



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA, MENCIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL**

TÍTULO:

**DISEÑO Y ESTUDIO DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN PARA
ELABORAR BARRAS DE CHOCOLATE EN LA FABRICA CAFIESA**

AUTOR:

PAZ ALVARADO TEODORA JESSICA

“PROYECTO DE INVESTIGACIÓN”

TUTOR:

ING. JUAN CARLOS LOPEZ CAÑARTE

GUAYAQUIL - ECUADOR

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA, MENCIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL
CERTIFICACIÓN**

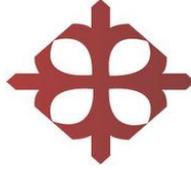
Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Teodora Jessica, Paz Alvarado**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO con mención en gestión empresarial.

TUTOR

Ing. Juan Carlos López Cañarte

DIRECTOR DE LA CARRERA

**Ing. Armando Heras Sanchez
Director de Carrera**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Teodora Jessica, Paz Alvarado

DECLARO QUE:

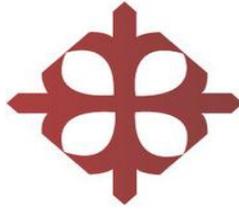
El trabajo de Titulación **“Diseño y estudio de una línea de producción para elaborar barras de chocolate en la fábrica Cafiesa”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que están al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de titulación referido.

Guayaquil, a los 19 días del mes de Febrero del año 2015

LA AUTORA

Teodora Jessica Paz Alvarado



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Teodora Jessica, Paz Alvarado

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño y estudio de una línea de producción para elaborar barras de chocolate en la fábrica Cafiesa”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de Febrero del año 2015

LA AUTORA

Teodora Jessica Paz Alvarado

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis, Ing. Juan Carlos López Cañarte por su esfuerzo, su dedicación, su paciencia, sus conocimientos y dirección en el trabajo de investigación.

Le doy gracias a mi padrino Juanito por haber confiado en mí y haber hablado con su jefe para que pueda estar en CAFIESA alimentando mis conocimientos.

Gracias al ingeniero Carvajal por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis en su empresa CAFIESA y por todo el apoyo y las facilidades que me fueron otorgadas. Por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente.

Le agradezco al ingeniero Andrei Soltysik por la confianza, apoyo, dedicación de tiempo, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Y muchas gracias a mis compañeros que fueron pocos pero que siempre estuvieron ahí queriéndome ayudar en lo que más podían y tuvieron mucha fe en mí.

Jessica Paz Alvarado

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis primeramente a Dios, fuente de sabiduría y conocimiento.

A mis padres por haber tenido mucha fe en mí, por respetar mis decisiones, su amor, por su comprensión, por todo el esfuerzo que hicieron para poderme dar los estudios, su apoyo y ayuda incondicional en lo que necesitara.

A mi esposo que ha sido mi impulso durante toda mi carrera y para la culminación de la misma, que con su apoyo constante, dedicación y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de consejo en todo momento.

A mi hijo, Luis Alberto es lo más hermoso que tengo y aunque está muy pequeño es el motivo y mi inspiración de seguir adelante.

Y a mis compañeros que siempre estuvieron ahí dándome una palabra de aliento en los momentos más difíciles que de una u otra forma aportaron en mi vida.

Jessica Paz Alvarado



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO
MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

CALIFICACIÓN

Ing. Juan Carlos López Cañarte

PROFESOR TUTOR

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivos General.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Hipótesis.....	3
1.6. Metodología.....	4
1.7 Alcance.....	4
CAPÍTULO 2: PLANTAS PROCESADORAS DE CACAO.....	5
2.1 Tipos de sistemas automáticos.....	6
2.2 Lazos de control.....	8
2.2.1 Sistema de lazo abierto discreto.....	9
2.2.2 Sistema de lazo cerrado discreto.....	9
2.2.4 Sistema de lazo cerrado analógico.....	11
2.2.5 Sistemas de eventos discretos.....	11
2.2.6 Sistemas combinacionales y secuenciales.....	12
2.3 Sistemas Automáticos del tipo Industrial.....	16
2.3.1 Metodología para automatizar procesos industriales.....	17
2.4 Línea de producción de barras de chocolate.....	26
2.4.1 Materia prima para fabricación industrial del chocolate.....	26
2.4.2 Procesos básicos de fabricación del chocolate.....	28

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO AUTOMATIZADO DE PRODUCCION DE BARRAS DE CHOCOLATE EN CAFIESA	35
3.1 Ubicación de la Fábrica	35
3.1.1 Operaciones de los Sistemas Automatizados	36
3.1.2 Control de procesos de fabricación de barras de chocolate	36
3.2 Optimización en la línea de producción de barras de chocolates	37
3.3 Diagrama de flujo para el sistema automático del tanque mezclador.....	39
3.4 Requerimiento de Mano de Obra.....	43
3.5 Maquinaria y equipo.	43
3.6 Gastos generales de planta.	44
3.7 Diseño infraestructura de alimentación eléctrica para CAFIESA	47
CAPÍTULO 4. ESTUDIO ECONÓMICO	51
4.1 Estudio de factibilidad	51
4.2 Costo-beneficio	52
4.3 Retorno de la inversión	54
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFIA	58
GLOSARIO	59
Anexo 1: Presupuesto referencial para automatizar línea de producción de barras de chocolate en CAFIESA	51
ANEXO B: Programación AWL para PLC S7-300 SIEMNES	62

Indice Figura

Figura 2. 1 Línea de ensamble automático.....	6
Figura 2. 2. Esquema de conexiones en un PLC.....	7
Figura 2. 3. Celda de manufactura automatizada con base en PLC.	8
Figura 2. 4. Sistema de lazo abierto controlado por tiempo.....	9
Figura 2. 5. Control de lazo cerrado con respuesta ON/OFF	10
Figura 2. 6. Lazo de control de lazo cerrado con salida analógica.....	11
Figura 2. 7. Lazo de control de lazo cerrado con salida analógica.....	13
Figura 2. 8. Estructura de solución a detección de tamaño de monedas	14
Figura 2. 9. Sistema secuencial de paro y arranque de un motor	16
Figura 2. 10. Sistema secuencial de paro y arranque de un motor	18
Figura 2. 11. Cronograma de funciones de la estación de inspección de longitud.....	19
Figura 2. 12. Diagrama de flujo que muestra los mensajes.....	20
Figura 2. 13. Diagrama de flujo de secuencia	21
Figura 2. 14. Diagrama de lógica escalera de despliegue de mensajes	22
Figura 2. 15. Diagrama lógica escalera que representa las ecuaciones de las memorias.	23
Figura 2. 16. Diagrama lógica escalera que representa las resultantes de ecuaciones de las memorias.....	24
Figura 2. 17. Diagrama lógica escalera, configurando un contador.....	24
Figura 2. 18. Diagrama lógica escalera, funciones simplificado por contacto en entrada M y salida una bobina Q.....	25
Figura 2. 19. El proceso de tueste	29
Figura 2. 20. El licor de cacao.....	30
Figura 2. 21. El proceso de conchado	32
Figura 2. 22. El proceso de templado del chocolate.....	34
Figura 3. 1. Ubicación CAFIESA	35

Figura 3. 2. Diseño de área diagrama de flujo para automatizar fabricación de barras de chocolate en CAFIESA	41
Figura 3. 3. Diseño de área de conching, los motores deben ser controlados por variadores de velocidad.....	45
Figura 3. 4. Diseño de Control automatizado de conchas	46
Figura 3. 5. Acometida eléctrica en media tensión	49
Figura 3. 6. Diseño eléctrico para el Tablero de Distribución Principal	50

INDICE TABLA

Tabla 1. Características de transformadores de potencia en CAFIESA	47
--	----

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, escribe el diseño de automatización para la línea de producción de barras de chocolate, esta labor se planifica dentro de los predios de la empresa de chocolate del cantón Duran, el proceso es un 80% manual, se pretende llegar a un 90% el proceso de automatización, este aspecto es el objetivo principal, llevar a un estado en que a través de controladores se puede controlar dichos procesos, reduciendo así costos. La metodología es descriptiva y empírica, se debe diseñar planos de acometida eléctrica en media tensión para la planta, se debe elaborar el diagrama de flujo para la automatización. Como resultados, se establece que resulta óptimo automatizar, ya que se prescinde de al menos 50% menos de operadores para producir las barras de chocolate. El costo se puede recuperar en aproximadamente 3 años.

Palabras claves: Producción de Chocolate, PLC, Acometida Eléctrica, Automatización,

ABSTRACT

This paper titling, type design automation production line of chocolate bars, this work is planned within the premises of the company's chocolate canton duran, the process is 80% manual is intended to reach 90% of the automation process, this aspect is the main objective, lead to a state in which through controllers can control these processes, thus reducing costs.

The methodology is descriptive and empirical, plans should be designed medium voltage electrical connection to the plant must develop the flowchart for automation. As results, it is stated that optimum automate, since it dispenses with at least 50% less operators for producing chocolate bars. The cost can be recovered in about three years.

Keywords: *production of chocolate, PLC, running power, automation,*

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES.

1.1 Introducción.

Dentro del perfil de egreso como profesional de ingeniería Eléctrico-Mecánica, está la de analizar y diseñar propuestas de mejoramiento a las diversas líneas de procesos.

Este trabajo busca diseñar una propuesta de mejoramiento a la línea de producción de barras de chocolate de la empresa Cacaos Finos Ecuatorianos S.A. CAFIESA, ubicada en el km. 4.5 de la vía Duran-Tambo.

Se concibe la idea de automatizar dicho proceso, ya que este no es automatizado. Un sistema automático industrial es un conjunto de dispositivos eléctricos, mecánicos, electrónicos, o la combinación de ellos, los cuales pueden estar interconectados entre sí para controlar un proceso. El objetivo de este sistema es dar un resultado en forma común, que sea repetitivo en la variable que va a ser controlada, en algunos casos dentro de un margen de error, y en otros más críticos cuya operación debe ser sin error.

La automatización es la tecnología que se encarga de aplicar en un sistema industrial la mecánica, electrónica y los sistemas de computación. Hoy en día es fácil contar con los Programadores Lógicos Programables PLC, con este equipo más la adición de otros dispositivos o periféricos industriales, es posible instaurar un determinado grado de automatización a un proceso industrial.

La operación de las maquinarias será analizada con los manuales de la línea de producción para elaborar barras de chocolate, desde el mezclado de los productos

hasta el moldeado, la finalidad es la optimización de los servicios y los procesos en la fábrica CAFIESA.

1.2. Planteamiento del Problema.

La fábrica CAFIESA cuenta con una línea de producción para la elaboración de barras de chocolate para usuarios finales, pero estas maquinarias han estado sin operar por largo tiempo, por el cual es necesario el respectivo mantenimiento. El proceso es **un 80% manual** por lo que se requiere de un gasto de mano de obra.

La impericia de los operadores puede causar que se quemé el chocolate, que se caliente mucho y se pierda el sabor, que se enfríe y se endurezca, siendo complicado volverlo hacer líquido o como también puede causar el derrame del producto en el tamiz debido a que no se tiene una alerta del nivel exacto.

El ingreso de la materia prima al mezclador es manual por lo que pueden tardar hasta 4 horas. Los productos al no tener las cantidades correctas no se tiene el sabor del chocolate deseado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos General

Optimizar la línea de producción para elaborar barras de chocolate en la fábrica CAFIESA, mediante un diseño automatizado.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar el funcionamiento de la línea de producción manual de elaboración de barras de chocolate en CAFIESA.
2. Identificar maquinarias, motores y accesorios para propuesta de automatización.
3. Diseñar el control y la automatización en la línea de producción de barras de chocolates.

1.4 Justificación

Debido a que se busca la automatización en la producción de barras de chocolate para CAFIESA, es esencial un diseño automatizado que controle los procesos de elaboración de barras de chocolate a escala industrial.

El diseño de automatización, se fundamenta en la operación de control y ejecución de instrucciones dentro de los procesos de producción de barras de chocolate, se generaría eficiencia evitando pérdidas del producto o materia prima, y reducirá personal, repercutiendo este aspecto en la disminución de costos de producción.

1.5 Hipótesis

Debido al diseño de automatización para la producción de barras de chocolates, se presentará un escenario de pocos operadores (personal) en las maquinas, pues con los sistemas automatizados en la línea de producción de barras de chocolate, se gana eficiencia y se reducen costos de producción para la empresa.

1.6. Metodología

Es descriptiva, ya que se debe analizar el estado de las máquinas y la forma de operar de cada una de ellas en los procesos que tiene la producción de barras de chocolate.

1.7 Alcance

Es netamente proponer un diagrama de automatización y en base a aquel diseño, se debería adquirir los dispositivos de control para lograr la automatización en la línea de producción de barras de chocolate. Esta fuera del alcance realizar análisis económicos de VAN y TIR.

CAPÍTULO 2: PLANTAS PROCESADORAS DE CACAO

Una planta de procesamiento de cacao transforma los granos de cacao en tres componentes principales: licor de cacao, manteca de cacao y cacao en polvo. Estos componentes se pueden utilizar para hacer diferentes productos.

- El licor de cacao - Se utiliza licor de cacao, con otros ingredientes, para producir chocolate. El chocolate se utiliza como un producto por sí solo o combinado con otros ingredientes para formar productos de confitería.
- La manteca de cacao –La manteca de cacao se usa en la fabricación de chocolate. También es ampliamente utilizado en productos cosméticos tales como cremas hidratantes y jabones.
- Cacao en polvo –El cacao en polvo se puede utilizar como un ingrediente en casi cualquier producto alimenticio. Por ejemplo, se utiliza en bebidas con sabor de chocolate, de chocolate con sabor a postres como el helado y crema batida, chocolate para untar y salsas, y pasteles y galletas.

Durante el siglo XX, los Estados Unidos y la Europa Occidental han sido los más grandes consumidores y productores de chocolate a escala mundial. A pesar que el chocolate no es un alimento esencial en la vida, este es consumido por la gente alrededor del mundo en su vida diaria. Además, como los estándares de vida continúan creciendo, así también lo hace la demanda de chocolate. Por lo tanto, la inversión en una planta productora de chocolate podría proveer una buena rentabilidad.

Las fábricas de chocolate en el país, realizan la producción de barras de chocolate, de forma semiautomática (entre el 40% y 50%) y solo Nestlé del Ecuador tiene su

proceso de elaboración de barras de chocolate de forma automatizada en un 90%. La fábrica Cafiesa según su Gerente indica que opera en 30% la manufactura con automatismo.

2.1 Tipos de sistemas automáticos

Los sistemas automáticos pueden ser clasificados básicamente en tres tipos:

1. Sistemas de Automatización Fija.
2. Sistemas de Automatización Programable.
3. Sistemas de Automatización Flexible.

Sistemas de Automatización Fija.- Se utilizan cuando la producción es de alto volumen y por lo tanto puede justificar el elevado costo del diseño del equipo especializado para el procesamiento del producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. El inconveniente de esta clase de automatización es su ciclo de vida, el cual está de acuerdo con la vigencia del producto en el mercado. En la figura 2.1 se observa un ejemplo de una línea de ensamble automático.

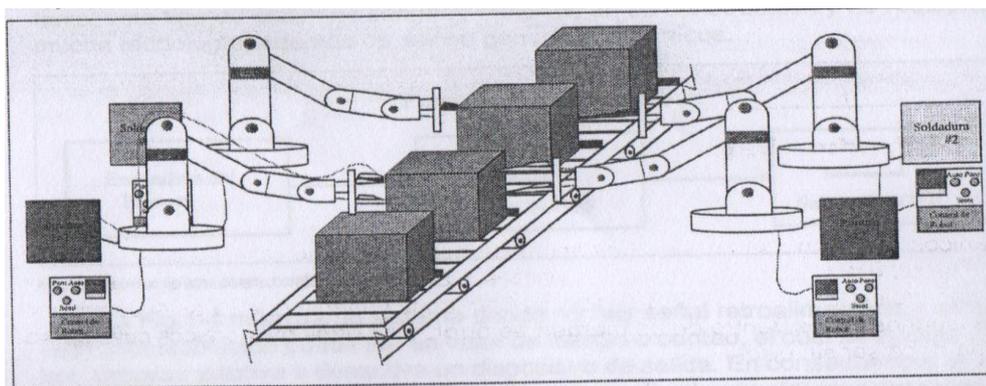


Figura 2. 1 Línea de ensamble automático

Fuente: Soria (2013)

y es capaz de producir una variedad de productos o partes sin perder mucho en pasar de un producto a otro, que por lo regular es tiempo programado.

Algunas características de la automatización flexible son:

- Producción continua de la mezcla de productos.
- Tasa de producción media.
- Flexibilidad a las variaciones del diseño del producto.

Un ejemplo de este sistema es la celda de manufactura automatizada con base en PLC, ver figura 2.3.

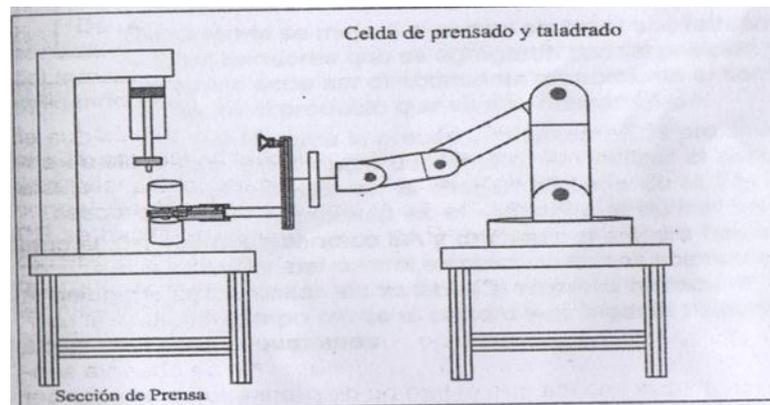


Figura 2. 3. Celda de manufactura automatizada con base en PLC.

Fuente: Soria (2013)

2.2 Lazos de control

De acuerdo con la conexión de los dispositivos del sistema automático industrial existen dos tipos de lazos de control: lazo abierto y lazo cerrado, cada uno con su campo de acción.

