

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**AUTOMATIZADO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
CERVEZA ARTESANAL UTILIZANDO PARÁMETROS DE
TEMPERATURA Y VOLUMEN MEDIANTE PLC SIEMENS
S7- 1200 CON MONITOREO Y CONTROL POR HMI**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTADO POR

Bach. Melgarejo Sandoval, Ronald Janson

ASESOR: Dr. Ing. Sotelo Valer, Freedy

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a toda mi familia y amigos, quienes supieron guiarme, darme fuerzas para seguir adelante y mantenerme firme; enseñándome a no desfallecer en el intento de cada etapa del progreso de esta tesis.

Ronald Melgarejo Sandoval

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi alma máter por ser parte de ella y poder estudiar mi carrera. Así como a todos los docentes que fui conociendo etapa tras etapa de mi carrera universitaria, que me apoyaron y brindaron sus conocimientos.

Y para culminar a mis amigos de colegio y etapa universitaria, ya que gracias a su amistad, compañerismo y apoyo aportaron a mis ganas de salir adelante y culminar mi carrera profesional.

Ronald Melgarejo Sandoval

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Formulación y delimitación del problema	1
1.2 Problema general y específico	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Importancia y justificación del estudio	3
1.3.1 Importancia	3
1.3.2 Justificación del estudio.....	3
1.4 Objetivo general y específico	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes Internacionales del estudio de investigación.....	5
2.2 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	8
2.2.1 Materia prima de cerveza artesanal	8
2.2.1.1 Malta.....	8
2.2.1.2 Lúpulo.....	9
2.2.1.3 Levadura	10
2.2.1.4 Agua	11
2.3 Procesos de producción de cerveza artesanal	11
2.4 Industria 4.0	14
2.5 Controlador Lógico Programable (PLC)	19
2.6 HMI.....	21
2.7 Sensores	24
2.7.1 Sensores de Temperatura.....	24
2.7.2 Sensor de Nivel.....	26
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL SISTEMA	31
3.1 Diseño del sistema	31
3.2 Diseño Mecánico	31
3.2.1 Infraestructura de la línea de producción	31
3.2.2 Sistema de tuberías	32
3.2.3 Selección del material de los tanques y la tubería.....	33
3.2.4 Selección del tipo de válvula.....	35

3.3	Diseño del sistema Electrónico	36
3.3.1	Sensor de temperatura:	36
3.3.2	Sensor de Nivel.....	38
3.3.3	Resistencia de inmersión	40
3.3.4	Bomba magnética	41
3.3.5	Electroválvula.....	42
3.3.6	Controlador lógico PLC Siemens s7- 1200	42
3.3.7	Relé.....	43
3.3.8	Contactador	44
3.3.9	Pantalla HMI	45
3.4	Automatización del proceso de elaboración de cerveza artesanal	48
3.4.1	Automatización del proceso	48
3.4.2	Diseño de la Interfaz Humano-Máquina (HMI)	60
	CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
4.1	Datos de PLC-SIM.....	63
4.2	Datos en el HMI.....	65
4.3	Costo de componentes para el automatizado de los procesos	66
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS.....	75
	Anexo 1: Ley N° 29632	75
	Anexo 2: Comparing the CPU models of PLC S7-1200	80
	Anexo 3: Basic HMI panels	83
	Anexo 4 Simatic HMI KTP400 Basic Technical Data	83
	Anexo 5: Resistencia Kippen 5024C	87
	Anexo 6 Omron MK2P-I Datasheet	88
	Anexo 7: Datasheet Sensor Pt100.....	90
	Anexo 8: Características ET 200SP Módulos de entradas analógicas AI 4xRTD/TC ...	91
	Anexo 9: Datos técnicos AI 4xRTD/TC 2-/3-/4 wire HF.....	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de los 3 principales sensores.	25
Tabla 2 Uso industrial y aplicaciones.	34
Tabla 3 Ventajas de tipos de válvulas.	35
Tabla 4 Principales características de cada sensor.	36
Tabla 5 Datos técnicos del sensor Pt100 WTR140.	37
Tabla 6 3 tipos de sensores de nivel.	39
Tabla 7 Principales características de la resistencia de inmersión Wang shufang.	41
Tabla 8 Características de la bomba magnética.	41
Tabla 9 Ficha técnica PLC Siemens s7- 1200.	43
Tabla 10 Comparación del contactor.	44
Tabla 11 Datos técnicos contactor Omron.	45
Tabla 12 Modelos de pantalla HMI.	45
Tabla 13 Ficha técnica HMI Simatic KTP400 Basic.	47
Tabla 14 Variables del sistema.	55
Tabla 15 Variables de memoria.	56
Tabla 16 Costo del sistema electrónico.	66
Tabla 17 Costo del automatizado.	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 El color de la cerveza.	8
Figura 2 Actividad enzimática en 1 hora de macerado.	13
Figura 3 Evolución de la automatización.	15
Figura 4 El pato de Vaucanson (cortesía de Festo).	16
Figura 5 Modelo Estructural de un sistema automatizado.	18
Figura 6 PLC marca Siemens modelo S7-1500 conectado a diversos módulos.	19
Figura 7 Estructura del PLC.	20
Figura 8 Diagrama Ladder de marcha/paro con enclavamiento de un motor DC.	21
Figura 9 Pantallas integradas.	22
Figura 10 Resistencia de inmersión.	27
Figura 11 Utilidades del software Tia Portal.	29
Figura 12 Distribución de los tanques.	32
Figura 13 Curva característica del sensor PT100.	37
Figura 14 Bomba magnética.	42
Figura 15 Pantalla KTP400 Basic.	46
Figura 16 Diagrama básico de un sistema de control de temperatura de lazo cerrado. ..	50
Figura 17 Relación entre la curva de temperatura y el control ON/OFF.	50
Figura 18 Configuración de la dirección IP del PLC Siemens S7-1200.	51
Figura 19 Configuración del módulo AI 4xRTD.	57
Figura 20 Programación Ladder en TIA Portal.	58
Figura 21 Conversión del tiempo.	59
Figura 22 Control On/Off.	59
Figura 23 Proceso de maceración.	59
Figura 24 Giro de paleta.	60
Figura 25 Proceso de aspersion.	60
Figura 26 Algunas variables declaradas en el HMI.	61
Figura 27 Asignación de la variable al componente del HMI.	62
Figura 28 Plantilla del proceso en HMI.	62
Figura 29 Estado inicial del proceso de calentamiento de agua.	63
Figura 30 Proceso de calentamiento del agua.	64
Figura 31 (A) Estado inicial del proceso de maceración. (B) Proceso de maceración. ..	64
Figura 32 Proceso de aspersion.	65
Figura 33 Pantalla de inicio.	65

Figura 34 Estado inicial del proceso..... 66

RESUMEN

El objetivo por el cual se desarrolló este proyecto de titulación es un sistema de control automatizado para la elaboración de cerveza artesanal. Esto ha sido llevado a cabo por medio de la programación de un PLC el cual interactúa con el usuario por medio de una pantalla HMI, permitiéndole llevar a cabo el estilo de la receta determinada que se desea, controlando automáticamente parámetros como: el volumen de agua a utilizar, por medio de bombas, caudalímetro y sensor de nivel, resistencia eléctrica, temperatura a través de los quemadores industriales, enfriador de placa, recirculación del líquido, tiempos de cada etapa y registro de descriptivo de la receta desarrollada. Del mismo modo, para el control de flujo de líquidos se hizo por medio de válvulas solenoides con cuerpo de acero inoxidable, como la mayor parte de los recursos elegidos aptos para la utilización industrial y de tipo alimenticio.

Con la automatización de la fabricación de cerveza artesanal, los procesos de elaboración de cerveza se mantienen de manera estable y controlada, relacionadas con el desarrollo y análisis del proceso de elaboración como las variables sistemáticas, que de esta manera se mantienen los parámetros de control del tiempo y la temperatura más preciso, lo que mejora en la calidad final como cuerpo, sabor, amargor, aroma de la cerveza artesanal; con el fin de elegir el sistema que mejor se adapte a los requerimientos del usuario.

Palabras Clave: *Adaptativo, usuario de interfaz amigable, elaboración, cerveza artesanal, sistema automatizado.*

ABSTRACT

The objective for which this degree project was developed is an automated control system for the production of craft beer. This has been carried out through the programming of a PLC which interacts with the user through an HMI screen, allowing him to carry out the style of the specific recipe that is desired, automatically controlling parameters such as: the volume of water to be used, by means of pumps, flow meter and level sensor, electrical resistance, temperature through the industrial burners, plate cooler, recirculation of the liquid, times of each stage and a descriptive record of the recipe developed. In the same way, to control the flow of liquids, it was done by means of solenoid valves with a stainless-steel body, as most of the resources chosen suitable for industrial and food-type use.

With the automation of the manufacture of craft beer, the brewing processes are maintained in a stable and controlled manner, related to the development and analysis of the brewing process as the systematic variables, which in this way the control parameters of the more precise time and temperature, which improves the final quality such as body, flavor, bitterness, aroma of the craft beer; in order to choose the system that best suits the user's requirements.

Key Words: *Adaptive, user-friendly interface, brewing, craft beer, automated system.*

INTRODUCCIÓN

Se hizo esta investigación sobre la producción y preparación de cerveza artesanal, averiguando sobre otros tipos de elaboración de otros trabajos de científicos sobre los procesos que requieren la producción, Así como la mejora y optimización de materia prima.

La elaboración consiste de 6 procesos: molienda, maceración, aspersion, cocción, fermentación y maduración, clarificación y envasado. Del cual el envasado se realiza de forma tradicional, por falta de tiempo para la programación. Además, se juntaron algunos procesos para ser más efectivos en la producción.

En cuanto a la programación, que se realiza en Tia Portal, incluye la probabilidad de preparación de diversos tipos y variedades de cerveza artesanal, la cual se determina al inicio del proceso. Cada cerveza tiene una característica o peculiaridad que tiene que seguir de manera secuencial para no influir en la calidad, aroma, cuerpo, amargor y sabor.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se detalla el planteamiento del problema, el problema general y los problemas específicos, así como el objetivo general y objetivos específicos. Por último, la justificación, alcance y limitaciones de la investigación y su importancia.

1.1 Formulación y delimitación del problema

A pesar de la alta posición adquirida por parte de las cervezas industriales en el sector cervecero, en los últimos años, un grupo de empresarios de diferentes partes del mundo han ingresado con éxito en este campo ofreciendo una nueva propuesta: las cervezas artesanales. El proyecto se completó en colaboración con cerveceras artesanales y actores relacionados, que con mucha frecuencia lograron formar asociaciones de cervecerías artesanales locales y regionales. No obstante, la cerveza industrial ha mejorado con los avances tecnológicos y científicos que se han desarrollado en el transcurso del tiempo y es actualmente la más conocida por las personas, además para su proceso no requiere de bastante gente para su elaboración de miles de litros y sus insumos están controlados minuciosamente. Por lo tanto, las cerveceras industriales buscan reducir costos, posicionar marca y crecer en ventas.

En el Perú, gracias a la creciente demanda de cerveza artesanal, se crea una oportunidad de ingresar al mercado, lo que permite tener diversidad de sabores en el mercado. Pese a que crecen cada día, los pequeños empresarios estiman que alrededor de 1.5 millones de litros de cerveza artesanal este año en el país (Schawalb Ignacio) y estas ventas generan S/. 30 millones. La elaboración de cervezas artesanales podría alcanzar el 1% del consumo de la cerveza en el Perú (Sedó, 2019). Actualmente, los distribuidores artesanales representan alrededor de 0.3% del sector total y no logran establecerse en el mercado a gran escala. El Comercio (2019)

Un caso particular de la producción de cerveza artesanal, la planta cervecera artesanal Roberta que se dedica a la producción de cerveza lager alemán, la cual presenta características que podrían ser mejoradas en el área de ingeniería; es decir, desde el molido de las maltas hasta el envasado, el proceso es de forma convencional, lo que origina que no se puede optimizar sus costos y capacidad de producción con su ejecución, tener el control de temperatura y calidad, además de un registro y control

de tiempo, así como la materia prima empleada en la realización y los requerimientos de los mismos.

Debido que la elaboración de cerveza artesanal en su mayoría es realizada de forma tradicional, su calidad al final de la elaboración es variable y no es homogénea. Esto no permite comercializar su producto final de manera competitiva y esto conlleva a pérdidas económicas.

Este trabajo surge en automatizar la cervecera artesanal Roberta, al encontrar la carencia de tecnología en estas plantas a nivel local, lo que requiere de un seguimiento de la mano de obra y de ciertos parámetros en los procesos que afectaran el resultado final, generando pérdidas económicas. En el proceso de elaboración de cerveza artesanal existen problemas de control de calidad y el control de temperatura adecuado, que al generar una falla en uno de los procesos genera la pérdida total de insumos; por ende, la pérdida de producción. También manejar el adecuado tiempo para la realización de cada proceso, ya que de igual modo generaría pérdidas económicas si este parámetro falla. Al no contar con un área de ingeniería, se observa la necesidad de una mejora en el proceso de producción al realizar todos los procesos de forma manual. Para ello en la presente investigación se formula la siguiente interrogante: ¿La automatización en la elaboración de cerveza artesanal podrá optimizar los costos y la capacidad de producción utilizando PLC Siemens?

1.2 Problema general y específico

1.2.1 Problema General

¿Cómo automatizar el proceso de producción de cerveza artesanal utilizando parámetros de temperatura y volumen mediante PLC Siemens S7-1200 con monitoreo y control por HMI?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo seleccionar un sistema de control adecuado para el proceso de elaboración de cerveza artesanal?
- b) ¿Cómo diseñar la programación del PLC Siemens s7- 1200 para el control del proceso de elaboración de cerveza artesanal?
- c) ¿Cómo diseñar la interfaz que permita mostrar los valores durante el proceso de elaboración de cerveza artesanal mediante el uso del HMI?

1.3 Importancia y justificación del estudio

1.3.1 Importancia

Este trabajo permite obtener un control automatizado de una planta del cual se puede tener control de la materia prima empleada, el uso adecuado de la energía, evitar la fatiga del operario y los colaboradores al repetir varias veces el mismo proceso, control adecuado de la temperatura, reducción de costos en producción, posibilidad de controlar varios procesos con un solo operario, obteniendo mayor capacidad de litros en el mismo tiempo para la fabricación de cerveza artesanal. Todo ello beneficiaría a los maestros cerveceros y/o dueños al momento de que quiera expandir su producción y ofrecer su cerveza al mercado, adquiriendo sus recetas propias y dando homenaje y recreando a los diferentes tipos de cerveza.

1.3.2 Justificación del estudio

Justificación tecnológica: En este trabajo se utiliza PLC en conjunto con una interface HMI y su programación se desarrolla en el software Tia Portal, esto permite la automatización de la elaboración cerveza artesanal y optimizará los costos en la materia prima empleada y reducir el apoyo de la mano de obra en otras áreas y mejorar los procesos de elaboración.

Justificación sanitaria: La importancia de esta investigación, en el área sanitaria se tiene un mejor control de temperatura y tiempo en los procesos de cocción pudiendo asegurar la sanitización de la cerveza, eliminando así dextrinas o taninos, convirtiendo el producto tradicional en un producto de mejor calidad.

Justificación económica: El desarrollo de esta tesis generará un ahorro en gastos de materia prima y eficiencia en la elaboración de la cerveza artesanal. Lo que dará un mejor beneficio a la empresa que implemente este modelo de automatización en sus cervecerías artesanales.

Limitaciones del estudio

Debido a las características térmicas de los procesos se requerirá sensores de temperatura que soportan hasta los 100°C, por lo que estos sensores deben tener una buena resistencia al calor, al flujo del líquido, a la humedad del ambiente que afectan la sensibilidad del sensor, ya que estos se utilizarán en producciones

pequeñas de cien a doscientos litros y no servirían en producciones grandes por la variación de rango de temperatura que son más altas.

Además, por los mismos requerimientos se tendrían que cambiar parte del sistema mecánico como las ollas o tanques y tuberías para la elaboración si se requiere un mayor volumen de cerveza artesanal.

1.4 Objetivo general y específico

1.4.1 Objetivo general

Automatizar el proceso de producción de cerveza artesanal utilizando parámetros de temperatura y volumen mediante PLC Siemens S7-1200 con monitoreo y control por HMI.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Seleccionar un sistema de control adecuado para el proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- b) Diseñar la programación del PLC Siemens s7- 1200 para el control del proceso de elaboración de cerveza artesanal.
- c) Diseñar la interfaz que permita mostrar los valores durante el proceso de elaboración de cerveza artesanal mediante el uso del HMI.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se detallan los antecedentes más relevantes que están vinculados con la investigación, así como los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo correcto.

2.1 Antecedentes Internacionales del estudio de investigación

Colignon y Roldán (2018), en su trabajo en el cual automatiza un proceso para elaboración de cerveza artesanal. En esta investigación tiene como fin de diseñar un sistema que asegurará la repetitividad, calidad, control y registro de las variables en la elaboración de una cerveza artesanal, se generó un equipo semiautomático para una línea de producción de 300 litros por lote; en el cual se logró una máquina robusta que logra una elaboración controlada, personalizable y precisa, registrando todas las variables y etapas en un archivo de formato CSV almacenable automáticamente en una tarjeta SD. Del cual se concluye una forma de automatizar los procesos para la producción cervecera que puede competir en el mercado con equipos de iguales o inferiores en características a nivel local y adaptarse a los distintos requerimientos del cliente.

Bruschini y Quinteros (2020), en su proyecto de tesis que se desarrolla de cómo hacer planta automatizada para la fabricación de cerveza artesanal. Este proyecto se basó en la idea de automatizar fábricas de cerveza artesanal que existen en el mercado, se encontró una necesidad en el área tecnológica en estas, lo que hizo una obligación tener un control constante, sin contar que ciertos parámetros no se controlan adecuadamente creando problemas en el producto final, además de la variabilidad en los tipos de cervezas que se producen requieren un control adicional a la hora de agregar ingredientes en los procesos. Lo que se concluye es que la automatización del proceso requerirá materiales para la construcción que son costosos y se requieren muchos en la operación. Se necesita ajustar lo que se obtiene, utilizando técnicas que reemplacen lo que no se obtiene con materiales similares. Para tener una base que se pueda actualizar con futuras inversiones.

Terán (2018), en su investigación de diseño e implementación de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal. Esta investigación tiene como objetivo el diseño de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal, que incluye aspectos como los parámetros a controlar y los rangos de operación. El cual se diseña e implementa el sistema de control automático para los procesos de cocción, ebullición del agua, enfriamiento, maceración. Del cual se concluye que, al automatizar la línea de producción, se logrará reducir la capacidad física y la cantidad de personas necesarias para realizar pequeñas tareas, lo que reduce las tareas de producción y permite a los operadores realizar otras tareas tal como están. Que es algo muy importante, excelente y rentable para las empresas.

Delgado (2019), en su proyecto centrado en el montaje y automatización de una planta de cerveza casera. En el cual se desarrolló un sistema de elaboración de cerveza casera, con una automatización de alta gama y montaje de fácil acceso para la elaboración de una cerveza de calidad que pueda tener una baja variabilidad y una repetitividad en la producción. Inicialmente se asumió que todos los materiales utilizados debían estar estandarizados y estructurados, pero esta suposición era inaceptable. Esto es especialmente cierto para contenedores y puertas. En conclusión, esta investigación para lograr la autosuficiencia del sistema, es necesario crear elementos específicos de características para ciertos objetos, además de modificar elementos pre configurados. Lo cual permitirá a este trabajo de investigación usar ideas para la configuración del diseño.

Tul (2016), en su investigación de diseño e implementación del prototipo de un sistema automatizado para la elaboración de cerveza artesanal. En esta investigación se diseñó e implementó un sistema electrónico con el objetivo de controlar de forma automatizada cada uno de los pasos de elaboración de la bebida y de esta manera conseguir homogeneidad y lograr cumplir los estándares de calidad y correcta salubridad del producto para la obtención los permisos emitidos por el ente regulador en el Ecuador. Usando el método comparativo, está claro que el tiempo de producción del producto se acorta y el valor de la producción diaria aumenta y es posible reducir el control del equipo casi en su

totalidad en los pasos que deben operar los operadores y de forma experimental se determinó que los sensores de nivel en el sistema deben ser de acero inoxidable por estar expuesto a altas temperaturas. Del cual se concluye que la puesta en marcha del prototipo permitió lograr la elaboración de cerveza artesanal; Lo que será útil para determinar y controlar mejores procesos de la investigación.

Castillo (2017), en su proyecto de automatización de una planta de cerveza artesanal de “Easy Brewing.”. En este se desarrolló un proyecto de creación de un sistema automático de producción de cerveza artesanal en el cual se logra cambiar el tiempo de cocción en el programa como también los parámetros de las recetas para lograr un sistema apto para diferentes cervezas; el cual fue hecho de manera empírica lo que permitió la selección de piezas para el sistema; con la ayuda de expertos en los procesos cerveceros; y el adecuado emplazamiento de los diferentes equipos del proceso para maximizar su efectividad. Lo que concluye en que el sistema mejora las cantidades producidas para los pequeños productores de cerveza artesanal, esto les posibilita agregarse en el mercado y obtener niveles similares al de la competencia de producción industrial y que el sistema es tan versátil que es posible agregarle diferentes componentes para control o diversas acciones en la cervecería. Esto será útil para la investigación del presente trabajo para ser de referente en parte de la formación del plan de desarrollo de esta investigación.

Guzmán (2020), en su trabajo de investigación de un sistema de control automático para el proceso de maceración enfocado a la fabricación de la cerveza artesanal. En esta investigación se desarrolló un proyecto que tiene como objetivo implementar un sistema de control automático para la maceración de cerveza Artesanal que se centra en la funcionalidad de las partes con el fin de lograr un espacio de trabajo óptimo. El cual consto de 4 fases: investigación del proceso de maceración, diseño e implementación del hardware y software, implementación de la red de comunicación entre el software y el hardware y la comprobación de resultados de forma experimental. Del que se concluye que es factible un diseño de la estructura que fuera óptima para la implementación de la estructura facilitando la ubicación de la bomba y olla; permitiendo tener espacio para la

ubicación de los sensores, resistencias y electroválvulas que se usarán en el proyecto. El cual servirá como apoyo técnico para esta investigación.

2.2 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.2.1 Materia prima de cerveza artesanal

2.2.1.1 Malta

La malta es el grano germinado y tostado. Para ser más explícito, el grano se germina, se seca y se lleva a temperaturas distintas para lograr activar sus enzimas, de esta forma estas logren después ser utilizadas en maceración para degradar su almidón en azúcares. El segundo objetivo es darle al grano malteado distintas propiedades, de acuerdo con la temperatura que se le exponga en el malteado. Estas propiedades, como color, sabor y aroma, se expresarán en la cerveza terminada.

La germinación es el proceso mediante el cual las semillas producen las enzimas necesarias para su posterior procesamiento. Para hacer esto, la humedad debe de estar cerca del 45%. (Hughes & Baxter, 2003). Esto se logra sumergiendo las semillas, teniendo el agua a unos 16 °C. (Hornsey, 2002) y a los procesos de secado; las semillas se dejan en el aire, minimizando los efectos de los cambios de temperatura. (Tintó, 2004). Alternando la exposición entre el aire y el agua evita que las semillas absorban todo el oxígeno del agua remojada, esto retrasa la germinación y previene la formación de enzimas. (Hornsey, 2002).

El aroma y los colores de la malta, como se observa en la figura 1, dependen de la temperatura de secado y la duración de la germinación y se logra de una malta amarilla hasta una de color negro. En la producción de una cerveza, se puede usar una sola malta como base, pero en general, la mayoría a menudo usa 2 a 3 maltas diferentes.



Figura 1 El color de la cerveza.

Fuente: <https://www.mundocerveza.com/el-color-de-la-cerveza-si-importa/>

En la importancia de la malta, se pueden mencionar más ventajas, ya que su alto magnesio, potasio, zinc, fósforo, sodio y calcio contribuyen a la estimulación de los nervios y regulan las hormonas.

En el ámbito deportivo, permite la recuperación de líquidos y nutrientes después de los entrenamientos. En la salud ayuda a digerir los carbohidratos, y es diurético, ya que la malta está ayudando a las toxinas acumuladas en el cuerpo para reducir la retención de líquidos.

2.2.1.2 Lúpulo

‘*Humulus lupulus*’ es la que más se utiliza en las cervecerías, además es una planta que tiene una diversidad morfológica” (Wolfgang, 2003), los agricultores tienen problemas para cultivar; por ello realizan injertos para obtener los más destacados lúpulos. (Hough, 1990).

Posteriormente a la cosecha, los lúpulos se secan en horno con aire caliente. La humedad que contiene el lúpulo en la cosecha es del 75 al 80%, pero debe disminuirse al 10 % para el almacenamiento durante el periodo requerido. (Tintó, 2004).

El lúpulo tiene la capacidad de bloquear los azúcares dulces de los cereales y, además de ser un precursor de la actividad de la levadura, también contiene alfa-ácidos que tienen un efecto antibiótico sobre las bacterias. (Huxley, 2013).

En la elaboración de la cerveza, en los diferentes procesos de fabricación los lúpulos se añaden ya sea al inicio o en la etapa final, dependiendo del resultado que se requiere obtener. Si se añade al principio otorga un aroma singular, caso contrario se añade un aroma y sabor a lúpulo.

Seguidamente, se detallan los diferentes tipos de lúpulos según sea el tiempo en el que se añade.

Lúpulo de aroma

Se agrega el lúpulo con el fin de mejorar el aroma de la cerveza. Estos lúpulos bajan la concentración de amargor, dándole un aroma más suave a la cerveza.

Debido a la volatilidad y a que se evite su evaporación, estos lúpulos son añadidos casi en el final del proceso de hervido.

Lúpulo de amargor

Se logra obtener un mayor o menor grado de amargor adicionando este lúpulo a la cerveza, según sea el estilo o tipo de cerveza a elaborarse y la cantidad a añadirse.

Se agrega al inicio del proceso de hervido o una hora antes de culminar con el proceso de cocción para obtener el amargor requerido.

Lúpulo de sabor

Hay diferentes tipos de lúpulos que solo se utilizan para dar sabor, ya que tienen una concentración baja en cuanto a aroma y amargor.

Estos lúpulos son añadidos entre los 20 a 40 minutos antes de culminar el proceso de cocción, así irán disolviéndose los aceites y sabores.

