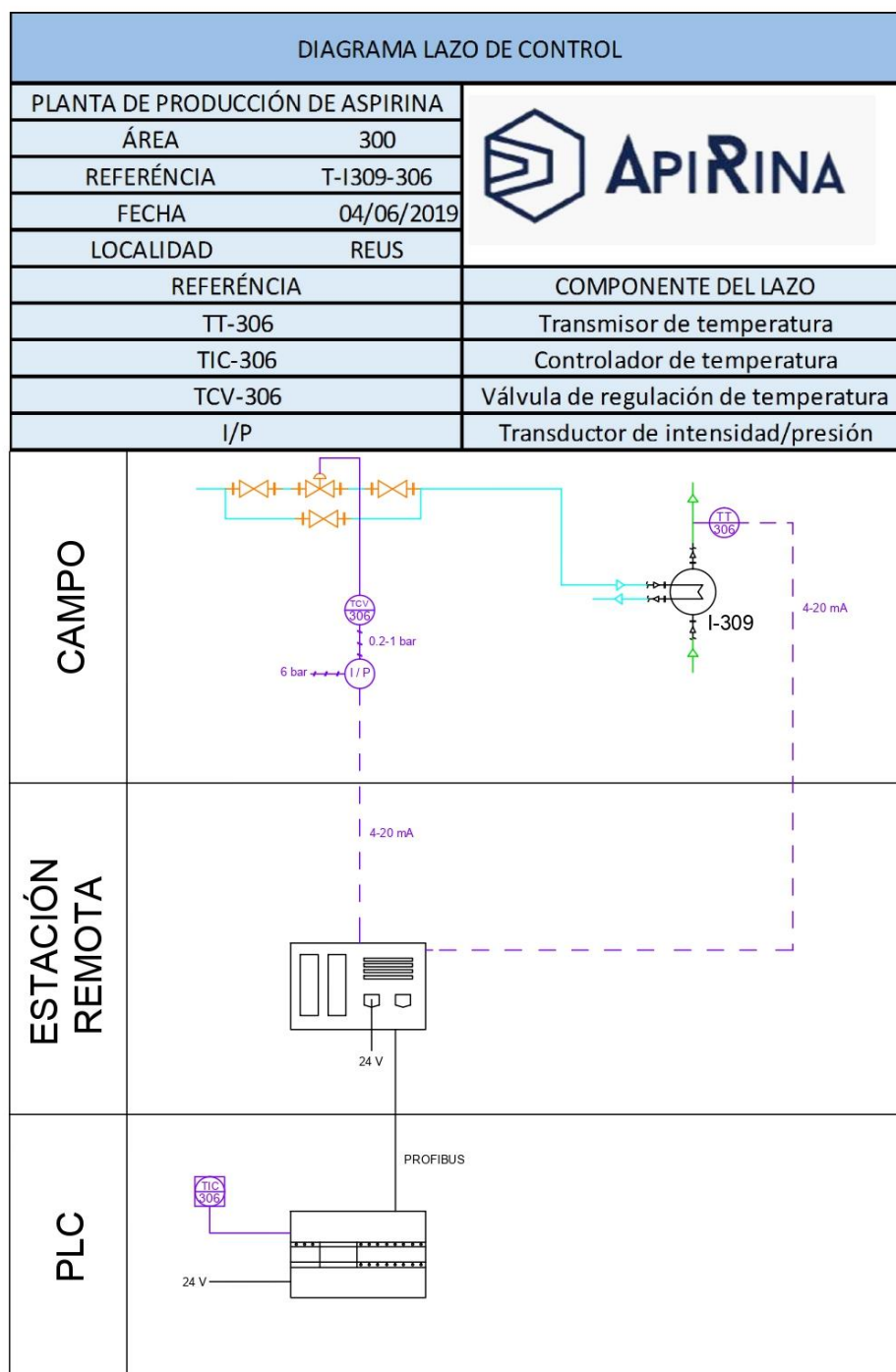
3.7.3.3. Lazo T-I309-306.