2.2.1 Sistema de lazo abierto discreto

En los sistemas de lazo abierto no se realizan mediciones de la variable que se va a controlar (figura 2.4) y generalmente se diseñan con base en el tiempo o por conteo. En un sistema industrial de lazo abierto al error se identifica de manera empírica en la mayoría de aplicaciones, a través de los sentidos de un operador. Por lo tanto, este tipo de sistemas son muy sencillos en su construcción y no requieren de mucha tecnología, además de ser en general económicos.



Figura 2. 4. Sistema de lazo abierto controlado por tiempo

Fuente: Bueno (2008)

La figura 2.4, muestra un sistema donde no hay señal retroalimentada y en que el valor preestablecido puede ser un valor de tiempo o conteo, el cual se ejecuta durante el proceso y activa o desactiva un dispositivo de salida. En consecuencia, el ajuste de tiempos de activación y desactivación se basa en el conocimiento del proceso.

2.2.2 Sistema de lazo cerrado discreto

A diferencia de los sistemas de lazo abierto, en los sistemas de lazo cerrado se observa la variable que se va a controlar. Estos sistemas pueden ser muy precisos en el valor de la variable es factible determinar un rango de error; la precisión del sistema depende de varios factores como son: el dispositivo que va a retroalimentar la variable, tipo de control ya sea PID o control ON/OFF, tipo de respuesta del

dispositivo de salida del dispositivo de salida y algoritmo de control que se desarrolle.

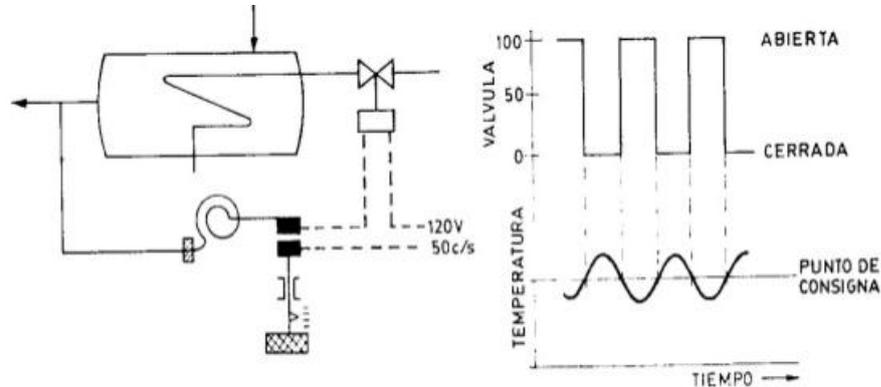


Figura 2. 5. Control de lazo cerrado con respuesta ON/OFF

Fuente: UNEFA (2012)

El sistema de lazo cerrado con respuesta discreta mostrado en la figura 2.5, muestra un valor preestablecido, el cual es el valor requerido para realizar un trabajo o controlar un proceso. Este valor varía una señal a un comparador –en este caso un comparador discreto- el cual se encarga de discriminar si el valor de la variable llegó al requerido o no. En caso de que no haya llegado al valor, el control actúa manteniendo la variable energizada hasta que llegue el valor preestablecido.

El control ON/OFF no tiene repuesta variable en el tiempo, simplemente verifica en el tiempo, simplemente verifica que la variable esté dentro de un rango de valor preestablecido. El diseño de este control es más complicado comparado con el sistema de lazo abierto y contiene más dispositivos de control. El valor preestablecido es el valor de la variable que se requiere tener al final o durante el proceso.

En el diseño de sistemas automáticos de lazo cerrado con respuesta discreta, debe considerarse que siempre va a existir un error por lo que es importante establecer un ancho de banda muerta donde va a estar oscilando la variable a controlar

2.2.4 Sistema de lazo cerrado analógico

Un sistema de lazo cerrado con salida analógica, es más preciso, debido a que tenderá a un error mínimo de la variable controlada. El control PID, está compuesto por un control proporcional, integral y derivativo. La figura 2.6, muestra el lazo de control de un sistema en lazo cerrado con salida analógica.

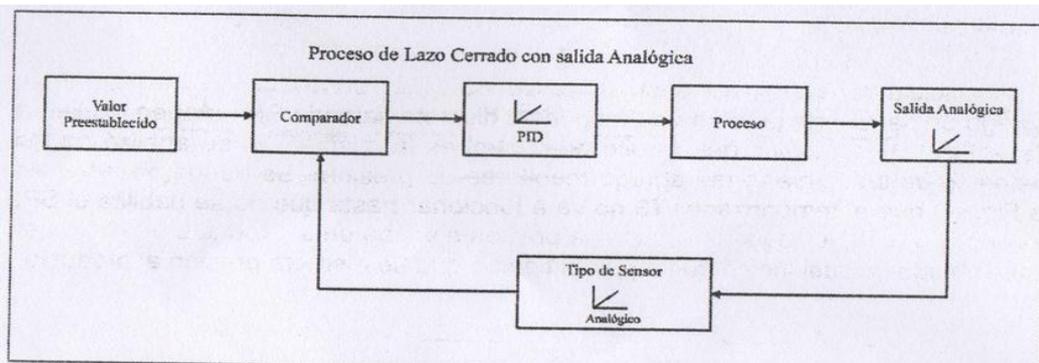


Figura 2. 6. Lazo de control de lazo cerrado con salida analógica

Fuente: Soria (2013)

2.2.5 Sistemas de eventos discretos

Los sistemas automáticos industriales pueden ser de eventos discretos, de eventos analógicos o combinados. Un evento discreto es aquel que sólo puede discriminar entre dos valores "1" o "0", y va a estar estructurado de variables de entrada, variables de salida y memorias internas. A partir de esto podemos definir que una variable lógica de entrada se considera como cualquier dispositivo captador de señal discreta donde los valores que adquiere son "1" o "0", abierto o cerrado,

respectivamente, mientras la variable lógica de salida se considera como cualquier dispositivo que requiere se le aplique un voltaje del tipo discreto “1” o “0”, que son respectivamente presencia o ausencia de voltaje en la variable de salida. Un ejemplo de ello es el encendido y apagado de una lámpara, la cual al aplicarle voltaje se considera que tiene una respuesta “1” y al removerle el voltaje tiene una respuesta “0”.

2.2.6 Sistemas combinacionales y secuenciales

Los sistemas automáticos industriales pueden ser de tipo combinacional o secuencial. La mayoría de los sistemas industriales son secuenciales, y pueden ser síncronos o asíncronos de lazo abierto o lazo cerrado. La estructura de un sistema combinacional o secuencial se establece mediante variables de entrada discretas en valor y variables discretas de salidas, y la secuencia se representa por un control eléctrico o secuencia programada en un controlador lógico programable.

Sistemas combinacionales

Un sistema combinacional es aquel donde el valor de las salidas de cada combinación sólo va a depender del valor que tengan las entradas en esa combinación y no recuerda estados anteriores, es decir, no tiene memoria, por lo tanto se puede considerar como un sistema puntual. En este tipo de sistema los dispositivos de salida solamente dependen de los valores que tengan las entradas en ese momento; esto se podría resumir como: valores idénticos en entradas producen valores idénticos en salidas.

La estructura de un sistema combinacional se basa en variables de entrada, compuertas lógicas también llamado circuito lógico de control y variables de salida. El circuito combinacional al recibir señales de entradas genera valores que manda a las variables de salida. En la figura 2.7 se muestra un esquema de detección de tamaño de monedas (diferentes diámetros).

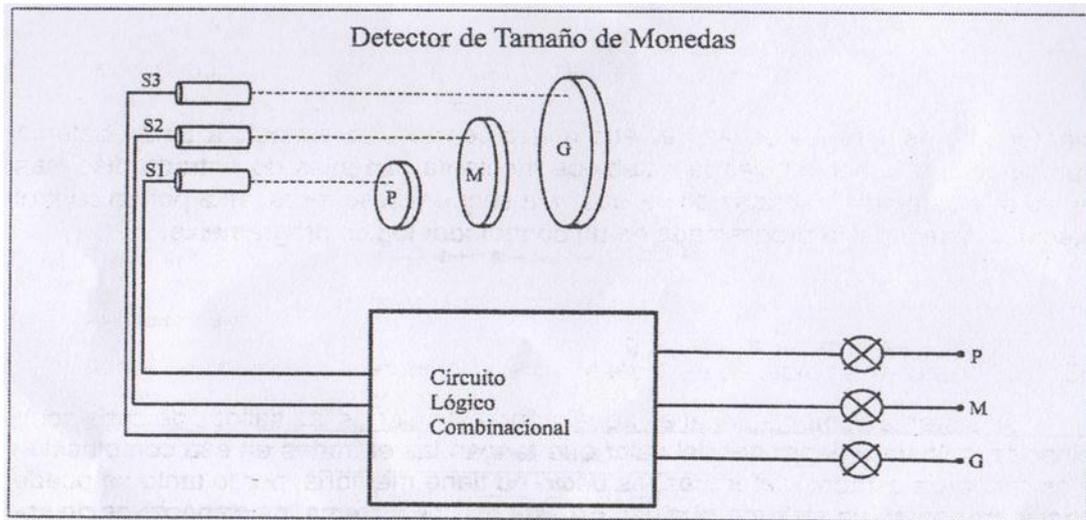


Figura 2. 7. Lazo de control de lazo cerrado con salida analógica

Fuente: Soria (2013)

En la figura 2.7, se presenta un sistema combinacional, el cual está constituido por tres sensores, tres lámparas indicadoras y el circuito lógico combinacional. El sistema va a identificar tres tamaños de monedas: moneda pequeña (P), moneda mediana (M), y moneda grande (G); los focos indicadores se van a encender al detectar el tamaño de la moneda. Al pasar la moneda pequeña se habilita el sensor 1 y se enciende la lámpara identificada con la letra P, al pasar la moneda mediana se habilitan los sensores 1 y 2 y sólo debe encender la lámpara identificada con la letra M, y al pasar la moneda grande se habilitarán los sensores 1, 2 y 3 y únicamente se

encenderá la lámpara con la letra G, y así sucesivamente. El sistema sólo va a contar con tres posibles combinaciones.

A continuación se presenta una propuesta para la solución de éste problema, donde se utiliza tres sensores ópticos y tres lámparas indicadoras: en el recuadro se debe considerar el circuito que va a ser desarrollado, ya sea con un controlador lógico programable, con operadores lógicos o con simples reles.

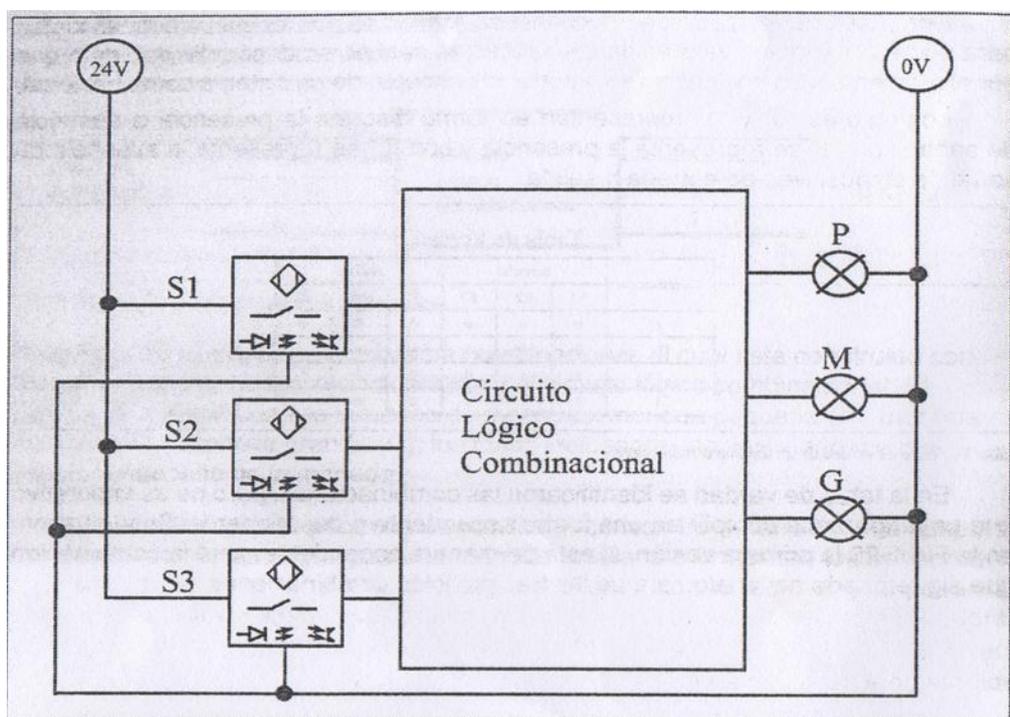


Figura 2. 8. Estructura de solución a detección de tamaño de monedas

Fuente: Soria (2013)

Sistemas secuenciales

En un sistema secuencial el valor de las salidas de cada estado del proceso depende de los valores de las entradas en ese estado y de los valores que hayan tenido las entradas y salidas en los estados anteriores; esto significa que los sistemas

secuenciales tienen memoria, lo cual se puede resumir como: valores idénticos en entradas pueden producir valores diferentes en las salidas.

La estructura de un sistema secuencial se establece mediante un circuito lógico combinacional y elemento de memoria. Los sistemas, secuenciales pueden ser de tipo asíncrono o síncrono, de lazo abierto o de lazo cerrado, y están contruidos con variable de entrada. Además de compuertas lógicas, también llamada circuito lógico de control y variables de salida. El circuito secuencial al recibir las señales de las entradas y recordar los estados anteriores, genera los valores que manda a las variables de salida.

El sistema secuencial más común y sencillo es el paro y arranque, que por lo regular se usa para arrancar o parar un motor o una máquina. También se considera como el set y reset de un sistema de memoria más sencillo debido a que el valor de memoria es unitario, y es el sistema de memoria más sencillo debido a que el valor de memoria es unitario.

El sistema consta de dos botones del tipo empujar para habilitar uno normalmente abierto que se llama A (arranque) y uno normalmente cerrado que se denomina P (paro), un dispositivo de salida –que en este caso se considera un contactor llamado M, y un circuito lógico secuencial (véase la figura 2.9). La secuencia es la siguiente: en estado estable el contactor está deshabilitado; al oprimir el botón A se habilita el contactor M y como efecto se energiza el motor, y al soltar el botón el motor se mantiene funcionando mientras que al operar el botón P se para el motor y se mantiene en este estado hasta que se habilite otra vez el botón A.

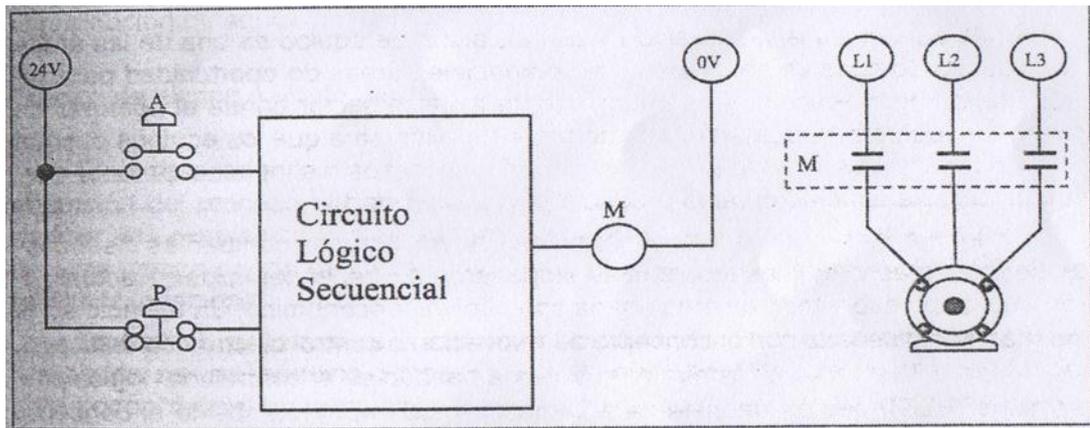


Figura 2. 9. Sistema secuencial de paro y arranque de un motor

Fuente: Soria (2013)

A diferencia de un sistema combinacional, en los sistemas secuenciales siempre van a suceder los estados en forma ascendente y no de manera aleatoria. Éste sistema se considera asíncrono, ya que se contiene una variable de tiempo dentro de su secuencia.

2.3 Sistemas Automáticos del tipo Industrial

Cuando se necesita automatizar un procesos, es importante definir que variables intervienen, como se puede medir o supervisar, para luego controlar. Cuando se presentan dichas necesidades de automatización, existe una o varias soluciones. Se debe analizar la secuencia lógica que debe desarrollar el proceso, en los diseños de sistemas automáticos industriales ya sea desde los sistemas básicos hasta los muy complejos.

Normalmente la solución es proporcional al grado de complejidad del sistema, el uso de métodos analíticos suele ser una herramienta que ayuda a desarrollar la secuencia

lógica de una manera segura, además de las funciones de tiempo, conteo, comparación y operaciones matemáticas con que cuenta el PLC.

En cada sistema, ya sea básico o complejo, se busca darle solución al diagrama de lógica escalera encontrando de manera inicial las ecuaciones lógicas de la secuencia y enseguida el diagrama de flujo que muestre las condiciones que desplieguen los mensajes, si es que cuenta con un visualizador de texto (por ej. un TD200 de la marca Siemens), para llegar a un diagrama de lógica escalera con la nomenclatura del PLC (que puede ser de Siemens también) y terminar con un esquemático de conexiones eléctricas.

2.3.1 Metodología para automatizar procesos industriales

A continuación se analiza un ejemplo, donde se aplica métodos analíticos "Un estado de memoria" o el "Método de la memoria interna". Se puede escoger de uno de ellos.

Caso: El producto final de una cadena de fabricación son barras metálicas cuya longitud debe ser ligeramente mayor a la distancia marcada con letra L en el esquemático del ejercicio, si es menor se considera defectuosa la barra. La estación de inspección encargada de realizar la verificación de la distancia establecida se presenta en el esquemático de la figura 2.10, en éste se muestra el arreglo de los sensores que detectan la presencia de la barra. La longitud entre los sensores es ligeramente menor a la que deben tener las barras metálicas. La banda transportadora se encarga de suministrar las barras a través de los sensores, las lámparas Indicadoras se encenderán dependiendo de la distancia de la barra que pase por la estación de verificación.

