



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título:

INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

Tema:

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA
INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE “COCADA MANJAR”

Elaborado por:

RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

Director de Tesis de Grado:

MSc. EFRÉN HERRERA MUENTES

Guayaquil, marzo de 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. RONY FABRICIO REYES VÉLEZ como requisito parcial para la obtención del título de INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO.

Guayaquil, marzo de 2014

DIRECTOR DE TESIS

REVISOR

MSc. Efrén Herrera Muentes

MSc. Judith Gálvez Soto

DIRECTOR DE CARRERA

REVISOR

MSc. Armando Heras Sánchez

MSc. Eduardo Mendoza Merchán



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Estudio y Diseño de un Sistema Automatizado para la Industrialización del Dulce Cocada Manjar”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme a las citas que constan en las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de grado en mención.

Guayaquil, marzo de 2014

EL AUTOR

RONY FABRICIO REYES VÉLEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

AUTORIZACIÓN

Yo, RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución, del proyecto titulado: “Estudio y Diseño de un Sistema Automatizado para la Industrialización del Dulce Cocada Manjar”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, marzo de 2014

EL AUTOR

RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por darme la fuerza y constancia para alcanzar todas mis metas y ser la guía que me conduce hacia ellas.

Un agradecimiento especial a mis padres Magaly y Benito, cuyas enseñanzas me formaron como hombre de bien y su esfuerzo por brindarme siempre la mejor educación lograron que hoy sea un profesional.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Sr. Gabriel Ruiz, Sra. Alicia Vélez y Sra. Elena Vélez quienes me brindaron el apoyo que hizo posible realizar este trabajo.

A mi director de tesis por su colaboración y guía para desarrollarla, cumpliendo con todos los requisitos exigidos por la universidad.

A todos aquellos amigos y compañeros que aportaron sus ideas y conocimientos para la realización de este proyecto.

A todos los docentes que en el transcurso de la carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo impartieron sus conocimientos académicos y experiencias laborales, permitiéndome llegar hasta este punto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Magaly y Benito, quienes me han dado siempre su apoyo incondicional y son el ejemplo de excelencia académica que me motiva a seguir preparándome.

A mi hermano Leonardo y mi sobrino Fernando, quienes supieron cómo animarme para continuar trabajando en este proyecto.

A mi novia Karen que siempre ha estado a mi lado brindándome su ayuda cada vez que la necesito.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PORTADA..... | i |
| CERTIFICACIÓN | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD..... | iii |
| AUTORIZACIÓN | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| ÍNDICE GENERAL..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| | |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO | 1 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Hipótesis | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.5. Metodología de la investigación..... | 4 |
| | |
| CAPÍTULO II | 5 |
| SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL | 5 |
| 2.1. Reseña histórica de la automatización..... | 5 |
| 2.2. Conceptos principales del control automático..... | 6 |
| 2.3. Tipos de sistemas de control..... | 10 |
| 2.3.1. Sistemas de control en lazo abierto..... | 11 |
| 2.3.2. Sistemas de control en lazo cerrado..... | 12 |
| 2.4. Medios técnicos de automatización..... | 13 |
| 2.4.1. Instrumentos industriales | 14 |

| | |
|---|-----------|
| Definiciones básicas..... | 14 |
| Criterios de selección..... | 15 |
| Simbología e identificación | 16 |
| 2.4.2. Esquemas de fuerza y control | 18 |
| 2.4.3. Autómatas programables | 21 |
| Características principales | 21 |
| Controladores de procesos | 22 |
| Variadores de frecuencia..... | 23 |
| Controladores lógicos programables (PLC)..... | 26 |
| 2.4.4. Fundamentos de neumática..... | 27 |
| Compresor neumático | 28 |
| Válvulas neumáticas | 29 |
| Cilindros neumáticos | 30 |
| Accesorios neumáticos..... | 31 |
| 2.4.5. Motores eléctricos de corriente alterna. | 32 |
| CAPÍTULO III..... | 36 |
| DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DULCE “COCADA MANJAR” | 36 |
| 3.1. Estudio del proceso de elaboración de “Cocada Manjar” | 36 |
| 3.1.1. Descripción del producto “Cocada Manjar” | 36 |
| 3.1.2. Datos del proceso de elaboración de “Cocada Manjar”..... | 37 |
| Ingredientes para elaborar “Cocada Manjar”..... | 38 |
| Proceso de elaboración de “Cocada Manjar”..... | 38 |
| 3.1.3. Datos de producción de “Cocada Manjar” | 39 |
| 3.1.4. Mediciones y cálculos..... | 40 |
| 3.2. Desarrollo del diseño del sistema automático del proceso de elaboración de “Cocada Manjar” | 43 |
| 3.2.1. Dimensión del espacio físico disponible..... | 44 |
| 3.2.2. Sistemas de control y elementos para automatizar el proceso..... | 45 |
| Etapa de cocción de mezcla | 45 |
| Sistema de control de movimiento de mezcla..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Sistema de control de temperatura del horno..... | 47 |
| Etapa de modelado de unidades..... | 49 |
| Sistema de control de extrusión de mezcla..... | 50 |
| Sistema de control de corte de mezcla..... | 51 |
| Sistema de control de modelado de unidades esféricas..... | 52 |
| 3.2.3. Ubicación y funcionamiento del sistema automático..... | 54 |
| Esquemas de fuerza y control del sistema..... | 54 |
| Simulación del sistema automático..... | 55 |
| 3.2.4. Especificaciones técnicas de los elementos del sistema automático..... | 59 |
| Dimensionamiento del cilindro neumático..... | 59 |
| Selección de elementos eléctricos..... | 61 |
| Tablas de especificaciones técnicas..... | 62 |
| 3.3. Análisis de resultados..... | 67 |
| CAPÍTULO IV..... | 68 |
| EVALUACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA del PROYECTO..... | 68 |
| 4.1. Costo de implementación del sistema automático..... | 68 |
| 4.2. Costos y gastos de fabricación de “Cocada Manjar”..... | 69 |
| 4.2.1. Costos y gastos mensuales actuales..... | 69 |
| 4.2.2. Proyección de costos y gastos mensuales al implementar el sistema..... | 70 |
| 4.2.3. Proyección de costos y gastos anuales al implementar el sistema..... | 71 |
| 4.3. Inversión del proyecto..... | 72 |
| 4.3.1. Inversión fija..... | 72 |
| 4.3.2. Inversión inicial..... | 72 |
| 4.4. Financiamiento del proyecto..... | 73 |
| 4.5. Proyección de ventas de “cocada manjar”..... | 73 |
| 4.6. Punto de equilibrio..... | 74 |
| 4.7. Flujo neto de efectivo..... | 74 |
| 4.8. Indicadores de evaluación del proyecto..... | 75 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 77 |
| Conclusiones..... | 77 |

| | |
|---------------------------------|----|
| Recomendaciones..... | 78 |
| REFERENCIAS..... | 79 |
| Referencias bibliográficas..... | 79 |
| Referencias web..... | 79 |
| ANEXOS..... | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.- Sistema de control de un intercambiador de calor | 7 |
| Figura 2.- Señales de un sistema de control..... | 10 |
| Figura 3.- Sistema de control en lazo abierto de la temperatura de una habitación... | 11 |
| Figura 4.- Sistema de control en lazo cerrado de la temperatura en una habitación.. | 12 |
| Figura 5.- Diagrama de flujo de los pasos para diseñar un sistema automático | 13 |
| Figura 6.- Simbología de instrumentos industriales (Norma ANSI/ISA)..... | 17 |
| Figura 7.- Fotografía de instrumentos industriales | 18 |
| Figura 8.- Esquemas de fuerza y control de un arranque directo de un motor trifásico | 19 |
| Figura 9.- Simbología más utilizada en los esquemas de fuerza (Norma UNE)..... | 20 |
| Figura 10.- Simbología más utilizada en los esquemas de control (Norma UNE) | 20 |
| Figura 11.- Fotografía de controlador de proceso digital..... | 23 |
| Figura 12.- Fotografía de un variador de frecuencia..... | 25 |
| Figura 13.- Fotografía de un PLC | 27 |
| Figura 14.- Simbología más utilizada para válvulas neumáticas y accionamientos (Norma UNE)..... | 29 |
| Figura 15.- Simbología para cilindros neumáticos (Norma UNE) | 30 |
| Figura 16.- Monograma de relación de potencia, torque y velocidad de motores eléctricos | 35 |
| Figura 17.- Fotografía de la “Cocada Manjar”..... | 37 |
| Figura 18.- Diagrama de flujo del proceso de elaboración de “Cocada Manjar” | 39 |
| Figura 19.- Fotografía de instalaciones donde se elabora “Cocada Manjar” | 45 |
| Figura 20.- Fotografía del horno a gas donde se cocina la mezcla de “Cocada Manjar” | 46 |
| Figura 21.- Sistema de control del motor para el movimiento de mezcla..... | 47 |
| Figura 22.- Sistema de control de temperatura del horno | 48 |
| Figura 23.- Elementos de los sistemas de control para la etapa de cocción de mezcla | 48 |
| Figura 24.- Fotografía del modelado de unidades de “Cocada Manjar” | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 25.- Sistema de control del cilindro neumático para extrudir la mezcla | 50 |
| Figura 26.- Sistema de control del motor para cortar la mezcla | 51 |
| Figura 27.- Sistema de control del motor de la máquina boleadora..... | 52 |
| Figura 28.- Elementos de los sistemas de control para la etapa de modelado de unidades..... | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.- Identificación de instrumentos industriales (Norma ANSI/ISA)..... | 16 |
| Tabla 2.- Datos técnicos orientativos de los cilindros neumáticos | 31 |
| Tabla 3.- Relaciones de producción del dulce “Cocada Manjar” | 40 |
| Tabla 4.- Tiempo de elaboración de cada paquete de 50 y 36 unidades de “Cocada Manjar” | 40 |
| Tabla 5.- Tiempo de elaboración de cada barra grande y pequeña de “Cocada Manjar” | 41 |
| Tabla 6.- Pesos por paquete de 50 y 36 unidades de “Cocada Manjar” | 42 |
| Tabla 7.- Pesos por barra grande y barra pequeña de “Cocada Manjar” | 43 |
| Tabla 8.- Especificaciones técnicas de los elementos para la etapa de cocción de mezcla | 62 |
| Tabla 9.- Especificaciones técnicas de los elementos para la etapa de modelado de unidades..... | 64 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

El crecimiento industrial en el Ecuador avanza a paso lento, puesto que tiene pocas ciudades con un claro desarrollo en este ámbito como lo son Quito, Guayaquil y Cuenca. Hay otras ciudades en el país con un gran potencial de crecimiento industrial, ya que cuentan con una caterva de microempresas dedicadas a la elaboración artesanal de productos que podrían ser industrializados.

La ciudad de Esmeraldas es un ejemplo de lo mencionado, lo único que necesita para tener un despegue en el campo industrial, es crear el interés de invertir en aquellas microempresas, y este interés se genera a través del desarrollo de proyectos de inversión.

Por tal motivo, el presente trabajo de investigación busca desarrollar y proponer un proyecto de inversión que sea rentable, basado en la industrialización de un dulce de coco producido actualmente en Esmeraldas. Para ello se estudiará el proceso de elaboración del dulce, lo cual permitirá diseñar un sistema automatizado capaz de incrementar su producción.

Este sistema automatizado se diseñará de forma concreta, enfocado en el uso de medios técnicos de automatización más utilizados en la industria y la selección de

sus elementos, se documentará con planos y se demostrará su funcionamiento con una simulación computarizada.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia de Esmeraldas se utiliza en gran cantidad la materia prima proveniente de la palma de coco en la elaboración de diferentes tipos de productos. Dado que los microempresarios que trabajan con esta clase de materia prima desconocen las ventajas de la industrialización, se limita la producción de artículos derivados a un proceso puramente artesanal. Debido a esto, no se aprovecha el potencial comercial que tiene convertir este proceso artesanal en un proceso industrial.

En la actualidad, un ejemplo de este problema es la empresa esmeraldeña “Gabilos Ice”. Esta empresa produce un dulce artesanal a base de coco llamado “Cocada Manjar”, el cual tiene gran demanda en su localidad. “Gabilos Ice” busca que “Cocada Manjar” sea comercializada a nivel nacional, y de ser posible a nivel internacional, lo que significaría un incremento en la demanda del producto; pero la baja producción actual del dulce a causa de su elaboración artesanal, es un limitante para este fin.

De acuerdo a lo expuesto, se pretende dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Automatizar el proceso de elaboración de “Cocada Manjar” incrementaría la producción?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Se desarrollará este proyecto como un incentivo al interés y la visión de profesionales e inversionistas en una provincia como Esmeraldas, que tiene mucho potencial de crecimiento industrial, ya que cuenta con una amplia productividad de materia prima como el coco, y un mercado de gran demanda de sus productos derivados.

Además este estudio demostraría la viabilidad que tendría desarrollar este tipo de proyectos en esta provincia, representando un impulso económico y el desarrollo para la misma, donde no sólo se limitaría a la automatización de un solo tipo de producto, sino que sería el inicio de una etapa de industrialización en un lugar donde claramente es escasa y por ende necesaria.

Incluido a esto, se hará un aporte académico con el diseño de un sistema automatizado innovador, con mecanismos y elementos que den como resultado un producto de alta calidad.

1.3. HIPÓTESIS

Se estima que un sistema automatizado del proceso de producción del dulce “Cocada Manjar” decrecería el tiempo de fabricación por unidad e incrementaría la producción mensual en al menos diez veces. Se cree además que incrementar la producción para industrializar este dulce es un proyecto rentable.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un proyecto de inversión, basado en el diseño de un sistema automatizado del proceso de elaboración del dulce “Cocada Manjar” capaz de incrementar la producción.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el estudio del proceso de elaboración del dulce “Cocada Manjar”.
- ✓ Seleccionar los elementos para automatizar el proceso.
- ✓ Determinar el costo de implementación del sistema automático diseñado.
- ✓ Demostrar la rentabilidad del proyecto.

1.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará un método empírico-analítico, en donde se hace uso de la experiencia del autor en proyectos de automatización y los datos que proporciona una simulación en condiciones ideales del sistema automático diseñado, para así comprobar la hipótesis.

CAPÍTULO II

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL

Un sistema automático de control es un conjunto de elementos físicos que trabajan en conjunto para realizar una determinada acción sin la necesidad de la intervención del ser humano. Estos elementos físicos son mecanismos que realizan acciones dentro de un proceso de acuerdo a las órdenes que dicta un elemento de control. (Junta de Andalucía. 2007)

Para diseñar un sistema automático de un proceso se debe tener un amplio dominio de los fundamentos de la automatización, por lo tanto en este capítulo se expone un poco de su historia, los conceptos principales del control automático de procesos y una breve descripción de los medios técnicos que se utilizan en la actualidad.

2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA AUTOMATIZACIÓN

A mediados del siglo XIII con el surgimiento la revolución industrial, se inauguró una etapa de construcción de máquinas y herramientas que facilitarían al hombre realizar trabajos peligrosos, pesados y repetitivos. Desde ese entonces el trabajo manual (artesanal) comenzó a ser reemplazado por máquinas operadas por los obreros, las que trabajando en conjunto en un mismo proceso formaron lo que hoy se conoce como industria. (Universidad Miguel Hernández. 2004).

La aparición de la industria representó un gran avance para la manufactura, ya que incrementó la producción y decreció el tiempo en el que ésta se realizaba, además mejoró la calidad y la uniformidad de los productos, disminuyó los costos de fabricación y convirtió las tareas complejas en varias tareas simples posibles de realizar por pocos operadores no especializados. (Universidad Miguel Hernández. 2004).

Posteriormente, los progresivos avances tecnológicos en las diferentes áreas de la ciencia: en la mecánica como la invención de la máquina de vapor y el motor de combustión interna, en la electrónica como el micro-controlador, en la hidráulica y neumática como cilindros y válvulas por citar algunos ejemplos, transformaron la manufactura al aplicarse ingeniosamente todos en conjunto de forma que los procesos mecánicos industriales pudieran realizarse y controlarse sin necesidad de la intervención de un operador. (Universidad Miguel Hernández. 2004).

Todo este avance tecnológico trabajando en un mismo proceso es lo que se conoce en la actualidad como automatización. En estos días casi todas las industrias están automatizadas en su totalidad, o al menos alguna parte de sus procesos utiliza tecnología de automatización; ya sea para controlar variables, comunicar equipos u operar máquinas. (Universidad Miguel Hernández. 2004).

2.2. CONCEPTOS PRINCIPALES DEL CONTROL AUTOMÁTICO

Un control automático es aquel que comanda acciones de mecanismos sin la intervención del ser humano. Todo control automático tiene como objetivo principal

controlar las variables que existan dentro de un proceso; en otras palabras, el control automático es aquel que mantiene a aquellas variables operando en un valor deseado sin la intervención de un operador. El control automático cumple con su objetivo gracias a un sistema de control, el cual se diseña para encargarse de controlar las acciones de todos los elementos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos, hidráulicos...) que intervienen en un proceso. Para explicar mejor cómo funciona un sistema de control se expone un ejemplo con la figura 1. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

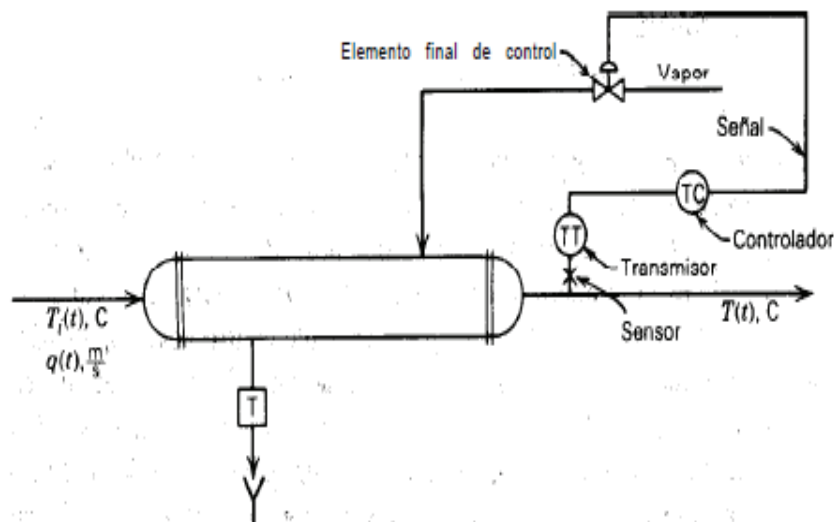


Figura 1.- Sistema de control de un intercambiador de calor.

Fuente: Smith, C & Corripio, A. (1991).

Un intercambiador de calor es un dispositivo que consiste básicamente en cambiar la temperatura del fluido que se procesa. En la figura 1 se observa que al intercambiador de calor ingresa un fluido a cierta temperatura inicial $T_i(t)$, por otra parte, también ingresa vapor en la unidad, y gracias a la transferencia de calor entre

ellos, el fluido sale a una temperatura final $T(t)$ deseada. En este proceso existen variables externas (condiciones ambientales o la hermeticidad del tanque) que pueden provocar que la temperatura final del fluido se desvíe del valor deseado; para que esto no ocurra se deben tomar acciones para corregir esa desviación, en este caso podría aumentarse o disminuirse la cantidad de vapor que ingresa a la unidad y de esta forma controlar la temperatura de salida del proceso para mantenerla en el valor que se desea. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

En el ejemplo de la figura 1 se pueden apreciar los cuatro elementos básicos de todos los sistemas de control: elemento primario, elemento secundario, elemento de control y elemento final, los cuales se describen a continuación:

- Elemento primario.- es el sensor que capta la variable del proceso. En el caso de la figura 1 puede ser un termómetro, termopar, termistor, u otro dispositivo que capte el valor de la temperatura final $T(t)$.
- Elemento secundario.- es el transmisor que capta la señal del sensor y la convierte en una señal capaz de ser llevada a un controlador. En el caso de la figura 1 es un transmisor de temperatura.
- Elemento de control.- es un dispositivo normalmente electrónico capaz de ser programado para ordenar las acciones a realizar por el elemento final. En el caso de la figura 1 es un controlador de temperatura.
- Elemento final.- es el que ejecuta la acción de corrección sobre el proceso, pueden ser válvulas, motores, cilindros, entre otros. En el caso de la figura 1 es una válvula que regula el flujo del vapor. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

En general estos cuatro componentes básicos se encargan de cumplir con un algoritmo comprendido por las tres operaciones obligatorias de todo sistema de control; medición, decisión y acción, descritas a continuación:

- Medición: el elemento primario mide el valor de la variable de interés del proceso y el elemento secundario la transmite al controlador.
- Decisión: el elemento de control compara el valor de la variable con el valor deseado y de acuerdo a esta comparación ordena que acción realizar.
- Acción: el elemento final se encarga de ejecutar en el sistema las acciones ordenadas por el elemento de control. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

En conclusión se puede decir que en el ejemplo de la figura 1, el sistema de control del intercambiador de calor comandará automáticamente las acciones del sensor, el transmisor, el controlador y la válvula, de tal manera que el valor de la temperatura final $T(t)$ se mantenga en el valor que se desea, a pesar de las variables externas que provocan que se desvíe.

En el control automático existen términos importantes como variable controlada, punto de control, variable manipulada y perturbación, que se deben comprender bien al momento de diseñar un sistema de control. La variable controlada aquella a la que se desea mantener operando en el valor deseado, en el ejemplo de la figura 1 ésta sería la temperatura final $T(t)$. El punto de control es ese valor deseado de operación.

La variable manipulada es aquella que se utiliza para mantener a la variable controlada operando en el punto de control, en el ejemplo de la figura 1 la variable manipulada es el flujo del vapor. Por último, perturbación es toda variable que ocasiona que la variable controlada se desvíe del punto de control, en el caso de la figura 1 las perturbaciones en el sistema serían la temperatura inicial $T_i(t)$, el flujo del proceso $q(t)$, las condiciones ambientales, la contaminación, entre otras. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

2.3. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

Para el diseño de los sistemas de control, a las variables del proceso se las denomina señales, las cuales se pueden ser de cuatro tipos: señales de entrada, señales de salida, perturbaciones y señales de control. La forma en que estas señales interactúan determinan el tipo de sistema de control aplicado al proceso.

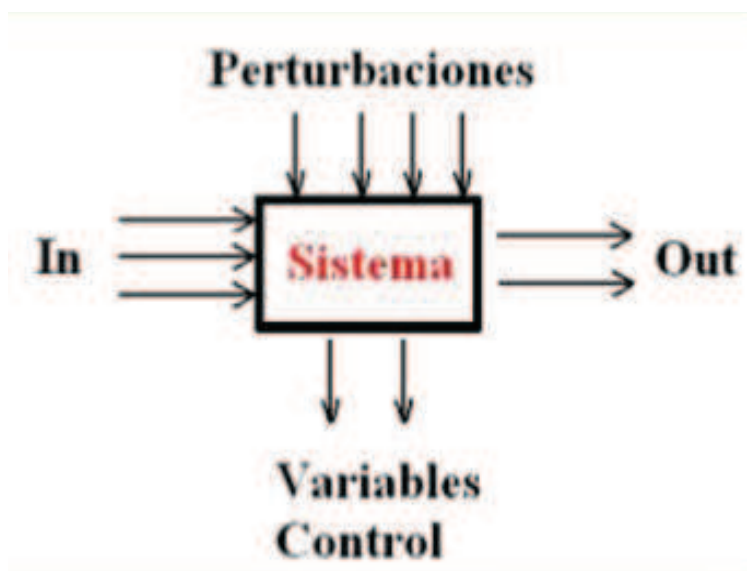


Figura 2.- Señales de un sistema de control.

Fuente: Sitio web <http://es.slideshare.net>

En donde:

- La señal de entrada (In) es la variable del sistema que es sometida a las operaciones de control.
- La señal de salida (Out) es la variable que se desea controlar y que representa el efecto producido por la señal de entrada en el sistema.
- Las perturbaciones son las variables ajenas al sistema que no se pueden controlar pero que influyen en su comportamiento.
- La señal de control es la variable que emplea el sistema para conseguir que la señal de salida opere en el punto de control.

2.3.1. Sistemas de Control en Lazo Abierto

Un sistema de control en lazo abierto, es un sistema en el que el control solamente se realiza sobre la señal de entrada y no posee una retroalimentación de la señal de salida hacia el elemento de control, por lo tanto la acción de control no depende de la señal de salida, ni la señal de salida depende directamente de la señal de entrada. Generalmente en este tipo de sistemas, la señal o variable de control es el tiempo. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

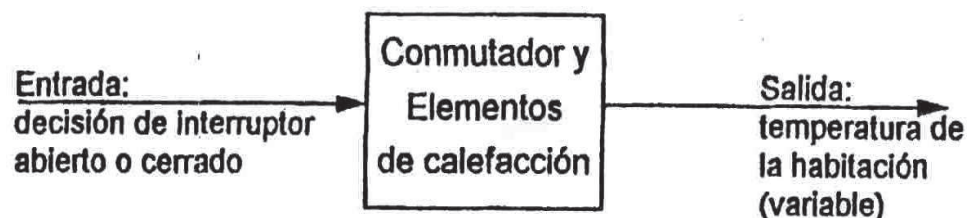


Figura 3.- Sistema de control en lazo abierto de la temperatura de una habitación.

Fuente: Sitio web <http://www.tecnweb.com>

La figura 3 es un ejemplo de un sistema de control en lazo abierto de la temperatura en una habitación, en donde la señal de entrada es el estado en que se encuentre un interruptor, éste al ser accionado encenderá el equipo de calefacción el cual incrementará la temperatura en una habitación. El calefactor se mantendrá encendido el tiempo que se haya determinado en el elemento de control, lo que no asegura que la temperatura en la habitación sea la deseada debido a las perturbaciones.

2.3.2. Sistemas de Control en Lazo Cerrado

Un sistema de control en lazo cerrado, es un sistema en que la acción de control por parte del elemento final se basa en la señal de salida por medio de una retroalimentación (la señal de salida se considera como señal de entrada y se compara con el punto de control para corregir errores), por lo tanto la acción de control se ajusta de acuerdo a la desviación que existe entre de la señal de salida y el punto de control determinado. (Smith, C & Corripio, A. 1991).

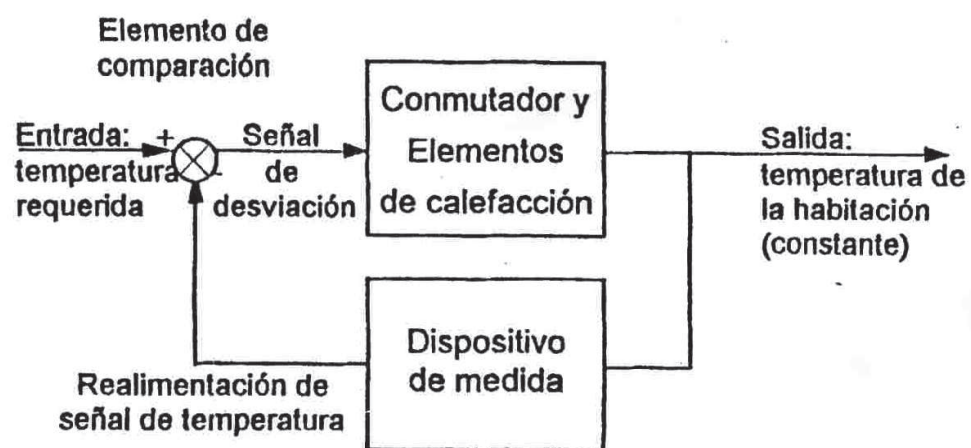


Figura 4.- Sistema de control en lazo cerrado de la temperatura en una habitación.