El objetivo del lazo de control T-I309-306 es mantener la temperatura del agua en la salida del intercambiador de calor con el fin de enfriar suficientemente el agua obtenida del evaporador que es almacenada en el tanque T-309 para no poner en peligro el producto. Para ello se requiere de un transductor de temperatura que mide la temperatura de salida y en función de los datos obtenidos regula la entrada de refrigerante que en este caso es agua del chiller, de tal forma que se mantenga la temperatura de salida del intercambiador de calor a 5 °C.

Tabla 3.7-24. Características principales del lazo de control T-I309-306.

Información lazo T-I309-306	
Área	300
Set-point	5 °C
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua refrigerante
Variable controlada	Temperatura de salida del intercambiador de calor
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra de forma visual las características del lazo de control de temperatura.



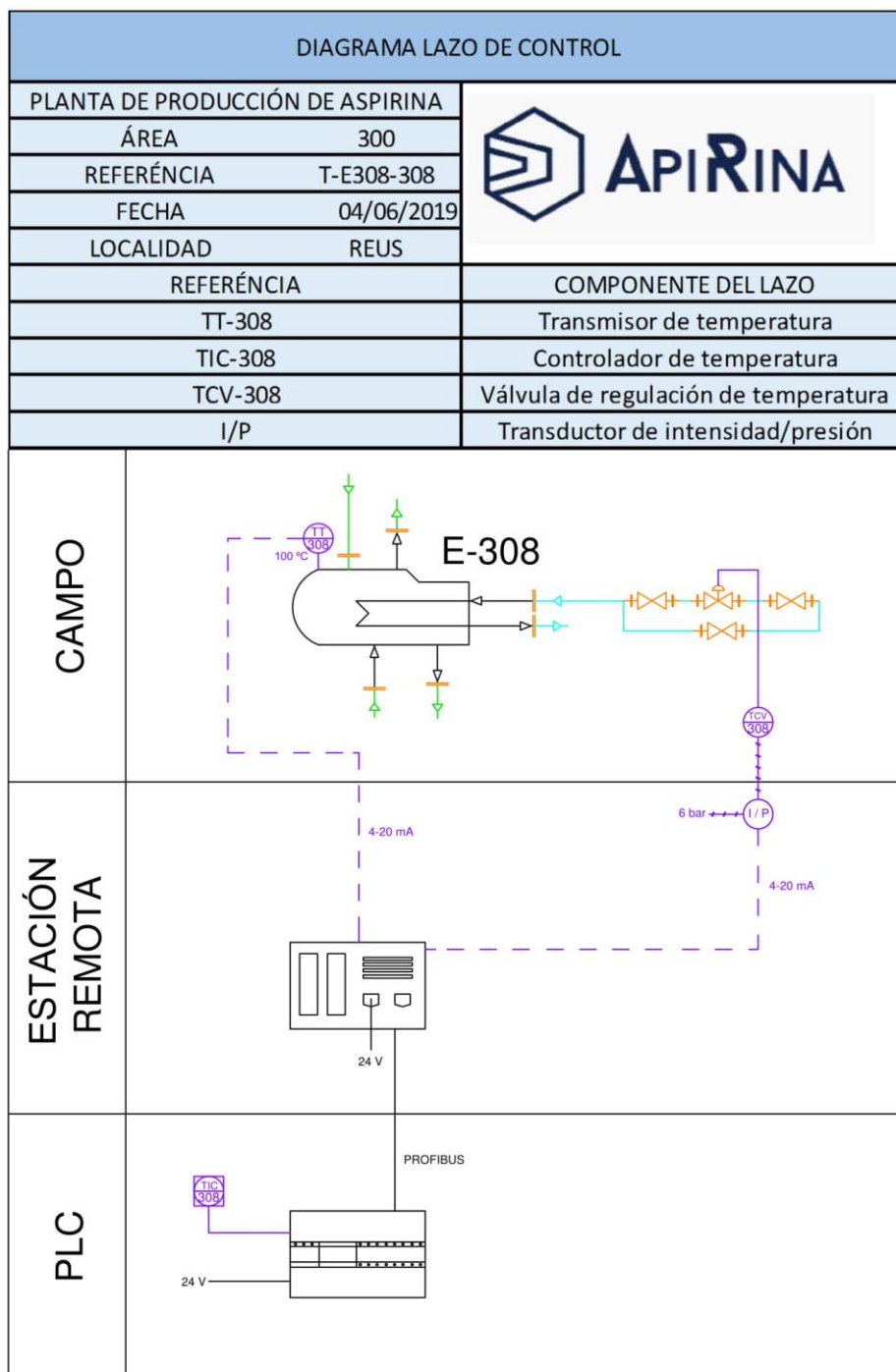
3.7.3.4. Lazo T-E308-308.