Los sensores fotoeléctricos están constituidos por un emisor y un receptor de luz. La salida de los receptores de luz adopta dos niveles de tensión diferencia dos según exista presencia o ausencia de una barra situada entre el sensor y su emisor respectivamente. Se asigna un nivel lógico de "1" a la salida del sensor cuando detecta presencia de una barra y nivel lógico de "0" en caso de su ausencia. La distancia que separa dos barras sometidas a verificación es tal que nunca podrá entrar otra en la zona de detección mientras se está verificando una barra.

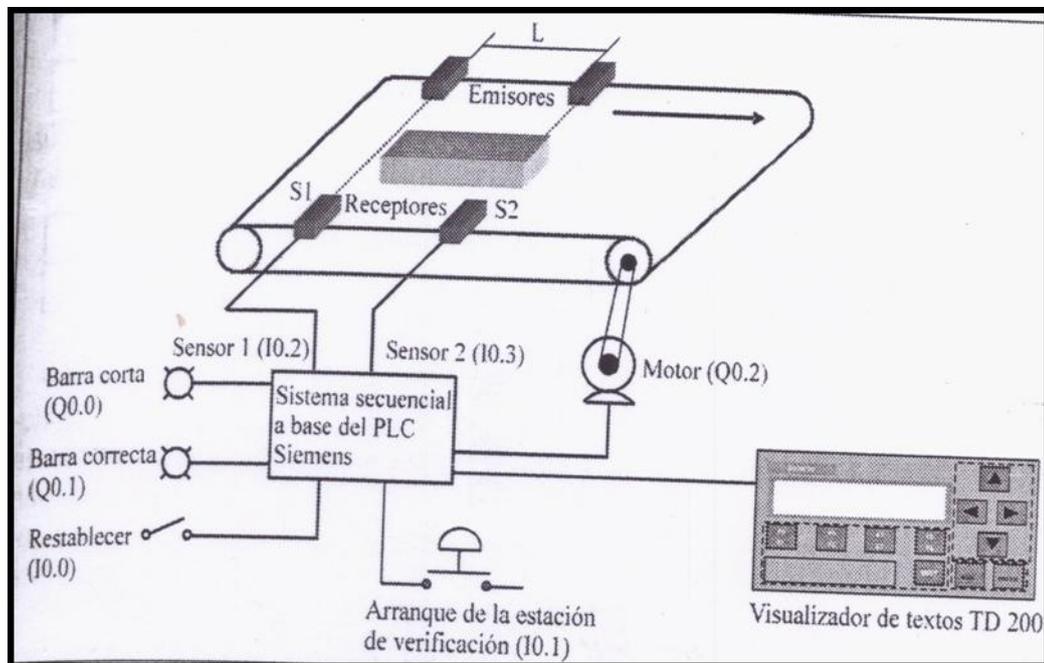


Figura 2. 10. Sistema secuencial de paro y arranque de un motor

Fuente: Siemens (2009)

El sistema iniciará su funcionamiento cuando exista una transición negativa en la entrada 10.1 y podrá pararse cuando el sistema haya completado el número de barras a ser analizadas. Para que alcance a salir la última barra se deberá considerar un retardo de tiempo. Las lámparas serán encendidas en el momento que pase una barra con las características indicadas en el esquemático.

Solución: El ejemplo se va a resolver desarrollando primero el cronograma de las funciones, se desarrollarán los diagramas de flujo para los mensajes y para la secuencia generadas por los sensores al momento de detectar una barra. Después se obtendrán las ecuaciones que representen la secuencia del sistema y los mensajes en el visualizador de textos TD200, las ecuaciones serán transferidas a un diagrama de lógica escalera para el PLC Siemens.

2.3.2 Cronograma de las funciones

Las condiciones del sistema se transfieren al cronograma de funciones que se muestra en la figura 2.11.

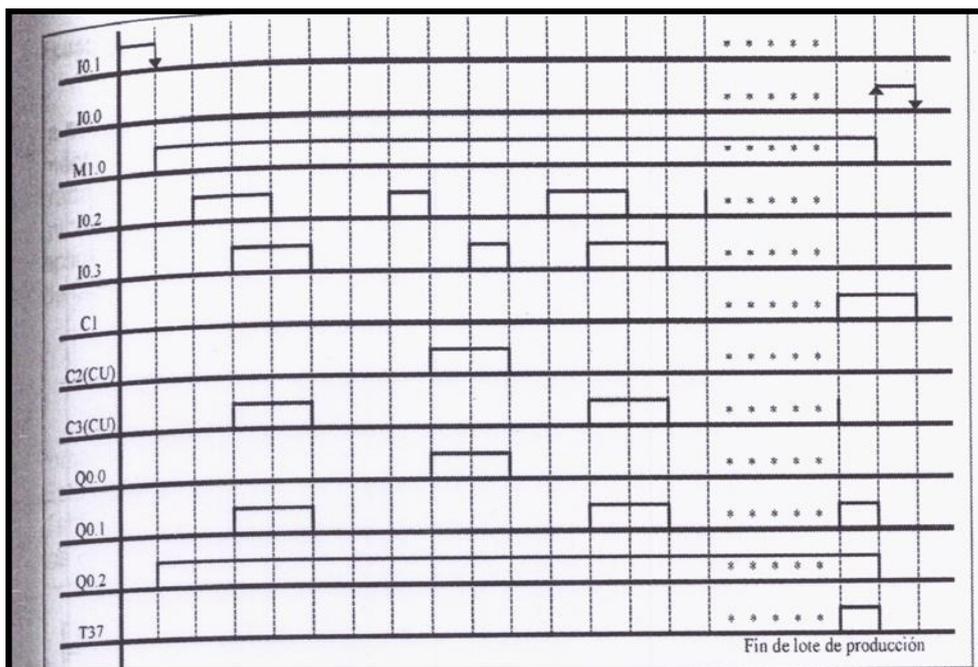


Figura 2. 11. Cronograma de funciones de la estación de inspección de longitud

Fuente: Soria (2013)

El sistema se va a encender con una transición negativa de la entrada 10.1, por lo que es necesario agregar la memoria M1.0. El contador C1 es el encargado de contar

todas las barras, el contador C2, es el encargado de contar las barras malas y el C3 de contar las barras buenas. La lámpara conectada en la salida Q0.0 se va a encender cuando pase por el sistema de inspección una barra corta y Q0.1 se va a encender cuando pase por el sistema de inspección una barra corta y Q0.1 se va a encender cuando pase por el sistema de inspección una barra con longitud correcta. Se agregó un temporizador para que la última pieza pueda salir después de que fue contada.

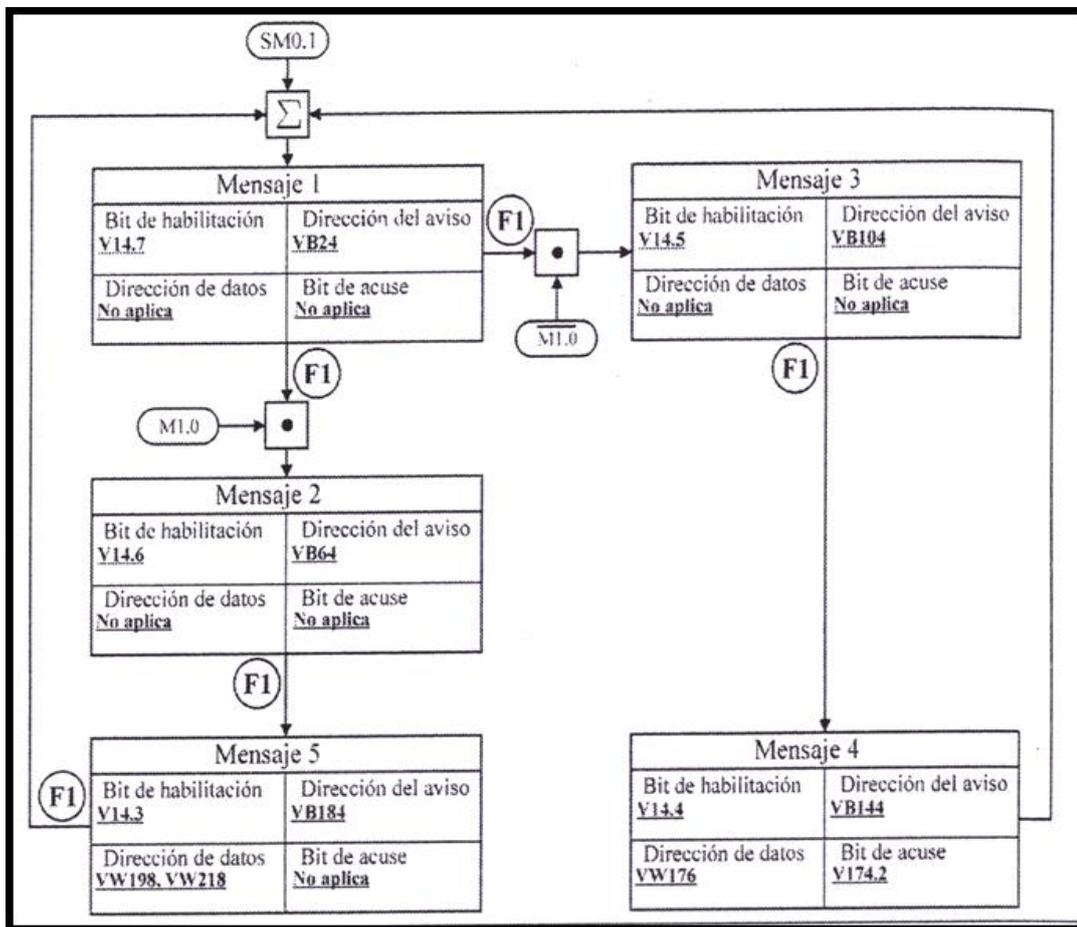


Figura 2. 12. Diagrama de flujo que muestra los mensajes.

Fuente: Soria (2013)

El mensaje mostrado en la figura 2.12, es el resultado de las condiciones mencionadas para desplegar cada mensaje, para pasar del mensaje 4 al mensaje 1 con solo activar el “enter” al momento de agregar el valor en el contador C1.

2.3.3 Diagrama de flujo de la secuencia.

El diagrama que se muestra en la figura 2.13, es generado por los sensores al momento que una barra pasa entre ellos. El diagrama se puede dividir en cuatro estados.

En el estado 3 se pueden tomar dos posibles valores, esto depende del tamaño de la barra que esté pasando.

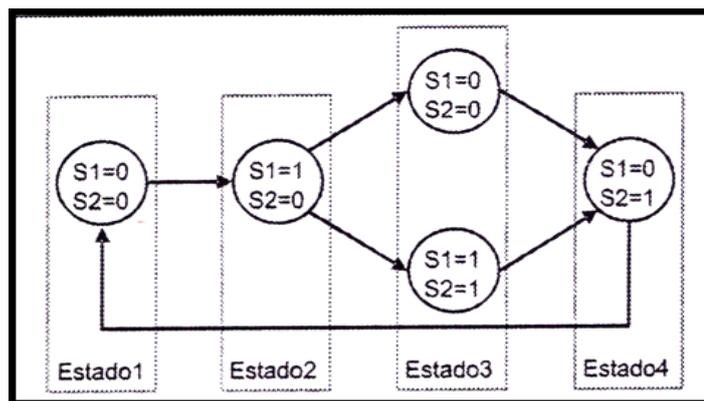


Figura 2. 13. Diagrama de flujo de secuencia

Fuente: Siemens (2009)

2.3.4 Diagrama de flujo de escalera

El diagrama de lógica escalera que despliega los cinco mensajes se obtiene de las condiciones mostradas en el diagrama de flujo de la figura 2.14.

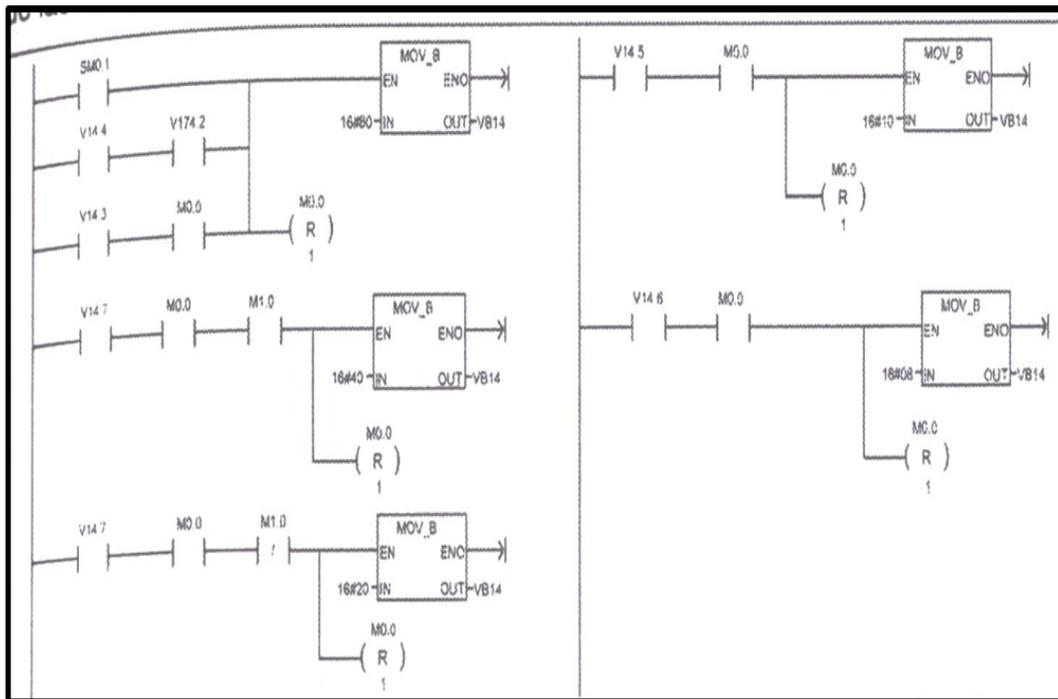


Figura 2. 14. Diagrama de lógica escalera de despliegue de mensajes

Fuente: Siemens (2009)

Las ecuaciones de las memorias son transferidas a un diagrama de lógica escalera mostrado en la figura 2.15, solo la memoria M1.0 tiene dos renglones, porque son dos ecuaciones, esta memoria utiliza la función SET y RESET. Cabe indicar que este tipo de lenguaje es universal dentro de la programación del PLC, es decir cualquier marca de PLC, se puede programar utilizando el lenguaje diagrama de escalera.

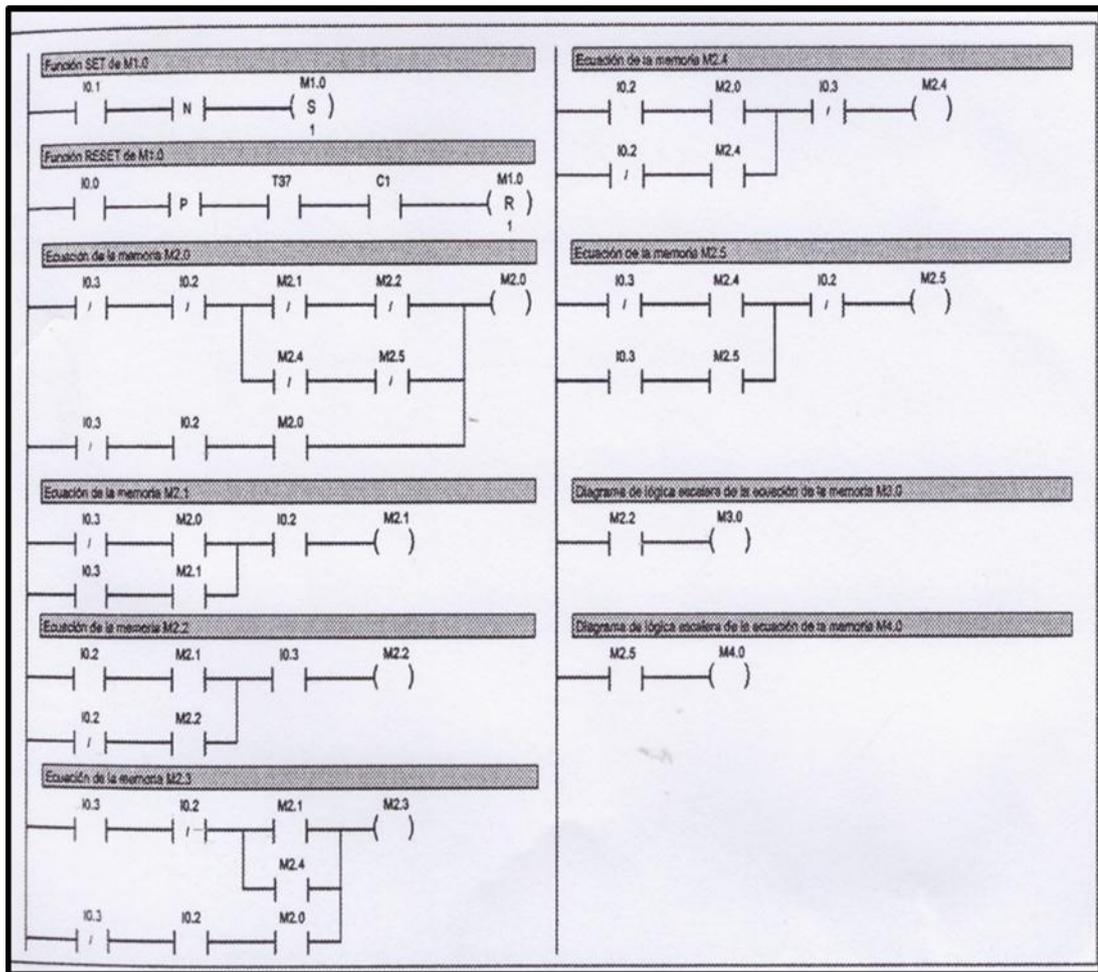


Figura 2. 15. Diagrama lógico escalera que representa las ecuaciones de las memorias.

Fuente: Siemens (2009)

La figura 2.16, muestra el diagrama resultante de las ecuaciones de los contadores, el valor preestablecido del contador C1 es dado a través del visualizador de textos, es por eso que tienen la dirección VW176 en lugar de tener un valor numérico. Los valores preestablecidos de los contadores C2 y C3 son valores muy altos, por lo que es imposible llegar a ellos ya que el número de barras a ser inspeccionadas no es mayor a cuatro dígitos; no se les dio un valor exacto ya que no se sabe cuántas barras buenas y malas estarán pasando por la estación de inspección de longitud.