Fuente: Sitio web <http://www.tecnweb.com>

La figura 4 es un ejemplo de un sistema de control en lazo cerrado de la temperatura en una habitación, en donde el dispositivo de medida (elemento primario como por ejemplo un termopar) capta el valor de la temperatura en la habitación a ser comparada con el valor de la temperatura requerida (punto de control) para corregir la desviación. La corrección de la desviación permite mantener la temperatura en la habitación en el punto de control de manera que sea constante.

2.4. MEDIOS TÉCNICOS DE AUTOMATIZACIÓN

El avance tecnológico ha permitido utilizar medios técnicos de automatización como los instrumentos industriales, los autómatas programables y la neumática para facilitar el diseño de sistemas automáticos que controlen los procesos. Para diseñar un sistema automático es importante seguir los siguientes pasos:

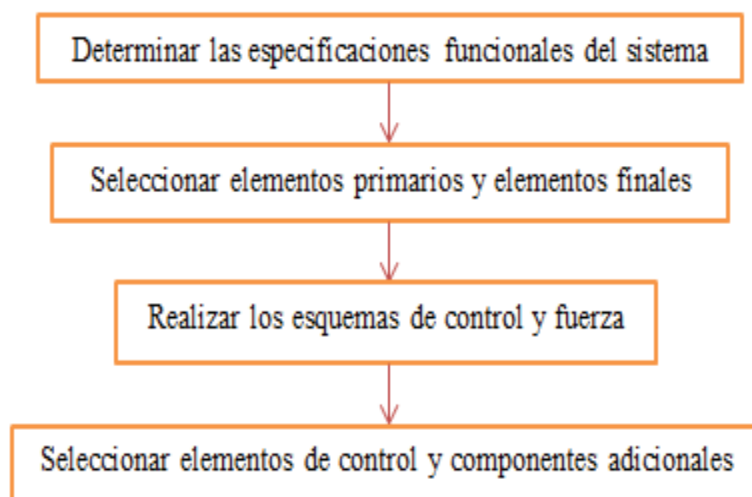


Figura 5.- Diagrama de flujo de los pasos para diseñar un sistema automático.

Fuente: Elaborada por el autor

Generalmente en la automatización, los elementos primarios son los instrumentos de medición, los elementos de control son los autómatas programables y los elementos finales son cilindros y válvulas neumáticas o motores eléctricos.

2.4.1. Instrumentos Industriales

Definiciones Básicas

En los sistemas automáticos, un instrumento es una herramienta que mide una magnitud física del proceso que se estudia. Dentro de la amplia categoría de instrumentación industrial se encuentran los sensores, los transductores y los transmisores, por lo tanto es muy importante diferenciarlos para evitar un uso equivocado de estos términos. (Enríquez Harper, G. 2004).

- Sensor: es un dispositivo sensible a un determinado tipo de energía.
- Transductor: es un dispositivo capaz de convertir un tipo de energía en otro (generalmente eléctrica), por consiguiente un transductor tiene incluido un sensor.
- Transmisor: es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal eléctrica muy pequeña a una que pueda ser utilizada por un elemento de control, generalmente mili-voltios (mV) o mili-amperios (mA). (Enríquez Harper, G. 2004).

Los instrumentos son la base para diseñar un sistema automático, puesto que son indispensables para medir el valor de la variable a controlar del proceso, por lo tanto es muy importante seleccionar correctamente el instrumento a utilizar.

Criterios de Selección

Los instrumentos tienen dos características principales que se deben tener en cuenta al momento de seleccionarlos para un determinado proceso: la precisión y la exactitud.

- Precisión: Es la capacidad de los instrumentos de medir el mismo valor de la magnitud en diferentes mediciones bajo las mismas condiciones.
- Exactitud: Es la capacidad de los instrumentos de que el valor medido de la magnitud sea el más cercano al valor real. (Enríquez Harper, G. 2004).

Cuando un proceso es delicado y se desea disminuir al mínimo el margen de error, como por ejemplo los procesos químicos, se debe seleccionar un instrumento que con un alto grado de precisión y exactitud para eliminar el riesgo de posibles fallas.

De acuerdo al tipo de proceso y a la variable que se desea controlar, los instrumentos deben tener ciertas características específicas. Para determinar estas características se debe tener en cuenta los siguientes criterios de selección:

- La función que va a tener dentro del proceso.
- El rango de medición de la variable.

- El tipo de señal de salida.
- La alimentación eléctrica si es un transductor o transmisor.
- El material del que está construido (debe soportar las condiciones ambientales del proceso)
- La forma de instalación.
- La conexión al proceso.

(Enríquez Harper, G. 2004).

Simbología e Identificación

La instrumentación utilizada en un proceso se representa e identifica en planos y diagramas con una simbología regida por normas internacionales tales como ANSI (*American National Standards Institute*), ISA (*Instrument Society of America*) u otra.

Tabla 1.- Identificación de instrumentos industriales (Norma ANSI/ISA).

| | PRIMERA LETRA | SEGUNDA LETRA |
|---|---------------------|------------------------|
| A | Análisis | Alarma |
| B | Quemador | |
| C | Conductividad | Control |
| D | Densidad | |
| E | Voltaje | Elemento primario |
| F | Flujo | |
| G | Medición | Vidrio (tubo de vista) |
| H | Manual | |
| I | Corriente eléctrica | Indicado |
| J | Potencia | |
| K | Tiempo | Estación de control |
| L | Nivel | Luz (lámpara) |
| M | Humedad | |
| O | | Orificio |
| P | Presión | Punto |
| Q | Cantidad | |
| R | Radioactividad | Registro |
| S | Velocidad | Switch |
| T | Temperatura | Transmite |
| U | Multivariable | Multifunción |
| V | Viscosidad | Válvulas |
| W | Peso | Bien |
| Y | | Relevador |
| Z | Posición | Accionamiento |

Fuente: Enríquez Harper, G. (2004).

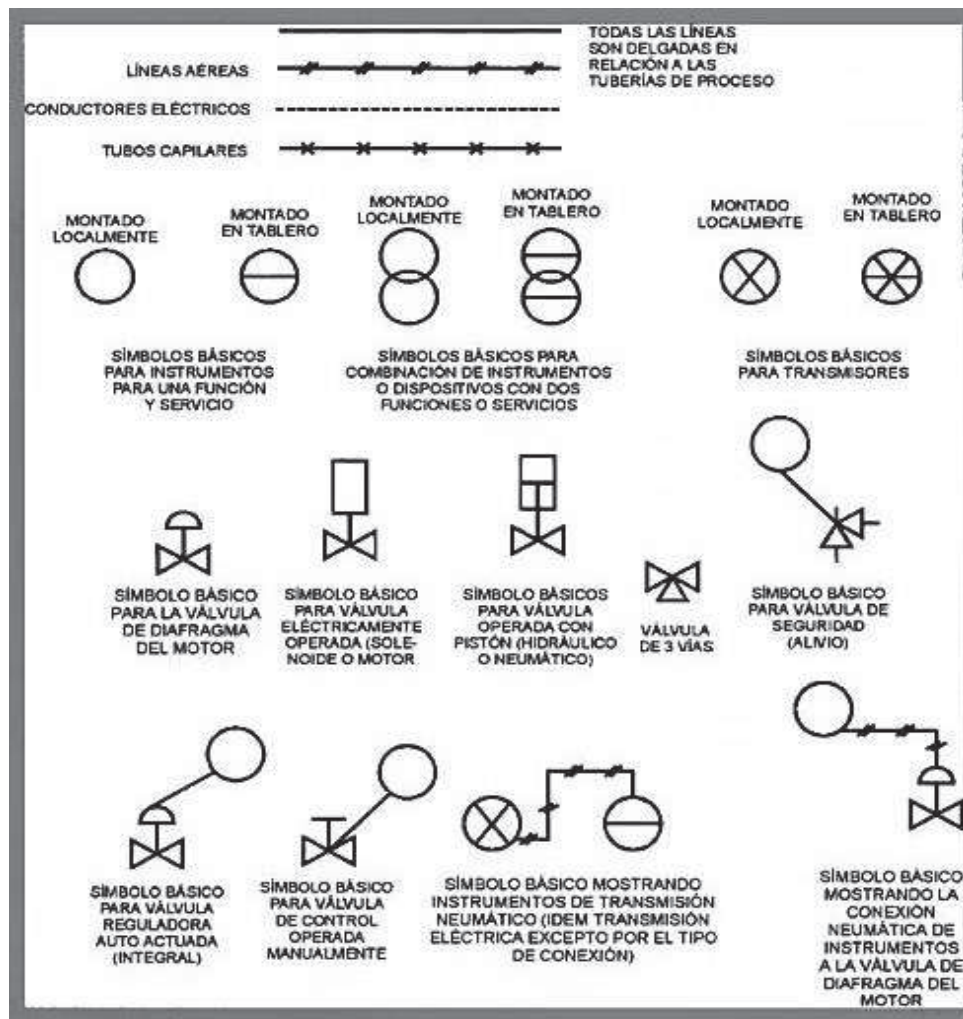


Figura 6.- Simbología de instrumentos industriales (Norma ANSI/ISA).

Fuente: Enríquez Harper, G. (2004).

En el mercado existen un sinnúmero de instrumentos industriales para medir cada tipo de variable y no alcanzarían las hojas para describirlos a todos, pero los más utilizados son los interruptores de presión, temperatura, flujo o nivel, termómetros, manómetros, indicadores de flujo o nivel, sensores capacitivos, inductivos o foto-eléctricos, transductores de presión, termopares y pt100... por citar algunos ejemplos.



Figura 7.- Fotografía de instrumentos industriales.

Fuente: Sitio web <http://angelmedina.webnode.com>

2.4.2. Esquemas de fuerza y Control

Los esquemas de fuerza y control, también llamados esquemas de potencia y mando, son una representación gráfica del funcionamiento de los sistemas automáticos y las conexiones eléctricas de sus elementos a través de la lógica de contactos o lógica cableada.

En el esquema de control se representan todos los elementos electrónicos, electromagnéticos o contactos auxiliares que siguen una secuencia de conmutación para ordenar las acciones que deben realizar los elementos en los esquemas de fuerza. A su vez, en el esquema de fuerza se representan todos los elementos primarios y elementos finales dentro del circuito controlado por los elementos del esquema de control. (Roldan Vilorio, J. 1994).

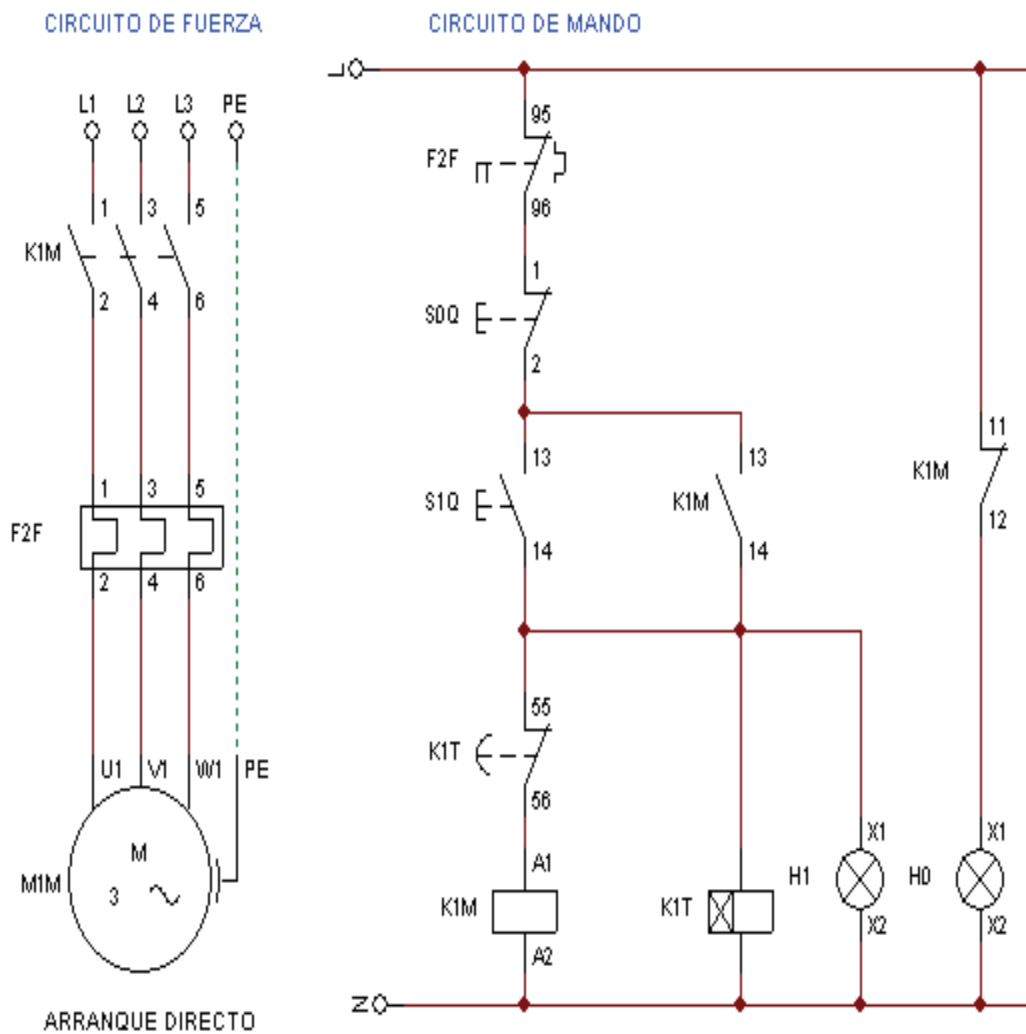


Figura 8.- Esquemas de fuerza y control de un arranque directo para un motor trifásico.

Fuente: Roldan Viloría, J. (1994).

Estos esquemas se elaboran bajo normas eléctricas internacionales, como la UNE (Una Norma Española), la IEC (*International Electrotechnical Commission*), la NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), entre otras, que establecen la simbología a utilizarse. (Roldan Viloría, J. 1994).

| | | | |
|--|---|--|---|
| | Contacto normalmente abierto del circuito de potencia asociado a otro elemento. | | Magnetotérmico unipolar o monofásico. |
| | Contactos normalmente abiertos para circuito de potencia bipolar asociados a otro elemento. La línea a puntos roja que los une indica que están mecánicamente unidos. | | Magnetotérmico bipolar, o trifásico. |
| | Disyuntor unipolar. Tiene la peculiaridad respecto del magnetotérmico de poderse regular la intensidad a la que debe saltar. | | Magnetotérmico tripolar o trifásico. |
| | Motor trifásico de corriente alterna. | | Disyuntor tripolar o trifásico. Tiene la peculiaridad respecto del magnetotérmico trifásico de poderse regular la intensidad nominal que debe soportar sin fallo. |
| | | | Generador trifásico de corriente alterna. |

Figura 9.- Simbología utilizada en los esquemas de fuerza (Norma UNE).

Fuente: Sitio web <http://www.uco.es>

| | | | |
|--|--|--|---|
| | MANDO MECÁNICO CON RETORNO NO AUTOMÁTICA | | MANDO MEDIANTE PALANCA |
| | ENCLAVAMIENTO MECÁNICO | | MANDO MEDIANTE LLAVE |
| | MANDO MECÁNICO GENERAL | | MANDO MEDIANTE MOTOR ELÉCTRICO |
| | MANDO MEDIANTE EMPUJE (PULSADOR) | | PULSADOR TIPO SETA |
| | MANDO MEDIANTE TIRADOR | | MANDO MEDIANTE FINAL DE CARRERA |
| | MANDO MEDIANTE GIRO | | MANDO MEDIANTE DETECTOR DE PROXIMIDAD |
| | MANDO MANUAL CON ACCESO LIMITADO | | MANDO ELETROMAGNÉTICO |
| | MANDO MEDIANTE VOLANTE | | MANDO POR ACUMULACIÓN DE ENERGÍA UNA REFERENCIA INSCRITA EN EL RECUADRO PERMITE ESPECIFICAR, EN CASO NECESARIO, LA FORMA DE ACUMULACIÓN DE ENERGÍA (PRESOSTATO, NIVEL, ETC.) |
| | MANDO MEDIANTE PEDAL | | |

Figura 10.- Simbología utilizada en los esquemas de control (Norma UNE).

Fuente: Sitio web <http://www.uco.es>

2.4.3. Autómatas Programables

Características Principales

Los autómatas programables son dispositivos electrónicos utilizados en las industrias para controlar los procesos en tiempo real. Estos dispositivos electrónicos están constituidos por un hardware y un software; el hardware comprende las tarjetas de interface de entradas y salidas, la tarjeta procesadora y la tarjeta de memoria; y el software comprende el programa que se realiza para el control del proceso. (Universidad de Huelva. 2009)

La tarjeta de interface de entradas y salidas es la que recibe las señales que provienen desde el instrumento de medición hacia el autómata y recíprocamente emite las señales desde el autómata hacia los elementos finales de control. La tarjeta procesadora es aquella que interpreta las instrucciones del programa realizado y determina las señales de salida de acuerdo a las señales de entrada. La tarjeta de memoria es donde se almacenan los datos de las señales de entrada y de salida y donde se graba el programa para el control del proceso. (Universidad de Huelva. 2009)

Las señales de entrada y salida pueden ser digitales o analógicas. En la automatización se dice que una señal es digital cuando su amplitud tiene solo dos estados en función del tiempo, estado alto y estado bajo. Por otra parte se dice que la señal analógica cuando su amplitud es variable en función del tiempo.

Los autómatas programables utilizados en los procesos industriales pueden ser sencillos o complejos de acuerdo a las funciones que brinden al programador; algunos sólo tienen funciones específicas como controladores de procesos o variadores de frecuencia, que solo necesitan darle un valor a sus parámetros, y otros tienen una extensa gama de funciones que permiten realizar programas complejos como es el caso de los controladores lógicos programables (PLC por el inglés *Programmable Logic Controller*).

Controladores de Procesos

Los controladores de procesos son los autómatas programables más sencillos de usar, tienen un tipo de control específico que generalmente es ON/OFF o proporcional integral derivativo (PID) y a veces sólo funciones comunes de temporizador o contador.

Estos autómatas normalmente son diseñados para controlar un proceso en particular, por lo que solo pueden recibir una señal de entrada sea digital o analógica y brindan la posibilidad de emitir dos señales de salida, una analógica y una digital. Por ejemplo, un controlador de temperatura comúnmente permite recibir la señal que envía una pt100 y posee una salida de contacto (salida digital) o una salida de 4 a 20 mA (salida analógica), de acuerdo a los valores que se le den a los parámetros determinan si se activa la señal digital, la analógica o ambas.

Los parámetros a configurar en la mayoría de los controladores de procesos son el punto de control, el tipo de instrumento a utilizar, el rango de valores de la variable

medida, la alarma de nivel alto y la alarma de nivel bajo, el tiempo de respuesta y el tipo de salida. La configuración de estos dispositivos varía de acuerdo al fabricante, pero los parámetros en su mayoría son los mismos, por tal motivo siempre se proporcionan un manual de usuario.



Figura 11.- Fotografía de un controlador de proceso digital.

Fuente: Sitio web <http://www.csrimport.com/catalog>

Variadores de Frecuencia

Al introducir motores eléctricos en la industria, surgió la necesidad de variar su velocidad rotacional para tener un mejor control de los procesos. Al principio los variadores de velocidad eran mecánicos, neumáticos o hidráulicos, pero el avance tecnológico ha logrado ofrecer un dispositivo electrónico capaz de variar la velocidad de un motor a través de la variación de la frecuencia de la corriente suministrada. (Pulido, M. 2000).

A partir de la fórmula:

$$N = \frac{60 \cdot f}{P} \text{ rpm}$$

Fuente: (Pulido, M. 2000).

En donde:

N = velocidad de giro en rpm (revoluciones por minuto)

f = frecuencia de la corriente eléctrica suministrada en Hz (Hertz)

P = número de pares de polos

“Se deduce que variar la velocidad de un motor se puede realizar de dos maneras. Modificando el número de polos del motor o modificando la frecuencia”. (Pulido, M. 2000).

En los sistemas automáticos un variador de frecuencia es de suma importancia, ya que permite variar la frecuencia de un motor de manera que este aumente o disminuya su velocidad rotacional, independientemente de la frecuencia que suministre la red de alimentación. Otras de las bondades que ofrece el variador de frecuencia se listan a continuación:

- Ahorra energía puesto regula el consumo de energía del motor de acuerdo a la necesidad.
- Puede ser usado para cualquier sistema automático.
- No necesitan de mantenimiento.
- Funciona con motores estándar.

- Provee una velocidad constante independientemente de la carga.
- Fácil programación. (solo parámetros).
- Proporciona funciones de tiempos de arranque y freno.
- Pueden configurarse varias velocidades o variar la velocidad manualmente con un potenciómetro.

(Pulido, M. 2000).



Figura 12.- Fotografía de un variador de frecuencia.

Fuente: Sitio web <http://www.mecmod.com>

La selección de un determinado variador de frecuencia depende de la potencia del motor a utilizar en el proceso, es decir, la potencia suministrada por el variador de frecuencia debe ser la misma o mayor a la del motor. Los fabricantes de estos dispositivos siempre proporcionan los datos necesarios para su selección y los respectivos manuales de usuario donde constan sus funciones, valores de parámetros y conexiones.

Controladores Lógicos Programables (PLC).

Los PLC son los autómatas programables más completos que existen, ya que brindan al programador una extensa gama de funciones para el control de los procesos. Algunos de estos autómatas básicos ofrecen una limitada cantidad de entradas y salidas, pero otros más robustos permiten que se les sean incorporados varios módulos más de entradas, salidas, o ambas si se requiere.

El PLC brinda la posibilidad de ser programado en diferentes tipos de lenguajes. Entre los más conocidos se pueden mencionar el lenguaje de contactos o *ladder*, el lenguaje de funciones y el lenguaje booleano.

- Lenguaje de contactos: Este es un tipo de lenguaje de programación de plc basado en la lógica cableada de los esquemas de control y fuerza.
- Lenguaje de funciones: En este tipo de lenguaje, el programa se realiza a través de compuertas lógicas de la electrónica digital.
- Lenguaje booleano: Este es el tipo de lenguaje libre, aquí el programador desarrolla un listado de instrucciones a través del uso de comandos. (Balcells, J. & Romeral, J. 1997).

La ventaja primordial que los controladores lógicos programables ofrecen en el diseño de los sistemas automáticos, es la facilidad para controlar los procesos, puesto que no discriminan el tipo de proceso ni el tipo de señales de entrada y salida. Además cuando el proceso a controlar es muy complejo, algunos de estos autómatas

tienen puertos de comunicación para trabajar en conjunto a otros PLC y crear un sistema automático redundante. (Balcells, J. & Romeral, J. 1997).

Las características que tenga cada controlador varían según el modelo y la marca, por consiguiente al igual que los demás autómatas mencionados anteriormente, estos se adquieren con su respectivo manual de usuario. El fabricante de estos autómatas proporciona un listado completo de las funciones que posea cada uno de sus modelos, regularmente publicado en su página web.

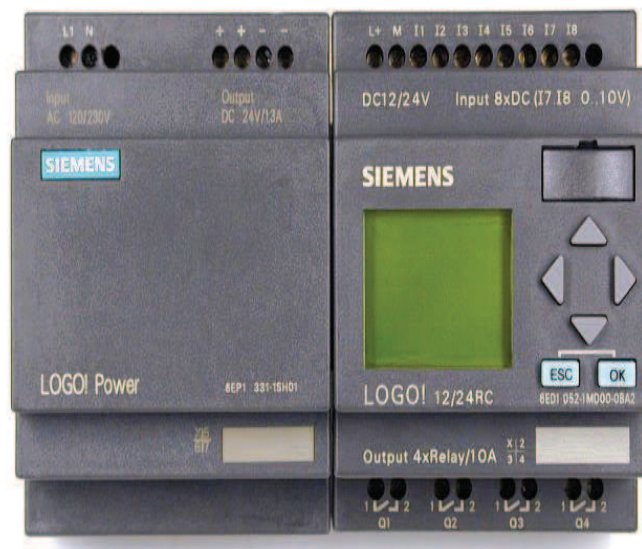


Figura 13.- Fotografía de un PLC.

Fuente: Sitio web www.industry.siemens

2.4.4. Fundamentos de Neumática

La neumática es la técnica que utiliza aire comprimido como fuente de energía. En automatización se utiliza esta fuente de energía para accionar mecanismos a través de la presión del aire, es decir, la fuerza que éste ejerce sobre una superficie. Los

sistemas automáticos que utilicen esta técnica deben tener tres componentes principales para formar un circuito neumático; una fuente de aire comprimido, elementos de dirección y elementos de utilización. (Guillén, S. 1993).

Compresor Neumático

Un compresor neumático es la máquina que toma el aire del ambiente a presión atmosférica y lo comprime incrementando su presión para suministrarlo al circuito neumático. (Guillén, S. 1993).

Existen varios tipos de compresores, pero para aplicaciones de automatización los más utilizados son los de tipo émbolo. Estos compresores son de diferentes etapas de acuerdo a la presión que se requiera; generalmente para presiones hasta 10 bar son de una etapa, hasta 50 bar son de dos etapas y hasta 250 bar son de tres y cuatro etapas. (Guillén, S. 1993).

Seleccionar un compresor para una aplicación de automatización depende del caudal y la presión que requieran los elementos consumidores. La presión que proporcione el compresor deberá ser 3 bar mayor a la que requieran los elementos consumidores y el caudal debe ser mayor a la sumatoria de todos los caudales requeridos por aquellos elementos. (Guillén, S. 1993).

Los fabricantes de compresores siempre proporcionan los valores de presión y caudal que pueden generar estas máquinas, lo que facilita mucho elegir uno para una determinada aplicación.

Válvulas Neumáticas

Las válvulas neumáticas, conocidas también como válvulas direccionales o válvulas distribuidoras, son los elementos que dirigen el sentido de circulación del aire comprimido en el circuito. “La misión que se encomienda a las válvulas direccionales dentro de un circuito neumático, es la de mantener o cambiar, según órdenes o señales recibidas (accionamientos), las conexiones entre los conductos conectados a ellas, para obtener unas señales de salida de acuerdo con el programa establecido”. (Guillén, S. 1993).

La simbología utilizada para representar a las válvulas direccionales en planos o diagramas de procesos también se rige por normas internacionales, la norma UNE por ejemplo.

