

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de mejora de la etapa de envasado para disminuir las pérdidas económicas en la empresa “Cervecerías Cusco” S.A.C.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Danna Nicole Vigil Vasquez

ASESOR

Jose Alberto Echeverria Carrillo

<https://orcid.org/0009-0006-1916-2589>

Chiclayo, 2025

Propuesta de mejora de la etapa de envasado para disminuir las pérdidas económicas en la empresa “Cervecerías Cusco” S.A.C.

PRESENTADA POR

Danna Nicole Vigil Vasquez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Abel Enrique González Wong
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

Jose Alberto Echeverria Carrillo
VOCAL

Dedicatoria

Esta tesis se la dedicó a mis padres por ser la base principal de mi formación como persona y como profesional, por siempre apoyarme en todo momento, a mi hermanito Dhilan quien llegó a mi vida para ser un motivo más para salir adelante. A mis abuelitos quienes con su amor me impulsan a ser mejor cada día, y familiares que siempre están pendiente de mí.

Agradecimientos

A mi asesor José Echevarría Carrillo por haberme guiado y orientado durante todo el proceso de mi tesis

Propuesta de mejora de la etapa de envasado para disminuir las pérdidas económicas en la empresa "Cervecerías Cusco" S.A.C.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	biblioteca2.ucab.edu.ve Fuente de Internet	1%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	cdigital.uv.mx Fuente de Internet	1%
6	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
10	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Fundación Universitaria del Area Andina Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura	9
Materiales y métodos.....	14
Resultados y discusión.....	15
Discusión	30
Conclusiones	32
Recomendaciones	33
Referencias.....	34
Anexos	37

Resumen

El presente proyecto de investigación presenta: la propuesta de reducir la variabilidad del volumen de cerveza con la automatización de un control PID de temperatura del calderín del área del llenadoras en la empresa Cervecerías Cusco S.A.C., con la finalidad de obtener un producto que cumpla con las características de calidad y límites de especificación que requiere la empresa y los clientes, logrando disminuir la variabilidad en el producto terminado de cerveza, y por ende reducir las pérdidas económicas que ha conllevado este problema.

Primero se diagnosticó la situación actual de la empresa analizando las muestras de variabilidad, posteriormente se encontró las pérdidas económicas de la empresa lo cual dio un resultado de S/. 497 304,402 anuales. Se diseñó el sistema de automatización del control PID en el software TIA PORTAL, para el análisis financiero se determina que el proyecto si es viable porque el TIR da un resultado de 61,2% que supera el TMAR de 25%,

Palabras clave: Variabilidad, llenado, automatizado, PLC, control PID

Abstract

This research project presents the proposal to reduce the variability of beer volume with the automation of a PID temperature control in the boiler in the filling area in the company Cervecerías Cusco S.A.C., in order to obtain a product that meets the quality characteristics and specification limits required by the company and customers, thus reducing the variability in the finished product of beer, and thus reduce economic losses that has led to this problem.

First, the current situation of the company was diagnosed by analyzing the variability samples, then the economic losses of the company were found, which gave a result of S/. 497 304,402 per year. The PID control automation system was designed in the TIA PORTAL software, for the financial analysis it was determined that the project is viable because the IRR gives a result of 61,2% which exceeds the TMAR of 25%,

Keywords: Variability, filling, automated, PLC, PID control.

Introducción

La cerveza a nivel mundial es una de las bebidas que más se consume, la cual se elabora con granos de cebada y es aromatizada normalmente con lúpulo. Hoy en día, el proceso de producción es variado y se encuentran disponibles en los distintos perfiles sensoriales entre los que destacan los de fermentación alta, que son cervezas de color más oscuras y los de fermentación baja, que se caracterizan por una consistencia más suave al paladar. [1]

A nivel internacional la industria en cuanto a las bebidas alcohólicas es uno de los más grandes negocios con un consumo promedio por persona de 33,6 litros. Dentro de los países que lideran la industria de estas bebidas son China, Estados Unidos, Brasil, Alemania, Rusia, Japón, México, Reino Unido, India y España. Siendo México el que se posicionó en el sexto lugar como exportadores de bebidas alcohólicas a nivel mundial y fue el primero en América Latina. [2] En Caracas, en una planta embotelladora, tenía como problema paradas innecesarias lo cual hacía que tengan una eficiencia de solo 42%, al realizar las mejoras se logró aumentar la eficiencia de un 42% a un 68% aproximadamente.

El Perú ocupa el cuarto lugar con mayor consumo de cerveza en Latinoamérica, donde cada peruano bebe 46 litros de cerveza por año, en apenas 10 años ha incrementado la demanda en un 44,75%, uno de los problemas que se presenta actualmente dentro de la producción de una empresa cervecera son las insuficiencias que se dan en la línea de envasado, un ejemplo claro de ello es la empresa BACKUS Y JOHNSTON ubicada en la ciudad de Cusco, ya que según [3] se identificó como principal problema el incumplimiento de producción, para lo que se realizaron propuestas de mejora en la línea 1 de envasado e implementando el (TPM), donde se llegó a producir de 472 129 a 478 566 cajas, incrementando la eficiencia en las máquinas de 85,39% a 86,85%.

En la actualidad la empresa “CERVECERIAS CUSCO” S.A.C. ubicada en el departamento de Cusco se dedica a la producción de bebidas no malteadas y malteadas, dentro de ellas el agua y cerveza, dicha empresa presenta un problema en cuanto a la excesiva variabilidad en el volumen de llenado de cerveza para el formato 330 ml, ya que las especificaciones se encuentran fuera de los límites de rango que tiene la empresa, según INDECOPI para dicho formato el máximo de rango que puede variar el proceso es de +/-5% tanto para nivel alto como para nivel bajo, es decir lo máximo que se puede exceder en cuanto a volumen de líquido es de 346 ml para el límite superior (nivel alto) y 313 ml para el límite inferior (nivel bajo), pues de no ser así este estaría ocasionando dos factores negativos muy importantes como lo son nivel bajo, el que se refiere al reclamo y devolución del producto por parte del cliente y en cuando al

nivel alto, se refiere a que la empresa está perdiendo cerveza, afectándola económicamente, ya que se estaría hablando de una gran cantidad de pérdida para la empresa, cuyo impacto económico se ha estimado que se está perdiendo S/ 497 304 anuales.

Por ello en el presente trabajo de investigación se ve conveniente brindar la propuesta de mejora basada en la automatización del control de temperatura en el calderín de cerveza en el área del envasado de cerveza para la empresa “CERVECERIAS CUSCO” S.A.C, esto con la finalidad de brindar la solución al problema mencionado anteriormente ya que esto trae consigo consecuencias que afectan de manera negativa a la empresa, la propuesta que se llevara a cabo se verá reflejada con lo que se encontrarán a lo largo del análisis e investigación, en conjunto con la recolección de datos de la empresa y fuentes bibliográficas; por lo que se planteó la siguiente pregunta: ¿En qué medida la propuesta de mejora en la etapa de envasado de cerveza en la empresa “Cervecerías Cusco” reducirá pérdidas económicas?

Para lograr esto se ha planteado como objetivo general de la investigación proponer la mejora de la etapa de envasado para disminuir las pérdidas económicas en la empresa “CERVECERIAS CUSCO” S.A.C, y teniendo como objetivos específicos, diagnosticar la situación actual de la etapa de envasado de cerveza en la empresa “Cervecería Cusco” S.A.C, luego se procedió a diseñar la mejora del automatizado del control PID de temperatura en la etapa de llenado de cerveza en la empresa “Cervecería Cusco” S.A.C y por último evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora de la etapa de envasado de cerveza en la empresa “Cervecería Cusco” S.A.C.

Revisión de literatura

La cerveza es una bebida la cual resulta de la fermentación mediante levaduras las cuales son selectas, por otro lado, el mosto que proviene de malta de cebada (solo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática) tras su cocción y aromatizado con lúpulo. [4]

El proceso de producción de Cerveza consiste en tres etapas, las cuales son Cocimiento, Fermentación y Reposo de las cuales dependen exclusivamente del tipo de cerveza que se piensa producir, debido a que según el tipo de cerveza varia la cantidad y el tipo de Materia Prima. [5]

La mejora de procesos o también llamada optimización de proceso, tiene que ver con el analizar cómo se encuentra el proceso de una empresa para poder encontrar las ineficiencias de las actividades que se realizan con el objetivo de mejorar y llegar al objetivo. Otro concepto a tomar en cuenta es la productividad que, según la RAE, la productividad es la relación que hay entre lo que se ha producido y entre los medios que se han requerido para conseguirlo dentro

de ellos esta: (mano de obra, materia prima, energía, etc.) la productividad está asociada a la eficiencia y al tiempo: cuando menos tiempo se invierta en lograr el resultado, mayor será el carácter productivo del sistema.

Se entiende por producción al estudio de las metodologías de gestión que son empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor agregado y el costo incorporado, esto consecuencia de la transformación de recursos para productos finales, para ello debemos tener en cuenta también la mejora continua es un proceso que busca perfeccionar y optimizar los productos, servicios y procesos de una empresa mediante una continua detección de errores o áreas de mejoras.

La automatización de procesos consiste en usar la tecnología para realizar las tareas dentro de un proceso con muy poco o nada intervención humana, para automatizar podemos apoyarnos en diferentes tipos de aplicaciones como el TIA Portal es un software de programación de PLC y HMI, el cual comprende una gran cantidad de componentes de las máquinas para el buen control de un sistema industrial. Otro componente muy importante para automatizar y del que debemos saber es el control PID que es un mecanismo de control el cual ofrece la ventaja de poder dominar el tiempo de respuesta y aumentar la precisión en la misma.

Becerra Gil Edward en su investigación [6] “Propuesta de un sistema de control de temperatura en el proceso de añejado para mejorar las características del arroz” tiene problemas dentro del proceso productivo del arroz añejado debido a la variabilidad de temperatura que ocurre dentro de cada máquina añejadora con la que cuentan debido al mal control manual, por ello se logró identificar como ingresos no percibidos un equivalente de S/218 640,00. Para la metodología a realizar como propuesta de mejora se diseñó un sistema de control PID en el software TIA Portal, para el control de la temperatura dentro de las añejadora, con el fin de mejorar las características del arroz, como por ejemplo la deshidratación y con ello lograr mejorar la economía de la empresa, como resultados obtuvo que se incrementó la producción de 14 316,25 kg a 544 900,42 kg de arroz añejado, además de reducir los ingresos no percibidos de S/ 218 640,00 a S/ 93 120,00.

Flores García, Quesada Quesada, Calderón Medina y Montes Guardado en su investigación [7] “Control basado en PLC y monitoreo mediante HMI de la temperatura en el proceso de maceración y cocción en la elaboración de cerveza artesanal”, la empresa cuenta con problemas en el proceso de elaboración de la cerveza, tales como la maceración y la cocción del mosto, los cuales llegan afectar a la calidad del producto, para el mencionado problema se propone como objetivo programar el control tipo PID en cascada, el cual controlara una válvula de gas dentro de las etapas mencionadas, además se implementa una pantalla HMI para monitorear el

proceso, para el desarrollo del objetivo se comienza por definir los pasos que conlleva todo el proceso de la cerveza, luego se emplea un sistema de control con el objetivo de producir una respuesta o salida en el proceso, luego se programa el control PID en cascada, esto para poder retroalimentar a circuitos que estén dentro del proceso, luego se empleó el método de Ziegler-Nichols donde se realizaron ecuaciones y pruebas en laboratorio, por último se empleó la interfaz Humano-Maquina (HMI) en el software Cimplicity Workbench ya que permite ajustar el valor deseado de temperatura para los dos procesos de maceración y cocción.

Benitez Hugo, Morales Omar en su investigación [8] “Automatización del proceso de macerado de la malta para la producción de cerveza artesanal” aquí se busca controlar los niveles de fluido recipientes y temperatura, para la metodología empleada se busca implementar 3 recipientes los cuales tendrán objetivos diferentes, primero almacenar un nivel de pH, el segundo almacena el agua más el pH y en el tercer recipiente se realiza el calentamiento de los procesos anteriores, para el desarrollo del objetivo se necesitó del monitoreo del pH, del control de los niveles de los tanques donde se controla los niveles del pH dentro de los recipientes, también comprende el control de temperatura donde se necesita de un lógico el cual inicia el proceso, la temperatura puede ser distinguida y obtenida por medio de una entrada analógica para disminuir el error entre el valor que arroja el sensor y el valor que se requiere. Como conclusión se obtuvo que el prototipo de control para los fluidos y temperatura cumplieron con las características y sobre todo las funciones para la producción de la cerveza artesanal.