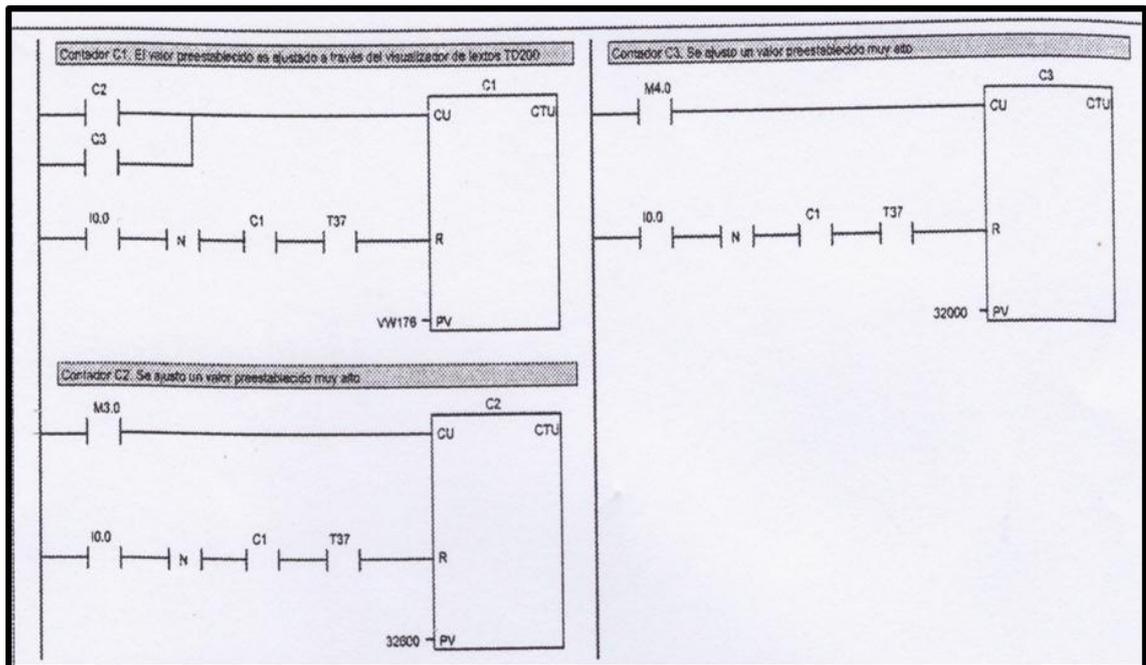


Figura 2. 16. Diagrama lógica escalera que representa las resultantes de ecuaciones de las memorias.

Fuente: Siemens (2009)

El temporizador T37 es el encargado de sacar la última barra de la estación de verificación, después de que C1 ha llegado a su valor preestablecido. El valor de T37 es de 180 segundos.

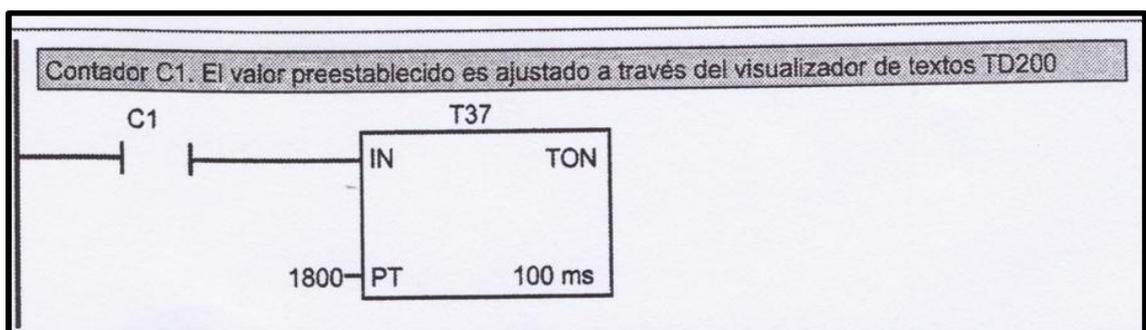


Figura 2. 17. Diagrama lógica escalera, configurando un contador

Fuente: Siemens (2009)

Las funciones de salida del sistema se resumen en tres: Q0.0 es la lámpara que será encendida cuando pase una barra con longitud incorrecta, Q0.1 será encendida cada vez que pase una barra con longitud correcta y salida Q0.2 es la encargada de encender la banda transportadora encargada de suministrar las barras a la estación de verificación.

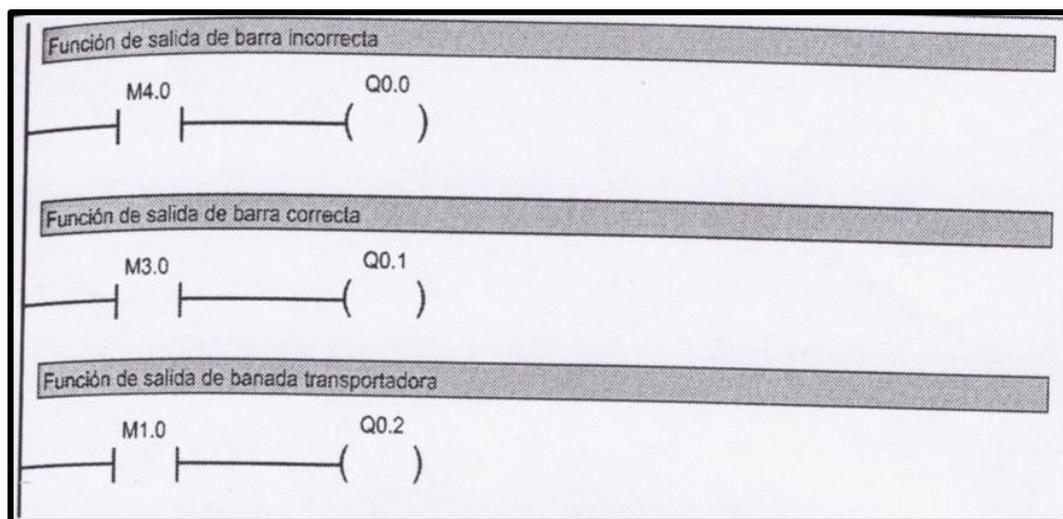


Figura 2. 18. Diagrama lógico escalera, funciones simplificado por contacto en entrada M y salida una bobina Q.

Fuente: Siemens (2009)

A la hora de programar sea con el lenguaje que se escoja, es fundamental tener en cuenta los conocimientos de control eléctrico, esto es recomendable para el lenguaje de escalera, para el lenguaje de listas “AWL” se deberá conocer sobre sentencias o comandos que muchas veces son representados por letras del alfabeto (mayúscula).

En el caso de CAFIESA, se debe conocer el diagrama de flujo, en base a ese diseño, será fácil programar el PLC, que a su vez gobernará a diversos dispositivos y máquinas. Cuando se está programando es vital conocer los bloques de funciones, de memoria etc. Tener la habilidad para visualizar de forma imaginaria los eventos, en

el caso de alarmas, cada aviso de alarma presenta un grado diferente de severidad entre ellas que se expresa con el tiempo que dura encendida y apagada la lámpara. Si la lámpara dura tiempo más apagada se considera que la alarma es menor severa.

2.4 Línea de producción de barras de chocolate

La naturaleza mecanizada de todo el proceso de hacer chocolate contribuye en gran medida a los altos estándares de higiene y saneamiento de la industria. Para mantener control sobre estas normas, las fábricas de chocolate realizan constantemente pruebas de calidad, que muestran si el proceso está avanzando dentro de las limitaciones estrictas, diseñadas para cada producto. Estas pruebas abarcan una gama de normas, por ejemplo, las pruebas para la viscosidad del chocolate, para el contenido de manteca de cacao, para la acidez, por la finura de un producto y, por supuesto, las pruebas de pureza y el sabor del producto final deseado.

Todos los fabricantes de chocolate, conocen que es importante tener en cuenta, el cumplimiento de las normas que se exponen en las reglas y regulaciones del Instituto Ecuatoriano de Normalizaciones INEN, (NTE INEN 2074, 623). Así como el Reglamento de registro y control sanitario, donde se debe notificar o especificar el contenido mínimo del licor de chocolate y leche utilizada. También imponen reglas estrictas con respecto a los aromas y otros ingredientes que se pueden utiliza

2.4.1 Materia prima para fabricación industrial del chocolate

En la elaboración industrial del chocolate, se requieren la siguiente materia prima:

a) Cacao en polvo

El cacao en polvo se elabora por medio de la reducción de la manteca mediante el proceso de filtración, amasado y prensado con el uso de prensas hidráulicas quedando una masa sólida llamada torta de cacao prensada, esta es quebrada en pequeños pedazos y pulverizada posteriormente para formar el polvo de cacao la característica varían según el tostado y el tipo de prensado y del tipo de polvo que se desee obtener.

b) Manteca de cacao

La manteca de cacao, es la grasa natural comestible y es separa de la masa de cacao mediante presión. La manteca de cacao tiene un suave aroma y sabor a chocolate.

La manteca en solido se puede conservar por un año, al ser refinada se reduce a seis meses y en liquido hasta un mes.

c) Leche en polvo

La leche le permite al chocolate a que adquiera suavidad, dulzura, puede ser entera o descremada se obtiene mediante la deshidratación de leche pasteurizada. Este proceso se lleva a cabo en torres especiales de atomización, en donde el agua que contiene la leche es evaporada, obteniendo un polvo de color blanco amarillento que conserva las propiedades naturales del producto.

Se utiliza leche en polvo porque a diferencia de la leche fluida, no es necesario ser conservada en frío, por lo tanto su vida útil es más prolongada, también es mucho más fácil de almacenar.

d) Azúcar

El azúcar o sacarosa es básicamente uno de los ingredientes necesarios para la elaboración de las barras de chocolate para darle el sabor dulce, se emplea

aproximadamente el 50% es un alimento sano y natural fuente de calorías en la dieta alimenticia. Se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares.

2.4.2 Procesos básicos de fabricación del chocolate

Cada fabricante de chocolate comienza con el tipo y la calidad de los granos de cacao usados. En el caso de CAFIESA, el proceso es el siguiente:

Pruebas, limpieza, y Roasting

Cuando los granos de cacao seleccionados llegan a la planta de fabricación pasan por un muy extenso procedimiento de muestreo y pruebas. Los granos de cacao de las muestras se ensayaron para el tamaño y defectos, tales como insectos o molde, y luego convertidos en licor de chocolate, que se evalúa para el sabor y aroma por catadores empresa.

Una vez que la prueba se ha completado y el envío es aceptado por el fabricante, los granos se limpian a fondo para eliminar cualquier materia extraña. Los granos de cacao luego entran en el asador para cualquier lugar de 10 a 35 minutos. En la figura 2.18, se muestra la máquina para el tueste, se introduce en su tolva el grano de cacao y por varias horas se deberá realizar este proceso, según el tiempo de tueste, se tendrá determinada calidad del producto.



Figura 2. 19. El proceso de tueste

Fuente: Equal Exchange (2007)

Cuando se limpian se están eliminando los residuos, a continuación, los granos se tuestan para oscurecer el color y reducir aún más las características de sabor del cacao. Los granos se pueden tostar a diferentes temperaturas y durante períodos de tiempo distintos, en función de diferentes variables como la humedad, el tamaño de los granos, y el sabor deseado. Después de asar o tostar, los granos se "ventilaban" para eliminar las cubiertas (conchas) de toda la "pepa" del cacao, dejando sólo el cacao en grano tostado, que es el ingrediente clave para la fabricación de chocolate.

Cracking y Pulido

Mientras se tuesta, la cáscara del grano de cacao se separa del núcleo de la pepa y se retira en la primera etapa del proceso de craqueo. Están agrietados Los granos (no

picado) haciéndolo pasar a través de conos dentados. Los granos agrietados ahora se denominan granos de cacao.

A medida que la cáscara es seco y ligero, puede ser aventado desde el grano de cacao. Aventamiento se realiza por la exposición a una corriente de aire, de modo que las conchas se soplan libre de las puntas más pesadas. Los *nibs* contienen aproximadamente 53 por ciento manteca de cacao, dependiendo de la especie de cacao.

Molienda o Refinación

Después de asar y “airear”, las semillas de cacao, se muelen hasta formar una pasta llamada licor de chocolate (también conocido como pasta de cacao). A pesar del nombre, licor de chocolate no tiene absolutamente ningún contenido alcohólico.



Figura 2. 20. El licor de cacao

Fuente: Agostoni (2012)

El licor de chocolate o bien se puede utilizar directamente en la producción de barras de chocolate o procesa adicionalmente para separar la grasa, conocida como manteca

de cacao, del cacao sólido, dejando torta de cacao. La manteca de cacao se utiliza en barras de chocolate y productos de belleza. La torta de cacao se muele en polvo de cacao para ser utilizado para la cocción de cacao y chocolate caliente

Para el segundo proceso de refinación, la mayoría de los fabricantes de chocolate utilizan un refinador de rodillo o un molino de bola, que tiene dos funciones: para reducir aún más el tamaño de partícula de la masa de cacao (y cualesquiera otros ingredientes, tales como azúcar o leche en polvo) y para distribuir el cacao mantequilla uniformemente en la masa, cubriendo todas las partículas.

El propio proceso de laminación crea calor que funde y distribuye la manteca de cacao. Así como el sabor del chocolate, los fabricantes deben decidir sobre el tamaño de partícula para cada uno de sus chocolates. Este es el primer paso para desarrollar suave y cremosa sensación en la boca de chocolate.

Los diferentes porcentajes de la manteca de cacao se retiran o añaden al licor de chocolate. La manteca de cacao lleva el sabor del chocolate y produce un efecto de enfriamiento en la lengua que usted podría notar cuando comer chocolate negro.

Conching

Este proceso desarrolla el sabor del licor de chocolate, liberando algo de la amargura inherente y da el chocolate determinada calidad. La máquina de la concha tiene rodillos o palas que amasan continuamente el licor de chocolate y sus ingredientes durante un período de horas o días, dependiendo del sabor y la textura deseada por el fabricante.



Figura 2. 21. El proceso de conchado

Fuente: Equal Exchange (2007)

Para hacer barras de chocolate, el licor de chocolate y manteca de cacao se mezclan con otros ingredientes tales como azúcar, la vainilla y la leche (para el chocolate con leche), estos ingredientes son luego refinados. Para barras de chocolate, tiene importancia el tamaño de las partículas de los ingredientes, es decir hay un refinado a un tamaño tan pequeño que no se puede sentir por la lengua humana, dando el chocolate gran parte de su textura suave. Esta mezcla es entonces "*conched*", o mezclado y aireado a altas temperaturas. Este proceso se mezcla a fondo los ingredientes, sacando algo de la acidez del cacao y desarrollar aún más los sabores que aparecerán en la barra final.

Tradicionalmente, el conchado ha sido un proceso prolongado de la mezcla de los ingredientes durante largos períodos de tiempo, ahora es común que las empresas

utilizan la lecitina de soja, un emulsionante, para ayudar a mezclar los ingredientes, lo que les permite reducir drásticamente el conchado tiempo y costos.

Templado y Formación de chocolate

El chocolate es entonces "templado" a través de un lento, escalonado disminución de la temperatura. Durante este proceso, el chocolate se enfría y después se calentó, después se enfría aún más y se calienta una vez más, y así sucesivamente hasta que se alcanza la temperatura correcta, creando una cristalización incluso de los ingredientes de todo el chocolate. Si se hace bien, el templado es lo que da el chocolate su textura suave y encaje cuando se rompe en dos.

Después de que el chocolate es templado correctamente, está listo para inclusiones de ingredientes adicionales, tales como almendras, granos de café, o la sal del mar. El chocolate se vierte entonces en moldes, que forman la forma de la barra. El chocolate se enfría hasta que se vuelve sólida y se retira entonces de los moldes como barras de chocolate.

Una vez que las barras se enfrían, se envuelven en su envoltura interior para mantener el chocolate fresco durante 12 a 24 meses. A continuación, se etiquetan, embalados en cajas y se apilan en palés



Figura 2. 22. El proceso de templado del chocolate

Fuente: Equal Exchange (2007)

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO AUTOMATIZADO DE PRODUCCION DE BARRAS DE CHOCOLATE EN CAFIESA

3.1 Ubicación de la Fábrica

La empresa Cacao Finos Ecuatorianos S.A. CAFIESA, se encuentra ubicada en el Km. 4.5 de la vía Durán Tambo, ver figura 3.1.



Figura 3. 1. Ubicación CAFIESA

Fuente: el autor

Produce y comercializa semielaborados de cacao, como la pasta, manteca y cocoa. Sus ventas bordean los \$ 7 millones al año. Existe un plan de expansión, el cual se destinan 2.000 metros cuadrados para una línea de producción de barras, lentejas discos y otras variedades derivadas del chocolate. Se prevé invertir aproximadamente 7 millones de dólares en la nueva planta chocolatera.

3.1.1 Operaciones de los Sistemas Automatizados

En base a los requerimientos de CAFIESA, se deberá aplicar operaciones de medición, evaluación y control.

Medición: Para que un sistema automatizado reaccione ante los cambios impredecibles de la variable controlada dentro de un proceso industrial, se necesitará utilizar medidores o transmisores de medición. Estos pueden medir la temperatura, masa, nivel, presión.

Al respecto Moreno (2014) en un trabajo de titulación sobre automatización en fabricación de chocolates, indica que, estas medidas suministran al sistema la información necesaria para poder realizar un control. Este sistema es denominado Retroalimentación (Feedback), ya que la información obtenida de las medidas es retroalimentada al sistema de ingresos del sistema de la máquina para después realizar el respectivo control.

Evaluación: La información obtenida gracias a la medición es evaluada para así poder determinar si una acción debe ser llevada a cabo o no. (Moreno, 2014, p. 17).

Control: Es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación. Esto lo realizan los controladores, para la propuesta de automatización en CAFIESA, se toma en cuenta los PLC's.

