

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE LLENADO DE BIDONES DE ACEITE DE
200 LITROS**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Nicolás Ignacio Cortés Miranda

Profesor Guía:

Mag. Loreto Marín Carcey

2023

RESUMEN

KEYWORDS: COSTOS DE NO CALIDAD, PROCESO, CONTROL CONTINUO, SISTEMA.

El presente trabajo de título presenta una propuesta de mejora con tres alternativas de solución para el problema de costos de no calidad presente en el proceso de llenado de aceite de motor en bidones de 200 litros en la planta de lubricantes Copec, a causa de que el llenado se efectúa de forma manual.

Cada alternativa será evaluada bajo distintos criterios de evaluación, donde la solución recomendada consiste en implementar un control continuo, que permita reducir al mínimo los excedentes del proceso de llenado y un sistema de registro del peso final de los bidones para llevar un control más exacto de estos pesajes.

La programación del sistema de llenado y registro de datos serán simulados a través de softwares, obteniendo resultados satisfactorios en la respuesta del sistema de llenado automático y registrando el pesaje final.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	2
1 EMPRESAS COPEC.....	3
1.1 MISIÓN	4
1.2 VISIÓN	5
1.3 COSTOS DE NO CALIDAD	5
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LLENADO ACTUAL.....	6
1.5 PROBLEMA EN EL PROCESO ACTUAL DE LLENADO	8
1.6 REQUERIMIENTOS.....	8
1.7 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	9
1.7.1 Alternativa N°1: No realizar ninguna mejora.	9
1.7.2 Alternativa N°2: Adquisición de bombas manuales	9
1.7.3 Alternativa N°3: Implementar un sistema de control y monitoreo remoto.....	9
1.8 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	10
1.9 ALTERNATIVA SELECCIONADA	11
1.10 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.11 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE DISEÑO DE SOLUCIÓN	13
2 DESARROLLO DE DISEÑO DE SOLUCIÓN	14
2.1 INSTRUMENTACIÓN Y SOFTWARE NECESARIOS	15
2.1.1 PLC Siemens S7-1200 CPU 1214C AC/DC/Rly.....	15
2.1.2 SB1232 AQ Siemens	16
2.1.3 Módulo CM1241 Siemens	16
2.1.4 Válvula solenoide 2" 220 VAC Die Erste	17
2.1.5 Plataforma de pesaje Cajersa e indicador LP7516 LCD.....	17
2.1.6 Botonera 24 VDC.....	18
2.1.7 Luz piloto 24 VDC.....	18

2.1.8 Tablero metálico	18
2.1.9 Riel DIN.....	19
2.1.10 SIMATIC STEP 7 TIA Portal	19
2.1.11 Node-red	20
2.1.12 Virtual MAK	20
2.2 CONTROL DEL SISTEMA.....	21
2.2.1 Algunos conceptos sobre parametros, controladores y tipo de datos	21
2.3 COMUNICACIÓN ENTRE INDICADOR LP7516 Y PLC.....	24
2.4 PV Y SP SIMULADOS	28
2.5 PROGRAMANDO EL CONTROL PROPORCIONAL.....	30
2.5.1 Segmento SP y Offset.....	30
2.5.2 Segmento start y luces piloto	31
2.5.3 Segmento control proporcional	31
2.5.4 Segmento de parada de emergencia.....	32
2.5.5 Respuesta del controlador.....	33
2.5.6 Registro de PV final a través de Node-Red	34
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS.....	36
3 EVALUACIÓN DE COSTOS	37
3.1.1 Invertir en calidad	37
3.2 ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR	38
3.2.1 Profesionales requeridos.....	39
3.3 JUSTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y SUS VALORES	40
3.3.1 PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 AC/DC/Rly.....	40
3.3.2 Signal Board SB1232AQ.....	40
3.3.3 Módulo de comunicación RS232.....	41
3.3.4 Válvula solenoide de 2" 220 VAC	41
3.3.5 Plataforma de pesaje e indicador LP7516	41
3.3.6 Tablero metálico	41
3.3.7 Riel DIN, luces piloto, botonera y cable 22 AWG	42

3.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE EXCEDENTES.....43

3.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS POR PARO DE LÍNEA DE LLENADO DE ACEITE 44

3.6 ESTIMACIÓN DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN 45

CONCLUSIONES 47

BIBLIOGRAFÍA.....48

ANEXO A: COTIZACIONES.....49

ANEXO B: PROGRAMACIÓN DE PLC EN TIA PORTAL.....52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1–1. Empresas Copec y sus filiales.	3
Figura 1–2. Logo más reciente de Empresas Copec S.A.	4
Figura 1–3. Costos de calidad.	6
Figura 1–4. Lugar de trabajo de llenado de aceite.	7
Figura 1–5. Diagrama de flujo de pasos a seguir de operario.	7
Figura 2–1. Diagrama de flujo de programa en PLC.	14
Figura 2–2. Nuevo diagrama de flujo de pasos a seguir de operario.	15
Figura 2–3. Siemens S7-1200.	15
Figura 2–4. SB1232 AQ.	16
Figura 2–5. Módulo de comunicación CM1241.	16
Figura 2–6. Válvula proporcional.	17
Figura 2–7. Plataforma de pesaje e indicador LP7516.	17
Figura 2–8. Botonera NA/NC, 24 VDC.	18
Figura 2–9. Luces piloto.	18
Figura 2–10. Tablero metálico.	19
Figura 2–11. Riel DIN.	19
Figura 2–12. Logo TIA Portal V15.1.	19
Figura 2–13. Logo Node-Red.	20
Figura 2–14: Ventana de inicio de VirtualMak.	20
Figura 2–15. Agregando PLC.	25
Figura 2–16. Marcas de ciclo.	25
Figura 2–17. Agregando modulo CM1241.	26
Figura 2–18. Bloques PORT_CFG y RCV_PTP_DB.	26
Figura 2–19. Valor de pesaje recibido.	27
Figura 2–20. Valores de bloques MID y STRG_VAL.	28
Figura 2–21. Deposito analógico de VirtualMak.	29
Figura 2–22. Bloque de función.	30
Figura 2–23. Bloque suma.	31
Figura 2–24. Start y luces piloto.	31
Figura 2–25. Bloques de control proporcional.	32
Figura 2–26. Evitar acción mínima de electroválvula.	32
Figura 2–27. Parada de emergencia.	33
Figura 2–28. Nodos de Node-Red necesarios.	34

Figura 2–29. Configuración nodo s7 in.....34

Figura 2–30. Segmento para comunicación con Node-Red.....35

Figura 2–31. Valores registrados de PV simulado en debug. 35

Figura 3–1. Estimación de costo de no calidad diario por una línea de llenado. 44

Figura 3–2. Costo de paro por dos días.....45

Figura 3–3. Estimación de recuperación de inversión. 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1–1. Puntuación de criterios de aceptación..... 10

Tabla 1–2. Criterios de aceptación. 10

Tabla 1–3. Calificación de cada alternativa según criterios de aceptación. 11

Tabla 2–1. Respuesta del actuador para diferentes valores de Kp..... 24

Tabla 2–2. Tabla de tipo de datos..... 24

Tabla 2–3. Parámetros de bloques PORT_CFG y RCV_PTP..... 27

Tabla 3–1. Carta Gantt..... 39

Tabla 3–2. Profesionales requeridos..... 40

Tabla 3–3. Tabla resumen de precios. 42

Tabla 3–4. Valores de bidones de 200 litros..... 43

Tabla 3–5. Costos totales. 45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1–1. Muestra de pesaje de 100 bidones. 8

Gráfico 2–1. Respuesta típica de un control proporcional. 23

Gráfico 2–2. Escalamiento Altura vs PV simulado. 29

Gráfico 2–3. Respuesta en simulación. 33

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS:

AWG	:	American Wire Gauge (Calibre de Alambre Americano)
CLP	:	Peso Chileno
CPU	:	Central Processing Unit (Unidad Central de Proceso)
CSV	:	Comma Sepárate Values (Valores Separados por Comas)
IP	:	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
NA	:	Normalmente abierto
NC	:	Normalmente cerrado
PID	:	Proporcional Integral Derivativo
PLC	:	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable)
PV	:	Process Value (Variable de Proceso)
SP	:	Set Point (Punto de Consigna)
VAC	:	Voltage of Altern Current (Voltaje de Corriente Alterna)
VDC	:	Voltage of Direct Current (Voltaje de Corriente Continua)

B. SIMBOLOGÍAS:

Kg	:	Kilogramos
mA	:	Miliamperio
m	:	Metros
mm	:	Milímetros
m3	:	Metros cúbicos
%	:	Porcentaje

INTRODUCCIÓN

Copec en su planta de lubricantes ubicada en Loncura, Quintero, ha presentado un problema en el proceso de llenado de aceite de motor en bidones de 200 litros desde su apertura en el año 2006, generando costos de no calidad hasta la fecha actual a causa de excedentes de aceite presente en el proceso.

Para el año 2023 la directiva está dispuesta a aceptar un proyecto de solución a esta problemática, por lo que se tendrá en cuenta una de las tres alternativas de solución presentadas en el capítulo 1, que serán evaluadas en base a criterios que permitan determinar cuáles son las más factibles de aplicar. En este primer capítulo también se darán a conocer antecedentes de la empresa Copec, misión y visión.

La alternativa seleccionada será la implementación de un sistema de control y monitoreo remoto, el desarrollo del diseño de control será descrito en detalle en el capítulo 2, mostrando los elementos necesarios, conceptos a tener en consideración, programación del controlador y simulación del sistema de llenado en donde se obtendrán resultados satisfactorios representados en un gráfico de respuesta del sistema de llenado de bidones en base a la simulación del controlador.

En el capítulo 3, se realizará una evaluación económica estimada para realizar la implementación de este proyecto y una estimación de recuperación de inversión, estos puntos demuestran la razón de por qué no se ha realizado una mejora en el proceso de llenado de bidones con anterioridad, al comparar los valores de costos de los componentes necesarios con las pérdidas que genera detener el proceso para poder realizar la implementación del proyecto, por lo que la empresa había decidido a asumir los costos de no calidad del problema de excedentes desde la apertura de la planta.

Realizar la implementación de este diseño de llenado automático posee un costo elevado pero, debe ser considerada como una inversión a mediano plazo en donde las pérdidas en costos de no calidad después de haber pasado el tiempo de estimación de recuperación de la inversión se verán reflejadas como ganancias, por eso es importante que la empresa decida realizar la mejora de este proceso lo antes posible o pueden seguir asumiendo los costos en no calidad como lo llevan haciendo durante años.

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

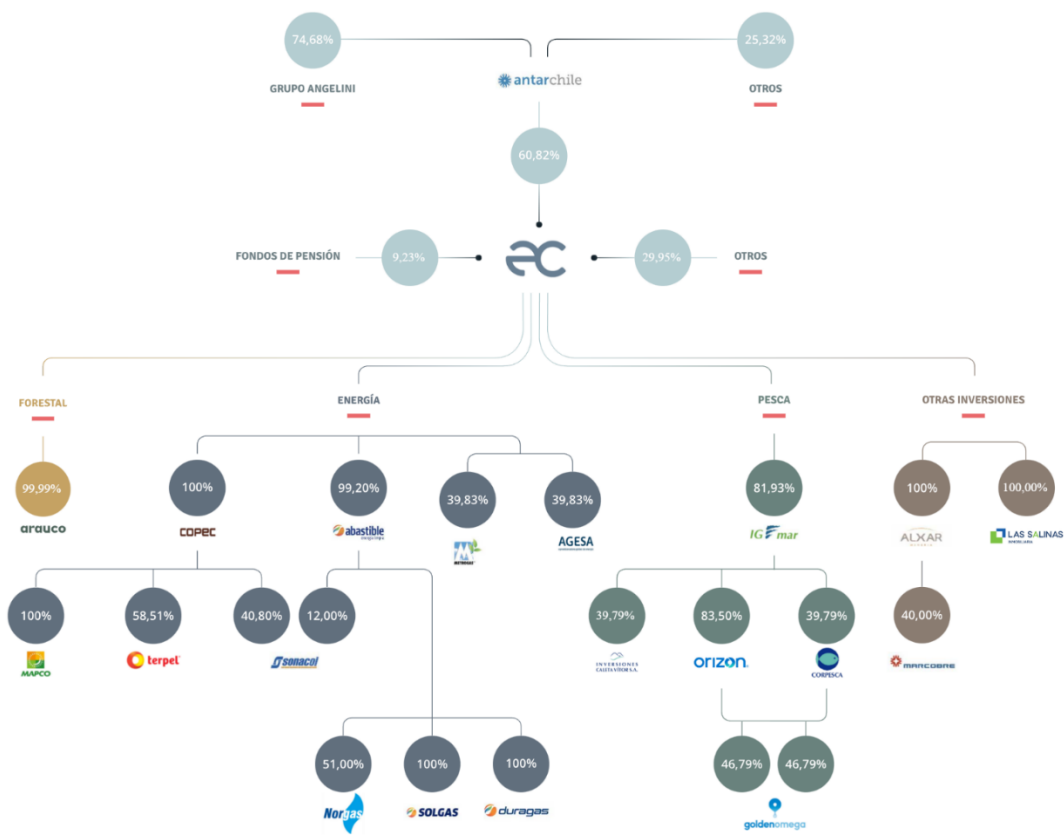
1 EMPRESAS COPEC

Empresas Copec S.A. es un holding industrial chileno, que participa en las áreas de energía, recursos naturales e inversiones en otras áreas. Respecto a la energía, distribuye combustible líquido, gas licuado, gas natural y generación eléctrica y respecto a los recursos naturales participa en la industria forestal, pesquera y minería.

Sus inicios fueron en 1934, cuando un grupo de empresarios chilenos fundó la empresa con nombre Compañía de Petróleos de Chile, con el objetivo de distribuir y comercializar combustibles a lo largo del país.

Si bien Copec fue creada en 1934, extiende sus actividades a la venta de neumáticos y accesorios, maquinarias y vehículos en 1941. Participa de la conformación de Sociedad Anónima de Navegación Petrolera SONAP en 1943 y en Sociedad Nacional de Oleoductos SONACOL en 1956. En 1950 funda la cadena de tiendas ABC. Durante los años 1970 extiende sus actividades, por medio de la compra de Celulosa Arauco, Forestal Arauco y Celulosa Constitución para constituir posteriormente una de sus principales filiales Celulosa Arauco y Constitución.

En 2003 transfiere todas las operaciones de combustibles a una nueva filial que mantiene el nombre Copec y cambia su razón social a Empresas Copec S.A., manteniendo el control de todas las empresas que pertenecían a Copec, que hasta ese entonces cumplía el rol de matriz, quedando con la estructura mostrada en la Figura 1-1.



Fuente: <https://www.empresascopec.cl/>

Figura 1–1. Empresas Copec y sus filiales.

En esta fecha el antiguo logo de Compañía de Petróleos de Chile, Copec también fue modificado a su nuevo logo Empresas Copec. (Ver Figura 1-2).



Fuente: <https://www.empresascopec.cl/>

Figura 1–2. Logo más reciente de Empresas Copec S.A.

Copec ha logrado posicionarse como una empresa líder en el mercado que constantemente está ampliando su línea de productos y negocios. Las operaciones productivas de la empresa se concentran básicamente en Chile. Pero exporta sus productos a más de 80 países en los cinco continentes.