2.2.1.3 Levadura

La levadura es un hongo unicelular que crea enzimas capaces de ocasionar la fermentación alcohólica de los carbohidratos. La cerveza es una bebida que se produce a través de la fermentación; no obstante, se hace una y otra vez alusión a la levadura como un componente importante, ya que constituye un componente diferenciador en la composición de cada tipo de cerveza.

En la industria cervecera se clasifican según su lugar de fermentación y se distinguen dos tipos:

- a. *Saccharomyces Cerevisiae*. En la elaboración de cerveza es la más usada.
Durante la fermentación, el tipo de levadura *Saccharomyces* alcanzan la parte superior del fermentador. Las temperaturas que puede soportar el proceso continuo están en el rango de 15 °C a 22 °C. Esto se debe a que el calor se libera como resultado de la fermentación alcohólica, lo que hace que la temperatura del tanque de almacenamiento incremente y alcance su límite, a este proceso se llama fermentación ale (Hough, 2001).
- b. *Saccharomyces Pastorianus*. La empresa danesa, Carlsberg, popularizó

esta cepa, además es un híbrido entre los tipos de *Saccharomyces bayanus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Esta levadura se hunde hasta el suelo y, como su nombre lo indica, fermenta el área que contiene. Este tipo de fermentación también se llama "lager". Este proceso comienza a unos 9 ° C. Microorganismos con casi la misma clasificación. (Wolfgang, 2003).

La levadura y otros ingredientes son esenciales en la producción de la cerveza artesanal, ya que, de acuerdo al tipo de levadura utilizada, el mosto cambia. Este ingrediente se considera la vida de la cerveza y es crucial, porque convierte el azúcar en alcohol y dióxido de carbono. El aroma y sabor de esta bebida dependen en su mayor parte por el tipo de levadura que se utiliza de acuerdo al mosto base y su temperatura de fermentación.

2.2.1.4 Agua

El agua es parte del 95% final del producto y se utiliza durante el proceso de elaboración. (Hough, 2001). Las condiciones del agua utilizada determinan en parte el sabor de la cerveza y el tiempo de ejecución en las distintas fases. La maceración requerirá más tiempo de cocción si el agua es neutra o básica.

En el caso del agua ultrapura, la ausencia de fosfato o calcio ralentiza el crecimiento de la levadura; por ende, el proceso. (Wolfgang, 2003). De igual manera, el agua ultrapura puede provocar la destrucción de las células vegetales en germinación. Las temperaturas durante la germinación limitan la velocidad a la que el endospermo llega. (Tintó, 2004).

El sabor final, el proceso de elaboración y el funcionamiento de los equipos tecnológicos también afectan los compuestos solubles en el agua. El requisito mínimo es que el agua sea potable (química y biológicamente seguro). Además, para crear un perfil de elaboración, debe ser incoloro y tener un buen equilibrio de minerales. (Huxley, 2013).

2.3 Procesos de producción de cerveza artesanal

Molienda

El proceso de molienda tiene como objetivo reducir las pequeñas partículas

que puedan ser destruidas por las enzimas en la mezcla del mosto. Para que este proceso sea idóneo no debe haber semillas sin moler y la cascarilla deben de romperse de punta a punta.

Maceración

Las semillas se almacenan en un tanque y se añade agua pre acidificada para obtener el pH a 5.5. La relación de cantidad de agua y las semillas es de 3kg a 1 kg respectivamente. Remover bien hasta homogenizar la mezcla.

El procedimiento más sencillo es hervir el agua hasta los 70 °C. Cuando se añaden los granos, se baja a 65 °C (esto es una óptima temperatura para el correcto funcionamiento de las enzimas) y se deja durante una hora y media a dos horas dependiendo si quedase almidón o no. (Wolfgang, 2003).

En esta etapa, se extraen de los granos todos los azúcares de las enzimas obteniendo el mosto de la cerveza. El macerado culmina con la recirculación y el filtro del mosto, todos los elementos sólidos, como el bagazo, y los innecesarios se eliminan.

Por otro lado, el reposo de la Beta-amilasas, como se puede observar en la figura 2, es la principal alteración de la sacarificación. Promueve la producción de maltosa, un disacárido altamente fermentable. La fermentabilidad del mosto mejora con un pH de 5.3 a 5.5. Esta enzima se activa en el rango de 55 °C a 66 °C, pero es óptima entre 61 °C y 63 °C. Debe producirse una alta fermentación durante mucho tiempo a esta baja temperatura. En cambio, el reposo de la Alfa-amilasa produce más dextrinas (azúcares no fermentativos), con un rango de 68 °C a 72 °C y un rango de pH de 5 a 5.8. Esta rotura se usa para construir el cuerpo y una gravedad extremadamente alta a la cerveza.

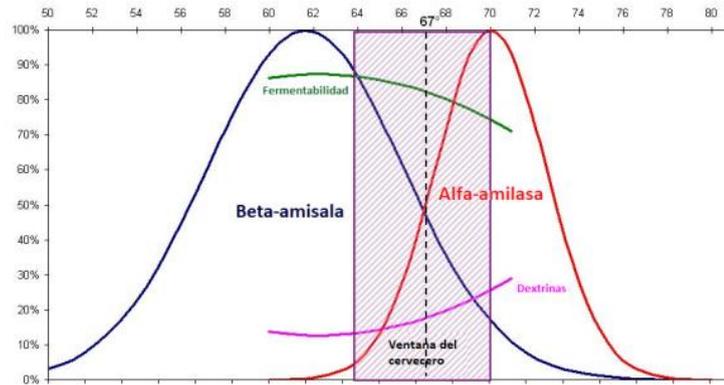


Figura 2 Actividad enzimática en 1 hora de macerado.

Aspersión

Este proceso implica la circulación repetida del mosto a través del grano, arrastrando las trazas de glúcidos que quedan en el grano para aclarar el mosto (Huxley,2013). Luego se repite el proceso con agua caliente a 70 °C y se logra maximizar la concentración de azúcar en el extracto. Por otro lado, se debe de tener cuidado de elevar la temperatura del agua mayor a 80 °C, ya que podrían expulsar sustancias que alteren el sabor de la cerveza, como los taninos y la dextrina. (Boan, 2016).

Cocción

Poner en otro tanque y llevar a ebullición para esterilizarlo. Durante la cocción se añaden los lúpulos para obtener diferentes variaciones como que la evaporación del agua y la concentración resultante se obtiene el color del mosto. A continuación, el mosto se separa del lúpulo, se deja enfriar y luego se coloca en el fermentador. Además, se contribuye a la amargura por la isomerización de la resina del lúpulo. (Palmer, 2006).

Fermentación y maduración

En el proceso de fermentación, la levadura transforma los carbohidratos fermentables en etanol y es uno de los procedimientos más complicados y cruciales para elaborar cerveza.

El característico color azulado debe transferirse al fermentador e inocularse inmediatamente. El mosto debe encontrarse en un rango de 15 a 20 °C, antes de inyectar la levadura para que los microorganismos que habitan allí puedan realizar su función.

A esto le sigue un periodo de retraso, seguido de un periodo corto de crecimiento exponencial; por lo que el dióxido de carbono y el etanol se desarrollan más veloz. (Palmer, 2006).

Clarificación y envasado

Antes de envasar, la cerveza debe pasar por un proceso de refinado para mejorar la apariencia del producto final. La clarificación puede ser por centrifugación, que utiliza la fuerza centrífuga para eliminar los restos de levadura y otros elementos de la cervecería.

Antes del embotellado, para mejorar la apariencia de la cerveza, este debe pasar por una fase de refinado. La clarificación se puede realizar mediante centrifugación para quitar los excesos de levadura y otros componentes de la cerveza. Luego se realiza la pasteurización para eliminar ciertos microorganismos, expuestos a temperaturas elevadas. Finalmente, se envasa el contenido. (Palmer, 2006).

2.4 Industria 4.0

La cuarta revolución industrial, que se caracteriza por la mejora automatizada y utilización de fábricas inteligentes para recopilar información de los datos con el fin de producir productos más eficientes y productivos. Los fabricantes son más flexibles para satisfacer los requerimientos de los clientes y ganar eficiencia en sus grupos de productos a través de la personalización masiva. Las empresas se ven en la necesidad de integrar tecnologías habilitadoras, incluida el Internet de las cosas (IoT), la computación, la inteligencia artificial (IA) junto con machine learning y la analítica en la nube, tanto en sus instalaciones de producción como a lo largo de sus operaciones. Estas fábricas inteligentes cuentan con equipos de última gama como sensores, software y robots integrados avanzados que recopilan, analizan y dan una mejor toma de decisiones. Esta tecnología permite una mejora constante automatizada del proceso y, lo que es más importante, nuevos niveles de eficiencia y servicio al cliente que antes no eran posibles. cómo se representa en la Figura 3 (IBM, 2020).

EL SURGIMIENTO DE LA INDUSTRIA 4.0

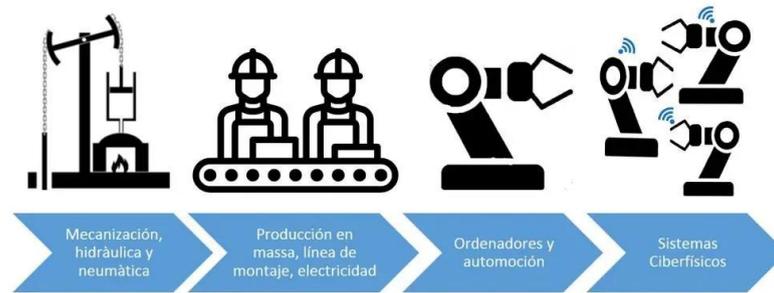


Figura 3 Evolución de la automatización.

Fuente: Electronicboard (2020).

Automatización de procesos industriales

Uno de los objetivos más importantes de un negocio es la automatización de procesos industriales, ya que cambia e intensifica la competencia con el tiempo. La automatización de procesos industriales (máquinas, montajes o equipos industriales) consiste en acondicionamiento de dispositivos que permitirá controlar el funcionamiento de la planta.

La automatización tiene como objetivo reducir los costos de producción, mantener constante la calidad de las instalaciones de producción y evitar los efectos de la fatiga en los empleados, peligrosos y poco saludables.

La llegada de la microelectrónica y las computadoras ha aumentado el grado de integración entre los sistemas de producción y los centros de decisión empresarial.

La tecnología de automatización se centra en el conocimiento de los equipos utilizados para realizar la automatización, como convertidores, prerreactores, dispositivos funcionales para aplicaciones específicas, dispositivos lógicos de control, etc. (García, 2001).

Autómata

El término autómatas se usa para hacer referencia a un tipo de máquina que posee una fuente de energía propia junto con un mecanismo especialmente acondicionado para imitar las acciones de seres vivos.

El Pato de Vaucanson, como se muestra en la Figura 4, era capaz de imitar acciones de un pato real tales como mover las alas, zambullirse, nadar, tragar

granos y expulsar un producto parecido a las heces de un pato, no obstante, sin tratar de imitar a un ser vivo si no de emular algunos de sus aptos. (Garcia, 2001).

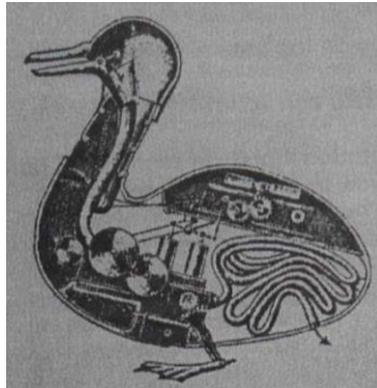


Figura 4 El pato de Vaucanson (cortesía de Festo).

Fuente: Garcia (2001).

Entre los más resaltantes autómatas imitadores tenemos la Panharmónica hecha en 1808, los relojes de Lyon y Cambrai de Ratisbona (1842) junto con los autómatas de artesanos rusos que se pueden observar en el Kremlin. Siendo los más notables: el Escamoteador, el Volatinero, The Singing Bird, el Escritor dibujante, Baker, etc. La mejora constante en los componentes energéticos y la electrónica posibilitó emular algunas funciones intelectuales. (Garcia, 2001).

Los fundamentos modernos de la Automática

La automatización moderna inicia con la máquina de vapor de simple efecto en 1775 hecha por James Watt. Actualmente se define como la Ciencia e Ingeniería de la automatización, como un conjunto de teorías y técnicas relacionadas con la creación, construcción e implementación de sistemas automáticos. El comportamiento de un sistema automatizado puede expresarse como una comparación de la información de control que describe un programa deseado con información de estado en la que las instrucciones se ejecutan mediante mecanismos que actúan sobre el sistema. Una continuación de estas operaciones se ejecuta en una estructura de circuito cerrado. (Garcia, 2001).

El ente constituido consta de un conjunto de reglas que definen estados y condiciones para el cambio de estado, y la información de estado de automatización secuencial generalmente es proporcionada por sensores binarios,

y la gestión de la información de procesamiento es de naturaleza lógica. El programa se compone de un conjunto de procedimientos operativos interrelacionados basados en un conjunto de reglas lógicas. Estos constituyen la mayoría de los sistemas de automatización industrial, especialmente los dedicados a la automatización de la producción. Las computadoras son posiblemente una de las formas más complejas de automatización secuencial. Además de la función de autorregulación para cambios de varios parámetros, el sistema adaptativo puede funcionar con precisión en diversas condiciones externas mediante el uso de su propia función de ajuste. Otros se denominan sistemas de autoaprendizaje, que desarrollan y mejoran los programas de procesamiento de información durante el proceso mediante el autoaprendizaje bajo la guía de un super programa. En pocas palabras, la automatización incluye automatización secuencial, servosistemas, sistemas adaptativos y sistemas de autoaprendizaje. (García, 2001).

Concepto de automatización

La automatización implica la desaparición de la mano del hombre total o parcial en varias funciones, como la industria, la agricultura y la gestión. La automatización se aplica tanto a las tareas más sencillas, como a las más complejas.

La automatización es actualmente parte de la entrega de productos o servicios manufacturados. Forma parte importante de la gestión y la concepción de las grandes corporaciones. Lo que mejora la productividad y la calidad es la automatización. (García, 2001).

Componentes de la automatización

Los más importantes componentes de una automatización son convertidores y los sensores de información junto a los preaccionadores con los actuadores, así como dispositivos de procesamiento de datos, información, especialmente computadoras y microprocesadores en general.

Sus características dependen de las características del sistema considerado, automatización secuencial o servosistema. (García, 2001).

Modelo estructural de un sistema automatizado

La estructura de un sistema automatizado se puede dividir en dos partes distintas como se observa en la Figura 5. En otras palabras, una unidad operativa consiste en un grupo de equipos, máquinas o subprocesos diseñados para realizar una función de producción específica. Por otro lado, hay partes de control o mando. Es un dispositivo que coordina otras operaciones para controlar las piezas de trabajo, independientemente de la implementación de sistemas electrónicos, neumáticos, hidráulicos, etc. La parte operativa se logra manteniendo una comunicación constante entre la electrónica y la parte de control o mando. (Garcia, 2001).

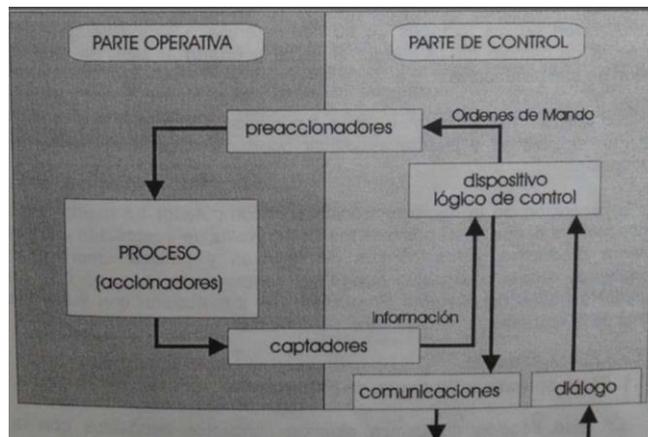


Figura 5 Modelo Estructural de un sistema automatizado.

Fuente: Garcia (2001).

En pocas palabras, la automatización de un proceso industrial (máquina, ensamblaje o equipo industrial) implica combinar un conjunto de elementos y equipos tecnológicos para garantizar un control y funcionamiento adecuados. Un objetivo deseado es la automatización que pueda dar respuesta a situaciones previsibles, con el objetivo de situar los procesos y, por tanto, los recursos humanos en la posición más favorable ante situaciones impredecibles.

El advenimiento de la microelectrónica y la informática permitió un alto grado de integración entre los sistemas de producción y los centros de toma de decisiones, y las políticas comerciales se hicieron posibles, permitiendo que los sistemas de producción interactúan con todos los campos de una sola empresa. (Garcia, 2001).

2.5 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un controlador lógico programable o PLC (por sus siglas en inglés: Programmable logic controller), es una computadora industrial utilizada para la automatización de procesos.

El controlador lógico programable, como se observa en la figura 6, recibe información de los dispositivos de entrada y sensores conectados, procesa los datos recibidos y activa las salidas requeridas según sus parámetros preprogramados. Basado en sus entradas y salidas, un PLC puede monitorear y registrar fácilmente datos de tiempo de ejecución como temperatura de operación, productividad de la máquina, generación de alarmas cuando una máquina falla, procesos de arranque y parada automáticos y más. (Boisset, 2018).



Figura 6 PLC marca Siemens modelo S7-1500 conectado a diversos módulos.

Fuente: <https://masterplc.com/siemens/>

PARTES DE UN PLC

CPU: La unidad central de procesamiento (CPU) es la parte que decodifica el programa del PLC, permitiendo así que la computadora funcione mientras interpreta los códigos.

Módulo de E / S: Estos son los apéndices entre la CPU y el mecanismo controlado. La entrada es responsable de proporcionar comentarios a la API para procesar correctamente la información. Luego, la salida envía una respuesta directamente a los actuadores para el control del proceso.

Módulo de memoria: aquí se almacena el software del PLC. La memoria puede ser del tipo RAM, ROM o PROM, entre otros.

Comunicación:

Un PLC es un dispositivo que permite establecer una red de comunicación industrial entre computadora, HMI, entre otros.

Hay dispositivos como microcontroladores, microprocesadores, plataformas de control, que actualmente resultan muy usadas en los procesos de automatización y que probablemente serían usados en el proceso de automatización de elaboración de cerveza, no han sido seleccionados por requerimientos del proceso, que se mencionan a continuación:

- Dispositivo capaz de comunicarse con una computadora o HMI.
- Varios lenguajes de programación para el desarrollo de sistemas automatizados.
- Controlador potente y estable.
- Dispositivo modular capaz de conectarse a extensiones del sistema.
- El dispositivo es compacto y fácil de montar.
- El aparato puede funcionar de forma continua durante varias horas.

Los controladores PLC's son computadoras industriales que pueden realizar estas tareas de manera fácil y óptima y también ofrecen una mayor capacidad de administración al agregar módulos de flujo de trabajo.

Las partes mencionadas se muestran en la siguiente figura 7.

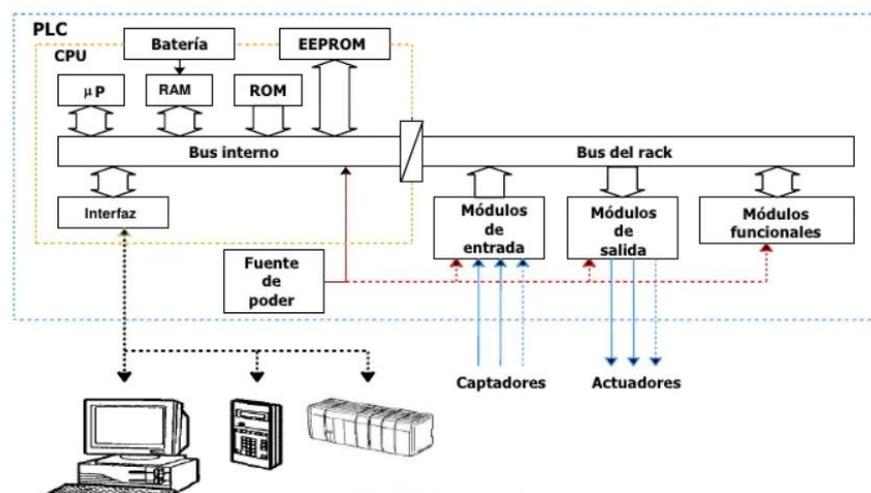


Figura 7 Estructura del PLC.

Fuente: Terán (2011).

LENGUAJE DE PROGRAMACION TIPO LADDER

Ladder es el lenguaje de programación gráfica más utilizado para los controladores lógicos programables (PLC), como se tiene un ejemplo en la figura 8. También es conocido como diagrama de escalares o diagrama de escaleras. El lenguaje se basa en los diagramas de cableado tradicionales basados en relés y contactos que se utilizaban antes de la automatización industrial basada en microprocesadores o la automatización programable.

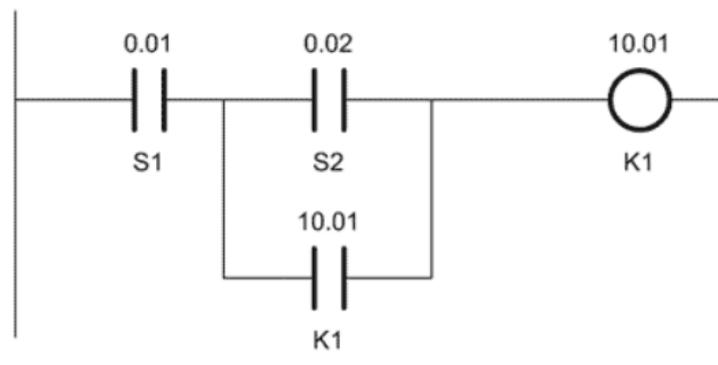


Figura 8 Diagrama Ladder de marcha/paro con enclavamiento de un motor DC.

Fuente: http://www.alciro.org/alciro/arduino_32/control-motor-marcha-paro-enclavamiento_553.html

2.6 HMI

Interfaz Humano-Máquina, o Human-machine interface por sus en inglés. Es un panel que permite la comunicación entre el usuario con la máquina, sistema o software. En otras palabras, se refiere a una pantalla, a que a través de esto se interactúa con el equipo y se utiliza para el rubro industrial. El usuario puede controlar las máquinas con una interfaz gráfica y muestra datos en tiempo real.

En la figura 9 muestra los HMI de diferentes tamaños y su objetivo es brindar información sobre el progreso mecánico y el rendimiento.



Figura 9 Pantallas integradas.

Fuente: Salazar (2020).

Usos comunes de HMI

La HMI se comunica con un controlador lógico programable (PLC) y sensores de entrada / salida para capturar y mostrar información visible para el usuario. Dependiendo de cómo lo implemente, un monitor HMI puede usar para una función como monitoreo o seguimiento; o para realizar operaciones más avanzadas como la de apagar o acelerar y una producción.

HMI ayuda a optimizar los procesos industriales al digitalizar y centralizar los datos para los usuarios. Con la HMI, los operadores pueden ver información importante que se muestra en cuadros, gráficos o tableros digitales, administrar alarmas y conectar sistemas SCADA y MES, todo desde una consola.

Consideraciones para elegir el equipo correcto

El entorno:

Tenga en consideración el entorno en el que funciona la HMI. Por ejemplo, temperaturas bajo cero al aire libre, en ambientes interiores fríos o cerca de calderas. En algunos entornos, se usa un protector resistente que pueda aguantar vibraciones y temperaturas extremas que puede ser esencial. Los diferentes y variados distribuidores de HMI ofrecen una amplia gama de equipos para interiores y exteriores para los diferentes rangos de temperaturas.

Necesidad de comunicación:

Se trata básicamente de un centro de comunicación que funciona como puerta de entrada al sistema de control. Por lo tanto, debe brindar conectividad y admitir diferentes protocolos para vincular la comunicación entre la planificación de recursos empresariales y las aplicaciones de control.

Tamaño de pantalla:

Es un factor muy importante el tamaño de la pantalla, dependiendo de la complejidad de la máquina o proceso que controle. HMI está disponible en una variedad de tamaños de pantalla. Las pantallas más grandes pueden mostrar mayor información y datos muy complejos, pero a un costo elevado. En cambio, las aplicaciones simples pueden requerir solo una pantalla pequeña y aun costo más accesible.

Gestión de datos:

Para las variadas empresas de los diferentes rubros, es importante poder capturar fechas, hora y datos con fines de archivo. Esto le permite visualizar lo que sucedió en un momento determinado.

Control de acceso de usuarios:

No todos los usuarios necesitan acceder a toda la información o detalles de la HMI de la máquina o el proceso. Las características como el control de acceso de usuario y la protección con varias contraseñas brindan protección a las aplicaciones contra entradas no autorizadas.

Facilidad de uso:

Una interfaz bien diseñada en el HMI facilita la interacción del usuario con la máquina. El avance tecnológico del HMI son impulsados por productos de consumo y están comenzando a funcionar como dispositivos de consumo.

Simatic HMI:

Como proveedor único, Siemens HMI SIMATIC (Human Machine Interface) está diseñada para manejar los procesos cada vez más complejos de máquinas y sistemas. Las HMI SIMATIC están optimizadas para satisfacer las necesidades requeridas utilizando interfaces de software y hardware estandarizadas y abiertas que permiten una integración eficiente en soluciones automatizadas.

2.7 Sensores

Los sensores son dispositivos que convierten magnitudes físicas a señales eléctricas capaces de ser procesadas por microcontroladores.

Un sensor es un dispositivo que detecta el cambio en el entorno y responde a alguna salida en el otro sistema. Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible (o, a veces, una señal digital) convertido en una pantalla legible para humanos o transmitida para lectura o procesamiento adicional. (Maloy, 2020)

Tipos de sensores según la magnitud física

Temperatura: RTD, Termocupla, Termistor.

Carga/peso: Galga extensiométrica.

Distancia: Sensores LVDT

Aceleración: Acelerómetro

Posicionamiento: GPS

2.7.1 Sensores de Temperatura

Un sensor de temperatura detecta la variación de la temperatura en un objeto, aire o agua y lo transforma en una señal eléctrica.

También conocido como sonda de temperatura, este sensor se compone principalmente de tres partes. Primeramente, y como es obvio, cuenta con un elemento sensor (cuyos tipos pasaremos a ver en este post). Además de este elemento, se compone de una vaina de material conductor en su interior y un cable que conecta al sistema electrónico en cuestión. (SRC).