3.1.2 Control de procesos de fabricación de barras de chocolate

Se define las áreas que deben tomarse en cuenta para el diseño de automatización, es decir definir el área de chocolatería corresponde, conocer bien sus características de cada área:

- MEZCLADO

- SUPRATON
- CONHAJE
- REFINADO
- MOLDEADO

3.2 Optimización en la línea de producción de barras de chocolates

Primera fase: mezclado

Al pulsar el botón primero prende el agitador del mezclador, luego prende la bomba de manteca, con un sensor de peso cuando llega a los 1.200kilos, se apaga la bomba de manteca. Prende la exclusiva y el motor sin fin donde se ingresara los 2.700kilos del polvo de cacao, se deberá mantener encendido, hasta que el peso del mezclador llegue a los 3.900kilos apagando la exclusiva y el motor sin fin.

Luego se deberá encender la exclusiva y el motor sin fin donde ingresaran los 1.200kilos de azúcar, se mantiene encendido hasta que el peso del mezclador llegue a los 5.100kilos apagando la exclusiva y el motor sin fin. Se encenderá ahora la exclusiva y el motor sin fin donde ingresaran los 900kilos de leche en polvo, se mantendrá encendido hasta que el peso del mezclador llegue a los 6.000kilos apagando la exclusiva y el motor sin fin.

Se espera 1 hora a que mezcle.

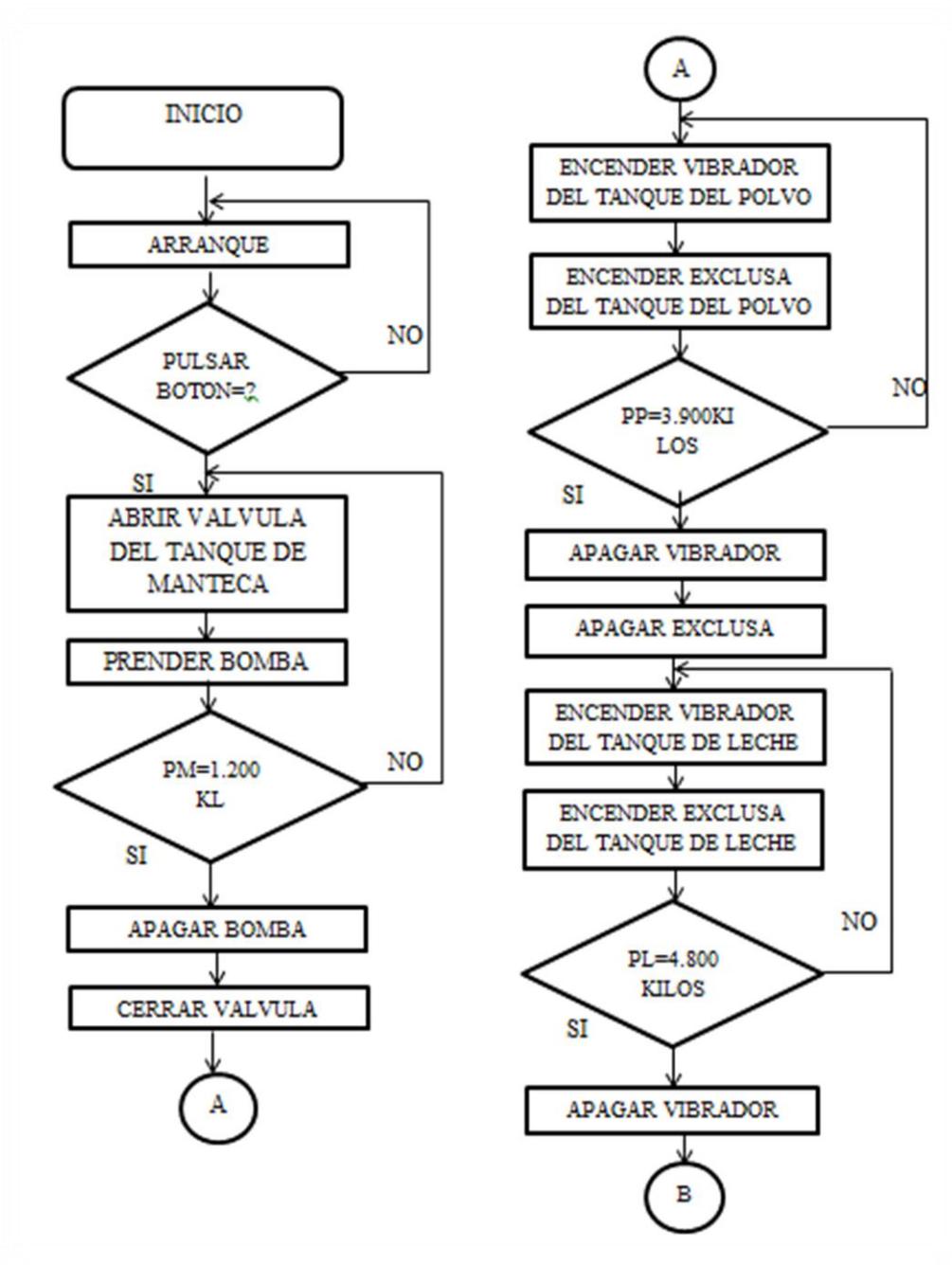
Segunda fase: conchado

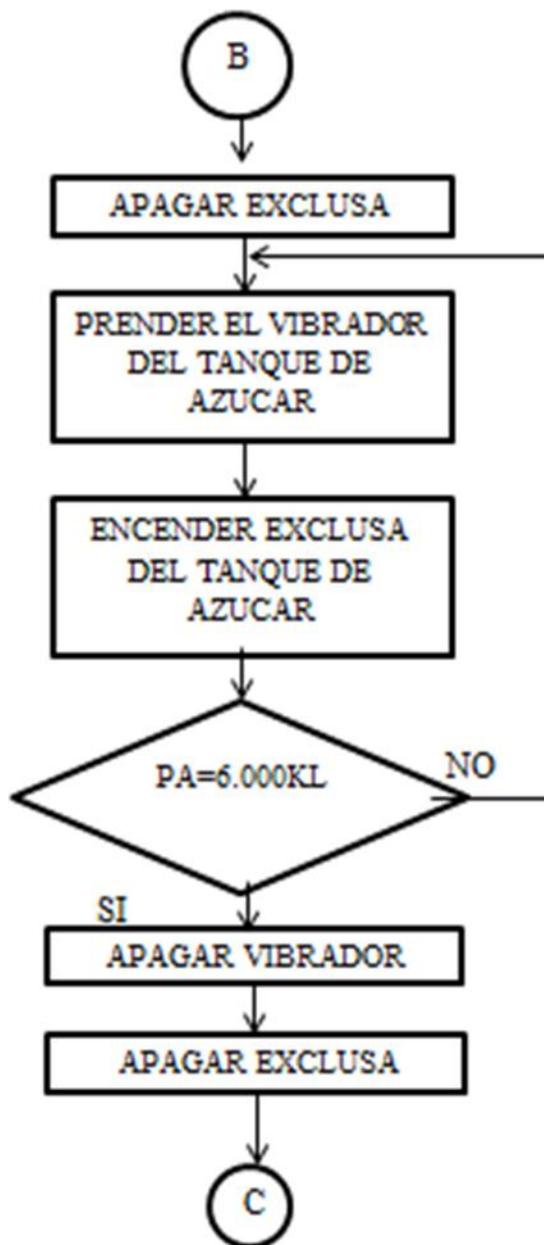
Primero arranca el supraton y luego la bomba que envía a llenar la concha #1 y deben permanecer encendidos hasta cuando llegue al peso de que el tanque

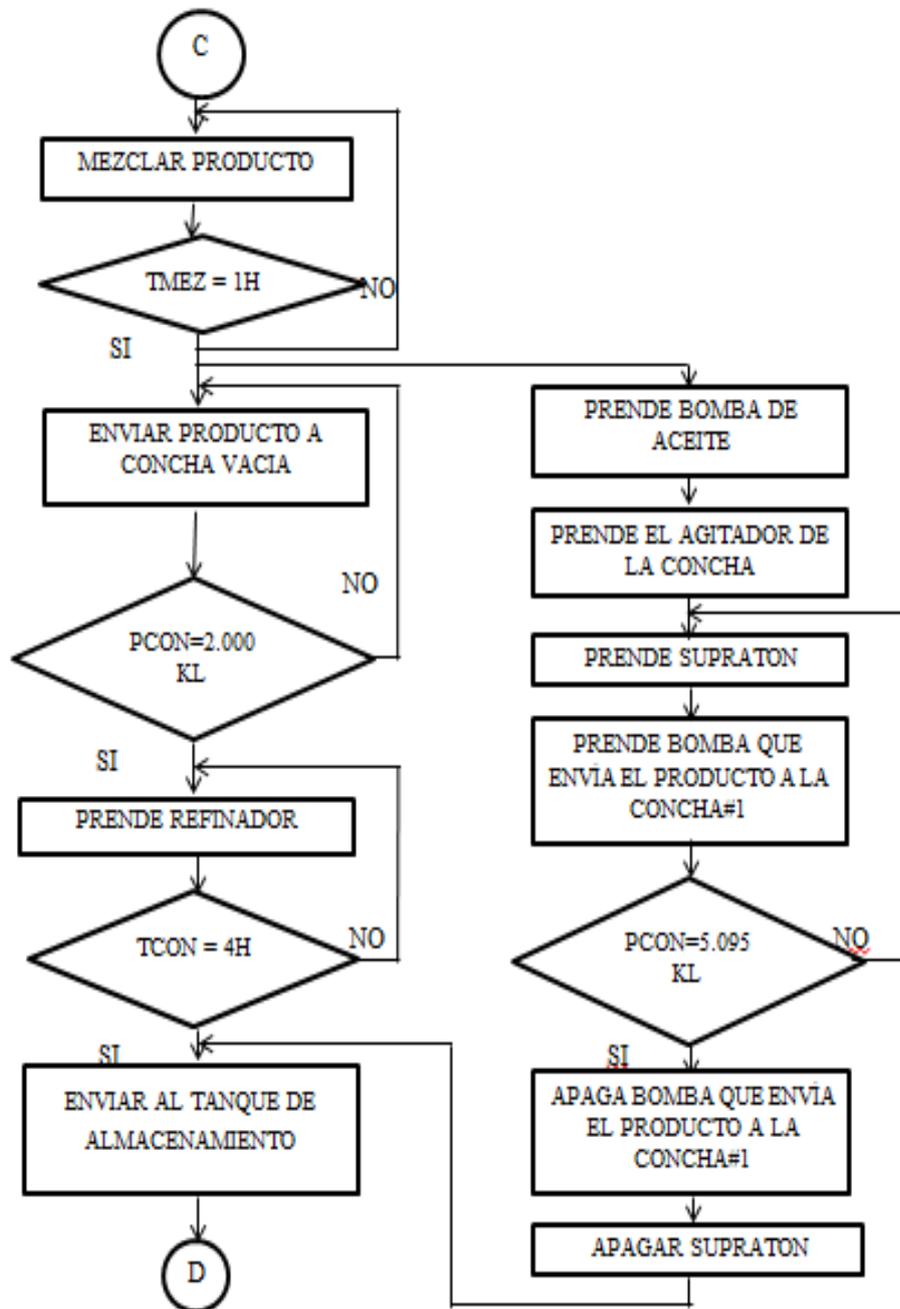
mezclador este vacío entre 0-50kilos apagándolos automáticamente, con la concha #1 se prende el agitador y la bomba de aceite, cuando llegue a los 4.000kilos se espera 5 horas a que se encorche en paralelo a este proceso volver al primer punto para la concha #2.

Al pasar las 5 horas se enciende la bomba que envía el chocolate al tanque de almacenamiento al tener los 6.000kilos se enciende el agitador del tanque, la válvula y el tamiz este tiene un sensor de nivel que cuando está lleno enciende la válvula que llena al tanque de la moldeadora que su capacidad es de 2.000kilos tiene un sensor máximo y uno mínimo que cuando llega a su nivel máximo se apaga y cuando está en su nivel mínimo se enciende.

3.3 Diagrama de flujo para el sistema automático del tanque mezclador







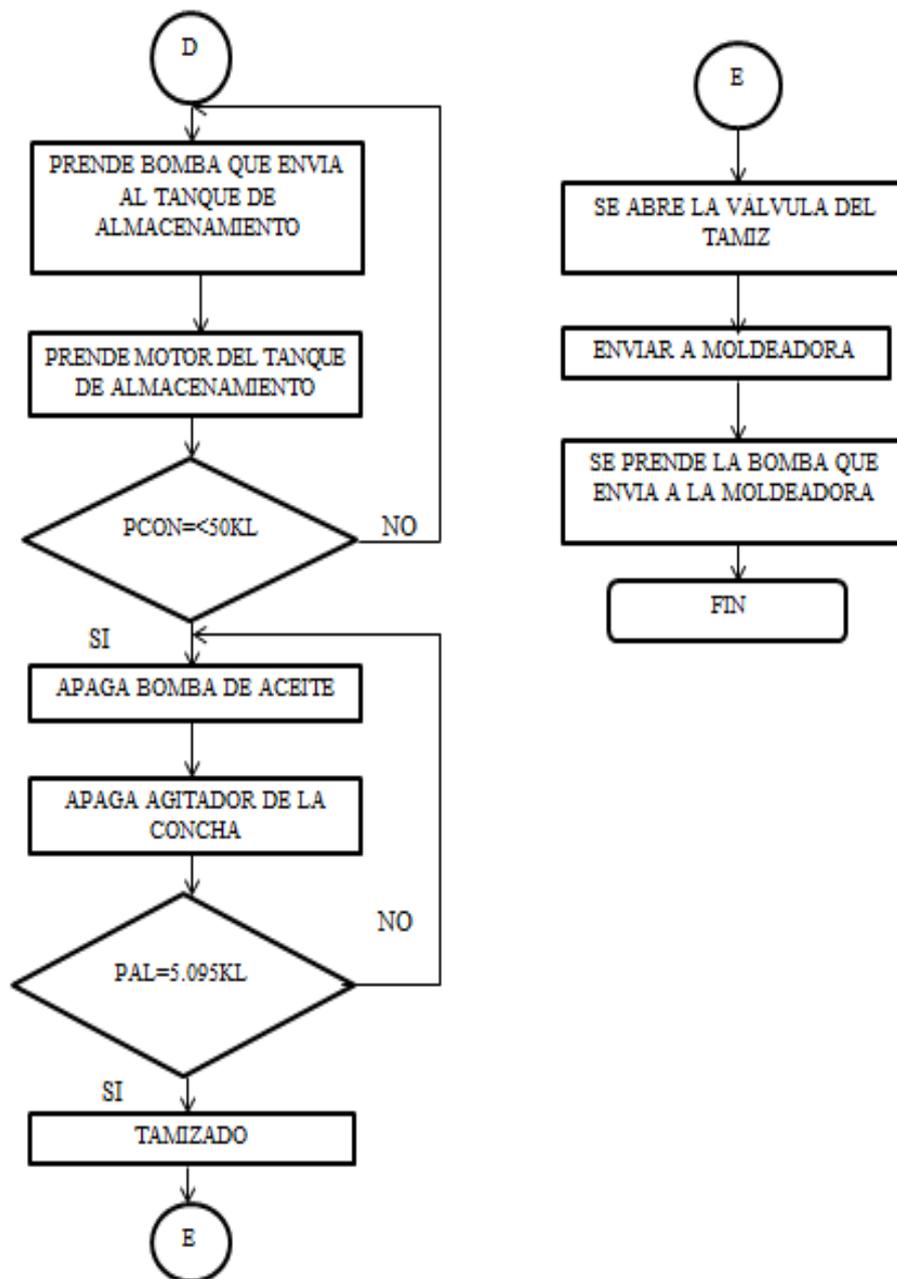


Figura 3. 2. Diseño de área diagrama de flujo para automatizar fabricación de barras de chocolate en CAFIESA

Fuente: el autor

VARIABLES A CONTROLAR

PM= PESO MANTECA

PP=PESO POLVO

PL=PESO LECHE

PA=PESO AZUCAR

PCON=PESO CONCHA

PAL=PESO ALMACENAMIENTO

TMEZ= TIEMPO MEZCLADOR

TCON=TIEMPO CONCHA

3.4 Requerimiento de Mano de Obra.

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO.	N° DE PERSONAS.
Operador de la máquina mezcladora.	6
Operador de la máquina encorchado.	2
Operador de la máquina de almacenado.	2
Operador de la máquina envolvedora.	6

3.5 Maquinaria y equipo.

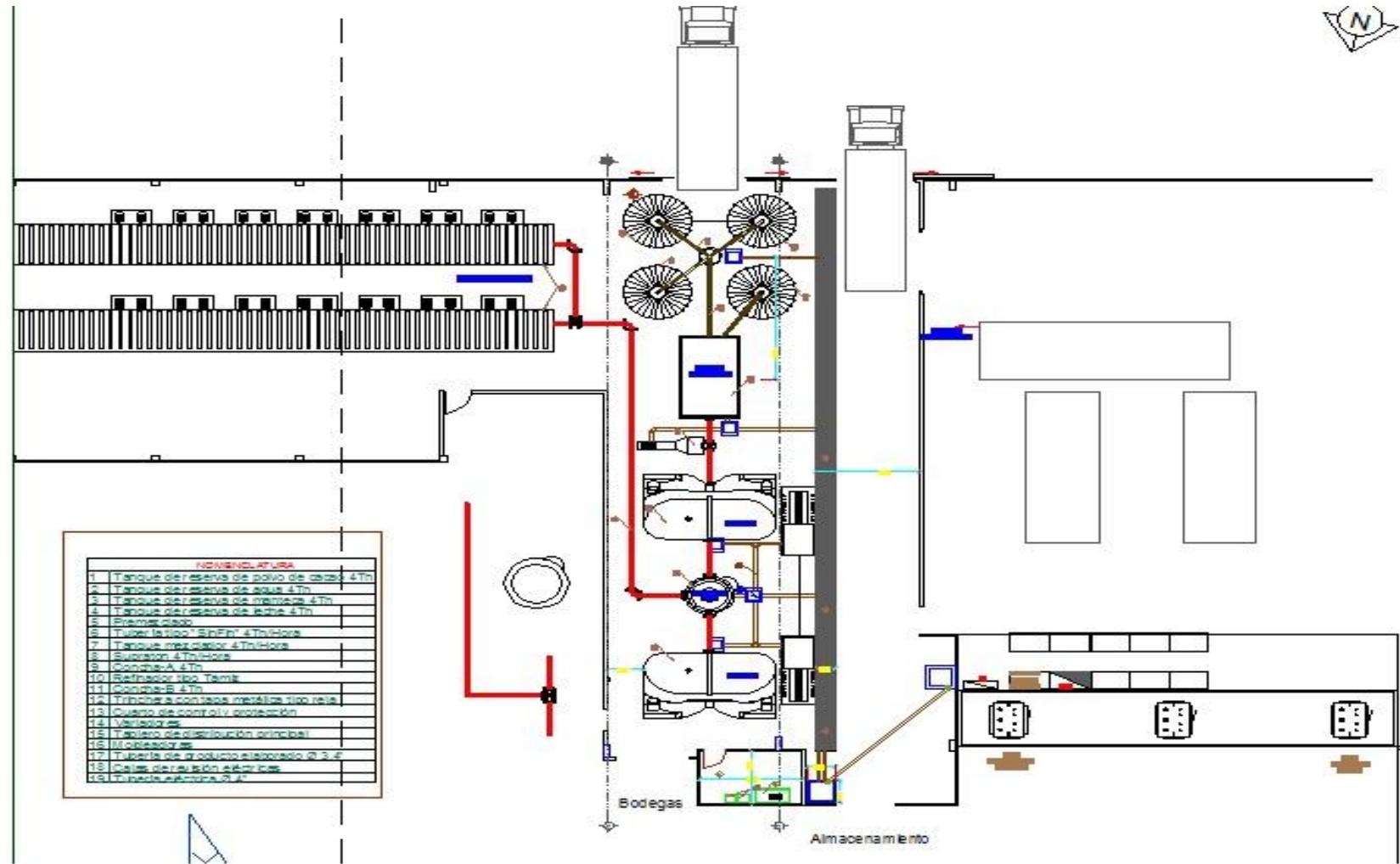
ITEMS.	N° DE MÁQUINAS.
Máquina mezcladora	1
Motores (supraton)	1
Máquina mezcladora “conchadoras”	2

Tamiz	1
Equipo de refinación.	2
Depósito de chocolate.	2
Transportador de enfriamiento.	2
Transportador vibratorio.	2
Máquina rellenadora.	2
Transportador de moldes vacíos.	3
Máquina empaquetadora.	6

3.6 Gastos generales de planta.

Potencia: 330 HP.