Desde 1987 ha tenido el posicionamiento de “Primera en Servicio” el cual refleja una vocación de innovación para adaptar su oferta de forma de satisfacer las crecientes y cambiantes necesidades de sus clientes. Ello ha marcado su accionar, creando nuevos servicios orientados a las personas, como asimismo desarrollando un servicio de excelencia en torno a la compra de combustible.

Copec ha introducido una serie de innovaciones que le han permitido mantener y consolidar su liderazgo, las principales innovaciones fueron: ser la primera en introducir la gasolina sin plomo, la gasolina de 97 octanos, los minimarkets, los baños en carretera, las promociones masivas, la tarjeta de crédito para transportistas, un restaurante - puente sobre una autopista y la primera en introducir el gas natural comprimido para automóviles.

1.1 **MISIÓN**

“Somos una empresa de clase mundial, que busca entregar un nivel de rentabilidad atractivo en el largo plazo a nuestros inversionistas, y contribuir al desarrollo de Chile y de los distintos países donde realizamos nuestras actividades productivas y comerciales. Para ello, invertimos principalmente en energía y recursos naturales y, en general, en áreas de negocios en las cuales podamos crear valor de manera sustentable.

En el desarrollo de nuestras actividades procuramos ser un buen ciudadano y atender y respetar los intereses de accionistas, colaboradores, socios, proveedores, clientes, comunidades y todas las partes con las cuales nos encontramos, de una u otra forma involucrados. En Empresas Copec realizamos nuestras actividades productivas y comerciales con excelencia y actuamos en todas las decisiones conforme a los más altos estándares éticos y de transparencia”.

1.2 VISIÓN

“Construir un futuro confiable y sostenible para todos”.

1.3 COSTOS DE NO CALIDAD

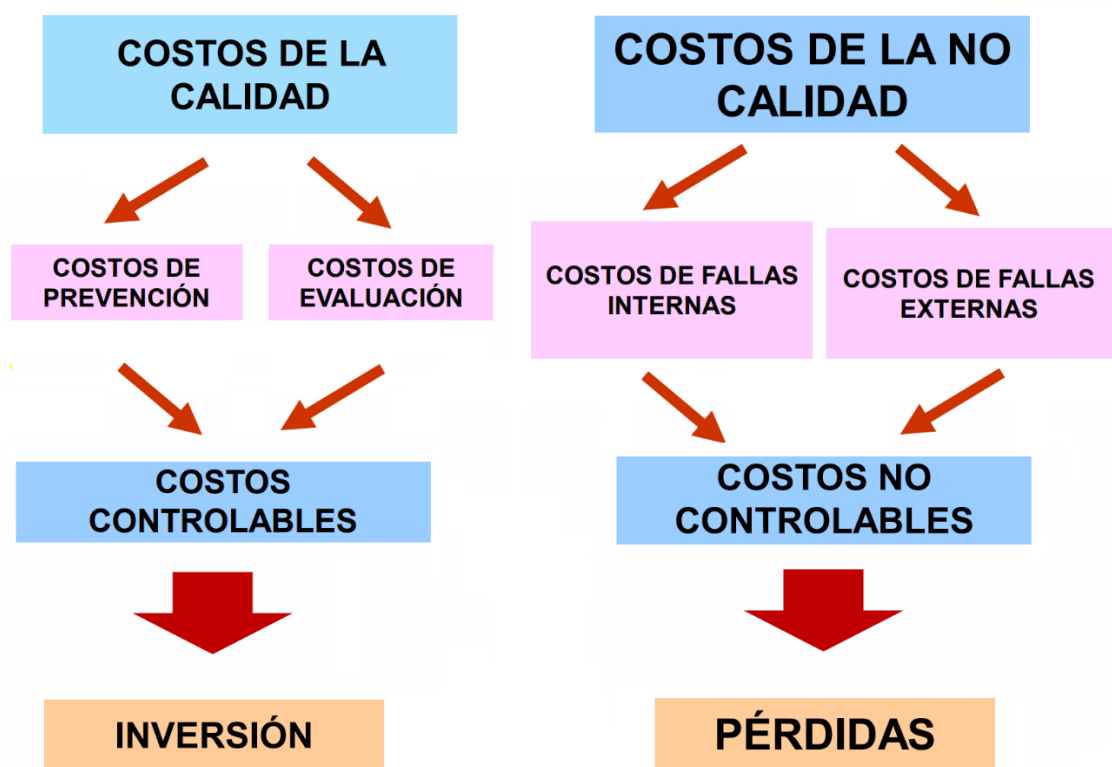
Los costos de no calidad no son visibles en los estados de resultados de aquellas organizaciones que pasan por alto la calidad, aunque estos pueden llegar a ser demasiado elevado, por consiguiente, es de vital importancia identificarlos y medirlos para que de esta forma se pueda producir a menor costo y ofrecer al cliente un menor precio. Estos dos últimos factores son claves para aumentar la competitividad en un mercado tan exigente y dinámico como el actual.

Un sistema de control de los costos de la calidad total permite representar la diferencia entre el costo real de un servicio y el costo que se obtendría si la calidad fuera perfecta. Así, la organización puede determinar la brecha correspondiente y establecer medidas para acortarla.

La organización también puede establecer una jerarquía de situaciones de más a menos costosas, esto es, de más a menos deseables para los intereses de la organización, como pueden ser:

- El descubrimiento, por parte del cliente, de defectos en los servicios prestados.
- El descubrimiento y corrección de defectos internos, desde la organización.

La finalidad de todo sistema de calidad en la empresa es facilitar la realización de las actividades de mejora que conduzcan a una reducción de los costos (Ver Figura 1-3). En ese sentido es fundamental contar con un sistema de medida, así como un análisis preciso y fiable de los datos obtenidos referentes a los costos.



Fuente: <https://encubexcolombia.com/los-costos-de-calidad-en-las-organizaciones/>

Figura 1–3. Costos de calidad.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LLENADO ACTUAL

El proceso de llenado de aceite para bidones de 200 litros es realizado de forma manual por un operario, que inicia después de colocar un bidón vacío sobre un pallet de madera en la balanza de pesaje de tipo plataforma y pulsar el botón de tara en el indicador de peso.

Este proceso inicia con el operario comandando una válvula de bola ubicada en el depósito de almacenamiento de aceite, para dar paso de aceite hacia el bidón que está posado en la balanza de pesaje, donde el operario visualiza el peso del bidón en el indicador de peso, el cual debe llegar a los 177 kilogramos que equivale a 200 litros de aceite.

Después de cumplir con el peso requerido, el bidón es retirado a través de un transpaleta para finalmente colocar otro bidón vacío y comenzar el nuevo proceso de llenado.

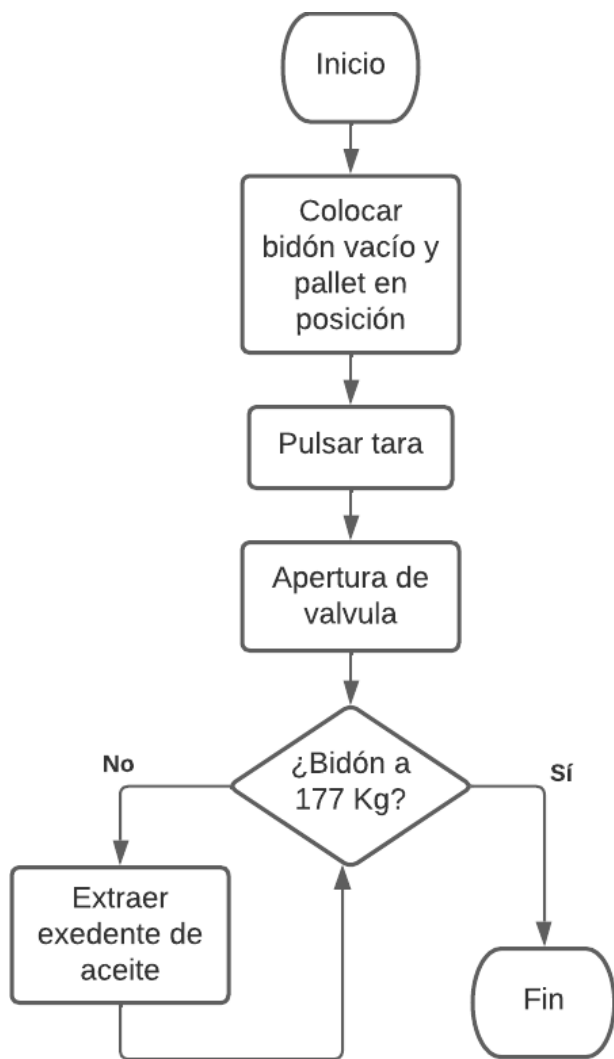
En caso de que se sobrepase el límite permitido, el excedente de aceite debe ser extraído con un extractor de aceite.

En la Figura 1-4, se puede observar el lugar de trabajo de referencia, en donde se encuentran los depósitos de almacenamiento de aceite, preparados para empezar el proceso de llenado y en la Figura 1-5 se puede visualizar el diagrama de flujo de los pasos a seguir del operario necesarios para realizar el llenado.



Fuente: <https://www.pecomenergia.com.ar/images/paises-bolivia-2.jpg>

Figura 1–4. Lugar de trabajo de llenado de aceite.



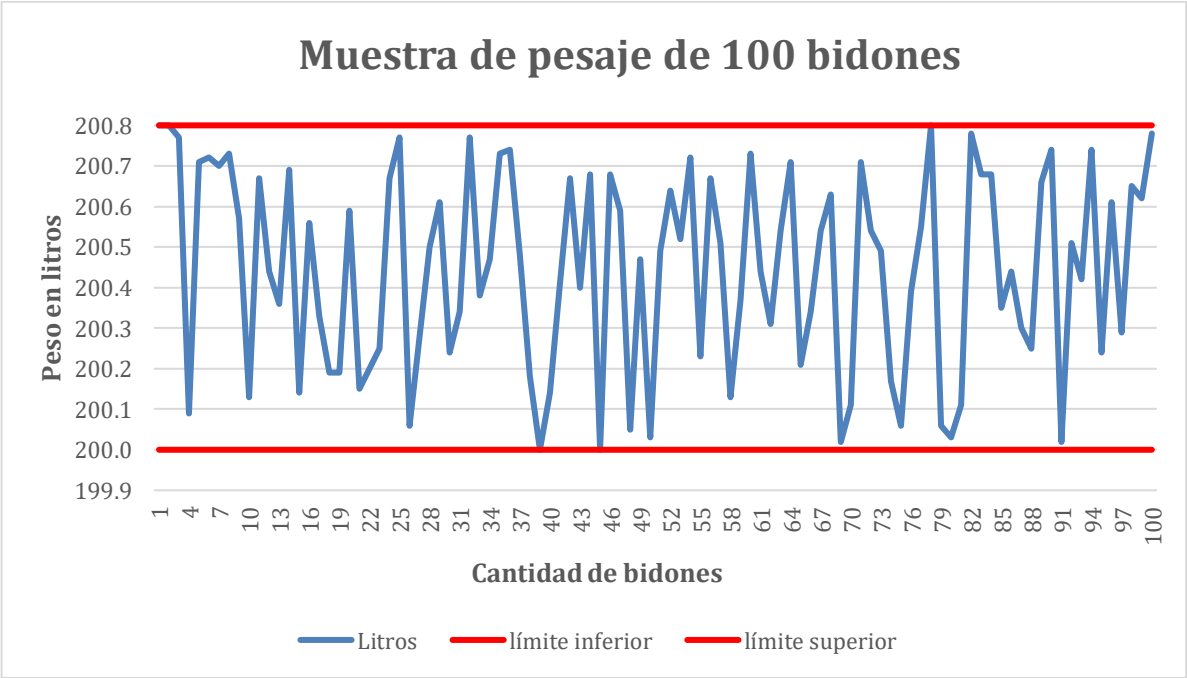
Fuente: Elaboración propia, diseñado en Lucidchart.

Figura 1–5. Diagrama de flujo de pasos a seguir de operario.

1.5 PROBLEMA EN EL PROCESO ACTUAL DE LLENADO

Este proceso al realizarse de forma manual, en la mayoría de las veces no se logra llegar a los 200 litros exactos. El error permitido es de +0.8 litros, es decir, el peso del bidón de aceite no debe ser menor a 200 kilogramos ni superar los 200.8 kilogramos. A causa de esto se tienen pérdidas en costos de no calidad y el aceite extraído es almacenado en el mismo lugar independiente del su grado de viscosidad.

Tras realizar una gráfica con el registro de datos de pesaje final de 100 bidones, se observa en el Gráfico 1-1 que el peso final de los bidones varía bastante, a pesar de que se encuentra dentro del rango permitido, se busca disminuir al máximo el peso final donde lo ideal es un peso de 200 kilogramos.



Fuente: Elaboración propia, diseñado Excel.

Gráfico 1–1. Muestra de pesaje de 100 bidones.

1.6 REQUERIMIENTOS

Se debe cumplir con ciertos requerimientos para que se considere la implementación de este proyecto. Claramente como requerimiento principal es la disminución de variación en el pesaje final de bidones de aceite, el control de llenado debe ser de forma continua que es lo más parecido a lo que realiza el operario al momento de manipular la válvula de bola en el proceso actual, cada bidón debe ser pesado en una balanza por lo que se debe mantener el sistema de

pesaje y para mejorar el registro de los pesajes finales de los bidones, se implementara un sistema que registre el peso final de cada bidón automáticamente.

Lo anteriormente descrito se resume en los siguientes cuatro puntos:

- I. Disminuir la variación en el peso final de bidones.
- II. Implementar un control continuo.
- III. Mantener el sistema de pesaje de bidones.
- IV. Implementar un sistema que registre el peso final del bidón automáticamente.

1.7 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Para dar solución a la problemática se proponen tres alternativas presentadas a continuación.

1.7.1 Alternativa N°1: No realizar ninguna mejora.

La primera alternativa de solución es no implementar ninguna mejora, por lo que no se requerirá ningún tipo de inversión y el proceso continuará de la misma forma que se ha realizado siempre, manteniendo el problema en el proceso de llenado.

1.7.2 Alternativa N°2: Adquisición de bombas manuales

Como segunda opción se tiene la adquisición de más bombas manuales para cada grado de viscosidad de aceite en la línea de llenado de bidones, para poder separarlos y almacenar los excedentes en bidones correspondiente al grado de viscosidad.

Esto no se recomienda, ya que el aceite al ser extraído, no se puede considerar como nuevo por los estándares de Copec, pero podría ser usado para las maquinarias que lo requieran dentro de la planta.

1.7.3 Alternativa N°3: Implementar un sistema de control y monitoreo remoto

Como última alternativa y la recomendada, se sugiere implementar un sistema de llenado automático, accionando una electroválvula a través de un control proporcional con retroalimentación proveniente del indicador de peso de la pesa tipo plataforma y además la capacidad de registrar el peso final de cada bidón en formato .CSV, utilizando Node-Red.

1.8 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación se realizará una evaluación de las tres alternativas anteriormente descritas, en base a criterios que permitan determinar cuáles son las más factibles de aplicar, calificando cada criterio como “Muy deficiente”, “Deficiente”, “Aceptable”, “Bueno”, “Óptimo”, donde cada uno corresponde de un valor del 1 al 5, indicado en la Tabla 1-1.

Tabla 1–1. Puntuación de criterios de aceptación

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Óptimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia, diseñado Excel.

Los criterios de aceptación que se calificaran serán cinco (Ver Tabla 1-2), los que consideran aspectos importantes para la toma la toma de decisiones al momento de seleccionar la opción más optima a implementar.