Ferrer Belisario, Génesis Aneladis, en su investigación [9] “Propuesta de mejora de los procesos de la línea 4 de una planta embotelladora ubicada en San Pedro de los Altos”, tiene como problemática una tendencia a una eficiencia del 42% en la línea y en la cantidad de cajas perdidas por tiempos de paradas que han sido innecesarios, también se demostró que existen 76% de problemas centralizados en la llenadora, paletizadora y empaquetadora, ocasionando como consecuencia la eficiencia de solo 42%. cuyo objetivo de la presente investigación es proponer las mejoras a los procesos de la línea 4 de una planta embotelladora ubicada en San Pedro de los Altos. En la metodología que se realizó se comenzó por describir los procesos que se realizan en la línea 4 del envasado, así mismo la jerarquización de las oportunidades de mejora, y por último el análisis de las oportunidades de mejora en los procesos. Como resultados se obtuvieron que se logró aumentar la eficiencia de un 42% a un 68% aproximadamente. Como conclusión se obtuvo que las principales causas operativas por las que existen paradas continuas y deficiente manejo de equipo, son las carencias de guías visuales, etiquetado de tuberías.

Jhon Leyva y Jerson Torres en su investigación [10] “Propuesta de mejora del proceso de envasado de cerveza en la línea 1 en empresa cervecera”, la empresa presenta problemas que

generan pérdidas económicas debido al mal cumplimiento de producción, la falta de mantenimiento preventivo y predictivo y además del poco conocimiento por parte del personal en los equipos y maquinarias con los que trabaja. Por lo mencionado anteriormente existe un alto porcentaje de impacto en cuanto al problema relacionado al incumplimiento de la producción. Para esto se propuso el implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, trabajos de mantenimiento autónomo, capacitaciones y formación de los colaboradores en temas operativos. La metodología a utilizar y a desarrollar en la presente investigación es el mantenimiento productivo total (TPM), teniéndose como resultados que la producción incrementará de 472 129 a 478 566 cajas por turno, incrementando la eficiencia en las máquinas de 85,39% a 86,85%.

Así mismo, de que mejoró los tiempos muertos por paradas de máquina. En conclusión, con la metodología TPM se logró una mejora de la Eficacia Global del equipo (O.E.E) de un 74,08% a un 75,09%.

Garzón Ana Paula en su investigación [11] “Diseño de propuestas para mejorar la productividad en una línea de envasado en una empresa productora de bebidas de consumo masivo”, la empresa presenta la baja capacidad de la maquina llenadora de botellas, lo cual ha traído una baja productividad del 49%, esto se da en la línea de envasado, por ello se analizaron todas las variables que intervienen en el proceso para dar paso a un serie de propuestas las cuales ayuden a mejorar la productividad, dentro de las propuestas de mejora consideraron la descripción de un modelo de simulación en el cual intervino el tiempo de simulación donde se tomó un tiempo determinado de producción como muestra, también ordenes de envasado en el mismo tiempo, donde se comprobó el producto, cantidad, orden y el código previo, el siguiente paso fue la validación de dicho modelo el cual se hizo por cerveza y de malta, donde obtuvieron como resultados que algunas de las causas que afectan la línea de envasado son las velocidades de las etiquetadoras al modificarlas la productividad de la línea aumenta en un 6,8% para el envasado de cerveza y las fallas por las velocidades de las etiquetadoras disminuye en un 12,8%.

Melgarejo Sandoval Ronald Janson, en su investigación [12] “Automatizado del proceso de producción de cerveza artesanal utilizando parámetros de temperatura y volumen mediante PLC siemens S7-1 200 con monitoreo y control por HMI”, la empresa carece de tecnología, por lo que el proceso es de forma convencional, lo que causa que no puede optimizar sus costos y capacidad de producción, esto ha traído problemas como variabilidad en el producto terminado y por ende pérdidas económicas para la empresa, por ello se plantearon como objetivo principal automatizar el proceso de producción de cerveza artesanal utilizando parámetros de temperatura y volumen mediante PLC Siemens S7-1 200, se llevó a cabo primero mediante el diseño

mecánico, luego por el diseño del sistema electrónico, donde interviene componentes como el sensor de temperatura, PLC siemens S7, pantalla HMI, toda la programación de los parámetros como la temperatura y el volumen de cerveza se llevó a cabo en el software TIA PORTAL, como resultados obtuvieron que se logró obtener un sistema que es adaptable a la capacidad de elaboración y se pudo cumplir con las necesidades de los clientes entregando un producto óptimo.

Estrada Ávila Víctor, en su investigación [13] “Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en el proceso de embotellado línea n.º 1 de la cervecera nacional”, la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo en sus máquinas por lo que existe paradas en la producción lo que ocasiona que está no alcance los estándares de calidad previstos, por el problema que presenta la empresa se estimó que hubieron pérdidas económicas de \$14 737 800,00, por ello se plantearon como objetivo principal el implementar un sistema de mantenimiento preventivo en el proceso de embotellado. Se dieron 6 propuestas de mejora, dentro de ellas capacitación a técnicos de mantenimiento, desarrollo de un Sistema de Mantenimiento, Elaboración de Formatos de Registro de Mantenimiento, entre otras.

Ortegon Tatiana y Serrano Carol en su investigación [14] “Simulación de los subprocesos de llenado, tapado y pasteurizado para la automatización de una planta cervecera”, este artículo tiene por objetivo simular el proceso cervecero en especial los subprocesos como el llenado, tapado y pasteurizado con el fin de identificar el comportamiento del sistema en condiciones normales o en condiciones de emergencias, en la metodología a emplear comenzaron por identificar el proceso productivo, el cual lo dividieron en los tres subprocesos para poder realizar la simulación usando un PLC y colocando una pantalla HMI con ello se observó el comportamiento del sistema. En cuanto a los resultados que se obtuvieron, la implementación del sistema fue útil ya que pudieron simular las situaciones de emergencia que se podrían generar en el proceso, con ello se pudieron asignar valores para cada variable y así se activaría la alarma cuando se encuentren los valores por debajo o por encima de lo permisible.

Oscar Rubén Toctaguano Velásquez en su investigación [15] “Automatización del llenado de botellas y control de calidad de su corona aplicado a la empresa Averno”, presenta un problema en cuanto la corona del envase de cada botella ya que se encontraron rajaduras, grietas, entre otras, con lo que se propusieron el objetivo de implementar un sistema de llenado isobárico de botellas para que se obtenga un producto que cumpla con los controles de calidad y para que también se pueda optimizar los tiempos, en cuanto a la metodología fue utilizar el método analítico para el proceso y ver de manera precisa las fallas, en cuanto al diseño se describió lo componentes mecánicos como la banda transportadora, sistema isobárico, canal de

distribución entre otros. Los resultados que se obtuvieron fueron que la banda transportadora permite un total de 16 botellas, así mismo la eficiencia aumento en un 267% con respecto a supervisión manual antigua, también con el sistema de llenado implementado el tiempo inicial de 189 segundos disminuyo a 31,25 segundos.

Materiales y métodos

Por el tipo de investigación en el presente trabajo posee las características de una investigación de tipo descriptiva, ya que se encargó de analizar las variables y describir algunas propuestas de mejora en la línea de envasado. Por la naturaleza de los datos, la investigación también sería de tipo cuantitativa, ya que analiza la realidad de la empresa a través de la medición numérica de las variables en estudio.

Para el desarrollo del primer objetivo, se observó el proceso productivo de la cerveza dentro de la empresa para identificar sus áreas de producción y así determinar cuál provocaba pérdidas económicas, posteriormente se realizó un diagrama de operaciones de procesos (DOP) por el cual se dio a conocer las operaciones y actividades que intervienen en el proceso productivo de la empresa. Así mismo, se realizó una recolección de datos mediante un cuestionario al gerente de la empresa, donde se le planteó una serie de preguntas para recopilar más información acerca de la línea de envasado y además se pudo recoger los datos de volumen de llenado de cerveza durante el periodo de un año del 2021 lo cual se anexo en tablas de Excel. Para la identificación de las posibles causas se hizo un diagrama de Ishikawa el cual según [16] es una herramienta que ayuda a analizar el problema principal viendo la relación entre las causas y los efectos del mismo. Con la información recopilada sirvió para poder determinar la variabilidad y calcular el total de pérdidas económicas mensuales y anualmente en el año 2021.

Para la realización del segundo objetivo, se identificó las posibles causas con el diagrama de Ishikawa, se realizó una matriz de priorización con la que se identificó la causa que más impactó en el problema, además se observó de manera presencial el proceso productivo de la cerveza, luego se realizó una revisión bibliográfica, con lo que encontramos algunas alternativas de mejora para cada una de las causas más impactantes con el fin de reducir las pérdidas económicas dentro de la empresa.

Por último, para la evaluación del impacto económico, se realizó un presupuesto total de la propuesta donde se estimaron los costos de los diferentes suministros necesarios para implementar la propuesta, también se determinó la inversión a realizar, en cuanto a los ingresos que obtendrá la empresa se calculó a partir del aumento de producción de botellas, calculando el antes y el después de las ventas luego de aplicar la propuesta en la empresa, así mismo

también se decidió calcular el flujo de caja, el VAN, el TIR y el beneficio costo de manera que se pueda evidenciar si la propuesta es rentable o no.

Resultados y discusión

Diagnóstico de la situación actual de la etapa de envasado de cerveza en la empresa “Cervecería Cusco” S.A.C

La empresa “Cervecerías Cusco” S.A.C., inicia en el año 2003 sus operaciones con un BrewPUB ubicado en la ciudad de Cusco. “Cervecerías Cusco” S.A.C. suspende sus operaciones en el 2006 y las vuelve a iniciar en el año 2016, después se construyó una planta de 320 HI mensuales convirtiéndose así en una empresa manufacturera la cual se dedica a la producción y distribución de bebidas malteadas y no malteadas, dentro sus productos se encuentran agua en sus formatos de 630 ml, 2,5 L, bidón 7 L y en cuanto a la bebida malteadas cuenta con dos productos estos son: Raymi Lager Beer y Raymi Trigo. Actualmente cuenta con dos líneas de producción, la primera de cerveza y la segunda de agua. La presente investigación se centrará en el diagnostico actual del área de envasado puesto que presenta una variabilidad en su producto terminado. La presentación del producto en cerveza es de formato 330 ml.

En el presente trabajo de investigación realizado en la empresa “Cervecerías Cusco” SAC, se pudo determinar que el mayor problema que se presenta es la variabilidad del volumen del llenado de cerveza, el cual se origina por la variación de la temperatura del calderín lo que impactan que entre con mayor presión o menor y por ende algunas botellas salen con más líquido o menos líquido fuera de lo esperado dentro de este proceso se controlan las variables tales como temperatura la cual es controlada, por un operario tomando nota de la temperatura cada cierto tiempo, lo cual se evidencia en las muestras que se realizaron en el año 2021 las especificaciones se encuentran fuera de rango (330 ml), es decir existe excedente de líquido y también líquido por debajo del rango, así pues los clientes presentan reclamos del producto y por ende devuelven el producto, por lo que se les entrega un producto debajo del rango establecido y por otro lado, la empresa estaría perdiendo líquido cuando existe variabilidad por excedente, por lo que estaría afectándola así económicamente.

Para dar paso a la elaboración del primer objetivo a continuación, se dará a conocer el proceso productivo de la empresa Cervecerías Cusco:

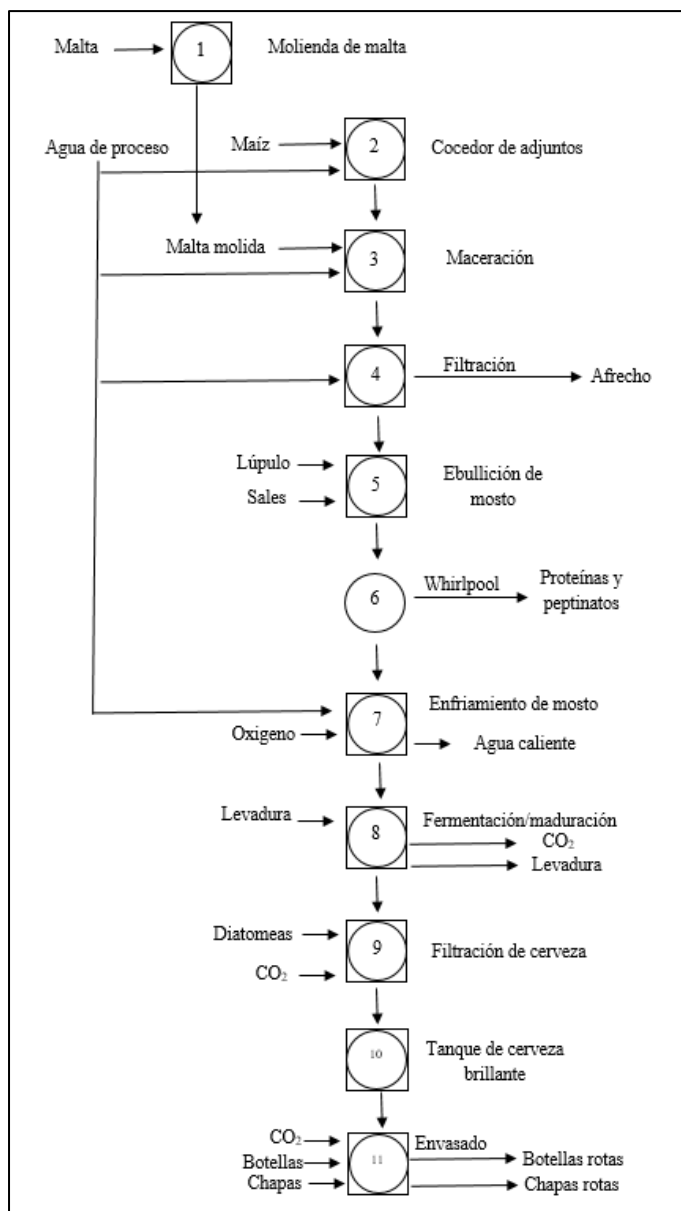


Figura 1: Diagrama de Operaciones del proceso
Fuente: Cervecerías Cusco

- **Molienda de malta:** Operación donde se rompe el grano malteado de cebada para aumentar la superficie de contacto (grano, agua), se debe de realizar una molienda gruesa debido al sistema de filtración de mosto de Cervecerías Cusco S.A.C.
- **Cocción de adjuntos:** Proceso crítico para poder gelatinizar y posteriormente licuefactar el almidón de maíz.
- **Maceración:** Proceso Bioquímico mediante el cual el almidón de maíz y de la malta se transforman en azúcares fermentables y no fermentables y donde también se desarrollan otros procesos bioquímicos como degradación de proteínas, betaglucanos y solubilidad de minerales de la cebada malteada.
- **Filtración de mosto:** Operación física que consiste en separar la parte sólida y líquida del

macerado y obtener un mosto brillante, libre de sólidos.