En las siguientes gráficas, se muestra el diseño de la nueva planta de producción de barras de chocolate para CAFIESA. En la figura 3.2, se muestra el diseño general de la línea de producción de barras de chocolate, en la parte central superior se aprecia el ingreso de la materia prima (granos de cacao) que serán almacenados en 4 tolvas, luego por medio de un tanque mezclador (con paletas) se debe producir el mezclado, la fuerza y movimiento de las paletas rotativas viene dada por el motor 1, luego en el Supraton viene el proceso de molienda, para luego forjar el conchado (descascaramiento del grano), su etapa final será el moldeo en barras.



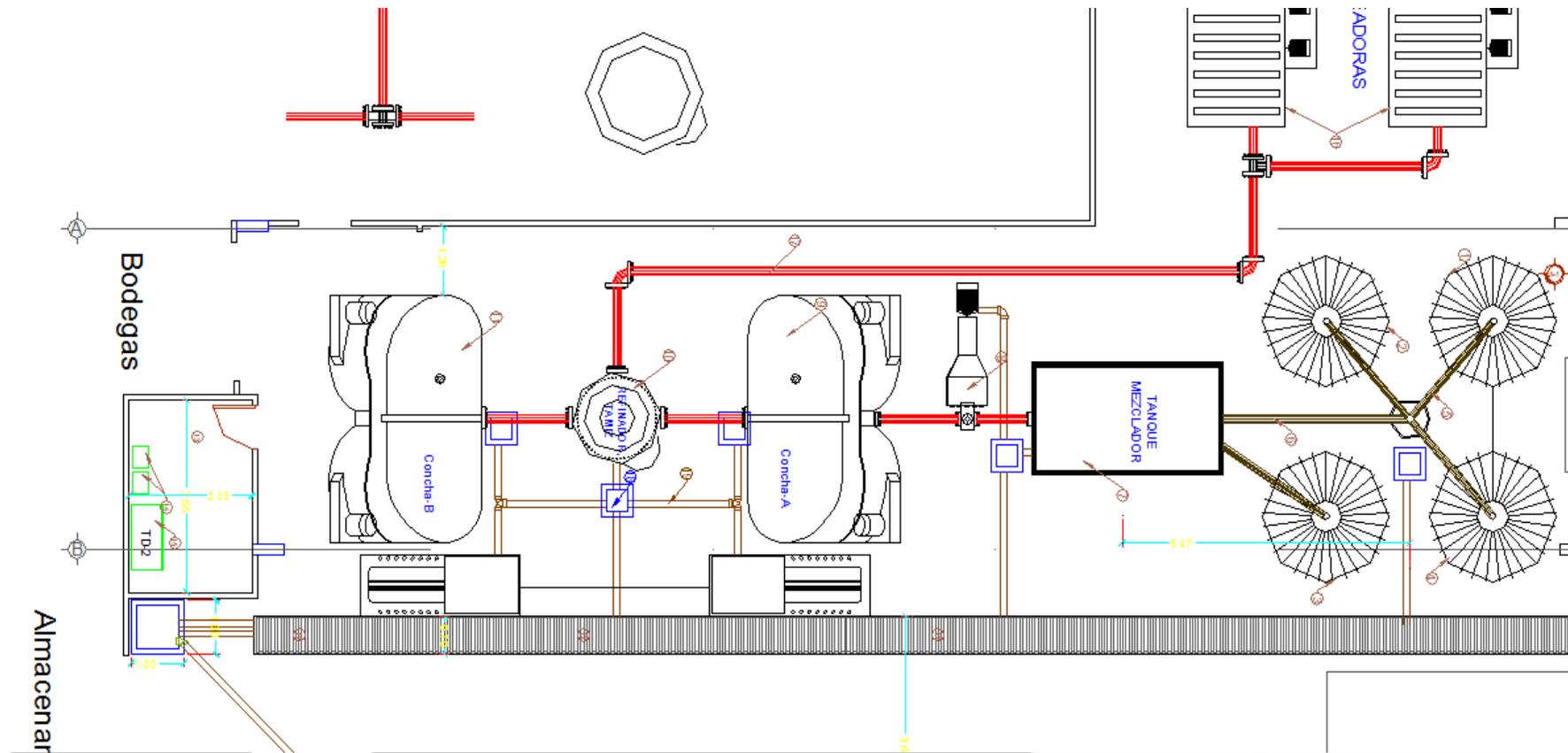


Figura 3. 3. Diseño de área de conching, los motores deben ser controlados por variadores de velocidad

Fuente: el autor

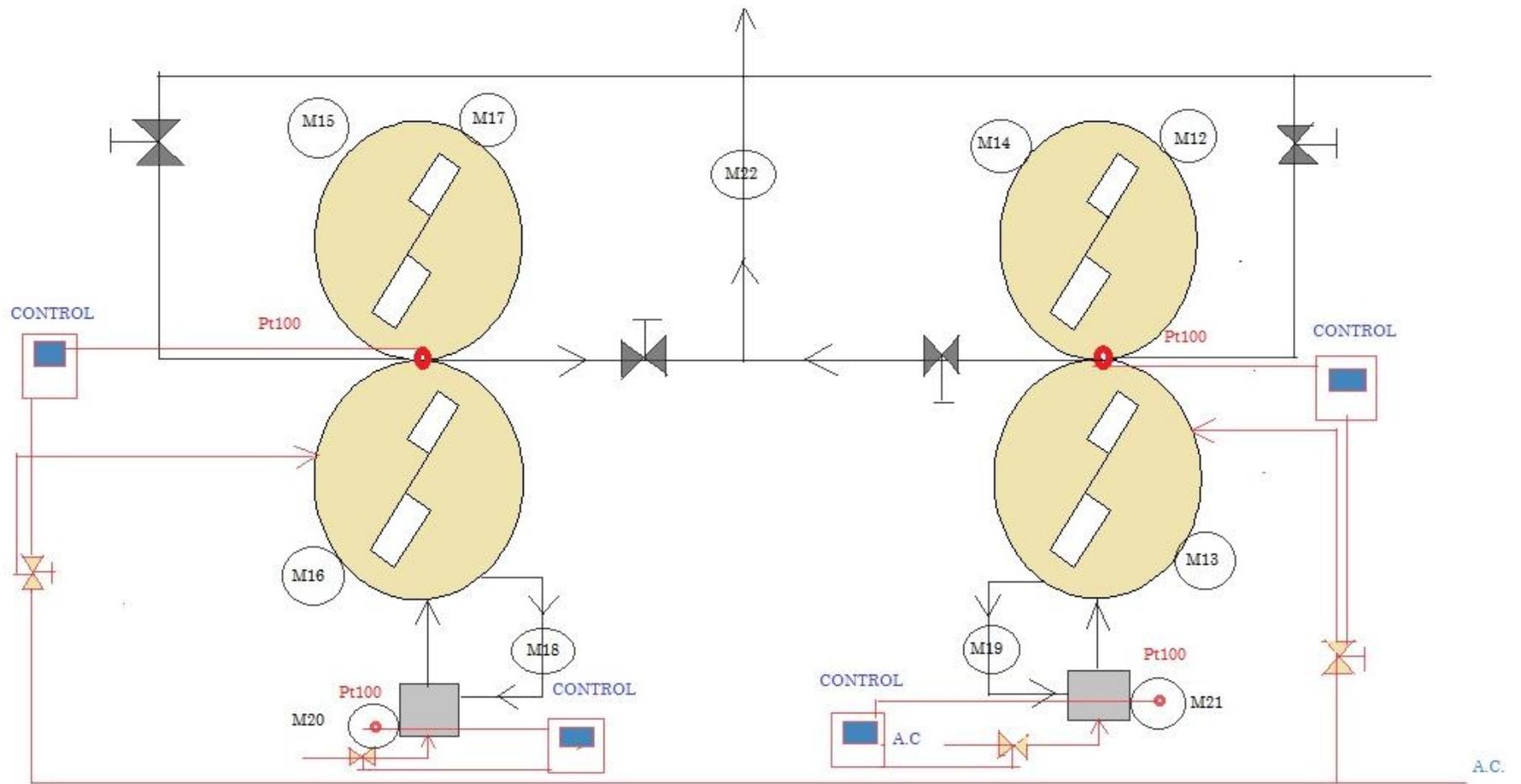


Figura 3. 4. Diseño de Control automatizado de conchas

Fuente: el autor

3.7 Diseño infraestructura de alimentación eléctrica para CAFIESA

Se deberá realizar inversiones para un banco de un tablero de transferencia principal que tenga a su vez derivaciones a seis tableros de distribución. Siguiendo esta recomendación se garantiza energía segura para la operación de la maquinaria, se puede recomendar incluso que este respaldado por un grupo electrógeno, en caso de suspensión eléctrica.

Las cargas de mayor incidencia corresponden a los motores de inducción trifásicos por lo que se instalaran equipos de Corrección de Factor de Potencia.

La demanda estimada inicial es de 400KVA, que con un Factor de Potencia Corregido de 0.96 obtenemos una Demanda de 336 KVA por lo que, tomando en consideración los resultados de los respectivos estudios eléctricos, se ha estimado conveniente la toma de carga desde el actual banco de transformadores 3Ø500KVA-13,2-0.380KV.

Tabla 1. Características de transformadores de potencia en CAFIESA

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIÓN
Trafo-1:	3Ø 500KVA 13.2-0.380KV	Actualmente en uso
Trafo-2:	3Ø 500KVA 13.2-0.220/110KV	Actualmente en uso
Trafo-3	3Ø 500KVA 13.2-0.220/110KV	No está en uso (dañado)

Fuente: el autor

Actualmente la fábrica CAFIESA se alimenta por medio de una acometida aérea trifásica con cables 3#2 Al. Asc, la misma que por medio de interconexión subterránea llega al banco de transformadores que se encuentra en el interior de la fábrica y consta de transformadores.

Adicionalmente, se tiene un servicio a 13.2 KV y el consumo de energía y demanda se lo registra a través de medición indirecta por medio del Medidor EZAV 586487

Si se realiza estas implementaciones en la nueva línea de producción de chocolate, se puede lograr:

- Obtener una mejor confiabilidad del servicio, empleando maquinarias modernas con mejor rendimiento y menor consumo
- Disponer de capacidad adecuada de transformación para los futuros crecimientos a largo plazo.

Las siguientes graficas indicas el diseño para la acometida de media tensión en los predios de CAFIESA.



Figura 3. 5. Acometida eléctrica en media tensión

Fuente: el autor

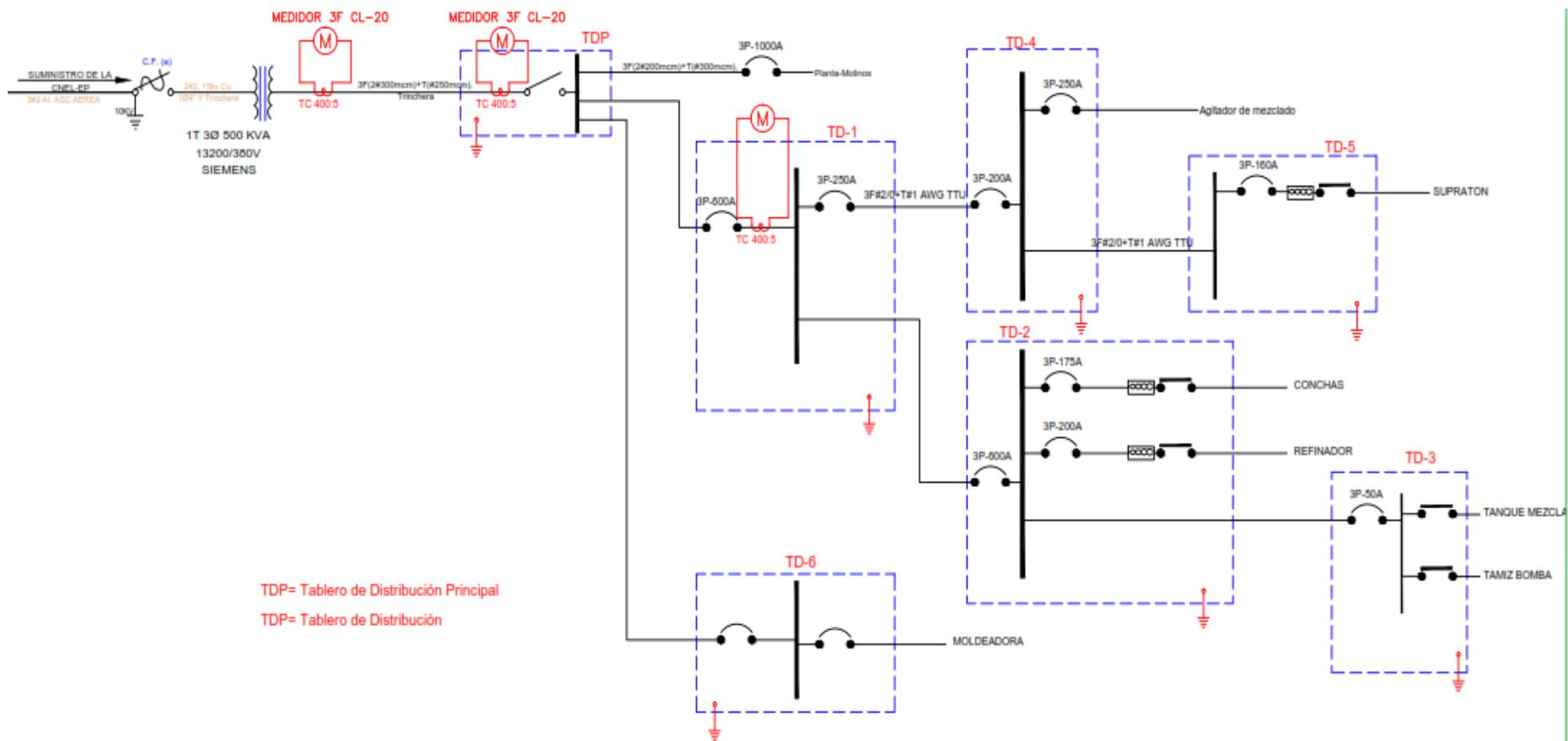


Figura 3. 6. Diseño eléctrico para el Tablero de Distribución Principal

Fuente: el autor

CAPÍTULO 4. ESTUDIO ECONÓMICO

4.1 Estudio de factibilidad

Este es uno de los principales estudios que se debe realizar antes de hacer una propuesta formal de un cambio en una máquina, un proceso o una celda de manufactura. En este estudio es imperativo analizar diversos puntos tanto en el producto como del proceso actual. Entre éstos puntos destacan los siguientes.

Factibilidad técnica

En este punto se debe considerar que los dispositivos que van a integrar la automatización deben de ser comercializados en el lugar donde se encuentre la compañía dueña del equipo o proceso. Entre más comunes sean los dispositivos que se utilizan en la integración de la automatización, más fácil es vender el proyecto y más sencillo es mantener activo el equipo sin tener tiempos de espera cuando la máquina requiera el cambio de algún dispositivo o simplemente mantenimiento.

Factibilidad de diseño

SI se va a actualizar una máquina o un proceso que ya existe en una línea de producción, se debe verificar sea flexible en cuanto a aceptar una actualización. Algunos procesos realmente no tienen esta capacidad y si la maquinaria o equipo ya es muy antiguo, en ocasiones si es conveniente buscar la adquisición de un equipo nuevo. Un ejemplo de ello es cuando la estructura mecánica de la máquina está muy deteriorada de tal manera que ya no es conveniente realizar la inversión en la actualización de un equipo.

Tiempo de diseño e implementación

El tiempo requerido para el diseño la mayoría de las veces no interrumpe la operación del proceso, ya que por lo regular se utilizan programas que ayudan a realizar una simulación lo más apegada al proceso o equipo que va a automatizarse. Este tiempo puede definirse como tiempo de escritorio ya que es aquí donde se realiza la ingeniería.

En cambio, el tiempo de la implementación es el más crítico si se trata de la actualización de una máquina o proceso, puesto que se tienen que ajustar los tiempos para poder “retirar” de producción dicha máquina o proceso, teniendo como problema principal el riesgo de que al realizarse la implementación se tengan que realizar ajustes ya con el proceso trabajando.