Tabla 1–2. Criterios de aceptación.

Innovación	Define el nivel de aporte de nuevas ideas y tecnologías
Inversión / ganancia	Relación entre la inversión y ganancia que se generará por su aplicación
Factibilidad técnica	Complejidad del desarrollo que se pretende ejecutar
Plazo de aplicación	Tiempo de aplicación que se estime que tomará la implementación
Escalabilidad	Opciones de crecimiento que tenga y la posibilidad de aplicar en distintas áreas

Fuente: Elaboración propia, diseñado Excel.

Finalmente cada alternativa será evaluada según los criterios de aceptación, obteniendo un puntaje total que se puede observar en la Tabla 1-3, con el fin de seleccionar la alternativa de solución que obtenga el mayor puntaje que será la indicada para realizar el diseño de la solución al problema.

Tabla 1–3. Calificación de cada alternativa según criterios de aceptación.

Característica / alternativa	Alternativa N°1	Alternativa N°2	Alternativa N°3
Innovación	1	2	5
Inversión / ganancia	2	3	5
Factibilidad técnica	5	5	4
Plazo de aplicación	5	5	3
Escalabilidad	1	1	5
Puntuación total	14	16	22

Fuente: Elaboración propia, diseñado Excel.

1.9 ALTERNATIVA SELECCIONADA

La alternativa que mejor cumple con la solución a la problemática presente en el proceso de llenado de bidones, según la puntuación total de cada propuesta de solución, es la alternativa N°3, que fue superior en la mayoría de los aspectos.

En el punto de innovación es claramente superior a las otras alternativas ya que se está automatizando el llenado que era realizado de forma manual, realizando una inversión no tan costosa que a un mediano plazo se puede recuperar y realizando una correcta planificación se podrá efectuar la implementación en un par de días, también este diseño de solución seleccionado puede ser replicado a los demás estanques realizando unas pequeñas modificaciones.

1.10 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto es el diseño de implementación de un sistema de llenado automático, evitando los excedentes de aceite y disminuir los costos de no calidad presentes en el proceso de llenado, además de la implementación de un sistema que permita el registro de pesaje para cada bidón.

1.11 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos que se busca cumplir en este informe son los siguientes cinco puntos:

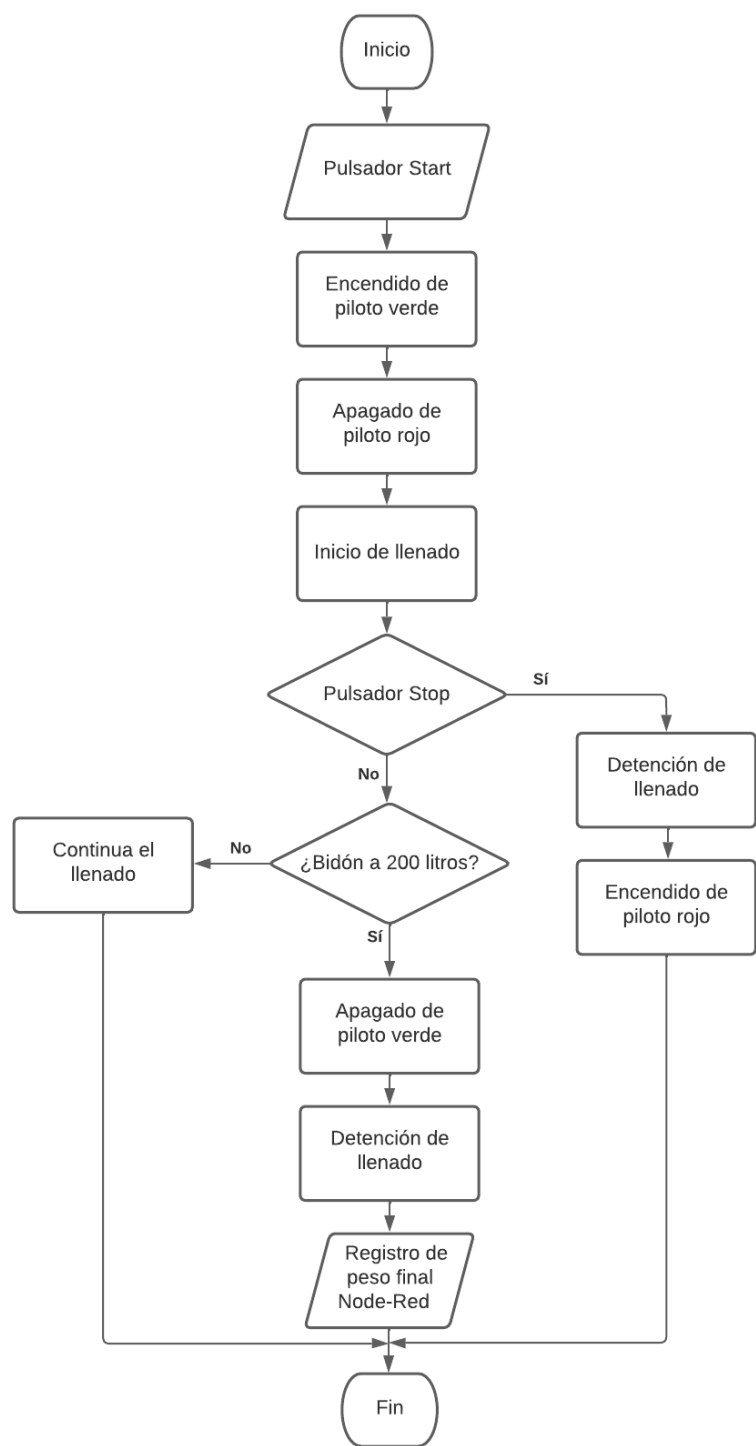
- Selección de instrumentación y software necesarios.
- Programación de PLC en TIA Portal.
- Simulación de programación en VirtualMak.
- Registro automático de peso final en archivo .CSV.
- Evaluar costos de implementación de diseño.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE DISEÑO DE SOLUCIÓN

2 **DESARROLLO DE DISEÑO DE SOLUCIÓN**

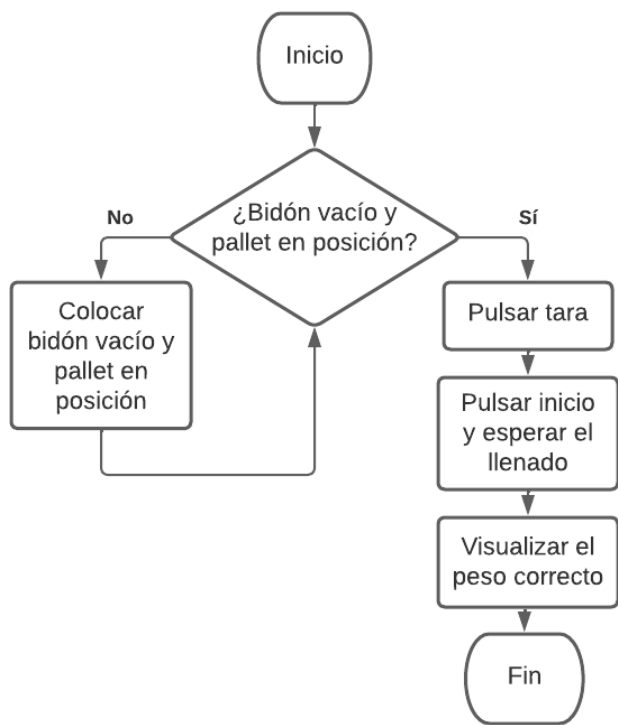
En este capítulo se darán a conocer puntos relevantes para realizar el diseño del sistema de control y monitoreo remoto, que es la alternativa seleccionada anteriormente, tales como: dispositivos, actuador, software, hardware, tipo de control, programación, entre otros.

Implementando el sistema de llenado automático con control proporcional y el registro de pesaje final, se obtendrá el diagrama de flujo de la Figura 2-1 para la programación en PLC y el nuevo diagrama de flujo que debe seguir el operario para realizar el llenado de bidones mostrado en la Figura 2-2.



Fuente: Elaboración propia, diseñado en Lucidchart.

Figura 2–1. Diagrama de flujo de programa en PLC.



Fuente: Elaboración propia, diseñado en Lucidchart.

Figura 2–2. Nuevo diagrama de flujo de pasos a seguir de operario.

2.1 INSTRUMENTACIÓN Y SOFTWARE NECESARIOS

2.1.1 PLC Siemens S7-1200 CPU 1214C AC/DC/Rly

Es básicamente una computadora industrial utilizada para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos industriales.

En este modelo de PLC (Ver Figura 2-3). es donde se cargará la programación para el control proporcional a implementar.



Fuente: <https://www.ingelcom.com.ec/web/image/product.template/16284/image?unique=7a11430>

Figura 2–3. Siemens S7-1200.

2.1.2 SB1232 AQ Siemens

El Signal board (Ver Figura 2-4) es un módulo de ampliación que se puede añadir al módulo principal del PLC en la parte frontal sin afectar al tamaño físico del controlador, que añade una salida analógica con un rango de -10 a +10 VDC o 0-20 mA.

Este módulo es necesario ya que el PLC S7-1200 no posee salidas analógicas y será el encargado de enviar la señal analógica para el control de la electroválvula.



Fuente: <https://cl.wiautomation.com/public/images/landing/anticipa/product/6ES72324HA300XB0.jpg>

Figura 2–4. SB1232 AQ.

2.1.3 Módulo CM1241 Siemens

Módulo de comunicación punto a punto (Ver Figura 2-5), por transmisión RS232, el cual transmite cadenas de datos de caracteres del código ASCII, que incluyen los códigos de letras, números y signos de puntuación, además de caracteres especiales. Permite la comunicación con dispositivos seriales como impresoras, lectores de código de barras, PLC, etc.

En este caso será usado para la comunicación entre el indicador LP7516 y el PLC, para leer el peso directamente del indicador de peso.



Fuente: <https://cl.wiautomation.com/public/images/landing/anticipa/product/6ES72411AH300XB0.jpg>

Figura 2–5. Módulo de comunicación CM1241.

2.1.4 Válvula solenoide 2" 220 VAC Die Erste

Válvula proporcional de bola NA, 2 vías, cuerpo de bronce. Alimentada con 220 VAC y accionada con una señal análoga de 0-10 VDC o 4 a 20 mA.

Las electroválvulas proporcionales (Ver Figura 2-6), son válvulas de paso accionadas eléctricamente, bien por una bobina solenoide o por un motor y se utilizan para controlar caudales de fluidos líquidos o gaseosos.

La medida de 2" corresponde al acople en donde se encuentra la válvula de bola accionada manualmente en el proceso actual.



Fuente: https://m.media-amazon.com/images/I/61OVnnhd0QL._AC_SS450_.jpg

Figura 2–6. Válvula proporcional.

2.1.5 Plataforma de pesaje Cajersa e indicador LP7516 LCD

Plataforma sólida con estructura de acero al carbono, medidas, 1,20 x 1,20 m, capacidad hasta 500kg, división de 100gr, 4 celdas de carga y base de apoyo regulable.

Indicador LP7516, con puerto de comunicación RS232. Este indicador viene pre calibrado al momento de la adquisición según los requerimientos del proceso. (Ver Figura 2-7).



Fuente: <https://www.comercialbalanza.cl/wp-content/uploads/2021/01/PLATAFORMA-DE-PESAJE-1.20M..jpg>

Figura 2–7. Plataforma de pesaje e indicador LP7516.

2.1.6 Botonera 24 VDC

Pulsador eléctrico o botón pulsador, que permite o impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta o pulsa, verde NA y rojo NC. (Ver Figura 2-8).



Fuente:

https://d2mef2yp6u2brg.cloudfront.net/media/catalog/product/cache/e707571e14323414197a49387b3b672c/p/a/partir_parar.jpg

Figura 2–8. Botonera NA/NC, 24 VDC.

2.1.7 Luz piloto 24 VDC

Luz de baja potencia o bajo consumo que tiene como propósito dar aviso visual de un equipo o proceso en funcionamiento. (Ver Figura 2-9).



Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_611778-MLC31606736486_072019-F.webp

Figura 2–9. Luces piloto.

2.1.8 Tablero metálico

Gabinete o tablero metálico 400 x 300 x 200 mm, en el que se concentran los dispositivos de conexión, control, protección, señalización distribución, etc. (Ver Figura 2-10).

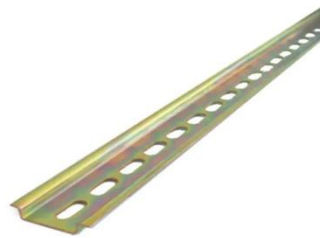


Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_663890-MLC49819023744_042022-F.webp

Figura 2–10. Tablero metálico.

2.1.9 Riel DIN

Barra de metal normalizada, es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección y mando en tableros, tanto en aplicaciones industriales como en viviendas. (Ver Figura 2-11).



Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_887514-MLC50334452698_062022-F.webp

Figura 2–11. Riel DIN.

2.1.10 SIMATIC STEP 7 TIA Portal

TIA Portal es un software de Siemens que ofrece la posibilidad de integrar distintas aplicaciones de software industrial para procesos de producción en un mismo interfaz, lo que facilita enormemente la programación, control, interconexión, visualización y operación de distintos dispositivos. Es ideal para hardware que utilizan el S7-1200 y S7-1500. Se utilizara la versión 15.1 para realizar la programación del PLC S7-1200. (Ver Figura 2-12).



Fuente: <https://www.plc-city.com/shop/es/siemens-software-tia-portal-v15.html>

Figura 2–12. Logo TIA Portal V15.1

2.1.11 Node-red

Node-RED es una herramienta de programación visual que se implementa en dispositivos controladores de hardware. Trabaja mostrando de manera visual las relaciones y funciones de manera que se pueda programar sin escribir. Trabaja con panel al que se pueden incorporar nodos que se comuniquen entre ellos y puede instalarse en equipos como computadores con sistema operativos como Windows, Linux, o en servidores en la nube.

Node-Red será utilizado para el registro de peso final de bidones. (Ver Figura 2-13).

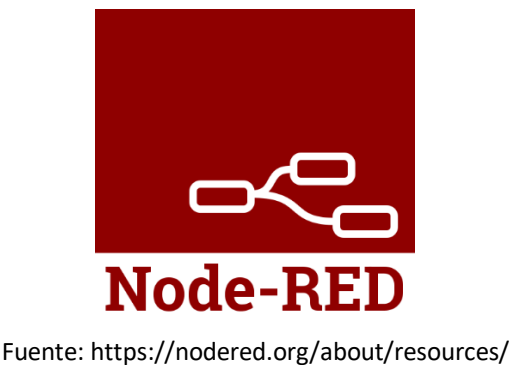
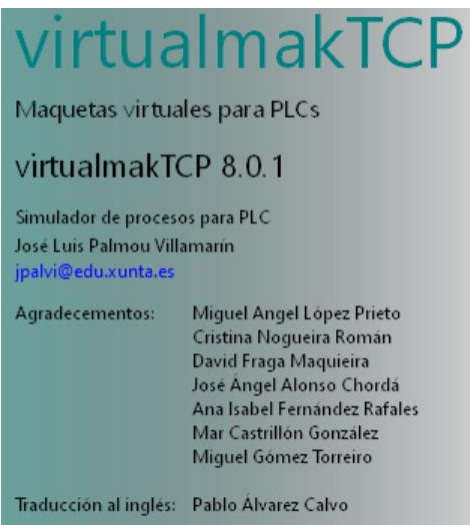


Figura 2–13. Logo Node-Red

2.1.12 Virtual MAK

Es un software distribuido de forma gratuita que permite trabajar con una serie de maquetas virtuales para realizar simulaciones comunicándose con diversos modelos de PLCs. Este software será utilizado para la simulación del control proporcional. (Ver Figura 2-14).