- **Ebullición de mosto:** Proceso físico que logra transformaciones físicas y bioquímicas como la concentración del mosto, coagulación de proteínas, estabilización microbiológica, eliminación de sustancias indeseables e isomerización de las resinas amargas del lúpulo.
- **Whirlpool:** Separación de las proteínas coaguladas y las heces del lúpulo, se logra al generar un remolino en el tanque y lograr el efecto taza de té. Esto permite clarificar el mosto.
- **Enfriamiento de mosto:** Procedimiento por el cual se enfría en mosto en línea de 83 grados centígrados a 7 grados para poder inocular la levadura cervecera.
- **Fermentación o maduración:** Proceso bioquímico mediante el cual principalmente la levadura transforma los azúcares disueltos en el mosto en alcohol y CO₂, se da por concluida cuando ya no existe actividad fermentativa. Esto sirve poder ajustar el perfil organoléptico de la cerveza y se realiza por debajo de 0 grados centígrados.
- **Filtración de cerveza:** Operación física mediante la cual se da brillantez a la cerveza, se separa la levadura cervecera y proteínas coaguladas durante la maduración de esta.
- **Almacenamiento de cerveza Brillante:** Tanque de almacenamiento, no ocurre ninguna transformación en la cerveza y sirve como pulmón para enviar a llenadoras.
- **Envasado:** Llenado de la cerveza en botellas de vidrio

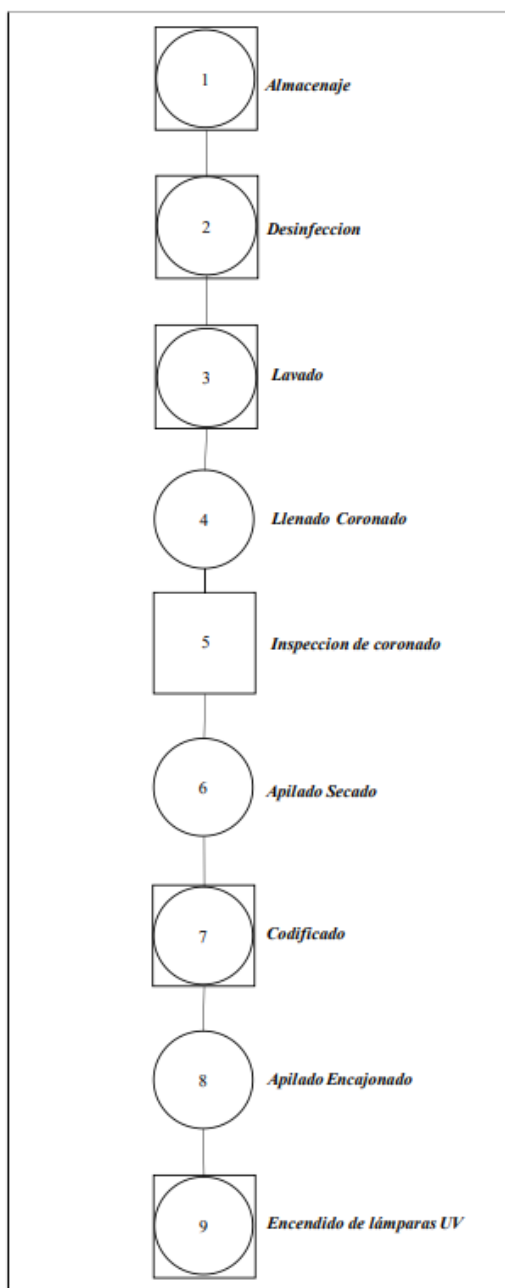


Figura 2: Diagrama de operaciones de procesos de envasado (DOP)

Fuente: Cervecerías Cusco

- **Almacenaje:** En esta etapa primero ingresan pallets de botellas de vidrio, donde se revisa el volumen de acuerdo a guía de remisión, y se designa lugar de almacenaje de acuerdo al sistema de rotación FIFO, para pasar a registrar el lote de pallets.
- **Desinfección:** En esta segunda etapa ingresa hipoclorito de sodio, agua y botellas de cerveza. Aquí se desinfecta las botellas antes de pasar a la llenadora e inspección visual de estas, las botellas se desinfectan con agua clorada al 0,4 ppm, el operario es quien debe de controlar la concentración de cloro cada hora 15 cajas de 24 botellas cada una, y aumentar de acuerdo a los resultados obtenidos. También se tiene una salida de agua con baja concentración de cloro menor a 0,3 ppm.

- **Lavado:** En esta etapa se presenta una demora al momento de cambiar de agua en tinas de lavado cada hora, todo este proceso demora 15 minutos.
- **Llenado coronado:** En esta etapa ingresa cerveza y tapas corona, para el llenado de cerveza y tapado de botellas con tapa corona, el supervisor recibe autorización de llenado de la DT y/o Gerencia de producción. Se controla la presión del calderín en 3,5 bares +/- 0,3. Por último, el supervisor degusta horariamente la cerveza a la salida del coronador. Aquí se tienen como salidas a la merma de cerveza, merma de tapones corona y botellas rotas.
- **Inspección de coronado:** En esta etapa las botellas que no pasan a la siguiente fase deberán de ser destapadas, vaciadas y regresadas al ingreso de la línea para que vuelva hacer nuevamente desinfectas. También se debe inspeccionar el nivel de llenado y se tiene como salidas a la merma de cerveza, merma de tapones corona y a las botellas mal tapadas.
- **Apilado y secado:** En esta etapa se debe apilar(ordenar) las botellas de cerveza en un pallet, cada piso del pallet contiene 495 botellas y máximo son 6 pisos por pallet, para el secado de las botellas se necesitan como mínimo 2 días para esta etapa.
- **Codificado:** Aquí en esta etapa ingresa solvente, y tinta tipo. El supervisor de producción programa los caracteres correspondientes a la producción del día y el responsable de CDC verifica aleatoriamente el codificado de las botellas durante todo el turno de producción.
- **Apilado y encajonado:** El producto se encajona en cajas de cartón y se apilan en pallets, cada piso de 10 cajas de 24 botellas. Aquellas botellas que no cumplen con el nivel de llenado requerido por nivel bajo las vuelven a envasar.
- **Encendido de lámparas UV:** El Supervisor de producción debe de garantizar que las lámparas UV de la nave de envasado queden prendidas irradiando toda la noche para mantener la temperatura de la cerveza.

A continuación, para definir la voz del cliente, se realizó un cuestionario al gerente de la empresa Cervecerías Cusco S.A.C., y supervisor en el área de llenado. Se identificó la característica crítica de calidad para el nivel de llenado y se plasmó dicha información en un CQT (Critical Quality Tree) que se muestra en la figura 3. Se puede observar, que la voz del cliente (VOZ) se expresa a través del siguiente requerimiento: 330 ml como nivel estándar en el producto, 346 ml para el límite de especificación (LES), y 313 ml para el límite de especificación inferior (LEI). Es decir, el formato del producto de 330 ml no debe tener una variación mayor a 346 ml o menor a 313 ml.

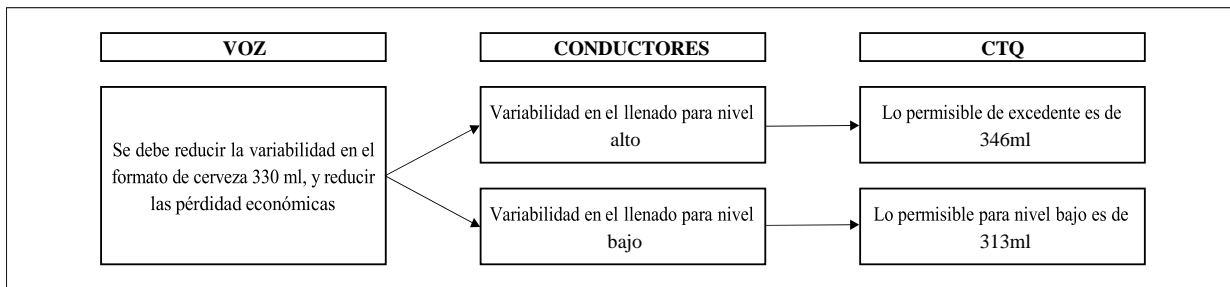


Figura 3: Diagrama (Critical Quality Tree) CQT en el área de llenado Fuente: Cervecerías Cusco

A continuación, se muestra en la figura 04 una carta de control hecha en el software Minitab con los datos de variabilidad de volumen, donde se aprecia que existe especificaciones fuera de los límites permisibles siendo el valor máximo en el límite superior de 350,61 ml y para para el límite inferior de 309,39 ml.

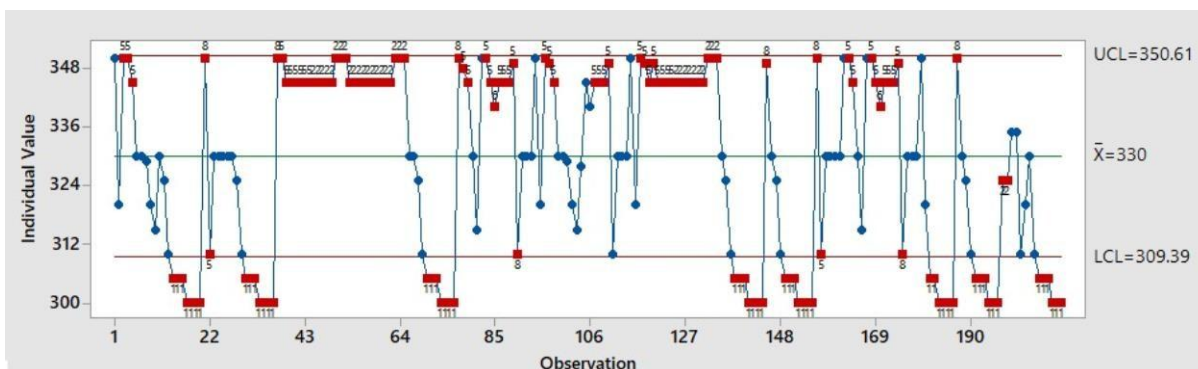


Figura 4: Carta de control de la variabilidad de volumen de cerveza Fuente: Elaboración propia

Según la información brindada por el gerente de la empresa existen muchas causas que afectan a la productividad dentro del área de envasado, entre ellas está el desgaste de la maquinaria, fallas, secuencia de actividad, mantenimiento de equipo, fallas en logística, adiestramiento, fallas de supervisión, problemas de calidad, entre otras por ello a continuación se presentará el diagrama de Ishikawa con los posibles problemas que está afectando al área de envasado.