La finalidad del lazo de control T-E308-308 es mantener la temperatura interna del evaporador a 100 ° C con el objetivo de evaporar toda el agua que pueda haber. Para ello es necesario un sensor de temperatura que integra un transmisor y una válvula modulante que regula la entrada de vapor, que recibe una respuesta del controlador en función de la temperatura obtenida por el sensor.

Tabla 3.7-25. Características principales del lazo de control T-E308-308.

Información lazo T-E308-308	
Área	300
Set-point	100 °C
Variable manipulada	Caudal de entrada de vapor
Variable controlada	Temperatura interna del evaporador
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se representa el diagrama del lazo de control de temperatura para el evaporador E-308, para obtener de manera más visual la información necesaria de este tipo de lazo.



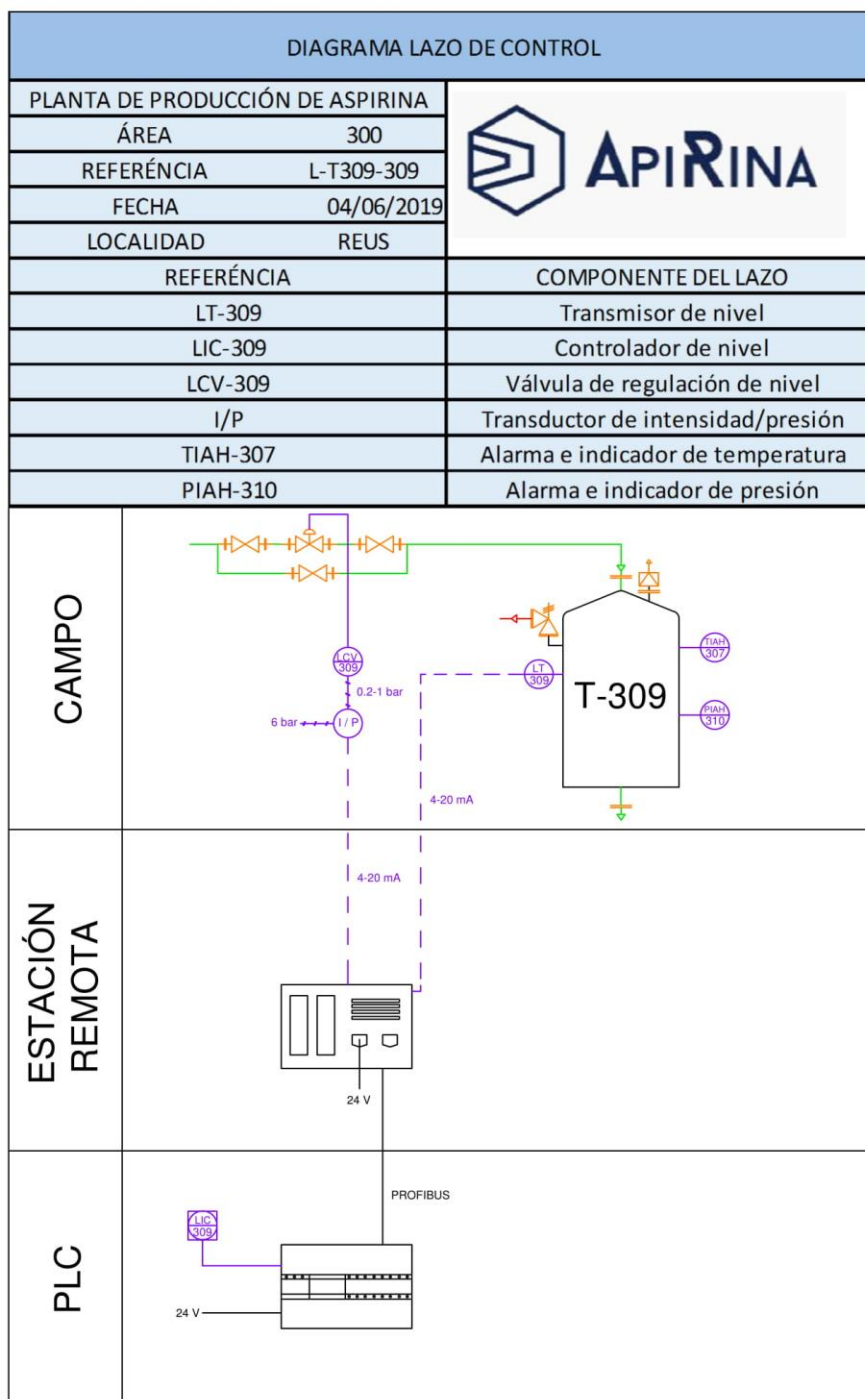
3.7.3.5. Lazo L-T309-309.