Existen 3 principales sensores de temperatura

- Termopar: El funcionamiento de los termopares está basado en la unión de dos hilos metálicos de diferentes materiales unidos en un extremo,

- llamado junta caliente. Cuenta con otro extremo separado, llamado junta fría. La diferencia de temperatura entre ambas juntas produce un diferencial de tensión, que será la señal enviada al dispositivo electrónico
- RTD: por sus siglas en inglés Resistance Temperature Detector o Detector de Temperatura de Resistencia basa su funcionamiento en la variación de la resistencia interna del sensor.
 - Termistores: Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

En la siguiente tabla 1, se muestran las ventajas y desventajas de los 3 principales sensores.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de los 3 principales sensores.

	Ventajas	Desventajas
Termopar	<ul style="list-style-type: none"> ▪Amplio rango de medición ▪Barato 	<ul style="list-style-type: none"> ▪No lineal
RTD	<ul style="list-style-type: none"> ▪Más preciso. ▪Mas estable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪Costoso ▪Autocalentamiento
Termistor	<ul style="list-style-type: none"> ▪Respuesta rápida ▪Fácil instalación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪Rango limitado ▪Frágil

Elaboración propia

Controlador de temperatura

El controlador de temperatura es una herramienta que se utiliza para controlar la temperatura, además tiene una entrada de un sensor de temperatura y la salida está conectada a elementos de control como radiadores y ventiladores.

¿Cómo funciona un regulador de temperatura?

Para ajustar con precisión la temperatura del proceso sin la participación

constante del operador, el sistema de control de temperatura se basa en un controlador que acepta sensores de temperatura como termopares y RTD como entradas. La temperatura real se compara con la temperatura de control o punto de ajuste deseado y proporciona la salida al elemento de control. El regulador de temperatura es solo una parte del sistema de control y se debe analizar todo el sistema para seleccionar el controlador apropiado. Se deben tener en cuenta los siguientes puntos al elegir un controlador de temperatura:

- a) Tipo de sensor sea termopar o RTD y rango de temperatura.
- b) Tipo de salida requerida (relé electromecánico, SSR, salida analógica).
- c) Algoritmo de control: Encendido/ apagado, control proporcional, controlador PID.
- d) Número y tipo de salidas (calor, frío, límite, alarma).

2.7.2 Sensor de Nivel

Un sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura de un material (generalmente un líquido) en un tanque u otro contenedor. A medida que el control madura en muchas áreas, los sensores de nivel se pueden dividir en dos categorías principales. El sensor de nivel de punto se utiliza para marcar la altura de un líquido hasta un nivel predefinido específico. Este tipo de sensor generalmente actúa como una alarma que indica un desbordamiento cuando se alcanza un nivel específico o viceversa. El sensor de nivel continuo es más complejo y puede monitorear el nivel de todo el sistema. Estos dispositivos miden los niveles de líquido dentro de un rango definido en lugar de un solo punto y producen una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel de líquido en el recipiente. Para crear un sistema de control de nivel, las señales de salida se conectan a circuitos de control de procesos e indicadores visuales.

Contactador

Un contactor es, en esencia, un dispositivo que tiene la capacidad de permitir o interrumpir la corriente. Este dispositivo electromecánico se puede controlar de forma remota y es la clave para la operación del motor y para la automatización. La función del contactor es para abrir y cerrar los circuitos eléctricos asociados

con el motor eléctrico. Esto es por qué son tan importantes en la industria.

El contactor consta de cuatro partes:

- Carcasa: Base a la que se conectan los conductores.
- Bobina: responsable de la conversión actual.
- Núcleo: Soporta el flujo generado por la bobina.
- Armadura: Elemento que cierra el circuito cuando la bobina está energizada.

Resistencia de inmersión

Las resistencias eléctricas industriales o de inmersión son diseñadas para calentar en contacto directo con agua, materiales viscosos, aceites, disoluciones, etc. Ya que todo el calor que se crea dentro del líquido, se alcanza un rendimiento energético mayor.

El diseño y su construcción de cada fabricante se adapta a las diferentes necesidades con tapón roscado o brida, cuadrada o redonda, a partir de un factor: 110v, 220v, 440v o cualquier otro voltaje particular.

La resistencia tubular es el dispositivo calefactor más usado, como se aprecia en la figura 10, para aplicación a grado industrial, son elaborados en tubería de acero inoxidable, ya que ofrece gran resistencia mecánica y es anticorrosivo.



Figura 10 Resistencia de inmersión.

Fuente: <https://www.technoinjectiontools.mx/resistencias-industriales/>

Bomba magnética

Las bombas de acoplamiento magnético son en las que la potencia del motor se transmite al impulsor de la bomba mediante fuerza magnética. Esto se logra por medio de dos juegos de imanes permanentes. Como resultado, las bombas acopladas magnéticamente no tienen sello mecánico. En una bomba acoplada magnéticamente solo hay conexiones de entrada y salida, por lo que está diseñada para ser hermética sin fugas ni emisiones, ya que simplemente no hay posibilidad

de que ocurra.

Electroválvula de caudal

Las válvulas solenoides son dispositivos que responden a impulsos eléctricos. Debido a la corriente que circula por medio del solenoide. La válvula se puede abrir o cerrar, controlando así el flujo del líquido; a medida que la corriente fluye a través del solenoide, se crea un campo magnético para atraer el núcleo en movimiento y, al final del campo magnético, el núcleo vuelve a su lugar, en la mayoría de los casos por el efecto del resorte.

Las electroválvulas son más sencillas de controlar por medio de programas y es ideal para el automatizado industrial. Se utilizan en una gran cantidad de sistemas industriales y campos de manejo de líquidos como agua, aire, vapor, aceites ligeros, gas neutro, entre otros. En especial, las electroválvulas se utilizan a menudo en lugares de difícil acceso, porque pueden ser accionadas por influencias eléctricas. También se utilizan en condiciones de vacío o a altas presiones y temperaturas.

Tia Portal

Tia portal o el portal de automatización totalmente integrada es un innovador sistema de ingeniería que permite configurar todos los procesos de planificación y elaboración de forma intuitiva y eficiente. Conviene con una funcionalidad probada y al proporcionar un entorno de diseño unificado para cada una de las labores de control, accionamiento y visualización. Se tiene un ejemplo de cómo se puede observar en la figura 11 la integración de los diferentes procesos.

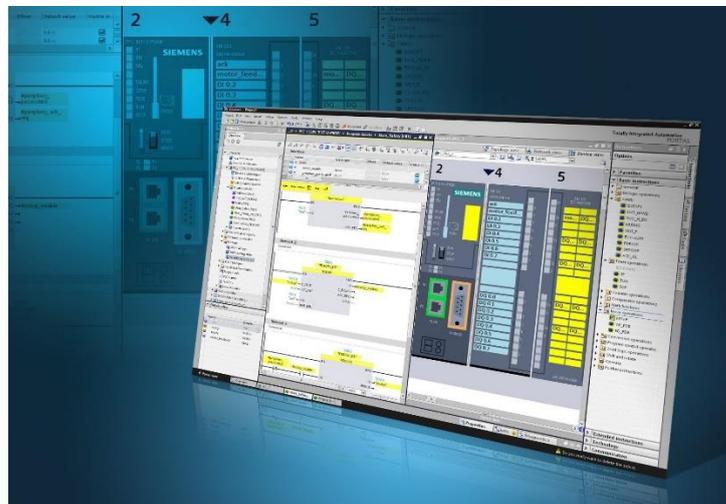


Figura 11 Utilidades del software Tia Portal.

Fuente: tecnopl.com

Utilidades del software Tia Portal:

La esencial utilidad que brinda Tia Portal es la capacidad de integrar diferentes aplicaciones de programa industrial para procesos de producción en una misma interfaz, lo cual permite de enorme manera el aprendizaje, la operación y la interconexión. Ya sea que se trate de programación de controladores, configuración de pantalla HMI o accionamientos parametrizados: este programa con una nueva arquitectura, tanto los clientes o usuarios novatos como los profesionales trabajan de manera intuitiva y efectiva, porque no necesitan operar sistemas de diferentes fabricantes.

Además, es una aplicación modular a la que se pueden añadir nuevas funciones y su utilidad es integrar diferentes aplicaciones en una misma interfaz según cada rubro industrial.

Ventajas de la integración de las aplicaciones:

La incorporación en una exclusiva plataforma de diferentes recursos de programa industrial, posibilita ahorros de hasta un 30 % a lo largo de la vida eficaz del periodo de producción por su ingeniería simplificada, una operación rápida de puesta en marcha, detección de errores de programación y una reducción de tiempos de paradas de planta e incrementa la disponibilidad de las instalaciones.

Funciones de Tia Portal:

Este programa incluye un paquete con una extensa variedad de funcionalidades para crear una automatización más eficaz y, más que nada, la mejor gestionada posible.

- Conexión de la nube Tia Portal. Ingresar a la nube privada desde el controlador del sistema.
- Tia Portal Openness: Obtiene el código de programación usando generadores.
- PLCSIMAdvanced: simula el manejo de la comunicación y servidor web PLC.
- Iniciar sesión en MindSphere: obtiene servicios y analiza el sistema operativo.
- Tia Portal Teamcenter: genera copias de seguridad de los proyectos creados.

- SIMATIC SirVArc: genera automáticamente vistas HMI.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL SISTEMA

En este capítulo se desarrolla el sistema mecánico, electrónico y la programación en el software Tia Portal para la elaboración de cerveza artesanal, teniendo en cuenta los parámetros requeridos para su óptimo funcionamiento.

3.1 Diseño del sistema

El sistema de automatización está diseñado para optimizar el costo y la capacidad de producción de cerveza artesanal.

En este trabajo de investigación, se realiza un análisis mecánico, cuyo sistema de agitación pueda homogeneizar la combinación de elementos para la correcta distribución de fluidos en el proceso de maceración. El sistema neumático está diseñado para accionar tres actuadores neumáticos rotativos. Se selecciona el termopar para medir la temperatura y el sensor de corriente lineal magnético se selecciona para la detección de nivel de punto. La señal generada por el sensor se procesa a través del controlador programable PLC Siemens S7-1200: tres válvulas solenoides neumáticas cargadas por resorte, una válvula de diafragma de control de suministro de agua, un motor de bomba hidráulica y un motor de agitación. La información se transmite desde el controlador a la estación de PC y, por lo tanto, la interfaz HMI hombre-máquina está implementada para que el operador pueda manejar el proceso fácilmente.

3.2 Diseño Mecánico

3.2.1 Infraestructura de la línea de producción

La estructura básica se llama soporte, como se puede apreciar en la figura 12, en la que se colocan los componentes que se utilizan, tales como: olla de maceración, olla de cocción, olla de calentamiento electroválvula, bomba, tubería para la cerveza artesanal, además este equipo cuenta con control de temperatura y que a su vez es accionada por una bomba magnética; también las ollas o tanques cuentan con hornillas con conexión a gas.

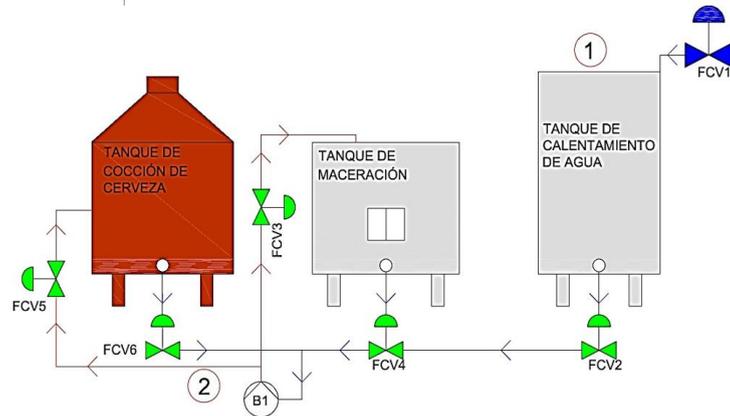


Figura 12 Distribución de los tanques.

Elaboración propia

Uno de los puntos primordiales en la preparación de cerveza es la conducción del líquido. Para transportar líquidos de un contenedor a otro, se necesita implantar un sistema de tuberías óptimo que realice las siguientes funciones:

- Trasladar el agua, mosto, desinfectante de un contenedor a otro.
- Adaptar componentes mecánicos como válvulas, bombas de fluido, codos, filtros, etc.
- Evita la acumulación de bacterias en las tuberías.
- Resistencia a la presión y temperatura.
- Fácilmente desmontable para limpiar las tuberías, complementos y equipos.

3.2.2 Sistema de tuberías

Tanto la cerveza industrial como la artesanal son bebidas alcohólicas de consumo humano, por esta razón para su producción es necesario que cumpla con normas sanitarias, que garanticen al consumidor que el producto es apto para el consumo y esté libre de impurezas y bacterias dañinas para el organismo humano

(Ley N° 29632, Ley para erradicar la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano).

Fuente: <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29632.pdf>

Uno de los puntos primordiales en la preparación de cerveza es la conducción de fluidos. Para lograr hacer la transportación de fluidos de un recipiente a otro en Cervecería Gourmet, se necesita implantar un sistema de tuberías óptimo que cumpla con las funciones que se detalla a continuación:

- Transportar el fluido de los diferentes procesos que se encuentran en cada tanque.
- Adaptar componentes mecánicos: válvulas, codos, filtros, bombas, entre otros.
- Minimizar el consumo energético del sistema.
- Usar en un lugar conveniente del área de producción.
- Evitar accidentes al operador de la máquina.
- Limpieza a los ductos o tuberías, ya que se puede desmontar de manera fácil.

3.2.3 Selección del material de los tanques y la tubería

Existe extensa variedad de tipos de materiales para la instalación de tuberías. Cada material o aleación de materiales se usan para diversas clases de fluidos, en la tabla 2, se muestra una explicación general del material de la tubería y el fluido que se usa de forma común.

Material	Aplicación
Acero Galvanizado	Extracción de olores. Recirculación de aire.
Acero inoxidable	Transporte de agua. Vapor. Aceites. Combustibles. Bebidas y alimentos.
Cerámicos	Transporte desechos orgánicos y fluidos a temperatura elevadas
Hierro fundido	Servicios de agua y desagüe. Tuberías que tengan contacto directo con la tierra.
Hormigón y hormigón armado.	Alcantarillado. Sistemas de riego.
Polietileno	Aceites.
PVC	Transportación de agua. Sistemas de riego.

Tabla 2 Uso industrial y aplicaciones.

Fuente: INOXPA (2015)

Se tomó como probables soluciones, para la selección del material de la tubería, basados en los criterios ponderados como alternativas: tubería de acero inoxidable, tubería de cobre y tubería de PVC.

El criterio más determinante para la selección de tubería es la de acero inoxidable, por su aplicación para la industria alimentaria y su instalación es fácil para este sistema. También esta tubería contiene aleación de níquel (Ni) y cromo (Cr), que tiene las siguientes propiedades:

- Evita que se acumulen bacterias y desperdicios que logren perjudicar la producción de la cerveza, por tener una superficie lisa.
- Tiene alta resistencia a la corrosión, además de resistir a elevadas temperaturas y presión.
- Usadas para conducir fluidos alimentarios por su aplicación en esta misma industria.
- Facilidad de montar y desmontar la tubería.
- Vida útil amplia.

Gracias a las propiedades que muestra el material de la tubería de acero inoxidable. Se escogió una tubería de acero inoxidable tipo A – 304 por su superficie lisa, ya que contiene de 16 a 24 % de cromo (Cr), hasta 35 % de níquel (Ni) y pequeñas cantidades de manganeso (Mn) y carbón (C).

3.2.4 Selección del tipo de válvula

Las válvulas son dispositivos mecánicos con los cuales se puede comenzar, detener, o regular la circulación de líquidos o gases por medio de una pieza movable, que abre, cierre o detenga el paso de fluidos de manera parcial uno o más agujeros o conductos. La magnitud de una válvula va a partir de una parte de pulgada, hasta tamaños bastante enormes superiores a las 50 pulgadas de diámetro o muchísimo más. Las válvulas son diseñadas de diversos tipos de materiales entre ellos plásticos, metales, cerámicos, entre otros; la selección de ellas va a ser según su aplicación y uso. Las válvulas usadas en el campo industrial del mismo modo difieren de su aplicación unas de otras.

En la tabla 3, se observa las ventajas que tienen algunos tipos de válvulas que se usan en el ámbito industrial.

Tabla 3 Ventajas de tipos de válvulas.

Válvulas			
Tipo	Compuerta	Diafragma	Mariposa
	Baja caída de presión, por su flujo rectilíneo	No posee empaquetaduras	Apertura y cierre total del paso de flujo
	No requiere lubricación de las piezas internas	Flujo rectilíneo	No produce pérdidas de presión
	Fácil instalación	No hay posibilidad de fugas por el vástago	Es más utilizado con fluidos incompresibles

Elaboración propia

3.3 Diseño del sistema Electrónico

Los sistemas de control de procesos electrónicos solo se logran seleccionando comandos y señales para implementar sensores, controladores, paneles de control y elementos de control, e instalando los indicadores de nivel y los niveles de los sensores de temperatura correctamente. El método utilizado para seleccionar componentes electrónicos se basa en la selección de diferentes soluciones para los elementos claves que existen en el sistema.

3.3.1 Sensor de temperatura:

La elección del sensor de temperatura es de suma importancia, ya que este se encargará de brindar la retroalimentación al sistema para mantener, aumentar o disminuir el calor en el proceso de cocción. Como se mencionó, los 3 tipos más utilizados en la industria son los RTD, termopar y termistor. Se tiene una tabla comparativa con las características de cada sensor, como se aprecia en la tabla 4.

Tabla 4 Principales características de cada sensor.

Sensores	Rango de temperatura(°C)	Variación(°C)	Costo	Robustez
Termopar	-270 a 2600	+/- 1	Bajo	Muy alto
RTD	-200 a 600	+/- 0.2	Medio	Alta
Termistor	-50 a 200	+/- 0.2	Bajo	Media

Elaboración propia.

Los sensores tipo termopar o también llamado termocuplas, son sensores utilizados en la industria gracias a su amplio rango de medición y facilidad de ser cambiados si es necesario, sin embargo, muestra errores cuando se requiere medir una variación de menos de 1°C. Los sensores RTD tienen una gran inmunidad al ruido y alta linealidad. Los termistores son muy precisos, aunque su rango de medición es muy corto.

Teniendo en cuenta que el proceso de maceración de la malta y el agua no requiere temperaturas muy altas y que el sensor debe estar en contacto con la mezcla para

obtener una temperatura corriente, este debe ser de un material inoxidable.

Por su constante uso en la industria alimenticia, además de tener un rango de medición apropiado para el proceso, una alta robustez e inmunidad al ruido se opta por usar los sensores RTD.

Existen diversos modelos de sensores RTD siendo el más usado el PT100. El PT100 es un sensor de temperatura fabricado de platino (he ahí las iniciales PT) con una resistencia de 100 Ohmios a 0 °C. El sensor aumenta su resistencia eléctrica según aumenta su temperatura, teniendo como resultado una curva característica como se muestra en la figura 13.

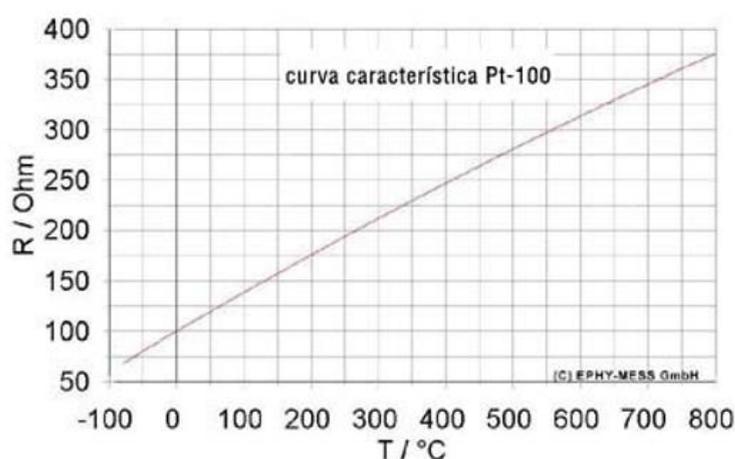


Figura 13 Curva característica del sensor PT100.

Fuente: Universidad de Carabobo (2016)

<https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-termometros-de-resistencia-1>

Teniendo en cuenta que el sensor está en contacto con líquidos, se elige usar el sensor PT100 WTR140 de PCE-instruments, con las características que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Datos técnicos del sensor Pt100 WTR140.

Datos técnicos

Marca	PCE-instruments
Rango de Temperatura	-50 a +400 °C
Diámetro del mango	25mm
N° de Hilos	3
Material	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Sensor de Nivel

El sensor de nivel indica si la cantidad de líquido en el recipiente es el correcto, abriendo o cerrando las válvulas controlando el ingreso del líquido, controlando así el inicio del proceso. Como se debe tener un nivel mínimo y un nivel máximo, para evitar desbordes, se utiliza dos sensores de nivel, teniendo en cuenta que estos deben estar dentro del recipiente y en contacto con el líquido. El nivel de líquido detecta la altura a la que debe estar el agua en el tanque de calentamiento, y de esta manera, teniendo en cuenta el tamaño del contenedor, se calcula el volumen entregado. Por este motivo es necesario medir el líquido nivel dentro de este contenedor.

Métodos de medición de nivel de líquidos:

El método de detección del nivel del líquido se divide en dos tipos: medición indirecta y medición directa.

Método directo:

El procedimiento de medición directa, usan la altura del líquido en un contenedor, tanque o recipiente estableciendo un nivel de referencia. Tienen que estar en contacto con el líquido o fluido a medir.

Método indirecto:

El procedimiento de medición indirecta detecta fenómenos físicos que ocurren cuando cambia el nivel de un líquido, como un cambio en las ondas ultrasónicas cuando choca con la superficie del líquido a medir. Generalmente no están en contacto con el líquido o fluido.

3.3.2.1 Selección del sensor de nivel

Hay diversos tipos de sensores para la medición de líquidos. Varios de

ellos aprovechan las propiedades físicas del líquido para determinar el grado.

Se instala sensores de nivel en el contenedor de calentamiento de agua, que cumplan con las siguientes propiedades:

- Medición precisa del nivel del líquido en el contenedor.
- Rango de temperaturas de hasta los 100 °C.
- los componentes que conforman el sensor no tienen que contaminar el líquido.
- Realizar señales en tiempo real hacia el controlador,
- El sensor tendrá que identificar la existencia del líquido y mandar una señal digital binaria al controlador.

En la tabla 6, se observan las propiedades que determinan las necesidades que se requiere para medir el nivel de agua en el proceso del contenedor o tanque de calentamiento de agua.

Tabla 6 3 tipos de sensores de nivel.

Sensor de nivel			
Tipo	Presión diferencial	Capacitivo	Ultrasónico
	- Utilizados en recipientes de gran volumen	- Resistente a altas temperaturas	- Utilizado en aplicaciones de bajo volumen
	- Medición puntual de nivel	- Medición puntual de nivel	- Medición de nivel continuo

Elaboración propia.

Por medio de esta comparación se escoge el sensor de nivel de tipo capacitivo por su medición puntual de nivel y resistente a altas temperaturas.

3.3.3 Resistencia de inmersión

La resistencia de inmersión se encargará de mantener una temperatura adecuada, con la retroalimentación del sensor de temperatura. Para poder calcular el valor de la resistencia se debe tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$Q = m * c * \Delta t \quad (1)$$

Donde: Q= Cantidad de calor (calorías)

m= masa(gramos)

c= calor específico (cal/gr °C)

Δt = Variación de temperatura (°C)

$$Q = 0.24 * E \quad (2)$$

Donde: E= energía eléctrica (J)

$$P = \frac{E}{T} \quad (3)$$

Donde T= tiempo (s)

Teniendo los siguientes requerimientos:

- masa = 100litros= 100kg= 100000g
- c del agua= 1gr/cm³
- $\Delta t = t_{max} - t_{min} = 65-20=45$ °C
- $T = 2horas = 7200$ seg

Y reemplazando en la ecuación (1), (2) y (3), obtenemos que

$$Q = 100000 * 1 * 45 = 4500000 \text{ cal.}$$

$$E = \frac{Q}{0.24} = 18750000$$

$$P = \frac{18750000}{7200} = 2.6\text{kW}$$

Por lo tanto, se requiere una resistencia con una potencia mínima de 2.6kW, aproximando el resultado a 3kW.

Considerando que debe ser de un material resistente a la corrosión, ya que la resistencia estará sumergida en el agua constantemente, esta debe ser de acero inoxidable. Cumpliendo los requerimientos mencionados, tenemos la resistencia de la marca Wang shufang de 3KW 220-380V. En la Tabla 7 se muestran sus

principales características.

Tabla 7 Principales características de la resistencia de inmersión Wang shufang.

Marca	Wang shufang
Material	Acero Inoxidable 304
Longitud del tubo	19cm
Potencia	3KW
Voltaje de trabajo	220-380V

Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/resistencia-calefact%C3%B3n-calentador-inmersi%C3%B3n-el%C3%A9ctrica/dp/B08L771S7Z>

3.3.4 Bomba magnética

La bomba se encarga del llenado y vaciado del recipiente. Las bombas magnéticas son utilizadas cuando se trabaja con líquidos con viscosidad baja o normal, teniendo como ventaja que el líquido transmitido está completamente aislado del motor.

Actualmente existen muchas bombas para el proceso de fabricación de cerveza artesanal, por lo que optamos en usar la bomba magnética cabeza de acero distribuida por The HomeBrewer Perú. En la tabla 8 se muestran sus características.

Tabla 8 Características de la bomba magnética.

Voltaje de trabajo	220 V
Caudal	1100 litros/hora
Material del cabezal	Acero Inoxidable 304
Temperatura máxima	140 °C

Dimensión	0.19x0.08x0.1 metros
-----------	-------------------------

Fuente: <https://thehomebrewerperu.com/producto/bomba-de-recirculado/>

Se puede observar en la figura 14, la selección de la bomba magnética a usar.



Figura 14 Bomba magnética.

Fuente: <https://thehomebrewerperu.com/producto/bomba-de-recirculado/>

3.3.5 Electroválvula

El sistema cuenta con dos electroválvulas, una que permitirá el paso del líquido hacia el recipiente y la otra controla la salida del mismo. Para la selección de las electroválvulas se tiene en cuenta que deben ser de acero inoxidable, debe soportar temperaturas de máximo 75 grados, sin caudal mínimo para su apertura.

3.3.6 Controlador lógico PLC Siemens s7- 1200

El PLC es una computadora que se utiliza en la ingeniería de automatización y control. Es un dispositivo electrónico capaz de reemplazar circuitos físicos muy complejos, además en un dispositivo más pequeño y potente.