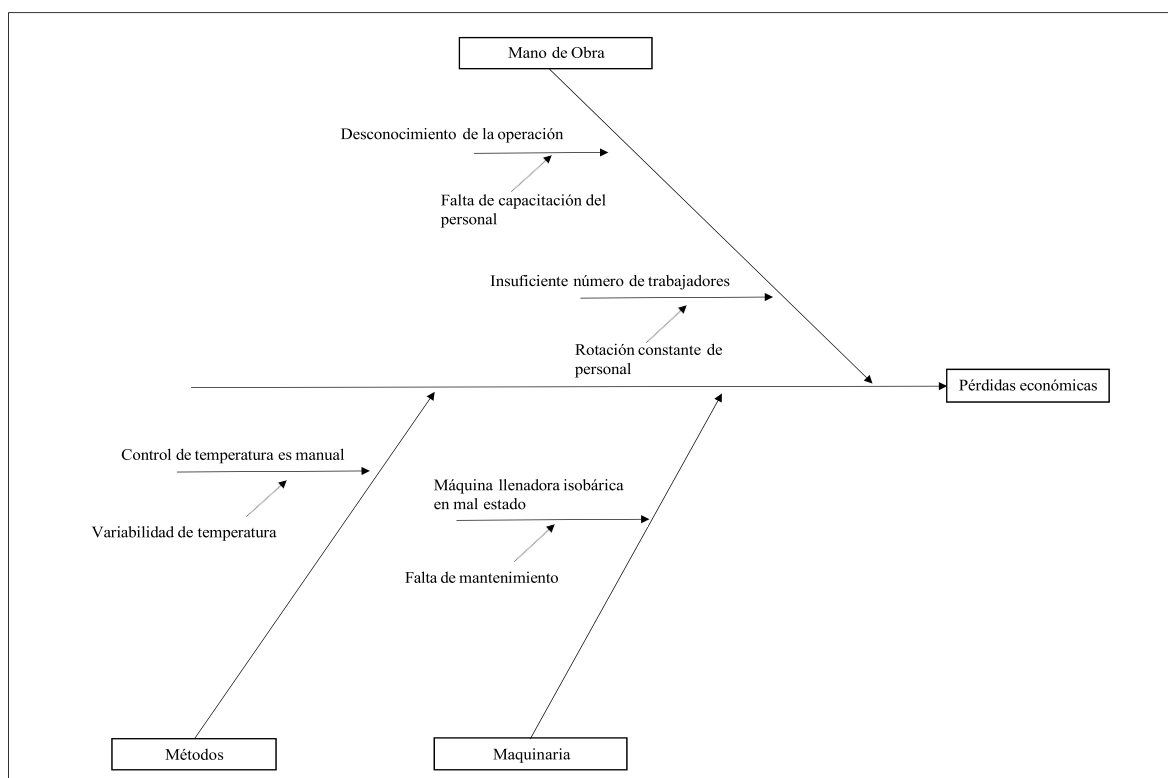


Figura 5: Causas pérdidas económicas de la línea de envasado
Fuente: Cervecerías Cusco

Tabla 1: Causas pérdidas económicas de la línea de envasado
Frecuencia de ocurrencia

Mano de obra	5	envasado
Métodos	4	envasado
Maquinaria	1	envasado

Fuente: Cervecerías Cusco

Como se puede observar en los datos de los anexos del 1 al 12, existe un muestreo de 50 datos de manera mensual aproximadamente, donde se identifica la elevada variabilidad de nivel alto y nivel bajo de la cerveza envasada lo cual produce pérdidas económicas a la empresa, como se detallan con los datos del proceso de producción que tiene la empresa como se menciona a continuación:

En la tabla 2 se muestran los diferentes datos que maneja la empresa para el control de la producción de cerveza tales como el volumen del tanque, volumen de las cajas, el precio de venta, el costo de producción, la salida de cajas de cerveza por hora, la devolución por parte de los clientes por nivel bajo. Estos datos se usaron para calcular el total de las pérdidas económicas de la empresa.

Tabla 2: Datos del producto de la empresa

Variable	Cantidad	Unidad
Volumen de tanque	5 000	litros
Precio de venta/caja	139,90	soles
Salida de cerveza por hora	24	botellas

Fuente: Cervecerías Cusco

En la tabla 3 y 4 se presentará los cálculos que se han realizado con los datos de la tabla 2 para poder obtener las pérdidas económicas tanto para el nivel alto y nivel bajo. Donde como resultado de la suma de ambos da un total de S/ 497 304 pérdidas anuales tal como se muestra en el total de la tabla 5.

Tabla 3: Pérdida económica anual para nivel alto

Monto anual	Unidad de Medida
S/.168 292,104	Soles

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Pérdida económica anual para nivel bajo

Monto anual	Unidad de Medida
S/. 329 012,298	Soles

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se muestra un resumen de datos que permitieron hallar las pérdidas económicas mensuales en el año 2021, tomando en cuenta el promedio de ml de cerveza, desviación estándar, el porcentaje de producto fuera del rango, y el número de botellas fuera de rango.

Tabla 5: Pérdidas económicas mensuales en el año 2021:

Mes de producción de cerveza	% de productos fuera de especificación 330ml (nivel alto y bajo)		Productos fuera de especificación 330ml, en cantidad (botellas)		Pérdidas económicas por volumen	
	Nivel alto	Nivel bajo	Nivel alto	Nivel bajo	Nivel alto	Nivel bajo
Enero	19%	25%	2 840	3 787	S/. 16 560	S/. 22 080
Febrero	15%	7,69%	2 330	1 165	S/. 13 583	S/. 6 791
Marzo	12%	41,18%	1 781	6 239	S/. 10 386	S/. 36 370
Abril	28%	-	4 207	-	S/. 24 526	-
Mayo	22%	44%	3 366	6 733	S/. 19 624	S/. 39 249
Junio	16%	4%	2 424	606	S/. 14 131	S/. 3 532
Julio	16%	44%	2 424	606	S/. 14 131	S/. 3 532
Agosto	16%	68%	2 424	1 303	S/. 14 131	S/. 60 058
Septiembre	27%	-	4 040	-	S/. 23 552	-
Octubre	20%	46,67%	3 030	7 071	S/. 17 664	S/. 41 219
Noviembre	-	70%	-	16 606	-	S/. 61 824
Diciembre	-	61,54%	-	9 324	-	S/. 54 352
	Subtotal				S/.168 292,104	S/. 329 012,298
	Total				S/. 497 304,402	

Fuente: Elaboración propia

Diseño de la mejora de la etapa de envasado de cerveza en la empresa “Cervecerías Cusco” S.A.C

De acuerdo a las posibles causas mencionados anteriormente en la figura 3 se tomarán en cuenta los siguientes problemas que se mostrarán a continuación para dar paso a las propuestas de mejora para la etapa del envasado:

Tabla 6: Resumen de la identificación de las causas

Nº	Efecto	Categoría	Causas	Subcausas
1	Pérdidas Económicas	Mano de Obra	Desconocimiento de la operación	Falta de capacitación del personal
			Insuficiente número de trabajadores	Rotación constante de personal
2		Método	Mal control de temperatura	Variabilidad en la temperatura
3		Maquinaria	Máquina llenadora isobárica en mal estado	Falta de manteniendo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 6 se mostrará una matriz de priorización en la que se coloca el valor de 1 representa que el criterio en las filas es más importante que el criterio en las columnas, en caso contrario se coloca el valor de 0. Habiendo realizado esto se pudo identificar que el problema que más impacta en el proceso es el mal control de la temperatura, ya que los operarios controlan la temperatura de manera manual, siendo un problema en el llenado puesto que es una variable que no puede fallar ya que si eso ocurre siempre ocurrirá los niveles por encima y debajo de lo permisible, y por otro lado la temperatura consideran la del tanque por lo que se decide dar la propuesta de agregar un control PID el cual nos permitirá verificar las dos mencionadas variables de forma automática, para así eliminar la variabilidad del llenado.

Causas de pérdidas económicas por variabilidad en el volumen de llenado	Desconocimiento de la operación	Insuficiente número de trabajadores	Control de temperatura es manual	Máquina llenadora isobárica en mal estado	Total	Orden
Desconocimiento de la operación	1	0	0	0	1	3
Insuficiente número de trabajadores	0	1	0	0	0	4
Control de temperatura es manual	1	1	1	0	3	1
Máquina llenadora isobárica en mal estado	1	1	0	1	2	2

Figura 6: Matriz de priorización
Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se muestra la configuración de los segmentos para el funcionamiento del control PID en el TIA Portal, se comienza primero por crear un nuevo proyecto en el mencionado software, se procedió por ingresar las variables de entradas y salidas, después de ello se procedió con la realización de la programación del sistema de control de temperatura mediante el controlador PID, para este caso y en el software que se está utilizando debemos ingresar a Cyclic interrupt (OB30), seguidos de los componentes que van en el bloque denominado Main.

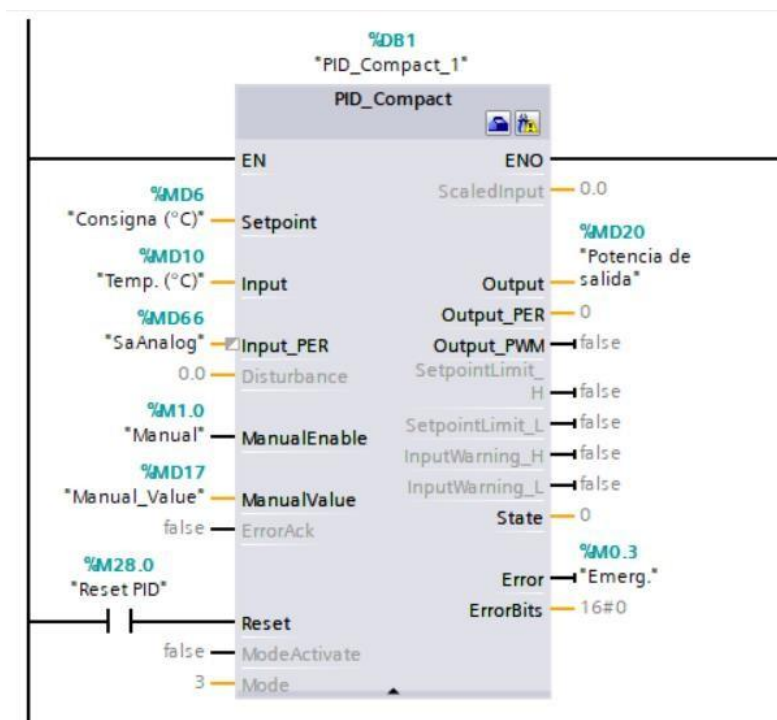


Figura 7: Bloque Cyclic Interrupt
Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra el proceso de inicio y de parada esto comienza por dar inicio al proceso mediante un SET el cual activará al mismo tiempo un indicador de arranque, no pudiéndose iniciar este por una señal de alerta activada por alguna emergencia. El detener se refiere a que detiene el proceso pausando con los valores últimos obtenidos dando opción a reiniciar desde dichos valores y continuar con el proceso, el mismo que al ser activado activará un indicador de detención. Y por último emergencia se presionará en caso de una situación no deseada que produzca alerta de peligro por emergencia, se podrá detener el proceso sin opción a reinicio, pausando los valores últimos obtenidos.

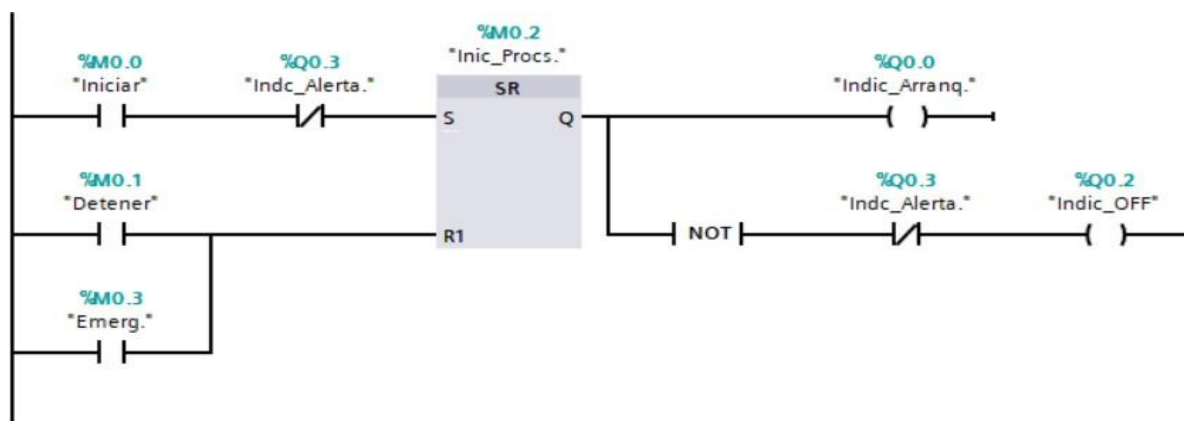


Figura 8: Inicio del proceso / Parada del proceso
Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestra el reseteo de todo el proceso, deteniéndolo y regresando todos los valores a su estado inicial.