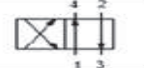
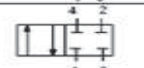
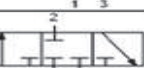
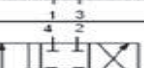
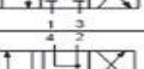
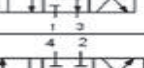
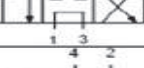
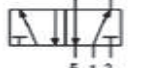

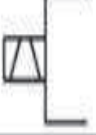
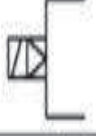
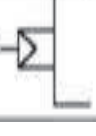
| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Válvula 4/2. | | |
|  | Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada. | | |
|  | Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada. | | |
|  | Válvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada. | | |
|  | Válvula 4/3 en posición neutra escape. | | |
|  | Válvula 4/3 en posición central con circulación. | | |
|  | Válvula 5/2. | | |
|  | Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada. | | |
| | |  | Mando electromagnético con una bobina. |
| | |  | Mando electromagnético con dos bobinas actuando de forma opuesta. |
| | |  | Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje. |
| | |  | Mando por presión. Con válvula de pilotaje neumático. |

Figura 14.- Simbología más utilizada para válvulas neumáticas y accionamientos (Norma UNE).

Fuente: Guillén, S. (1993).

Cilindros Neumáticos

Los cilindros neumáticos son los elementos considerados como consumidores del aire comprimido, ya que lo utilizan para funcionar. La función de los cilindros es transformar la energía neumática del aire comprimido en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, el cual consta de una carrera de avance y una carrera de retroceso. (Guillén, S. 1993).

Los cilindros neumáticos se dividen en cilindros de simple efecto y de doble efecto de acuerdo a la forma en que se produzca el avance y el retroceso. En el de simple efecto el avance es provocado por el aire comprimido y el retroceso generalmente por un muelle, en cambio en el de doble efecto tanto el avance como el retroceso son producidos por la presión de aire.

Al igual que las válvulas direccionales, los cilindros neumáticos cuentan con su propia simbología para representarlos de acuerdo a las normas internacionales, como por ejemplo la norma UNE.

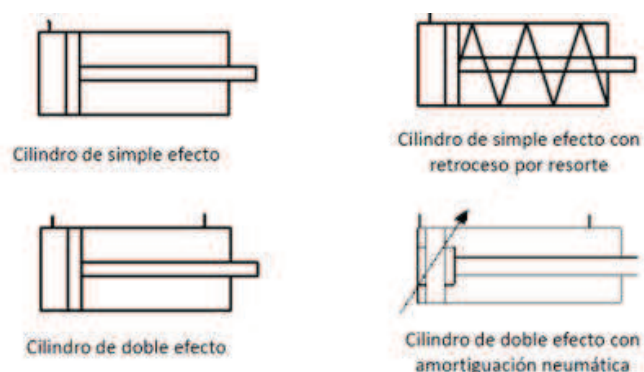


Figura 15.- Simbología para cilindros neumáticos (Norma UNE).

Fuente: Guillén, S. (1993).

Los fabricantes de cilindros neumáticos proporcionan tablas de las características técnicas de sus productos para una facilitar su selección. A continuación se presenta una tabla con datos orientativos para la selección de un cilindro neumático.

Tabla 2.- Datos técnicos orientativos de los cilindros neumáticos.

| # Emb. mm | # Vas. mm | Carreras estandar mm | Fuerza avance en Kp a. | | | Fuerza retroceso en Kp a. | | | Consumo por ciclo en cm ³ /mm a. | | |
|-----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|--|-------|-------|
| | | | 4 bar | 6 bar | 8 bar | 4 bar | 6 bar | 8 bar | 4 bar | 6 bar | 8 bar |
| 10 | 4 | 15-25-50 | 3.12 | 4.68 | 6.24 | 2.64 | 3.96 | 5.28 | 0.72 | 1.01 | 1.30 |
| 16 | 6 | 15-25-50-75 | 8 | 12 | 16 | 6.8 | 10.2 | 13.6 | 1.93 | 2.70 | 3.50 |
| 20 | 8 | 15-25-50-75 | 12.5 | 18.8 | 25.1 | 10.5 | 15.8 | 21.1 | 2.90 | 4.10 | 5.20 |
| 25 | 10 | 15-25-50-75-100 | 19.6 | 29.4 | 39.2 | 16.5 | 24.7 | 33 | 4.50 | 6.30 | 8.10 |
| 32 | 12 | 25-50-75-100-150 200-250-300 | 32 | 48 | 64 | 27.2 | 40.8 | 53.4 | 7.72 | 10.8 | 14.0 |
| 40 | 16 | 25-50-75-100-150 200-250-300 | 50 | 75.2 | 100 | 42 | 63.2 | 84.4 | 11.6 | 16.4 | 20.8 |
| 50 | 18 | 50-75-100-150-200 250-300 | 78.4 | 117.6 | 156.8 | 66 | 98.8 | 132 | 18 | 25.2 | 32.4 |
| 63 | 22 | 50-75-100-150-200 250-300 | 128 | 189 | 252 | 111.2 | 166.8 | 222.4 | 30.4 | 42.5 | 55.1 |
| 80 | 22 | 50-75-100-150-200 250-300 | 204.8 | 307.2 | 409.6 | 189.2 | 283.8 | 378.4 | 46.4 | 65.6 | 83.2 |
| 100 | 30 | 50-75-100-150-200 250-300 | 320 | 480 | 640 | 292 | 438 | 584 | 72 | 100.8 | 129.6 |

Fuente: Guillén, S. (1993).

Accesorios Neumáticos

Los accesorios son los medios por los cuales los componentes de un circuito neumático se conectan entre sí. Dentro de la amplia variedad de accesorios neumáticos se pueden citar algunos considerados como principales:

- Manguera: es la vía por la cual circula el aire comprimido dentro del circuito neumático. Se fabrican en varios tamaños y materiales dependiendo del caudal que se usará en la aplicación.
- Racores: son los conectores entre la manguera y los componentes del circuito neumático. Éstos tienen una conexión de rosca en un extremo y en el otro una conexión para la manguera. El tamaño de estas conexiones dependerá del tamaño de los orificios que tengan los elementos del circuito.
- Reguladores de caudal: son accesorios diseñados para incrementar o disminuir el flujo de aire en algún elemento del circuito. Pueden ser de dos tipos: de línea, los cuales regulan el caudal en alguna parte del circuito, o banjo, que se encargan de regular el caudal suministrado a los cilindros neumáticos, lo cual determina su velocidad de avance y retroceso.
- Silenciadores: son accesorios diseñados para disminuir el ruido que genera el escape de aire comprimido.

(Guillén, S. 1993).

2.4.5. Motores Eléctricos de Corriente Alterna.

Los motores eléctricos de corriente alterna son máquinas que transforman la energía eléctrica (proveniente de una corriente alterna) en energía mecánica. Esta transformación de energía se produce cuando una corriente alterna pasa por unos arrollamientos con un núcleo de hierro, originando un campo magnético que provoca un movimiento rotatorio de su eje. (Enríquez Harper, G. 2004).

Estos motores se pueden dividir en dos grupos, monofásicos y trifásicos. Los motores monofásicos son aquellos que se alimentan con una sola fase (corriente alterna) mientras que los motores trifásicos son los que se alimentan de tres fases (tres corrientes alternas desfasadas 120°).

El uso de un motor monofásico o trifásico en un sistema automático depende de la aplicación que se le vaya a dar. Generalmente los motores monofásicos se fabrican solo hasta potencias de 10 HP (*Horse power*) equivalentes a 7.5 kW (kilovatios) y se utilizan en aplicaciones sencillas, mientras que los trifásicos se fabrican desde potencias de ¼ HP en adelante y se utilizan en aplicaciones más exigentes. (Enríquez Harper, G. 2004).

Los fabricantes de motores eléctricos proveen sus productos con una placa de datos técnicos, en la que comúnmente se encuentra la potencia del motor, el voltaje nominal de trabajo, la corriente que utiliza, la frecuencia de la corriente, velocidad de giro y un diagrama de conexiones, los cuales ayudan a seleccionar el motor más adecuado para una aplicación. Para seleccionar un motor eléctrico para una aplicación se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Las características de la carga a accionar.
- La potencia en la entrada y salida, expresada en HP o kW.
- La velocidad nominal expresada en rpm (revoluciones por minuto).
- Voltaje nominal expresado en Vac (Voltios de corriente alterna).
- La corriente nominal expresada en A (amperios)

- El número de fases.
- La frecuencia de trabajo, expresada en Hz (Hertz).
- Tipo de carcasa.
- Condiciones ambientales del área de trabajo.
- Requerimiento de mantenimiento y accesibilidad.

(Enríquez Harper, G. 2004).

La velocidad y la frecuencia de un motor ya vienen establecidas por el fabricante de acuerdo a su construcción. Los motores eléctricos diseñados para trabajar con una corriente eléctrica a una frecuencia de 60 Hz se fabrican con 1, 2, 3, 4, 5 o 6 pares de polos que producen velocidades de 3600, 1800, 1200, 900, 720 o 600 rpm respectivamente y no es posible fabricarlos a cualquier velocidad. Por lo tanto para utilizar un motor en alguna aplicación que requiera una velocidad diferente es necesario utilizar un variador de frecuencia. (Enríquez Harper, G. 2004).

La potencia tal vez sea el factor más importante al momento de seleccionar un motor eléctrico, ya que debe ser suficiente para accionar la carga que estará conectada a su eje. Además este factor se debe determinar adecuadamente para evitar que el motor se sobrecaliente cuando trabaja con sobrecarga o se desperdicie energía si trabaja con cargas bajas. (Enríquez Harper, G. 2004).

La siguiente figura es un monograma que relaciona la potencia, el torque y la velocidad de un motor eléctrico trifásico de corriente alterna, presentado como referencia para una adecuada selección.

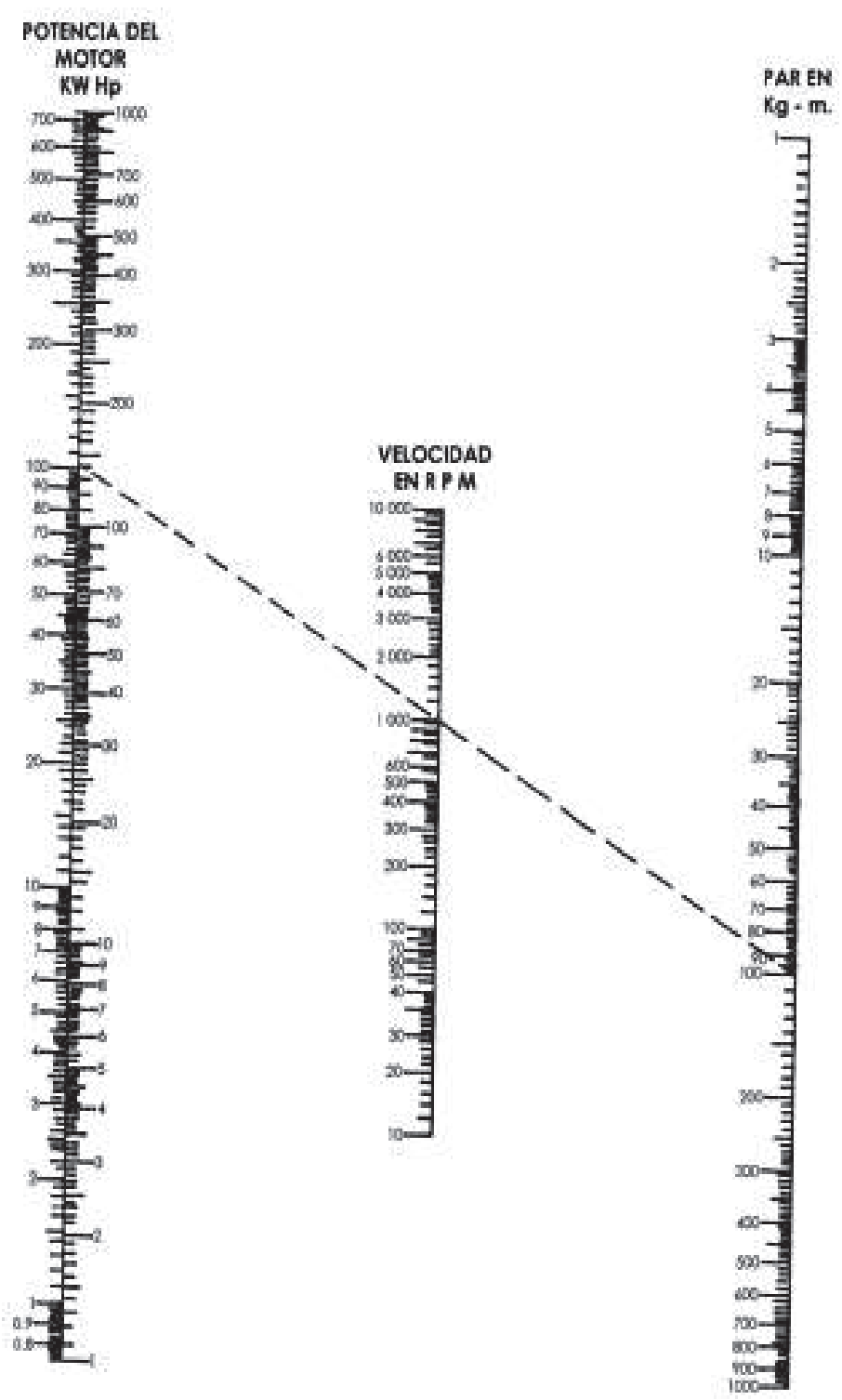


Figura 16.- Monograma de relación de potencia, torque y velocidad de motores eléctricos.

Fuente: Enríquez Harper, G. (2004).

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DULCE “COCADA MANJAR”

Este capítulo detalla los pasos seguidos para diseñar el sistema automático, desde el estudio del proceso de elaboración del dulce “Cocada Manjar”, hasta su desarrollo. Además, en este capítulo se representa por medio de planos el sistema automático diseñado y se demuestra su funcionamiento a través de esquemas de fuerza y control y una simulación computarizada, obteniendo los resultados necesarios para demostrar la hipótesis planteada inicialmente.

3.1. ESTUDIO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE “COCADA MANJAR”

3.1.1. Descripción del Producto “Cocada Manjar”

“Cocada Manjar” nació con la visión de revolucionar la “típica cocada esmeraldeña” y convertirla en un producto de exportación. Este nuevo formato de dulce de coco viene en diferentes presentaciones para comodidad del consumidor, tales como: paquetes de 50 y 36 pequeñas unidades de forma esférica (Ver Anexo 1, fotografías 1 y 2) y en barras rectangulares grandes y pequeñas (Ver Anexo 1, fotografías 3 y 4).

Todas las presentaciones son elaboradas y empaquetadas artesanalmente, cumpliendo las normas de calidad e higiene requeridas por el Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública (INSPI), como lo demuestra el registro sanitario N°-4034-INH6-AN-10-06 (Ver Anexo 2).



Figura 17.- Fotografía de la “Cocada Manjar”.

Fuente: Tomada por el autor.

3.1.2. Datos del Proceso de Elaboración de “Cocada Manjar”

Durante la investigación se registraron los datos relevantes del proceso de elaboración del producto, tales como los ingredientes para la elaboración, el tiempo transcurrido en cada paso del proceso y el personal que interviene en cada uno de ellos.

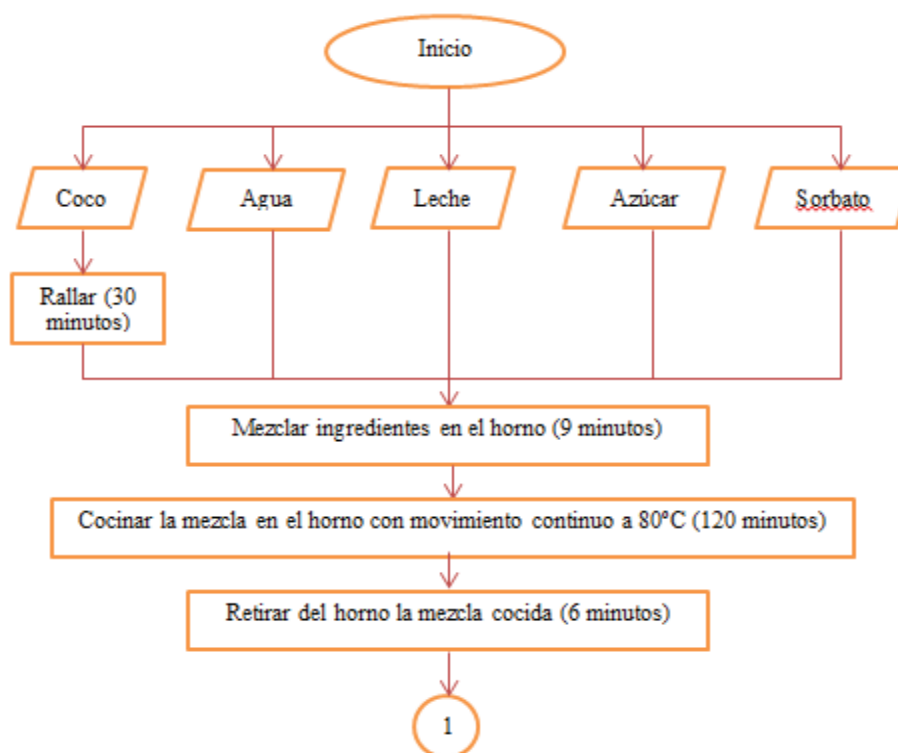
Ingredientes para elaborar “Cocada Manjar”.

“Cocada Manjar” (Lote de 18.5 kg. Ver Anexo 1, fotografía 5)

- 10½ kg de coco rallado.
- 9 L de agua.
- 2.7 kg de leche en polvo.
- 8 kg de azúcar blanca.
- 14 g de sorbato de potasio, o también llamado ácido sórbico.

Proceso de elaboración de “Cocada Manjar”.

El proceso de elaboración de “Cocada Manjar” se documentó en video (Ver Anexo 1, videos del 1 al 13). Este proceso se puede representar con el siguiente diagrama de flujo:



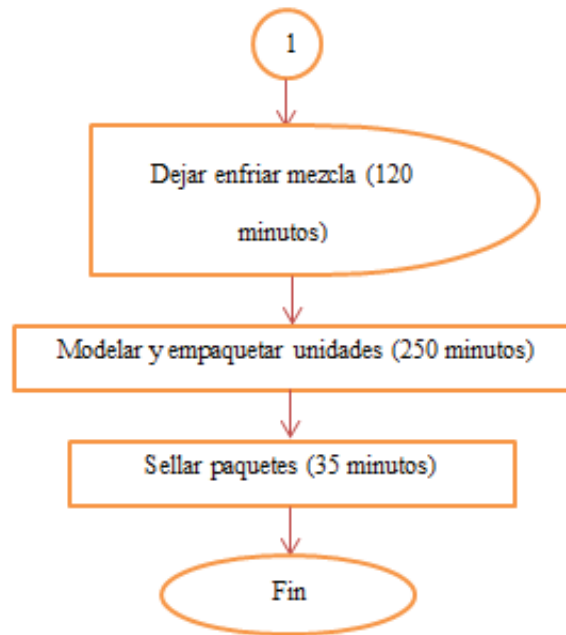


Figura 18.- Diagrama de flujo del proceso de elaboración de “Cocada Manjar”.

Fuente: Elaborada por el autor.

Los pasos: rallar el coco, mezclar los ingredientes, cocinar la mezcla y retirar mezcla del horno, se realizan por una persona y los pasos: modelar, empaquetar y sellar los paquetes se realizan manualmente por otra persona. Por lo tanto intervienen un total de dos personas para producir un lote de “Cocada Manjar”, proceso que se realiza en 570 minutos equivalentes a 9 horas con 30 minutos.

3.1.3. Datos de Producción de “Cocada Manjar”

“Cocada Manjar” se produce en lotes (1 lote = 18.5 kg de mezcla final) y cada lote siempre es destinado para elaborar un solo tipo de presentación. De acuerdo a esta información, se registraron los datos de producción para cada tipo de presentación del dulce en la siguiente tabla:

Tabla 3.- Relaciones de producción del dulce “Cocada Manjar”.

| Presentación | Producción por lote (kg) | Rendimiento (unidades) |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Paquete de 50 u | 18.5 | 58 |
| Paquete de 36 u | 18.5 | 80 |
| Barra grande | 18.5 | 105 |
| Barra pequeña | 18.5 | 164 |

Fuente: Elaborada por el Autor.

Nota: La producción mensual de “Cocada Manjar” son 2 lotes de cada tipo de presentación.

3.1.4. Mediciones y Cálculos

Para completar la recopilación de datos del proceso, se midió el peso y el tiempo de modelado de cada unidad para cada tipo de presentación de “Cocada Manjar”. Con estos datos se calcularon valores promedios, los cuales fueron las pautas para el diseño de un sistema automático.

Tabla 4.- Tiempo de elaboración de cada paquete de 50 y 36 unidades de “Cocada Manjar”.

| Lectura | Tiempo por unidad (s) | Tiempo por paquete de 50u (s) | Tiempo por paquete de 36u (s) |
|----------------|----------------------------------|--|--|
| 1 | 3 | 260 | 192 |
| 2 | 4.6 | 253 | 185 |
| 3 | 3.9 | 248 | 192 |

| | | | |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|
| 4 | 7.1 | 266 | 172 |
| 5 | 6.9 | 265 | 187 |
| 6 | 5.6 | 251 | 189 |
| 7 | 6.7 | 264 | 201 |
| 8 | 4.8 | 257 | 195 |
| 9 | 5.5 | 261 | 175 |
| 10 | 3.7 | 263 | 180 |
| PROMEDIO | 5.18 | 258.8 | 186.8 |

Fuente: Elaborada por el Autor.

Tabla 5.- Tiempo de elaboración de cada barra grande y pequeña de “Cocada Manjar”.

| Lectura | Tiempo por barra grande (s) | Tiempo por barra pequeña(s) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 139 | 93 |
| 2 | 147 | 91 |
| 3 | 139 | 87 |
| 4 | 135 | 95 |
| 5 | 144 | 83 |
| 6 | 151 | 85 |
| 7 | 138 | 99 |
| 8 | 141 | 89 |
| 9 | 149 | 95 |
| 10 | 139 | 97 |
| PROMEDIO | 142.2 | 91.4 |

Fuente: Elaborada por el Autor.

Del mismo modo, el peso de las unidades se documentó durante la investigación (ver Anexo 1, Fotografías de la 6 a la 55) con el fin de evidenciar la imprecisión que existe al momento de modelar las unidades manualmente y calcular el peso promedio del producto. La imprecisión en los pesos de las unidades se debe a fallas humanas al momento de modelarlas, en ciertas ocasiones se utiliza una reducida cantidad de la mezcla y en otras una cantidad excesiva, provocando una diferencia entre los pesos del producto final, tal como se muestra en los siguientes cuadros:

Tabla 6.- Pesos por paquete de 50 y 36 unidades de “Cocada Manjar”.

| Lectura | Peso por unidad (g) | Peso por paquete de 50u (g) | Peso por paquete de 36u (g) |
|-----------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 5 | 341 | 225 |
| 2 | 5 | 342 | 224 |
| 3 | 5 | 344 | 231 |
| 4 | 6 | 338 | 231 |
| 5 | 5 | 331 | 234 |
| 6 | 7 | 339 | 221 |
| 7 | 7 | 337 | 236 |
| 8 | 7 | 325 | 228 |
| 9 | 6 | 334 | 224 |
| 10 | 6 | 341 | 230 |
| PROMEDIO | 5.9 | 337.2 | 228.4 |

Fuente: Elaborada por el Autor.

Tabla 7.- Pesos por barra grande y barra pequeña de “Cocada Manjar”.

| Lectura | Peso por unidad barra grande (g) | Peso por unidad barra pequeña (g) |
|-----------------|---|--|
| 1 | 173 | 119 |
| 2 | 173 | 116 |
| 3 | 173 | 110 |
| 4 | 171 | 111 |
| 5 | 173 | 100 |
| 6 | 173 | 113 |
| 7 | 173 | 107 |
| 8 | 173 | 103 |
| 9 | 175 | 111 |
| 10 | 175 | 113 |
| PROMEDIO | 173.2 | 110.3 |

Fuente: Elaborada por el Autor.

3.2. DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE “COCADA MANJAR”

El diseño del sistema automático para este proceso se desarrolló en cuatro pasos principales:

- Delimitar el espacio físico disponible donde se podría instalar el sistema.
- Establecer los sistemas de control para automatizar el proceso.
- Elaborar los esquemas de fuerza y control del sistema.
- Especificar las características técnicas de los elementos del sistema.

3.2.1. Dimensión del Espacio Físico Disponible

Para empezar a desarrollar el sistema automático, se estudiaron las instalaciones donde se elabora el producto “Cocada Manjar”, con el fin de que el diseño se base en las dimensiones del espacio físico disponible en caso de una futura implementación por parte del propietario (Ver Anexo 3).

El proceso de elaboración de “Cocada Manjar” se realiza en una habitación de 8.8 m² de área y 2.6 m de altura. En esta habitación se encuentran dos hornos a gas, una estantería y una mesa metálica. En la actualidad solo un horno se utiliza para la elaboración de “Cocada Manjar”, el cual cuenta con una estructura metálica que ocupa 1.54 m² del área total de la habitación.

El área que ocupa el horno que no es utilizado, la mesa y la estantería se despreciaron para delimitar el espacio disponible dado que no representan estructuras o elementos indispensables en el proceso. De manera que la diferencia entre el área total de la habitación y el área que ocupa la estructura metálica del horno (que actualmente se usa para el proceso) se consideró como espacio disponible para el diseño del sistema, el cual es de 7 m² aproximadamente.



Figura 19.- Fotografía de instalaciones donde se elabora “Cocada Manjar”.

Fuente: Tomada por el Autor.

3.2.2. Sistemas de Control y Elementos para Automatizar el Proceso

Habiendo delimitado el espacio del que se dispone, se dividió al proceso en dos etapas de estudio que faciliten diseñar el sistema automático: “la etapa de cocción de mezcla” y “la etapa del modelado de unidades”.

Etapa de Cocción de Mezcla

Esta etapa se realiza en un horno a gas de 0.1 m³ aproximadamente, el cual tiene en su interior un aspa de acero inoxidable acoplada mecánicamente a un motor eléctrico de 1.5 HP equivalentes a 1.12 kW de potencia, de alimentación eléctrica monofásica de 220 Vac entre línea y línea. Este motor eléctrico le da el movimiento continuo a la mezcla durante la cocción (Ver Anexo 1, fotografías de la 56 a la 60).



Figura 20.- Fotografía del horno a gas donde se cocina la mezcla de “Cocada Manjar”.

Fuente: Tomada por el Autor.

Para automatizar esta etapa se establecieron dos sistemas de control: “sistema de control de movimiento de mezcla” y “sistema de control de temperatura del horno”.