El controlador básico SIMATIC S71200 es la alternativa ideal una vez que hablamos de hacer labores de automatización de forma flexible y eficiente en el rango de rendimiento medio a bajo. Cuentan con una extensa gama de funcionalidades tecnológicas e I/O (input y output) integradas, así como un diseño en especial compacto y ahorrador de espacio.

Como interfaz para una máquina o planta, se encuentran disponibles muchos

módulos de señales para entrada y salida, así como módulos tecnológicos para funciones de tecnología especial, como contar, y los módulos de comunicación están disponibles centralizados y descentralizados. SIMATIC S71200 está homologado para la clase de protección IP20 y está diseñado para su instalación en armarios eléctricos.

En la siguiente tabla 9, se muestra la ficha técnica del controlador.

Tabla 9 Ficha técnica PLC Siemens s7- 1200.

Ficha Técnica	
Modelo	CPU 1214C
Memoria de trabajo [Kb]	75
Entrada digital integrada.	14
Salida digital integrada.	10
Entrada analógica integrada.	2
Consumo de corriente en cada entrada digital [m A].	4
Tipo de salida	Relé
Capacidad de ampliación de módulos E/S.	8
Capacidad de ampliación de módulos de comunicación.	3
Corriente máxima en la salida digital [A].	2
Voltaje de salida digital [AC]/[DC].	220/24
Comunicación.	Ethernet

Fuente: (Siemens, 2015).

3.3.7 Relé

Un relé actúa como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, donde, mediante una bobina y un electroimán, se activa un conjunto de uno o más contactos permitiendo la apertura o cierre de los otros circuitos independientes.

Dado que un relé puede impulsar un circuito de salida con mayor potencia que un circuito de entrada, se puede considerar en términos generales como un circuito amplificador de potencia.

Ventajas de un relé:

- Permite el control remoto del dispositivo. No es necesario que esté al lado del dispositivo para usarlo.
- Se activa con pequeñas corrientes; sin embargo, puede activar grandes máquinas que consumen mucha corriente.
- Al mismo tiempo se pueden controlar varios relés a la vez con una señal de control.

3.3.8 Contactor

Los contactores eléctricos se utilizan para encender y apagar las resistencias vía PLC, existen muchos tipos de contactores, por lo que se ha realizado un proceso de comparación y elección del tipo que mejor se adapta a las necesidades del trabajo de investigación, como se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10 Comparación del contactor.

Contactor			
Marcas	Omron MK2P-I	Hvacstar SA-2P	Chint NCI-25
Modelos			
Voltaje	24~110 V AC	110 V AC	24~110 V AC
Voltaje de bobina	220 V AC	220 V AC	220 V AC
Corriente de bobina	10A	50A	25 A
Frecuencia	50~60 Hz	50~60 Hz	50~60 Hz

Elaboracion propia

Las necesidades requeridas por el trabajo de investigación y que mejor se adapta es el Camsco mk2p – i por su bajo costo y su factibilidad de compra para encontrarlo en el mercado.

En la siguiente tabla 11 se muestra la ficha técnica del contactor seleccionado.

Tabla 11 Datos técnicos contactor Omron.

Datos Técnicos	
Marca	Omron
Modelo	MK2P-I
Dimensiones	34.7x34.7x52 mm
Voltaje	24~110 V AC
Corriente de bobina	10:00 a. m.
Voltaje de bobina	220 V AC
Temperatura	-40~60 °C
Resistencia de aislamiento	2:500 mn
Frecuencia	5 0~60 Hz
Rigidez eléctrica	1500 V AC

Elaboración propia

3.3.9 Pantalla HMI

Para la comunicación hombre-máquina se utilizan las pantallas HMI. Existen muchos modelos y diferentes fabricantes de pantallas HMI; por eso es importante comparar, como se observa en la tabla 11, y seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades de trabajo.

Tabla 12 Modelos de pantalla HMI.

Pantalla HMI			
Marcas	Delta	Omron	Siemens
Modelos	DOP-B03E211	NB3Q	Simatic KTP400 Basic
			
Peso	264 g	310 g	360 g

Dimensiones	129x103x39 mm	103.8x129.8x52.8 mm	141x116x33 mm
Resolución del display	480x272	320x240	480 x 272
Tamaño de display	4.3 pulgadas	3.5 pulgadas	4.3 pulgadas
Memoria interna	128MB	128MB	128MB
Temperatura de funcionamiento	-20~60 °C	0~50 °C	0~50 °C
Humedad de funcionamiento	10~90 %RH	10~90 %RH	10~90 %RH
Voltaje de alimentación	24 V	24 V	24 V
Consumo de energía	2.64 W	SW	2~4 W
USB Host	USB host Ver 1.1	USB host Ver 2.0	USB host Ver 2.0
USB Client	Ver. 2	Ver. 2	Ver 2

Elaboración propia.

La pantalla HMI escogida es Siemens modelo KTP 400 Basic (ver figura 15), en este modelo de pantalla se realiza la interfaz de la elaboración de cerveza artesanal, utilizando el programa Tia Portal, se comunica por medio de Ethernet con el PLC S7-1200 para hacer las tareas del encendido de los actuadores, monitorear los datos del proceso.



Figura 15 Pantalla KTP400 Basic.

Fuente:

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/379924?pdtdi=td&dl=en&lc=en-WW>

En la siguiente tabla 13 se describe la ficha técnica del HMI Siemens KTP400 Basic.

Tabla 13 Ficha técnica HMI Simatic KTP400 Basic.

Ficha Técnica	
Marca	Siemens
Modelo	Simatic KTP 400 Basic
Peso	360 gramos
Dimensiones	141x 116x33 mm
Longitud	141mm
Profundidad	33mm
Resolución del display	480x272 pixels
Tamaño de pantalla	95x53,9 mm
Tamaño de display	4.3 pulgadas
Retroiluminación	Si
Tipo de display	TFT LCD (65536 colores)
SDRAM	64Mb
Temperatura de funcionamiento mínima	0°C
Temperatura de funcionamiento máxima	+50 °C
Indice de protección	IP 65
Voltaje de alimentación	24 Vdc
Consumo de energía	3 W

Corriente de consumo	125mA
Tipo de puerto	COM, Ethernet

Elaboración propia

3.4 Automatización del proceso de elaboración de cerveza artesanal

Después de realizar los sistemas mecánicos y electrónicos para la elaboración de cerveza artesanal es necesario continuar con la automatización.

La finalidad de la automatización del proceso es minimizar el trabajo llevado a cabo por los operadores de planta, así como medir adecuadamente los parámetros físicos como la temperatura y el volumen de fluido. Otro factor relevante a tener en consideración en este proceso es optimizar tanto los recursos de materia prima, como eléctrico e hídrico.

Se realiza un diagrama funcional que le permite desarrollar la programación para el software TIA PORTAL para culminar con la automatización de los procesos. De acuerdo a los requisitos definidos por el operador. El HMI (Human machine Interface), interfaz Hombre- Máquina, los datos diseñados con los estándares adecuados crean un archivo que muestra la evolución del proceso de temperatura.

3.4.1 Automatización del proceso

Como se mencionó, se utilizará el software TIA Portal V16 para la programación en ladder. Para este proyecto se utiliza el simulador S7-PLCSIM incluido en el mismo TIA Portal, lo que permite cambiar los datos de entrada para representar el proceso sin un sistema físico.

3.4.1.1 Sistema de control

Los sistemas de control hacen operaciones de mando con verificación y en algunas oportunidades, dependiendo de cuales sean las propiedades de los sistemas, de regulación. En los sistemas, la señal de salida puede operar o no

sobre el manejo del sistema. Por ello se diferencia entre dos sistemas distintos: lazo abierto y lazo cerrado.

Lazo abierto

Un sistema de control abierto se caracteriza por no recibir información ni retroalimentación sobre el estado de las variables. Por lo general, se utilizan cuando la variable es predecible y tiene un gran margen de error, ya que se puede calcular el tiempo o cuántas veces se debe repetir el ciclo para completar el proceso.

Lazo cerrado

Este sistema es más completo debido a que obtiene datos acerca de los estados que va tomando la variable. Esta retroalimentación se consigue colocando sensores que envían información clave del proceso, para que de esta forma logre actuar de forma autónoma.

Realimentación

Proceso en el que se analiza la información de la salida de un sistema y de esta forma modificar la entrada o no y así regular la entrada.

La temperatura es el factor más importante en el proceso de fabricación de cerveza, por lo que fue necesario implementar un sistema de control que se encargue de mantener una temperatura adecuada.

Para esto, se tomó en cuenta el sistema de lazo cerrado, del cual se muestra su diagrama en la figura 16, debido a que la retroalimentación permite comparar la temperatura actual con la requerida, pudiendo activar o desactivar el relé de la resistencia de inmersión.

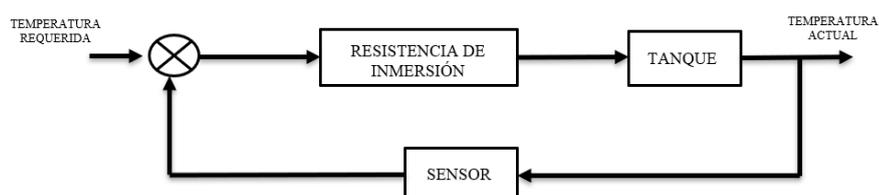


Figura 16 Diagrama básico de un sistema de control de temperatura de lazo cerrado.

Dentro de los sistemas de control por retroalimentación hay dos que son usados en casos de control de temperatura, el control ON/OFF y PID. El método de control ON/OFF es el método más primitivo, activando la resistencia solo si la temperatura se encuentra por debajo de lo deseado, y desactivándola si la temperatura es demasiado alta. Por otro lado, el control mediante PID implica el uso de algoritmos, brindando un menor margen de error.

Para este proyecto se opta por el uso del control ON/OFF puesto que no se requiere una temperatura exacta en todo momento, si no un rango de temperatura bastante amplio según sea el tipo de cerveza (entre 5-15°C). En la figura 17, se muestra la relación entre la curva de la temperatura y el control ON/OFF, donde se delimita un SetPoint (valor deseado). Cuando la temperatura sobrepasa este valor, el controlador se encuentra en OFF y cuando esté por debajo, se activará en ON.

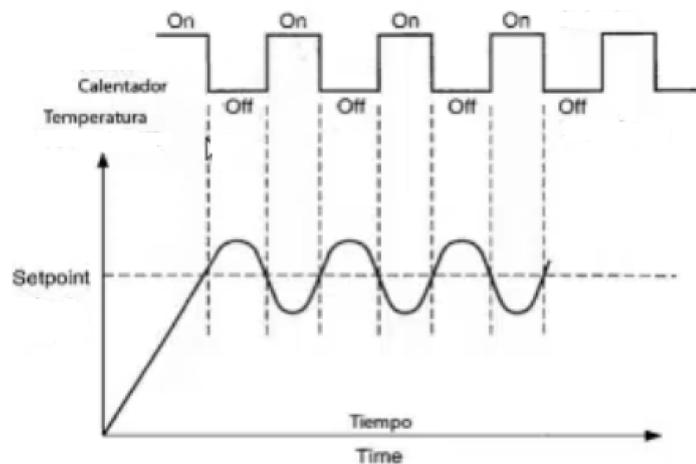
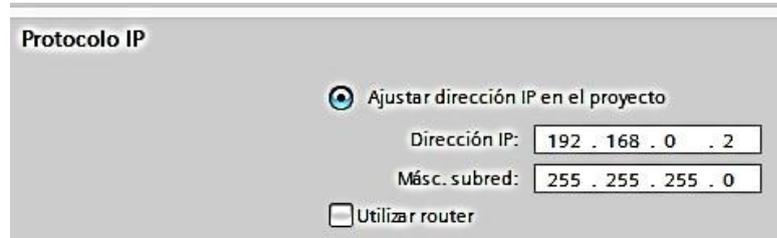


Figura 17 Relación entre la curva de temperatura y el control ON/OFF.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=WROJMYnyCcc&t=338s>

3.4.1.2 Configuración y creación de variables

Primero se debe configurar la Dirección IP del PLC con el fin de establecer una conexión correcta con el ordenador. Se le asigna un número de dirección IP y una máscara de subred como se ve en la figura 18.



Protocolo IP

Ajustar dirección IP en el proyecto

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 2

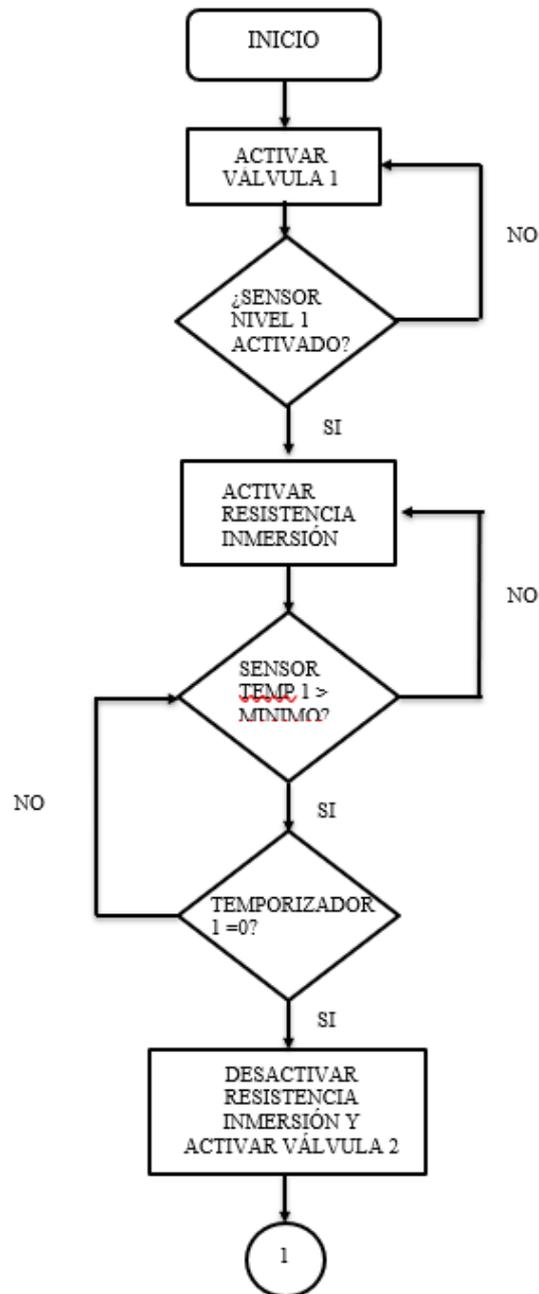
Másc. subred: 255 . 255 . 255 . 0

Utilizar router

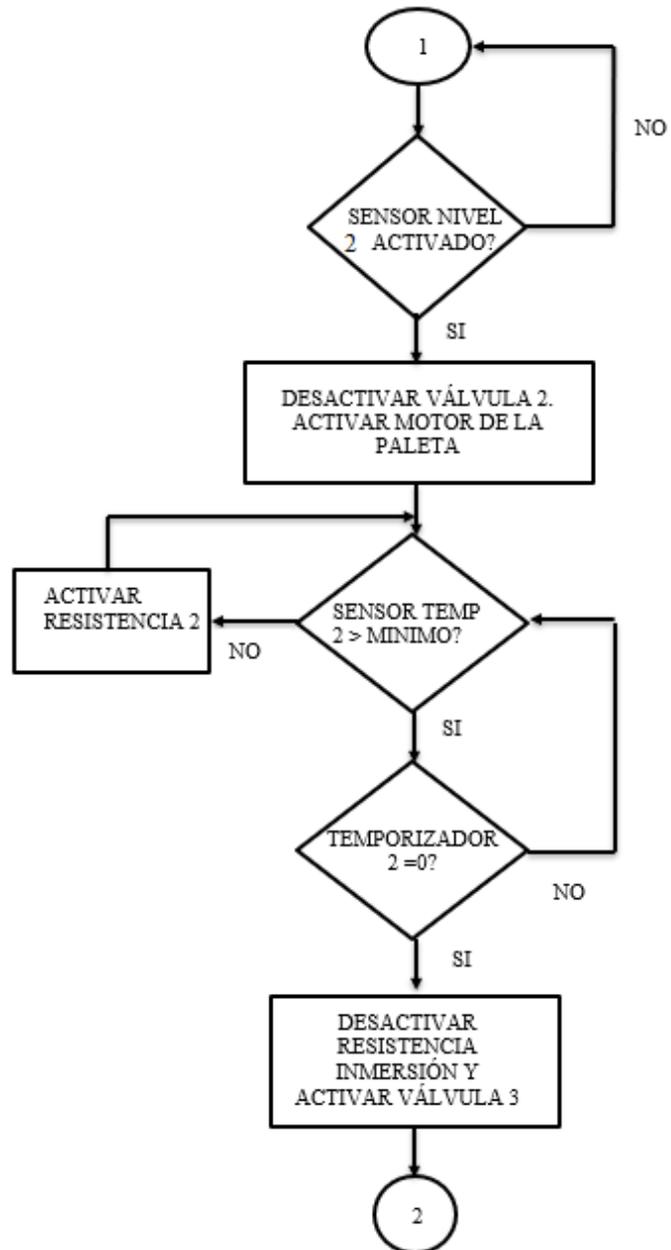
Figura 18 Configuración de la dirección IP del PLC Siemens S7-1200.

Se debe declarar las variables a utilizar, para esto tendremos en cuenta el siguiente diagrama del proceso completo.

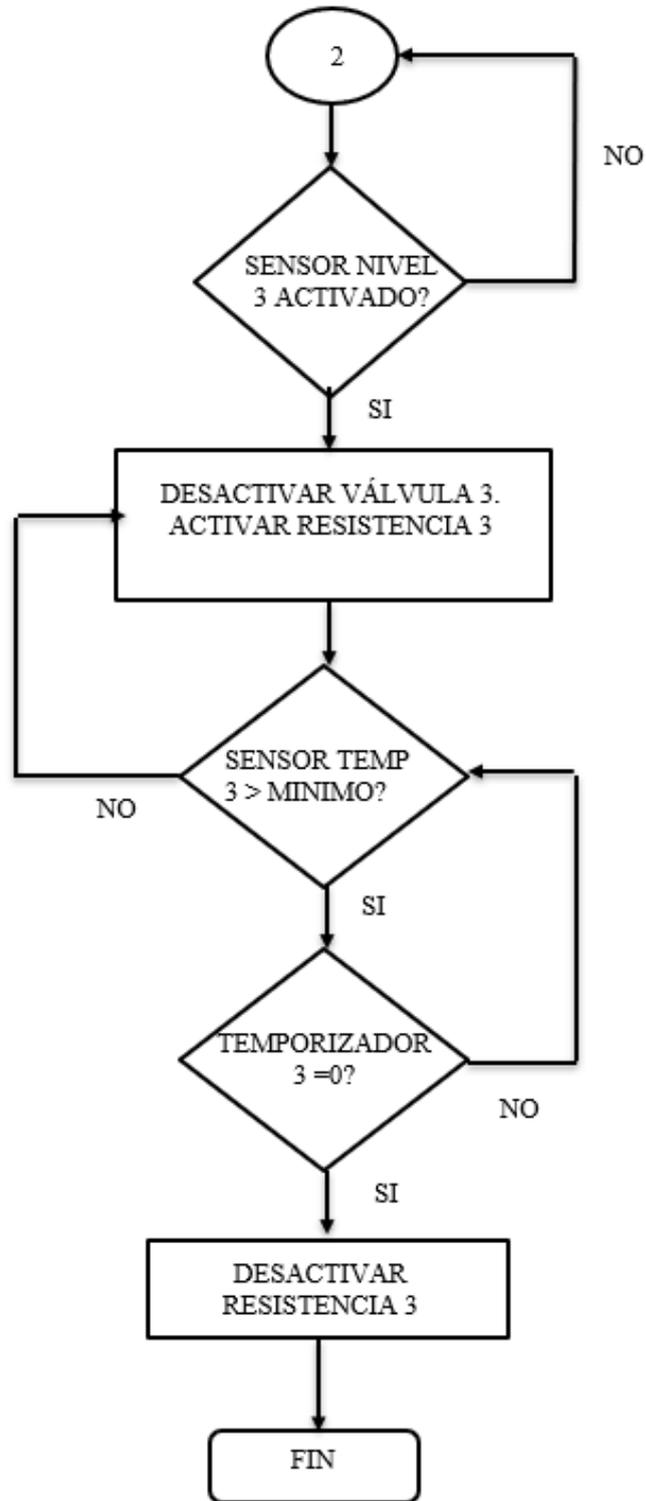
Proceso de calentamiento del agua



Proceso de maceración



Proceso de cocción



Por lo tanto, las variables a ingresar en el software serán las que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Variables del sistema.

Variable	Tipo	Dirección
Sensor nivel 1 (L1)	Entrada	I0.0
Sensor nivel 2 (L2)	Entrada	I0.1
Sensor nivel 3 (L3)	Entrada	I0.2
Parada (S)	Entrada	I0.3
Sensor temperatura 1 (T1)	Entrada	IW96
Sensor temperatura 2 (T2)	Entrada	IW98
Sensor temperatura 3 (T3)	Entrada	IW100
Motor paleta (M)	Salida	Q0.0
Válvula 1 (V1)	Salida	Q0.1
Válvula 2 (V2)	Salida	Q0.2
Válvula 3 (V3)	Salida	Q0.3
Resistencia 1 (R1)	Salida	Q0.4
Resistencia 2 (R2)	Salida	Q0.5
Resistencia 3 (R3)	Salida	Q0.6
Bomba (B)	Salida	Q0.7

Elaboración propia.

Así mismo, se declaró variables que se guardaron en la memoria del PLC, que permitieron almacenar datos del proceso, como la conversión de valores de

temperatura, conversión de valores del temporizador. En la tabla 15 se muestran algunas de estas variables y sus funcionalidades.

Tabla 15 Variables de memoria.

Variable	Dirección	Funcionalidad
T1_DATO	MD8	Almacenar Temperatura
T2_DATO	MD12	Almacenar Temperatura
T3_DATO	MD16	Almacenar Temperatura
aux1	M4	Temp. Convertida a real
aux2	M7	Salida del temporizador 1

Elaboración propia.

Con las variables declaradas se comienza a programar el proceso mediante Ladder en el software TIA Portal por cada proceso.

Se utilizó también el módulo AI 4xRTD. Este módulo permite conectar termorresistencias y obtener su lectura según se desea, pudiéndose configurar para termorresistencias de 2,3 o 4 hilo, el tipo de esta y la escala en grados Celsius o Fahrenheit. Se configuró como se muestra en figura 19.

Dirección de canal: IW96

Tipo de medición: Termorresistencia (3 hilos)

Termorresistencia: Pt 100 estándar

Coeficiente de temperatura: Pt 0.00385055 Ohm/Ohm/°C (DIN EN 60751)

Escala de temperatura: Celsius

Filtrado: Débil (4 ciclos)

Activar diagnóstico de rotura de hilo

Activar diagnóstico de rebase por exceso

Activar diagnóstico de rebase por defecto

Figura 19 Configuración del módulo AI 4xRTD.

3.4.1.2 Proceso de calentamiento del agua

El proceso comienza con la apertura de la primera válvula, permitiendo el llenado del agua hasta que el sensor de nivel 1 se active, con lo que se procede a calentar el agua hasta la temperatura deseada. Una vez se llegue a esa temperatura se activa el temporizador interno del PLC, manteniendo una temperatura mínima y máxima durante un tiempo establecido. El proceso culmina cuando el temporizador llegue a 0, desactivando la resistencia de inmersión y abriendo la válvula 2 y la bomba 1.

En la figura 20, se muestra la primera parte del proceso mencionado, donde la válvula 1 se activa y comienza el llenado del recipiente, al momento que el sensor L1 se active, se cierra la válvula 1 y se activa la resistencia de inmersión 1. También se comienza a medir la temperatura mediante el PT100, el cual está conectado al AI RTD, por lo que es necesario convertir el valor, que es un valor real, a un valor int y luego multiplicarlo, en este caso por 0.1.

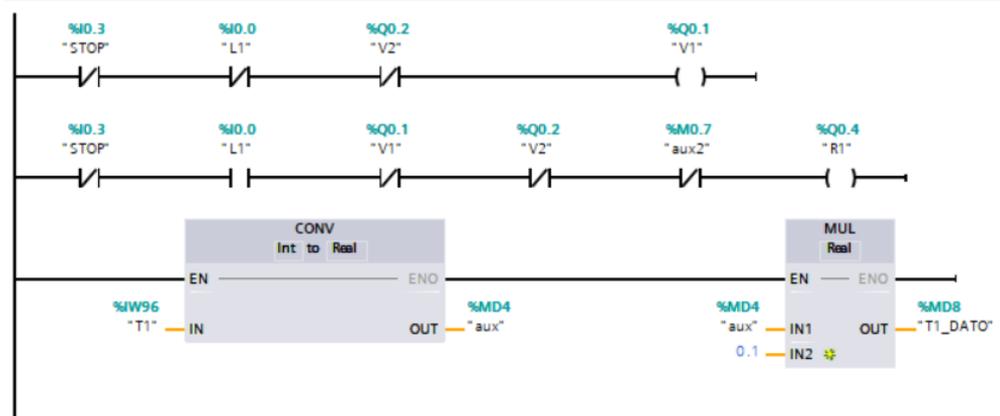


Figura 20 Programación Ladder en TIA Portal.

Con el valor de la temperatura procesado se compara con los valores mínimo y máximo aceptado, si la temperatura aumenta demasiado se desactiva la resistencia de inmersión R1 y si baja, esta se activa. Se utiliza un temporizador TONR, el cual solo contará el tiempo cuando la temperatura esté entre los valores deseados y al alcanzar el tiempo establecido se activa la memoria aux2. Para poder mostrar el tiempo restante en el HMI se resta el tiempo de duración del proceso menos el tiempo transcurrido, valor guardado un variable, para luego ser transformado en el tipo de dato Time_Of_Day. En la Figura 21 se muestra la conversión del temporizador mencionado y en la Figura 22 El control mediante on/off.