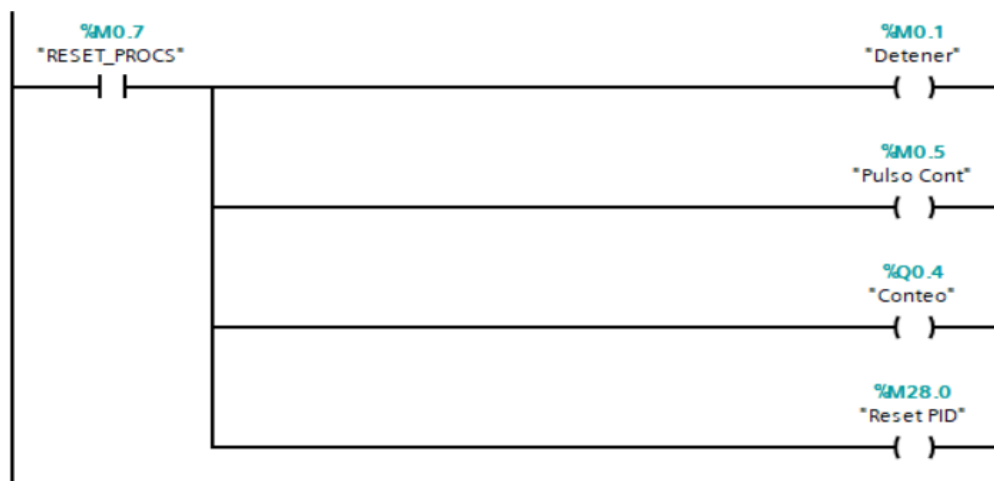


Figura 9: Reseteo del proceso
Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se muestra el segmento de emergencia el cual activa un indicador de emergencia como señalización de alerta a través del enclavamiento de la misma bobina, la cual solo podrá ser desactivada mediante el Reseteo del proceso.



Figura 10: Encendido de lámpara de emergencia
Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se ve el normalizado y escalado de la señal analógica inicia al activarse el indicador de arranque del proceso, dicha señal ingresa al PLC como un valor entre 0 y 27 648 el cual representa el rango de capacidad de medición del sensor de temperatura entre 0 y 150 °C, el mismo que será mostrado posterior al escalamiento respectivo. Del mismo modo, se está escalando entre 0 y 10 V la señal analógica de ingreso del PLC (la misma que si visualiza en el PID_Compact), para efectos de tomarse la señal del PT100 directamente al ingreso analógico del PLC, sirviendo además este valor para controlarlo mediante una comparación con la consigna o set point del control PID.

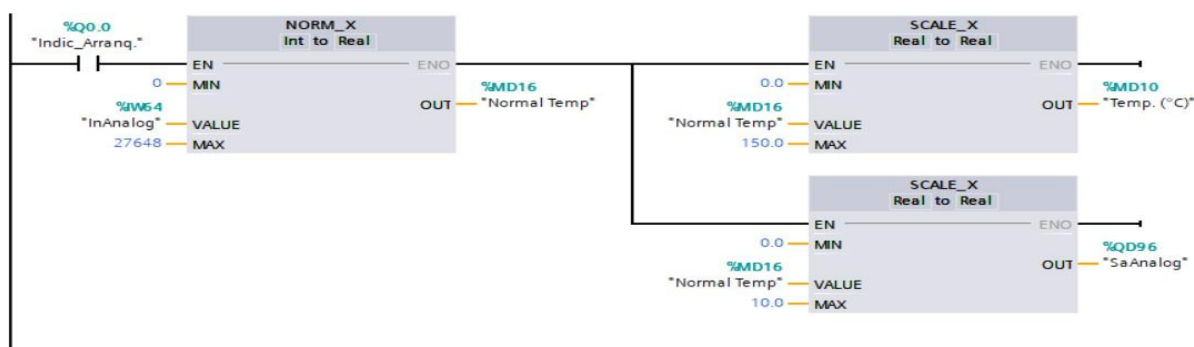


Figura 11: Normalizado / Escalado de la señal analógica
Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se ve el índice de potencia que está comprendido entre 0 y 100% el cual estará determinado por el temporizador. Este índice se comparará con la salida en porcentaje entre 0 y 100% de potencia de la resistencia una vez realizada la regulación PID. La temporización para la determinación del índice de potencia, da inicio con la activación del indicador de arranque del proceso el cual está limitado por los 100 ms, cuya acumulación al

alcanzar dicho tiempo enviará un pulso el mismo que servirá para resetear y reiniciar la temporización.

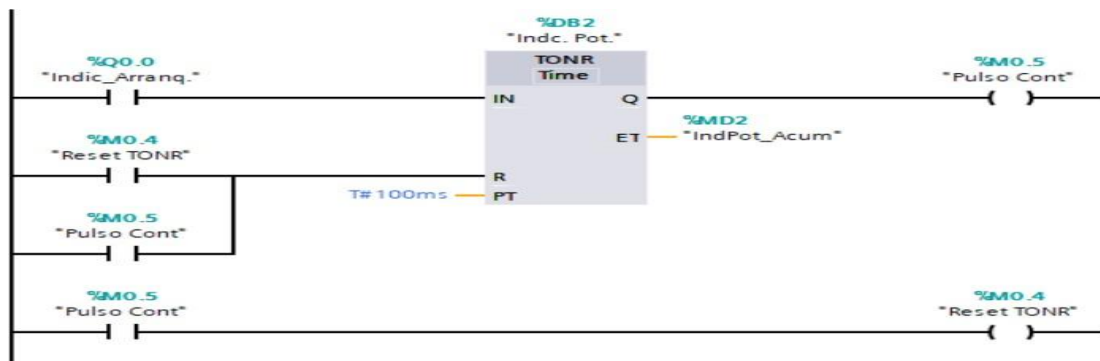


Figura 12: Temporización del Índice de potencia
Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 El tiempo temporizado en el segmento anterior, se contabiliza tomando valores entre 0 y 100 a fin de poder realizar posteriormente la comparación entre el índice de potencia y la potencia de salida. Esta conversión da inicio con el ingreso de un pulso de conteo proveniente de justamente la temporización, estando la conversión limitada al llegar a 100, reiniciándose el conteo al resetearse el contador.

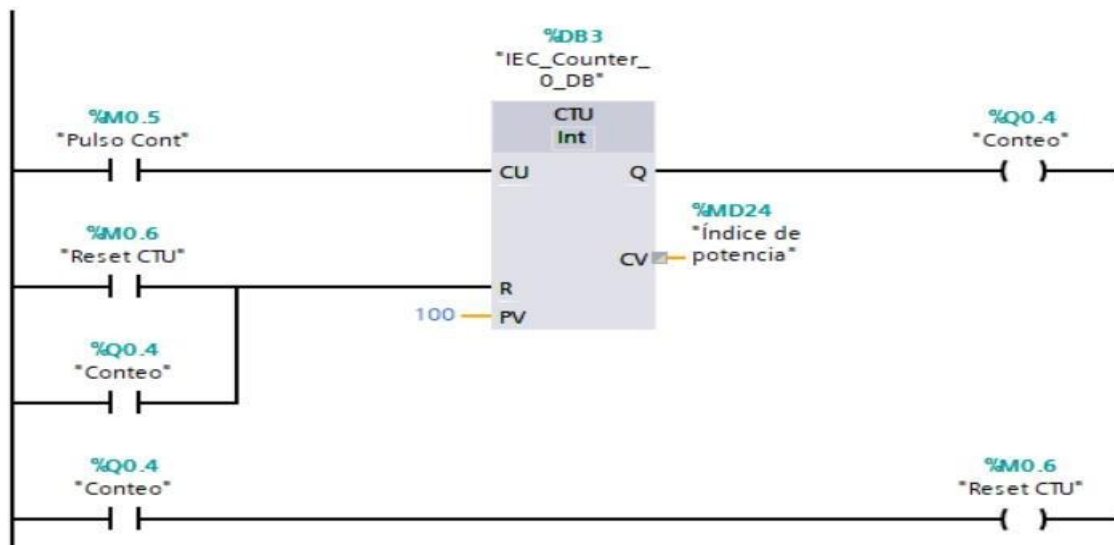


Figura 13: Conversión del tiempo a valor numérico mediante un contador
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se compara la salida entre 0 y 100% de potencia de la resistencia arrojada con la regulación PID con el índice obtenido en el segmento 6 (se manipulará manualmente el valor por no poder simularse el PID para el S7-1 200) potencia de salida. La potencia de salida de ser mayor o igual al índice, se activará la resistencia por un tiempo igual al valor que represente dicha potencia en ms, permaneciendo el tiempo restante apagada, haciendo un total de 100 ms.

La resistencia permanecerá desactivada mientras exista una alerta por emergencia

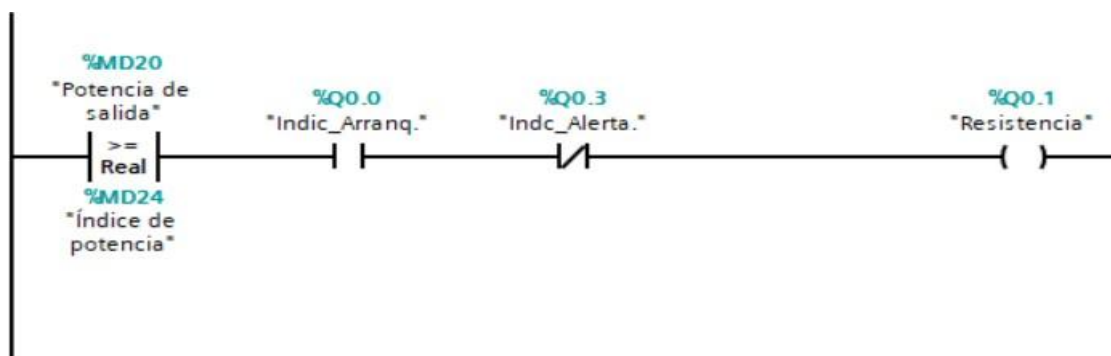


Figura 14: Comparación del Índice con el % de potencia para la activación o no de la resistencia

Fuente: Elaboración propia

En base a datos brindados por la empresa analizada en la que se nos mencionó que a partir de otra automatización de la misma planta se obtuvo que las mermas se redujeron en un 10,2% a la empresa que equivale a S/. 497 304,402.

Para complementar la automatización por controlado PID en la etapa de llenado también se capacitará a los operarios del área de llenado.

El programa de capacitación se llevará a cabo con el fin de que los operadores del área de llenado de la empresa Cervecerías Cusco S.A.C. estén capacitados en tema del uso del sistema automatizado por controlador PID.

Objetivo: Incrementar los conocimientos y habilidades de los operadores en el uso del sistema de Automatización por controlador PID.

Alcance: Trabajadores del Área de llenado.

Responsable: Especialista en el tema de automatización por controlador PID.

Cronograma y costo: El costo de la capacitación según AUTOTECPERU es de 1500 soles por 64 horas de capacitación.

Análisis económico de la propuesta de mejora de la etapa de envasado de cerveza en la empresa "Cervecería Cusco" S.A.C.

Teniendo en cuenta el modelo de automatización dado en el segundo objetivo se consideraron los siguientes componentes que intervienen en el control PID, como lo son PLC SIMATIC S7- 1200, Cpu 1 215C, el cual nos permite ver las entradas de temperatura y las salidas de manera analógica para poder así controlar la consigna o set point que se requiere en el proceso [17] también la pantalla HMI SIEMENS SIMATIC KTP 700, la cual sirve para el monitoreo de todo el proceso del control de temperatura [18] y un sensor pt100, el cual detecta la temperatura. [19].