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–14: Ventana de inicio de VirtualMak

2.2 CONTROL DEL SISTEMA

Para controlar el proceso de llenado, se programará en el PLC a través del software TIA Portal, un control proporcional el cual controlará la electroválvula que se encargara de dar paso de aceite hacia el bidón, hasta alcanzar los 200 litros requeridos.

Primero se verán conceptos importantes antes de realizar el diseño de control y el registro de pesaje de bidones.

2.2.1 Algunos conceptos sobre parametros, controladores y tipo de datos

a) PV

Variable de proceso, es la variable controlada del proceso, en este caso es el peso. Este valor es leído continuamente por el PLC para que se pueda ejercer el control sobre ésta.

b) SP

Set Point o referencia, es el valor fijado o deseado para que alcance la variable de proceso.

c) e

Se define error del proceso como la diferencia entre la variable de proceso y el set point.

d) e_{ss}

Error en estado estacionario, cuando la variable de proceso no cambia, o sea cuando el sistema se estabiliza y esta variable controlada no alcanza el set point, se dice que existe un error en estado estacionario.

e) K_p

Ganancia proporcional, es la amplificación que se aplica a la señal de error del proceso, si es alta, la respuesta del controlador será rápida pero puede saturar al actuador. Este parámetro es forma parte de un controlador PID.

f) Saturación

El elemento actuador, en este caso la electroválvula no puede abrirse más del 100%, por lo que si el controlador entrega una salida mayor de 100% se dice que el actuador está saturado.

g) Perturbación

Una perturbación es una señal indeseada que puede afectar el valor de la salida de un sistema. Los sistemas en lazo cerrado, dependiendo mayoritariamente del controlador, son mucho menos sensibles a las perturbaciones debido a que éstas afectarán a la salida y, por la realimentación, el sistema tendrá conocimiento de esa perturbación como si fuera un error, procediendo a su corrección si es posible.

h) Offset

Es común en el control proporcional y es cuando se hace un ajuste al set point para que el controlador logre que la variable controlada llegue a su valor original de set point.

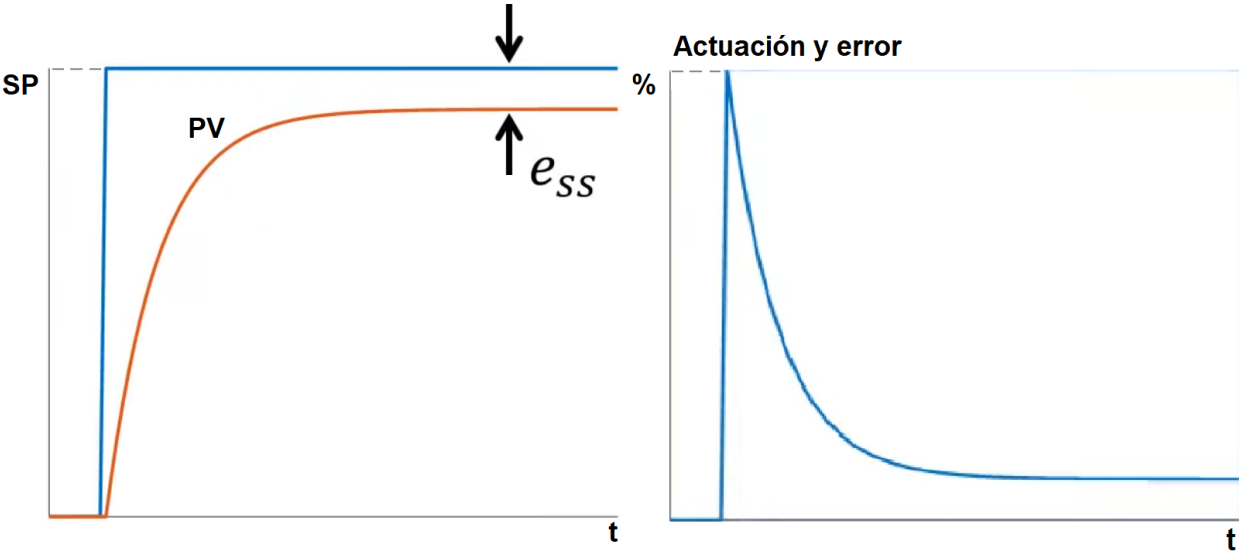
i) Control On-Off

Este tipo de controlador también llamado todo o nada, solamente tiene en cuenta si la variable de proceso está por encima o por debajo del set point. En términos prácticos, la respuesta del controlador hacia el actuador cambia totalmente a ON o cambia totalmente a OFF sin estados intermedios, esto genera oscilación en los sistemas de segundo orden.

j) Control proporcional

Es un tipo de controlador donde la respuesta del controlador hacia el actuador es proporcional a la señal de error, o sea a mayor error, mayor respuesta, a menor error, menor respuesta, esto lo convierte en un control continuo. Como depende del error para la actuación, siempre mantiene un error estacionario que aumenta en presencia de perturbaciones.

En el Grafico 2-1, se puede observar la respuesta típica de un control proporcional de primer orden que es similar a la que se obtendrá en el proceso de llenado.



Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

Gráfico 2-1. Respuesta típica de un control proporcional.

Al haber mayor error, se tendrá mayor error en estado estacionario, por lo que se deberá aumentar la ganancia proporcional, que aumentará la velocidad de respuesta así disminuyendo el error estacionario, pero hay que tener en cuenta la velocidad física en que responde el actuador y la zona de saturación antes de asignarle valores muy altos.

La salida del controlador que es la potencia del actuador es directamente proporcional al error, esta respuesta es entregada en porcentaje y está dada por la fórmula:

$$e = SP - PV \qquad \% \text{ de actuacion} = \frac{e}{SP} * Kp * 100$$

En la Tabla 2-1 se puede observar la respuesta del actuador para diferentes valores de Kp, llegando a saturarlo fácilmente para valores mayores que 1 y puede causar inestabilidad en algunos sistemas, esto también se utiliza para que el controlador empiece a corregir a un valor cercano al set point. Para valores menores a 1, la potencial de actuación se limita, haciendo el sistema más lento pero también más estable.

Tabla 2–1. Respuesta del actuador para diferentes valores de Kp.

			Respuesta del actuador		
SP	PV	error	Kp = 0.5	Kp = 1	Kp = 1.5
100%	0%	100%	50%	100%	150%
100%	10%	90%	45%	90%	135%
100%	30%	70%	35%	70%	105%
100%	50%	50%	25%	50%	75%
100%	70%	30%	15%	30%	45%
100%	99%	1%	0,5%	1%	1,5%

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

k) Tipo de datos

Los tipos de datos en TIA Portal determinan las propiedades de los datos, como el formato de presentación del contenido y las áreas de memoria admisible en la CPU del PLC. Algunos de los tipos de datos que se utilizaran en la programación, se pueden observar en la Tabla 2-2.

Tabla 2–2. Tabla de tipo de datos.

Tipo de datos	Tamaño	Rango
BOOL	1 bit	0 a 1
BYTE	8 bits	0 a 255
WORD	16 bits	0 a 65535
INT	16 bits	- 32768 a + 32767
DINT	32 bits	- 2147483648 a + 2147483647
REAL	32 bits	- 3.402823e+38 a + 3.402823e+38
STRING	2 a 255 bytes	1 a 254 caracteres

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

2.3 COMUNICACIÓN ENTRE INDICADOR LP7516 Y PLC

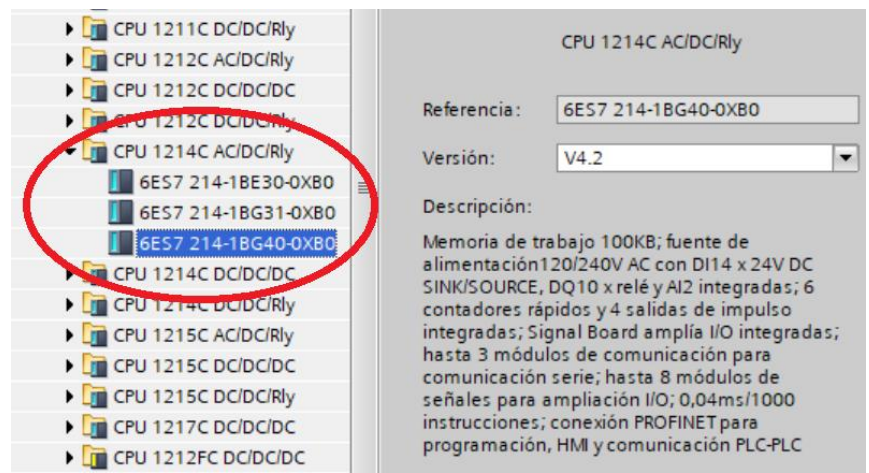
Antes de programar el control proporcional en TIA Portal, primero se realizará la comunicación entre el indicador de peso y el PLC para leer la variable del proceso.

Como es requisito mantener el sistema de pesaje, para retroalimentar el sistema, se comunicará el indicador LP7516 a través de su puerto de comunicación RS232, con el módulo de

comunicación CM1241, de esta forma el PLC leerá el mismo valor de peso mostrado en el indicador de peso, que será la variable del proceso.

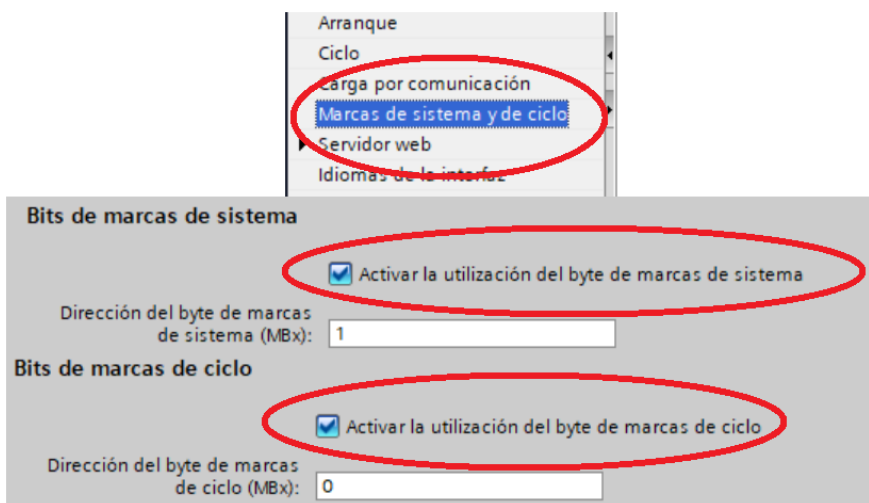
Para esto se realizarán los siguientes pasos en TIA Portal:

- I. Agregar PLC: Agregar dispositivo, PLC CPU 1214C AC/DC/Rly, Versión 4.2 (Ver Figura 2-15) y activar las marcas de ciclo en las propiedades del PLC, Marcas de sistema y de ciclo. (Ver Figura 2-16).



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–15. Agregando PLC.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–16. Marcas de ciclo.

- II. Agregar módulo de comunicación CM1241: Catálogo de hardware, Módulos de comunicación, Punto a punto, CM1241 (RS 232). (Ver Figura 2-17).

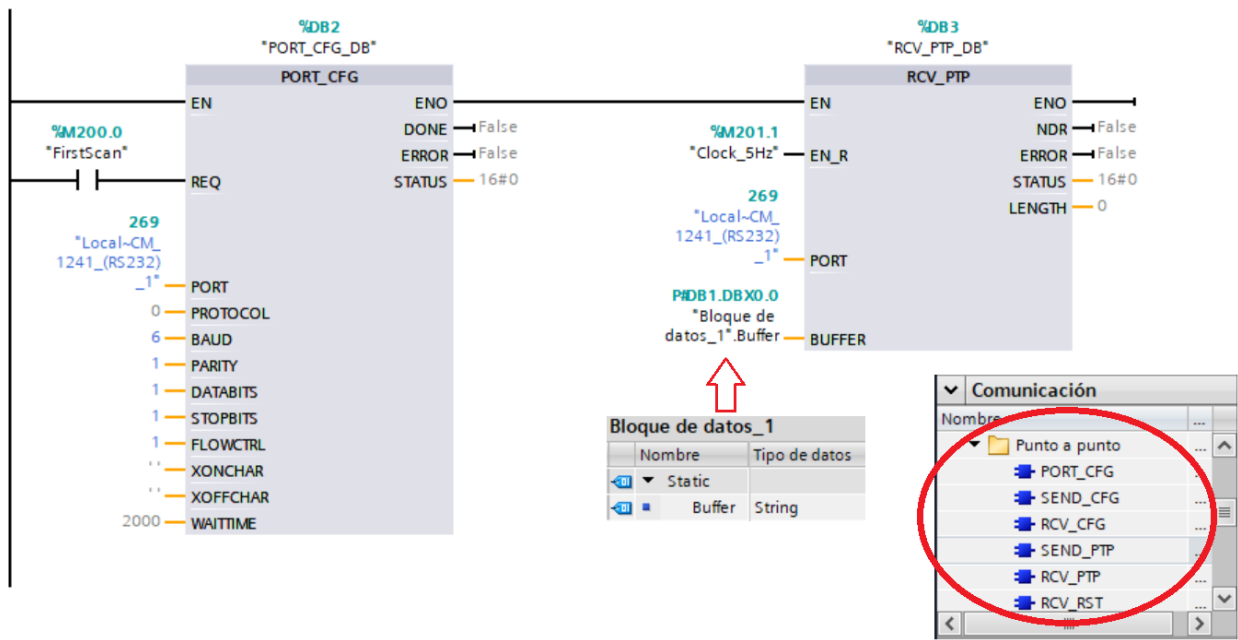


Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–17. Agregando modulo CM1241.

III. En el Bloque de programa, Comunicación, punto a punto, agregar bloque PORT_CFG y RCV_PTP y asignar parámetros como se muestra en la Figura 2-18. según tabla de parámetros de la Tabla 2-3.

En “BUFFER” se asigna una variable tipo string creada en un bloque de datos. El Bloque PORT_CFG se utiliza en la configuración de parámetros de comunicación según las características del indicador de pesaje y el Bloque RCV_PTP habilita recepción de mensajes.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

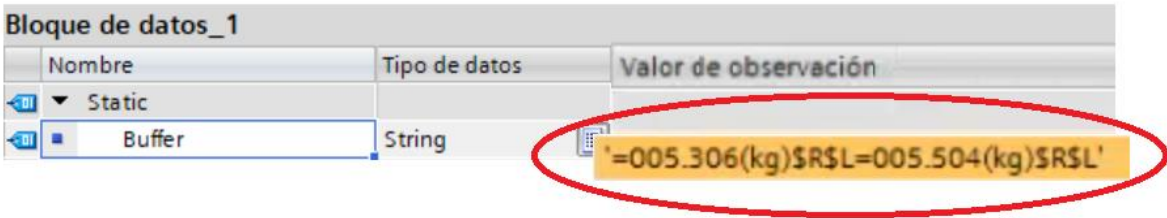
Figura 2–18. Bloques PORT_CFG y RCV_PTP_DB.

Tabla 2–3. Parámetros de bloques PORT_CFG y RCV_PTP.