El objetivo del lazo de control L-T309-309 es mantener un control robusto del nivel del tanque T-309 que contiene agua, la manera de controlar el nivel es regulando la válvula modulante que permite el paso de entrada del agua del condensador hacia el tanque.

Tabla 3.7-26. Características principales del lazo de control L-T309-309.

Información lazo L-T309-309	
Área	300
Set-point	2,41 m
Variable manipulada	Caudal de entrada de agua proceso
Variable controlada	Nivel del tanque T-309
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

A continuación se representa el diagrama del lazo de control de nivel para el tanque de agua T-309 de esta forma se obtiene de forma más visual un concepto más claro del lazo de control.



3.7.4. Área de acondicionamiento.

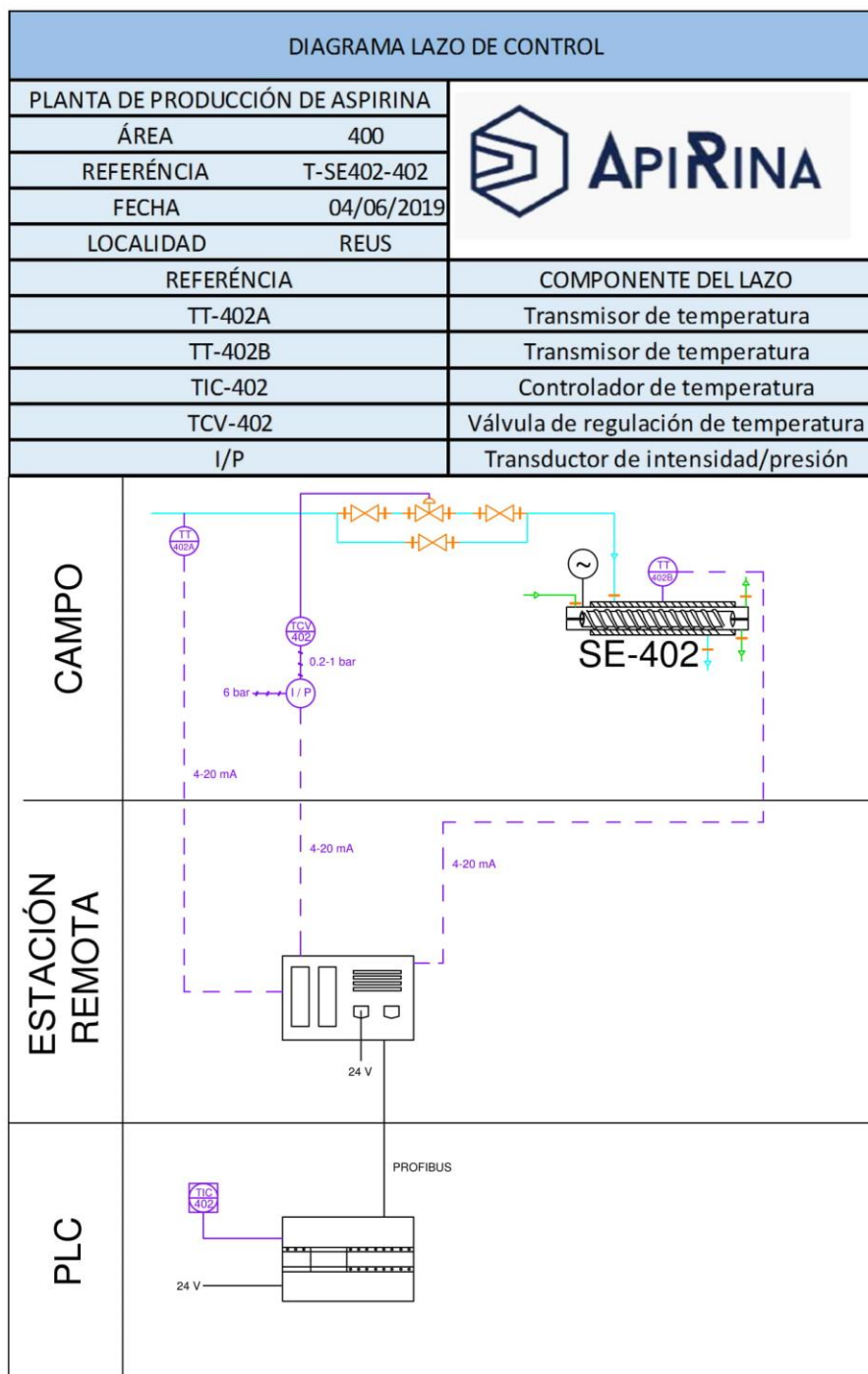
3.7.4.1. Lazo T-SE402-402.

El objetivo del lazo de control L-T309-309 es mantener la temperatura en las condiciones óptimas de proceso con la finalidad de secar el producto y poder evitar ciertas impurezas no deseadas, para ello se requiere de dos sensores de temperatura conectados en cascada que envían al controlador la información con la ayuda de un transmisor y en función de la temperatura obtenida en el interior del secador y la temperatura obtenida del caudal de entrada de vapor al secador, se regula el paso de vapor hacia el secador a partir de una válvula modulante.

Tabla 3.7-27. Características principales del lazo de control T-SE402-402.

Información lazo T-SE402-402	
Área	400
Set-point	-
Variable manipulada	Caudal de entrada de vapor
Variable controlada	Temperatura del interior del secador
Alarma	No
Método	Cascada
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra el diagrama del lazo de control donde se puede observar de forma más visual las características del lazo descrito anteriormente.