Tabla 7: Costo de los componentes para la propuesta

Componentes	Precio	Depreciación
PLC SIMATIC S7-1200, Cpu 1215	S/ 3747,92	S/ 749,58
HMI SIEMENS SIMATIC KTP 700	S/ 3900,00	S/ 780,00
Sensor pt100	S/ 203,00	S/ 40,60
Total	S/ 7850,92	S/ 1570,18

Fuente: Elaboración propia en base a [17], [18], [19]

Tabla 8: Costo de instalación

Instalación	S/ 500,00
Programación	S/ 3 000,00
TOTAL	S/ 3 500,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Costos anuales de la propuesta

Capacitación	S/ 1 500,00
Mantenimiento	S/ 3 500,00
TOTAL	S/ 5 000,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Resumen de Costos de Propuestas

PROPUESTA	Automatización PID	Inversión	Costo anual	Depreciación
		S/11 350,92	S/5 000,00	S/1 570,18
TOTAL		S/11 350,92	S/5 000,00	S/1 570,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Beneficio de la propuesta

	Antes de la mejora	Después de la mejora	Ahorro
Reducción de variabilidad	100%	89,8%	10,2%
Total anual	S/ 497 304,40	S/ 446 579,35	S/ 50 725,05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Gastos administrativos

Descripción	und	cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Papel bond	2	2	S/20,00	S/40,00
Internet	12 serv/mes	12	S/100,00	S/1 200,00
Luz	12 serv/mes	12	S/50,00	S/600,00
Costo de software + licencia	12 serv/mes	12	S/2 633,04	S/31 596,48
TOTAL				S/33 436,48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Flujo de caja anual

Año	0	1	2	3
Ingresos		S/50 725,05	S/50 725,05	S/50 725,05
costos operativos		S/5 000,00	S/5 000,00	S/5 000,00
depreciación		S/1 570,18	S/1 570,18	S/1 570,18
GAV		S/33 436,48	S/33 436,48	S/33 436,48
utilidad antes de impuestos		S/10 718,39	S/10 718,39	S/10 718,39
Impuestos (29.5%)		S/3 161,92	S/3 161,92	S/3 161,92
utilidad después de impuestos		S/7 556,46	S/7 556,46	S/7 556,46
Flujo de caja				
Año	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/7 556,46	S/7 556,46	S/7 556,46
depreciación		S/1 570,18	S/1 570,18	S/1 570,18
Inversión	S/11 350,92	S/9 126,65	S/9 126,65	S/9 126,65
Año	0	1	2	3
FNE	-S/11 350,92	S/9 126,65	S/9 126,65	S/9 126,65
VAN	S/6 462,97			
TIR	61,2%		TMAR	25%
Año	0	1	2	3
Ingresos		S/50 725,05	S/50 725,05	S/50 725,05
Egresos	S/11 350,92	S/41 598,40	S/41 598,40	S/41 598,40
VAN Ingresos	S/99 007,96			
VAN Egresos	S/92 544,99			
B/C	1,07			

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El primer objetivo de la presente investigación consiste en el diagnóstico de la situación actual de la empresa, en cual se determinaron las causas de las fallas que provocan la variabilidad de líquido de cerveza en el producto terminado en el área de envasado, en la tesis de Becerra Gil Edward [6] se menciona que los problemas de variabilidad pueden ser causados por mano de obra, maquinaria, materiales, método, en este caso se dio por el control manual de la temperatura. Esto coincide con lo obtenido en nuestra investigación puesto que se identificó que las causas de la variabilidad eran porque la temperatura en el calderín de cerveza era controlada de forma manual, ya que al no contar con un control automático existe mucha variabilidad en el volumen del llenado.

Para el segundo objetivo el cual consiste en la automatización del control PID de

temperatura, en la investigación de Flores García, Quesada Quesada, Calderón Medina y Montes Guardado, [7] la automatización consistió en control basado en un PLC y monitoreo mediante una pantalla HMI de temperatura en la elaboración de la cerveza artesanal, esto coincide con la propuesta de automatización de la presente investigación puesto que la empresa no cuenta con un control de temperatura automático por lo que se implementa el control PID la cual consiste en la implementación de un PLC Simatic S7-1 200, de una pantalla HMI y de un sensor pt 100.

Como tercer objetivo se consideró realizar un análisis económico de la propuesta que se apoya en la investigación de Becerra Gil Edwards Issac en su investigación "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA EN EL PROCESO DE AÑEJADO

PARA MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL ARROZ" en la cual se menciona que su propuesta tiene un VAN de S/ 270 186,13 y un TIR de 96% en un periodo de 5 años. En nuestra investigación se obtuvo que la propuesta es viable porque tenemos un VAN de S/ 6 522,83 soles y un TIR del 76,8% que supera el TMAR de 25%.

Conclusiones

Finalizada la investigación hemos podido determinar que, al realizar la propuesta de mejora en la etapa de envasado, la cual era automatizar el proceso, hizo que la empresa pudiera disminuir sus pérdidas económicas en un 10,2%.

Después de haber realizado la investigación se pudo determinar que la empresa posee productos defectuosos lo que origina el reclamo de los clientes y esto al control manual de temperatura, haciendo que la empresa Cervecerías Cusco S.A.C. pierda S/. 497 304,402 anuales.

Se concluye además que para reducir la cantidad de productos defectuosos en el área de envasado es necesario automatizar el proceso de llenado para que poder aumentar su eficiencia, disminuir errores y aumentar la productividad y calidad del producto.

Con respecto al impacto económico del proyecto concluye que la propuesta si es viable porque posee un VAN de S/6 522,83 soles y un TIR del 61,2% que supera al TMAR de 25%

Recomendaciones

Se recomienda dar mantenimiento a los componentes del control PID y de la maquinaria que forman parte del área del envasado debido que estará en funcionamiento constante durante todo el tiempo del llenado de cerveza.

Se recomienda hacer otros estudios para ver que otros procesos que intervienen en la cerveza se puede automatizar y así obtener un producto sin defectos.

Se debe realizar la redacción de un manual de usuario que facilite al operador las instrucciones para el uso del controlador PID, y ayude a familiarizarse con la programación.

Se recomienda realizar una investigación sobre mantenimiento predictivo de manera que estas herramientas permitan anticipar fallas en el envasado reduciendo tiempos de inactividad y costos.

Referencias

- [1] S. C. Morales, «Repositorio de tesis de Universidad Veracruzana,» 2018. [En línea]. Available: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/49338/CastanoMoralesSalustio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: agosto 2021].
- [2] S. A. G. D. Angel, «Repositorio de tesis de la Universidad Veracruzana,» 2019. [En línea]. Available: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/49353/GuerreroDelangelScarlett.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: agosto 2021].
- [3] J. Leyva Barzola y J. Torres Tacuri, «Repositorio de tesis de la UTP,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3024/Jhon%20Leyva_Jerson%20Torres_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: septiembre 2022].
- [4] AINIA, «Instituto Tecnológico Agroalimentario,» 2015. [En línea]. Available: <https://prtr-es.es/data/images/La%20industria%20cervecera-74F8271308C1B002.pdf#:~:text=La%20cerveza%20es%20la%20bebida%20resultante%20de%20fermentar,la%20germinaci%C3%B3n%20de%20desecaci%C3%B3n%20y%20tostado%20de%20la%20cebada..>
- [5] S. Salcedo, J. Llumpo, J. Paucar y W. Inca, «Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín,» 2018. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/37431715/_ELABORACION_DE_CERVEZA_ARTESANAL_SCOT_TISH_ALE_UTILIZANDO_CEBADA_Hordeum_vulgare_Y_LUPULO. [Último acceso: Abril 2022].

- [6] B. G. Edward, «Repositorio de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo,» 2022. [En línea]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4879/1/TL_BecerraGilEdward.pdf.
- [7] F. Garcia, Q. Quezada, M. Calderón y M. d. O. Guardado, «Control basado en PLC y monitoreo mediante HMI de la temperatura en el proceso de maceración y cocción en la elaboración de cerveza artesanal,» *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, vol. 6, n° 12, pp. 44-49, 2021.
- [8] H. Benitez y M. Omar, «Automatización del proceso de macerado de la malta para la producción de cerveza artesanal,» *Desde la academia*, pp. 53-61, 2018.
- [9] J. A. Varela Loyola, E. Flores Ávila y J. Tolamatl Michcol, «Disminución de la Variación de un Proceso de Muebles con Seis Sigma,» *Conciencia Tecnológica*, vol. 1, n° 40, pp. 35-41, 2010.
- [10] J. Leyva y J. Torres, «Repositorio de tesis de la UTP,» 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3024/Jhon%20Leyva_Jerson%20Torres_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [11] A. P. Garzón, «Diseño de propuestas para mejorar la productividad en una línea de envasado en una empresa productora de bebidas de consumo masivo,» *Revista de Ingeniería*, pp. 31-44.
- [12] M. S. R. Janson, «Repositorio de la Universidad Ricardo Palma,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4912>. [Último acceso: 2023].
- [13] E. A. V. Emilio, «Repositorio de la Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Industrial,» septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36788/1/TESIS%20-ESTRADA.pdf>.

- [14] T. Ortigón y C. Serrano, «Simulación de los subprocesos de llenado, tapado y pasteurizado para la automatización de una planta cervecera,» *Universidad Militar Nueva*, vol. 21, n° 2, pp. 57 - 70, 2016.
- [15] O. R. T. Velásquez, «Repositorio de tesis de la Universidad Politecnica Salesiana,» 2021. [En línea]. [Último acceso: 2022].
- [16] D. D. Burgasí Delgado, D. V. Cobo Panchi, K. T. Pérez Salazar, R. L. Pilacuan Pinos y M. B. Rocha Guano, «EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS,» *Revista electrónica TAMBARA*, vol. XIV, n° 84, pp. 1212-1230, 2021.
- [17] «Grupo Coimp soluciones electricas,» 2022. [En línea]. Available: <https://store.grupocoinp.com/shop/product/6es7215-1hg40-0xb0-simatic-s7-1200-cpu-1215c-compact-cpu-dc-dc-relay-2-profinet-port-onboard-i-o-14-di-24v-dc-10-do-relay-2a-2-ai-0-33?page=4&category=101#attr=>. [Último acceso: 05 mayo 2023].
- [18] «Mercado libre,» [En línea]. Available: <https://listado.mercadolibre.com.pe/hmi-ktp-700>. [Último acceso: 05 mayo 2023].
- [19] «Mercado libre,» [En línea]. Available: <https://listado.mercadolibre.com.pe/hmi-ktp-700>. [Último acceso: 05 mayo 2023].
- [20] «SIEMENS,» [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6AV2123-2GB03-0AX0>. [Último acceso: 05 mayo 2023].

Anexos

Anexo 1: Carta de aceptación por parte de la empresa Cervecerías Cusco S.A.C.

**CARTA DE ACEPTACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE
TESIS**

Ing. Marcos Gregorio Baca López
Director de la escuela de Ingeniería Industrial
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

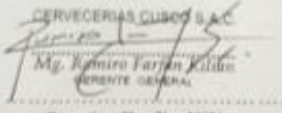
De mi especial consideración:

Por medio de la presente, la empresa Cervecerías Cusco S.A.C, con RUC 20527294917

Yo Ramiro Farfán Kilian, en mi calidad de Gerente General de Cervecerías Cusco S.A.C. ante usted me presento y expongo:

Que en cumplimiento de las normas académicas de la universidad AUTORIZO al acceso, a la recolección de datos y procesamiento de la información de la empresa Cervecerías Cusco S.A.C. a la estudiante Danna Nicole Vigil Vásquez identificado con número de 73695958 , que actualmente cursa el VIII ciclo de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Aprovecho para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente:
CERVECERIAS CUSCO S.A.C

Mg. Ramiro Farfán Kilian
GERENTE GENERAL

.....
Ramiro Farfán Kilian

DNI. 22792281
Celular. 974720497

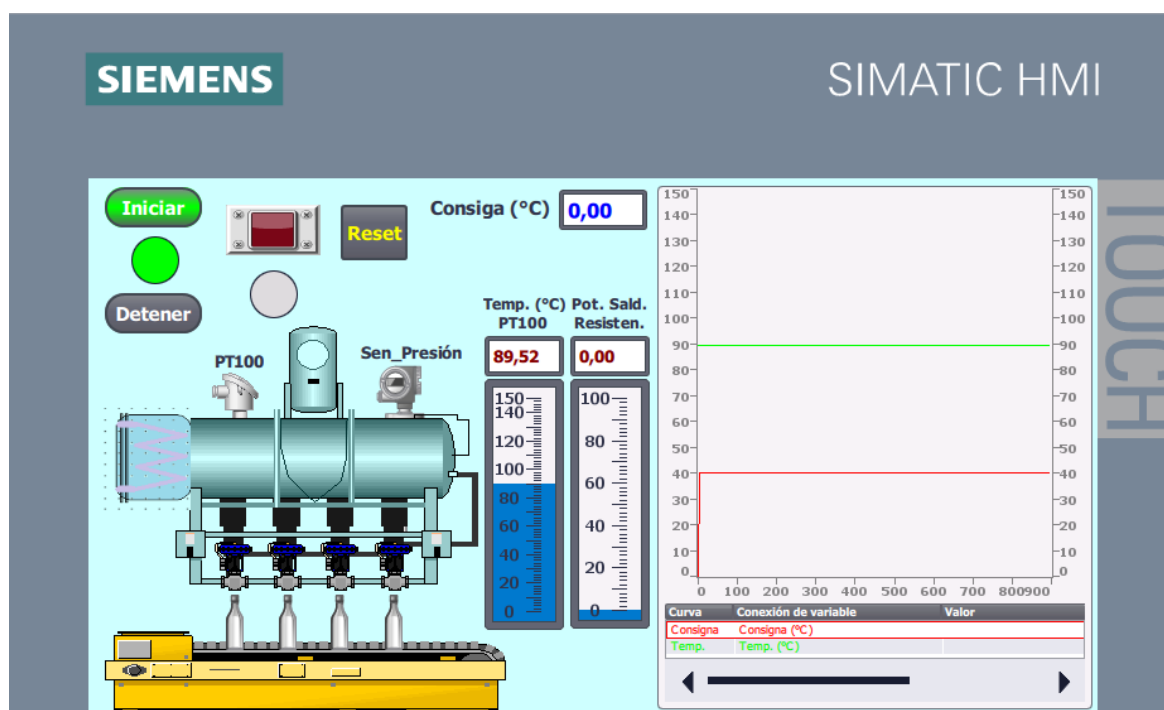
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Tablas con datos del muestreo de volumen de cerveza embotelladas realizados por la empresa Cervecerías Cusco S.A.C. para identificar las variaciones de enero.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
350	300	305	345	350	350	345	350	330	345	330	325
320	300	305	345	330	345	345	350	330	349	325	335
350	300	305	345	330	340	349	330	330	310	310	335
350	300	300	350	325	345	310	325	330	330	305	310
345	350	300	350	310	345	330	310	350	330	305	320
330	310	300	350	305	345	330	305	350	330	305	330
330	330	300	345	305	349	330	305	345	350	300	310
329	330	350	345	305	310	350	305	330	320	300	305
320	330	350	345	300	330	320	300	315	305	300	305
315	330	345	345	300	330	350	300	350	305	325	305
330	330	345	345	300	330	349	300	350	300		300
325	325	345	345	300	350	345	300	345	300		300
310	310	345	345	350	320	349	349	340	300		300
305		345	345	348	350	345	330	345	300		
305		345	345	345	349	345	325	345	350		
305		345	345	330	345	345	310				
		345	350	315	330	345	305				
			350	350	330	345	305				
					329	345	305				
					320	345	300				
					315	345	300				
					328	345	300				
					345	345	300				
					340	345	350				
					345	350	310				