Sistema de Control de Movimiento de Mezcla.

Es un sistema de control en lazo abierto que mantendrá el movimiento continuo de la mezcla durante la cocción. Este sistema es el mismo que el actual, pero se mejorará reemplazando el motor existente por uno trifásico (de igual potencia y voltaje) junto a un variador de frecuencia.

El variador de frecuencia convertirá el sistema monofásico de 220 Vac actual en un sistema trifásico de 220 Vac que será utilizado para hacer funcionar al nuevo motor

trifásico. Además el variador de frecuencia permitirá ajustar la velocidad del motor a la que se desee por medio de un potenciómetro.

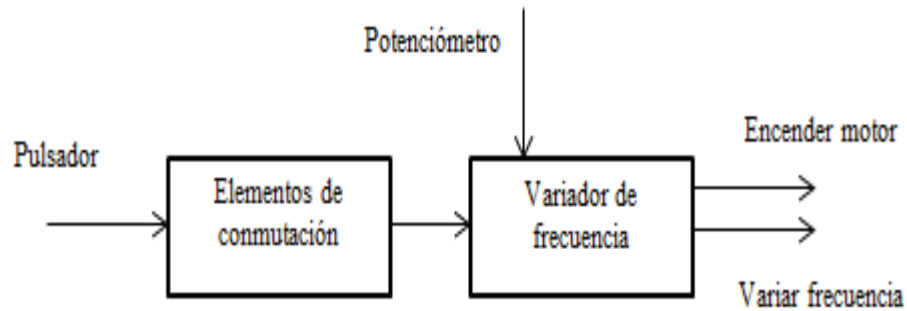


Figura 21.- Sistema de control del motor para el movimiento de mezcla.

Fuente: Elaborada por el autor.

Sistema de Control de Temperatura del Horno.

Es un sistema de control en lazo cerrado que garantizará el tiempo de cocción y la calidad del producto al mantener constante la temperatura. Este sistema estará compuesto por un sensor de temperatura (protegido con un termo-pozo), un controlador de temperatura y una válvula proporcional.

El sensor captará el valor de la temperatura de la mezcla durante la cocción y la llevará al controlador para ser comparada con el valor de operación determinado (punto de control), de acuerdo a esta comparación el controlador ordenará a la válvula proporcional ejercer la acción de regulación del flujo del gas.

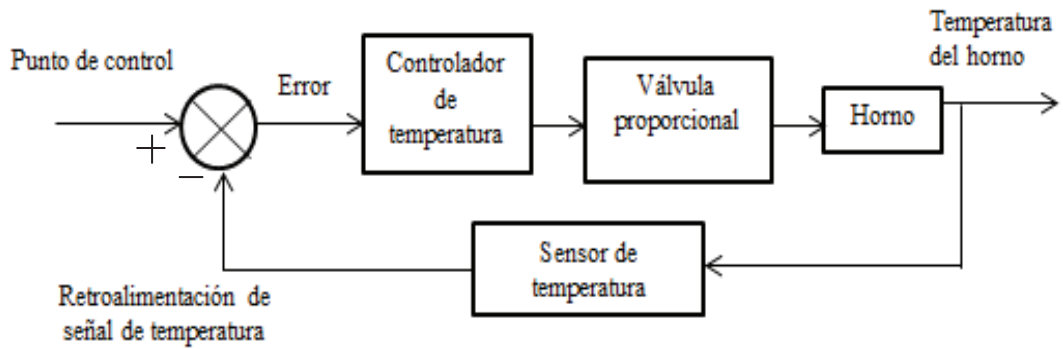


Figura 22.- Sistema de control de temperatura del horno.

Fuente: Elaborada por el autor.

De acuerdo a los sistemas de control establecidos, se realizó un plano de las dimensiones del sistema automático para esta etapa (Ver Anexo 4) y un esquema representativo de sus elementos como se muestra en la siguiente figura.

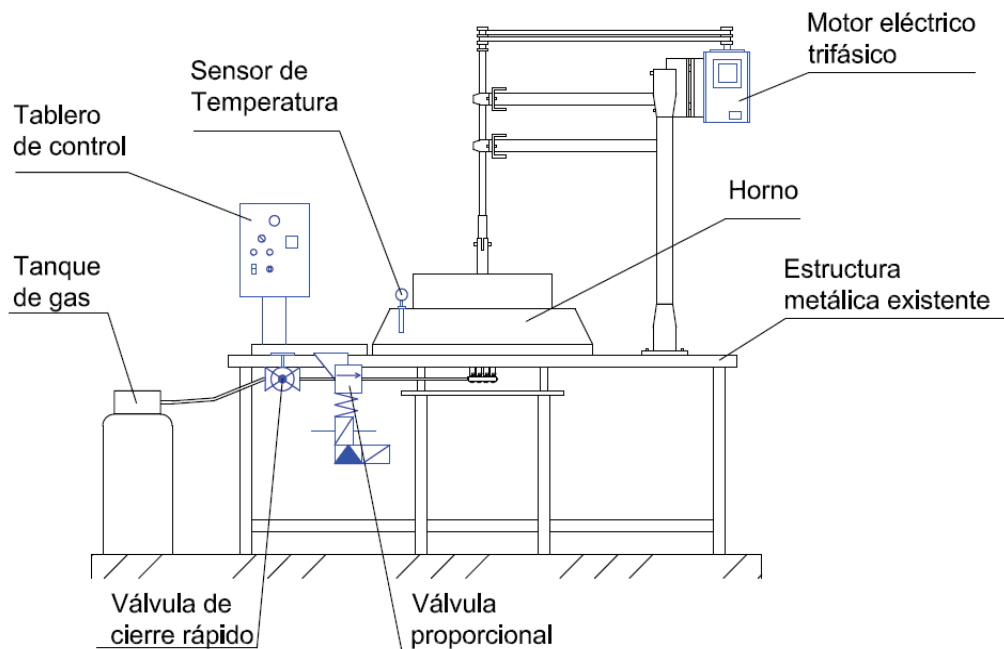


Figura 23.- Elementos de los sistemas de control para la etapa de cocción de mezcla.

Referencia: Elaborada por el Autor.

En la figura 23 se puede observar un tablero de control, el cual será la interface entre el operador y el sistema automático. Este tablero constará de un selector para energizar los sistemas de control, un pulsador doble para encender y apagar el motor del horno, un potenciómetro para regular la velocidad del motor, luces piloto que indiquen el estado del motor y la pequeña pantalla digital del controlador de temperatura, desde la cual se podrá visualizar la temperatura actual del horno y ajustar el punto de control.

Etapas de Modelado de Unidades

La etapa de modelado de unidades es muy básica, como se mencionó anteriormente, el modelado de las unidades se realiza manualmente por una persona. Cuando la mezcla cocida se encuentra a temperatura ambiente, la persona encargada procede a darle forma a las unidades una por una hasta agotar la mezcla del lote producido. La forma y dimensiones que se le da a la mezcla para cada unidad determinan el tipo de presentación que se produce.



Figura 24.- Fotografía del modelado de unidades de “Cocada Manjar”.

Fuente: Tomada por el Autor.

Para esta etapa se establecieron tres sistemas de control: “sistema de control de extrusión de mezcla”, “sistema de control de corte de mezcla” y “sistema de control de modelado de unidades esféricas”.

Sistema de Control de Extrusión de Mezcla

Es un sistema de control en lazo abierto que compactará la mezcla cocida después de enfriarse, permitiendo que sea moldeada. Este sistema consiste en un cilindro metálico hueco que en un extremo tiene un molde con la forma de las unidades a fabricar y por el extremo ingresa la mezcla cocida.

La mezcla será empujada por una placa circular metálica (del mismo diámetro del orificio del cilindro hueco) acoplada al vástago de un cilindro neumático (de velocidad ajustable con reguladores banjo), el cual trabajará por acción de una válvula direccional neumática controlada con un PLC. La fuerza ejercida por el vástago del cilindro neumático sobre la mezcla, la obligará a salir por el extremo adoptando la forma del molde.

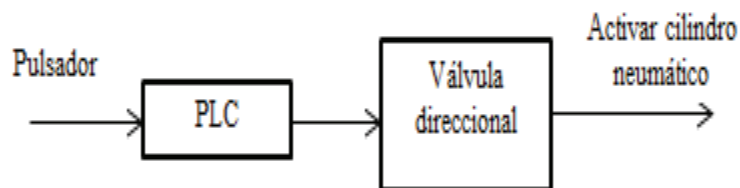


Figura 25.- Sistema de control del cilindro neumático para extrudir la mezcla.

Fuente: Elaborada por el autor.

Existirán tres tipos de moldes, el primero con la medida del diámetro de las unidades esféricas, el segundo con la medida de las barras rectangulares grandes y el tercero con la medida de las barras rectangulares pequeñas (Ver Anexo 1, fotografías de la 61 a la 67). Los moldes podrán ser intercambiados gracias a una conexión de tipo Tri-Clamp, de manera que el sistema brinde la posibilidad de fabricar las diferentes presentaciones del producto.

Sistema de Control de Corte de Mezcla

Es un sistema de control en lazo abierto que cortará la mezcla expulsada del cilindro hueco. Consiste en instalar en el extremo del cilindro hueco que tiene el molde, un pequeño motor eléctrico con una cuchilla acoplada a su eje, de tal forma que se produzcan barras de la mezcla al ser expulsada del cilindro.

Este sistema también permitirá variar la velocidad del motor por acción de un variador de frecuencia, para que de esta forma poder ajustar el tamaño de las unidades cortadas.

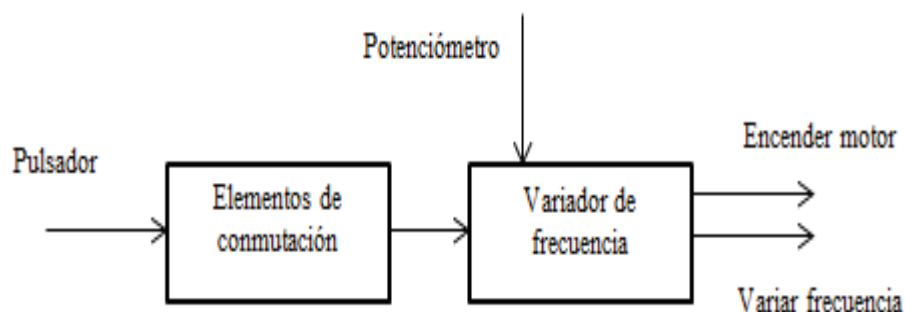


Figura 26.- Sistema de control del motor para cortar la mezcla.

Fuente: Elaborada por el autor.

Sistema de Control de Modelado de Unidades Esféricas

Es un sistema de control en lazo abierto que moldeará las unidades esféricas. Se basa en una máquina boleadora en donde caerán las unidades cortadas, ubicada a la salida del cilindro hueco.

Esta máquina boleadora consiste un motor eléctrico con un variador de frecuencia que hacen girar a un cilindro con una espiral metálica estática en su interior. Las unidades cortadas caerán en el interior del cilindro hasta el fondo, para luego por efecto del movimiento circular del cilindro y el rozamiento entre sus paredes con la espiral metálica, se moldearán a medida que ascienden hasta ser expulsadas de la máquina.

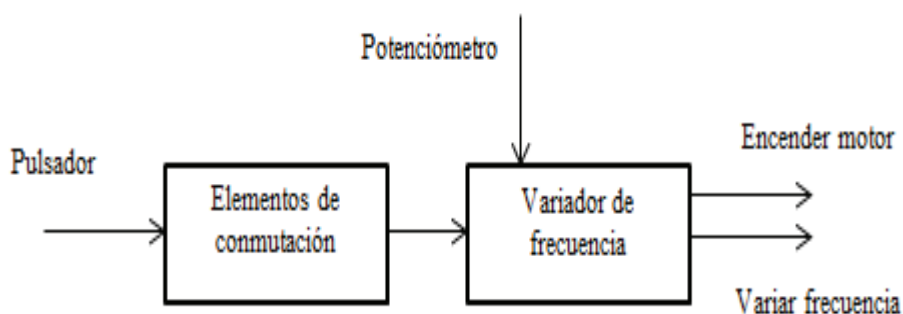


Figura 27.- Sistema de control del motor de la máquina boleadora.

Fuente: Elaborada por el autor.

Al igual que en la etapa de cocción, para esta etapa también se realizó un plano de las dimensiones del sistema automático (Ver Anexo 5) de acuerdo a los sistemas de control establecidos y además un esquema representativo de sus elementos para una mejor comprensión.

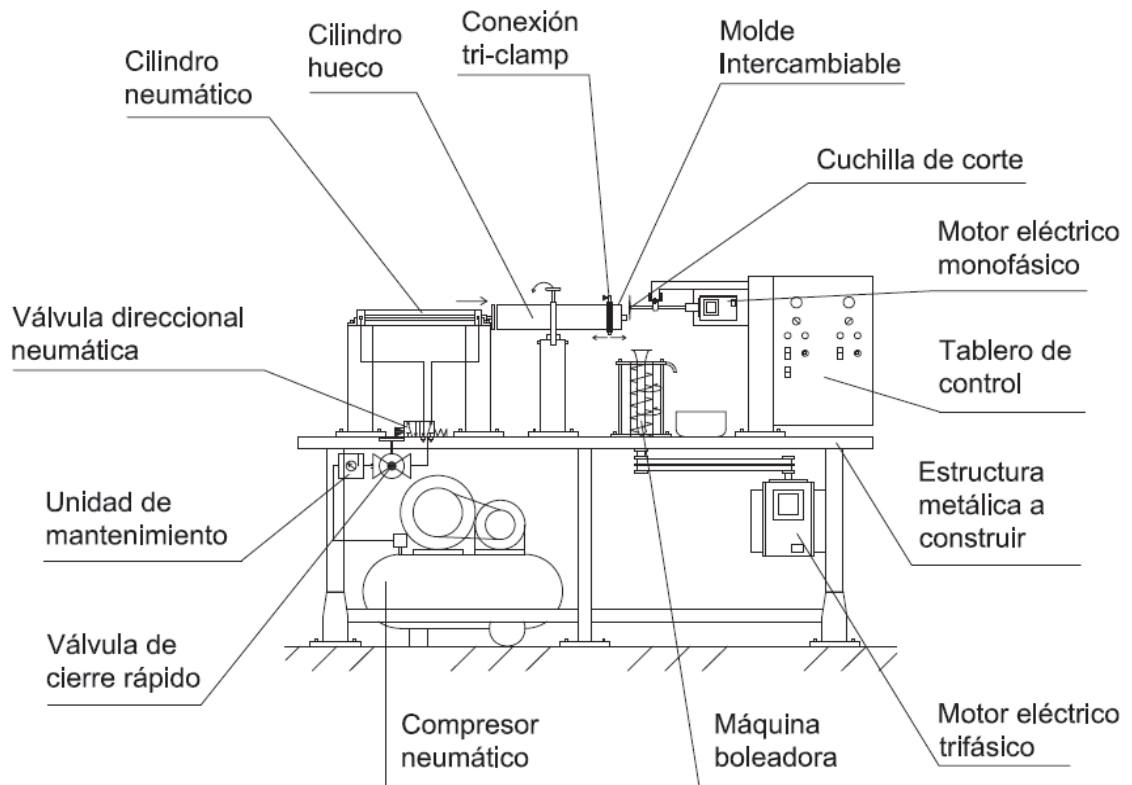


Figura 28.- Elementos de los sistemas de control para la etapa de modelado de unidades.

Referencia: Elaborada por el Autor

Esta etapa tendrá su propio tablero de control tal como se muestra en la figura 28, el cual tendrá dos selectores, uno para energizar los sistemas de control de extrusión y de corte, y otro para energizar el sistema de control de modelado de unidades.

En este tablero también habrá dos pulsadores dobles para encender y apagar los motores y otro para activar y desactivar el cilindro neumático, además cuatro luces piloto para indicar el estado de los sistemas y potenciómetros para regular la velocidad de los motores.

3.2.3. Ubicación y Funcionamiento del Sistema Automático

Una vez establecidos los elementos para automatizar el proceso, se procedió a definir la ubicación del sistema automático diseñado (Ver Anexo 6). El sistema automático para la etapa de cocción de mezcla mantendrá las dimensiones y la ubicación de la estructura metálica del horno que actualmente se utiliza para el proceso, en cambio la etapa de modelado de unidades tendrá su propia estructura metálica de 1.61 m² aproximadamente, la cual se ubicará frente a la estructura de la etapa de cocción de mezcla, de manera que entre las dos haya 1.5 m de distancia para circular libremente.

Esquemas de Fuerza y Control del Sistema

Para el sistema automático diseñado se elaboraron los respectivos esquemas de fuerza y control; que además de representar su funcionamiento y las conexiones entre sus elementos, ayudaron a definir los elementos adicionales que se necesitarán para su correcta operación y protección.

En los esquemas de fuerza se representaron todos los elementos y conductores dentro del circuito controlado por los elementos de los esquemas de control, como los motores eléctricos, los variadores de frecuencia, la válvula proporcional, la válvula direccional, los disyuntores, contactores y relés térmicos. (Ver Anexos 7 y 8).

Por otro lado, en los esquemas de control se representaron todos los elementos electromagnéticos y contactos auxiliares que ordenan las acciones que deben realizar los elementos en los esquemas de fuerza. En estos esquemas se muestra al sensor de

temperatura, los controladores y los elementos de tablero como selectores, pulsadores, luces piloto y potenciómetros. (Ver Anexo 9 y 10).

Simulación del Sistema Automático

Como demostración del funcionamiento del sistema automático diseñado, se realizó una simulación computarizada en condiciones ideales, la cual explica cómo trabaja el sistema y brinda la información necesaria para determinar el aumento en la producción (Ver Anexo 1, video 14).

Para la simulación se estimó que cada unidad esférica se producirá en 1.5 s, cada barra grande en 8 s y de cada barra pequeña en 5 s. Pero para que esto pueda ser posible, es necesario determinar la frecuencia a la que el motor del corte de la mezcla deberá trabajar.

Para cortar la mezcla cada 1.5 s es necesario conocer las revoluciones por minuto a las que deberá girar el eje del motor, calculadas de la siguiente forma:

Si:

1 revolución debe tardar 1.5 s

1 minuto = 60 s

Por lo tanto:

$$N = \frac{60}{1.5} = \mathbf{40 \text{ rpm}}$$

De acuerdo a la fórmula de la velocidad de un motor mencionada en el capítulo II:

$$N = \frac{60 \cdot f}{P} \text{ rpm}$$

En donde:

N = velocidad de giro en rpm (revoluciones por minuto)

f = frecuencia de la corriente eléctrica suministrada en Hz (Hertz)

P = número de pares de polos

Y si se considera que el corte de la mezcla se realiza con un motor estándar de 1800 rpm y 2 pares de polos (motor más común en el mercado). Se puede despejar:

$$f = \frac{P \cdot N}{60} \text{ Hz}$$

Donde reemplazando resulta:

$$f = \frac{2 \cdot 1800}{60} \text{ 1.33 Hz}$$

Por lo tanto 1.33 Hz es la frecuencia que debe tener la corriente suministrada por el variador de frecuencia al motor del corte de mezcla, para poder producir cada unidad esférica en 1.5 s.

De la misma forma se calcularon las frecuencias de trabajo de este motor para producir cada barra grande en 8 s y cada barra pequeña en 5s, resultando **0.25 Hz** y **0.4 Hz** respectivamente.

Al comprobar que si es posible producir cada unidad esférica en el tiempo estimado, se determinó el tiempo total para producir cada paquete de 50 y 36 unidades, de la siguiente forma:

$$t_{ps50} = t_{us}n$$

En donde:

t_{ps50} = tiempo de fabricación de un paquete de 50 unidades esféricas con el sistema automático expresado segundos (s).

t_{us} = tiempo de fabricación por unidad con el sistema automático expresado en s.

n = cantidad de unidades por paquete.

Resultando:

$$t_{ps50} = (1.5). 50 = \mathbf{75\ s}$$

Asimismo se calcula el tiempo de fabricación de cada paquete de 36 unidades esféricas.

$$t_{ps36} = (1.5). 36 = \mathbf{54\ s}$$

A partir de los tiempos comprobados de fabricación para cada tipo presentación del producto, se determinó el incremento en la producción de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$P_t = t_a/t_{ps50}$$

$$P_t = t_a/t_{ps36}$$

En donde:

P_t = producción en el mismo tiempo de modelado y empaquetado actual expresado en s.

t_a = tiempo de modelado y empaquetado actual (250 minutos) expresado en s.

Resultando:

$$P_t = 15000/75 = \mathbf{200 \text{ unidades}}$$

$$P_t = 15000/54 = \mathbf{277.78 \text{ unidades}}$$

En el caso de las barras se utiliza la misma ecuación.

$$P_t = t_a/t_{gs}$$

$$P_t = t_a/t_{ps}$$

En donde:

t_{gs} = tiempo de fabricación de una barra grande con el sistema automático expresado en s.

t_{ps} = tiempo de fabricación de una barra pequeña expresado en s

Obteniendo como resultado:

$$P_t = 15000/8 = \mathbf{1875 \text{ unidades}}$$

$$P_t = 15000/5 = \mathbf{3000 \text{ unidades}}$$

3.2.4. Especificaciones Técnicas de los Elementos del Sistema Automático

Los elementos del sistema automático diseñado, deben cumplir con ciertas características técnicas para garantizar su correcto funcionamiento. Para determinar las características del cilindro neumático y los motores eléctricos se utilizó como referencia la información de los planos de dimensiones del sistema (Anexos 4 y 5) y los datos de la figura 16 y la tabla 2.

Dimensionamiento del Cilindro Neumático

Se dimensionó del cilindro neumático de acuerdo a la fuerza necesaria para extrudir la mezcla partiendo por calcular su peso total. Para calcular el peso total se obtuvo primero la densidad de la mezcla considerando como datos iniciales el peso promedio (tabla 6) y tamaño de las unidades esféricas (Anexo 1, fotografía 61).

$$\rho = \frac{m_u}{V_u} = \frac{P_u/g}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$

En donde:

ρ = es la densidad de la mezcla en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3)

m_u = masa de la unidad en kg

V_u = es el volumen de la unidad en m^3

P_u = peso por unidad esférica en kilogramos fuerza (kgf)

g = aceleración de la gravedad en metros por segundos cuadrados (m/s^2)

π = constante pi

r = radio de la unidad en m

Calculando resulta:

$$m = P/g = 5.9 \times 10^{-3} / 9.8 = \mathbf{6.02 \times 10^{-4} \text{ Kg}}$$

$$V_u = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(0.01m)^3 = \mathbf{4.2 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

Por lo tanto:

$$\rho = 143.33 \text{ kg/m}^3$$

Ahora bien, el peso total de la mezcla a extrudir será el peso de la mezcla que quepa dentro del cilindro metálico hueco. Para determinar esto se necesita calcular el volumen del mismo. Se tomó como datos iniciales las dimensiones de este cilindro presentes en el anexo 5.

$$V_{cil} = \pi r^2 l$$

En donde:

V_{cil} = es el volumen del cilindro en m^3

l = longitud del cilindro en m

Calculando resulta:

$$V_{cil} = \pi(0.05)^2(0.5) = \mathbf{3.93 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$$

Con estos datos se puede determinar el peso total de la mezcla a extrudir de la siguiente forma:

$$P_t = m_t \cdot g = \rho \cdot V_{cil} \cdot g$$

En donde:

P_t = es el peso total de la mezcla en kgf

m_t = es la masa total de la mezcla en kg

Resultando:

$$P_t = 143.33 \cdot 3.93 \times 10^{-3} \cdot 9.8 = \mathbf{5.52 \text{ kgf}}$$

Por lo tanto para mover y comprimir la mezcla dentro del cilindro metálico hueco bastaría un cilindro con una fuerza en el avance de apenas 6 kgf considerando una presión de 8 bares (115 Psi. Presión de un compresor estándar). Sin embargo, carreras de 500 mm son estándar para cilindros de 40 mm de diámetro en adelante.

De acuerdo a la tabla 2, un cilindro neumático de 40 mm de diámetro a una presión de 8 bares ejerce una fuerza de 100 kgf en el avance, la cual es suficiente para extrudir la mezcla.

Selección de Elementos Eléctricos

Para determinar las características de los elementos eléctricos se utilizó la información de los esquemas de control y fuerza (Anexos 7, 8, 9 y 10) y los datos proporcionados por un importante distribuidor de materiales eléctricos del país (Ver Anexo 11).

Tablas de Especificaciones Técnicas

A continuación se presentan en tablas las especificaciones técnicas de todos los elementos del sistema automático diseñado, organizados por etapa de acuerdo al sistema de control que pertenecen.

Tabla 8.- Especificaciones técnicas de los elementos para la etapa de cocción de mezcla.

| CANT | ELEMENTO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS |
|--|---------------------------|--|
| TABLERO DE CONTROL | | |
| 1 | Gabinete | <ul style="list-style-type: none"> - Metálico - Medidas de 400x300x200 mm |
| 1 | Disyuntor magneto-térmico | <ul style="list-style-type: none"> - Dos polos - Corriente nominal 2 A |
| 1 | Pulsador de emergencia | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Tipo hongo - Un contacto NC - Con retención |
| 1 | Selector | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Dos posiciones |
| 1 | Pulsador doble | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Un contacto NC y un contacto NA |
| 2 | Luz piloto | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Tensión nominal 220 Vac - Una color verde y una color rojo |
| 1 | Potenciómetro Industrial | <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia según el variador de frecuencia |
| CONTROL DE MOVIMIENTO DE MEZCLA | | |
| 1 | Disyuntor magneto-térmico | <ul style="list-style-type: none"> - Tres polos - Corriente nominal 16 A |
| 1 | Contactador | <ul style="list-style-type: none"> - Corriente nominal 9 A |

| | | |
|---|---|--|
| 1 | Interruptor térmico | - Corriente nominal 5.2 - 7.5 A |
| 1 | Variador de frecuencia | - Tensión de entrada 220 Vac monofásica - Tensión de salida de 220 Vac Trifásica - Potencia 2 HP |
| 1 | Motor eléctrico | - Tensión nominal 220 Vac trifásica - Potencia 1.5 HP |
| CONTROL DE TEMPERATURA DEL HORNO | | |
| 1 | Termo-pozo | - Material acero inoxidable - Conexión para sensor 1/2" NPT hembra - Inserción 50 mm |
| 1 | Sensor de temperatura | - RTD: PT100 con cabezal - Material acero inoxidable - Conexión eléctrica de 3 hilos - Conexión al proceso 1/2" NPT macho - Largo del bulbo 50 mm |
| 1 | Controlador de temperatura | - Tensión de alimentación 220 Vac - Entrada para señal de PT100 - Salida 4-20 mA o 2-10 Vdc - Tamaño 48x48 mm - Pantalla digital |
| 1 | Válvula proporcional con actuador eléctrico | - Material bronce - Tipo asiento - Conexión al proceso 1/2" NPT hembra - Tensión de alimentación 220 Vac - Control proporcional 4-20 mA o 2-10 Vdc |
| 1 | Válvula de cierre rápido | - Material bronce - Tipo bola - Dos vías, dos posiciones - Conexión al proceso 1/2" NPT hembra |
| 4 | Racor | - Tipo espiga - Conexión al proceso 1/2" NPT macho - Conexión a manguera de 10 mm. |

Fuente: Elaborada por el Autor.