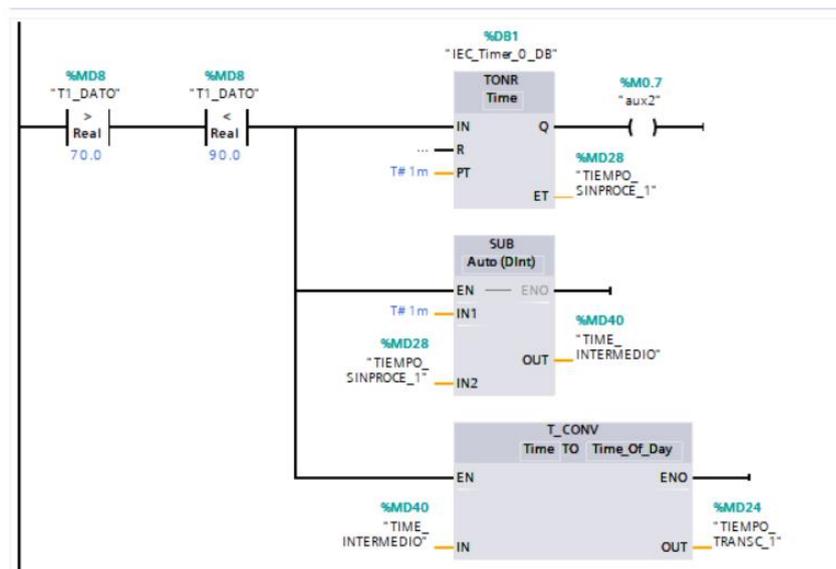


Figura 21 Conversión del tiempo.

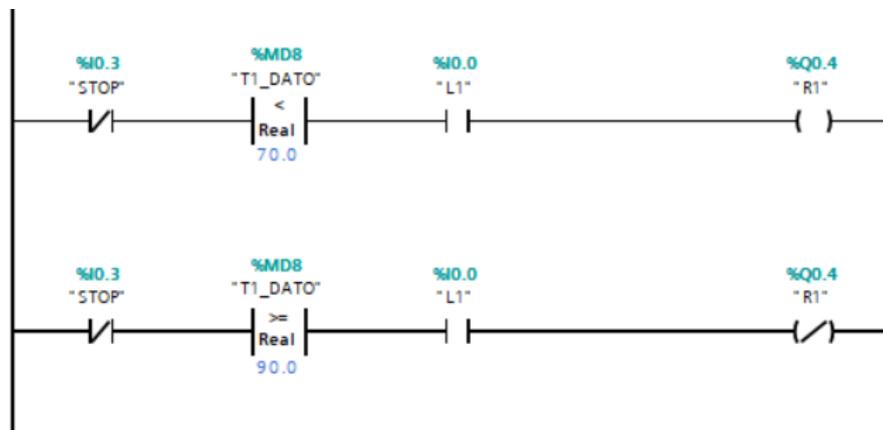


Figura 22 Control On/Off.

3.4.1.3 Proceso de maceración

Al finalizar el contador del proceso anterior, se activa la válvula V2, como se observa en la figura 23, que permite el paso del líquido del tanque 1 al tanque 2. Similar al proceso anterior, cuando el sensor de nivel L2 se active, se cierra la válvula V2 y se activa la resistencia R2 y el motor conectado a la paleta. Se tomó en cuenta que las válvulas 1 y 3 estén desactivadas para poder accionar la resistencia r2 y el motor.

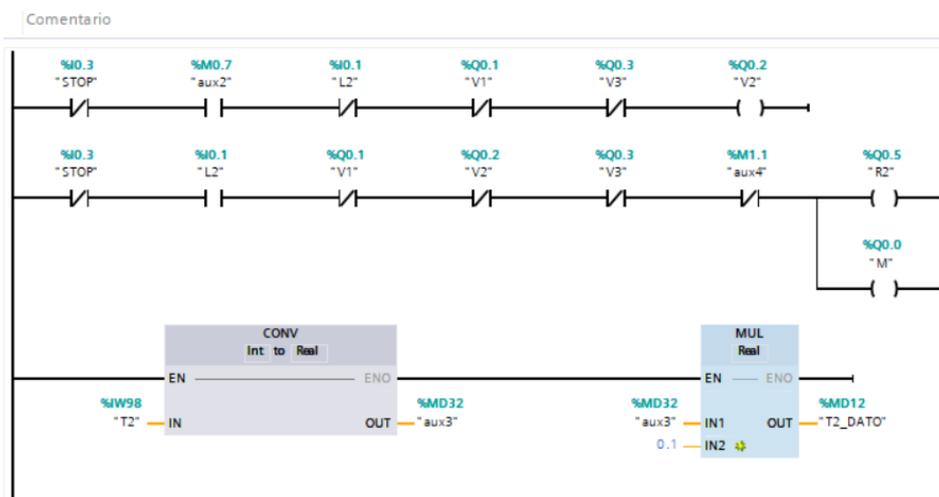


Figura 23 Proceso de maceración.

Igual al proceso anterior, se mantiene la temperatura desea mediante el control de la resistencia de R2, mientras el motor que gira la paleta está en funcionamiento a todo momento, como se muestra en la figura 24.

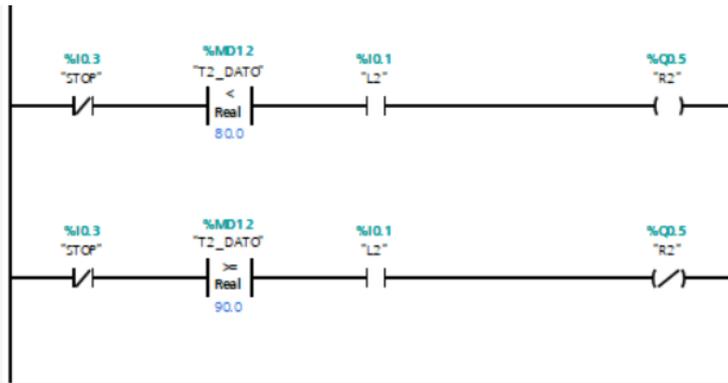


Figura 24 Giro de paleta.

3.4.1.4 Proceso de cocción

Luego de terminado el temporizador del proceso de maceración, se activa la válvula 3, permitiendo el paso de la mezcla al tanque 3. En este tanque se recircula la mezcla activando una bomba por un determinado tiempo para así finalizar el proceso. La temperatura se obtiene del sensor, pero no tiene ningún efecto en el proceso. En la figura 25 se muestra el proceso de aspersion, cuando el temporizador cumple su tiempo, se activa la memoria aux6 lo que desactiva la bomba.

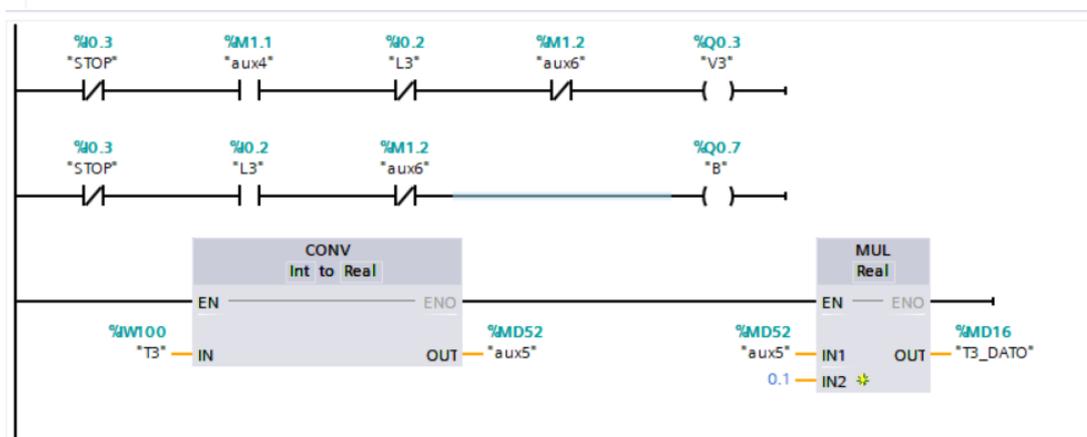


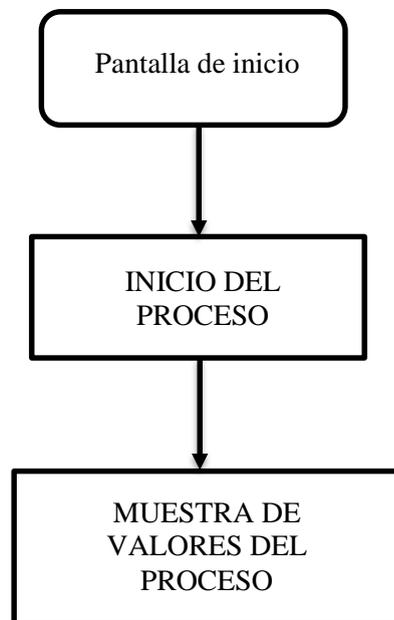
Figura 25 Proceso de aspersion.

3.4.2 Diseño de la Interfaz Humano-Máquina (HMI)

El software TIA Portal V16 permite diseñar las pantallas del HMI y el flujo entre estas. Las pantallas mostrarán datos de interés para el usuario, como el tiempo restante por cada proceso, la temperatura y niveles proporcionados por los sensores,

estado de las válvulas y motores. Para este diseño se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los mandos y accionamientos deben ser visibles, identificables y marcados de forma correcta.
- El operario debe poder maniobrar los accionamientos con seguridad.
- El flujo del proceso debe ser coherente y ordenado.



Primero se asigna las variables creadas en el PLC en la tabla de variables de HMI como se muestra en la figura 26. Esto permite poder mostrar los valores del proceso en la pantalla.

Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Vari...
INICIO	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	STA...
T1_DATO	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	T1_...
T2_DATO	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	T2_...
T3_DATO	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	T3_...
TIEMPO_2	Tabla de variables estándar	Time_Of_Day	HMI_Conexi...	PLC_1	TIE...
TIEMPO_1	Tabla de variables estándar	Time_Of_Day	HMI_Conexión_1	PLC_1	TIE...
VALVULA_1	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	V1
VALVULA_2	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	V2
VALVULA_3	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	V3
MOTOR	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	M

Figura 26 Algunas variables declaradas en el HMI.

Se utiliza los diseños brindados de TIA Portal para simular el flujo del proceso. A cada

campo de salida se le asigna una variable del HMI según lo que se desee que muestre, en la Figura 27 se asigna la variable T1_DATO que pertenece al valor de la temperatura procesada del PT100.

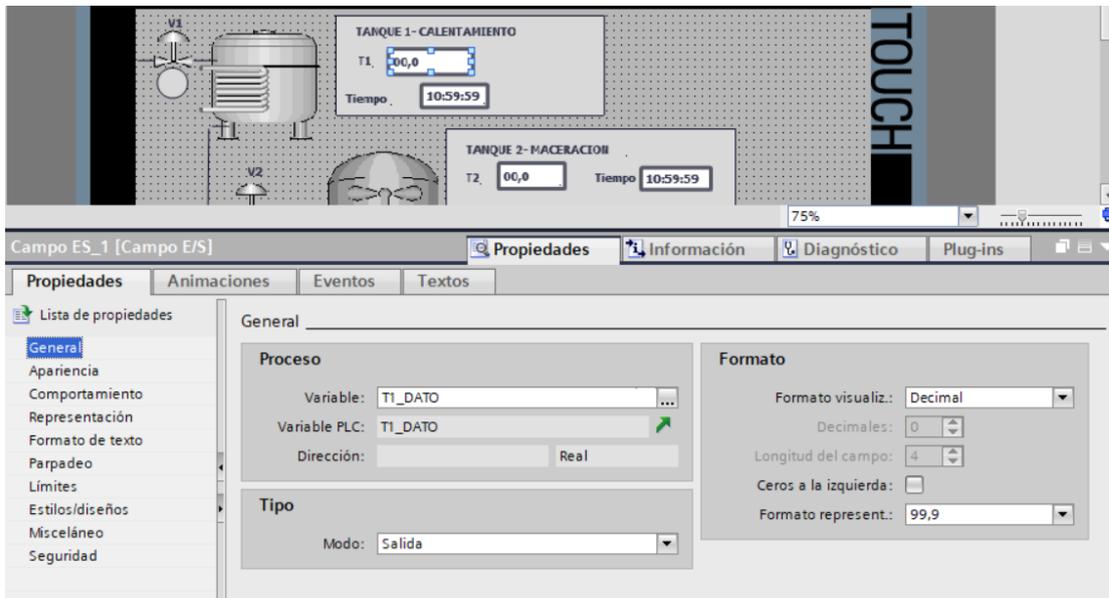


Figura 27 Asignación de la variable al componente del HMI.

En la figura 28, se muestra todo el proceso con los componentes que mostrarán los valores de interés para el usuario, como el estado de las válvulas y motores, siendo de color verde si están activados y rojos si no.

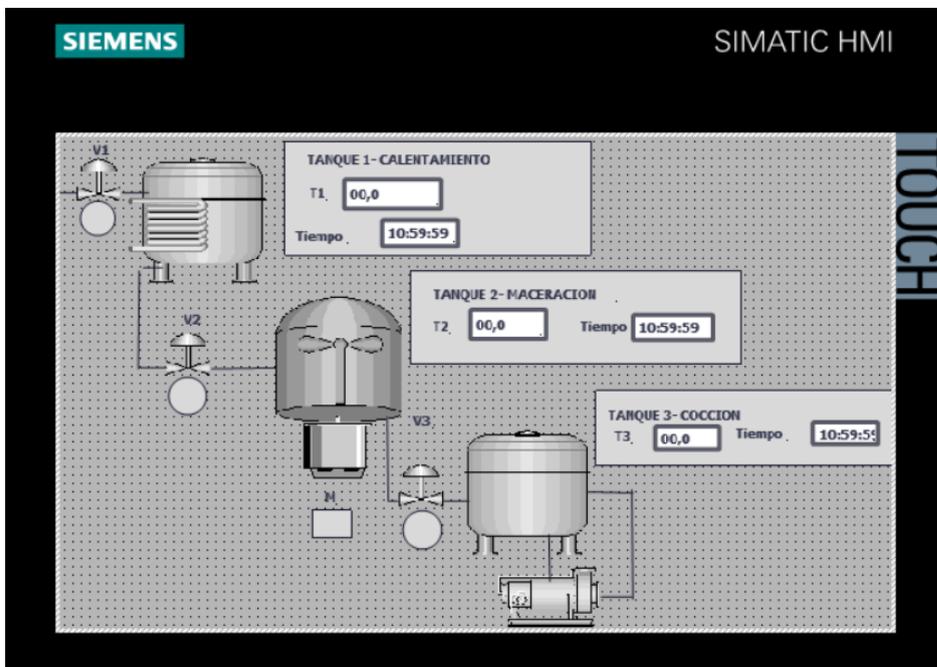


Figura 28 Plantilla del proceso en HMI.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se mostrará los resultados obtenidos de la simulación mediante PLC-SIM, así como el funcionamiento del HMI para la muestra de datos en pantalla.

4.1 Datos de PLC-SIM

PLC-SIM permite forzar los valores de las variables del PLC, sean booleanas o decimales, pudiendo simular el accionar de un botón o valores censado.

En la figura 29, Se muestra los estados de las variables del proceso de calentamiento del agua. Antes de comenzar el proceso la válvula y el sensor de nivel se encuentran desactivados, así como la resistencia y el temporizador. El sensor de temperatura funciona en todo momento y marca una temperatura de 25°C.

Nombre	Dirección	Formato de visua...	Observar/forzar valor	Bits	Forzar coherente...	Comentari...
*START	%M156.0	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
*V1	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
L1:P	%I0.0:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
T1_DATO	%MD8	Número en coma...	25		<input type="checkbox"/> 0	
*TIEMPO_TRANS...	%MD24	TIME_OF_DAY	TOD#00:00:00		<input type="checkbox"/> TOD#00:00:00	
T1:P	%IW96:P	DEC+/-	250		<input type="checkbox"/> 0	
*R1	%Q0.4	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE	
STOP:P	%I0.3:P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	

Figura 29 Estado inicial del proceso de calentamiento de agua.

Una vez se activa el sensor de nivel L1, se activa también la resistencia R1, hasta llegar a la temperatura mínima, de 70°C, donde se comienza la cuenta del temporizador. La resistencia R1 permanece activada, si en caso se supera la temperatura máxima, esta se desactivará. Este proceso se muestra en la

figura 30

Nombre	Dirección	Formato de visua...	Observar/forzar valor	Bits	Forzar coherente...	Comentario
*START	%M156.0	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE	
V1	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
L1~P	%I0.0~P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE	
T1_DATO	%MD8	Número en coma...	80		0	
*TIEMPO_TRANS...	%MD24	TIME_OF_DAY	TOD#00:00:55.713		TOD#00:00:00	
T1~P	%IW96~P	DEC+/-	800		0	
R1	%Q0.4	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> FALSE	
STOP~P	%I0.3~P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	

Figura 30 Proceso de calentamiento del agua.

Una vez el temporizador llegue a 0, se activa la memoria “aux2”, lo que pone en marcha el proceso de maceración, activando la válvula dos, este proceso se muestra en la figura 31 (A). Luego de llenar el tanque 2, habiéndose activado el sensor de nivel L2, se activa la resistencia R2 y el motor M, comenzando la cuenta regresiva si la temperatura es la adecuada (figura 32 (B)).

Nombre	Observar/forzar valor	Bits	Formato
*TIEMPO_TRANS...	TOD#00:00:00		TIME_OF...
V2	TRUE		Bool
L2~P	FALSE		Bool
M	FALSE		Bool

A

Nombre	Observar/forzar valor	Bits	For
V2	FALSE		Bo
L2~P	TRUE		Bo
M	TRUE		Bo
R2	TRUE		Bo
T2~P	850		DE
T2_DATO	85		NÚ
TIEMPO_TRANS_2	TOD#00:00:59.944		TIM

B

Figura 31 (A) Estado inicial del proceso de maceración. (B) Proceso de maceración.

Finalmente, al terminar la cuenta del temporizador 2, se activa la válvula V3. Una vez alcanzado el nivel adecuado, activándose el sensor L3, se activará el temporizador 3 y la bomba de recirculación, como se muestra en la figura 32.

Tabla SIM_1				
	Nombre	Observar/forzar valor	Bits	Form
	"V3"	FALSE		<input type="checkbox"/> Bool
	"L3":P	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> Bool
	"B"	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/> Bool
	"T3":P	810		DEC-
	"T3_DATO"	81		Núm
	"TIEMPO_TRANS_C_3"	TOD#00:00:27.858		TIME

Figura 32 Proceso de aspersion.

4.2 Datos en el HMI

La presentación del HMI comienza con la pantalla de inicio, como se muestra en la figura 33. Al hacer clic al botón "COMENZAR" se inicia el proceso.

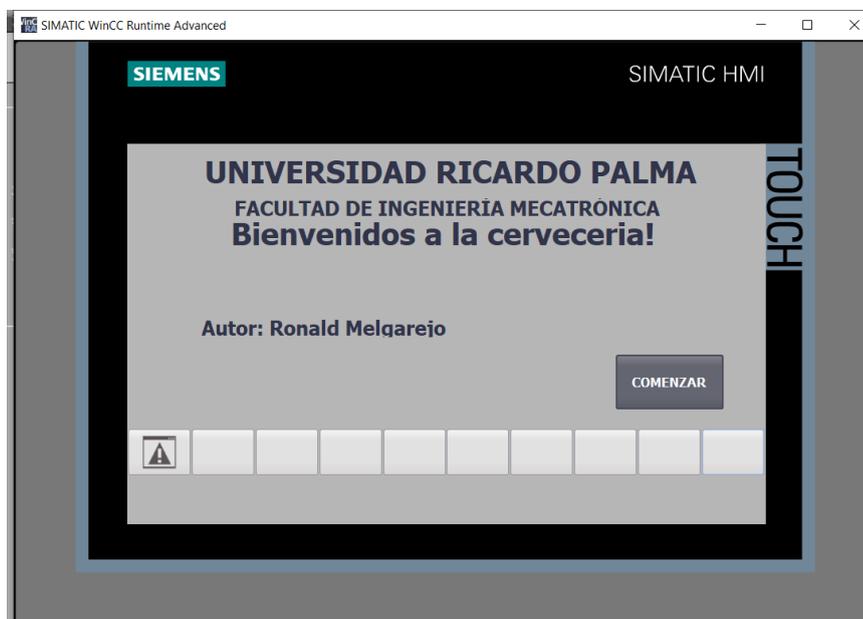


Figura 33 Pantalla de inicio.

En la siguiente pantalla se muestra los 3 tanques del proceso, las válvulas y, debajo de cada una, un círculo que muestra el estado de estas, siendo rojo, desactivado, y verde, activado. También se muestra la temperatura del proceso y el tiempo restante.

En la figura 34, se muestra el estado inicial de todo el proceso.

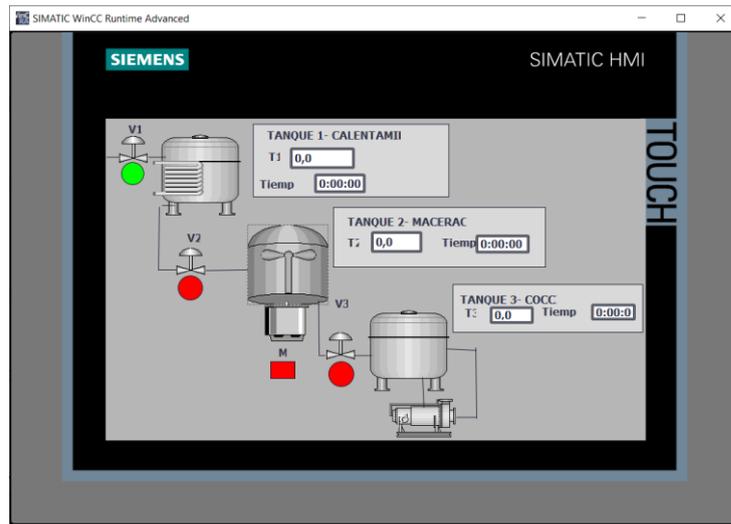


Figura 34 Estado inicial del proceso.

4.3 Costo de componentes para el automatizado de los procesos

Se detallan los precios de los componentes adquiridos para el desarrollo de la investigación. En la tabla 16, se detallan los costos de los componentes electrónicos que se utilizaría para el proceso de elaboración de cerveza artesanal.

Tabla 16 Costo del sistema electrónico.

EQUIPOS ELÉCTRICOS	Cantidad	Valor unitario	Valor Total (\$)
PLC Siemens s7 1200 CPU 1214 C	1	1500	1500
Módulo AI 4xRTD	1	1600	1600
Fuente de voltaje Siemens LOGO 24 VDC	1	250	250
HMI Siemens KTP 400	1	950	950
Electroválvula	3	90	270
Contactador Omron	1	60	60
Sensor de temperatura PT100	3	15	45
Guardamotor Siemens	1	280	280
Breaker termomagnético 1 polo	1	15	15
Breaker termomagnético 2 polo	1	15	15
Riel DIN	2	50	50
Sensor de nivel	1	30	30

Luz piloto 220v	1	3	3
luz piloto	1	8	8
Bornera AWG 18	30	4	120
Bornera portafusible 0.5[A]	12	2	24
Base de relés	6	30	180
Relés	6	70	450
Terminales AWG 14	1	1	1
Terminales AWG 18	1	1	1
Bornera portafusible	3	2	6
Envoltura de cables	5	5	25
Cable AWG 14	20	1.4	28
Cable AWG 18	20	1.4	28
Enchufe 3 conectores	2	2	4
Resistencia de Inmersión	1	200	200
Total (S/.)			6143

El costo de la inversión total en los componentes electrónicos es de 6143 nuevos soles. Se adquieren los componentes a través de proveedores del mercado nacional.

A la vez se considera que los componentes mecánicos, en este caso particular, la cervecera artesanal Roberta's House cuenta con el sistema.

En la tabla 17, se observa el costo del automatizado del proceso de producción de cerveza artesanal.

Tabla 17 Costo del automatizado.

Duración 1 mes	Precio (S/.)
Automatizado	1500
Alimentos	200
Movilidad	180
Otros	100
Total	1980

CONCLUSIONES

1. Se diseña un programa de tipo Ladder para el PLC Siemens s7- 1200, en la cual se usa un sistema de control on/ off, debido a que el control de temperatura de los diferentes tanques son variables, además que se puede elaborar diferentes estilos de cerveza artesanal.
2. Se muestran los valores o parámetros más relevantes como el tiempo y la temperatura de los 3 tanques del proceso de elaboración de cerveza artesanal mediante el HMI integrada al PLC Siemens s7- 1200.
3. Se cálculo de la potencia de la resistencia de inmersión, teniendo en consideración el calor específico del agua, la cantidad del agua que es de 100 litros, la variación de temperatura y el tiempo de encendido. Por lo tanto, se obtuvo una potencia de 2.6 KW. aproximando el cálculo la potencia de la resistencia de inmersión es de 3 KW. Esta resistencia debe de ser de acero inoxidable y resistente a la corrosión.
4. El material seleccionado para el sistema mecánico es de acero inoxidable 304, ya que tiene alta resistencia a la corrosión a los ácidos oxidantes y es fácil de desinfectar; por lo que su aplicación es ideal para alimentos.
5. La inversión en los componentes electrónicos es un total de 6 143 nuevos soles y el costo del automatizado de los procesos es un total de 1 980 nuevos soles. En este caso particular, la cervecera artesanal Roberta's House recuperaría su inversión en aproximadamente dos meses, teniendo en cuenta que ellos venden 100 litros de cerveza artesanal cada mes y su ganancia es de 4500 nuevos soles.
6. En el mercado nacional hay opciones de sistemas electrónicos similares y su costo varían desde los 5000 nuevos soles a más, pero estos son muy simples y solo es de forma semi automática y con una sola receta o estilo de cerveza artesanal.
7. Para el parámetro de temperatura se utiliza el PT100 para el control del mismo y en el caso del medir el volumen del líquido o fluido se usa un sensor de nivel

tipo capacitivo por su medición más precisa y resistente a altas temperaturas.