4.2 Costo-beneficio

El costo-beneficio es otro de los puntos que se deben considerar al presentar un proyecto de automatización o reconversión de un proceso. Dentro de los costos debe analizarse desde el porcentaje de desperdicios hasta el nivel de reducción de accidentes. Una de las desventajas de la automatización –o ventaja, según el punto de vista- es que se requiere de personal preparado para el desarrollo y mantenimiento de los sistemas requeridos por los procesos, por lo que el área de automatización requerirá constantemente de personal especializado.

Los pasos para realizar un análisis de costos-beneficios deben de ser adecuados al tamaño y tipo de proceso. A continuación se exponen dichos pasos:

01. Si existe más de una propuesta, se debe reunir datos importantes de cada una de ellas.
02. Determinar los costos de cada una de las propuestas; algunos costos son exactos, mientras que otros deberán de ser estimados.
03. Obtener los costos totales de cada una de las propuestas.
04. Determinar los beneficios en costo para cada una de las propuestas.
05. Ejecutar las relación costos-beneficios, donde los beneficios se localicen en el numerador y el costo en el denominador
$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}}$$
06. Comparar el resultado de las diferentes propuestas; la mejor solución en términos financieros es la que tenga la relación más alta.

Procesos manuales

Hoy en día existen algunos procesos que sólo pueden ser realizados en forma manual; a esto se les denomina procesos artesanales; sin embargo algunos de éstos procesos si pueden ser automatizados. Por ejemplo, si el costo del proyecto sobrepasa el 80% del costo del proceso trabajando en forma manual, se dice que no es rentable; pero si se tiene la idea de reacondicionar el equipo automatizado mediante pequeños cambios para otro proceso que esté por implementarse, se puede volver rentable. En resumen, hasta el momento no se sabe de algún proyecto que no sea rentable, sin embargo hay algunos procesos en que no es posible aplicar la automatización; a éstos se les llama productos completamente artesanales.

En seguida se enumeran algunos de los beneficios inmediatos que se obtienen al automatizar:

- Reducción del desperdicio de materia prima.
- Incremento en la calidad del producto.

- Reducción de riesgos en la operación.
- Incremento en la producción.
- Estaciones de trabajo ergonómicas.

4.3 Retorno de la inversión

Al desarrollar un proyecto de automatización o reconversión de equipo de debe considerar la amortización del costo de la tecnología utilizada. En este sentido se debe considerar la amortización del costo de la tecnología utilizada. En este sentido, algunos puntos que ayudan a que sea más atractiva la inversión es el uso de tecnologías que se puede reutilizar en otros procesos. También debe considerarse el empleo de tecnología de punta, cuyas ventajas consisten en el tiempo que perdura vigente dicha tecnología y en la recuperación de la inversión, los cuales son elementos determinantes para la elección del equipo en la implementación de un nuevo proceso automatizado.

Por ejemplo, el retorno de la inversión al aplicar un robot en un proceso automatizado es de 2.5 años aproximadamente, dependiendo del grado de dificultad de las actividades que vaya a realizar el robot, mientras que su vida útil depende del mantenimiento preventivo y predictivo que se le dé; si estos mantenimientos son los adecuados en forma y tiempo, el equipo puede durar más de 10 años, el cual es el período medio de vida útil de un robot. Desde luego, hay que considerar que las tecnologías cambian constantemente y es obvio que en 10 años el equipo será obsoleto en cuanto a tecnología se refiere, pero funcional para procesos que no requieran de mucha precisión.

El retorno de la inversión de un robot de tipo industrial se obtiene con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{C}{[W + I + D - (M + S)]}$$

Dónde:

P= # de años para recuperar la inversión

C= Costo total del sistema

W= Sueldo anual de trabajadores

I= Ahorro en productividad

D= Depreciación permitida

M= Costo de mantenimiento

S= Costo del personal de apoyo

CONCLUSIONES

Al automatizar los diversos procesos para fabricar barras de chocolates, se obtiene una eficiencia en cuanto a prescindir de operadores, en el caso de producción es a nivel industrial esto se lo realiza en 24 horas, y contratan 3 operadores para turnos de 8 horas.

El PLC es quien gobierna a las maquinas a través de sus contactores de arranque, bobinas, sensores etc.

Al desarrollar un proyecto de automatización o reconversión de equipo de debe considerar la amortización del costo de la tecnología utilizada.

La reubicación de los tableros eléctricos en un solo Tablero de Distribución Principal TDP (dentro de cuarto eléctrico) es criterio técnico para asegurar mantenimientos y operaciones de alimentación apegadas a normas técnicas.

El proceso clave es el conchado, en el cual el grano de café es descascarado, para ese proceso es conveniente utilizar para cada uno un lazo cerrado con un PLC, medidores de masa y temperatura, el cual debe comunicarse con su respectiva válvula de control.

RECOMENDACIONES

Capacitar a los operadores del área de chocolatería, en configuración de sensores y principios de funcionamiento de PLC's.

Realizar las operaciones de mantenimiento preventivo.

Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

Integrar la gestión y producción.

Se recomienda utilizar equipamiento SCADA, para supervisión remota o en el sitio, esta parte es fundamental para lograr el 100% de automatismo en el proceso de fabricar barras de chocolates.

También debe considerarse el empleo de tecnología de punta, cuyas ventajas consisten en el tiempo que perdura vigente dicha tecnología y en la recuperación de la inversión, los cuales son elementos determinantes para la elección del equipo en la implementación de un nuevo proceso automatizado

BIBLIOGRAFIA

Guerrero, V. Martínez, L. Yuste, R. (2009) Comunicaciones Industriales. Barcelona. Marcombo.

Mengual, Pilar (2009) Una manera fácil de programar PLC Siemenes. Barcelona: Marcombo.

Moreno Cecilbet (2014) Sistema automatizado para el control de la temperatura en equipos para los procesos de conchado y atemperado en la producción artesanal del chocolate, usando logo. Repositorio UNV. Recuperado de: <http://biblo.una.edu.ve/docu.7/bases/marc/texto/t38837.pdf>

Soria, Saturnino. (2013) Sistemas automáticos industriales de eventos discretos. México: Alfaomega

Siemens (2009) Soporte técnico. Linea caliente. Recuperado de: www.siemens.com

Tapia, Valeria. (2015) Elaboración de Chocolate “Apolo” Proyecto ESPOCH.

GLOSARIO

Hardware: Corresponde a la estructura física del computador, a sus partes tangibles. Ejemplo de ello es el teclado, pantalla, circuitos, disquetes, etc.

Software: El software es la parte intangible (físicamente) de un computador. Se utiliza este término para referirse a todo el soporte lógico utilizado por un computador (conjunto de datos y programas).

Software de aplicación: Corresponde al conjunto de programas que cumple una función específica, con el objeto de solucionar una necesidad particular del usuario, excluyendo las tareas del sistema operativo.

Microprocesador: Un microprocesador es un circuito de alta escala de integración (chip programable), compuesto por miles de circuitos más simples como: flip flops, contadores, registros, decodificadores, comparadores, etc.; todos ellos distribuidos internamente en varios bloques funcionales. También es conocido como Unidad Central de Procesamiento o CPU.

Memoria: La Memoria es la encargada de almacenar datos y programas, ya sea por un corto (un rato) o largo (años) período de tiempo.

Microcontrolador: Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Interfaz: Es una conexión física y funcional entre dos sistemas o dispositivos.

Programa: Un programa es un conjunto de instrucciones escritas en algún lenguaje entendible por la máquina. A través de los programas el computador puede realizar variadas operaciones, desde procesar textos y dibujos hasta resolver complejos problemas matemáticos.

Lenguaje: Es aquella estructura que, con una cierta base sintáctica y semántica, imparte distintas instrucciones a un programa de computadora.

Anexo 1: Presupuesto referencial para automatizar línea de producción de barras de chocolate en CAFIESA

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE SUMINISTRO Y REPARACION DE EQUIPOS, OBRAS CIVILES, Y ELECTROMECHANICAS									
PROYECTO: NUEVA LINEA DE PRODUCCION DE CHOCOLATE FABRICA CAFIESA									
FE C H A:	ene-15			PLAZO : 11 MESES					
<i>R u b r o</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Materiales</i>	<i>Mano de Obra</i>	<i>Equipo</i>	<i>Transporte</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1	OBRAS PRELIMINARES								10.404,30
1. 01	Desmontaje de tanque mezclador existente	U	1,00	\$ 24,00	\$ 350,00	\$ 5,00	\$ 85,00	\$ 464,00	\$ 464,00
1. 02	Desmontaje de Supraton existente	U	1,00	\$ 30,00	\$ 400,00	\$ 8,00	\$ 140,00	\$ 578,00	\$ 578,00
1. 03	Desmontaje de tanque refinador y mejorador de sabor existentes	U	1,00	\$ 52,00	\$ 450,00	\$ 6,00	\$ 150,00	\$ 658,00	\$ 658,00
1. 04	Desmontaje de concha -A,B con sus accesorios	U	2,00	\$ 25,00	\$ 950,00	\$ 25,00	\$ 250,00	\$ 1.250,00	\$ 2.500,00
1. 05	Desmontaje de acometidas a tableros existentes	ml	42,00	\$ 1,20	\$ 12,00	\$ 1,20	\$ 0,25	\$ 14,65	\$ 615,30
1, 06	Desmontajes de tableros principales existentes	U	2,00	\$ 0,80	\$ 750,00	\$ 5,00	\$ 85,00	\$ 840,80	\$ 1.681,60

1,07	Desmontajes de tableros secundarios existentes	U	4,00	\$ 0,85	\$ 680,00	\$ 3,00	\$ 75,00	\$ 758,85	\$ 3.035,40
1,08	Derrocamiento de pared frontal existente donde estaba ubicado el mezclador, y alzado de pared nueva, a nivel de paredes en galpón.	Global	1,00	\$ 420,00	\$ 380,00	\$ 12,00	\$ 60,00	\$ 872,00	\$ 872,00
1,09								\$ -	
1,10								\$ -	
2	EXCAVACION, TUBERIAS ELECTRICAS Y CAJAS DE REGISTRO, CUARTO DE CONTROL								\$ 8.274,54
2,01	Perforación de contrapiso de hormigón existente con taladro hidraulico	m2	164,20	\$ 1,20	\$ 9,00	\$ 4,00	\$ 2,00	\$ 16,20	\$ 2.660,04
2,02	Excavación de canal de trinchera ancho=0,90 x h=1m y desalojo	m2	23,00	\$ 0,50	\$ 12,00	\$ 9,00	\$ 4,00	\$ 25,50	\$ 586,50
2,03	Excavación de 0,25x0,50 para colocación de tubería Ø4" de interconexión de trinchera y cajas de registro	ml	23,00	\$ 0,60	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 3,00	\$ 17,60	\$ 404,80
2,04	Excavación para caja de registro de 1,1x1,1x1,1 m con hormigón armado	U	2,00	\$ 0,22	\$ 120,00	\$ 1,20	\$ 2,00	\$ 123,42	\$ 246,84
2,05	Excavación para caja de registro de 0,80x0,80x0,80 m con hormigón armado	U	6,00	\$ 0,20	\$ 120,00	\$ 1,40	\$ 2,00	\$ 123,60	\$ 741,60
2,06	Excavación para bases de silos o tanques de almacenamiento	U	4,00	\$ 0,24	\$ 350,00	\$ 8,50	\$ 80,00	\$ 438,74	\$ 1.754,96
2,07	Excavación para tanque mezclador	U	1,00	\$ 1,20	\$ 340,00	\$ 12,00	\$ 105,00	\$ 458,20	\$ 458,20
2,08	Excavación para bases de máquinas conchadoras	U	2,00	\$ 0,80	\$ 420,00	\$ 150,00	\$ 140,00	\$ 710,80	\$ 1.421,60
								\$ -	
3	ESTRUCTURAS DE HORMIGON								\$ 22.520,29
	TRINCHERAY CAJAS								\$ 9.947,20
3,01	Elaboración de trinchera con hormigón armado 0,70x0,90 e=0,10m	ml	28,00	\$ 110,00	\$ 125,00	\$ 8,00	\$ 1,20	\$ 244,20	\$ 6.837,60

3,02	Elaboración de caja de registro de 1x1x1 m con hormigón armado	U	2,00	\$ 220,00	\$ 190,00	\$ 2,00	\$ 34,00	\$ 446,00	\$ 892,00
3,03	Elaboración de caja de registro de 0,60x0,60x0,70 m con hormigón armado	U	6,00	\$ 180,00	\$ 160,00	\$ 1,60	\$ 28,00	\$ 369,60	\$ 2.217,60
CUARTO DE CONTROL									\$ 6.536,30
3,04	Pilaretos, viguetas y dinteles de 10x20 cm	ml	6,00	\$ 0,50	10,00	0,75	1,30	\$ 12,55	\$ 75,30
3,05	Alzado de paredes, enlucido de paredes	Glo bal	1,00	\$ 780,00	\$ 1.200,00	\$ 80,00	\$ 30,00	\$ 2.090,00	\$ 2.090,00
3,06	Elaboración de loseta sobre cuarto de control 3x4,5x0,05 m	m2	13,50	\$ 85,00	\$ 75,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 178,00	\$ 2.403,00
3,07	Suministro e instalación de puerta metálica antipánico	U	1,00	\$ 85,00	\$ 90,00	\$ 8,00	\$ 75,00	\$ 258,00	\$ 258,00
3,08	Sellado, empastado y pintado de paredes en cuarto de control con pintura epoxica	m2	60,00	\$ 14,00	\$ 10,00	\$ 3,00	\$ 1,50	\$ 28,50	\$ 1.710,00
ESTRUCTURA BASE PARA SILOS O TANQUES DE ALMACENAMIENTO									\$ 1.198,04
3,09	Replanteo e=5cm. F'c=140Kg/cm ² r=1,25m h=0,10m	M2	19,64	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 1,40	\$ 2,80	\$ 18,20	\$ 357,45
3,10	Hormigon armado f'c=240 Kg/cm ²	M3	1,96	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 840,59
ESTRUCTURA BASE TANQUE MEZCLADOR									\$ 503,25
3,11	Replanteo e=5cm. F'c=140Kg/cm ² de 3,75x2,20m h=0,10m	M2	8,25	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 1,40	\$ 2,80	\$ 18,20	\$ 150,15
3,12	Hormigon armado f'c=240 Kg/cm ²	M3	0,83	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 353,10
ESTRUCTURA BASE PARA CONCHADORAS									\$ 3.091,20
3,13	Replanteo e=5cm. F'c=140Kg/cm ² de 2,20x4,6m h=0,35m	M2	18,40	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 1,40	\$ 2,80	\$ 18,20	\$ 334,88
3,14	Hormigon armado f'c=240 Kg/cm ²	M3	6,44	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 2.756,32
ESTRUCTURA BASE PARA MOLDEADORAS									\$ 165,92

3,15	Replanto e=5cm. F'c=140Kg/cm ² 2x28,5m h=0,10m	M2	2,72	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 1,40	\$ 2,80	\$ 18,20	\$ 49,50
3,16	Hormigon armado f'c=240 Kg/cm ²	M3	0,27	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 116,42
BASES TIPO CONTRAPISO									\$ 1.078,38
3,17	Base de hormigón simple para supraton 0,90x2,80m h=10	M3	25,20	\$ 8,00	\$ 6,00	\$ 1,40	\$ 2,80	\$ 18,20	\$ 458,64
3,18	Base de hormigón simple para accesorios de máquinas conchadoras 3,15x1,20x0,10m	M3	0,38	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 161,78
3,19	Base de hormigón simple para tanque refinador tipo tamiz r=0,90x0,10m	M3	0,09	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 38,52
3,2	Base de hormigón simple para tablero de distribución TD-2 0,7x1,3x0,1	M3	0,98	\$ 170,00	\$ 240,00	\$ 8,00	\$ 10,00	\$ 428,00	\$ 419,44
4 SOBREPISOS y REVESTIMIENTOS									\$ 403,00
4,01	Revestimiento de piso en cuarto de control con pintura epoxica	M2	10,00	\$ 35,00	\$ 4,50	\$ 0,30	\$ 0,50	\$ 40,30	\$ 403,00
5 CARPINTERIA y ESTRUCTURAS METALICAS									\$ 7.046,30
5,01	Contramarco metalico y tapa de trinchera de cuarto de control de 0,90 m x 1,40 m.	U	20,00	\$ 42,00	\$ 38,00	\$ 1,25	\$ 0,52	\$ 81,77	\$ 1.635,40
5,02	Tapa de Caja de revision 0,80x0,80	U	2,00	\$ 44,00	\$ 35,00	\$ 0,75	\$ 2,80	\$ 82,55	\$ 165,10
5,03	Tapa de Caja de revision 0,40x0,40	U	6,00	\$ 35,00	\$ 28,00	\$ 0,65	\$ 1,75	\$ 65,40	\$ 392,40
5,04	Electrocanal para división de cableado de control en trinchera ancho=0,70m	ml	28,50	\$ 82,00	\$ 76,00	\$ 1,60	\$ 2,40	\$ 162,00	\$ 4.617,00
5,05	Ventana alta metalica en cuarto de control tipo louvert de 50x90 cm	U	1,00	\$ 180,00	\$ 52,00	\$ 1,80	\$ 2,60	\$ 236,40	\$ 236,40
6 IMPERMEABILIZACION									\$ 1.724,80
6,01	Impermeabilizacion INTERIOR DE muros de trincheras	M2	56,00	\$ 18,00	\$ 12,00	\$ 0,30	\$ 0,50	\$ 30,80	\$ 1.724,80