Tabla 9.- Especificaciones técnicas de los elementos para la etapa de modelado de unidades.

| CANT | ELEMENTO | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| TABLERO DE CONTROL | | |
| 1 | Gabinete | <ul style="list-style-type: none"> - Metálico - Medidas de 600x400x200 mm |
| 2 | Disyuntor magneto-térmico | <ul style="list-style-type: none"> - Dos polos - Corriente nominal 2 A |
| 2 | Pulsador de emergencia | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Tipo hongo - Un contacto NC - Con retención |
| 2 | Selector | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Dos posiciones |
| 3 | Pulsador doble | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Un contacto NA y un contacto NC |
| 4 | Luz piloto | <ul style="list-style-type: none"> - Material plástico - Tensión nominal 220 Vac - Dos color verde y dos color rojo |
| 2 | Potenciómetro Industrial | <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia según variador de frecuencia |
| CONTROL DE EXTRUSIÓN DE MEZCLA | | |
| 1 | PLC | <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de alimentación 220 Vac - Tamaño compacto - Ocho entradas digitales - Cuatro salidas digitales (relé) |
| 1 | Compresor Neumático | <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de alimentación 110 Vac - Potencia del motor 1 hp - Caudal 4 scfm - Presión de trabajo 100 psi |
| 1 | Unidad de mantenimiento neumática | <ul style="list-style-type: none"> - Material estándar - Compacta - Presión de trabajo 100 psi o superior - Conexión al proceso 1/4" NPT |
| 1 | Válvula de cierre rápido | <ul style="list-style-type: none"> - Material bronce - Tipo bola - Dos vías, dos posiciones - Conexión al proceso 1/4" NPT hembra |

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Válvula direccional neumática | <ul style="list-style-type: none"> - Material estándar - Cinco vías, dos posiciones (5/2) - Accionamiento eléctrico con bobina de tensión nominal 220 Vac - Retorno por muelle - Conexión al proceso 1/4" NPT hembra |
| 1 | Cilindro neumático | <ul style="list-style-type: none"> - Material estándar - Tipo estándar - Doble efecto - Diámetro 40 mm - Carrera 500 mm - Conexión al proceso 1/4" NPT |
| 2 | Regulador de caudal | <ul style="list-style-type: none"> - Tipo banjo - Conexión al proceso 1/4" NPT - Conexión a manguera de 8 mm |
| 2 | Silenciador neumático | <ul style="list-style-type: none"> - Material bronce - Conexión al proceso 1/4" NPT |
| 8 | Racor | <ul style="list-style-type: none"> - Recto - Conexión al proceso 1/4" NPT macho - Conexión a manguera de 8 mm |
| 1 | Cilindro metálico hueco | <ul style="list-style-type: none"> - Por fabricar - Material acero inoxidable - Férula clamp de acero inoxidable de diámetro 4" soldada a un extremo - Diámetro 100 mm - Largo 450 mm |
| 1 | Abrazadera Tri-Clamp | <ul style="list-style-type: none"> - Material acero inoxidable - Diámetro 4" |
| 3 | Molde de unidades | <ul style="list-style-type: none"> - Por fabricar - Material acero inoxidable - Diámetro 100 mm - Largo 50 mm - Férula clamp de acero inoxidable de diámetro 4" soldada a un extremo en cada molde. - Un molde para unidades esféricas. Orificio circular de diámetro 20 mm en el otro extremo. - Un molde para barra grande. Orificio rectangular de 70x12 mm en el otro extremo - Un molde para barra pequeña. Orificio rectangular de 70x8 mm en el otro extremo |

| CONTROL DE CORTE DE MEZCLA | | |
|--|---------------------------|---|
| 1 | Disyuntor magneto-térmico | - Tres polos - Corriente nominal 10 A |
| 1 | Contactador | - Corriente nominal 9 A |
| 1 | Interruptor térmico | - Corriente nominal 2.5 - 4 A |
| 1 | Variador de frecuencia | - Tensión de entrada 220 Vac monofásica - Tensión de salida de 220 Vac monofásica - Potencia 1/4 hp |
| 1 | Motor eléctrico | - Tensión nominal 220 Vac monofásica - Potencia 1/4 hp |
| CONTROL DE MODELADO DE UNIDADES ESFÉRICAS | | |
| 1 | Disyuntor magneto-térmico | - Tres polos - Corriente nominal 10 A |
| 1 | Contactador | - Corriente nominal 9 A |
| 1 | Interruptor térmico | - Corriente nominal 3.5 - 5.2 A |
| 1 | Variador de frecuencia | - Tensión de entrada 220 Vac monofásica - Tensión de salida de 220 Vac monofásica - Potencia 1/4 hp |
| 1 | Motor eléctrico | - Tensión nominal 220 Vac monofásica - Potencia 1 hp |

Fuente: Elaborada por el autor.

Nota 1: Los datos de las tablas 8 y 9 son tentativas, basados en los elementos que se pueden adquirir fácilmente en el mercado.

Nota 2: La potencia de los motores en las tablas 8 y 9 no son exactas. Se deben calcular de acuerdo al peso real de la carga cuando se haya implementado el sistema.

3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los siguientes resultados son deducciones basadas en la simulación del sistema automático diseñado, los diagramas de fuerza y control y las especificaciones técnicas de sus elementos, por lo tanto son relativos. De acuerdo a esto se puede estimar lo siguiente:

- La facultad que tiene este sistema automático de variar la velocidad de los motores gracias a los variadores de frecuencia y de variar la velocidad del avance del cilindro neumático gracias a los reguladores de caudal bajo, hace posible que se pueda reducir el tiempo de fabricación por unidad al incrementar la velocidad del motor de corte de mezcla y la del modelado de unidades al igual que la velocidad del cilindro neumático.
- Si se asume el tiempo de fabricación tal como se describe en la simulación del sistema automático, cada paquete de 50 unidades en 75 s y cada paquete de 36 unidades en 54 s, se tendría una reducción en el tiempo de fabricación por unidad del 71%. De la misma forma, si se asume el tiempo de fabricación de las barras como lo muestra la simulación, cada barra grande en 8 s y cada barra pequeña en 5 s, se tendría una reducción en el tiempo de fabricación del 94%.
- De acuerdo a los resultados de la simulación, este sistema automático podría producir 200 paquetes de 50 unidades esféricas, 278 paquetes de 36 unidades esféricas, 1875 barras grandes o 3000 barras pequeñas aproximadamente, en los mismos 250 minutos que tarda actualmente el modelado de las unidades.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA DEL PROYECTO

El incremento en la producción de “Cocada Manjar” debe representar también un incremento en las ganancias de la empresa, por lo tanto en este capítulo se demuestra la rentabilidad que tendría llevar a cabo este proyecto.

El capítulo IV expone el costo de dicha implementación, contrapone los costos y gastos actuales para producir “Cocada Manjar” con los se tendría con el sistema automático, establece la inversión que se debe hacer para poner en marcha el proyecto y estima los gastos y ventas del producto en los años futuros para encontrar el punto de equilibrio, y así determinar los indicadores de evaluación del proyecto.

Nota: Debido a la limitación del tamaño de las hojas, todos los cuadros de análisis económicos-financieros de este capítulo están presentes en los anexos indicados en el texto, de modo que se recomienda referirse a ellos para comprender su procedencia. Las bases y criterios para realizar este análisis se obtuvieron del libro de Huerta Ríos, E. tal como se describe en la bibliografía.

4.1. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

Para que el sistema automático pueda ser implementado es necesario adquirir todos los elementos mencionados en el capítulo anterior, para esto, se cotizaron sus precios actuales en diferentes distribuidores de la ciudad tanto en marcas de alto costo como

en marcas económicas, para poder estimar un precio promedio de compra en el mercado, dando siempre prioridad a la calidad (Ver Anexo A).

De acuerdo a las cotizaciones realizadas se pudo establecer el costo total de la implementación, resultando aproximadamente \$10000 entre elementos, construcción de estructuras, construcción de tableros, elaboración de planos y montaje y programación del sistema.

4.2. COSTOS Y GASTOS DE FABRICACIÓN DE “COCADA MANJAR”

4.2.1. Costos y Gastos Mensuales Actuales

Para poder evaluar el proyecto se partió de la investigación de costos y gastos actuales en los que incurre la empresa para elaborar cada lote de “Cocada Manjar”. De este modo se determinó el costo de los insumos, el costo de la mano de obra, los costos indirectos, y los gastos administrativos para elaborarlos (Ver Anexos B-1, B-2, B-3 y B-4).

Estos datos permitieron calcular el precio de costo de cada tipo de presentación del producto para compararlo con el precio de venta actual y así determinar la utilidad. El paquete de 50 unidades tiene un precio de costo de \$2.30 y un precio de venta de \$4.70, lo que significa una utilidad de \$2.40, que multiplicada por la producción de dos lotes mensuales (116 paquetes) resulta una utilidad total de \$278.19. Asimismo, el paquete de 36 unidades tiene un precio de costo de \$1.72 y un precio venta de

\$3.70, resultando una utilidad de \$1.98, que en total por los 160 paquetes producidos al mes se obtienen \$317.51.

En el caso de la barra grande, producir cada unidad tiene un precio de costo de \$1.25 y un precio de venta de \$2.10, con una utilidad de \$0.85, obteniendo por las 210 unidades de producción mensual una utilidad total de \$179.01. Por último, la barra pequeña tiene un precio de costo de \$0.82, un precio de venta de \$1.30, con una utilidad de \$0.48, que en total son \$156.15 por las 328 barras.

4.2.2. Proyección de Costos y Gastos Mensuales al Implementar el Sistema

Al implementar el sistema automático la producción de “Cocada Manjar” se incrementará, lo que implica un también un incremento en los costos y gastos para fabricarla. Con la premisa de una producción mensual diez veces mayor a la actual, se estimaron los costos y gastos para fabricar los 20 lotes, considerando además el gasto financiero generado por el pago periódico del préstamo bancario adquirido para financiar la implementación (Ver Anexo C).

En este caso, el precio de costo del paquete de 50 unidades sería de \$2.28 y un precio de venta de \$4.70, con una utilidad de \$2.42 que multiplicada ahora por los 1160 paquetes de producción mensual resultan \$2808.04 de utilidad total. El paquete de 36 unidades tendría un precio de costo de \$1.72 y un precio de venta de \$3.70, con una utilidad de \$2.00, produciéndose 1600 paquetes al mes que se significan \$3201.24 de utilidad total.

La barra grande tendría un precio de costo de \$1.24 y un precio de venta de \$2.10, con una utilidad de \$0.86, produciendo al mes 2100 unidades resultando en \$1816.84 de utilidad total. Finalmente la barra pequeña tendría un precio de costo de \$0.82 y un precio de venta de \$1.30, con una utilidad de \$1.30, obteniendo \$1587.64 de utilidad total por las 3280 unidades producidas al mes (Ver Anexos D-1, D-2, D-3 y D-4).

4.2.3. Proyección de Costos y Gastos Anuales al Implementar el Sistema

Conociendo los costos y gastos mensuales para fabricar los cuatro tipos de presentación de “Cocada Manjar”, se realizó una proyección de gastos anuales durante los cinco años de vida útil que se estableció para este proyecto. El total de gastos en el primer año será de \$127593.97, el cual es resultado de la sumatoria del total de gastos mensuales para fabricar cada tipo de presentación (\$10632.83) multiplicado por los doce meses del año (Ver anexo E).

Para los años siguientes, el gasto total será el resultado del gasto total del primer año multiplicado por una tasa de inflación del 3% por cada año, esto significa \$131421.79 en el segundo, \$129527.94 en el tercero, \$133413,78 en el cuarto y \$137416,19 en el quinto.

4.3. INVERSIÓN DEL PROYECTO

4.3.1. Inversión Fija

La inversión fija comprende el valor de todos los activos que intervienen directamente con la actividad productiva, es decir todos los activos que se usarán para fabricar “Cocada Manjar”. Dentro de la inversión fija para poner en marcha el proyecto se consideraron los siguientes rubros: equipo del sistema automático, equipo del proceso actual, equipo de computación, equipo de oficina, muebles y enseres, edificio, terreno, insumos y caja (Ver Anexo F).

El valor de los rubros insumos y caja fueron calculados con los datos de la proyección de costos y gastos anuales, en donde “insumos” es la sumatoria del costo directo de insumos de todas las presentaciones en el primer mes y “caja” es la sumatoria del costo de mano de obra directa, el costo indirecto y los gastos administrativos de igual manera.

4.3.2. Inversión Inicial

La inversión inicial es la cantidad de dinero necesaria para poner en marcha el proyecto, para la cual sólo se consideraron los valores del equipo del sistema automático, los insumos y la caja de la inversión fija, puesto que el resto de rubros son activos ya existentes, es decir que la empresa no gastará dinero en ellos. Por lo tanto el valor de la inversión inicial será \$20632.83 (Ver Anexo G).

4.4. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo este proyecto se necesitará una inversión total de \$66602.83, la cual tendrá dos fuentes de financiamiento: un aporte propio de la empresa de \$56602.83 (sumatoria de los valores de equipo del proceso actual, equipo de computación, equipo de oficina, muebles y enseres, edificio, terreno, insumos y caja) y un préstamo bancario de \$10000 (valor del equipo del sistema automático).

El valor del aporte propio representará un 274.33% en relación a la inversión inicial, que multiplicada por la tasa pasiva referencial del sistema financiero del 4.53% resulta un 12.43% de tasa rentabilidad, a su vez el valor del préstamo bancario representará un 48.5% de la inversión inicial, que multiplicada por la tasa activa referencial de 8.17% proporcionará una rentabilidad de 3.96%. Sumando ambas tasas de rentabilidad se obtendrá una tasa de rentabilidad total del proyecto de 16.39% (Ver Anexo H).

Estos datos ayudaron a elaborar el estado de situación financiera de la empresa “Gabilo’s Ice”, en donde se evidencia que el total de activos será igual a la suma del total de pasivos más el aporte propio o capital (Ver Anexo I).

4.5. PROYECCIÓN DE VENTAS DE “COCADA MANJAR”

Se realizó una proyección de ventas de todos los tipos de presentaciones del producto considerando dos puntos de venta: el consumidor final y el distribuidor. Para el consumidor final se destinará el 25% de la producción con el precio de venta

habitual, en cambio al distribuidor se destinará el restante 75% de la producción con un descuento del 30% del precio de venta (Ver Anexo J).

Para el primer año se calculó un ingreso total por ventas de \$186427.80 y para los años posteriores se consideró el mismo valor multiplicado por un crecimiento de inflación anual de 3%, obteniendo \$192020.63 para el segundo año, \$197781.25 para el tercero, \$203714.69 para el cuarto y \$209826.13 para el quinto.

4.6. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio demostrará el momento en que se comience a obtener ganancias de la producción y venta de “Cocada Manjar” en sus diferentes tipos de presentaciones, relacionando la cantidad de unidades vendidas con los ingresos y costos del producto (Ver Anexos K-1, K-2, K-3 y K-4).

Para la presentación del paquete de 50 unidades se determinó el punto de equilibrio a los 3718 paquetes vendidos y para el paquete de 36 unidades a los 4651. En el caso de la barra grande el punto de equilibrio estará en la venta de 9082 unidades y para la barra pequeña estará en las 15427 unidades.

4.7. FLUJO NETO DE EFECTIVO

El flujo neto representa la diferencia entre los ingresos y gastos que se obtendrán de la ejecución de este proyecto durante su vida útil. Para el cálculo del flujo neto se tomaron también en cuenta las obligaciones legales, como el pago del 15% a la

participación los trabajadores y el 25% del impuesto a la renta, y la depreciación de los activos fijos (Ver Anexos L y M).

La diferencia entre el total de ingresos y el total de costos ofrecerá una utilidad bruta de \$107955.86 en el primer año, \$111194.54 en el segundo, \$114530.37 en el tercero, \$117966.29 en el cuarto y \$121505.27 en el quinto, que sumadas resultan \$573152.34 de utilidad bruta total. A esta utilidad bruta total se le restó el total de los gastos operacionales (suma del total de gastos administrativos y total de gastos financieros) para obtener una utilidad operacional total de \$ 340561,88.

Luego a la utilidad operacional total se le restó el 15% de la participación de los trabajadores y el 25% del impuesto a la renta, dando lugar a la utilidad total \$217108.20, antes de la reserva de la depreciación de activos fijos. Finalmente a la utilidad total se le restó el valor de la deuda (préstamo bancario para implementar el sistema automático) para obtener un flujo neto de \$207108.20 (Ver Anexo N).

4.8. INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Los indicadores de evaluación son los puntos más importantes del proyecto, puesto que estos determinan si es rentable o no. Para este proyecto se calcularon cuatro indicadores de evaluación principales: el valor actual neto (VAN), el periodo de recuperación de capital (PRC), la tasa interna de rentabilidad (TIR) y la relación costo-beneficio (RCB) (Ver Anexo O).

- El VAN obtenido es de \$110942,64, el cual refleja el aporte económico del proyecto después de recuperar la inversión, es decir la ganancia de dinero en efectivo.
- El PRC es de 0.78 y representa el tiempo en años en que se recupera la inversión.
- La TIR es de 57.83% y se interpreta como la rentabilidad promedio del proyecto durante su vida útil ofreciendo una alta oportunidad de reinvertir.
- Finalmente la RCB es de \$10.04 que demuestra la eficiencia de cada dólar invertido en el proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después del estudio y análisis técnico y financiero de este proyecto, finalmente se pueden plantear las conclusiones a las que se llegó con el diseño del sistema automático y exponer las recomendaciones pertinentes.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de resultados, la reducción en el tiempo de fabricación del 71% en los paquetes de 50 y 36 unidades y del 94% en las barras, demuestra que si es posible decrecer el tiempo de fabricación de las unidades con el sistema automático diseñado.
- Considerando los resultados, al producirse 200 paquetes de 50 unidades o 278 paquetes de 36 unidades con el sistema automático, en los mismos 250 minutos que tarda actualmente el modelado y empaquetado, bastaría apenas realizar el proceso seis veces para lograr una producción diez veces mayor a la actual. De igual forma, si el sistema automático producirá 1875 barras grandes o 3000 barras pequeñas en los 250 minutos mencionados, con tan solo realizar el proceso dos veces se obtendría una producción incluso mayor a la esperada.
- En el aspecto económico-financiero, el PRC de 0.78 significa que los ingresos por la venta de “Cocada Manjar” permiten una recuperación de la inversión antes del primer año. La RCB de 10.04 evidencia que por cada dólar invertido en el proyecto se obtienen \$10.04. El VAN obtenido refleja

que después de cubrir con todos los gastos del proyecto y de recuperar la inversión quedan ganancias de \$110942,64 en efectivo. Finalmente la TIR del 57.83% brinda una alta probabilidad de reinvertir en el proyecto. Por lo tanto estos cuatro indicadores demuestran que industrializar el proceso de producción de “Cocada Manjar” es un proyecto rentable.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas funcionales en condiciones reales del sistema automático diseñado, ya que los resultados de este proyecto se basan en una simulación en condiciones ideales.
- Si se implementa este sistema, se recomienda acoplar reductores de velocidad mecánicos a los motores e implementar un sistema para disipar el calor, ya que trabajar a bajas frecuencias puede producir recalentamiento en ellos.
- La implementación de este sistema sólo debe ser realizada por personas capacitadas en el tema para evitar fallas en su funcionamiento y no provocar daños o perjuicios a terceros.
- Para adquirir algún elemento de los planteados, se debe revisar cuidadosamente la información técnica que provee el fabricante para no cometer errores en la compra.
- En el aspecto económico se recomienda a los productores artesanos que busquen mejorar sus procesos incursionando en la automatización. La industrialización de sus productos generarán mayores ganancias y por consiguiente un mayor desarrollo para su actividad.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Smith, C & Corripio, A. (1991). *CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS. TEORÍA Y PRÁCTICA*. (Primera edición). México: Limusa.

Enríquez Harper, G. (2004). *EL ABC DE LA INSTRUMENTACIÓN EN EL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES*. (Primera edición). México: Limusa.

Roldan Vilorio, J. (1994). *MOTORES ELÉCTRICOS. AUTOMATISMOS DE CONTROL*. (Tercera edición). España: Paraninfo.

Pulido, M. (2000). *CONVERTIDORES DE FRECUENCIA, CONTROLADORES DE MOTORES Y SSR*. (Primera edición). España: Marcombo.

Balcells, J. & Romeral, J. (1997). *AUTÓMATAS PROGRAMABLES*. (Primera edición). España: Marcombo.

Guillén, S. (1993). *INTRODUCCIÓN A LA NEUMÁTICA*. (Primera edición). España: Marcombo.

Enríquez Harper, G. (2004). *EL LIBRO PRÁCTICO DE LOS GENERADORES, TRANSFORMADORES Y MOTORES ELÉCTRICOS*. (Segunda edición). México: Limusa.

Huerta Ríos, E. (2006). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA BIENES DE CAPITAL*. (Primera edición). México: ICMP.

REFERENCIAS WEB

www.juntadeandalucia.es. *SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL*. [En línea]. Disponible en:

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf

www.umh.es. *EVOLUCIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL*. [En línea]. Disponible en: <http://isa.umh.es/asignaturas/ai/transparencias/01.pdf>

Slideshare.net. *SISTEMAS DE CONTROL*. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/tonivi99/sistemas-de-control> [2013, 14 de septiembre]

Tecneweb.com. *SISTEMAS DE CONTROL*. [En línea]. Disponible en: http://www.tecneweb.com.ar/Apuntes/tercero_9/Sistemadecontrol.htm [2013, 25 de septiembre]

Angelmedina.webnode.com. *PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL*. [En línea]. Disponible en: <http://angelmedina.webnode.com.ve/unidad-curricular-factores-de-riesgo-electrico/unidad-v/instrumentacion-industrial/> [2013, 26 de septiembre]

www.uco.es. *SIMBOLOGÍA DE PLANOS*. [En línea]. Disponible en: <http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/simbologia/SIMBOLOGIA-Planos.htm> [2013, 31 de septiembre]

www.uhu.es. *AUTÓMATAS PROGRAMABLES*. [En línea]. Disponible en: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Elena%20Barrios-Automatas%20programables.pdf> [2013, 15 de octubre]

www.csrimport.com. *AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y DOMÉSTICA*. [En línea]. Disponible en: <http://www.csrimport.com/catalog> [2013, 23 de octubre]

www.mecmod.com. *MECÁNICA MODERNA*. [En línea]. Disponible en: <http://www.mecmod.com/fitxa.asp?id=414> [2013, 12 de noviembre]

www.industry.siemens. *LOGO! NOW TWICE AS INGENIOUS!* [En línea]. Disponible en: <http://www.industry.siemens.nl/automation> [2013, 27 de noviembre]

ANEXOS

ANEXO 1

MULTIMEDIA

Este anexo es el listado de los archivos multimedia presentes en el DVD-ROM adjunto al final del documento. Referirse al siguiente contenido:

FOTOGRAFÍAS

1. Cocada Manjar. Presentación de 50 unidades esféricas
2. Cocada Manjar. Presentación de 36 unidades
3. Cocada Manjar. Presentación en barra grande
4. Cocada Manjar. Presentación en barra pequeña
5. Cocada Manjar. Lote de 18.5 kg
6. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 1
7. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 2
8. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 3
9. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 4
10. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 5
11. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 6
12. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 7
13. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 8
14. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 9
15. Cocada Manjar. Peso por unidad esférica. Medición 10
16. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 1
17. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 2
18. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 3
19. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 4
20. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 5

21. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 6
22. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 7
23. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 8
24. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 9
25. Cocada Manjar. Peso de presentación de 50 unidades esféricas. Medición 10
26. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 1
27. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 2
28. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 3
29. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 4
30. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 5
31. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 6
32. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 7
33. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 8
34. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 9
35. Cocada Manjar. Peso de presentación de 36 unidades esféricas. Medición 10
36. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 1
37. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 2
38. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 3
39. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 4
40. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 5
41. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 6
42. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 7
43. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 8
44. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 9
45. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra grande. Medición 10
46. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 1
47. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 2

48. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 3
49. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 4
50. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 5
51. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 6
52. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 7
53. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 8
54. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 9
55. Cocada Manjar. Peso de presentación en barra pequeña. Medición 10
56. Etapa de Cocción de Mezcla. Horno a gas
57. Etapa de Cocción de Mezcla. Diámetro de horno
58. Etapa de Cocción de Mezcla. Altura de horno
59. Etapa de Cocción de Mezcla. Acople mecánico de motor y aspa en el horno
60. Etapa de Cocción de Mezcla. Placa de motor
61. Etapa de Modelado de Unidades. Diámetro de unidad esférica
62. Etapa de Modelado de Unidades. Largo de unidad barra grande
63. Etapa de Modelado de Unidades. Ancho de unidad barra grande
64. Etapa de Modelado de Unidades. Altura de unidad barra grande
65. Etapa de Modelado de Unidades. Largo de unidad barra pequeña
66. Etapa de Modelado de Unidades. Ancho de unidad barra pequeña
67. Etapa de Modelado de Unidades. Altura de unidad barra pequeña


VIDEOS

1. Rallado del coco
2. Mezcla de ingredientes
3. Cocción de mezcla. 00h00
4. Cocción de mezcla. 00h30
5. Cocción de mezcla. 01h00

6. Cocción de mezcla. 01h30
7. Cocción de mezcla. 02h00
8. Retirado de la mezcla
9. Enfriado de la mezcla
10. Modelado y empaquetado. Presentación 50u (1)
11. Modelado y empaquetado. Presentación 50u (2)
12. Modelado y empaquetado. Presentación 50u (3)
13. Sellado del producto. Presentación 50u.
14. Simulación del Sistema Automático Diseñado

ANEXO 2

REGISTRO SANITARIO PRODUCTO "COCADA MANJAR"



INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL
"Leopoldo Izquieta Pérez"


CONTRIBUYENTE ESPECIAL SEGUN RESOLUCION No. 215 DEL 26/03/09


MATRIZ
Julían Coronel 905 y Esmeraldas
Tel. Com.: 2281540 - 2282281 - Fax: 593-4 2283169
Casilla 3961 - E-mail: lipmi@telconet.net
Guayaquil - Ecuador
R.U.C. 0968505140001

| | | |
|---|--------------------------|---|
| Fecha: 15/01/2013 08:38:49 | R.U.C.: 0800317844 | 78611 |
| Empresa-Cliente: ZOLA ALICIA VEJEZ LOOR | Guía de Remisión: 731693 | FACTURA Nº 001-001- 000968071 Autorización S.R.I. Nº 1111367325 |
| Dirección: ATACAMES | Teléfono: 968071 | |
| Código: REGISTRO SANITARIO | Referencia: 968071 | |

| CANT. | DESCRIPCIÓN | P. UNITARIO | V. TOTAL |
|-------|------------------------------------|-------------|----------|
| 1 | RANCIDEZ | 15.48 | 15.48 |
| 1 | AEROBIOS MESOFILOS | 35.73 | 35.73 |
| 1 | COLIFORMES (TOTALES FECALES ECOLI) | 35.73 | 35.73 |
| 1 | MOHOS Y LEVADURAS | 35.73 | 35.73 |
| | COCADA MANJAR: | | |

| | | |
|--|-----------|--------|
| MON: ciento veintidos 67 / 100 DOLARES | SUB-TOTAL | 122.67 |
| Forma de Pago: <input type="checkbox"/> Efectivo <input type="checkbox"/> Cheque Certificado No. Banco | IVA | 0.00 |
| | IVA | 0.00 |
| | TOTAL | 122.67 |