8. El sistema electrónico ha sido en específico para favorecer y facilitar al maestro cervecero, operario y ayudantes con la elaboración de cerveza artesanal de acuerdo a sus requerimientos y tener una calidad de cerveza óptima.
9. Con el automatizado del proceso de producción de cerveza artesanal, se obtuvo un sistema que da el control totalmente sobre todas las variables involucradas en el proceso de elaboración para el operario, así no tiene que hacer esfuerzo en la repetitividad del proceso cada mes que se agote el lote de producción.
10. Es un sistema electrónico que se posiciona en un grado más alto que los equipos adquiridos en el territorio nacional, ya que ofrece con una automatización total y el operario interviene en ciertas partes del proceso, mientras tanto otras cerveceras artesanales trabajan de forma tradicional.
11. Se logro obtener un sistema que es adaptable a la capacidad de elaboración y puede tomar las magnitudes que sean correctas según con lo requerido de las necesidades del cliente, estas pueden variar o cambiar como el tamaño de las ollas o contenedores de acuerdo al volumen a realizarse, modificar la temperatura y tiempo para realizar el tipo o estilo de cerveza deseada.
12. El sistema automatizado y sus componentes electrónicos, también es posible que se adapte a otros equipos que ya se encuentren operativos. Además, se logra diferenciar del resto, porque son muy pocos que comercializan y necesariamente tienen que importar todos los equipos sin tener asesoramiento directo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar un sistema de limpieza automatizado para los componentes mecánicos, con el fin de reducir el tiempo que el operario lo haga de manera manual y tenga evitar que tenga algún tipo accidente.
2. Para tener un mejor control de los parámetros como volumen, tiempo y temperatura se recomienda usar un sistema con control PID.
3. Se recomienda que para poder realizar las pruebas con más exactitud se añada las funciones de manejo manual y automática tanto como para cada proceso y añadir esta misma función en la pantalla HMI para su manejo más simple para el operario.
4. El operador o ninguna persona no autorizada debe manipular o modificar los sensores de nivel para que elementos internos como uniones, cables y aislante térmicos se descompongan o falle todo el proceso de elaboración de cerveza artesanal.
5. Ninguna persona no autorizada debe abrir y manipular en el tablero del cuadro de control. Esta debe permanecer cerrada para que no ingrese ningún líquido o algún tipo de elemento no deseado y dañar los componentes o elementos eléctricos.
6. El operador no debe acercarse al sistema de distribución de fluidos para no sufrir quemaduras al finalizar el proceso.
7. Se recomienda instalar en el área de elaboración un sistema contra incendio para salvaguardar la integridad de los operadores, asistentes, todo el personal, los componentes y equipos existentes, así como toda el área de la empresa, ya que se trabaja con quemadores a gas que se utilizan para calentar los tanques.
8. La empresa debe de adquirir y capacitar a todo el personal para tener un plan de evacuación ante cualquier tipo de evento de riesgo: eventos provocados por el hombre, desperfectos en el sistema o eventos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almajano, M. (2015). *Diseño de una micro- planta de fabricación de cerveza y estudio de técnicas y procesos de producción* (tesis de pregrado). Universitat Politècnica de Catalunya, España.
- Boan, M.; Collini, D. & Pérez, C. *Manual Cerveceros II: Guía de estilos*. Argentina: Dunken
- Boisset, F. (09 de diciembre de 2018). ¿Qué es un PLC (Controlador Lógico Programable)? Association for Advancing Automation. Recuperado de <https://www.automate.org/editorials/what-s-a-plc-programmable-logic-controller>
- Bruschini, M. & Quinteros, S (2020). *Planta automatizada de fabricación de cerveza artesanal* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- Burbano, v. & Cabezas, S. (2015). *Diseño e implementación de un sistema automatizado para mejorar el proceso de cocción de cerveza artesanal en la empresa Cervecería Gourmet* (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- Cervezomicón (10 de agosto 2017) Las cuatro palancas del macerado. Recuperado de <https://cervezomicon.com/tag/enzima/>
- Colignon, M. & Roldán, G. (2018). *Automatización de proceso para elaboración de cerveza artesanal*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- De Garcia Moreno, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. Recuperado de https://www.academia.edu/38425491/Automatizacion_Procesos_Industrial

es_Alfa_Omega

- Delgado, A. (2019). *Montaje y automatización de una planta de cerveza casera* (tesis de pregrado). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, España.
- Denise, E. & Hughes, P. S. (2003). *Cerveza: calidad, higiene y características nutricionales*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Electronicboard (06 de agosto del 2020) la industria 4.0 fábricas inteligentes Recuperado de <https://www.electronicboard.es/la-industria-4-0-fabricas-inteligentes/>
- Hornsey, I. (2002). *Elaboración de Cerveza: microbiología, bioquímica y tecnología*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Hough, S. J. (2001). *Bioteología de la cerveza y malta*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Huxley, S. (2013). *La cerveza: Un manual para cervesiafilios*. España: Ediciones Trea, S. L
- IBM (17 de abril 2020) ¿Qué es la Industria 4?0? Recuperado de <https://www.ibm.com/pe-es/topics/industry-4-0>
- Inga, C. (26 de diciembre de 2019). Cervezas artesanales: ¿cómo avanza su consumo en el Perú? El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/cervezas-cervezas-artesanales-como-avanza-su-consumo-en-el-peru-barbarian-consumo-noticia/>
- Luján, M. & Vásquez, V. (2010). Control automático con lógica difusa de la producción de cerveza artesanal en las etapas de maceración y cocción. *Scientia Agropecuaria* 1(2), 125 – 137.

Maloy, G. (09 de marzo de 2020). ¿Qué es un sensor y qué hace? Recuperado de <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>

MasterPLC. (sin fecha). Siemens automatización industrial con PLCs. Recuperado de <https://masterplc.com/siemens/>

Mundo Cerveza (2013) El color de la cerveza sí importa. Recuperado: <https://www.mundocerveza.com/el-color-de-la-cerveza-si-importa/>

Neil, S. (29 de junio 2020). Los PLC ganan prestigio como los cerebros detrás de las máquinas. Recuperado de <https://www.mundopmmi.com/automatizacion/internet-industrial-de-las-cosas-iiot/article/21138739/los-plc-ganan-prestigio-como-los-cerebros-detrs-de-las-mquinas>

Palmer, J. (2006). *How to Brew: Everything you need to know to brew beer right the first time*. EE. UU: Natl Book Network.

Poder Legislativo Congreso de la República (17 de diciembre de 2010). Ley N° 29632 - Ley para erradicar la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano. Recuperado: <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29632.pdf>

Salazar, C. (17 de noviembre de 2020) Consideraciones para elegir el equipo correcto. Recuperado de <https://www.industriasgsl.com/blog/post/que-es-un-hmi-consideraciones-para-elegir-el-equipo-correcto>

SRC (sin fecha). Tipos de sensores de temperatura. Recuperado de <https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/>

Terán, J. (23 de enero de 2011). Estructura PLC. Recuperado de <https://es.slideshare.net/johnomar/estructura-plc-6670334>

- Terán, M. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de automatización para una línea de producción de cerveza artesanal* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- Tintó, A.; Sánchez, F. & Vidal, J. M. (2004). *La cerveza artesanal: Cómo hacer cerveza en casa*. Barcelona, España: Edimat Libros.
- Tul, H. (2016). *Diseño e implementación del prototipo de un sistema automatizado para la elaboración de cerveza artesanal* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Israel, Ecuador.
- Wolfgang, V. (2003). *Elaboración casera de cerveza*. Zaragoza, España: Acribia S.A.

ANEXOS

Anexo 1: Ley N° 29632

431064

 **NORMAS LEGALES**

El Peruano
Lima, viernes 17 de diciembre de 2010

PODER LEGISLATIVO

CONGRESO DE LA REPUBLICA

LEY N° 29632

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República
Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

LEY PARA ERRADICAR LA ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS INFORMALES, ADULTERADAS O NO APTAS PARA EL CONSUMO HUMANO

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO I

OBJETO, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y DEFINICIONES

Artículo 1°.- Objeto de la Ley

La presente Ley tiene el objeto de dictar medidas respecto a la fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio, suministro, importación y exportación de bebidas alcohólicas, a fin de erradicar la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.

Además, regula las medidas y procedimientos de supervisión y control del alcohol etílico, atendiendo a su condición de principal insumo para la fabricación de bebidas alcohólicas, con el propósito de salvaguardar la salud de la población.

Artículo 2°.- Ámbito de aplicación

Las disposiciones establecidas en la presente Ley son de cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que realicen actividades vinculadas al alcohol etílico, tales como producción, comercialización, transformación, importación, exportación, envasado y transporte de alcohol etílico.

Artículo 3°.- Definiciones

Para los efectos previstos en la presente Ley se establecen las definiciones siguientes:

1. Alcohol etílico.- Es aquel producto obtenido a partir de mostos de materias primas de origen agrícola, sometidos al proceso de fermentación alcohólica y posterior destilación. En caso de que se requiera, se denomina de acuerdo a la materia prima de la cual proviene. Su fórmula es C_2H_5OH .
2. Alcohol etílico industrial o de segunda.- Es aquel obtenido como subproducto del alcohol etílico y que posee un alto contenido de aldehídos y ésteres.
3. Alcohol etílico desnaturalizado.- Es aquel al que se le ha añadido sustancias para obtener un sabor u olor que lo convierten en impropio para su consumo como bebida, pero no para uso industrial.
4. Bebida alcohólica.- Es aquel producto obtenido por procesos de fermentación principalmente alcohólica de la materia prima agrícola que sirve como base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptible de ser añejada, que puede presentarse en mezclas de bebidas alcohólicas y puede estar adicionada de ingredientes y aditivos permitidos por el organismo

de control correspondiente, y con una graduación alcohólica de 0,5% Alc. Vol. a 55% Alc. Vol. Se clasifica de la forma siguiente: bebidas alcohólicas fermentadas, bebidas alcohólicas destiladas, bebidas alcohólicas preparadas y licores.

5. Bebida alcohólica artesanal.- Es aquel producto obtenido por procesos de fermentación principalmente alcohólica de la materia prima agrícola sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptible de ser añejada, el cual se elabora con métodos caseros para uso y consumo exclusivo de su fabricante, sin fines comerciales.
6. Bebida alcohólica informal.- Comprende todas las bebidas alcohólicas cuya procedencia es desconocida, así como aquellas industrializadas que no cuentan con registro sanitario otorgado por la autoridad de salud de nivel nacional.
7. Bebida alcohólica adulterada.- Es aquella que ha sido privada, parcial o totalmente, de sus elementos útiles o característicos, reemplazándolos o no por otros inertes o extraños de cualquier naturaleza para disimular u ocultar alteraciones, deficiente calidad de materias primas, defectos de elaboración, o para modificar la medida del producto.
8. Bebida no apta para el consumo humano.- Es aquella que pone en riesgo la salud o integridad de los consumidores debido a que se encuentra contaminada, putrefacta, deteriorada o descompuesta.
9. Comercio informal.- Constituye la comercialización, venta, suministro o expendio realizado por comerciantes en establecimientos que no cuentan con autorización municipal o, de forma ambulatoria, en la vía pública, o en campos feriales o mercados sin autorización municipal. También es aquel que teniendo licencia de funcionamiento, vende, suministra, expende o comercializa alcohol etílico con fines de consumo humano, bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.
10. Distribuidores de bebidas alcohólicas.- Se refiere a los productores o fabricantes, importadores, distribuidores, mayoristas, comisionistas mercantiles y en general a cualquier persona natural o jurídica que distribuye o comercializa bebidas alcohólicas, por cuenta propia o de terceros, a puntos de venta, establecimientos comerciales, eventos públicos o comerciantes de cualquier naturaleza, para su posterior comercialización. No se incluye en este concepto a quienes comercializan exclusivamente las bebidas alcohólicas para consumidores finales.

CAPÍTULO II

COMPETENCIAS

Artículo 4°.- Competencia del Ministerio de la Producción, del Ministerio de Salud y de las direcciones regionales de producción

El Ministerio de la Producción y las direcciones regionales de producción implementan mecanismos de control y fiscalización de las actividades que tienen como insumo el alcohol etílico. Asimismo, imponen las sanciones administrativas respectivas, de acuerdo a su competencia.

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa), interviene otorgando los registros sanitarios y supervisando el cumplimiento de las condiciones sanitarias de las bebidas alcohólicas y los demás productos destinados al consumo humano.

Artículo 5°.- Competencia de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat)

La Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat) es la entidad encargada de verificar la documentación pertinente durante el traslado de alcohol etílico y aplicar las sanciones administrativas respectivas, de acuerdo a su competencia.

Asimismo, dicha entidad tiene a su cargo el control y la fiscalización del ingreso, permanencia, traslado y salida de alcohol etílico y de bebidas alcohólicas, hacia y desde el territorio aduanero.

Artículo 6°.- Competencia municipal

Corresponde a las municipalidades provinciales normar y regular las medidas destinadas a la erradicación de la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano, así como evaluar su aplicación.

Las municipalidades distritales ejercen la potestad sancionadora dentro de sus respectivas jurisdicciones.

Artículo 7°.- Competencia de la Policía Nacional del Perú

La Policía Nacional del Perú apoya las acciones de control, supervisión y fiscalización, de acuerdo a lo dispuesto en esta Ley.

TÍTULO II

PROHIBICIONES, SUPERVISIÓN Y CONTROL DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Artículo 8°.- Prohibiciones

Están prohibidos los siguientes actos:

1. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio, suministro, importación y exportación de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.
2. El comercio informal de bebidas alcohólicas.
3. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio y suministro de bebidas alcohólicas en establecimientos que, a pesar de no realizar actividad informal, no cumplen con las condiciones y requisitos sanitarios que garanticen la salubridad e inocuidad del producto o que los titulares de tales actividades no cuenten con los permisos o autorizaciones necesarias para realizarlas.

Artículo 9°.- Inspecciones municipales

En el ámbito de su jurisdicción y a través de sus órganos competentes, las municipalidades son las encargadas de la supervisión y control del cumplimiento de las disposiciones previstas en esta Ley a través de inspecciones a los establecimientos que fabrican, distribuyen o comercializan bebidas alcohólicas. Estas inspecciones pueden ser de oficio o a instancia de parte.

Las inspecciones solicitadas a instancia de parte son programadas por la autoridad municipal en caso de que reciba una denuncia sobre el incumplimiento de alguna de las prohibiciones previstas en el artículo 8°.

El órgano de la municipalidad que efectúe la inspección realiza, cuando sea necesario, los análisis físico-químico y microbiológico de las bebidas alcohólicas muestreadas para su respectivo control.

Artículo 10°.- Medidas preventivas de seguridad municipal

A consecuencia de las actividades de supervisión y control, la autoridad municipal puede disponer, como medida preventiva, el comiso temporal de las bebidas alcohólicas o la suspensión temporal hasta por treinta (30) días para ejercer actividades cuando existan indicios de lo siguiente:

1. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio, suministro, importación y exportación de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.
2. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio y suministro de bebidas alcohólicas en establecimientos que no cumplen con las condiciones y requisitos sanitarios que garanticen su salubridad e inocuidad, o que no cuentan con los permisos o autorizaciones para realizar tales actividades.

Artículo 11°.- Intervenciones policiales

La Policía Nacional del Perú, a través de sus órganos operativos, brinda su colaboración a efectos de que las entidades correspondientes efectúen intervenciones en los establecimientos dedicados a la venta de bebidas alcohólicas con el fin de verificar lo siguiente:

1. Si el producto cuenta con registro sanitario, el que debe especificar que no contiene productos tóxicos como aldehídos, ésteres y otros; y si el mismo es declarado en el rotulado.
2. El origen de los productos, el cual debe ser acreditado con la exhibición de los comprobantes de pago que sustentan la adquisición de las bebidas alcohólicas.
3. La existencia de indicios de manipulación o adulteración de los envases que contienen el producto, en cuyo caso remite una muestra del producto a la Dirección de Criminalística de la Policía Nacional del Perú para su análisis correspondiente.

En caso de que se constate el incumplimiento de los numerales 1 o 2, o se verifique el supuesto previsto en el numeral 3, la autoridad pertinente dispone el comiso temporal de la mercadería y levanta un acta donde se colocan los resultados de la acción de supervisión realizada, así como el detalle de los productos decomisados de forma temporal, cuya copia es entregada al inspeccionado.

En los supuestos previstos en los numerales 1 y 2, los titulares de la mercadería comisada tienen un plazo de diez (10) días hábiles para recuperarla acreditando que el producto cuenta con registro sanitario o el origen de los productos, mediante la presentación de los respectivos comprobantes de pago emitidos por proveedores formales de bebidas alcohólicas.

Si, a consecuencia del análisis previsto en el numeral 3, se determina que el producto no ha sido manipulado, adulterado y es apto para el consumo humano, se dispone su inmediata devolución.

En los casos de que no ocurra lo previsto en los párrafos tercero y cuarto, se procede de la forma siguiente:

- a. Si la mercadería no ha sido manipulada, adulterada, es apta para el consumo humano y cuenta con registro sanitario, se dispone su remate.
- b. Si la mercadería ha sido manipulada, adulterada, no es apta para el consumo humano o no cuenta con registro sanitario, se dispone su destrucción.

El procedimiento para el remate y la destrucción se aprueba en el reglamento. Los ingresos provenientes del remate constituyen recursos directamente recaudados del Ministerio del Interior para ser destinados a la Policía Nacional del Perú.

La Policía Nacional del Perú dispone que se remita una copia de lo actuado a la municipalidad distrital correspondiente a efectos de que inicie el procedimiento administrativo sancionador. En estos casos, los ingresos que se recauden por concepto de multas constituyen recursos directamente recaudados, en partes iguales, de las municipalidades distritales y del Ministerio del Interior, para ser destinados a la Policía Nacional del Perú.

TÍTULO III

MECANISMO DE CONTROL Y FISCALIZACIÓN PARA EL USO Y EL TRANSPORTE DE ALCOHOL ETÍLICO

CAPÍTULO I

REGISTRO ÚNICO DE USUARIOS Y TRANSPORTISTAS DE ALCOHOL ETÍLICO

Artículo 12°.- Creación del Registro Único de Usuarios y Transportistas de Alcohol Etílico

El Ministerio de la Producción es el responsable del desarrollo, aplicación y mantenimiento del Registro Único de Usuarios y Transportistas de Alcohol Etílico, al que se denomina Registro Único en esta Ley.

Artículo 13°.- Inscripción en el Registro Único de Usuarios y Transportistas de Alcohol Etílico

Las personas naturales y jurídicas que realicen

las actividades de producción de alcohol etílico, comercialización, transformación, importación, exportación, envase, reenvase y transporte de dicho insumo, incluyendo la producción de bebidas alcohólicas elaboradas con alcohol etílico, deben solicitar y obtener, previamente, su inscripción en el Registro Único ante la Dirección de Insumos Químicos y Productos Fiscalizados del Ministerio de la Producción o las direcciones regionales de producción, según corresponda a la ubicación del domicilio legal de estas.

La inscripción en el Registro Único tiene vigencia de un (1) año, que debe ser renovada antes de su vencimiento por idéntico plazo.

El reglamento establece el procedimiento de inscripción y renovación correspondiente.

Mediante decreto supremo emitido por el Ministerio de la Producción se puede incorporar registros especiales de todas las operaciones que se efectúen con el alcohol etílico.

Artículo 14°.- Control del transporte

Durante el tránsito de alcohol etílico, la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat) verifica que el remitente, el receptor y el transportista se encuentran inscritos en el Registro Único, cuya constancia deben llevar para sustentar el traslado.

CAPÍTULO II

RÉGIMEN ADUANERO DE CONTROL DE ALCOHOL ETÍLICO

Artículo 15°.- Regímenes aduaneros sujetos a control

Está sujeto a control el alcohol etílico que ingresa, transita, sale o permanece físicamente en el país, cualquiera sea el régimen aduanero al que se sujete.

Para el ingreso y salida del territorio nacional, excepto el tránsito aduanero, transbordo y reembarque de alcohol etílico, se requiere que el importador o exportador, según corresponda, se encuentre inscrito en el Registro Único.

Los regímenes aduaneros que se llevan a cabo al amparo de esta Ley están sujetos a lo establecido por el Decreto Legislativo núm. 1053, Decreto Legislativo que Aprueba la Ley General de Aduanas, y su reglamento.

La autoridad aduanera dispone el aforo en todos los regímenes aduaneros que implique ingreso o salida del país de alcohol etílico.

Artículo 16°.- Control del tránsito internacional

La Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas de la Sunat controla el ingreso y salida de alcohol etílico en tránsito internacional por el territorio nacional.

Artículo 17°.- Reporte de la Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas

El alcohol etílico que ingresa o sale físicamente del país, cualquiera sea su modalidad, debe ser reportado por la Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas de la Sunat al Ministerio de la Producción.

Artículo 18°.- Márgenes de tolerancia

El reglamento establece los márgenes de tolerancia sobre el peso total de alcohol etílico declarado.

CAPÍTULO III

COMERCIALIZACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO

Artículo 19°.- Obligaciones durante las operaciones de comercialización

Las personas naturales o jurídicas proveedoras de alcohol etílico, sean fabricantes o distribuidores mayoristas o minoristas, deben verificar las solicitudes de pedidos de compra de dicho producto, debiendo como mínimo efectuar los siguientes procedimientos:

1. Verificar que la empresa solicitante cuenta con inscripción vigente en el Registro Único.
2. Verificar en el Registro Único que la persona o personas que efectúan el pedido cuentan con capacidad para actuar en representación de la empresa usuaria.

Las personas que decidan adquirir alcohol etílico deben verificar que las personas naturales o jurídicas proveedoras de alcohol etílico, sean fabricantes o distribuidores mayoristas, se encuentran debidamente registradas en el Registro Único. Esta regla no aplica al distribuidor minorista ni a los consumidores finales del producto.

TÍTULO IV

ALCOHOL ETÍLICO INDUSTRIAL O DE SEGUNDA

Artículo 20°.- Prohibiciones

Está prohibido:

1. La comercialización o suministro de alcohol etílico industrial o de segunda que no se encuentra desnaturalizado.
2. La elaboración de bebidas alcohólicas a base de alcohol etílico industrial o de segunda.

TÍTULO V

INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo 21°.- Responsabilidad debido a la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano

Incurren en responsabilidad administrativa las personas naturales o jurídicas que, por acción u omisión, realizan hechos constitutivos de infracción. Son infracciones administrativas debido a la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano, las siguientes:

1. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio, suministro, importación y exportación de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.
2. El comercio informal de bebidas alcohólicas.
3. La fabricación, elaboración, manipuleo, mezcla, transformación, preparación, acondicionamiento, envase, reenvase, almacenamiento, comercialización, distribución, expendio y suministro de bebidas alcohólicas en establecimientos que, a pesar de no realizar actividad informal, no cumplen con las condiciones y requisitos sanitarios que garanticen la salubridad e inocuidad del producto, o que no cuentan con los permisos o autorizaciones necesarios para realizar tales actividades.

Las infracciones previstas en los numerales 1 y 3 constituyen infracciones muy graves. La prevista en el numeral 2 constituye infracción grave.

Artículo 22°.- Responsabilidad a causa del uso y el transporte de alcohol etílico

Incurren en responsabilidad administrativa las personas naturales o jurídicas que, por acción u omisión, realizan hechos constitutivos de infracción. Son infracciones administrativas a causa del uso y el transporte de alcohol etílico, las siguientes:

1. La omisión de inscripción en el Registro Único de manera previa al inicio de actividades de producción de bebidas alcohólicas a base de alcohol etílico, comercialización, transformación, importación, exportación, envase, reenvase y transporte de dicho insumo.
2. La omisión de renovación de la inscripción en el Registro Único antes de su fecha de vencimiento. Si la renovación se efectúa después de transcurridos los primeros treinta (30) días desde la fecha de vencimiento de la referida inscripción, se atribuye la infracción descrita en el numeral 1.
3. El incumplimiento de la obligación de verificar las solicitudes de pedido de compra de alcohol etílico.
4. El incumplimiento de la obligación de verificar que la persona que vende el producto se encuentra debidamente registrada en el Registro Único.
5. La no presentación a la autoridad de la constancia de inscripción en el Registro Único durante el

- tránsito del referido producto dentro del territorio nacional.
6. La comercialización o suministro de alcohol etílico industrial o de segunda sin desnaturalizar.
 7. La elaboración de bebidas alcohólicas a base de alcohol etílico industrial o de segunda.

Las infracciones previstas en los numerales 1, 6 y 7 constituyen infracciones muy graves. Las previstas en los numerales 2 y 5 constituyen infracciones graves. Las previstas en los numerales 3 y 4 constituyen infracciones leves.

Artículo 23°.- Autoridades competentes para sancionar

Las municipalidades distritales son las autoridades competentes para sancionar las conductas referentes a las infracciones dispuestas en el artículo 21°.

El Ministerio de la Producción o las direcciones regionales de producción, dentro de su jurisdicción, son las autoridades competentes para sancionar las conductas referentes a las infracciones dispuestas en los numerales 1, 2, 3, 4, 6 y 7 del artículo 22°.

La Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat) es la autoridad competente para sancionar las conductas referentes a la infracción dispuesta en el numeral 5 del artículo 22°.

Artículo 24°.- Sanciones

Cuando se haya acreditado la comisión de infracciones administrativas y la responsabilidad administrativa de los infractores, se pueden aplicar las sanciones siguientes:

1. Multa.
2. Comiso administrativo definitivo, el cual es aplicable, como alternativa a la imposición de multa, solo para el supuesto descrito en el numeral 2 del artículo 11° cuando la cantidad de bebidas alcohólicas no supere el límite que se establece en el reglamento.

Respecto a la comisión de infracciones continuadas, resulta de aplicación lo dispuesto en el numeral 7 del artículo 230° de la Ley núm. 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

La responsabilidad administrativa establecida en esta Ley es independiente de la responsabilidad civil o penal a que hubiera lugar.

Artículo 25°.- Criterios para la imposición de sanciones debido a la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano

Tratándose de la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano las multas se expresan en Unidades Impositivas Tributarias (UIT) que se establecen en el reglamento.

Para determinar el monto de la multa, se tienen en cuenta los criterios siguientes:

- a. El daño potencial a la salud que produce la infracción.
- b. La conducta del infractor a lo largo del procedimiento.
- c. La continuidad de la infracción.
- d. El beneficio obtenido por el infractor o terceros por la infracción.

Artículo 26°.- Criterios para la imposición de sanciones a causa del uso y el transporte de alcohol etílico

Las multas a causa del uso y el transporte de alcohol etílico se expresan en Unidades Impositivas Tributarias (UIT) que se establecen en el reglamento.

Artículo 27°.- Medidas correctivas

La autoridad competente puede imponer medidas correctivas a efectos de revertir o disminuir, de ser el caso, el efecto nocivo que la conducta infractora hubiera podido producir en la salud y bienestar de las personas.

Entre las medidas que pueden ordenarse se encuentran, de manera enunciativa, las siguientes:

- a. El retiro definitivo de las bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano.

- b. La paralización o restricción de la actividad causante de la infracción.
- c. El cierre definitivo, parcial o total del local o establecimiento donde se lleva a cabo la actividad que ha generado la presunta infracción.
- d. Otras que se consideren necesarias para revertir o disminuir en lo posible el efecto nocivo que la conducta infractora produzca o hubiera podido producir en la salud y bienestar de las personas.