Parámetros de bloque PORT_CFG			Parámetros de bloque RCV_PTP		
Parámetro	Declaración	Descripción	Parámetro	Declaración	Descripción
REQ	Input	Activa la modificación de la configuración cuando se detecta un flanco ascendente.	EN_R	Input	Habilitación de la recepción al detectarse un flanco ascendente.
PORT	Input	Identificación del puerto de comunicación	PORT	Input	Identificación del puerto de comunicación
PROTOCOL	Input	0: protocolo de comunicación punto a punto	BUFFER	Input	Apunta a la dirección inicial del búfer de recepción. No utilice ninguna variable del tipo STRING en el búfer de recepción.
BAUD	Input	Velocidad de transferencia del puerto: 6: 9600 baudios (ajuste estándar)			
PARITY	Input	Paridad del puerto: 1: Sin paridad (ajuste estándar)	NDR	Output	Parámetro de estado con los valores siguientes: 0: Petición no iniciada aún o en ejecución 1: Petición finalizada sin errores
DATABITS	Input	1: 8 bits por carácter (ajuste estándar)			
STOPBITS	Input	1: 1 bit de parada (ajuste estándar)	ERROR	Output	Parámetro de estado con los valores siguientes: 0: Ningún error 1: Se han producido errores
FLOWCTRL	Input	Control de flujo de datos: 1: Ninguno (ajuste estándar)			
XONCHAR	Input	Indica el carácter que se utiliza como XON	STATUS	Output	Estado de la instrucción
XOFFCHAR	Input	Indica el carácter que se utiliza como XOFF			
WAITTIME	Input	Indica el tiempo de espera hasta XON o CTS tras el inicio de la transferencia. Ajuste estándar 2000 ms.	LENGTH	Output	Longitud del mensaje en el búfer de recepción
DONE	Output	Parámetro de estado con los valores siguientes: 0: Petición no iniciada aún o en ejecución 1: Petición finalizada sin errores			
ERROR	Output	Parámetro de estado con los valores siguientes: 0: Petición no iniciada aún o en ejecución 1: Petición finalizada sin errores			
STATUS	Output	Estado de la instrucción			

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

Luego de agregar estos bloques, asignarle los parámetros correspondientes y cargar el programa al PLC, se podrá visualizar el valor de peso recibido desde el indicador de pesaje en “BUFFER” del bloque RCV_PTP. (Ver Figura 2-19).

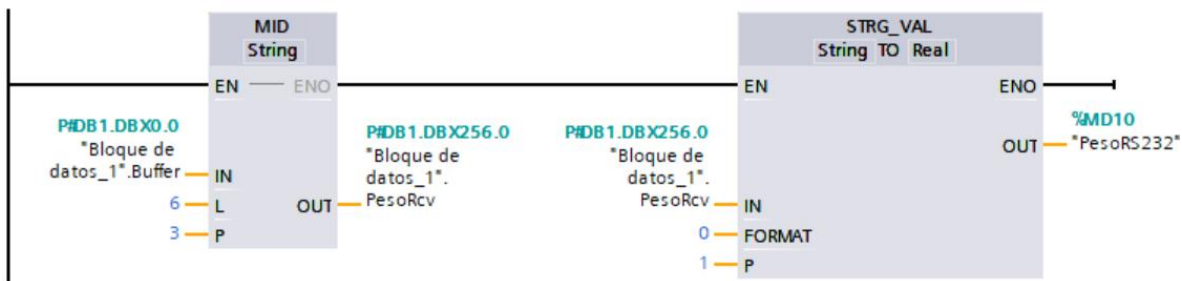


Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–19. Valor de pesaje recibido.

El dato tipo string recibido, además del peso actual, contiene otra información y como solo se requiere el valor de pesaje, es necesario filtrar el contenido del dato string recibido, para esto se agregan los bloques MID que permite desde qué y cuantos caracteres leer del contenido del dato string y el bloque STRG_VAL que convierte el dato tipo string a un tipo de datos específico, en este caso a un dato tipo real que será la variable de proceso del sistema de llenado de bidones.

Se pueden observar los valores asignados a cada bloque en la Figura 2-20.



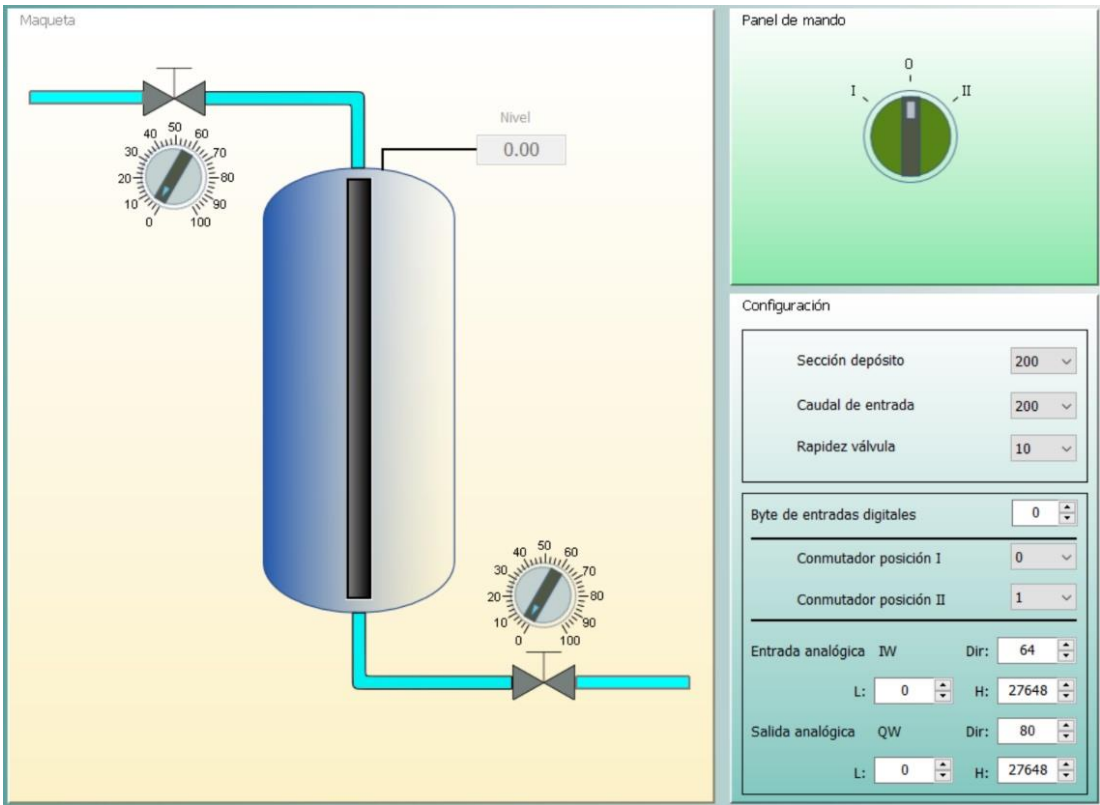
Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–20. Valores de bloques MID y STRG_VAL.

Realizado estos pasos, logrando leer el valor de pesaje el cual será la PV del proceso real, se procederá a preparar los datos de la simulación para comenzar con la programación del control proporcional del sistema.

2.4 PV Y SP SIMULADOS

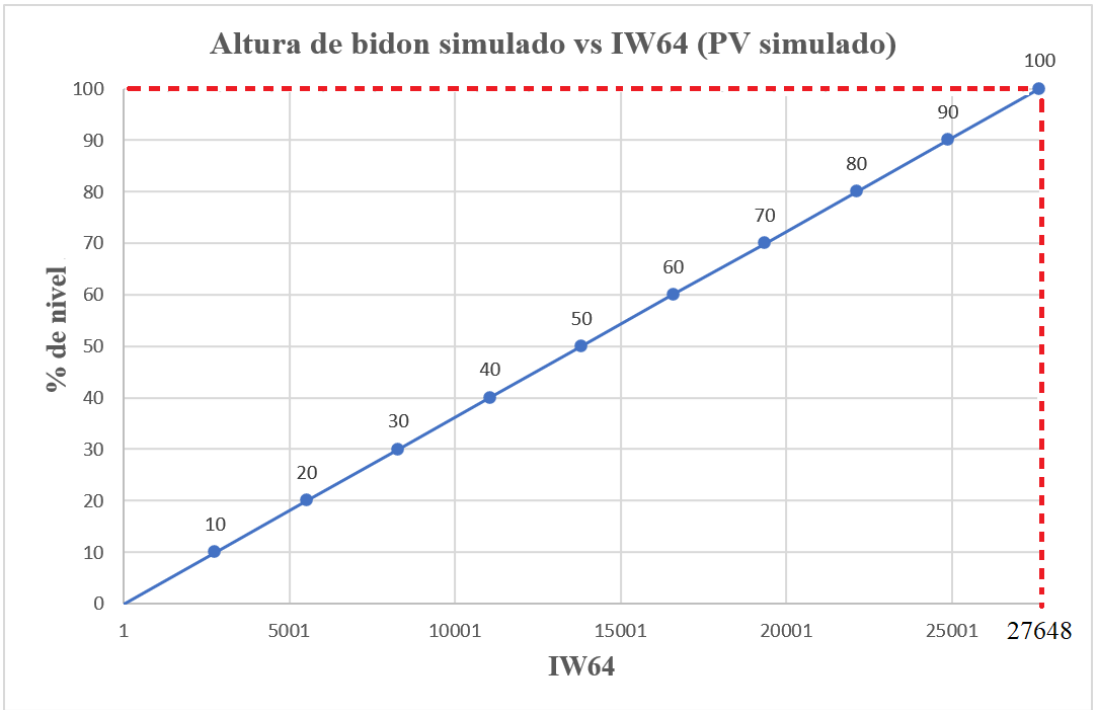
La programación del control proporcional será en base de simulación, utilizando la maqueta “Depósito analógico” de VirtualMak para simular el bidón de 200 litros. (Ver Figura 2-21).



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–21. Deposito analógico de VirtualMak.

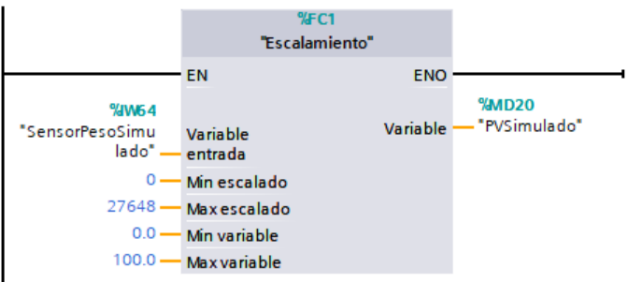
Se tendrá que crear una nueva PV que será simulada como si fuera una entrada análoga que será escalada para un funcionamiento como se ve en el Grafico 2-2.



Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel y editado en Paint.

Gráfico 2–2. Escalamiento Altura vs PV simulado.

El escalado será realizado utilizando un bloque de función que será llamado al bloque principal mostrado en la Figura 2-22.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.
Figura 2–22. Bloque de función.

Al utilizar el PV real el SP sería de 200 litros pero utilizando la maqueta solo se tiene el nivel de 0 a 100%, por lo que se tendrá en cuenta las medidas del bidón real para saber hasta qué altura se alcanzan los 200 litros, ya que estos bidones no se llenan completamente al alcanzar este nivel.

El bidón posee unas medidas de: radio de 0.29 m y altura de 0.85 m, por lo que su volumen total equivale a 224.57 litros, aplicando regla de tres simple se obtiene que a una altura de 0.757 m se alcanzan los 200 litros.

Para conocer a qué porcentaje de altura corresponden los 0.757 metros, se vuelve a aplicar la regla de tres simple obteniendo como resultado que la altura equivalente a 200 litros corresponde al 89.059% de la altura total que corresponderá al SP de simulación.

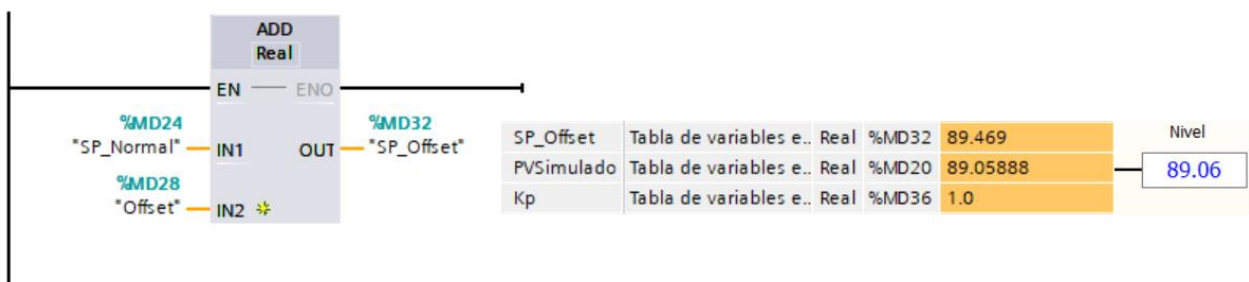
2.5 PROGRAMANDO EL CONTROL PROPORCIONAL

Como ya se calcularon los datos de SP y PV que se utilizarán para realizar la simulación, a continuación se mostrará la programación del control proporcional.

2.5.1 Segmento SP y Offset

En este segmento se sumará al SP que es 89.059 el valor de Offset, que a través de pruebas con el simulador (utilizando un Kp de 1), se obtuvo un valor Offset de 0.41, por lo que se tiene un SP total de 89.469.

En la Figura 2-23 se muestra el bloque suma y el valor final obtenido de la PV simulada.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–23. Bloque suma.

2.5.2 Segmento start y luces piloto

En la Figura 2-24 se puede observar el pulsador de partida que inicia el llenado y las luces piloto que indican cuando el llenado se encuentra en proceso en color verde y color rojo para la parada de emergencia.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

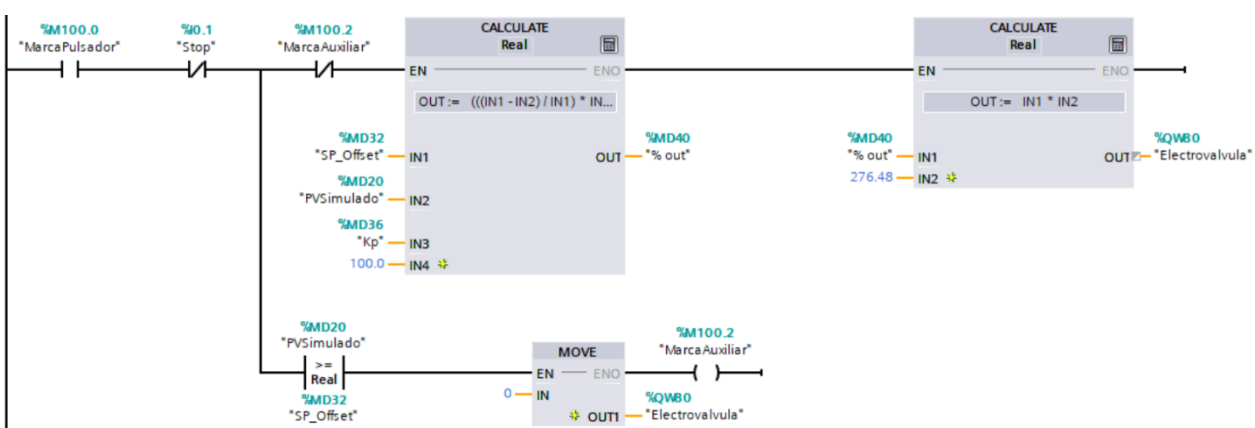
Figura 2–24. Start y luces piloto.