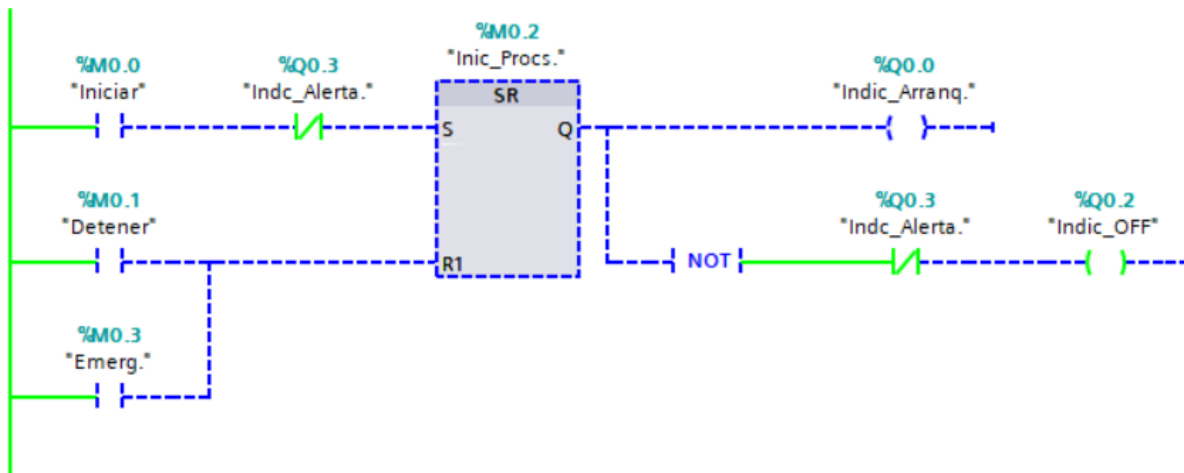
Fuente: Cervecerías Cusco S.A.C

Anexo 3: Simulación de la pantalla HMI



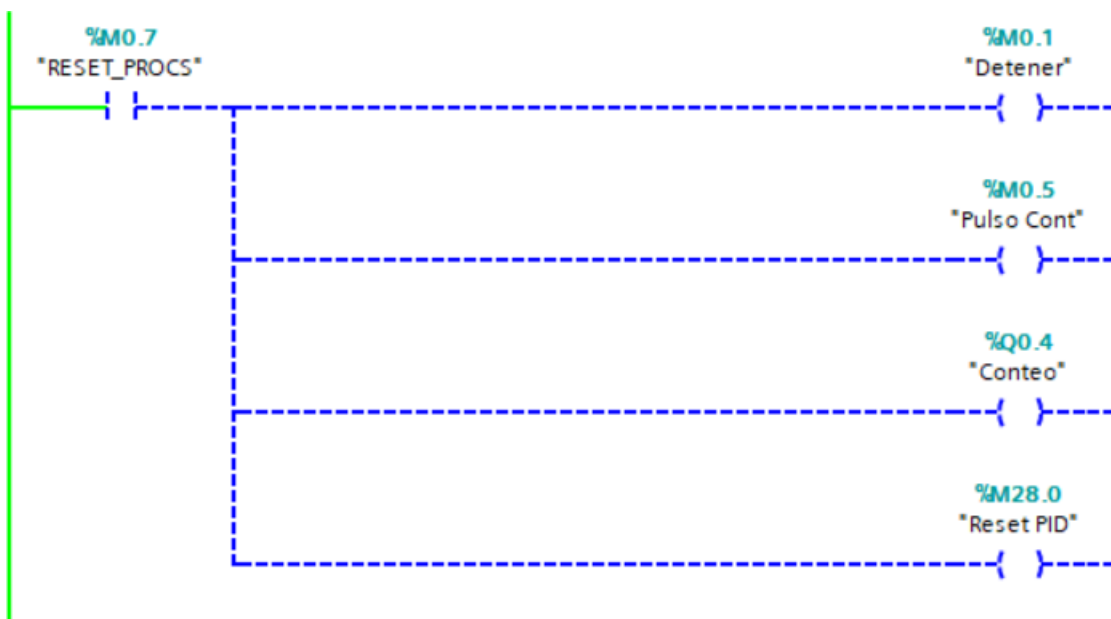
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Simulación de inicio y parada del proceso



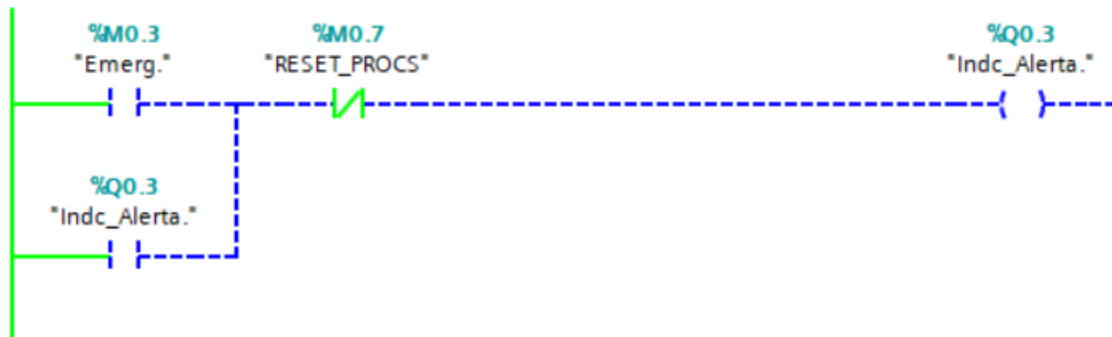
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Simulación del reseteo del proceso



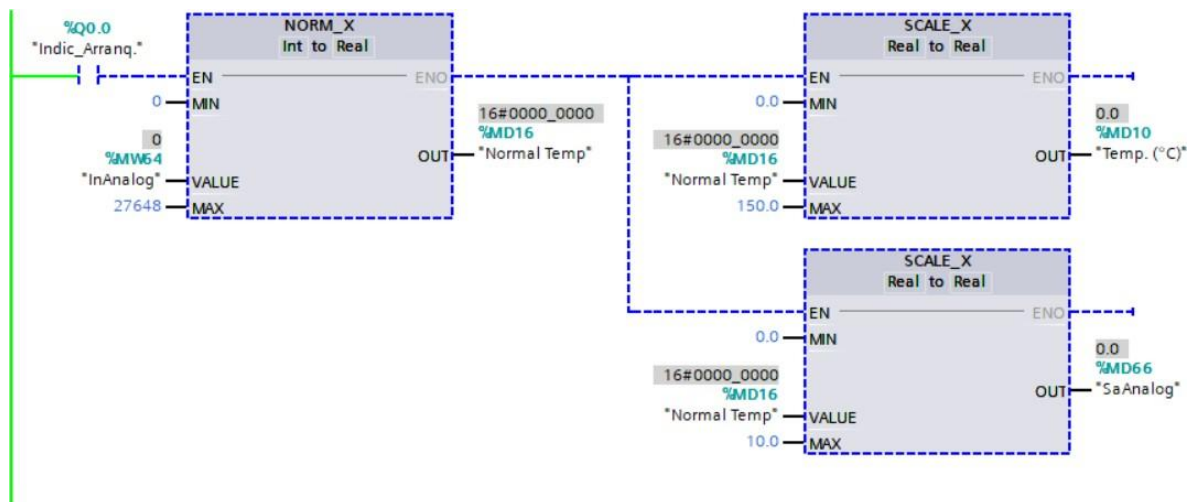
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: simulación del encendido de la lámpara de emergencia



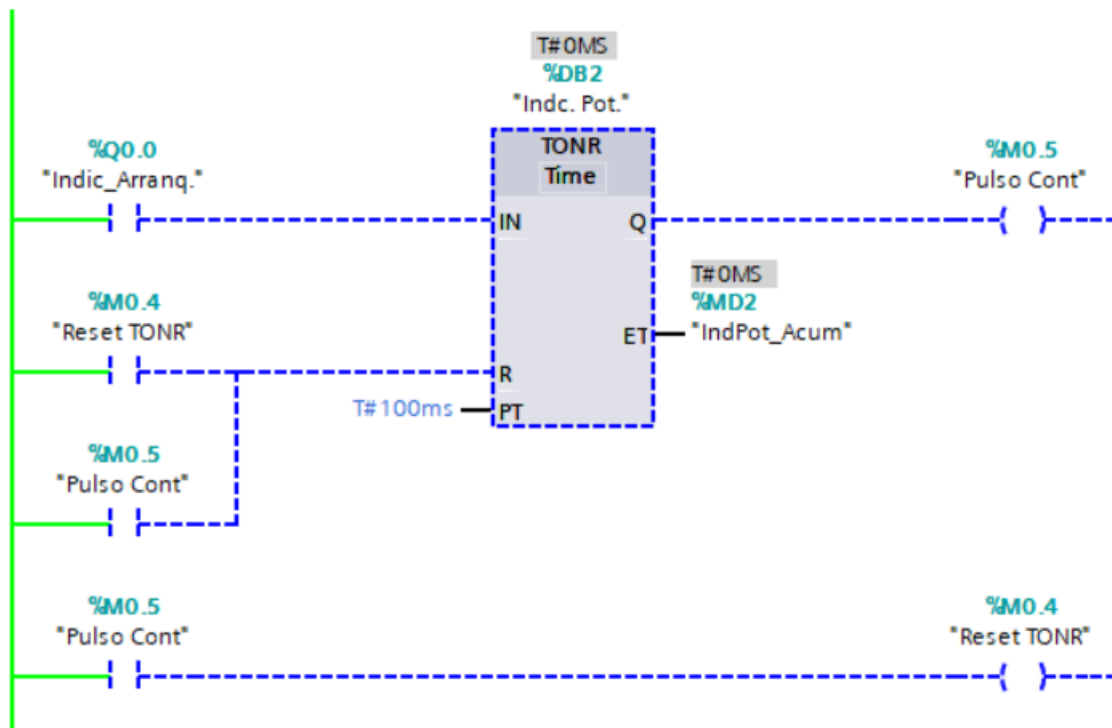
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: simulación del escalado de la señal analógica



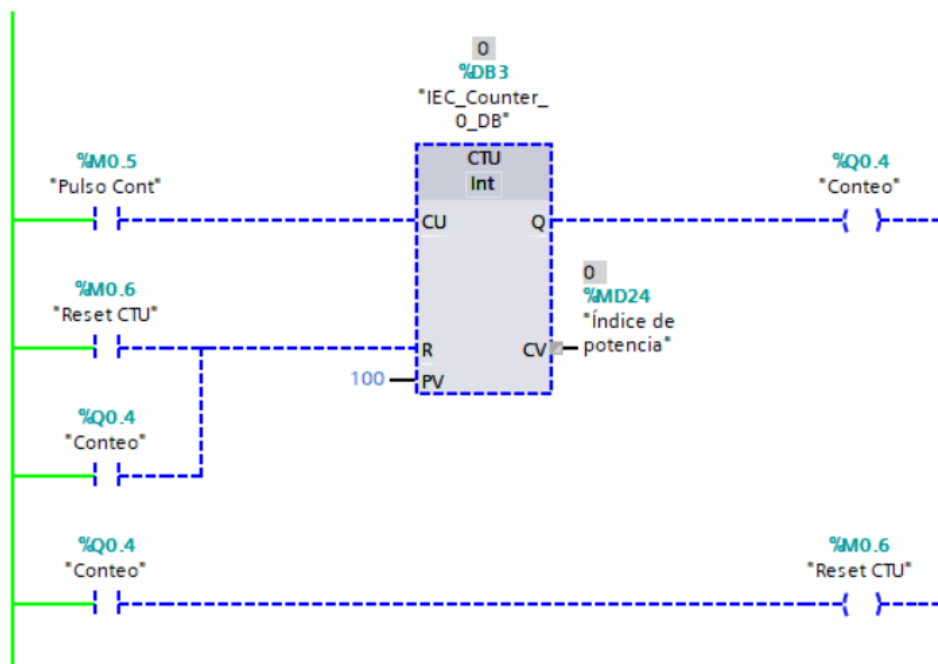
Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: simulación del temporizador del índice de potencia