Artículo 28°.- Medidas preventivas

A consecuencia de las actividades de supervisión y control, las autoridades competentes para sancionar pueden disponer como medida preventiva el comiso temporal del alcohol etílico incautado cuando existan indicios de lo siguiente:

1. La omisión de inscripción en el Registro Único de manera previa al inicio de actividades de producción de bebidas alcohólicas a base de alcohol etílico, comercialización, transformación, importación, exportación, envase, reenvase y transporte de dicho insumo.
2. La omisión de renovación de la inscripción en el Registro Único antes de su fecha de vencimiento.
3. El incumplimiento de la obligación de verificar las solicitudes de pedido de compra de alcohol etílico de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 22°.
4. La comercialización o suministro de alcohol etílico industrial o de segunda sin desnaturalizar para fabricar bebidas alcohólicas.
5. El alcohol etílico industrial o de segunda está siendo o será utilizado para la fabricación de bebidas alcohólicas.

Para ejecutar las medidas preventivas, la autoridad competente cuenta con el apoyo de la Policía Nacional del Perú.

En caso de que la autoridad policial constate directamente la existencia de indicios de los supuestos previstos en los numerales 4 y 5, se encuentra facultada para proceder al comiso temporal de la mercadería, levantando el acta correspondiente.

El acta debe ser remitida al Ministerio de la Producción o a sus direcciones regionales de producción para el inicio del correspondiente procedimiento administrativo sancionador.

En estos casos, los ingresos que se recaudan por concepto de multas constituyen recursos directamente recaudados, en partes iguales, del Ministerio de la Producción y del Ministerio del Interior, el que los destina a la Policía Nacional del Perú.

Artículo 29°.- Multas coercitivas

En aplicación del artículo 199° de la Ley núm. 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, el Ministerio de la Producción, las direcciones regionales de producción, la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat) y las municipalidades distritales pueden imponer multas coercitivas por un monto que no supere el monto máximo de la multa prevista para las infracciones leves, frente al incumplimiento de las obligaciones accesorias a la sanción, impuestas en el procedimiento administrativo sancionador.

El reglamento establece la temporalidad en la imposición de multas coercitivas, así como el monto de las mismas.

Artículo 30°.- Procedimiento sancionador

El procedimiento administrativo sancionador está conformado por dos (2) instancias administrativas de la municipalidad distrital y se rige, en aquello no previsto en la presente Ley, por lo dispuesto en el capítulo II, Procedimiento Sancionador, del título IV de la Ley núm. 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. El reglamento establece precisiones adicionales al procedimiento y los órganos competentes de las entidades para su tramitación.

Los ingresos por multas constituyen ingresos propios de la autoridad que las impone, salvo en los casos previstos en los artículos 11° y 28°, en los cuales se rigen por estas disposiciones.

Lo que se recauda a consecuencia de las multas coercitivas constituye ingreso propio de quien las impone.

Artículo 31°.- Prescripción

Las acciones para imponer sanciones conforme a la presente Ley prescriben a los cinco (5) años de cometida la infracción.

Artículo 32°.- Financiamiento

Las entidades comprendidas en esta Ley sujetan la aplicación de la misma a sus presupuestos institucionales, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**PRIMERA.- Norma reglamentaria**

Mediante decreto supremo refrendado por los Ministros de la Producción, del Interior y de Salud, se aprueba el reglamento de esta Ley, el mismo que será publicado en un plazo no mayor de noventa (90) días naturales contado a partir de la vigencia de la Ley.

SEGUNDA.- Sistema de información en línea sobre el Registro Único

El reglamento establece las características del sistema de información en línea sobre el Registro Único que debe implementar el Ministerio de la Producción, con la finalidad de que los agentes puedan efectuar las verificaciones a que se refiere el artículo 15°.

TERCERA.- Adecuación normativa por las municipalidades

Las municipalidades adecuan y dictan las disposiciones que sean necesarias para el cumplimiento de la presente Ley en un plazo de sesenta (60) días naturales posteriores a la publicación del reglamento.

CUARTA.- Registro de Comercializadores de Bebidas Alcohólicas

Los distribuidores de bebidas alcohólicas están obligados a inscribirse en el Registro de Comercializadores de Bebidas Alcohólicas, el cual tiene vigencia indefinida y está a cargo del Ministerio de la Producción y sus direcciones regionales de producción.

Las autoridades competentes comprendidas en esta Ley tienen acceso directo a la información que contiene el Registro de Comercializadores de Bebidas Alcohólicas.

QUINTA.- Bebidas que constituyen parte del Patrimonio Cultural de la Nación

No están comprendidas dentro del objeto de esta Ley las bebidas alcohólicas que están declaradas o forman parte del Patrimonio Cultural de la Nación ni aquellas otras que constituyen parte de la cultura ancestral de los pueblos andinos y amazónicos o que se utilizan en las manifestaciones de su cultura.

SEXTA.- Bebidas alcohólicas artesanales

Quedan excluidas del objeto de esta Ley las bebidas alcohólicas artesanales.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA**ÚNICA.- Plazo de adecuación**

Las personas naturales y jurídicas que a la fecha de entrada en vigencia de la presente Ley se dedican a las actividades comprendidas en el artículo 2° deben adecuarse a esta en el plazo de noventa (90) días naturales posteriores a la publicación del reglamento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA MODIFICATORIA**ÚNICA.- Incorporación de artículo al Código Penal**

Incorpórase el artículo 288°-C al Código Penal en los términos siguientes:

"Artículo 288°-C.- Producción o comercialización de bebidas alcohólicas ilegales

El que produce o comercializa bebidas alcohólicas informales, adulteradas o no aptas para el consumo humano, según las definiciones señaladas en la Ley para Erradicar la Elaboración y Comercialización de Bebidas Alcohólicas Informales, Adulteradas o no Aptas para el Consumo Humano, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro ni mayor de ocho años."

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.

En Lima, a los catorce días del mes de diciembre de dos mil diez.

CÉSAR ZUMAETA FLORES
Presidente del Congreso de la República

ALEJANDRO AGUINAGA RECUENCO
Primer Vicepresidente del Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de diciembre del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JOSÉ ANTONIO CHANG ESCOBEDO
Presidente del Consejo de Ministros y Ministro de Educación

579330-1

LEY N° 29633

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República
Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

LEY QUE FORTALECE LA TUTELA DEL INCAPAZ O ADULTO MAYOR MEDIANTE LA MODIFICACIÓN DE DIVERSOS ARTÍCULOS DEL CÓDIGO CIVIL**Artículo 1°.- Incorporación del artículo 568°-A al Código Civil**

Incorpórase el artículo 568°-A al Código Civil, el cual queda redactado en los términos siguientes:

"Artículo 568°-A.- Facultad para nombrar su propio curador

Toda persona adulta mayor con capacidad plena de ejercicio de sus derechos civiles puede nombrar a su curador, curadores o curadores sustitutos por escritura pública con la presencia de dos (2) testigos, en previsión de ser declarado judicialmente interdicto en el futuro, inscribiendo dicho acto en el Registro Personal de la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (Sunarp).

El juez a cargo del proceso de interdicción recaba la certificación del registro, a efectos de verificar la existencia del nombramiento. La designación realizada por la propia persona vincula al juez.

Asimismo, la persona adulta mayor puede disponer en qué personas no debe recaer tal designación. También puede establecer el alcance de las facultades que gozará quien sea nombrado como curador."

Artículo 2°.- Modificación de los artículos 569° y 2030° del Código Civil

Modifícanse los artículos 569° y 2030° del Código Civil en los términos siguientes:

"Artículo 569°.- Prelación de curatela legítima

A falta de curador nombrado conforme al artículo 568°-A, la curatela de las personas mencionadas en los artículos 43°, numerales 2 y 3, y 44°, numerales 2 y 3, corresponde:

Anexo 2: Comparing the CPU models of PLC S7-1200

Feature		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Physical size (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
User memory	Work	30 Kbytes	50 Kbytes	75 Kbytes	100 Kbytes
	Load	1 Mbyte	1 Mbyte	4 Mbytes	4 Mbytes
	Retentive	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes
Local on-board I/O	Digital	6 inputs/4 outputs	8 inputs/6 outputs	14 inputs/10 outputs	14 inputs/10 outputs
	Analog	2 inputs	2 inputs	2 inputs	2 inputs / 2 outputs
Process image size	Inputs (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Outputs (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Bit memory (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Signal module (SM) expansion		None	2	8	8
Signal board (SB), Battery board (BB), or communication board (CB)		1	1	1	1
Communication module (CM) (left-side expansion)		3	3	3	3
High-speed counters	Total	3 built-in I/O, 5 with SB	4 built-in I/O, 6 with SB	6	6
	Single phase	3 at 100 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 1 at 30 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz
	Quadrature phase	3 at 80 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 1 at 20 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz
Pulse outputs ¹		4	4	4	4
Memory card		SIMATIC Memory card (optional)			
Real time clock retention time		20 days, typ. / 12 day min. at 40 degrees C (maintenance-free Super Capacitor)			
PROFINET		1 Ethernet communication port			2 Ethernet communication ports
Real math execution speed		2.3 µs/instruction			
Boolean execution speed		0.08 µs/instruction			

¹ For CPU models with relay outputs, you must install a digital signal board (SB) to use the pulse outputs.

Each CPU provides dedicated HMI connections to support up to 3 HMI devices. The total number of HMI is affected by the types of HMI panels in your configuration. For example, you could have up to three SIMATIC Basic panels connected to your CPU, or you could have up to two SIMATIC Comfort panels with one additional Basic panel.

The different CPU models provide a diversity of features and capabilities that help you create effective solutions for your varied applications. For detailed information about a specific CPU, see the technical specifications (Page 699).

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf

Table 1- 2 Blocks, timers and counters supported by S7-1200

Element	Description	
Blocks	Type	OB, FB, FC, DB
	Size	30 Kbytes (CPU 1211C)
		50 Kbytes (CPU 1212C)
		64 Kbytes (CPU 1214C and CPU 1215C)
	Quantity	Up to 1024 blocks total (OBs + FBs + FCs + DBs)
	Address range for FBs, FCs, and DBs	1 to 65535 (such as FB 1 to FB 65535)
	Nesting depth	16 from the program cycle or start up OB; 4 from the time delay interrupt, time-of-day interrupt, cyclic interrupt, hardware interrupt, time error interrupt, or diagnostic error interrupt OB
Monitoring	Status of 2 code blocks can be monitored simultaneously	
OBs	Program cycle	Multiple: OB 1, OB 200 to OB 65535
	Startup	Multiple: OB 100, OB 200 to OB 65535
	Time-delay interrupts and cyclic interrupts	4 ¹ (1 per event): OB 200 to OB 65535
	Hardware interrupts (edges and HSC)	50 (1 per event): OB 200 to OB 65535
	Time error interrupts	1: OB 80
	Diagnostic error interrupts	1: OB 82
	Timers	Type
Quantity		Limited only by memory size
Storage		Structure in DB, 16 bytes per timer
Counters	Type	IEC
	Quantity	Limited only by memory size
	Storage	Structure in DB, size dependent upon count type <ul style="list-style-type: none"> • SInt, USInt: 3 bytes • Int, UInt: 6 bytes • DInt, UDInt: 12 bytes

¹ Time-delay and cyclic interrupts use the same resources in the CPU. You can have only a total of 4 of these interrupts (time-delay plus cyclic interrupts). You cannot have 4 time-delay interrupts and 4 cyclic interrupts.

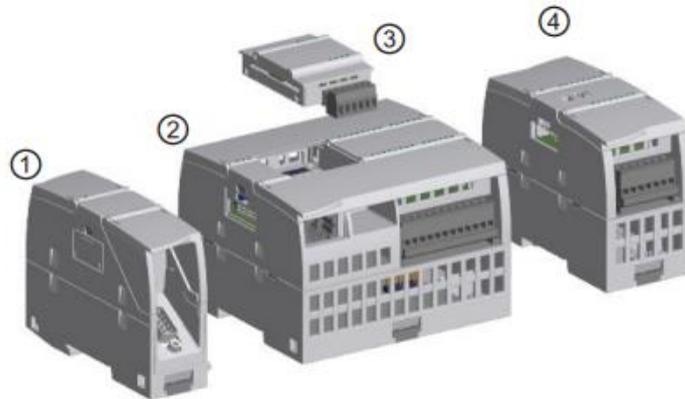
Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71

200_system_manual_en-US_en-US.pdf

1.2 Expansion capability of the CPU

The S7-1200 family provides a variety of modules and plug-in boards for expanding the capabilities of the CPU with additional I/O or other communication protocols. For detailed information about a specific module, see the technical specifications (Page 699).



- ① Communication module (CM), communication processor (CP), or TS Adapter
- ② CPU
- ③ Signal board (SB), communication board (CB), or Battery Board (BB)
- ④ Signal module (SM)

Table 1- 3 Digital signal modules and signal boards

Type	Input only	Output only	Combination In/Out
③ digital SB	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x 24VDC In, 200 kHz • 4 x 5VDC In, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x 24VDC Out, 200 kHz • 4 x 5VDC Out, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out • 2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out, 200 kHz • 2 x 5VDC In / 2 x 5VDC Out, 200 kHz
④ digital SM	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC In 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC Out • 8 x Relay Out • 8 x Relay Out (Changeover) 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC In / 8 x 24VDC Out • 8 x 24VDC In / 8 x Relay Out • 8 x 120/230VAC In / 8 x Relay Out
	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC In 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC Out • 16 x Relay Out 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC In / 16 x 24VDC Out • 16 x 24VDC In / 16 x Relay Out

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf

Anexo 3: Basic HMI panels

1.5 Basic HMI panels

Because visualization is becoming a standard component for most machine designs, the SIMATIC HMI Basic Panels provide touch-screen devices for basic operator control and monitoring tasks. All panels have a protection rating for IP65 and have CE, UL, cULus, and NEMA 4x certification.

Basic HMI Panel	Description	Technical data
 <p>KP 300 Basic PN</p>	3.6" membrane keyboard with 10 freely configurable tactile keys <ul style="list-style-type: none"> • Mono (STN, black/white) • 87 mm x 31 mm (3.6") • Backlight color programmed (white, green, yellow or red) • Resolution: 240 x 80 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 tags • 50 process screens • 200 alarms • 25 curves • 40 KB recipe memory • 5 recipes, 20 data records, 20 entries
 <p>KTP 400 Basic PN</p>	4" touch screen with 4 tactile keys <ul style="list-style-type: none"> • Mono (STN, gray scale) • 76.79 mm x 57.59 mm (3.8") Portrait or landscape • Resolution: 320 x 240 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 tags • 50 process screens • 200 alarms • 25 curves • 40 KB recipe memory • 5 recipes, 20 data records, 20 entries
 <p>KTP 600 Basic PN</p>	6" touch screen with 6 tactile keys <ul style="list-style-type: none"> • Color (TFT, 256 colors) or Mono (STN, gray scales) • 115.2 mm x 86.4 mm (5.7") Portrait or landscape • Resolution: 320 x 240 	<ul style="list-style-type: none"> • 500 tags • 50 process screens • 200 alarms • 25 curves • 40 KB recipe memory • 5 recipes, 20 data records, 20 entries
 <p>KTP 1000 Basic PN</p>	10" touch screen with 8 tactile keys <ul style="list-style-type: none"> • Color (TFT, 256 colors) • 211.2 mm x 158.4 mm (10.4") • Resolution: 640 x 480 	<ul style="list-style-type: none"> • 500 tags • 50 process screens • 200 alarms • 25 curves • 40 KB recipe memory • 5 recipes, 20 data records, 20 entries
 <p>TP 1500 Basic PN</p>	15" touch screen <ul style="list-style-type: none"> • Color (TFT, 256 colors) • 304.1 mm x 228.1 mm (15.1") • Resolution: 1024 x 768 	<ul style="list-style-type: none"> • 500 tags • 50 process screens • 200 alarms • 25 curves • 40 KB recipe memory (integrated flash) • 5 recipes, 20 data records, 20 entries

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf

Anexo 4 Simatic HMI KTP400 Basic Technical Data

General information	
Product type designation	KTP400 Basic
Display	
Design of display	TFT widescreen display, LED backlighting
Screen diagonal	4.3 in
Display width	95 mm
Display height	53.9 mm
Number of colors	65 536
Resolution (pixels)	
• Horizontal image resolution	480 pixel
• Vertical image resolution	272 pixel
Backlighting	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	20 000 h
• Backlight dimmable	Yes
Control elements	
Keyboard fonts	
• Function keys	
— Number of function keys	4
— Number of function keys with LEDs	0
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
• alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
Touch operation	
• Design as touch screen	Yes
Installation type/mounting	
Mounting position	vertical
Wall mounting/direct mounting	No
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°
Supply voltage	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V

Input current	
Current consumption (rated value)	125 mA
Starting current inrush I _t	0.2 A ² s
Power	
Active power input, typ.	3 W
Processor	
Processor type	ARM
Memory	
Flash	Yes
RAM	Yes
Memory available for user data	10 Mbyte
Type of output	
Acoustics	
• Buzzer	Yes
• Speaker	No
Time of day	
Clock	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Software clock	Yes
• retentive	Yes; Back-up duration typically 6 weeks
• synchronizable	Yes
Interfaces	
Number of industrial Ethernet interfaces	1
Number of RS 485 interfaces	0
Number of RS 422 interfaces	0
Number of RS 232 interfaces	0
Number of USB interfaces	1; Up to 16 GB
Number of 20 mA interfaces (TTY)	0
Number of parallel interfaces	0
Number of other interfaces	0
Number of SD card slots	0
With software interfaces	No
Industrial Ethernet	
• Industrial Ethernet status LED	2

Protocols	
PROFINET	Yes
Supports protocol for PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
EtherNet/IP	Yes
MPI	No
Protocols (Ethernet)	
• TCP/IP	Yes
• DHCP	Yes
• SNMP	Yes
• DCP	Yes
• LLDP	Yes
WEB characteristics	
• HTTP	No
• HTML	No
Redundancy mode	
Media redundancy	
— MRP	No
Further protocols	
• CAN	No
• MODBUS	Yes; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Interrupts/diagnostics/status information	
Diagnoses	
• Diagnostic information readable	No
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class A, for use in industrial areas	Yes
• Limit class B, for use in residential areas	No
Degree and class of protection	
IP (at the front)	IP65
IP (rear)	IP20
NEMA (front)	
• Enclosure Type 4 at the front	Yes
• Enclosure Type 4x at the front	Yes
Peripherals/Options	
Printer	No
SIMATIC HMI MM memory card: Multi Media Card	No
SIMATIC HMI SD memory card: Secure Digital memory card	No
SIMATIC HMI CF memory card Compact Flash Card	No
USB memory	Yes
SIMATIC IPC USB Flashdrive (USB stick)	Yes
SIMATIC HMI USB stick	Yes
Mechanics/material	
Enclosure material (front)	
• Plastic	Yes
• Aluminum	No
• Stainless steel	No
Dimensions	
Width of the housing front	141 mm
Height of housing front	116 mm
Mounting cutout, width	123 mm
Mounting cutout, height	99 mm
Overall depth	33 mm
Weights	
Weight (without packaging)	360 g
Weight (with packaging)	470 g

Fuente:

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/379924?pdtdi=td&dl=en&lc=en->

WW

Anexo 5: Resistencia Kippen 5024C

Detalles técnicos

Fabricante	James
Identificador de producto del fabricante	5024C
Dimensiones del producto	30 x 5.5 x 5.5 cm; 340 gramos
Número de modelo del producto	5024C
Tamaño	1200 Watt
Potencia eléctrica	1200 vatios
Número de productos	1
Componentes incluidos	Resistencia + termostato
Necesita baterías	No
Peso del producto	340 g

Fuente: https://www.amazon.es/Kippen-Resistencia-El%C3%A9ctrica-Calentador-Termostato/dp/B07F4B9D9J/ref=pd_lpo_1?pd_rd_i=B07F4B9D9J&psc=1

Specifications

■ CONTACT DATA

Load	Resistive load (p.f. = 1)		Inductive load (p.f. = 0.4)
	2 Pole	3 Pole	
Rated load	10 A at 250 VAC 10 A at 28 VDC	10 A at 120 VAC 10 A at 28 VDC 10 A at 250 VAC	7 A at 250 VAC
Contact material	Ag		
Carry current	10 A		
Max. operating voltage	250 VAC, 250 VDC		
Max. operating current	10 A		
Max. switching capacity	2,500 VA 280 W	2,500 VA/1,250 VA (NO/NC contacts) 280 W	1,750 VA
Min. permissible load	10 mA at 1 VDC		

■ COIL DATA

AC

Rated voltage (VAC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
6	360	3.9	0.0423	0.0201	80% max. Approx. 2.7 VA	30% min. (at 60 Hz) 25% min. (at 50 Hz)	110% max.	Approx. 2.3 VA (at 60 Hz) Approx. 2.7 VA (at 50 Hz)
12	180	16.3	0.3270	0.1666				
24	88.0	68.0	0.6940	0.3760				
50	39.0	338	3.195	1.530				
110	21.0	1240	13.45	7.32				
120	18.0	1578	15.04	7.19				
220	11.0	5090	49.73	27.02				
240	9.2	6737	58.62	32.07				

DC

Rated voltage (VDC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
6	255	23.5	0.206	0.106	80% max. Approx. 2.7 VA	15% min.	110% max.	Approx. 1.5 W
12	126	95	0.963	0.449				
24	56	430	4.915	2.478				
48	29.5	1630	16.685	10.487				
110	15.1	7300	80.2	42.6				

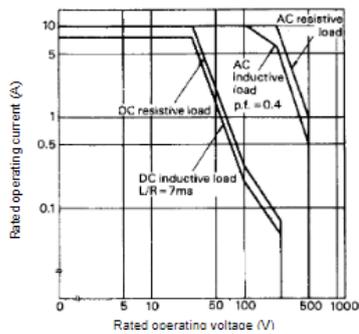
■ CHARACTERISTICS

Contact resistance	50 mΩ max.	
Operate time	AC: 20 ms max. DC: 30 ms max.	
Release time	20 ms max.	
Operating frequency	Mechanical	18,000 operations/hour
	Electrical	1,800 operations/hour (under rated load)
Insulation resistance	100 MΩ min. (at 500 VDC)	
Dielectric strength	2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between coil and contacts 1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between contacts of same poles, between terminals of the same polarity 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between current-carrying parts, noncurrent-carrying parts, and terminals of opposite polarity	
Vibration	Mechanical durability	10 to 55 Hz, 1.50 mm (0.06 in) double amplitude
	Malfunction durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
Shock	Mechanical durability	1,000 m/s ² (approx. 100 G)
	Malfunction durability	100 m/s ² (approx. 10 G)
Ambient temperature	Operation: -10° to 40°C (14° to 104°F)	
Humidity	35 to 85% RH	
Service Life	Mechanical	10 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour)
	Electrical	100,000 operations at rated load (at operating frequency of 1,800 operations/hour)
Weight	Approx. 0.85 g (3.0 oz)	

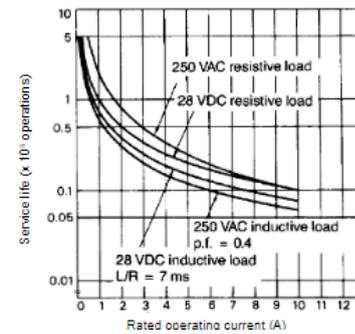
Note: Data shown are of initial value.

■ CHARACTERISTIC DATA

Maximum switching capacity
MK2P-S, MK3P5-S



Electrical service life
MK2P-S, MK3P5-S



Fuente: <https://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/146669/OMRON/MK2P-I.html>

Anexo 7: Datasheet Sensor Pt100

Standard sensor		Common data for both types	
Measuring range	-50...205°C	Case material	Acid-proof, stainless steel AISI 316 Ti (W 1.4571)
Ambient temperature	-50...205°C	Case dimensions	ø5.8 mm x 60 mm
Marking label	-30...105°C	Time constant τ ^{0.5}	See table
Pressure range	< 25 bar (water flow 3m/sec.)	Accuracy	DIN/EN/IEC 60751
Humidity	< 98% RH, condensing	1/1 DIN B	$\pm(0.3 + 0.005 \times t) ^\circ\text{C}$
Protection class	IP 65	1/3 DIN B	$\pm 1/3 \times (0.3 + 0.005 \times t) ^\circ\text{C}$
Cable type	High-flexible silicone, grey	1/6 DIN B	$\pm 1/6 \times (0.3 + 0.005 \times t) ^\circ\text{C}$
Wires	4 (2 x Red, 2 x white)	Vibrations	Lloyds Register, test 2
Length	up to 99.99 metres	Mechanical tolerances	ISO 2768-m
Air sensor		Disposal of product and packing	
Measuring range	-50...205°C	According to national laws or by returning to Baumer	
Ambient temperature	-50...205°C		
Marking label	-30...105°C		
Environment	Non-aggressive air		
Air gap	8 holes, ø3 mm		
Humidity	< 98% RH, condensing		
Protection class	IP 65		
Cable type	High-flexible silicone, grey		
Wires	4 (2 x Red, 2 x white)		
Length	up to 99.99 metres		

Time Constant τ ^{0.5}

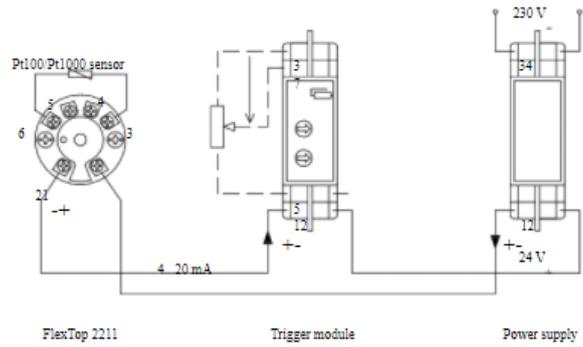
If a pocket or sensor tube is used, the response time is extended, i.e. the time duration for the sensor to reach the correct temperature when the temperature of the medium changes suddenly.

Fluid	0.4 m/sec.	0.4 m/sec. (Stainless steel pocket/tube with silicone paste)	3 m/sec.	still
Fluid, 0.4 m/sec.	8 sec.			
Fluid, 0.4 m/sec. (Stainless steel pocket/tube with silicone paste)	17 sec.			
Air, 3 m/sec.	35 sec.		25 sec.	
Air, still	135 sec.		105 sec.	