7 TABLEROS Y EQUIPOS								\$ 702.937,00	
7,01	Suministro de Silo o tanque de reserva de cacao 4Tn con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	28.000,00	\$	750,00	\$ 28.750,00	\$ 28.750,00
7,02	Suministro de Silo o tanque de reserva de agua 4Tn con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	24.000,00	\$	750,00	\$ 24.750,00	\$ 24.750,00
7,03	Suministro de Silo o tanque de reserva de manteca 4Tn con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	24.000,00	\$	750,00	\$ 24.750,00	\$ 24.750,00
7,04	Suministro de Silo o tanque de reserva de leche 4Tn con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	24.000,00	\$	750,00	\$ 24.750,00	\$ 24.750,00
7,05	Suministro de tanque para premezclado 2Tn con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	18.500,00	\$	500,00	\$ 19.000,00	\$ 19.000,00
7,06	Suministro de tubería tipo "sinfin" con sus respectivos accesorios	ml	13,50	\$	240,00	\$	56,00	\$ 296,00	\$ 3.996,00
7,07	Suministro de tanque mezclador 4Tn/hora con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	65.000,00	\$	900,00	\$ 65.900,00	\$ 65.900,00
7,08	Suministro de Supratón 4Tn/hora con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	45.000,00	\$	800,00	\$ 45.800,00	\$ 45.800,00
7,09	Suministro de máquinas conchadorasTn con sus respectivos accesorios	U	2,00	\$	85.000,00	\$	1.200,00	\$ 86.200,00	\$ 172.400,00
7,1	Suministro de refinador tipo tamiz con sus respectivos accesorios	U	1,00	\$	26.500,00	\$	700,00	\$ 27.200,00	\$ 27.200,00
7,11	Suministro de máquina moldeadora con sus respectivos accesorios	U	2,00	\$	120.000,00	\$	1.800,00	\$ 121.800,00	\$ 243.600,00
7,12	Suministro de tablero TD-2 con sus respectivos accesorios de 0,60x1,20x1,8m: incluye breacker principal y barras de cobre y sistema de automatización	U	1,00	\$	18.000,00	\$	120,00	\$ 18.120,00	\$ 18.120,00
7,13	Suministro de tablero para variador	U	1,00	\$	3.800,00	\$	121,00	\$ 3.921,00	\$ 3.921,00
8	ACOMETIDAS ELECTRICAS								\$ 39.450,80

8,01	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde Tablero de Distribución Principal TDP hacia TD-2	ml	14,00	\$ 180,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 2,40	\$ 254,20	\$ 3.558,80
8,02	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta Silo o tanque de reserva de cacao 4Tn con sus respectivos accesorios	ml	34,00	\$ 8,50	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 71,10	\$ 2.417,40
8,03	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta Silo o tanque de reserva de agua 4Tn con sus respectivos accesorios	ml	34,00	\$ 7,80	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 70,40	\$ 2.393,60
8,04	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta Silo o tanque de reserva de manteca 4Tn con sus respectivos accesorios	ml	33,00	\$ 6,40	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 69,00	\$ 2.277,00
8,05	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta Silo o tanque de reserva de leche 4Tn con sus respectivos accesorios	ml	33,00	\$ 6,40	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 69,00	\$ 2.277,00
8,06	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta tanque para premezclado 2Tn con sus respectivos accesorios	ml	36,00	\$ 6,40	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 69,00	\$ 2.484,00
8,07	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta tubería tipo "sinfín" con sus respectivos accesorios	ml	35,00	\$ 6,40	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 69,00	\$ 2.415,00
8,08	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta tanque mezclador 4Tn/hora con sus respectivos accesorios	ml	24,00	\$ 6,50	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 69,10	\$ 1.658,40
8,09	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta Supratón 4Tn/hora con sus respectivos accesorios	ml	26,00	\$ 80,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 1,20	\$ 153,00	\$ 3.978,00
8,1	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta máquinas conchadora-A de 4Tn con sus respectivos accesorios	ml	18,00	\$ 65,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 1,20	\$ 138,00	\$ 2.484,00
8,11	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta máquinas conchadora-B de 4 Tn con sus respectivos accesorios	ml	18,00	\$ 65,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 1,20	\$ 138,00	\$ 2.484,00
8,12	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta máquina moldeadora -1 con sus respectivos accesorios	ml	37,00	\$ 52,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 1,20	\$ 125,00	\$ 4.625,00

8,13	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta máquina moldeadora -2 con sus respectivos accesorios	ml	39,00	\$ 58,00	\$ 70,00	\$ 1,80	\$ 1,20	\$ 131,00	\$ 5.109,00
8,14	Acometida eléctrica 3Ø 380V desde TD-2 hasta refinador tipo tamiz con sus respectivos accesorios	ml	16,00	\$ 18,00	\$ 60,00	\$ 1,80	\$ 0,80	\$ 80,60	\$ 1.289,60
9	INSTALACION ELECTRICA DE EQUIPOS								\$ 7.503,90
9,01	Instalación eléctrica del Silo o tanque de reserva de cacao 4Tn comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 130,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 401,30	\$ 401,30
9,02	Instalación eléctrica del Silo o tanque de reserva de agua 4Tn comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 130,00	\$ 260,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 421,30	\$ 421,30
9,03	Instalación eléctrica del Silo o tanque de reserva de manteca 4Tn comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 130,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 401,30	\$ 401,30
9,04	Instalación eléctrica del Silo o tanque de reserva de leche 4Tn comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 130,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 401,30	\$ 401,30
9,05	Instalación eléctrica del tanque para premezclado 2Tn comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 95,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 366,30	\$ 366,30
9,06	Instalación eléctrica del tubería tipo "sinfin" comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 104,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 375,30	\$ 375,30
9,07	Instalación eléctrica del tanque mezclador 4Tn/hora comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 95,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 366,30	\$ 366,30
9,08	Instalación eléctrica del Supratón 4Tn/hora comprende solo interconexión con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 180,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 451,30	\$ 451,30

9,09	Instalación eléctrica de máquinas conchadoras 4Tn comprende solo interconexion con breacker y conexión con equipo	U	2,00	\$ 85,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 356,30	\$ 712,60
9,1	Instalación eléctrica del refinador tipo tamiz comprende solo interconexion con breacker y conexión con equipo	U	1,00	\$ 78,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 349,30	\$ 349,30
9,11	Instalación eléctrica de máquina moldeadora comprende solo interconexion con breacker y conexión con equipo	U	2,00	\$ 75,00	\$ 240,00	\$ 5,80	\$ 25,50	\$ 346,30	\$ 692,60
9,12	Instalación eléctrica del tablero TD-2, incluye instalación de breaker principal, barras de cobre, interconexión con sistema de puesta a tierra existente en la fábrica	GLOBAL	1,00	\$ 1.050,00	\$ 650,00	\$ 68,00	\$ 45,00	\$ 1.813,00	\$ 1.813,00
9,13	Instalación de tableros de arranques y protección de equipos	U	1,00	\$ 150,00	\$ 520,00	\$ 52,00	\$ 30,00	\$ 752,00	\$ 752,00
10	AUTOMATIZACION DE EQUIPOS								\$ 12.852,80
10,1	Sistema de automatización del Silo o tanque de reserva de cacao 4Tn	U	1,00	\$ 180,00	\$ 750,00	\$ 5,40	\$ 22,00	\$ 957,40	\$ 957,40
10,2	Sistema de automatización del Silo o tanque de reserva de agua 4Tn	U	1,00	\$ 180,00	\$ 750,00	\$ 5,40	\$ 22,00	\$ 957,40	\$ 957,40
10,3	Sistema de automatización del Silo o tanque de reserva de manteca 4Tn	U	1,00	\$ 180,00	\$ 750,00	\$ 5,40	\$ 22,00	\$ 957,40	\$ 957,40
10,4	Sistema de automatización del Silo o tanque de reserva de leche 4Tn	U	1,00	\$ 180,00	\$ 750,00	\$ 5,40	\$ 22,00	\$ 957,40	\$ 957,40
10,5	Sistema de automatización del tanque para premezclado 2Tn	U	1,00	\$ 120,00	\$ 750,00	\$ 4,80	\$ 22,00	\$ 896,80	\$ 896,80
10,6	Sistema de automatización del tubería tipo "sinfín"	U	1,00	\$ 130,00	\$ 850,00	\$ 6,70	\$ 22,00	\$ 1.008,70	\$ 1.008,70
10,7	Sistema de automatización del tanque mezclador 4Tn/hora	U	1,00	\$ 180,00	\$ 880,00	\$ 6,50	\$ 22,00	\$ 1.088,50	\$ 1.088,50
10,8	Sistema de automatización del Supratón 4Tn/hora	U	1,00	\$ 160,00	\$ 780,00	\$ 5,20	\$ 22,00	\$ 967,20	\$ 967,20
10,9	Sistema de automatización de máquinas conchadoras 4Tn	U	2,00	\$ 190,00	\$ 820,00	\$ 8,40	\$ 22,00	\$ 1.040,40	\$ 2.080,80

10,11	1	Sistema de automatización del refinador tipo tamiz	U	1,00	\$ 170,00	\$ 750,00	\$ 4,80	\$ 22,00	\$ 946,80	\$ 946,80
10,12	2	Sistema de automatización de máquina moldeadora	U	2,00	\$ 240,00	\$ 750,00	\$ 5,20	\$ 22,00	\$ 1.017,20	\$ 2.034,40
11	INSTALACIONES MECANICAS DE EQUIPOS									\$ 22.646,40
11,01	1	Instalación mecánica del Silo o tanque de reserva de cacao 4Tn incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 720,00	\$ 840,00	\$ 6,80	\$ 75,00	\$ 1.641,80	\$ 1.641,80
11,02	2	Instalación mecánica del Silo o tanque de reserva de agua 4Tn incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 720,00	\$ 840,00	\$ 6,80	\$ 75,00	\$ 1.641,80	\$ 1.641,80
11,03	3	Instalación mecánica del Silo o tanque de reserva de manteca 4Tn incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 720,00	\$ 840,00	\$ 6,80	\$ 75,00	\$ 1.641,80	\$ 1.641,80
11,04	4	Instalación mecánica del Silo o tanque de reserva de leche 4Tn incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 720,00	\$ 840,00	\$ 6,80	\$ 75,00	\$ 1.641,80	\$ 1.641,80
11,05	5	Instalación mecánica del tanque para premezclado 2Tn incluye tuberías metálicas	U	1,00	\$ 840,00	\$ 900,00	\$ 6,80	\$ 78,00	\$ 1.824,80	\$ 1.824,80
11,06	6	Instalación mecánica del tubería tipo "sinfín" incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 450,00	\$ 650,00	\$ 6,80	\$ 63,00	\$ 1.169,80	\$ 1.169,80
11,07	7	Instalación mecánica del tanque mezclador 4Tn/hora incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 650,00	\$ 700,00	\$ 6,80	\$ 65,00	\$ 1.421,80	\$ 1.421,80
11,08	8	Instalación mecánica del Supratón 4Tn/hora incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 840,00	\$ 920,00	\$ 6,80	\$ 80,00	\$ 1.846,80	\$ 1.846,80
11,09	9	Instalación mecánica de máquinas conchadoras 4Tn incluye tuberías metálicas y accesorios	U	2,00	\$ 1.020,00	\$ 1.200,00	\$ 6,80	\$ 98,00	\$ 2.324,80	\$ 4.649,60

11,1	Instalación mecánica del refinador tipo tamiz incluye tuberías metálicas y accesorios	U	1,00	\$ 950,00	\$ 1.100,00	\$ 6,80	\$ 92,00	\$ 2.148,80	\$ 2.148,80
11,1	Instalación mecánica de máquina moldeadora incluye tuberías metálicas y accesorios	U	2,00	\$ 650,00	\$ 780,00	\$ 6,80	\$ 72,00	\$ 1.508,80	\$ 3.017,60
11,2	Recorrido de tuberías de acero incluye tuberías metálicas y accesorios	ml	32,00	\$ 280,00	\$ 240,00	\$ 8,50	\$ 2,50	\$ 531,00	\$ 16.992,00
12	VIARIOS								\$ 59.700,00
12,01	Seguridad Industrial: Inducciones, exámenes medicos, protecciones	U	12,00	\$			1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 18.000,00
12,02	Permisos, diseños, impresión de planos	GL OB AL	1,00	\$			8.400,00	\$ 8.400,00	\$ 8.400,00
12,03	Desalojo de Material de desecho de construcción	Tonelada	18,00	\$			75,00	\$ 75,00	\$ 1.350,00
12,04	Pruebas de laboratorio y ensayo de materiales	GL OB AL	1,00	\$			15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
12,05	Servicio de enfermería y primeros auxilios	mes	3,00	\$			1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00
12,06	Transporte de obreros a obra	mes	3,00	\$			450,00	\$ 450,00	\$ 1.350,00
12,07	Pruebas de automatización de la planta	GL OB AL	1,00	\$			12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
SUBTOTAL A									\$ 882.611,33

Son: Un Millón doscientos seis mil, trece centavos de dólares.

COSTOS INDIRECTOS 23,35%	\$ 194.174,49
SUBTOTAL B	\$ 1.076.785,83
IVA 12%	\$ 129.214,30
TOTAL= IVA+B	\$ 1.206.000,13

ANEXO B: Programación AWL para PLC S7-300 SIEMNES

Ciclo del Programa

Activación Etapa 0

O I 2.0 //Activación por Entrada de simulación de marca de arranque

ON I 2.2 //Activación por Paro de Emergencia

//Activación desde etapa 12

O(

A I 1.2

A M 3.0

AN M 4.0

A M 1.4

A I 2.5

)

S M 0.0 // Activación Etapa 0

Desactivación de Etapa 0

A M 0.1

R M 0.0

Activación Etapa 1

//Activación desde Etapa 0

O(

A M 0.0

A I 0.7

A I 0.6

AN I 1.1

A I 1.2

A I 1.4

A I 2.1

A I 2.2

)

//Activación desde Etapa 12

O(

A M 1.4

A I 1.2

A(

O(

AN M 3.0

AN M 4.0

)

O(

AN I 2.5

A I 2.1

)

)

)

S M 0.1 // Activación Etapa 1

Desactivación Etapa 1

O M 0.2

ON I 2.2

R M 0.1

Activación Etapa 2

A M 0.1

A I 1.0

//Si la Planta está en Modo Automático (I2.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa.

//Si la Planta está en Modo Manual (I2.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I2.1).

A(

O(

AN M 4.0

A I 2.5

)

O(

A I 2.1

AN I 2.5

)

)

S M 0.2

Etapa 2 Temporizador

O M 0.2 //Etapa 2

O M 0.6 //Etapa 6

FR T 1 //Con Etapa 2 o Etapa 6 arrancho el Timer T1

O M 0.2

O M 0.6

L S5T#2S //Con Etapa 2 o Etapa 6 cargo 2s al ACU

SS T 1 //Arrancho el Timer tipo retardo a la conexión

O M 0.3

O M 0.7

R T 1 // Con Etapa 3 o Etapa 7 Reseteo el Timer

Desactivación Etapa 2

O M 0.3

ON I 2.2

R M 0.2

Activación Etapa 3

A M 0.2

A T 1 //Tiempo de operación concha 1

//Si la Planta está en Modo Automático (I0.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa.

//Si la Planta está en Modo Manual (I0.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I0.1).

A(

O(

AN M 4.0

A I 2.5

)

O(

A I 2.1

AN I 2.5

)

)

S M 0.3 // Activación Etapa 3

Desactivación Etapa 3

O M 0.4

ON I 2.2

R M 0.3

Activación Etapa 4

A M 0.3

A I 1.1

//Si la Planta está en Modo Automático (I2.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa

//Si la Planta está en Modo Manual (I2.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I2.1).

A(

O(

AN M 4.0

A I 2.5

)

O(

A I 2.1

AN I 2.5

)

)

S M 0.4 // Activación de operación concha 2

O M 0.5

ON I 2.2

R M 0.4

Activación Etapa 5

A M 0.4

A I 0.6

A I 1.1

//Si la Planta está en Modo Automático (I0.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa.

//Si la Planta está en Modo Manual (I0.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I0.1).

A(

O(

AN M 4.0

A I 2.5

)

O(

A I 2.1

AN I 2.5

)

)

S M 0.5 // Activación Etapa 5

Desactivación Etapa 5

O M 0.6

ON I 2.2

R M 0.5

Activación Etapa 6

A M 0.5

A I 0.7

A I 1.1

//Si la Planta está en Modo Automático (I0.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa.

//Si la Planta está en Modo Manual (I0.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I0.1).

A(

O(

AN M 4.0

A I 2.5

)

O(

A I 2.1

AN I 2.5

)

)

S M 0.6 // Activación Etapa 6

Desactivación Etapa 6

O M 0.7

ON I 2.2

R M 0.6

Activación Etapa 7

A M 0.6

A T 1 //Tiempo para que la Garra haya descendido

//Si la Planta está en Modo Automático (I0.5 activada) y no ha habido un paro

Intermedio.

// (M4.0 desactivada) se activa la Etapa.

//Si la Planta está en Modo Manual (I0.5 desactivada), la etapa se activa hasta apretar

Marcha (I0.1).

A(

O(

AN M 4.0

Mandos

Activación Paro de fin de ciclo

A I 2.3 //Con el pulsador conectado a la entrada I2.3 solicito el paro de fin de ciclo en cualquier momento, seteando la M 3.0

S M 3.0

Desactivación Paro de fin de ciclo

A M 0.0

R M 3.0 //La marca de Paro de fin de ciclo se resetea cuando el proceso llega a la etapa inicial (M0.0)

Activación Paro Intermedio

A I 2.4 //Con el pulsador conectado a la entrada I2.4 solicito el Paro Intermedio en cualquier etapa, seteando la M 4.0

S M 4.0

Desactivación Paro Intermedio

A I 2.1

R M 4.0 //La marca de Paro Intermedio se resetea cuando se presiona el Pulsador de Marcha (I2.1)

Salidas

Salida: Bajar concha 2

O M 0.2

O M 0.3

O M 0.6

O M 0.7

= Q 4.7

Salida: Mover Supraton

O M 0.1

O M 0.2

O M 0.3

O M 0.4

= Q 5.0

Salida: Cerrar Supraton

O M 0.3

O M 0.4

O M 0.5

O M 0.6

= Q 5.1

Salida: Revolver con agitador

O(

A M 0.0

AN I 1.2 //El agitador se moverá siempre y cuando no haya llegado a temperatura definida en °C.

O(

A M 1.4

AN I 1.2 //El indicador de agitador, avisa que debe ir a proceso posterior

= Q 5.2

Salida: Mover a moldeadora

A M 1.1

AN I 1.3 //El siempre y cuando se cumpla el peso en Kg definidos

= Q 5.3

Salida: Expulsor de barras chocolate

A M 1.2

= Q 5.4

Señalización: Lámpara Modo Automático

A I 2.5

= Q 6.0

Señalización: Lámpara Estado Inicial

A M 0.0

= Q 6.1