2.5.3 Segmento control proporcional

En la Figura 2-25, se pueden observar los bloques necesarios para implementar el control proporcional. A continuación se hará una explicación para este bloque.

La salida %out (que es el resultado de la formula del control proporcional) como es entregada en porcentaje de cero a cien, si se escribe directamente este valor a la electroválvula (con dirección QW80) tendrá una actuación casi nula por lo que es necesario multiplicar %out por 276,48 para así escalar la respuesta de la válvula. Por lo que al tener una salida de %out con valor 100, el resultado de la multiplicación será de 27648, obteniendo una respuesta hacia el actuador del 100%, que se regulará mientras el error disminuya.

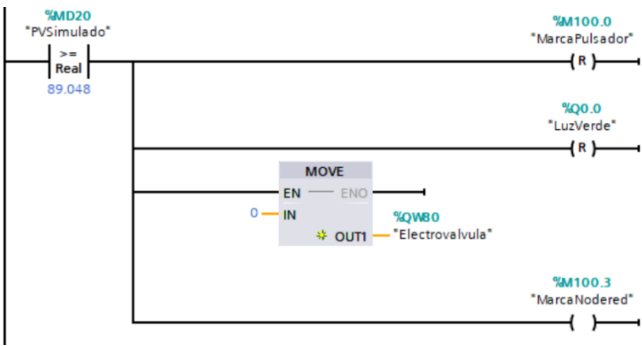
Si por alguna razón el PV sobrepasa el SP, se obtendrá un error con valor negativo, este al ser multiplicado por 276,48 también dará un valor negativo hacia la salida QW80 el controlador comenzara a regular para igualar el PV al SP, pero como este proceso solo es de llenado, no se podrán igualar por lo que se debe evitar este error para no comprometer el proceso. El comparador de este segmento evita este problema. El caso común que ocasiona este error puede ser por ejemplo, cuando un operario u objeto se posiciona en la plataforma de pesaje mientras el proceso de llenado este en marcha.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–25. Bloques de control proporcional.

En este mismo segmento también se programa un comparador parecido al anterior pero su función es entregar un valor cero a la electroválvula cuando se alcancen los 200 litros (Ver Figura 2-26), ya que a causa del error estacionario mínimo del controlador al llegar al SP, la electroválvula tendrá una respuesta mínima imperceptible.

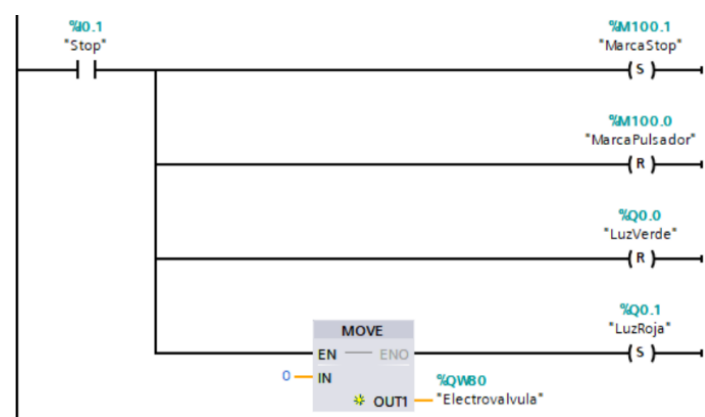


Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–26. Evitar acción mínima de electroválvula

2.5.4 Segmento de parada de emergencia

La detención de emergencia del proceso de llenado se puede observar en la Figura 2-27 en donde se lleva la electroválvula a cero, apaga la luz piloto verde del proceso en marcha y enciende la luz piloto roja que indica la parada de emergencia .



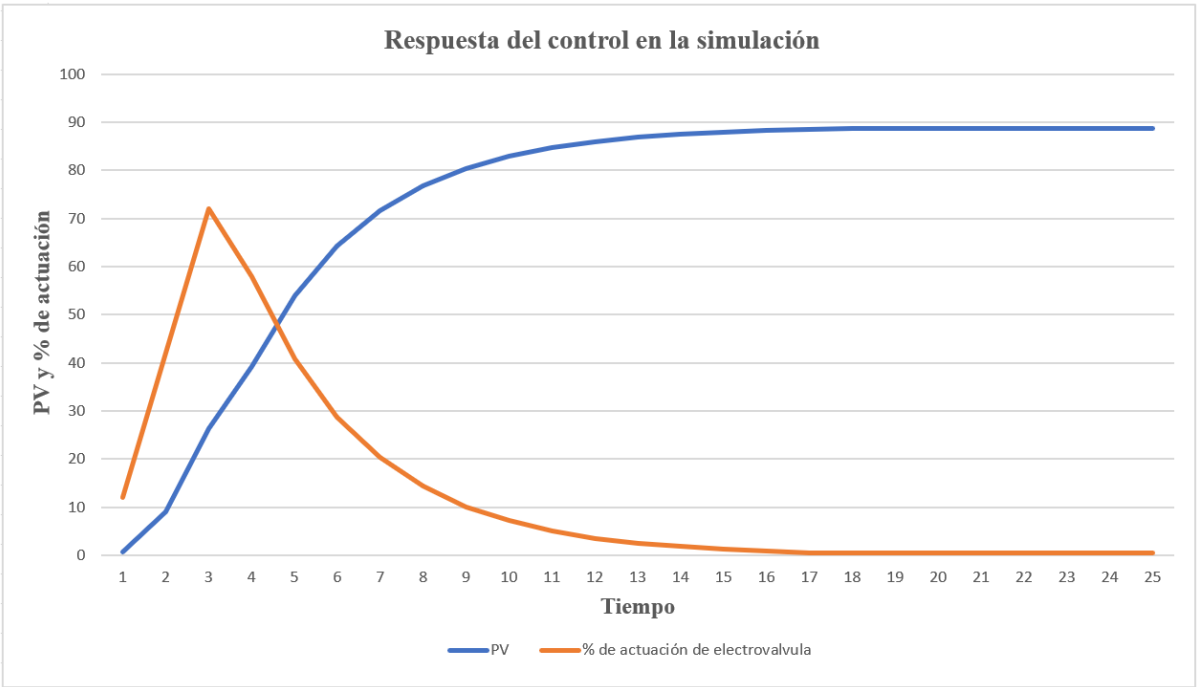
Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.
Figura 2–27. Parada de emergencia.

2.5.5 Respuesta del controlador

Al realizar la simulación en VirtualMak, utilizando la maqueta de “Depósito analógico”, que además de mostrar visualmente la actuación de la electroválvula y la variación en el nivel, también permite el registro de estos datos que se pueden importar a Excel.

En el Grafico 2-3 se observan los datos importados desde VirtualMak que corresponden a la respuesta del controlador proporcional programado anteriormente con un SP de 89.059, Offset de 0.41 y Kp de 1. Con estos parámetros se obtiene un PV final de 89.0588 y con una actuación máxima de la electroválvula del 72%.

Como el sistema de llenado de bidones no posee perturbaciones ni varía su set point, el error de estado estacionario es mínimo.



Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel, en base a los datos obtenido en la simulación.
Gráfico 2–3. Respuesta en simulación.

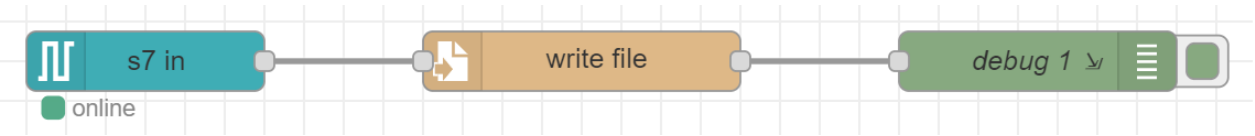
2.5.6 Registro de PV final a través de Node-Red

Con la programación realizada y con su funcionamiento comprobado en la simulación se procede al registro del valor final de PV utilizando Node-Red. Una vez iniciado, para ingresar al panel desde el navegador web se debe escribir la dirección “ http://localhost:1880 ” solo si fue iniciado en el mismo dispositivo, para acceder al panel desde otro dispositivo, se debe reemplazar “localhost” por la IP del dispositivo donde fue iniciado Node-Red.

Una vez ingresado al panel, se debe instalar la librería “node-red-contrib-s7” que permite la comunicación entre Node-Red y TIA Portal.

Como es una programación de forma gráfica, para enlazar la comunicación se deben agregar los tres bloques mostrados en la Figura 2-28.

La función de estos bloques será la comunicación con TIA Portal, registrar el dato leído en un archivo .CSV y mostrar este dato en la ventana debug del panel.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–28. Nodos de Node-Red necesarios.

Para configurar la comunicación, en el nodo “s7 in” es necesario agregar la IP del PLC, el rack y slot que se encuentra el PLC en TIA Portal y la dirección con el tipo de datos que se leerá. (Ver Figura 2-29).

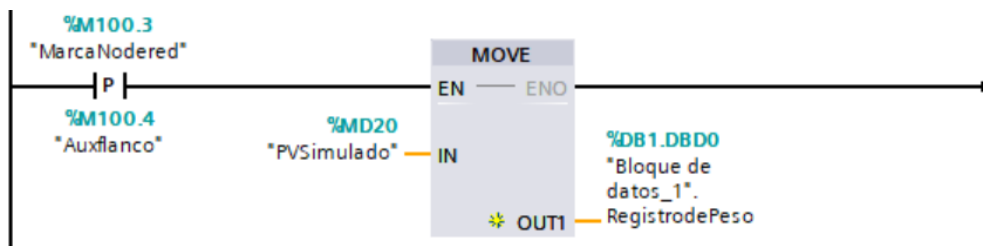
El formulario de configuración para el nodo 's7 in' contiene los siguientes elementos:

- Address:** Un campo de texto con el valor '192.168.0.6'.
- Mode:** Un menú desplegable con el valor 'Rack/Slot'.
- Rack:** Un campo de texto con el valor '0'.
- Slot:** Un campo de texto con el valor '1'.
- Dirección y Tipo de Datos:** Una sección con dos campos de texto: 'DB1,R0' y 'PesajePLC'.

Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–29. Configuración nodo s7 in.

La dirección y tipo de datos tiene el formato de DBX, RX que quieren decir el número de bloque de datos y el tipo de datos con su dirección que fueron configurados según la Figura 2-30.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–30. Segmento para comunicación con Node-Red.

Finalmente, para configurar el registro de datos, solo se debe indicar la ruta dentro del nodo “write file”, la ruta de la carpeta en donde se desean almacenar los datos registrados. Una vez indicada la ruta, en el momento que se envíe un pulso en el segmento para comunicación con Node-Red, se registrara el peso final en un archivo .CSV, este valor también se puede visualizar en la ventana de debug como se muestra en la Figura 2-31, que fueron los valores registrados de PV de la simulación. Este registro también puede ser monitoreado por cualquier dispositivo que esté conectado a la misma red donde se ejecuta Node-Red

```
5/12/2022, 15:33:00 node: debug 1
valorx : msg.payload : number
89.06973266601562

5/12/2022, 15:36:45 node: debug 1
valorx : msg.payload : number
89.04803466796875

5/12/2022, 15:37:20 node: debug 1
valorx : msg.payload : number
89.05888366699219

5/12/2022, 15:38:14 node: debug 1
valorx : msg.payload : number
89.04803466796875

5/12/2022, 15:39:01 node: debug 1
valorx : msg.payload : number
89.05888366699219
```

Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 2–31. Valores registrados de PV simulado en debug.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS

3 EVALUACIÓN DE COSTOS

En este capítulo se mostrará la justificación de los componentes seleccionados para la implementación y su menor valor cotizado en pesos chilenos que incluye el IVA, además se valorarán las pérdidas en costos de no calidad presentes en el llenado actual y un análisis de recuperación de inversión si se realiza la implementación del diseño recomendado.

3.1.1 Invertir en calidad

Actualmente las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas necesitan implementar tecnología para reducir los costos, agilizar los procesos, actualizar sus estrategias, expandir su alcance y enfoque, todo esto con el fin de avanzar en su crecimiento.

La incorporación de tecnología es claramente una inversión que ayuda en la reducción de los costos de calidad y no calidad. Las herramientas tecnológicas producen resultados que mejoran los tiempos, disminuyen los errores y por lo tanto la pérdida en costos se reduce, la automatización transforma el proceso productivo en un proceso fluido y por consecuencia mejora la continuidad operacional de la empresa.

Reducir los costos de la industria puede ser la diferencia entre tener éxito en la empresa o crear cuellos de botella que hagan más difícil su operación y la sostenibilidad del negocio. Por eso, es fundamental encontrar formas para lidiar con los costos de producción enfocándose en el aumento de la calidad del producto o servicio.

En algunos casos, la inversión en maquinaria puede ser la mejor forma de innovar en la empresa y reducir los costos de la industria. Así, con la planificación previa, será posible encontrar cambios significativos. Esta inversión tendrá que tomar en cuenta las ganancias de su negocio a largo plazo, todo esto con ayuda de la tecnología, acompañando los ritmos del mercado.

Entre los beneficios de la inversión en maquinaria, está la agilidad en la producción y el aumento de la capacidad productiva. De este modo, al invertir en nuevas máquinas, será posible aumentar el lucro de la empresa, al mismo tiempo en el que se invierte en el desarrollo de la organización.

En este caso, es fundamental conocer el crecimiento de la industria y su capacidad de producción para entender la necesidad de las inversiones. En otros casos, es posible modificar algunas máquinas para continuar haciendo el mismo trabajo de forma optimizada. Así, cuanto mayor sea el conocimiento y la actualización con respecto a las nuevas tecnologías, será más fácil

encontrar el mejor tipo de maquinaria para auxiliar en el crecimiento de su empresa. Con eso, será posible reducir los costos de la industria y optimizar su operación y productividad.

3.2 ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR

Para la ejecución de este proyecto, se definieron actividades a un plazo de siete días para la planificación, implementación, pruebas y modificaciones si se requieren. Lo que no se considera es el tiempo de demora de envíos. Solo los elementos adquiridos en la tienda “wiautomation” tardan aproximadamente siete días hábiles en llegar a destino así que para esta planificación de actividades se asume que los componentes ya se poseen.

Debido a que es necesario detener el sistema de llenado actual en los últimos dos días de finalizar la implementación, la planificación a realizar debe ser precisa para no demorar mas del tiempo previsto al momento de intervenir y detener el proceso de llenado.

Las actividades para desarrollar son las siguientes:

- Contactar a los proveedores correspondientes para la adquisición de componentes.
- Realizar inspección y medición de distancias entre tablero, indicador de pesaje y electroválvula en el lugar donde se implementaran.
- Armado de tablero.
- Montaje de tablero y botonera en el lugar seleccionado.
- Cargar programación en PLC y configuración de Node-Red.
- Chequeo de tareas anteriores y preparación para paro de línea.
- Paro de línea de llenado para realizar montaje de electroválvula, plataforma e indicador de pesaje y conexión a tablero.
- Realizar pruebas de llenado y registro de pesaje final.

A continuación se puede apreciar estos puntos mostrados en una carta Gantt. (Ver Tabla 3-1).

Tabla 3–1. Carta Gantt.

Actividad	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Contactar a los proveedores correspondientes para la adquisición de componentes.							
Realizar inspección y medición de distancias entre tablero, indicador de pesaje y electroválvula en el lugar donde se implementaran.							
Armado de tablero.							
Montaje de tablero, botonera y conexiones en el lugar seleccionado.							
Cargar programación en PLC y configuración de Node-Red							
Chequeo de tareas anteriores y preparación para paro de línea.							
Paro de línea de llenado para realizar montaje de electroválvula, plataforma e indicador de pesaje y conexión a tablero.							
Realizar pruebas de llenado y registro de pesaje final.							