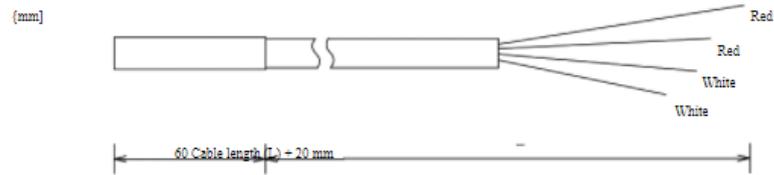
Ordering Details - Cable sensors

	8141 3xxx	xxxxx
Sensor type	6' digit	
Standard sensor		3
Air sensor		5
Sensor element (DIN/EN/IEC 60751)	7' digit	
Pt100, 1/1 DIN B, single, specified accuracy -50...400°C		1
Pt100, 1/3 DIN B, single, specified accuracy 0...150°C		3
Pt100, 1/6 DIN B, single, specified accuracy 0...100°C		5
Pt100, 1/1 DIN A, single, specified accuracy -50...400°C		7
Pt1000, 1/3 DIN B, single, specified accuracy -50...400°C		A
Pt1000, 1/1 DIN B, single, specified accuracy -50...400°C		B
Cable length (L)	8...11' digit	
Length in cm		xxxxx

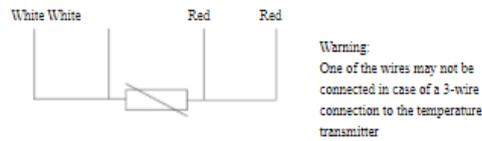
Example of Application



Dimensional Drawing

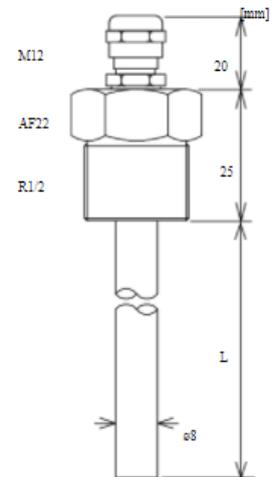


4-wire Sensors



Ordering Details - Pocket for Cable Sensors

	2909 0001 xxxx
Pocket type	Stainless steel, W 1.4404 (AISI 316L), R1/2 with M12 gland
Pocket length (L)	9...11' digit
Length in mm	xxxx

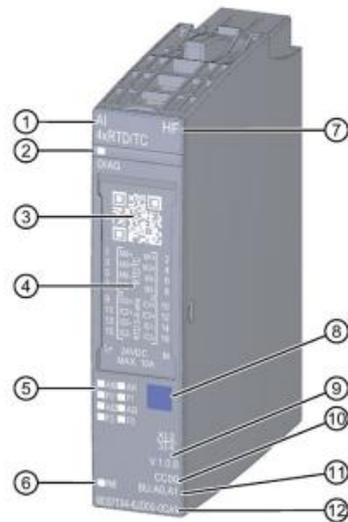


Fuente: <https://datasheetspdf.com/pdf/900325/Baumer/Pt100/1>

Referencia

6ES7134-6JD00-0CA1

Vista del módulo



- | | |
|---|--|
| ① Tipo y designación del módulo | ⑦ Clase de función |
| ② LED de diagnóstico | ⑧ Identificación por color del tipo de módulo |
| ③ Código de barras bidimensional | ⑨ Versión funcional y de firmware |
| ④ Esquema de conexiones | ⑩ Código de color para seleccionar las etiquetas de identificación por color |
| ⑤ LED de estado de canal y error de canal | ⑪ Tipo de BU |
| ⑥ LED de tensión de alimentación | ⑫ Referencia |

Figura 3-1 Vista del módulo AI 4xRTD/TC 2-/3-/4-wire HF

Características

El módulo tiene las siguientes características técnicas:

- Módulo de entradas analógicas con 4 entradas
- 4 tipos de medición, ajustables por canal
 - Termorresistencia (RTD)
 - Termopar (TC)
 - Resistencia
 - Tensión
- Resolución: hasta 16 bits incl. signo
 - Ampliable a 3 decimales como máximo mediante el rango de medición escalable en los tipos de medición RTD y TC
- Diagnóstico parametrizable por canal
- Alarma de proceso al rebasar valores límite, ajustable por canal (dos límites superiores y dos inferiores, respectivamente)
- Compensación ajustable
 - RTD: compensación de las resistencias del cable para la conexión a 2 y 3 hilos
 - TC: compensación interna o externa de la temperatura
- Supresión de frecuencias perturbadoras, ajustable

El módulo soporta las siguientes funciones:

Tabla 3- 1 Dependencias entre las funciones y su versión

Función	Versión del hardware	Versión del firmware	STEP 7		Archivo GSD	
			TIA Portal	V5.x	PROFINET IO	PROFIBUS DP
Actualización del firmware	FS01	a partir de V1.0.0	a partir de V11 SP2 con HSP 0024	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V1.0	X	X
Datos de identificación I&M0 a I&M3	FS01	a partir de V1.0.0	a partir de V11 SP2 con HSP 0024	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V1.0	X	X
Reparametrización en RUN	FS01	a partir de V1.0.0	a partir de V11 SP2 con HSP 0024	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V1.0	X	X
Información de calidad (solo PROFINET IO)	FS01	a partir de V1.1.0	a partir de V12 SP1 con HSP 0057	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V2.0	X	-
Calibración en tiempo de ejecución	FS01	a partir de V2.0.0	a partir de V13	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V3.0	X	X

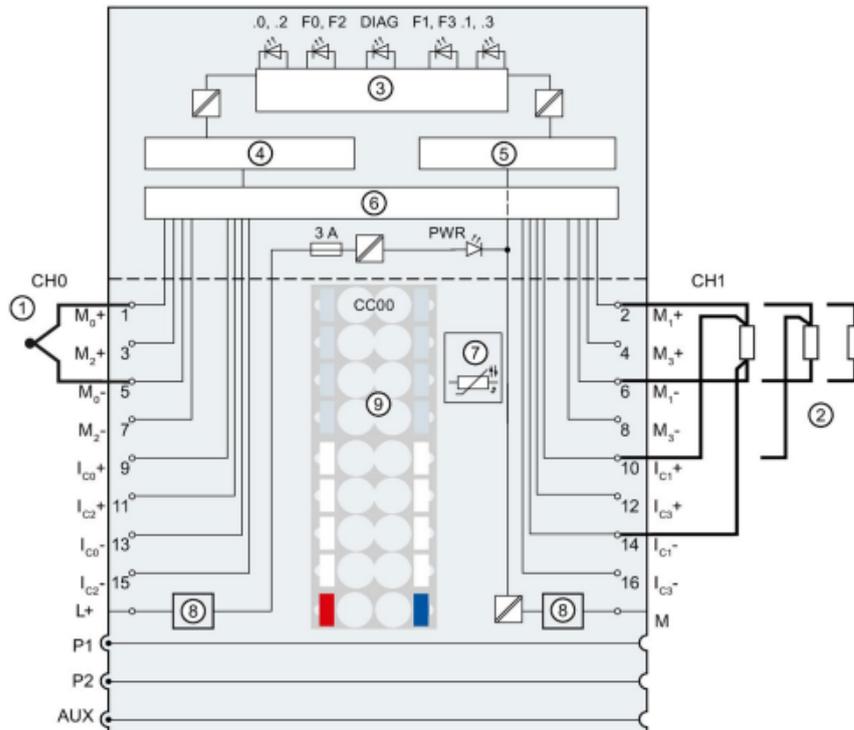
Función	Versión del hardware	Versión del firmware	STEP 7		Archivo GSD	
			TIA Portal	V5.x	PROFINET IO	PROFIBUS DP
Rango de medición escalable	FS01	a partir de V2.0.0	a partir de V13	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V2.0	X	X ¹
Resistencia del conductor parametrizable en conexión a 2 hilos	FS01	a partir de V2.0.0	a partir de V13	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V3.0	X	X ¹
Comprobación de rotura de hilo desactivable	FS01	a partir de V2.0.0	a partir de V13	a partir de V5.5 SP3 con HSP 0227 a partir de V3.0	X	X
Supresión ampliada de frecuencias perturbadoras <ul style="list-style-type: none"> • 60 Hz (18,75 ms) • 50 Hz (22,5 ms) • 16,6 Hz (67,5 ms) 	FS01	a partir de V2.1.0	V16 o superior con HSP 0357	a partir de V5.5 SP3 con HSP0227 V12.0 o superior	X	X ¹

¹ Las posibilidades de parametrización están restringidas por el número de parámetros limitado en la configuración con GSD PROFIBUS (máximo 244 bytes por estación ET 200SP). El parámetro solo se puede reparametrizar con el juego de datos 128.

El módulo puede configurarse con STEP 7 y con un archivo GSD.

Conexión: Conexión a 2 hilos para termopares y conexión a 4, 3 y 2 hilos de sensores resistivos o termorresistencias (RTD)

La figura siguiente muestra el esquema de principio y, a modo de ejemplo, la asignación de terminales del módulo de entradas analógicas AI 4xRTD/TC 2-/3-/4-wire HF en la BaseUnit de tipo A0/A1.



- | | | | |
|---|---|---------|---|
| ① | Conexión a 2 hilos de termopares / conexión de tensión | Mn+ | Conductor de medición positivo, canal n |
| | | Mn- | Conductor de medición negativo, canal n |
| ② | Conexión a 4, 3 y 2 hilos de sensores resistivos o termorresistencias (RTD) | Icn+ | Línea de corriente constante positiva, canal n |
| | | Icn- | Conductor de corriente constante negativa, canal n |
| ③ | Interfaz al bus de fondo | L+ | 24 V DC (entrada de alimentación solo en la BaseUnit clara) |
| ④ | Convertidor analógico/digital (CAD) | P1, P2, | Barras de potencial internas autoinstalantes |
| | | AUX | Conexión hacia la izquierda (BaseUnit oscura) |
| | | | Conexión hacia la izquierda interrumpida (BaseUnit clara) |
| ⑤ | Fuente de alimentación estabilizada en intensidad | DIAG | LED de diagnóstico (verde, rojo) |
| ⑥ | Multiplexor | .0 a .3 | LED de estado de canal (verde) |
| ⑦ | Medición de temperatura solo con BU de tipo A1 | PWR | LED Power (verde) |
| ⑧ | Círculo de filtro de alimentación (solo disponible en BaseUnit clara) | F0 a | LED de error de canal (rojo) |
| | | F3 | |
| ⑨ | Etiqueta de identificación por color con código de color CC00 (opcional) | | |

Figura 4-1 Esquema eléctrico y esquema de principio para la conexión de termopares y sensores resistivos o termorresistencias (RTD)

5.1 Tipos y rangos de medición

La siguiente tabla muestra qué rangos de medición y coeficientes de temperatura pueden parametrizarse para cada tipo de medición:

Tabla 5-1 Tipos y rangos de medición

Tipo de medición	Rango de medición	Coefficiente de temperatura
Desactivado	–	–
Tensión	$\pm 50 \text{ mV} / \pm 80 \text{ mV} / \pm 250 \text{ mV} / \pm 1 \text{ V}$	
Resistencia (conexión a 2 hilos)	PTC	–
Resistencia (conexión a 2, 3 ó 4 hilos)	150 Ω /300 Ω /600 Ω / 3 k Ω /6 k Ω	–
Termorresistencia RTD (conexión a 3 hilos)	Climatiz./Estándar Cu 10	Cu 0,00427 ¹
Termorresistencia RTD (conexión a 2, 3 ó 4 hilos)	Climatiz./Estándar Pt 100 Pt 200 Pt 500 Pt 1000	Pt 0,00385/ Pt 0,003916/ Pt 0,003902/ Pt 0,00392/ Pt 0,00385055
	Climatiz./Estándar Ni 100 Ni 120 Ni 200 Ni 500 Ni 1000	Ni 0,00618/ Ni 0,00672
	Climatiz. ² /Estándar ² Ni 1000	Ni 0,005
Termopar TC	Tipo E, N, J, K, L, S, R, B, T, C, U, TXX (según GOST)	–

¹ Los coeficientes de temperatura predeterminados son válidos para Europa.

² Para sensores LG-Ni 1000 de Siemens Building Ltd (Landis & Stäfa).

Particularidad al utilizar sensores Cu10

- En la parametrización, seleccione "Termorresistencia (3 hilos)" y "Cu10".
- Cablee el sensor Cu10 con un sistema de conexión a 3 hilos.
- Durante el funcionamiento, la resistencia del conductor de medida que falta se compensa internamente de manera automática.

Nota

A fin de garantizar una compensación óptima del cable con el sensor Cu10, tenga en cuenta lo siguiente:

- Para que el valor medido sea exacto, la resistencia del conductor de corriente constante positivo que va al sensor Cu10 y la resistencia del conductor de medida negativo deben tener el mismo valor.
- Recomendación: el conductor de medida debe ser lo más corto posible.
- Pueden aparecer otros valores de resistencia en función del sistema de conexión utilizado.

Particularidad al utilizar resistencias PTC

Las PTC son adecuadas para la vigilancia de temperatura o como dispositivo térmico de protección de accionamientos complejos o bobinas de transformador.

- En la parametrización, seleccione "Resistencia (conexión a 2 hilos)" y "PTC":
- Conecte la PTC con un sistema de conexión a 2 hilos.
- Utilice resistencias PTC del tipo A (termistor PTC) según DIN/VDE 0660, parte 302.
- Si está habilitado el diagnóstico "Rebase por defecto", con valores de resistencia $< 18 \Omega$ se genera un diagnóstico "Valor límite inferior no alcanzado" que muestra un cortocircuito.
- Datos de sensor de la resistencia PTC:

Tabla 5- 2 Utilización de resistencias PTC

Característica	Datos técnicos	Observación
Puntos de conmutación	Comportamiento con temperatura en aumento	
	$< 550 \Omega$	Rango normal: • SIMATIC S7: bit 0 = "0", bit 2 = "0" (en MIPE)
	de 550Ω a 1650Ω	Rango de preaviso: • SIMATIC S7: bit 0 = "0", bit 2 = "1" (en MIPE)
	$> 1650 \Omega$	Rango de reacción: • SIMATIC S7: bit 0 = "1", bit 2 = "0" (en MIPE)
	Comportamiento con temperatura en descenso	
	$> 750 \Omega$	Rango de reacción: • SIMATIC S7: bit 0 = "1", bit 2 = "0" (en MIPE)
	de 750Ω a 540Ω	Rango de preaviso: • SIMATIC S7: bit 0 = "0", bit 2 = "1" (en MIPE)
	$< 540 \Omega$	Rango normal: • SIMATIC S7: bit 0 = "0", bit 2 = "0" (en MIPE)
	Comportamiento después de cortocircuito	
	$< 18 \Omega$	• SIMATIC S7: bit 7 (IB x+1) = "1", bit 0 = "0" y bit 2 = "0"
(TNF-5) °C (TNF+5) °C (TNF+15) °C Tensión de medición/ tensión en el PTC	máx. 550Ω mín. 1330Ω mín. 4000Ω máx. $7,5 V^1$	TNF = temperatura nominal de respuesta del sensor (según DIN/VDE 0660)

¹ Por debajo de $23 k\Omega$

Asignación en la memoria imagen de proceso de las entradas (MIPE/PAE) en SIMATIC S7

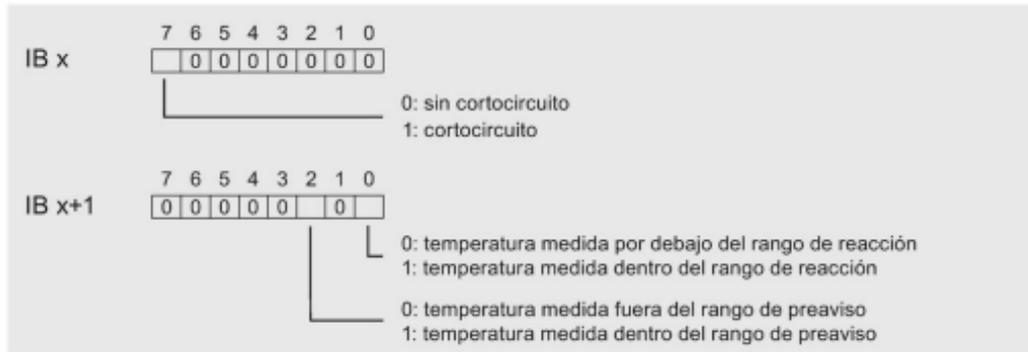


Figura 5-1 Asignación en la memoria imagen de proceso de las entradas (MIPE/PAE)

Indicaciones para la programación

- En la memoria imagen de proceso de las entradas, los bits 0+2 son relevantes para la evaluación. Mediante los bits 0+2 se puede vigilar p. ej. la temperatura de un motor.
- Los bits 0+2 de la imagen de proceso de las entradas no tienen un comportamiento de almacenamiento. Al realizar la parametrización, recuerde que, p. ej., un motor arranca de forma controlada (mediante acuse).
- Los bits 0+2 no pueden activarse nunca simultáneamente, sino que se activan de forma consecutiva.

ATENCIÓN

La medición no es posible en los siguientes casos:

- Con los módulos de periferia desenchufados
- En caso de fallo de la alimentación de tensión del módulo de periferia
- En caso de rotura de hilo o cortocircuito de los conductores de medida

Esto hace necesario, por motivos de seguridad, evaluar siempre las entradas de diagnóstico del AI 4×RTD/TC 2-/3-/4-wire HF.

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/600/59753600/att_71720/v1/et200sp_ai_4xrt_d_tc_2_3_4_wire_hf_manual_es-ES_es-ES.pdf

Anexo 9: Datos técnicos AI 4xRTD/TC 2-/3-/4 wire HF

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por módulo, máx. 	8 byte; + 1 byte para QI (Quality Information)
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	30 V
Intensidad de medida constante para sensores tipo resistencia, típ.	2 mA
Tiempo de ciclo (todos los canales), mín.	Suma de los tiempos de conversión básicos y de los tiempos de ejecución adicionales (en función de la parametrización de los canales activados); para la compensación de cable en conexión de 3 hilos se necesita un ciclo adicional
Unidad técnica ajustable para medición de temperatura	Sí; °C/°F/K
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
<ul style="list-style-type: none"> -1 V a +1 V <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-1 V a +1 V) 	Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ
<ul style="list-style-type: none"> -250 mV a +250 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-250 mV a +250 mV) 	Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ
<ul style="list-style-type: none"> -50 mV a +50 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-50 mV a +50 mV) 	Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ
<ul style="list-style-type: none"> -80 mV a +80 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-80 mV a +80 mV) 	Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por módulo, máx. 	8 byte; + 1 byte para QI (Quality Information)
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	30 V
Intensidad de medida constante para sensores tipo resistencia, típ.	2 mA
Tiempo de ciclo (todos los canales), mín.	Suma de los tiempos de conversión básicos y de los tiempos de ejecución adicionales (en función de la parametrización de los canales activados); para la compensación de cable en conexión de 3 hilos se necesita un ciclo adicional
Unidad técnica ajustable para medición de temperatura	Sí; °C/°F/K
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
<ul style="list-style-type: none"> -1 V a +1 V <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-1 V a +1 V) -250 mV a +250 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-250 mV a +250 mV) -50 mV a +50 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-50 mV a +50 mV) -80 mV a +80 mV <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (-80 mV a +80 mV) 	<ul style="list-style-type: none"> Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Rangos de entrada (valores nominales), termopares	
<ul style="list-style-type: none"> Tipo B <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo B) Tipo C <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo C) Tipo E <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo E) Tipo J <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo J) Tipo K <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo K) Tipo L <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo L) Tipo N <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo N) Tipo R <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo R) Tipo S <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo S) Tipo T <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo T) Tipo U <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo U) Tipo TXK/TXK(L) según GOST <ul style="list-style-type: none"> Resistencia de entrada (tipo TXK/TXK(L) según GOST) 	<ul style="list-style-type: none"> Sí; 16 bits incl. signos 1 MΩ

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Rangos de entrada (valores nominales), termo-resistencias	
• Cu 10	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Cu 10)	1 MΩ
• Ni 100	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Ni 100)	1 MΩ
• Ni 1000	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Ni 1000)	1 MΩ
• LG-Ni 1000	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (LG-Ni 1000)	1 MΩ
• Ni 120	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Ni 120)	1 MΩ
• Ni 200	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Ni 200)	1 MΩ
• Ni 500	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Ni 500)	1 MΩ
• Pt 100	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Pt 100)	1 MΩ
• Pt 1000	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Pt 1000)	1 MΩ
• Pt 200	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Pt 200)	1 MΩ
• Pt 500	Sí; 16 bits incl. signos
– Resistencia de entrada (Pt 500)	1 MΩ

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Rangos de entrada (valores nominales), resistencias	
<ul style="list-style-type: none"> • 0 a 150 Ohm <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (0 a 150 ohmios) • 0 a 300 Ohm <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (0 a 300 ohmios) • 0 a 600 Ohm <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (0 a 600 ohmios) • 0 a 3000 Ohm <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (0 a 3000 ohmios) • 0 a 6000 Ohm <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (0 a 6000 ohmios) • PTC <ul style="list-style-type: none"> – Resistencia de entrada (PTC) 	<ul style="list-style-type: none"> Sí; 15 bits 1 MΩ
Termopar (TC)	
Compensación de temperatura	
<ul style="list-style-type: none"> – parametrizable – Canal de referencia del módulo – Unión fría interna – Número de grupos de canal de referencia 	<ul style="list-style-type: none"> Sí Sí Sí; con BaseUnit tipo A1 4; grupo 0 a 3
Longitud del cable	
<ul style="list-style-type: none"> • apantallado, máx. 	200 m; 50 m en termopares
Formación de valor analógico para entradas	
Principio de medición	integrador (Sigma Delta)
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx. • Tiempo de integración parametrizable • Tiempo de conversión básico con tiempo de integración incluido (ms) <ul style="list-style-type: none"> – Tiempo adicional de procesado para control de rotura de hilo – Control adicional de rotura de hilo del cable de alimentación • Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz 	<ul style="list-style-type: none"> 16 bit Sí 2 ms; en las áreas de termómetros de resistencia, resistencias y termopares 2 ms; para transmisores a 3/4 hilos (termómetro de resistencia y resistencia) 16,6 / 50 / 60 Hz

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de conversión (por canal) 	180 / 60 / 50 (67,5 / 22,5 / 18,75) ms
Filtrado de valores medidos	
<ul style="list-style-type: none"> • Número de niveles de filtrado 	4; ninguno; x4 /x8 /x16
<ul style="list-style-type: none"> • parametrizable 	Sí
Sensor	
Conexión de los sensores	
<ul style="list-style-type: none"> • para medición de tensión 	Sí
<ul style="list-style-type: none"> • para medición de resistencia con conexión a 2 hilos 	Sí
<ul style="list-style-type: none"> • para medición de resistencia con conexión a 3 hilos 	Sí
<ul style="list-style-type: none"> • para medición de resistencia con conexión a 4 hilos 	Sí
Error/precisiones	
Error de linealidad (referido al rango de entrada), (+/-)	0,01 %; ±0,1 % en termómetro de resistencia y resistencia
Error de temperatura (referido al rango de entrada), (+/-)	0,0009 %/K; ±0,005 % / K en termopar
Diafonía entre las entradas, mín.	-50 dB
Precisión de repetición en estado estacionario a 25 °C (referido al rango de entrada), (+/-)	0,05 %
Límite de error práctico en todo el rango de temperatura	
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión, referida al rango de entrada, (+/-) 	0,1 %
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia, referida al rango de entrada, (+/-) 	0,1 %
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión, referida al rango de entrada, (+/-) 	0,05 %
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia, referida al rango de entrada, (+/-) 	0,05 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
<ul style="list-style-type: none"> • Perturbación en modo serie (pico de la perturbación < valor nominal del rango de entrada), mín. 	70 dB; Con tiempo de conversión 67,5/22,5 18,75 ms: 40 dB
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión en modo común, máx. 	10 V
<ul style="list-style-type: none"> • Perturbación en modo común, mín. 	90 dB
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	
<ul style="list-style-type: none"> • Alarma de límite 	Sí; Dos límites superiores y dos límites inferiores cada uno

Referencia	6ES7134-6JD00-0CA1
Diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
• Rotura de hilo	Sí; por canales
• Fallo agrupado	Sí
• Rebase por exceso/por defecto	Sí; por canales
LED señalizador de diagnóstico	
• Vigilancia de la tensión de alimentación (LED PWR)	Sí; LED PWR verde
• Indicador de estado de canal	Sí; LED verde
• para diagnóstico de canales	Sí; LED rojo
• para diagnóstico de módulo	Sí; LED DIAG verde/rojo
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• Posición de montaje horizontal, mín.	-30 °C; < 0 °C con FS08 o superior
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-30 °C; < 0 °C con FS08 o superior
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C

Límites de error práctico y básico para termorresistencias

Límites de error para termorresistencias	
Límite de error práctico (en todo el rango de temperatura, referido al rango de entrada)	
• Pt 100, Pt 200, Pt 500, Pt 1000 estándar	±1,0 K
• Pt 100, Pt 200, Pt 500, Pt 1000 climatiz.	±0,25 K
• Ni 100, Ni 120, Ni 200, Ni 500, Ni 1000 estándar y climatiz.	±0,4 K
• Cu 10	±1,5 K
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C, referido al rango de entrada)	
• Pt 100, Pt 200, Pt 500, Pt 1000 estándar	±0,6 K
• Pt 100, Pt 200, Pt 500, Pt 1000 climatiz.	±0,13 K
• Ni 100, Ni 120, Ni 200, Ni 500, Ni 1000 estándar y climatiz.	±0,2 K
• Cu 10	±1,0 K

Límites de error práctico y básico para termopares¹

Límites de error para termopares	
Límite de error práctico para termopares (en todo el rango de temperaturas)	±1,5 K
Límite de error básico para termopares (límite de error práctico a 25 °C)	±1 K
Límites de error globales en caso de utilizar la compensación interna	
• Límite de error práctico (en todo el rango de temperaturas con estado térmico estacionario, variación de la temperatura ambiente < 0,3 K/min)	±2,5 K
• Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C con estado térmico estacionario, variación de la temperatura ambiente < 0,3 K/min)	±1,5 K

¹ Los límites de error indicados son válidos a partir de las siguientes temperaturas:

- Termopar tipo T: -200 °C
- Termopar tipo K: -100 °C
- Termopar tipo B: +700 °C
- Termopar tipo N: -150 °C
- Termopar tipo E: -150 °C
- Termopar tipo R: +200 °C
- Termopar tipo S: +100 °C

Fuente:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/600/59753600/att_71720/v1/et200sp_ai_4xrt_d_tc_2_3_4_wire_hf_manual_es-ES_es-ES.pdf