FIRMA RESPONSABLE: 

RECIBIDO CLIENTE: 

ADQUIRIENTE

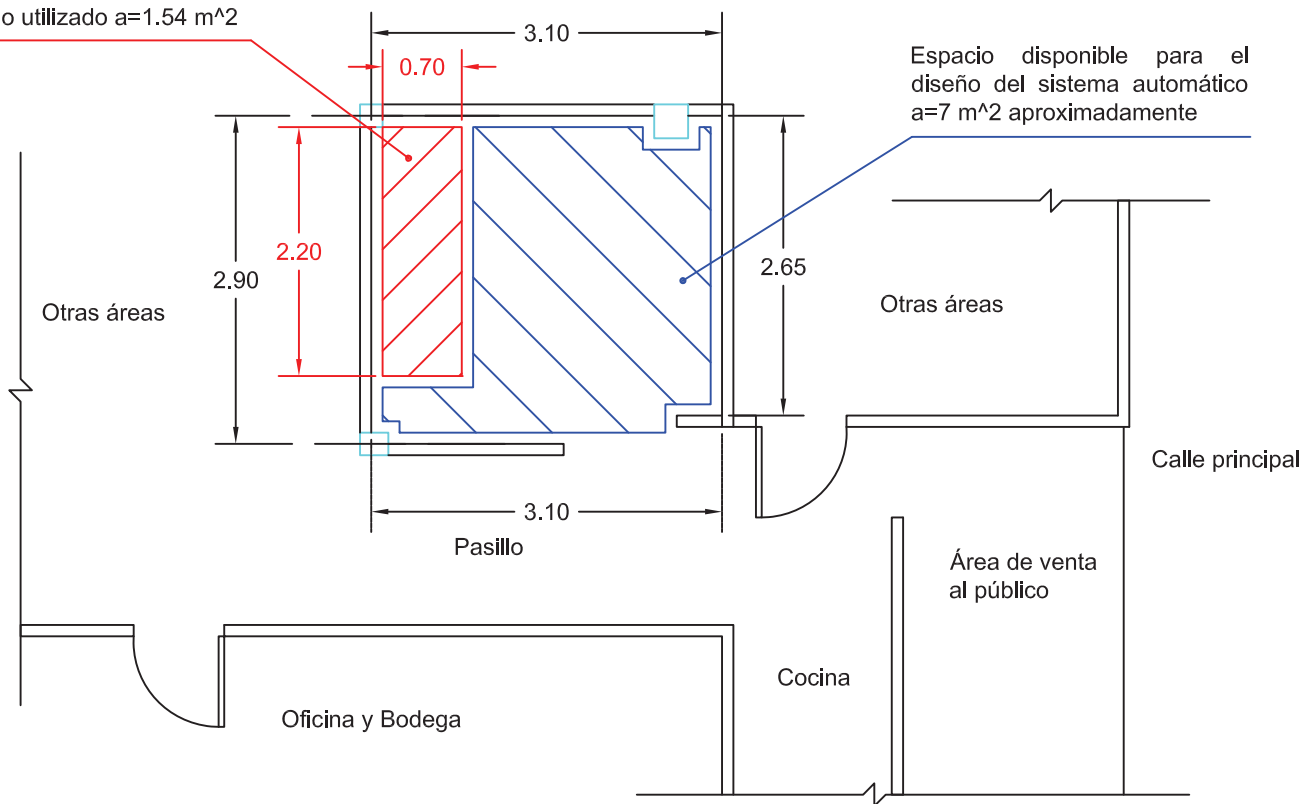
IMPRESION: 15/01/2013 08:38:49

Habitación donde se Elabora Cocada Manjar

Área Total a=8.8 m²

Estructura metálica del horno utilizado a=1.54 m²

Espacio disponible para el diseño del sistema automático a=7 m² aproximadamente



ESCALA 1:67

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

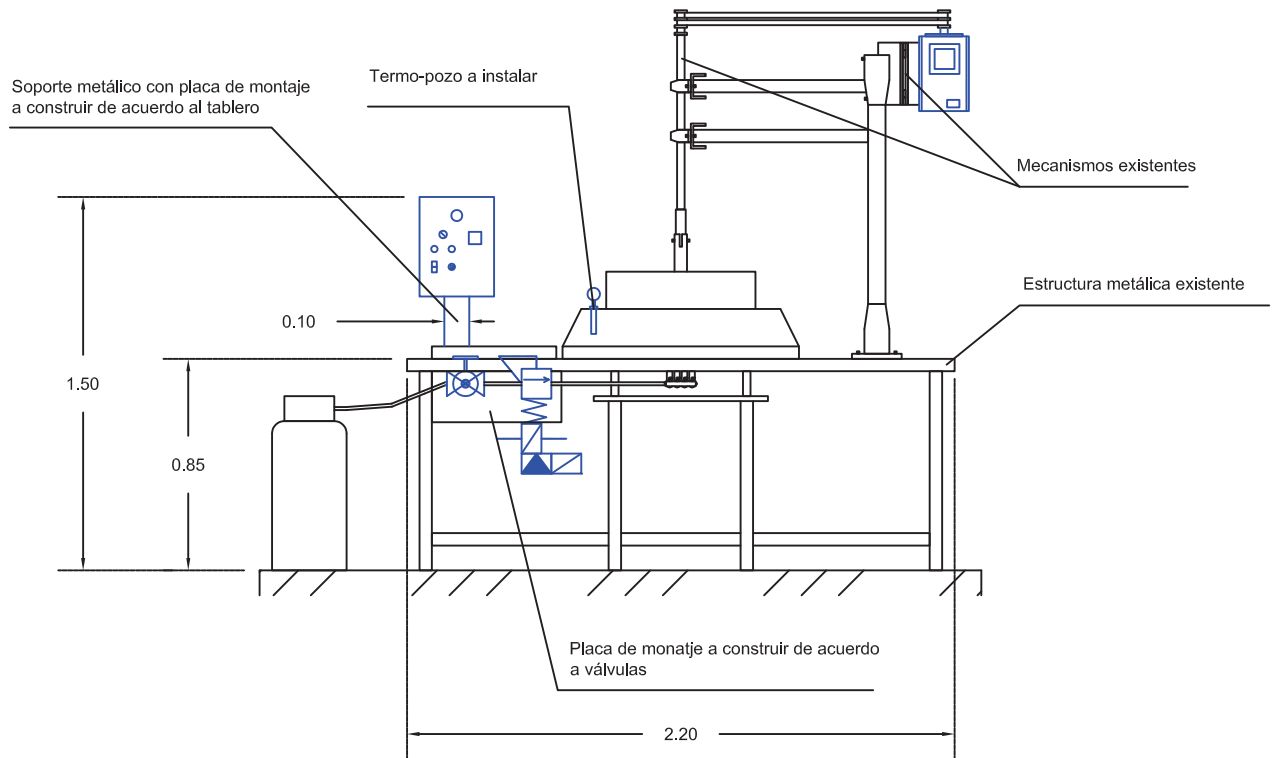
ANEXO 3: ESQUEMA DEL ESPACIO FÍSICO DISPONIBLE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

AUTOR: RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

PROGRAMA

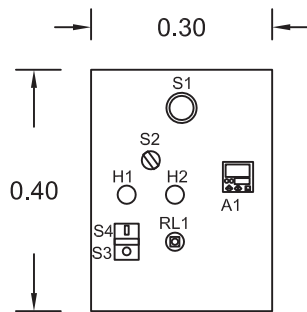
AUTOCAD 2010

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE COCCIÓN DE MEZCLA



ESCALA 1:30

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL



ESCALA 1:13

- S1. Pulsador de emergencia
- S2. Selector 2 posiciones
- S3. Pulsador paro
- S4. Pulsador marcha
- H1. Luz piloto roja
- H2. Luz piloto verde
- A1. Controlador de temperatura
- RL1. Potenciómetro

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

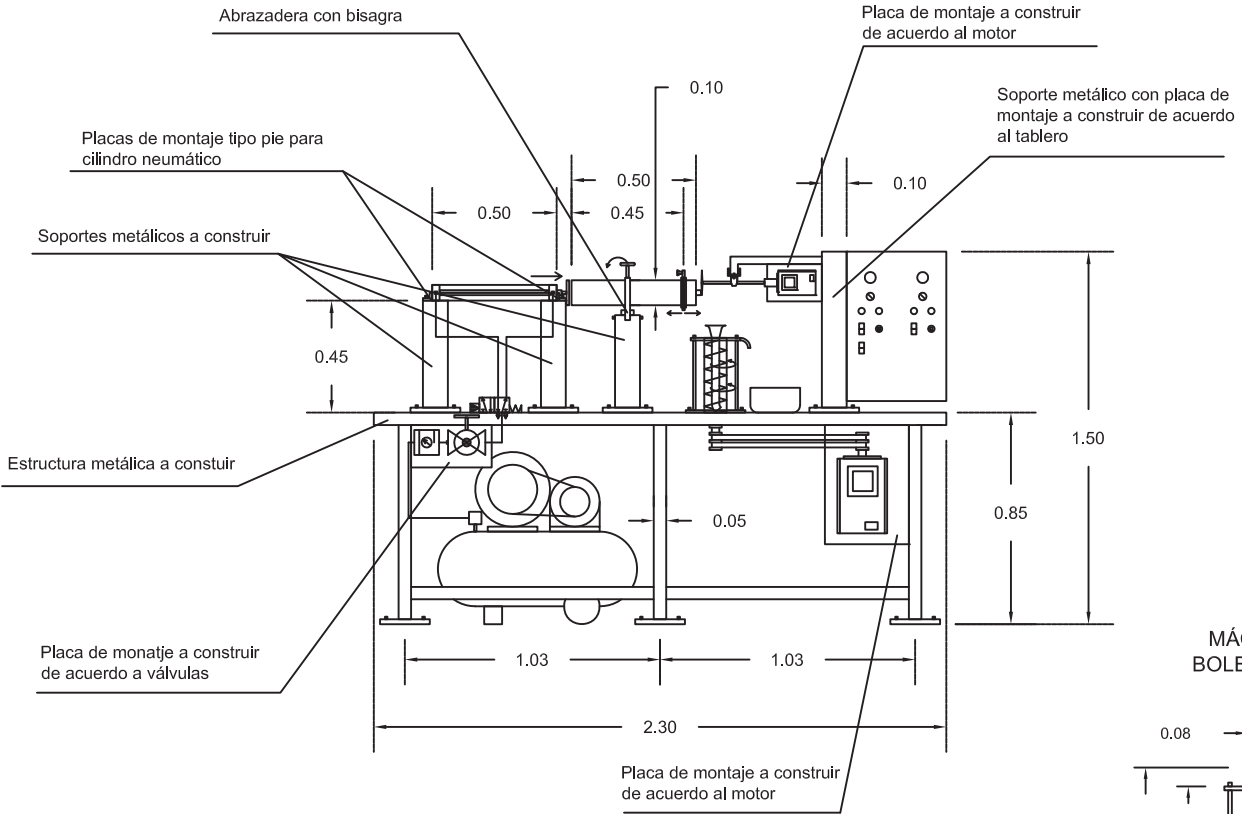
ANEXO 4: ESQUEMA DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE COCCIÓN DE MEZCLA

AUTOR: RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

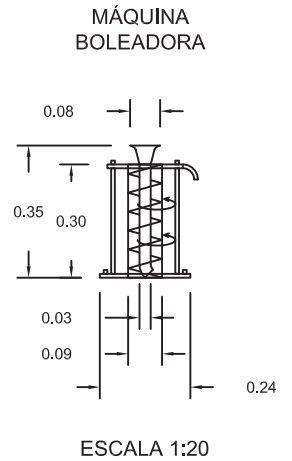
PROGRAMA

AUTOCAD 2010

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE MODELADO DE UNIDADES

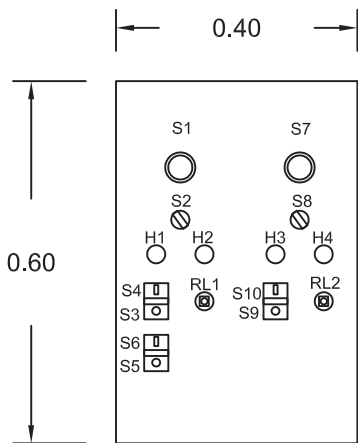


ESCALA 1:30



ESCALA 1:20

ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL



ESCALA 1:13

- S1. Pulsador de emergencia
- S2. Selector 2 posiciones
- S3. Pulsador paro
- S4. Pulsador marcha
- S5. Pulsador paro
- S6. Pulsador marcha
- S7. Pulsador de emergencia
- S8. Selector 2 posiciones
- S9. Pulsador paro
- S10. Pulsador marcha
- H1. Luz piloto roja
- H2. Luz piloto verde
- H3. Luz piloto roja
- H4. Luz piloto verde
- RL1. Potenciómetro
- RL2. Potenciómetro

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

ANEXO 5: ESQUEMA DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE MODELADO DE UNIDADES

AUTOR: RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

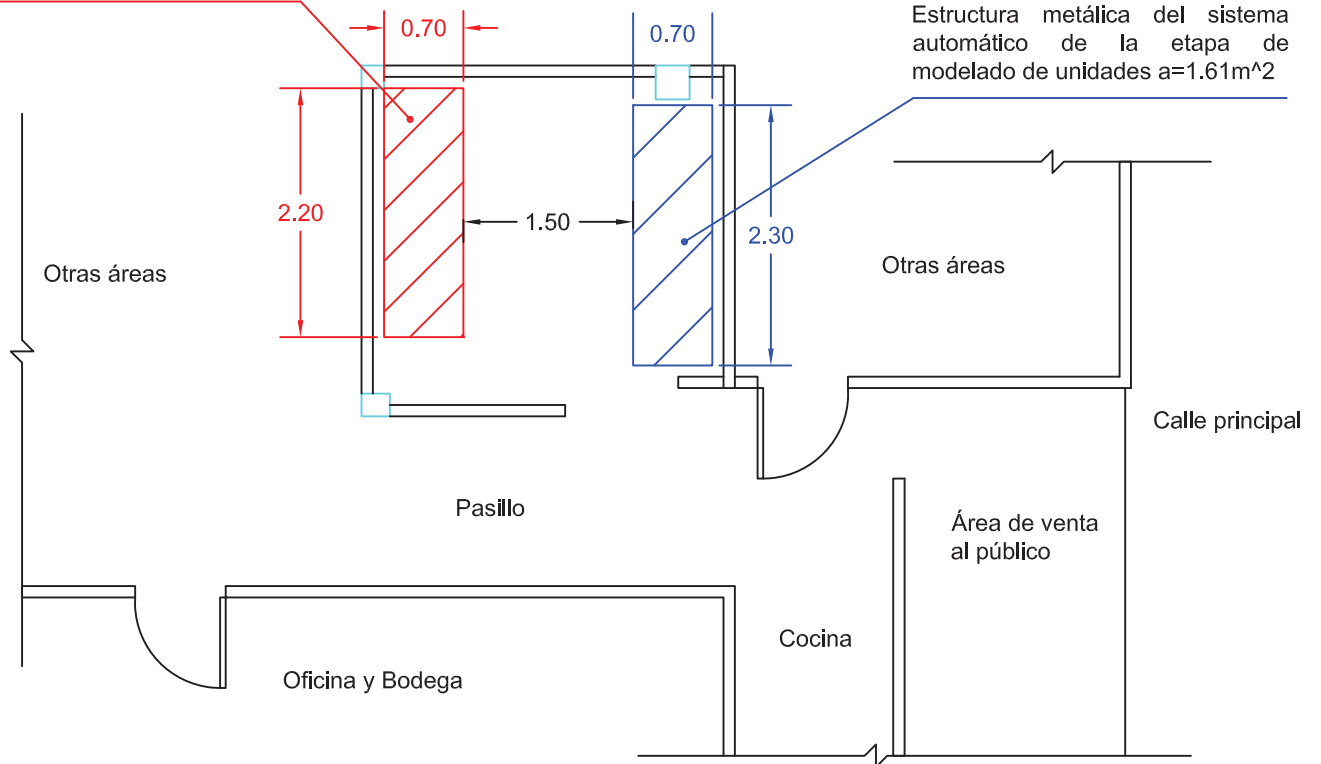
PROGRAMA

AUTOCAD 2010

Habitación donde se Elabora Cocada Manjar

Estructura metálica del sistema automático de la etapa de cocción de mezcla $a=1.54 \text{ m}^2$

Estructura metálica del sistema automático de la etapa de modelado de unidades $a=1.61 \text{ m}^2$



ESCALA 1:67

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

ANEXO 6: ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

AUTOR: RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

PROGRAMA

AUTOCAD 2010

TEMA:
ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

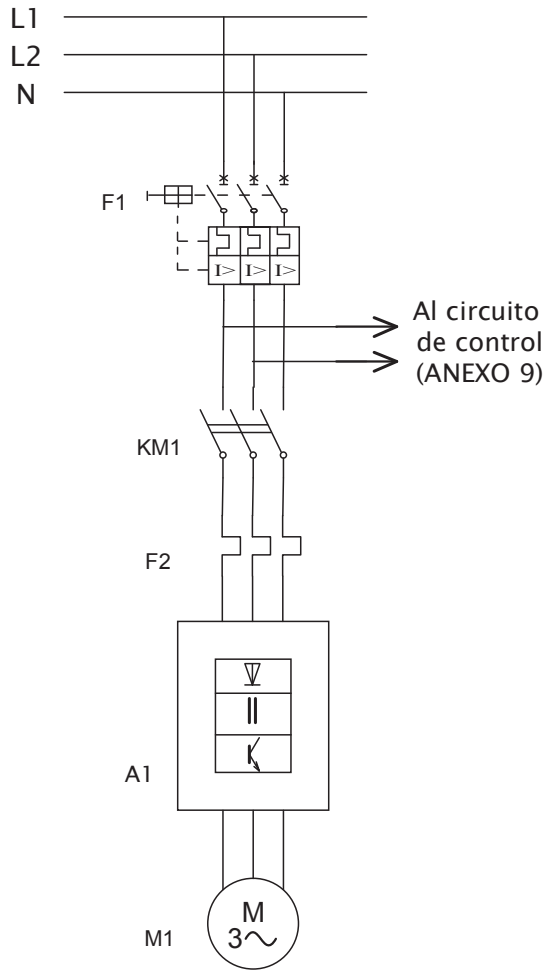
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

ANEXO 7:
ESQUEMA DE FUERZA DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE COCCIÓN DE MEZCLA

AUTOR:
RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

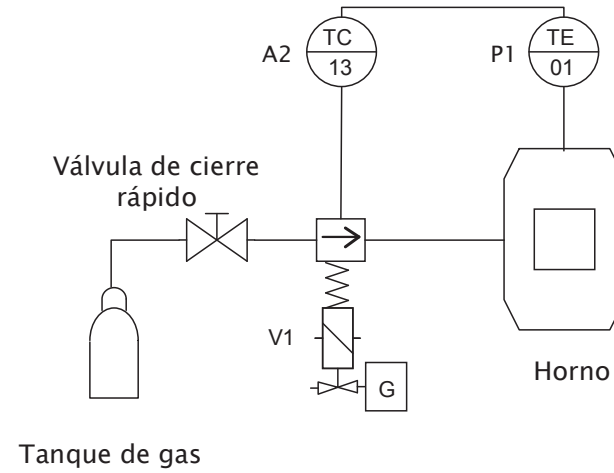
PROGRAMA:
 PROFICAD 7.5

CIRCUITO ELÉCTRICO



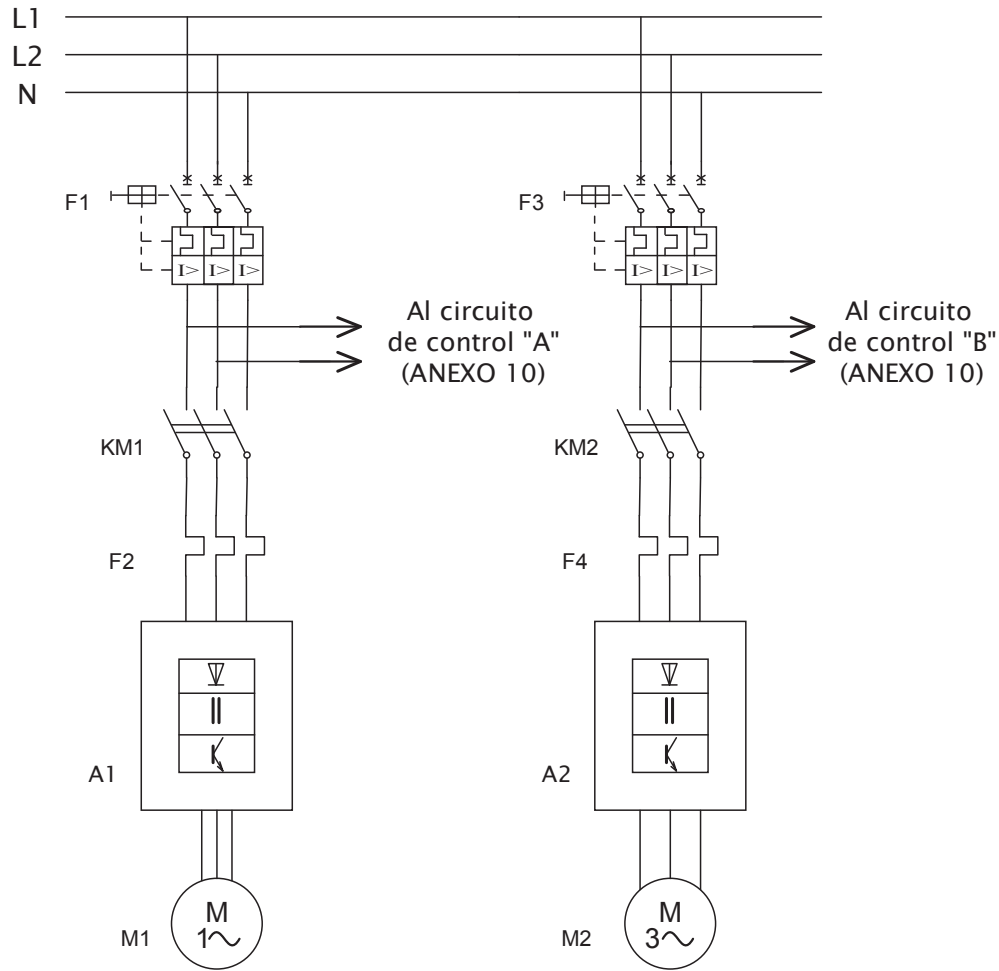
- F1. Disyuntor termo-magnético
- F2. Interruptor térmico
- KM1. Contactor para motor 1
- A1. Variador de frecuencia
- M1. Motor 1

ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN



- V1. Válvula proporcional
- P1. Sensor de temperatura
- A2. Controlador de temperatura

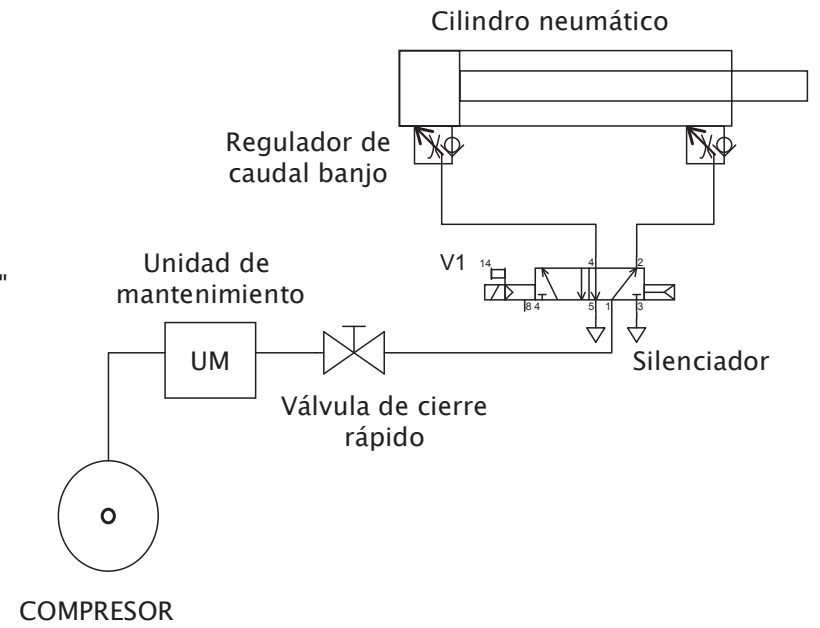
CIRCUITO ELÉCTRICO



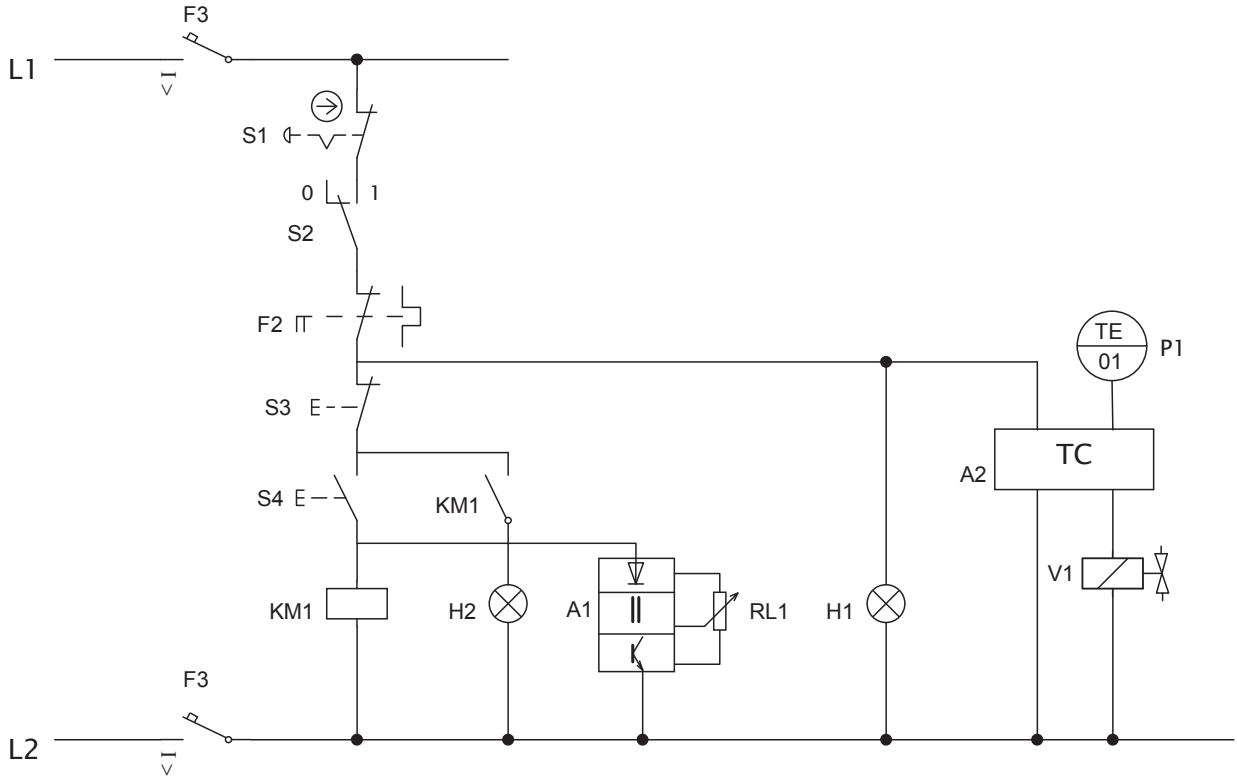
F1. Disyuntor termo-magnético
 F2. Interruptor térmico
 KM1. Contactor para motor 1
 A1. Variador de frecuencia
 M1. Motor 1