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

3.2.1 Profesionales requeridos

Para realizar las actividades mencionadas en la carta de Gantt, es necesario contar con profesionales aptos para cumplir las actividades requeridas. La planta Copec, en su Departamento de Mantenimiento cuenta con profesionales capaces para realizar estas tareas. Los profesionales requeridos se pueden observar en la Tabla 3-2.

Tabla 3–2. Profesionales requeridos.

Cargo	Especialidad	Cantidad
Ingeniero Supervisor	Ingeniero de ejecución en Control e Instrumentación Industrial	1
Eléctrico	Técnico en Electricidad y Electrónica	1
Mantenición	Mantenimiento industrial	1

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

3.3 **JUSTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y SUS VALORES**

3.3.1 **PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 AC/DC/Rly**

Cumple perfectamente con las características necesarias para la implementación del control, posibilita agregar hasta tres módulos de comunicación RS232 en caso de que se desee actualizar el sistema de llenado de los demás estanques, y diferentes tipos de periferia descentralizada.

La programación de todos los componentes puede ser realizada a través de un único software que es TIA Portal, a diferencia de otros modelos más antiguos que requieren distintos softwares y además el costo del equipo no es tan elevado. El valor cotizado más bajo es de \$533.287.

3.3.2 **Signal Board SB1232AQ**

Este componente grega una salida análoga al PLC, ya que este no posee, se alimenta con 24 V de la misma fuente integrada del PLC y el valor cotizado más bajo es de \$136.740.

3.3.3 Módulo de comunicación RS232

Permite la comunicación con el indicador de pesaje con un máximo de 15 metros de distancia de cable lo cual es suficiente, con un valor de \$127.624.

La distancia entre el módulo de comunicación y el indicador de pesaje es necesario evaluarlo en el lugar de la implementación, por lo que se tiene un valor de referencia del cable RS232 para 15 metros de \$95.034.

En caso de problemas con ruido eléctrico, este módulo también puede ser reemplazado por un módulo de comunicación RS485 que mejora la distancia máxima efectiva con creces y evita las señales de ruido mejor que la comunicación RS232, con un valor de \$132.499 y el valor de cable de \$4.765 por metro solo para compras mayores a 100 metros.

3.3.4 Válvula solenoide de 2" 220 VAC

Esta válvula posee características similares a la válvula de bola manual del proceso actual, mismo tamaño y cuerpo de bronce que es resistente a la corrosión.

El fabricante DIE ERSTE recomienda esta válvula para el flujo de aceite, además esta marca está especializada en el mercadeo y distribución de válvulas industriales, válvulas de instrumentación y accesorios para automatización de válvulas desde 1982, por lo que su calidad está comprobada. Su valor es de \$ 698.300.

3.3.5 Plataforma de pesaje e indicador LP7516

Estos componentes son distribuidos por Cajersa, empresa dedicada a la venta de equipos de pesaje industrial y servicio técnico.

Las plataformas de pesajes son fabricadas a medida y calibrada por el distribuidor para la aplicación requerida.

La plataforma, indicador y calibración poseen un valor de \$540.000.

3.3.6 Tablero metálico

Los componentes serán montados dentro del tablero metálico que posee medidas de 400 x 300 x 200mm. Gracias a este tablero los componentes quedan protegidos contra golpes y polvo del ambiente. Su valor es de \$48.990.

3.3.7 Riel DIN, luces piloto, botonera y cable 22 AWG

Estos elementos son de bajo costo a comparación con los demás elementos. Las luces piloto poseen un valor de \$4.990 por 2 unidades, la botonera \$7.790 y cable \$7.990 por diez metros. El riel DIN donde se montan los componentes tiene un valor de \$3.990 por metro.

Los softwares VirtualMak y Node-red pueden ser obtenidos de forma gratuita a través de sus respectivas páginas web, en cambio TIA Portal es un software que posee un gran valor pero en este caso este software es de posesión personal por lo que no se tendrá en cuenta el valor de este programa.

El resumen de los valores totales de los componentes seleccionados, se pueden observar en la Tabla 3-3. (Ver cotizaciones en Anexo A.)

Tabla 3–3. Tabla resumen de precios.

Componentes	Cantidad	Valor en pesos chilenos	Valor en UF 1 UF = 35.574
PLC 1214C	1	\$ 533.287	14,99
SB 1232 AQ	1	\$ 136.740	3,84
CM1241 RS232	1	\$ 127.624	3,59
Electrovalvula	1	\$ 698.300	19,63
Plataforma e indicador	1	\$ 540.000	15,18
Tablero metalico	1	\$ 48.990	1,38
Riel din 1m	2	\$ 7.980	0,22
Luces piloto	2	\$ 4.990	0,14
Botonera	1	\$ 7.790	0,22
Cable 22AWG 10m	2	\$ 15.580	0,22
Total		\$2.121.281	UF 59.41

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

3.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE EXCEDENTES

La principal problemática en el proceso de llenado son los excedentes a causa del llenado manual que generan perdidas monetarias a diario. Como este proyecto se puede implementar en cualquier línea de llenado de la planta, para estimar las pérdidas se utilizará un valor promedio del costo según el mercado de algunos de los diferentes grados de aceites por cada línea de llenado mostrados en la Tabla 3-4.

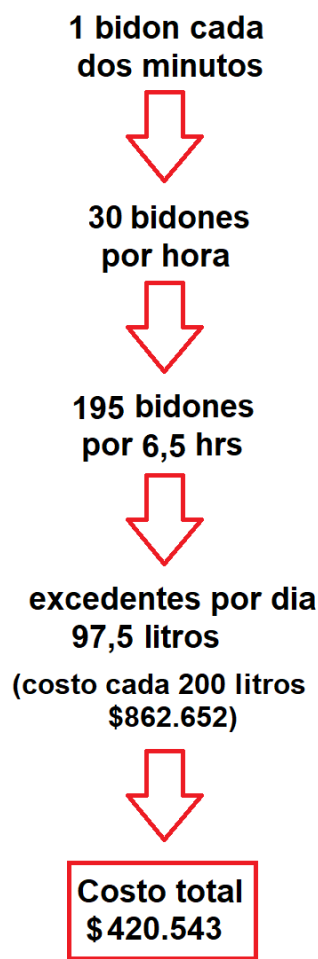
Tabla 3–4. Valores de bidones de 200 litros.

Valores de bidon 200 de litros		
5w30	\$ 1.654.088	UF 46,50
10w40	\$ 833.696	UF 23,44
15w40	\$ 655.678	UF 18,43
20w50	\$ 609.268	UF 17,13
Otros Lubricantes hidraulicos	\$ 560.529	UF 15,76
Promedio total	\$ 862.652	UF 24,252

Fuente: Elaboración propia, diseñado en Excel.

Para la muestra de pesaje de 100 bidones mostrados anteriormente en el Grafico 1-1, se tiene un promedio de llenado de 200,5 litros, es decir, que cada 400 bidones se estima que se alcanzan alrededor de 200 litros de aceite en excedentes que equivaldría a un bidón con un costo de \$862.652 según el promedio obtenido anteriormente.

Por una línea de llenado, el operario llena un bidón de 200 litros cada 2 minutos aproximadamente, esto quiere decir que si el operario se dedica exclusivamente al llenado de bidones por un total de 6,5 horas de un turno de 8 horas, estaría llenando 195 bidones diarios, tomando el promedio de 0,5 litros de excedentes por bidón, el costo total de excedentes diario estimado alcanza un valor de \$420.543 pesos. Se puede observar un resumen de lo anterior en la Figura 3-1.



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 3–1. Estimación de costo de no calidad diario por una línea de llenado.

3.5 ESTIMACIÓN DE COSTOS POR PARO DE LÍNEA DE LLENADO DE ACEITE

Para implementar el sistema de llenado automático es necesario realizar un paro en la línea de llenado por dos días para realizar el montaje de los componentes y realizar las pruebas correspondientes del sistema de llenado ya montado.

Este paro de línea necesario para realizar la implementación del sistema de llenado automático es el mayor punto a tener en cuenta para dar luz verde al proyecto debido al alto coste que genera los dos días de paro.

Si se toma en cuenta el valor de referencia de costo por bidón, y la producción diaria por línea, este paro de línea por dos días tendría un costo no menor de \$336.434.280 pesos que equivalen a UF 9457,22. (Ver Figura 3-2).

Lo ideal es realizar esta mejora cuando se realice un paro de planta programado de mantenimiento por parte de la empresa.

Paro por 2 días = 390 bidones



Valor de bidon = 862.652
390 x 862.652



Costo de paro por 2 días
\$336.434.280

Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 3–2. Costo de paro por dos días.

3.6 ESTIMACIÓN DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN

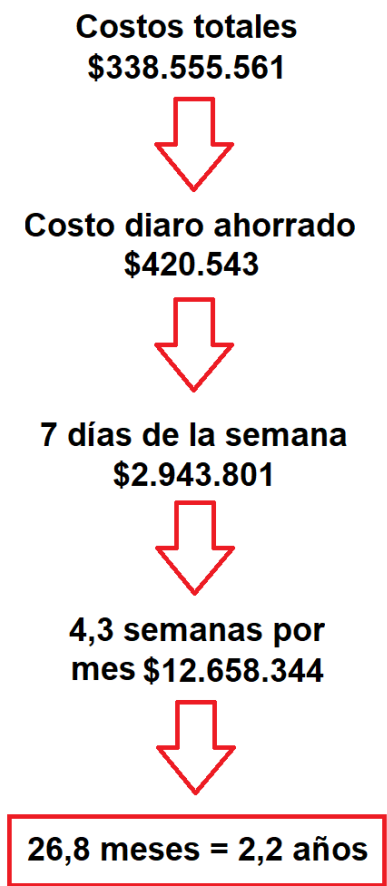
Sumando los valores de costos de componentes necesarios para la implementación del llenado automático y el costo por paro de línea, se obtiene un total de costos de \$338.543.981 pesos. (Ver Tabla 3-5).

Tabla 3–5. Costos totales.

Costos	Valor en CLP	Valor en UF 1 UF = 35.574
Componentes	\$ 2.121.281	UF 59,41
Paro de línea	\$ 336.434.280	UF 9.457,83
Total	\$ 338.555.561	UF 9.517,46

Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Implementando el sistema de llenado automático, los costos de no calidad diarios de \$420.543 se convertirían en un valor a favor o ahorrado en el tiempo, tomando en cuenta este valor, el costo de paro de línea y el valor de los componentes necesarios, se estima una recuperación de inversión por la implementación de sistema automático de tres años. (Ver Figura 3-3).



Fuente: Elaboración propia, editado en Paint.

Figura 3–3. Estimación de recuperación de inversión.

Cabe señalar que la estimación de recuperación de inversión no contempla un crédito, debido a que el proyecto está enfocado a una problemática de la empresa Copec por lo que la información de la financiación del proyecto es reservada de la empresa.

Tampoco se contempla el valor de los profesionales necesarios para la implementación, ya que Copec posee personal calificado en el departamento de mantenimiento capaces de participar en el proyecto bajo supervisión del ingeniero.

CONCLUSIONES

Los excedentes de aceite presentes en el proceso de llenado de bidones pueden parecer una cantidad insignificante pero a largo plazo generan pérdidas notables de dinero asociados a costos de no calidad. Debido a este problema fue necesario realizar un proyecto de solución a la situación presente que consiste en el diseño para la implementación de un sistema de llenado automático, monitoreo y registro de peso final.

En el desarrollo de este proyecto se ha logrado los objetivos satisfactoriamente al diseñar un control continuo que permite reducir los costos de no calidad prácticamente a cero y el registro de peso final para fines estadísticos, de control de pesaje final o fines que requiera la empresa.

Aunque no se realizó esta propuesta de forma real, se pudo llegar a concretar los alcances del proyecto que fueron, realizar la programación para el control de llenado utilizando el software TIA Portal, simular el funcionamiento del sistema utilizando VirtualMak y efectuando el registro de pesaje final en un archivo .CSV de forma automática a través de Node-Red que también permite monitorear el momento en que se realiza el registro de pesaje en cualquier dispositivo conectado a la misma red donde se ejecuta Node-Red.

Al realizar la evaluación económica de los componentes necesarios para la implementación del proyecto, el costo de estos parece ser del alcance de la empresa pero la razón por la cual no se ha implementado un sistema automático de este tipo da a luz en el momento de evaluar el costo por el paro de línea de llenado que supera con creces al costo de los componentes. Con una estimación de recuperación de inversión de dos años y tres meses, la decisión aprobación del proyecto es de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Monografías. Sistemas de Regulación y Control. [En Línea]. <<https://www.monografias.com/trabajos109/sistemas-regulacion-y-control/sistemas-regulacion-y-control2>>. [Visitado: Octubre 2022].

Puntoflotante. Estándares de comunicaciones RS232, RS422, RS485. [En Línea]. <<https://www.puntoflotante.net/RS485.htm>> [Visitado: Octubre 2022].

Node-Red. Guía del usuario. [En Línea]. <<https://nodered.org/docs/user-guide/>> [Visitado: Octubre 2022].

YouTube. Mecatrónica MADE, (3) CURSO Node-RED Instalación Windows y Raspbian (RaspberryPi). [En Línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=uEIC37ROYZI&t=654s>>. [Visitado: Octubre 2022].

YouTube. DIGITALIZACIÓN - FERRIZ, Leer DATOS del PLC desde NodeRed || Comunicación S7 || IIoT SIEMENS - NodeRed. [En Línea]. < <https://www.youtube.com/watch?v=6q0DOQd8nw8>>. [Visitado: Noviembre 2022].

YouTube. InstrumentacionyControl.NET, El Control Proporcional. [En Línea]. < <https://www.youtube.com/watch?v=l4jwKhZ4mxs&list=RDCMUciR-Ljn7my7mwpBU072D6rg&index=2>>. [Visitado: Noviembre 2022].

YouTube. IAAYSA Automatización y Control Industrial, INDICADOR DE PESO RS232 CON MODULO CM1214 RS232 Y PLC S7 1200 DE SIEMENS. [En Línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=-xgNOuslGuw>>. [Visitado: Noviembre 2022].

Empresascopec. Sobre empresas copec [En Línea]. <<https://www.empresascopec.cl/>> [Visitado: Noviembre 2022].

Encubexcolombia. COSTOS DE CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES [En Línea]. <<https://encubexcolombia.com/los-costos-de-calidad-en-las-organizaciones/>> [Visitado: Noviembre 2022].

ANEXO A: COTIZACIONES

Wi

Marcas

Categorías

Buscar producto por palabra, código o ID...

Mis Pedidos

Mi Cuenta

Página inicial

Siemens

Plc sistemas

Simatic s7

S7-1200

6ES7214-1BG40-0XB0 SIEMENS

Ir a la página inicial



S7-1200

Siemens

SKU 6ES72141BG400XB0

6ES7214-1BG40-0XB0 SIEMENS

8 EN STOCK

CLP 533,287.00

1

+

Agregar

Calcular costo de envío

Contáctenos

Descripción:

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta AC / DC / relé, E / S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V CC, fuente de alimentación: CA 85-264 V CA con 47-63 Hz, memoria de programa / datos 100 KB

PayPal

stripe

AMERICAN EXPRESS

VISA

MasterCard

BANK TRANSFER

Wi

Marcas

Categorías

Buscar producto por palabra, código o ID...