3.7.4.2. Lazo L-SF406-403.

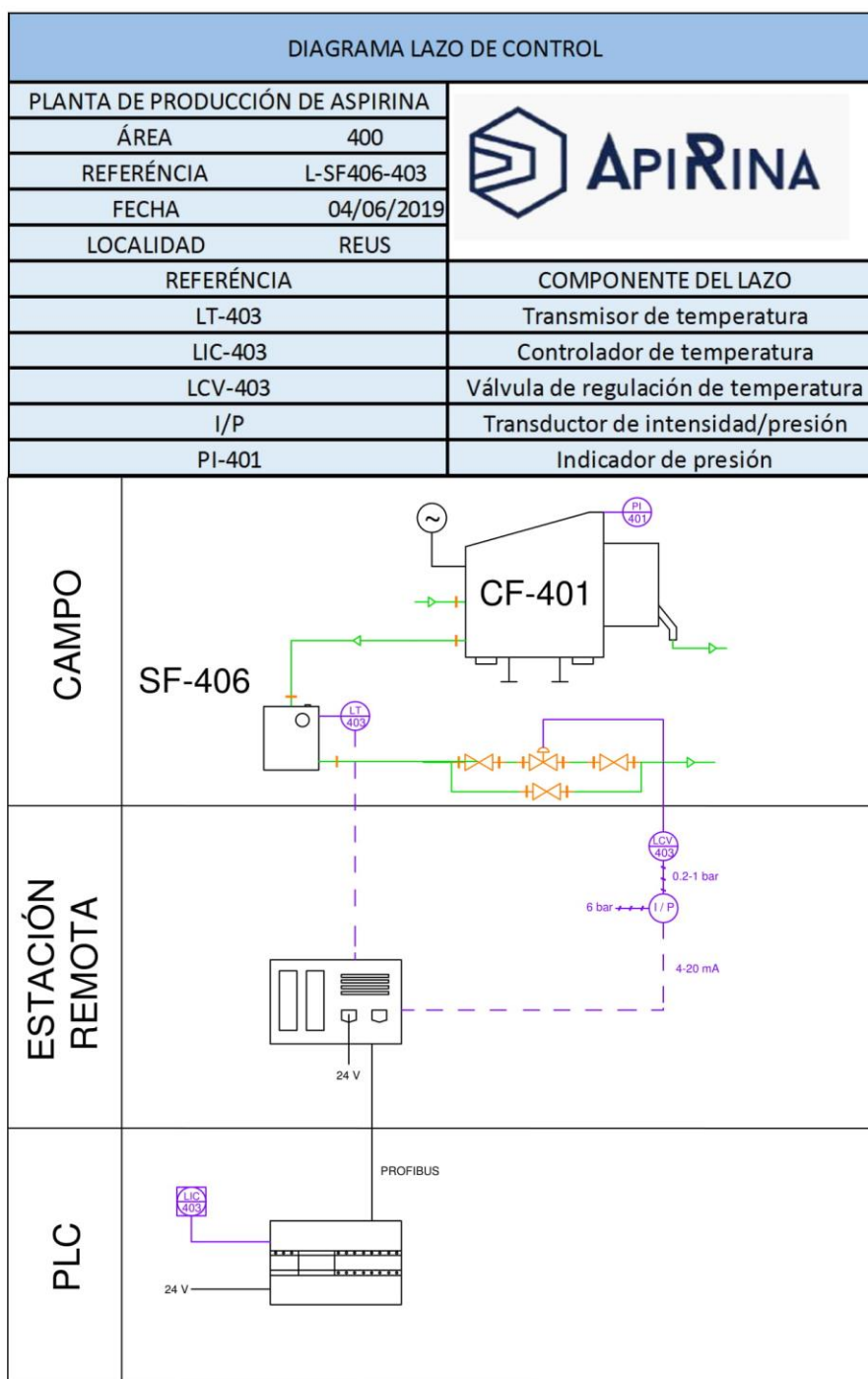
El objetivo de este lazo es mantener el nivel del sifónico siempre controlado, con la finalidad de evitar posibles derrames o sobrepresiones. Para ello se utiliza una válvula modulante en la salida, que es regulada en función del nivel muestreado a partir de un sensor que dispone de un transmisor integrado.