F3. Disyuntor termo-magnético
 F4. Interruptor térmico
 KM2. Contactor para motor 2
 A2. Variador de frecuencia
 M2. Motor 2

CIRCUITO NEUMÁTICO



V1. Válvula direccional neumática



- F2. Interruptor térmico
- F3. Disyuntor termo-magnético
- S1. Pulsador de emergencia
- S2. Selector 2 posiciones
- S3. Pulsador paro
- S4. Pulsador marcha
- H1. Luz piloto roja
- H2. Luz piloto verde
- A1. Variador de frecuencia
- A2. Controlador de temperatura
- RL1. Potenciómetro
- P1. Sensor de temperatura
- V1. Válvula proporcional
- KM1. Bobina del contactor para el motor 1

TEMA:

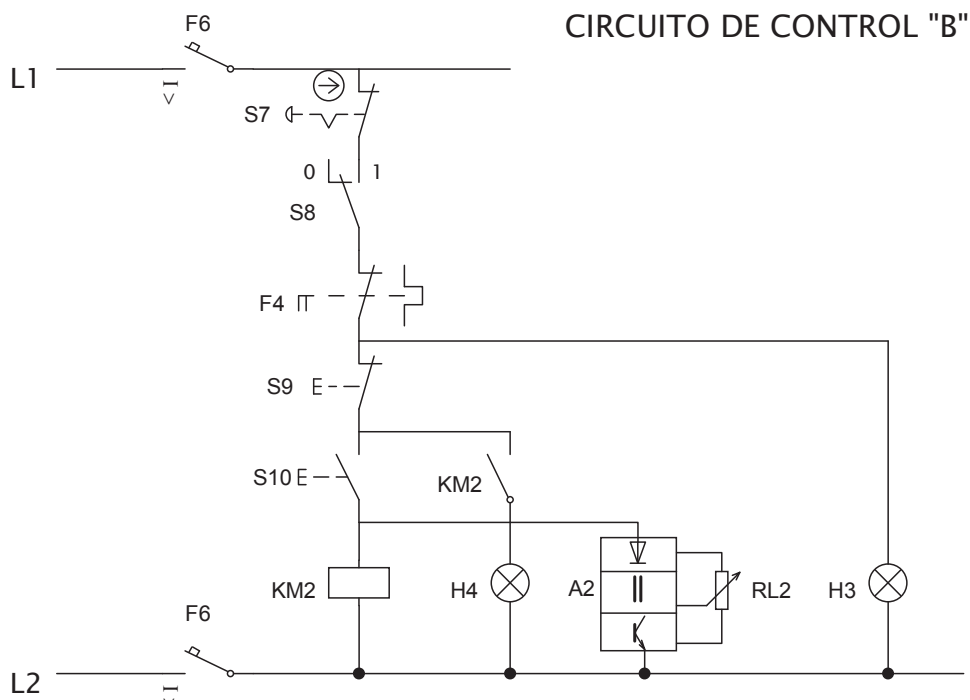
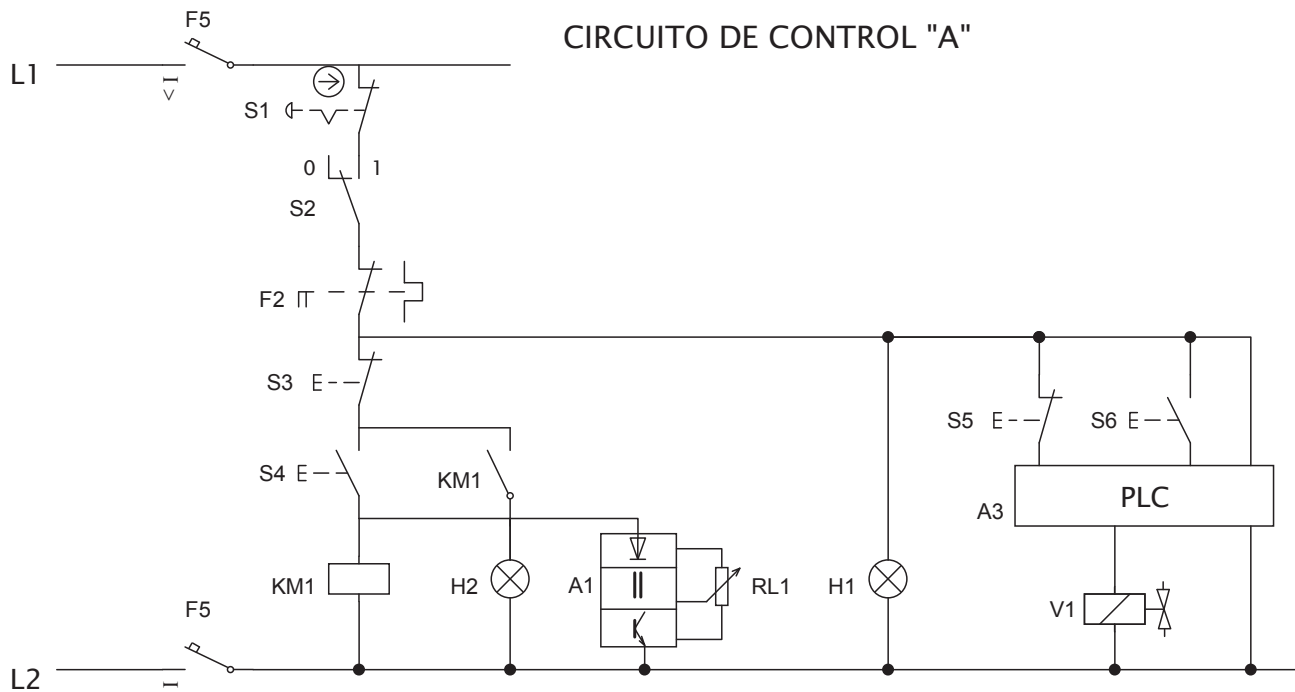
ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL DULCE "COCADA MANJAR"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

ANEXO 9: ESQUEMA DE CONTROL DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA ETAPA DE COCCIÓN DE MEZCLA

AUTOR: RONY FABRICIO REYES VÉLEZ

PROGRAMA:
PROFICAD 7.5



- F2. Interruptor térmico
- F5. Disyuntor termo-magnético
- S1. Pulsador de emergencia
- S2. Selector 2 posiciones
- S3. Pulsador paro
- S4. Pulsador marcha
- S5. Pulsador paro
- S6. Pulsador marcha
- H1. Luz piloto roja
- H2. Luz piloto verde
- A1. Variador de frecuencia
- A3. Controlador lógico programable
- RL1. Potenciómetro
- V1. Válvula direccional neumática
- KM1. Bobina del contactor para el motor 1

- F4. Interruptor térmico
- F6. Disyuntor termo-magnético
- S7. Pulsador de emergencia
- S8. Selector 2 posiciones
- S9. Pulsador paro
- S10. Pulsador marcha
- H3. Luz piloto roja
- H4. Luz piloto verde
- A2. Variador de frecuencia
- RL2. Potenciómetro
- KM2. Bobina del contactor para el motor 2

ANEXO 11

TABLA DE AMPERAJE DE MOTORES ELÉCTRICOS Y PROTECCIONES RAMALES

| POTENCIA | | CORRIENTE MONOFASICA | | | | | | | | | CORRIENTE TRIFASICA | | | | | | | | |
|----------|------|----------------------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------------------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|
| | | 115V | | | 208V | | | 230V | | | 208V | | | 230V | | | 460V | | |
| H.P. | KW | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER | CONSUMO | FUSIBLES | BREAKER |
| 1/6 | 0.12 | 4.4 | 8 | 16 | 2.4 | 4 | 6 | 2.2 | 4 | 6 | | | | | | | | | |
| 1/4 | 0.19 | 5.8 | 10 | 16 | 3.2 | 6 | 8 | 2.9 | 6 | 10 | | | | | | | | | |
| 1/3 | 0.25 | 7.2 | 16 | 20 | 4 | 8 | 10 | 3.6 | 8 | 10 | | | | | | | | | |
| 1/2 | 0.37 | 9.8 | 20 | 25 | 5.4 | 10 | 16 | 4.9 | 10 | 16 | 2.4 | 4 | 6 | 2.2 | 4 | 6 | 1.1 | 2 | 4 |
| 3/4 | 0.56 | 13.8 | 25 | 40 | 7.6 | 16 | 20 | 6.9 | 16 | 20 | 3.5 | 6 | 10 | 3.2 | 6 | 10 | 1.6 | 4 | 4 |
| 1 | 0.75 | 16 | 32 | 40 | 8.8 | 16 | 25 | 8 | 16 | 20 | 4.6 | 8 | 16 | 4.2 | 8 | 10 | 2.1 | 4 | 6 |
| 1.5 | 1.12 | 20 | 40 | 50 | 11 | 20 | 32 | 10 | 20 | 25 | 6.6 | 16 | 16 | 6 | 10 | 16 | 3 | 6 | 10 |
| 2 | 1.49 | 24 | 50 | 63 | 13.2 | 25 | 32 | 12 | 25 | 32 | 7.5 | 16 | 20 | 6.8 | 16 | 20 | 3.4 | 6 | 10 |
| 3 | 2.24 | 34 | 63 | 82 | 18.7 | 32 | 50 | 17 | 32 | 40 | 10.6 | 20 | 25 | 9.6 | 20 | 25 | 4.8 | 8 | 16 |
| 5 | 3.73 | 56 | 100 | 150 | 30.8 | 63 | 82 | 28 | 50 | 82 | 16.7 | 32 | 40 | 15.2 | 32 | 40 | 7.6 | 16 | 20 |
| 7.5 | 5.60 | 80 | 160 | 200 | 44 | 80 | 125 | 40 | 80 | 100 | 24.2 | 40 | 63 | 22 | 40 | 63 | 11 | 20 | 32 |
| 10 | 7.46 | 100 | 200 | 250 | 55 | 100 | 150 | 50 | 100 | 125 | 30.8 | 50 | 80 | 28 | 50 | 80 | 14 | 25 | 40 |
| 15 | 11.2 | 131 | 250 | 350 | 72 | 125 | 200 | 65.7 | 125 | 175 | 46.2 | 80 | 125 | 42 | 80 | 125 | 21 | 40 | 63 |

ANEXO A
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

| Elemento | Cantidad | P.U | Total |
|--|----------|-----------------|----------------|
| Gabinete metálico 400x300x200 mm | 1 | 55,00 | 55,00 |
| Gabinete metálico 600x400x200 mm | 1 | 75,00 | 75,00 |
| Pulsador hongo de emergencia | 3 | 20,00 | 60,00 |
| Selector de dos posiciones | 3 | 6,00 | 18,00 |
| Pulsador doble | 4 | 10,00 | 40,00 |
| Luz piloto roja 220 Vac | 3 | 6,00 | 18,00 |
| Luz piloto verde 220 Vac | 3 | 6,00 | 18,00 |
| Potenciómetro industrial | 3 | 35,00 | 105,00 |
| Disyuntor magneto-térmico 2P/2A | 3 | 15,00 | 45,00 |
| Disyuntor magneto-térmico 3P/10A | 1 | 15,00 | 15,00 |
| Disyuntor magneto-térmico 3P/16A | 2 | 20,00 | 40,00 |
| Contactador 9 A 220 Vac | 3 | 15,00 | 45,00 |
| Interruptor térmico 2,5 - 4 A | 1 | 30,00 | 30,00 |
| Interruptor térmico 3,5 - 5,2 A | 1 | 30,00 | 30,00 |
| Interruptor térmico 5,2 - 7,5 A | 1 | 30,00 | 30,00 |
| Motor eléctrico 220 Vac monofásico 1/4 hp | 1 | 200,00 | 200,00 |
| Motor eléctrico 220 Vac trifásico 1 hp | 1 | 260,00 | 260,00 |
| Motor eléctrico 220 Vac trifásico 1,5 hp | 1 | 350,00 | 350,00 |
| Variador de frecuencia 220 Vac monofásico/trifásico 1/4 hp | 1 | 250,00 | 250,00 |
| Variador de frecuencia 220 Vac trifásico 1 hp | 1 | 315,00 | 315,00 |
| Variador de frecuencia 220 Vac trifásico 1.5 hp | 1 | 400,00 | 400,00 |
| Termo-pozo 1/2"x50 mm acero inoxidable | 1 | 60,00 | 60,00 |
| PT100 con cabezal 50 mm acero inoxidable | 1 | 75,00 | 75,00 |
| Controlador de temperatura 220 Vac con pantalla digital | 1 | 110,00 | 110,00 |
| Válvula de bola 1/2" bronce | 1 | 15,00 | 15,00 |
| Válvula proporcional 1/2" con actuador eléctrico 220 Vac | 1 | 500,00 | 500,00 |
| PLC 8E/4S 220 Vac | 1 | 160,00 | 160,00 |
| Compresor neumático 1 hp | 1 | 400,00 | 400,00 |
| Unidad de mantenimiento neumática compacta 120 psi 1/4" | 1 | 90,00 | 90,00 |
| Válvula de bola 1/4" bronce | 1 | 10,00 | 10,00 |
| Válvula direccional neumática 5/2 1/4" Acc. 220 Vac | 1 | 60,00 | 60,00 |
| Cilindro neumático 2E 63x500 mm estándar | 1 | 450,00 | 450,00 |
| Regulador de caudal banjo 3/8"x8mm | 2 | 10,00 | 20,00 |
| Silenciador 1/4" bronce cónico | 2 | 4,00 | 8,00 |
| Racor tipo espiga 1/2"x10mm | 4 | 10 | 40,00 |
| Racor recto 1/4"x8mm | 8 | 3 | 24,00 |
| Montaje tipo pie para cilindro 63mm | 2 | 15 | 30,00 |
| Abrazadera tri-clamp acero inoxidable 4" | 1 | 70 | 70,00 |
| Férulas tri-clamp 4" | 3 | 20 | 60,00 |
| Abrazadera 4" con bisagra | 1 | 20 | 20,00 |
| Construcción cilindro metálico hueco 100x450mm ac/inox | 1 | 50 | 50,00 |
| Construcción moldes de unidades 100x50mm ac/inox | 3 | 50 | 150,00 |
| Construcción estructura metálica para etapa de modelado | 1 | 2000 | 2000,00 |
| Elementos varios | 1 | 120 | 120,00 |
| Construcción de tableros | 1 | 500 | 500,00 |
| Montaje de sistema automático | 1 | 200 | 200,00 |
| Programación de sistema automático | 1 | 200 | 200,00 |
| Elaboración de planos | 1 | 100 | 100,00 |
| Diseño de sistema automático | 1 | 1000 | 1000,00 |
| | | SUBTOTAL | 8921,00 |
| | | IVA | 12,00% |
| | | TOTAL | 9991,52 |

ANEXO B-1
COSTOS Y GASTOS MENSUALES ACTUALES PARA ELABORACIÓN DE "COCADA
MANJAR". PRESENTACIÓN PAQUETE DE 50 UNIDADES ESFÉRICAS

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|---------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 50 | Unidad | Coco | 0,90 | 45,00 |
| 6 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 48,30 |
| 16 | kg | Azúcar | 0,86 | 13,76 |
| 28 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 0,34 |
| 2 | Lote | Gas | 0,31 | 0,63 |
| 2 | Lote | Agua | 0,38 | 0,75 |
| 116 | Unidad | Empaque | 0,11 | 12,76 |
| 116 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 5,80 |
| 116 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 1,16 |
| 2 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 5,71 |
| | | Total | | 134,21 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 8,33 | Hora | Modelado y empaque | 1,99 | 16,56 |
| 1,17 | Hora | Sellado | 1,99 | 2,32 |
| 5,52 | Hora | Cocción | 3,13 | 17,24 |
| | | Total | | 36,12 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 2 | Lote | Uniforme | 1,56 | 3,13 |
| 2 | Lote | Gasolina | 2,50 | 5,00 |
| 8 | Lote | Mantenimiento | 0,52 | 4,17 |
| | | Total | | 12,29 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 182,62 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 20 | Hora | Ventas | 3,13 | 62,50 |
| 2 | Hora | Contador | 3,13 | 6,25 |
| 2 | Hora | Personal de limpieza | 1,99 | 3,98 |
| 2 | Lote | Publicidad | 2,98 | 5,95 |
| 2 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 2,86 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 84,39 |
| | | TOTAL | | 267,01 |

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Precio de costo | 2,30 |
| Precio de venta | 4,70 |
| Utilidad por unidad | 2,40 |
| Porcentaje de utilidad | 104,2% |
| UTILIDAD TOTAL | 278,19 |

ANEXO B-2
COSTOS Y GASTOS MENSUALES ACTUALES PARA ELABORACIÓN DE "COCADA
MANJAR". PRESENTACIÓN PAQUETE DE 36 UNIDADES ESFÉRICAS

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|---------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 50 | Unidad | Coco | 0,90 | 45,00 |
| 6 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 48,30 |
| 16 | kg | Azúcar | 0,86 | 13,76 |
| 28 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 0,34 |
| 2 | Lote | Gas | 0,31 | 0,63 |
| 2 | Lote | Agua | 0,38 | 0,75 |
| 160 | Unidad | Empaque | 0,11 | 17,60 |
| 160 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 8,00 |
| 160 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 1,60 |
| 2 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 5,71 |
| | | Total | | 141,69 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 8,33 | Hora | Modelado y empaque | 1,99 | 16,56 |
| 1,17 | Hora | Sellado | 1,99 | 2,32 |
| 5,52 | Hora | Cocción | 3,13 | 17,24 |
| | | Total | | 36,12 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 2 | Lote | Uniforme | 1,56 | 3,13 |
| 2 | Lote | Gasolina | 2,50 | 5,00 |
| 8 | Lote | Mantenimiento | 0,52 | 4,17 |
| | | Total | | 12,29 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 190,10 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 20 | Hora | Ventas | 3,13 | 62,50 |
| 2 | Hora | Contador | 3,13 | 6,25 |
| 2 | Hora | Personal de limpieza | 1,99 | 3,98 |
| 2 | Lote | Publicidad | 2,98 | 5,95 |
| 2 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 2,86 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 84,39 |
| | | TOTAL | | 274,49 |

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Precio de costo | 1,72 |
| Precio de venta | 3,70 |
| Utilidad por unidad | 1,98 |
| Porcentaje de utilidad | 115,7% |
| UTILIDAD TOTAL | 317,51 |

ANEXO B-3
COSTOS Y GASTOS MENSUALES ACTUALES PARA ELABORACIÓN DE "COCADA
MANJAR". PRESENTACIÓN BARRA GRANDE

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|-------------------------|--------------------------------|------------|---------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 50 | Unidad | Coco | 0,90 | 45,00 |
| 6 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 48,30 |
| 16 | kg | Azúcar | 0,86 | 13,76 |
| 28 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 0,34 |
| 2 | Lote | Gas | 0,31 | 0,63 |
| 2 | Lote | Agua | 0,38 | 0,75 |
| 210 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 10,50 |
| 210 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 2,10 |
| 210 | Unidad | Funda plástica interna | 0,01 | 2,10 |
| 2 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 5,71 |
| | | Total | | 129,19 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 8,33 | Hora | Modelado y empaque | 1,99 | 16,56 |
| 1,17 | Hora | Sellado | 1,99 | 2,32 |
| 5,52 | Hora | Cocción | 3,13 | 17,24 |
| | | Total | | 36,12 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 2 | Lote | Uniforme | 1,56 | 3,13 |
| 2 | Lote | Gasolina | 2,50 | 5,00 |
| 8 | Lote | Mantenimiento | 0,52 | 4,17 |
| | | Total | | 12,29 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 177,60 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 20 | Hora | Ventas | 3,13 | 62,50 |
| 2 | Hora | Contador | 3,13 | 6,25 |
| 2 | Hora | Personal de limpieza | 1,99 | 3,98 |
| 2 | Lote | Publicidad | 2,98 | 5,95 |
| 2 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 2,86 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 84,39 |
| | | TOTAL | | 261,99 |

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Precio de costo | 1,25 |
| Precio de venta | 2,10 |
| Utilidad por unidad | 0,85 |
| Porcentaje de utilidad | 68,3% |
| UTILIDAD TOTAL | 179,01 |

ANEXO B-4
COSTOS Y GASTOS MENSUALES ACTUALES PARA ELABORACIÓN DE "COCADA
MANJAR". PRESENTACIÓN BARRA PEQUEÑA

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|---------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 50 | Unidad | Coco | 0,90 | 45,00 |
| 6 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 48,30 |
| 16 | kg | Azúcar | 0,86 | 13,76 |
| 28 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 0,34 |
| 2 | Lote | Gas | 0,31 | 0,63 |
| 2 | Lote | Agua | 0,38 | 0,75 |
| 328 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 16,40 |
| 328 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 3,28 |
| 328 | Unidad | Funda plástica interna | 0,01 | 3,28 |
| 2 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 5,71 |
| | | Total | | 137,45 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 8,33 | Hora | Modelado y empaque | 1,99 | 16,56 |
| 1,17 | Hora | Sellado | 1,99 | 2,32 |
| 5,52 | Hora | Cocción | 3,13 | 17,24 |
| | | Total | | 36,12 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 2 | Lote | Uniforme | 1,56 | 3,13 |
| 2 | Lote | Gasolina | 2,50 | 5,00 |
| 8 | Lote | Mantenimiento | 0,52 | 4,17 |
| | | Total | | 12,29 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 185,86 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 20 | Hora | Ventas | 3,13 | 62,50 |
| 2 | Hora | Contador | 3,13 | 6,25 |
| 2 | Hora | Personal de limpieza | 1,99 | 3,98 |
| 2 | Lote | Publicidad | 2,98 | 5,95 |
| 2 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 2,86 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 84,39 |
| | | TOTAL | | 270,25 |

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Precio de costo | 0,82 |
| Precio de venta | 1,30 |
| Utilidad por unidad | 0,48 |
| Porcentaje de utilidad | 57,8% |
| UTILIDAD TOTAL | 156,15 |

| | |
|-------------------------------|------------------|
| UTILIDAD TOTAL MENSUAL | 930,86 |
| UTILIDAD TOTAL ANUAL | 11.170,35 |

ANEXO C

TABLA DE AMORTIZACIÓN GRADUAL DEL COSTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO

| | |
|--------------------------|---------------|
| Método | Cuota Fija |
| Capital | 10000,00 |
| Tasa de interés anual | 9,35% |
| Años plazo | 2 |
| Periodos por año | 12 |
| Plazo de pago periódico | 1 |
| Pagos periódicos anuales | 12 |
| Interés mensual | 0,78% |
| Pagos periódicos totales | 24 |
| PAGO PERIÓDICO | 458,45 |

| Periodo | Pago periódico | Interes pagado | Capital Pagado | Saldo Insoluto |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| 0 | | | | 10.000,00 |
| 1 | 458,45 | 77,92 | 380,54 | 9.619,46 |
| 2 | 458,45 | 74,95 | 383,50 | 9.235,96 |
| 3 | 458,45 | 71,96 | 386,49 | 8.849,47 |
| 4 | 458,45 | 68,95 | 389,50 | 8.459,96 |
| 5 | 458,45 | 65,92 | 392,54 | 8.067,43 |
| 6 | 458,45 | 62,86 | 395,60 | 7.671,83 |
| 7 | 458,45 | 59,78 | 398,68 | 7.273,15 |
| 8 | 458,45 | 56,67 | 401,78 | 6.871,37 |
| 9 | 458,45 | 53,54 | 404,92 | 6.466,45 |
| 10 | 458,45 | 50,38 | 408,07 | 6.058,38 |
| 11 | 458,45 | 47,20 | 411,25 | 5.647,13 |
| 12 | 458,45 | 44,00 | 414,45 | 5.232,68 |
| TOTAL | 5.501,46 | 734,14 | 4.767,32 | |
| 13 | 458,45 | 40,77 | 417,68 | 4.814,99 |
| 14 | 458,45 | 37,52 | 420,94 | 4.394,05 |
| 15 | 458,45 | 34,24 | 424,22 | 3.969,84 |
| 16 | 458,45 | 30,93 | 427,52 | 3.542,31 |
| 17 | 458,45 | 27,60 | 430,85 | 3.111,46 |
| 18 | 458,45 | 24,24 | 434,21 | 2.677,25 |
| 19 | 458,45 | 20,86 | 437,59 | 2.239,65 |
| 20 | 458,45 | 17,45 | 441,00 | 1.798,65 |
| 21 | 458,45 | 14,01 | 444,44 | 1.354,21 |
| 22 | 458,45 | 10,55 | 447,90 | 906,30 |
| 23 | 458,45 | 7,06 | 451,39 | 454,91 |
| 24 | 458,45 | 3,54 | 454,91 | -0,00 |
| TOTAL | 5.501,46 | 268,78 | 5.232,68 | |
| | | | | |
| TOTAL | 11.002,92 | 1.002,92 | 10.000,00 | |

ANEXO D-1
COSTOS Y GASTOS AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO. PRESENTACIÓN
PAQUETE DE 50 UNIDADES ESFÉRICAS