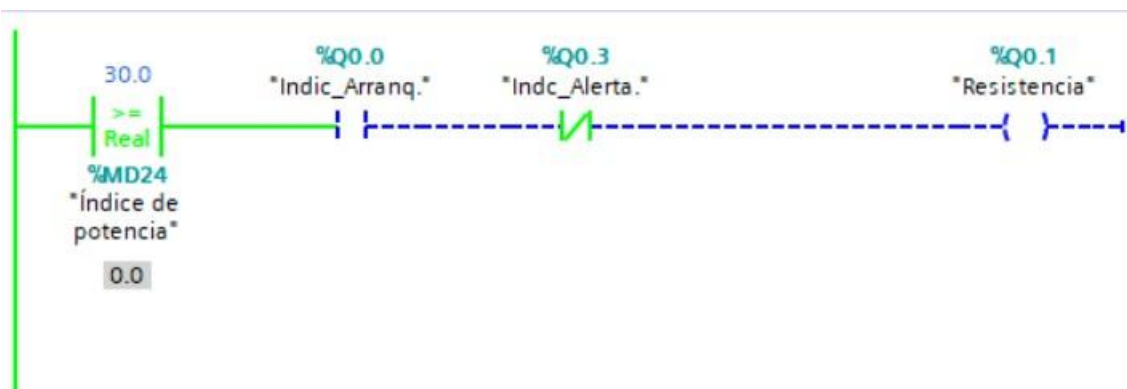
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Simulación de la conversión del tiempo a valor numérico mediante un contador



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: simulación de la comparación del índice con el % de potencia para la activación o no de la resistencia



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Ficha técnica del PLC SIMATIC S7 – 1200

Hoja de datos

6ES7215-1HG40-0XB0


SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, CPU compacta DC/DC/relé, 2 puertos PROFINET, E/S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A, 2 AI 0-10V DC, 2 AO 0-20 mA DC, alimentación: DC 20,4-28,8 V DC, Memoria de programas/datos 125 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C DC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.5
Ingeniería con	<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación
	STEP 7 V17 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	<ul style="list-style-type: none"> 24 V DC
	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Si
Tensión de carga L+	
<ul style="list-style-type: none"> Valor nominal (DC) Rango admisible, límite inferior (DC) Rango admisible, límite superior (DC) 	24 V 20,4 V 28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo, máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V DC
I _t	0,8 A ² s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	<ul style="list-style-type: none"> 24 V
	L+ menos 4 V DC mín.
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> integrada ampliable
	125 kbyte No
Memoria de carga	<ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.
	4 Mbyte con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
<ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila 	Si Si Si

Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	14 kbyte
Marcas	
• Tamaño, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte; Clase de prioridad 1 (ciclo de programa): 16 kbyte, clase de prioridad 2 a 26: 6 kbytes
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	SI
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	±60 s/mes a 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	SI
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	SI; 0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	SI
para funciones tecnológicas	
— parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz, Diferencial: 3 @ 80 kHz y 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	

Fuente: grupo Coinp Soluciones Eléctricas

• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• N° de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
N° de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Si
— Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
N° de salidas analógicas	2
Rangos de salida, intensidad	
• 0 a 20 mA	Si
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Si
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Formación de valor analógico para salidas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Si
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	Si
Detección automática de la velocidad de transferencia	Si
Autonegociación	Si
Autocrossing	Si
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	Si
• Número de puertos	2
• Switch integrado	Si
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	Si
• PROFINET IO-Device	Si
• Comunicación SIMATIC	Si
• Comunicación IE abierta	Si; También disponible cifrada
• Servidores web	Si
• Redundancia del medio	Si
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación P/G/OP	Si; cifrado preajustado mediante TLS V1.3
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	Si
— Número de dispositivos IO con arranque	16

Fuente: Grupo Coinp Soluciones Eléctricas

preferente, máx.	
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx. de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Si
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
— Tiempo de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización depende además del componentes para comunicación ajustado para PROFINET IO, del número de dispositivo IO y de la cantidad de datos de usuario configurados.
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si; cifrado preajustado mediante TLS V1.3
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFenergy	Si
— Shared Device	Si
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	
Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
Soporta protocolo para PROFI-safe	No
PROFIBUS	Si; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
OPC UA	Si; OPC UA Server
AS-Interface	Si; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	No
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	Si; como administrador de redundancia MRP y/o cliente MRP
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Si
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Si
• Páginas web definidas por el usuario	Si
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Si; licencia "Basic" necesaria
• OPC UA Server	Si; acceso a datos (Read, Write, Subscribe), llamada de método, requiere licencia runtime
— Autenticación de aplicaciones	Políticas de seguridad disponibles: ninguna, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
— Autenticación de usuarios	*Anónimo o mediante nombre de usuario y contraseña
— Número de sesiones, máx.	10
— Número de suscripciones por sesión, máx.	50
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de métodos de servidor, máx.	20
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx.	1 000
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	2 000

Fuente: Grupo Coinp Soluciones Eléctricas

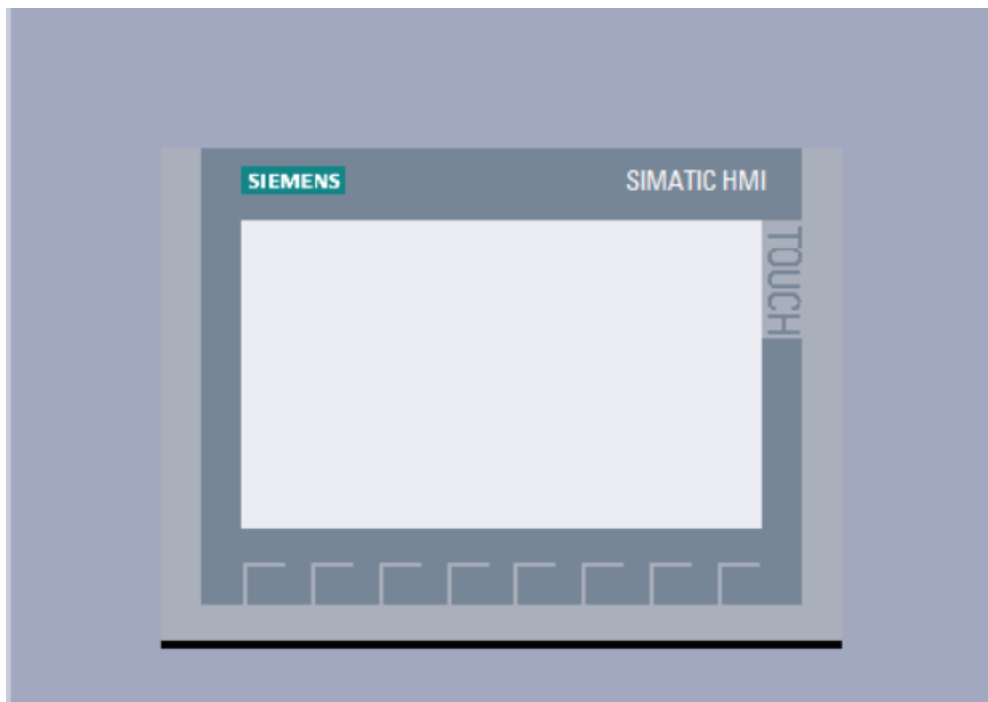
Otros protocolos	
• MODBUS	Si
funciones de comunicación / título	
Comunicación S7	
• Soporta	Si
• como servidor	Si
• Como cliente	Si
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Nº de conexiones	
• total	conexiones PG: 4 reservadas/4 máx.; conexiones HMI: 12 reservadas/18 máx.; conexiones S7: 8 reservadas/14 máx.; conexiones Open User: 8 reservadas/14 máx.; conexiones web: 2 reservadas/30 máx.; conexiones OPC UA: 0 reservadas/10 máx.; conexiones totales: 34 reservadas/64 máx.
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Si
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Si
Búfer de diagnóstico	
• existente	Si
Traces	
• Número de Traces configurables	2
• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Si
• LED ERROR	Si
• LED MAINT	Si
Funciones integradas	
Medida de frecuencia	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido	hasta 4 con SB 1222
Regulador PID	Si
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Si
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Si
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Si
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Si
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	

Fuente: Grupo Coinp Soluciones Eléctricas

<ul style="list-style-type: none"> • Inmunitad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6 	SI
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
<ul style="list-style-type: none"> • Clase de límite A, para aplicación en la industria • Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial 	SI; Grupo 1 SI; SI se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	SI
Homologación UL	SI
cULus	SI
Homologación FM	SI
RCM (anteriormente C-TICK)	SI
Homologación KC	SI
Homologaciones navales	SI
Condiciones ambientales	
Caída libre	
<ul style="list-style-type: none"> • Altura de caída, máx. 	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
<ul style="list-style-type: none"> • mín. • máx. 	-20 °C 60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
<ul style="list-style-type: none"> • Posición de montaje horizontal, mín. • Posición de montaje horizontal, máx. • Posición de montaje vertical, mín. • Posición de montaje vertical, máx. 	-20 °C 60 °C -20 °C 50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
<ul style="list-style-type: none"> • mín. • máx. 	-40 °C 70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
<ul style="list-style-type: none"> • En servicio mín. • En servicio máx. • Almacenamiento/transporte, mín. • Almacenamiento/transporte, máx. 	795 hPa 1 080 hPa 660 hPa 1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
<ul style="list-style-type: none"> • Altitud de instalación, mín. • Altitud de instalación, máx. 	-1 000 m 5 000 m; Restricciones con alturas de instalación > 2 000 m, ver Manual
Humedad relativa del aire	
<ul style="list-style-type: none"> • En servicio máx. 	95 %; sin condensación
Vibraciones	
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6 • En servicio, según DIN IEC 60068-2-6 	Montaje en pared 2 g (m/s ²); perfil DIN 1 g (m/s ²) SI
Ensayo de resistencia a choques	
<ul style="list-style-type: none"> • ensayado según DIN IEC 60068-2-27 	SI; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide; fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
<ul style="list-style-type: none"> • SO2 con HR < 60% sin condensación 	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
configuración / título	
configuración / programación / título	
Lenguaje de programación	
— KOP	SI
— FUP	SI
— SCL	SI
Protección de know-how	
<ul style="list-style-type: none"> • Protección de programas de usuario/Protección por contraseña • Protección contra copia • Protección de bloques 	SI SI SI

Fuente: Grupo Coinp Soluciones Eléctricas

Anexo 12: Pantalla HMI Siemens Simatic Ktp700



Fuente: TIA PORTAL

Anexo 13: Ficha técnica de la Pantalla HMI Siemens Simatic Ktp700

Producto	
Número de artículo (número orientado al mercado)	6AV2123-2GB03-0AX0
Descripción del producto	SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, llave/tacto, pantalla TFT de 7", 65536 colores, interfaz PROFINET, configurable desde WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, contiene software de código abierto, que se proporciona gratuitamente ver CD adjunto
Familia de productos	> Dispositivos estándar 2ª Generación
Ciclo de vida del producto (PLM)	PM300:Producto activo
Datos de precios	
Grupo de precios específico de la región / Grupo de precios de la sede	237 / 237
Precio de lista	> Mostrar precios
Precio al cliente	> Mostrar precios
Recargo por materias primas	Ninguno
Metal Factor	Ninguno
Información de entrega	
Reglamento de control de las exportaciones	AL : N / ECCN : EAR99H
Plazo de entrega estándar franco fábrica	20 Día/Días
Peso neto (kg)	0,977 kg
Dimensión del embalaje	20,50 x 27,60 x 7,80
Tamaño del paquete unidad de medida	CM
Unidad de cantidad	1 pieza
Cantidad de embalaje	1
Información adicional del producto	
EAN	4034106029210
UPC	887621773120
Código de mercancía	85371091
LKZ_FDB/ CatalogID	ST80.1J
Grupo de productos	2263
Código de grupo	R141
País de origen	China
Cumplimiento de las restricciones de sustancias según la directiva RoHS	Desde: 19.03.2014
Clase de producto	R: El producto estándar que es un artículo en stock podría devolverse dentro de las pautas / período de devolución.
RAEE (2012/19/UE) Obligación de devolución	Sí
REACH Art. 33 Deber de informar de acuerdo con la lista actual de candidatos	<ul style="list-style-type: none"> > Plomo CAS-No. 7439-92-1 > 0, 1 % (p/p) > Monóxido de plomo (plomo ... CAS-No. 1317-36-8 > 0, 1 % (p/p) > Ácido silícico, plomo... CAS-No. 11120-22-2 > 0, 1 % (p/p)

Fuente: SIEMENS [20]