La centrifuga dispone de un indicador de presión con el fin de obtener de manera eficaz la presión interna como medida de seguridad

Tabla 3.7-28. Características principales del lazo de control L-SF406-403.

Información lazo L-SF406-403	
Área	400
Set-point	50 %
Variable manipulada	Caudal de salida del sifónico
Variable controlada	Nivel del sifónico
Alarma	No
Método	Feedback
Tipo de válvula	Válvula modulante

En la siguiente página se muestra el diagrama del lazo de control donde se puede observar de forma más visual las características del lazo descrito anteriormente.



3.8. Secuencia del proceso

Tabla 3.8.1. Secuencia área 200-A

ÁREA 200-A											
Secuencia	LCV-201A	LCV-201B	LCV-201C	MX-201	TCV-202	TCV-211	TCV-205	WCV-206	PCV-207	LIT-209	TCV-212
1	Cerrada	Abierta	Cerrada	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
2	Abierta	Cerrada	Cerrada	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
3	Cerrada	Cerrada	Abierta	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
4	Cerrada	Cerrada	Cerrada	En marcha	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
5	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
6	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada
7	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada
8	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta	Abierta	Cerrada	Abierta
9	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta
10	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta

Tabla 3.8.2. Secuencia área 200-B

ÁREA 200-B					
Secuencia	TCV-212	LCV-215	LCV-216	TCV-218	LCV-219
1	Cerrada	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada
2	Cerrada	Cerrada	Abierta	Cerrada	Cerrada
3	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
4	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta
5	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta

Tabla 3.8.3. Secuencia área 300.

ÁREA 300									
Secuencia	TCV-301	WCV-302A	WCV-302-B	WCV-302-C	MX-301	TCV-306	TCV-308	LCV-309	MX-302
1	Cerrada	Cerrada	Abierta	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado
2	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado
3	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado
4	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	En marcha	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado
5	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Parado	Cerrada	Cerrada	Cerrada	En marcha

Tabla 3.8.4. Secuencia área 400.

ÁREA 400						
Secuencia	MX-302	TCV-402	LCV-403	TCV-308	LCV-309	TCV-306
1	Parado	Abierta	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada
2	Parado	Cerrada	Abierta	Abierta	Cerrada	Cerrada
3	Parado	Cerrada	Abierta	Abierta	Abierta	Cerrada
4	Parado	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Abierta	Abierta

3.9. Bibliografía

[1] IES Huelin, “Sistemas automáticos de control”, Ficheros Tecnología Industrial, Andalucía, última consulta: abril 2019

<http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-AUTOMaTICOS-DE-CONTROL-ampliacion-PAG-1-a-34.pdf>

[2] LinkedIn Corporation, pagina web: SlideShare, “Interpretación de planos y diagramas DTI”, última consulta: abril 2019

<https://es.slideshare.net/osvaldoaeo/interpretacion-de-planos-y-diagramas-dti>

[3] Instrumentación y Control, “Componentes funcionales de un DCS”, última consulta: mayo 2019; Fecha última modificación: 28/11/2011

<https://instrumentacionycontrol.net/componentes-funcionales-de-un-dcs-inspeccionando-el-esqueleto-del-sistema/>

[4] Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, “Sistemas de adquisición y procesamiento de datos”, última consulta: junio 2019

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>

[5] National Instruments Corporation, “Dispositivo de E/S Multifuncional PCI”, última consulta: junio 2019

<https://www.ni.com/es-es/support/model.pci-6229.html>

[6] Endress+Hauser, SA, “Instrumentación de campo”, última consulta: Mayo 2019

<https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-presion/transmisor-presion-diferencial-cerabar>

[7] Zemic Europe B.V, “Células de carga de cortadura doble”, última consulta: abril 2019

<https://www.zemiceurope.com/es/categories/celulas-de-carga/celulas-de-carga-de-cortadura-doble/h9c.html>