Mis Pedidos

Mi Cuenta

Página inicial

Siemens

Módulos

Simatic s7

S7-1200

6ES7232-4HA30-0XB0 SIEMENS

Ir a la página inicial



S7-1200

Siemens

SKU 6ES72324HA300XB0

6ES7232-4HA30-0XB0 SIEMENS

EN STOCK

CLP 136,740.00

1

+

Agregar

Calcular costo de envío

Contáctenos

Descripción:

SIMATIC S7-1200, salida analógica, SB 1232, 1 AO, +/- 10 V CC (resolución de 12 bits) o 0-20 mA (resolución de 11 bits)

PayPal

stripe

AMERICAN EXPRESS

VISA

MasterCard

BANK TRANSFER

Wi

Marcas

Categorías

Buscar producto por palabra, código o ID...

Mis Pedidos

Mi Cuenta

Página inicial

Siemens

Comunicación industrial

Simatic s7

S7-1200

6ES7241-1AH30-0XB0 SIEMENS

Ir a la página inicial



S7-1200

Siemens

SKU 6ES72411AH300XB0

6ES7241-1AH30-0XB0 SIEMENS

4 EN STOCK

CLP 127,624.00

1

+

Agregar

Calcular costo de envío

Contáctenos

Descripción:

SIMATIC S7-1200, Módulo de comunicación CM 1241, RS-232, Sub-D 9 polos (macho), Soporta Freepport

PayPal

stripe

AMERICAN EXPRESS

VISA

MasterCard

BANK TRANSFER






Purificación Agua

Repuestos Purificación de Agua

Válvulas Industriales

Válvulas Bronce

Filtros Industriales

Fitting & Flanges

Red incendio

Accesorios Industriales

[Home](#) / [Válvulas Bronce](#) / [SOLENOIDE DIERSTE 220V 0-7 BAR NPT](#)

Compartir:







Sku: SODI-47131-01-8

SOLENOIDE DIERSTE 220V 0-7 BAR NPT
\$698.300

Válvula Solenoide Dierste UW, Cerrado, agua/aceite/gas,
temperatura -5Â°/+80Â°C, 220 Volts, Cuerpo bronce, NPT, medida 2"

Medida y Precio:

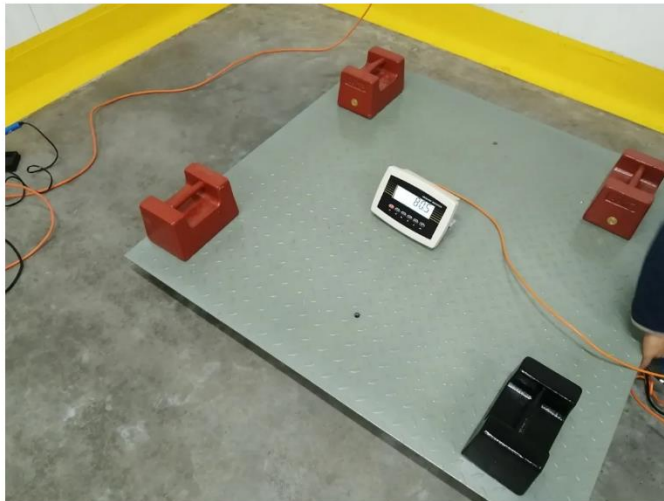
2"

$$- \textcircled{1} +$$

AGREGAR AL CARRO

VER FICHA DEL PRODUCTO

[Volver al listado](#) | [Industrias y Oficinas](#) > [Equipamiento para Comercios](#) > [Balanzas](#) > [Otros](#)



Nuevo | 2 vendidos

Plataforma De Pesaje 3000
Kilos 1,20 X 1,20 Metros

\$ 540.000

en 6x \$ 96.667 sin interés

[Ver los medios de pago](#) **Publicación pausada**

Información sobre el vendedor

Ubicación

Lampa, RM (Metropolitana)

Volver al listado

Construcción > Electricidad > Tableros y Medidores > Tableros

300mm

200mm

400mm

Nuevo | 367 vendidos

Gabinete Metalico Tablero Electrico 400x300x200 1puerta Ip65

★★★★★ (12)

\$ 48.990

en 12x \$ 4.082 sin interés

Ver los medios de pago

Llega gratis mañana

Ver más formas de entrega

Devolución gratis

Tienes 30 días desde que lo recibes.

Conocer más

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (92 disponibles)

Nuevo | 13 vendidos

Riel Din Para Tablero Electrico 35x7,5mm X 1 Metro. Metalico

\$ 3.990

en 6x \$ 483 sin interés

Ver los medios de pago

Llega mañana

Ver más formas de entrega

Devolución gratis

Tienes 30 días desde que lo recibes.

Conocer más

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (4 disponibles)

Volver al listado

Herramientas > Herramientas de Medición > Medidores de Electricidad > Amperímetros

Nuevo | 898 vendidos

Luz Piloto Led 22mm 24v Ip67 2 Luces

★★★★★ (17)

MÁS VENDIDO 10° en Amperímetros

\$ 4.990

en 12x \$ 549 sin interés

Ver los medios de pago

Llega mañana

Solo en Santiago de Chile

Comprando dentro de la próxima 1 h 21 min

Beneficio Mercado Puntos

Ver más formas de entrega

Devolución gratis

Tienes 30 días desde que lo recibes.

Conocer más

Stock disponible



COD: 0600722110

PULSADOR ARMADO

PARTIR/PARAR 1NA+1NC IP54

RED CONTROL

\$7.790

- IVA Incluido

~~\$12.971~~

1

AGREGAR

Precios con IVA incluido y exclusivos para compras por internet.

FICHA TÉCNICA

Volver al listado | [Electrónica, Audio y Video](#) > [Componentes Electrónicos](#) > [Conectores](#)

10M

10M

Nuevo | 240 vendidos

10 Metros Cable Awg22 4 Pi-
nes Proyecto

★★★★★ (5)

MÁS VENDIDO 2° en Conectores OEM

\$ 7.990

en 6x \$ 1.332 sin interés

El precio por unidades es \$ 799

Ver los medios de pago

Llega el viernes

Ver más formas de entrega

Devolución gratis

Tienes 30 días desde que lo recibes.

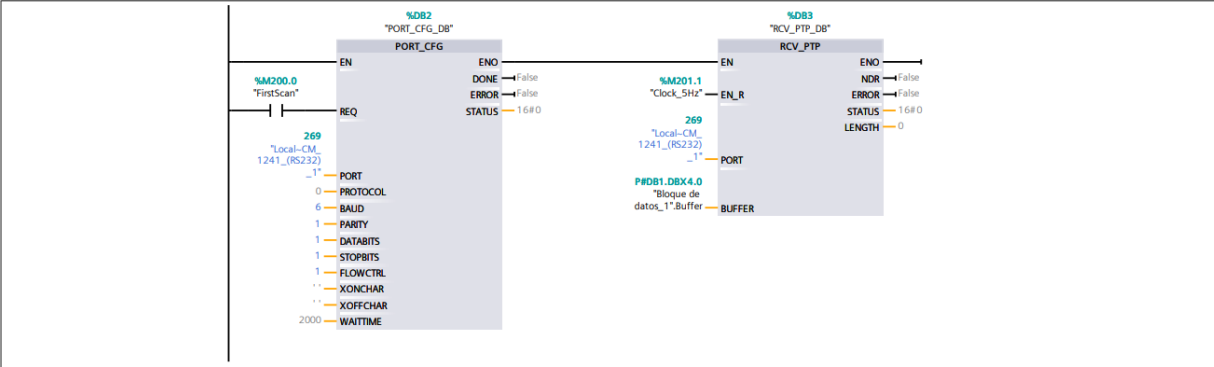
Conocer más

¡Última disponible!

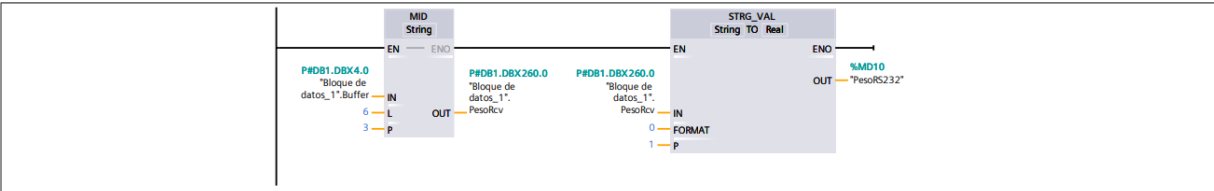
Comprar ahora

ANEXO B: PROGRAMACIÓN DE PLC EN TIA PORTAL

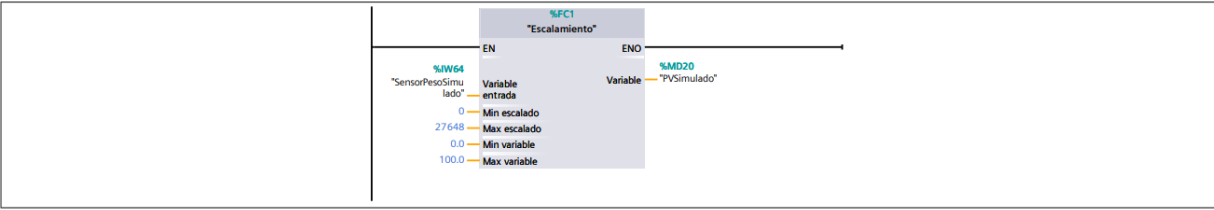
Segmento 1: Comunicacion entre indicador de pesaje y plc



Segmento 2: Lectura de pesaje

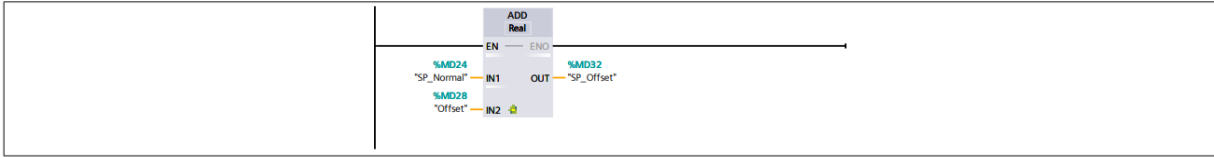


Segmento 3: Escalamiento para simulacion



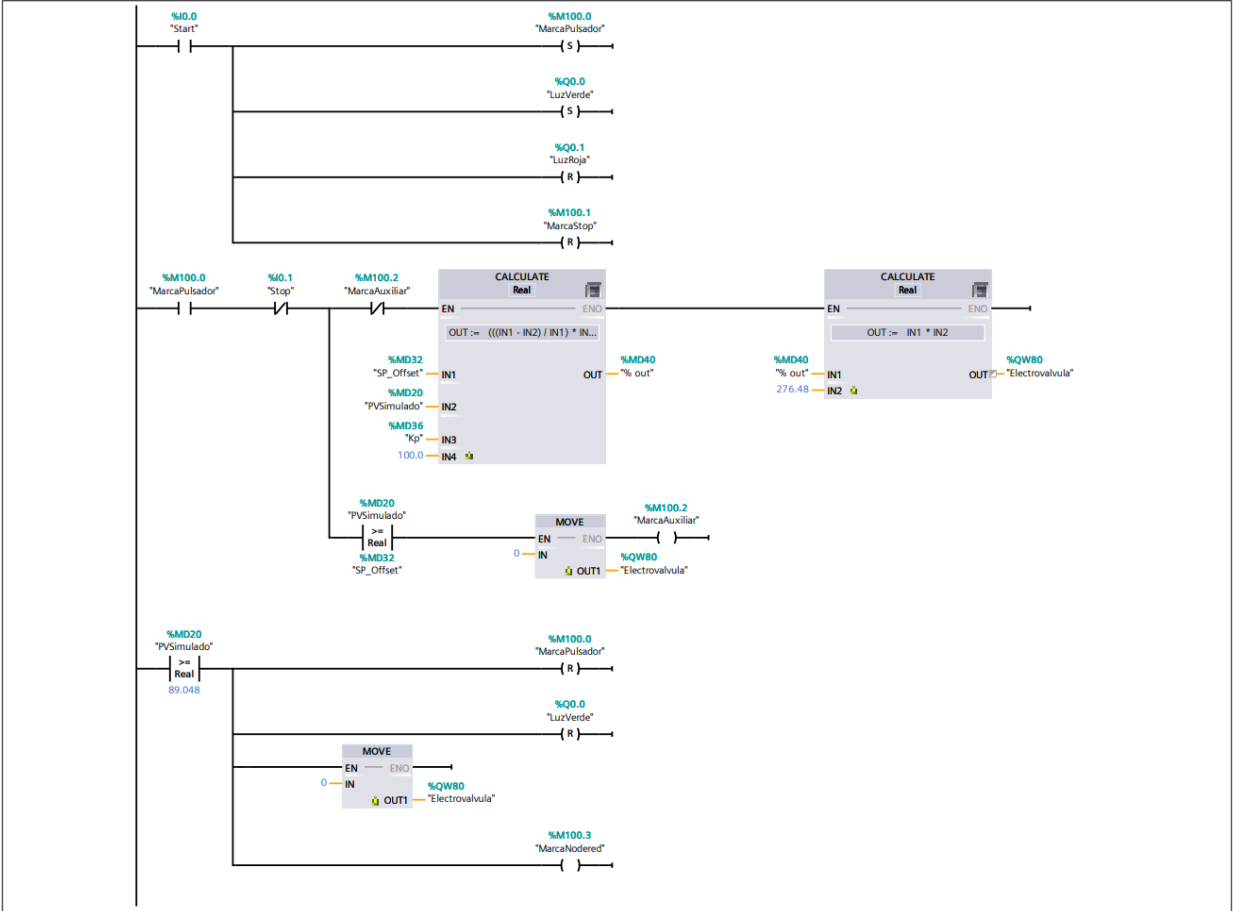
Segmento 4: Bloque SP y Offset

SP = 89.059 Offset + 0.41

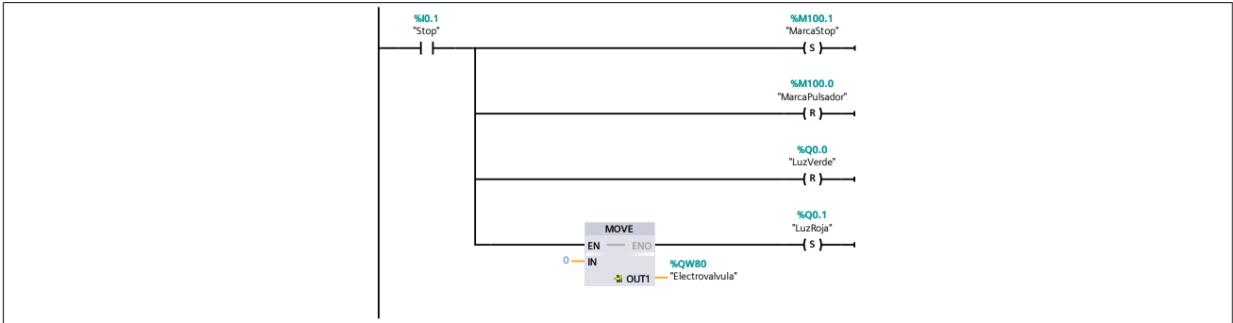


Segmento 5: Control proporcional y luces piloto

Kp = 1



Segmento 6: Parada de emergencia



Segmento 7: Registro de datos en Nodered