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 500 | Unidad | Coco | 0,90 | 450,00 |
| 60 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 483,00 |
| 160 | kg | Azúcar | 0,86 | 137,60 |
| 280 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 3,36 |
| 20 | Lote | Gas | 0,31 | 6,25 |
| 20 | Lote | Agua | 0,38 | 7,50 |
| 1160 | Unidad | Empaque | 0,11 | 127,60 |
| 1160 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 58,00 |
| 1160 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 11,60 |
| 20 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 57,14 |
| | | Total | | 1342,05 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 16,67 | Hora | Empaque | 1,99 | 33,13 |
| 11,67 | Hora | Sellado | 1,99 | 23,22 |
| 55,17 | Hora | Cocción | 3,13 | 172,40 |
| | | Total | | 228,74 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 20 | Lote | Uniforme | 0,16 | 3,13 |
| 20 | Lote | Gasolina | 0,25 | 5,00 |
| 20 | Lote | Mantenimiento | 2,08 | 41,67 |
| | | Total | | 49,79 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 1620,58 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 40 | Hora | Ventas | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Contador | 3,13 | 125,00 |
| 40 | Hora | Administrador | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Personal de limpieza | 3,98 | 159,00 |
| 20 | Lote | Publicidad | 5,95 | 119,05 |
| 20 | Lote | Gastos financieros | 5,73 | 114,61 |
| 20 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 0,29 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 1.023,38 |
| | | TOTAL | | 2.643,96 |

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Precio de costo | 2,28 |
| Precio de venta | 4,70 |
| Utilidad por unidad | 2,42 |
| Porcentaje de utilidad | 106,21% |
| UTILIDAD TOTAL | 2808,04 |

ANEXO D-2

COSTOS Y GASTOS AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO. PRESENTACIÓN
PAQUETE DE 36 UNIDADES ESFÉRICAS

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 500 | Unidad | Coco | 0,90 | 450,00 |
| 60 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 483,00 |
| 160 | kg | Azúcar | 0,86 | 137,60 |
| 280 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 3,36 |
| 20 | Lote | Gas | 0,31 | 6,25 |
| 20 | Lote | Agua | 0,38 | 7,50 |
| 1600 | Unidad | Empaque | 0,11 | 176,00 |
| 1600 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 80,00 |
| 1600 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 16,00 |
| 20 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 57,14 |
| | | Total | | 1416,85 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 16,67 | Hora | Empaque | 1,99 | 33,13 |
| 11,67 | Hora | Sellado | 1,99 | 23,22 |
| 55,17 | Hora | Cocción | 3,13 | 172,40 |
| | | Total | | 228,74 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 20 | Lote | Uniforme | 0,16 | 3,13 |
| 20 | Lote | Gasolina | 0,25 | 5,00 |
| 20 | Lote | Mantenimiento | 2,08 | 41,67 |
| | | Total | | 49,79 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 1695,38 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 40 | Hora | Ventas | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Contador | 3,13 | 125,00 |
| 40 | Hora | Administrador | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Personal de limpieza | 3,98 | 159,00 |
| 20 | Lote | Publicidad | 5,95 | 119,05 |
| 20 | Lote | Gastos financieros | 5,73 | 114,61 |
| 20 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 0,29 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 1.023,38 |
| | | TOTAL | | 2.718,76 |

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Precio de costo | 1,70 |
| Precio de venta | 3,70 |
| Utilidad por unidad | 2,00 |
| Porcentaje de utilidad | 117,75% |
| UTILIDAD TOTAL | 3201,24 |

ANEXO D-3
COSTOS Y GASTOS AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO. PRESENTACIÓN
BARRA GRANDE

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 500 | Unidad | Coco | 0,90 | 450,00 |
| 60 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 483,00 |
| 160 | kg | Azúcar | 0,86 | 137,60 |
| 280 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 3,36 |
| 20 | Lote | Gas | 0,31 | 6,25 |
| 20 | Lote | Agua | 0,38 | 7,50 |
| 2100 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 105,00 |
| 2100 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 21,00 |
| 2100 | Unidad | Funda plástica interna | 0,01 | 21,00 |
| 20 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 57,14 |
| | | Total | | 1291,85 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 16,67 | Hora | Empaque | 1,99 | 33,13 |
| 11,67 | Hora | Sellado | 1,99 | 23,22 |
| 55,17 | Hora | Cocción | 3,13 | 172,40 |
| | | Total | | 228,74 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 20 | Lote | Uniforme | 0,16 | 3,13 |
| 20 | Lote | Gasolina | 0,25 | 5,00 |
| 20 | Lote | Mantenimiento | 2,08 | 41,67 |
| | | Total | | 49,79 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 1570,38 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 40 | Hora | Ventas | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Contador | 3,13 | 125,00 |
| 40 | Hora | Administrador | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Personal de limpieza | 3,98 | 159,00 |
| 20 | Lote | Publicidad | 5,95 | 119,05 |
| 20 | Lote | Gastos financieros | 5,73 | 114,61 |
| 20 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 0,29 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 1.023,38 |
| | | TOTAL | | 2.593,76 |

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Precio de costo | 1,24 |
| Precio de venta | 2,10 |
| Utilidad por unidad | 0,86 |
| Porcentaje de utilidad | 70,02% |
| UTILIDAD TOTAL | 1816,24 |

ANEXO D-4
COSTOS Y GASTOS AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO. PRESENTACIÓN
BARRA PEQUEÑA

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|--|------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| Costo directo de insumos | | | | |
| 500 | Unidad | Coco | 0,90 | 450,00 |
| 60 | Funda | Leche el polvo (900 g) | 8,05 | 483,00 |
| 160 | kg | Azúcar | 0,86 | 137,60 |
| 280 | g | Sorbato de potasio | 0,01 | 3,36 |
| 20 | Lote | Gas | 0,31 | 6,25 |
| 20 | Lote | Agua | 0,38 | 7,50 |
| 3280 | Unidad | Etiqueta | 0,05 | 164,00 |
| 3280 | Unidad | Funda plástica externa | 0,01 | 32,80 |
| 3280 | Unidad | Funda plástica interna | 0,01 | 32,80 |
| 20 | Lote | Energía Eléctrica | 2,86 | 57,14 |
| | | Total | | 1374,45 |
| Costo de mano de obra directa | | | | |
| 16,67 | Hora | Empaque | 1,99 | 33,13 |
| 11,67 | Hora | Sellado | 1,99 | 23,22 |
| 55,17 | Hora | Cocción | 3,13 | 172,40 |
| | | Total | | 228,74 |
| Costos Indirectos | | | | |
| 20 | Lote | Uniforme | 0,16 | 3,13 |
| 20 | Lote | Gasolina | 0,25 | 5,00 |
| 20 | Lote | Mantenimiento | 2,08 | 41,67 |
| | | Total | | 49,79 |
| | | TOTAL DE COSTOS | | 1652,98 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | |
| 40 | Hora | Ventas | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Contador | 3,13 | 125,00 |
| 40 | Hora | Administrador | 6,25 | 250,00 |
| 40 | Hora | Personal de limpieza | 3,98 | 159,00 |
| 20 | Lote | Publicidad | 5,95 | 119,05 |
| 20 | Lote | Gastos financieros | 5,73 | 114,61 |
| 20 | Lote | Servicio telefónico e Internet | 0,29 | 5,71 |
| | | TOTAL DE GASTOS | | 1.023,38 |
| | | TOTAL | | 2.676,36 |

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Precio de costo | 0,82 |
| Precio de venta | 1,30 |
| Utilidad por unidad | 0,48 |
| Porcentaje de utilidad | 59,32% |
| UTILIDAD TOTAL | 1587,64 |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| UTILIDAD TOTAL MENSUAL | 9.413,17 |
| UTILIDAD TOTAL ANUAL | 112.958,03 |

ANEXO E
PROYECCIÓN DE GASTOS ANUALES AL IMPLEMENTAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO
PARA LA FABRICACIÓN DE "COCADA MANJAR"

| GASTO ANUAL | | | | PROYECCIÓN DE GASTOS DE N° AÑOS MÁS | | | |
|--|------------------|-------|-------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Crecimiento de inflación por año un 3% | | | 1,03 |
| Descripción | Valor | Meses | Total año N°1 | Total año N°2 | Total año N°3 | Total año N°4 | Total año N°5 |
| Costo directo de insumos | | | | | | | |
| Coco | 1.800,00 | 12 | 21.600,00 | 22.248,00 | 22.915,44 | 23.602,90 | 24.310,99 |
| Leche el polvo (900 g) | 1.932,00 | 12 | 23.184,00 | 23.879,52 | 24.595,91 | 25.333,78 | 26.093,80 |
| Azúcar | 550,40 | 12 | 6.604,80 | 6.802,94 | 7.007,03 | 7.217,24 | 7.433,76 |
| Sorbato de potasio | 13,44 | 12 | 161,28 | 166,12 | 171,10 | 176,24 | 181,52 |
| Gas | 25,00 | 12 | 300,00 | 309,00 | 318,27 | 327,82 | 337,65 |
| Agua | 30,00 | 12 | 360,00 | 370,80 | 381,92 | 393,38 | 405,18 |
| Empaque | 303,60 | 12 | 3.643,20 | 3.752,50 | 3.865,07 | 3.981,02 | 4.100,45 |
| Etiqueta | 407,00 | 12 | 4.884,00 | 5.030,52 | 5.181,44 | 5.336,88 | 5.496,99 |
| Funda plástica externa | 81,40 | 12 | 976,80 | 1.006,10 | 1.036,29 | 1.067,38 | 1.099,40 |
| Funda plástica interna | 53,80 | 12 | 645,60 | 664,97 | 684,92 | 705,46 | 726,63 |
| Energía Eléctrica | 228,57 | 12 | 2.742,86 | 2.825,14 | 2.909,90 | 2.997,19 | 3.087,11 |
| Costo de mano de obra directa | | | | | | | |
| Empaque | 132,50 | 12 | 1.590,00 | 1.637,70 | 1.686,83 | 1.737,44 | 1.789,56 |
| Sellado | 92,87 | 12 | 1.114,40 | 1.147,83 | 1.182,27 | 1.217,73 | 1.254,27 |
| Cocción | 689,58 | 12 | 8.275,00 | 8.523,25 | 8.778,95 | 9.042,32 | 9.313,59 |
| Costos Indirectos | | | | | | | |
| Uniforme | 12,50 | 12 | 150,00 | 154,50 | 159,14 | 163,91 | 168,83 |
| Gasolina | 20,00 | 12 | 240,00 | 247,20 | 254,62 | 262,25 | 270,12 |
| Mantenimiento | 166,67 | 12 | 2.000,00 | 2.060,00 | 2.121,80 | 2.185,45 | 2.251,02 |
| Gastos administrativos y de operación | | | | | | | |
| Ventas | 1.000,00 | 12 | 12.000,00 | 12.360,00 | 12.730,80 | 13.112,72 | 13.506,11 |
| Contador | 500,00 | 12 | 6.000,00 | 6.180,00 | 6.365,40 | 6.556,36 | 6.753,05 |
| Administrador | 1.000,00 | 12 | 12.000,00 | 12.360,00 | 12.730,80 | 13.112,72 | 13.506,11 |
| Personal de limpieza | 636,00 | 12 | 7.632,00 | 7.860,96 | 8.096,79 | 8.339,69 | 8.589,88 |
| Publicidad | 476,19 | 12 | 5.714,29 | 5.885,71 | 6.062,29 | 6.244,15 | 6.431,48 |
| Gastos financieros | 458,45 | 12 | 5.501,46 | 5.666,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Servicio telefónico e Internet | 22,86 | 12 | 274,29 | 282,51 | 290,99 | 299,72 | 308,71 |
| TOTAL GASTOS MENSUALES | 10.632,83 | | 127.593,97 | 131.421,79 | 129.527,94 | 133.413,78 | 137.416,19 |

ANEXO F
INVERSIÓN FIJA DEL PROYECTO

EQUIPO SISTEMA AUTOMÁTICO

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|--------------------|----------|-----------------|
| 1 | Unidad | Sistema Automático | 10000,00 | 10000,00 |
| | | TOTAL | | 10000,00 |

EQUIPO PROCESO ACTUAL

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|---|---------|----------------|
| 1 | Unidad | Elementos para la elaboración del producto (Existentes) | 4000,00 | 4000,00 |
| | | TOTAL | | 4000,00 |

EQUIPO DE COMPUTACIÓN

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|-------------------------|--------|---------------|
| 1 | Unidad | Computadora (Existente) | 650,00 | 650,00 |
| | | TOTAL | | 650,00 |

EQUIPO DE OFICINA

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|-----------------------------------|--------|---------------|
| 1 | Unidad | Caja Registradora (Existente) | 300,00 | 300,00 |
| 1 | Unidad | Teléfono convencional (Existente) | 50,00 | 50,00 |
| | | TOTAL | | 350,00 |

MUEBLES Y ENSERES

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|--------------------------------|--------|---------------|
| 1 | Unidad | Escritorio pequeño (Existente) | 350,00 | 350,00 |
| 1 | Unidad | Sillón (Existente) | 110,00 | 110,00 |
| 10 | Unidad | Sillas (Existente) | 25,00 | 250,00 |
| 1 | Unidad | Vitrina (Existente) | 260,00 | 260,00 |
| | | TOTAL | | 970,00 |

EDIFICIO

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|----------------------|----------|-----------------|
| 1 | Unidad | Edificio (Existente) | 30000,00 | 30000,00 |
| | | TOTAL | | 30000,00 |

TERRENO

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|---------------------|----------|-----------------|
| 1 | Unidad | Terreno (Existente) | 10000,00 | 10000,00 |
| | | TOTAL | | 10000,00 |

INSUMOS

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|-----------------------|---------|----------------|
| 1 | Unidad | Insumos de producción | 5425,21 | 5425,21 |
| | | TOTAL | | 5425,21 |

CAJA

| Cantidad | Unidad de medida | Descripción | P.U | Total |
|----------|------------------|--------------|---------|----------------|
| 1 | Unidad | Efectivo | 5207,62 | 5207,62 |
| | | TOTAL | | 5207,62 |

ANEXO G
INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

| Descripción | Total |
|---------------------------------------|-----------------|
| EQUIPO SISTEMA AUTOMÁTICO | 10000,00 |
| EQUIPO PROCESO ACTUAL | |
| EQUIPO DE COMPUTACIÓN | |
| EQUIPO DE OFICINA | |
| MUEBLES Y ENSERES | |
| EDIFICIO | |
| TERRENO | |
| INSUMOS | 5425,21 |
| MANO DE OBRA DIRECTA | 914,95 |
| COSTOS INDIRECTOS | 199,17 |
| GASTOS ADMINISTRATIVOS Y DE OPERACIÓN | 4093,50 |
| TOTAL INVERSION | 20632,83 |

ANEXO H
FUENTES DE FINANCIAMIENTO

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| INVERSIÓN INICIAL DE | 20632,83 |
|-----------------------------|-----------------|

| Descripción | Aporte de Capital | Porcentaje con relación a la inversión inicial | Tasa referencial del sistema financiero | | Tasa de rentabilidad |
|------------------------|-------------------|--|---|------------|----------------------|
| | | | Tipo | Porcentaje | |
| APORTE PROPIO | 56602,83 | 274,33% | Tasa Pasiva | 4,53% | 12,43% |
| PRESTAMO BANCARIO | 10000,00 | 48,5% | Tasa Activa | 8,17% | 3,96% |
| TOTAL INVERSION | 66602,83 | | | | 16,39% |

ANEXO I
ESTADO DE SITUACIÓN FINANCIERA DE LA EMPRESA GABILO'S ICE

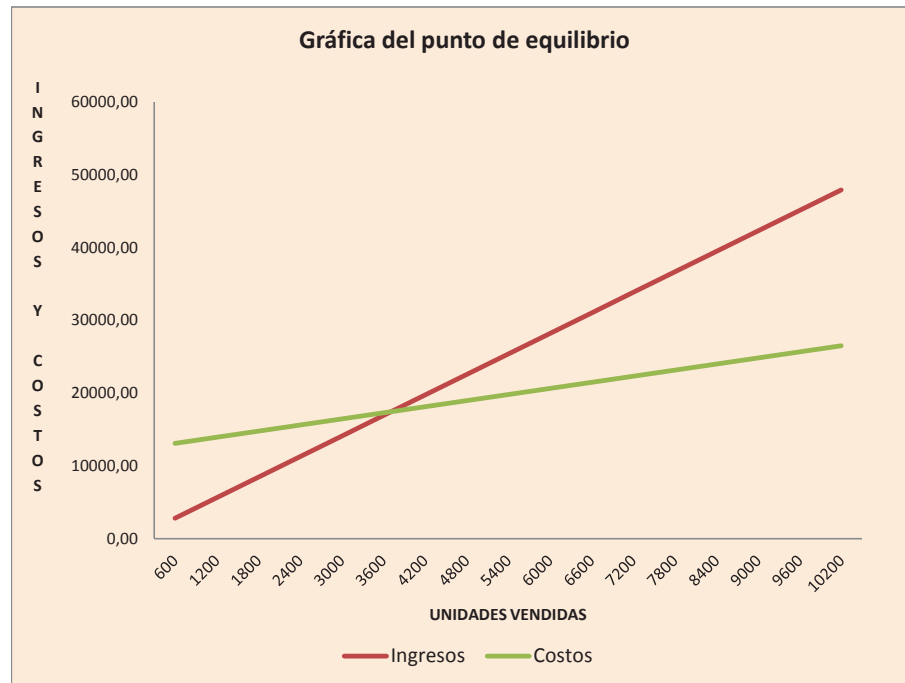
| ACTIVOS | | PASIVOS | |
|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| ACTIVO CORRIENTE | Valor | PASIVO CORRIENTE | Valor |
| INSUMOS | 5425,21 | PRESTAMO BANCARIO CORTO PLAZO | 4767,32 |
| CAJA | 5207,62 | Total | 4767,32 |
| Total | 10632,83 | | |
| | | PASIVO NO CORRIENTE | |
| | | PRESTAMO BANCARIO LARGO PLAZO | 5232,68 |
| ACTIVO NO CORRIENTE | | Total | 5232,68 |
| EQUIPO SISTEMA AUTOMÁTICO | 10000,00 | | |
| EQUIPO PROCESO ACTUAL | 4000,00 | TOTAL PASIVOS | 10000,00 |
| EQUIPO DE COMPUTACIÓN | 650,00 | | |
| EQUIPO DE OFICINA | 350,00 | CAPITAL | |
| MUEBLES Y ENSERES | 970,00 | PATRIMONIO | Valor |
| EDIFICIO | 30000,00 | APORTE PROPIO | 56602,83 |
| TERRENO | 10000,00 | | |
| Total | 55970,00 | TOTAL CAPITAL | 56602,83 |
| | | | |
| TOTAL ACTIVOS | 66602,83 | TOTAL PASIVOS + CAPITAL | 66602,83 |

ANEXO K-1
PUNTO DE EQUILIBRIO. "COCADA MANJAR" PRESENTACIÓN PAQUETE DE 50 UNIDADES ESFÉRICAS

| COSTOS FIJOS Y VARIABLES | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|
| Producción anual | | 13920 |
| COSTOS FIJOS | Anuales | Unitarios |
| Ventas | 3000,00 | 0,22 |
| Contador | 1500,00 | 0,11 |
| Administrador | 3000,00 | 0,22 |
| Personal de limpieza | 1908,00 | 0,14 |
| Publicidad | 1428,57 | 0,10 |
| Gastos financieros | 1375,36 | 0,10 |
| Servicio telefónico e Internet | 68,57 | 0,005 |
| TOTAL | 12280,51 | 0,882 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Costo directo de insumos | 16104,63 | 1,16 |
| Costo de mano de obra directa | 2744,85 | 0,20 |
| Costos Indirectos | 597,50 | 0,04 |
| TOTAL | 19446,98 | 1,40 |
| Costo por paquete | | 2,28 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Precio de venta | 4,70 |
| Total costo variable unitario | 1,40 |
| Margen de contribución | 3,30 |
| Total costo fijo anual | 12.280,51 |

| CUADRO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO | | | | | | |
|---|------------------|--------------|----------|----------|--------------------|------------------------|
| Unidades vendidas | Costos variables | Costos fijos | Costos | Ingresos | Pérdida o Ganancia | Margen de contribución |
| 600 | 838,23 | 12280,51 | 13118,74 | 2820,00 | -10298,74 | 1981,77 |
| 1200 | 1676,46 | 12280,51 | 13956,97 | 5640,00 | -8316,97 | 3963,54 |
| 1800 | 2514,70 | 12280,51 | 14795,20 | 8460,00 | -6335,20 | 5945,30 |
| 2400 | 3352,93 | 12280,51 | 15633,44 | 11280,00 | -4353,44 | 7927,07 |
| 3000 | 4191,16 | 12280,51 | 16471,67 | 14100,00 | -2371,67 | 9908,84 |
| 3600 | 5029,39 | 12280,51 | 17309,90 | 16920,00 | -389,90 | 11890,61 |
| 4200 | 5867,62 | 12280,51 | 18148,13 | 19740,00 | 1591,87 | 13872,38 |
| 4800 | 6705,86 | 12280,51 | 18986,36 | 22560,00 | 3573,64 | 15854,14 |
| 5400 | 7544,09 | 12280,51 | 19824,60 | 25380,00 | 5555,40 | 17835,91 |
| 6000 | 8382,32 | 12280,51 | 20662,83 | 28200,00 | 7537,17 | 19817,68 |
| 6600 | 9220,55 | 12280,51 | 21501,06 | 31020,00 | 9518,94 | 21799,45 |
| 7200 | 10058,78 | 12280,51 | 22339,29 | 33840,00 | 11500,71 | 23781,22 |
| 7800 | 10897,02 | 12280,51 | 23177,52 | 36660,00 | 13482,48 | 25762,98 |
| 8400 | 11735,25 | 12280,51 | 24015,76 | 39480,00 | 15464,24 | 27744,75 |
| 9000 | 12573,48 | 12280,51 | 24853,99 | 42300,00 | 17446,01 | 29726,52 |
| 9600 | 13411,71 | 12280,51 | 25692,22 | 45120,00 | 19427,78 | 31708,29 |
| 10200 | 14249,95 | 12280,51 | 26530,45 | 47940,00 | 21409,55 | 33690,05 |



Punto de equilibrio en unidades vendidas

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Margen de contribución}}$$

$$\frac{12280,51}{3,30} = 3718,05$$

Punto de equilibrio en costos

$$1 - \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Precio de venta}} = \frac{\text{Total costo variable unitario}}{\text{Precio de venta}}$$

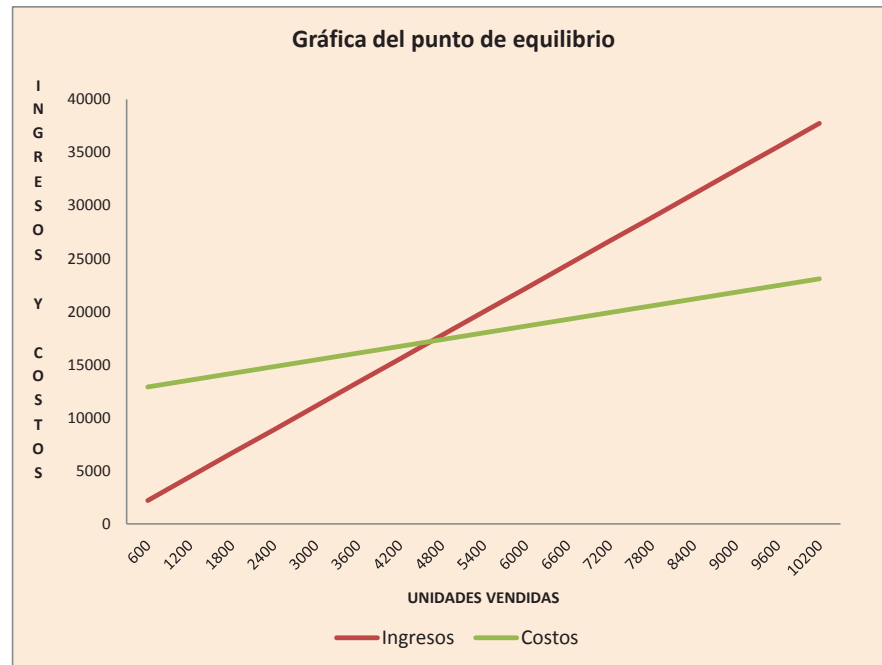
$$\frac{12280,51}{1 - 1,4/4,7} = 17474,82$$

ANEXO K-2
PUNTO DE EQUILIBRIO. "COCADA MANJAR" PRESENTACIÓN PAQUETE DE 36 UNIDADES ESFÉRICAS

| COSTOS FIJOS Y VARIABLES | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------|
| Producción anual | | 19200,00 |
| COSTOS FIJOS | Anuales | Unitarios |
| Ventas | 3000,00 | 0,16 |
| Contador | 1500,00 | 0,08 |
| Administrador | 3000,00 | 0,16 |
| Personal de limpieza | 1908,00 | 0,10 |
| Publicidad | 1428,57 | 0,07 |
| Gastos financieros | 1375,36 | 0,07 |
| Servicio telefónico e Internet | 68,57 | 0,004 |
| TOTAL | 12280,51 | 0,64 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Costo directo de insumos | 17002,23 | 1,22 |
| Costo de mano de obra directa | 2744,85 | 0,20 |
| Costos Indirectos | 597,50 | 0,04 |
| TOTAL | 20344,58 | 1,06 |
| Costo por paquete | | 1,70 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Precio de venta | 3,70 |
| Total costo variable unitario | 1,06 |
| Margen de contribución | 2,64 |
| Total costo fijo anual | 12.280,51 |

| CUADRO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO | | | | | | |
|---|------------------|--------------|-----------|----------|--------------------|------------------------|
| Unidades vendidas | Costos variables | Costos fijos | Costos | Ingresos | Pérdida o Ganancia | Margen de contribución |
| 600 | 635,77 | 12.280,51 | 12.916,28 | 2220 | -10.696,28 | 1.584,23 |
| 1200 | 1.271,54 | 12.280,51 | 13.552,04 | 4440 | -9.112,04 | 3.168,46 |
| 1800 | 1.907,30 | 12.280,51 | 14.187,81 | 6660 | -7.527,81 | 4.752,70 |
| 2400 | 2.543,07 | 12.280,51 | 14.823,58 | 8880 | -5.943,58 | 6.336,93 |
| 3000 | 3.178,84 | 12.280,51 | 15.459,35 | 11100 | -4.359,35 | 7.921,16 |
| 3600 | 3.814,61 | 12.280,51 | 16.095,12 | 13320 | -2.775,12 | 9.505,39 |
| 4200 | 4.450,38 | 12.280,51 | 16.730,89 | 15540 | -1.190,89 | 11.089,62 |
| 4800 | 5.086,15 | 12.280,51 | 17.366,65 | 17760 | 393,35 | 12.673,85 |
| 5400 | 5.721,91 | 12.280,51 | 18.002,42 | 19980 | 1.977,58 | 14.258,09 |
| 6000 | 6.357,68 | 12.280,51 | 18.638,19 | 22200 | 3.561,81 | 15.842,32 |
| 6600 | 6.993,45 | 12.280,51 | 19.273,96 | 24420 | 5.146,04 | 17.426,55 |
| 7200 | 7.629,22 | 12.280,51 | 19.909,73 | 26640 | 6.730,27 | 19.010,78 |
| 7800 | 8.264,99 | 12.280,51 | 20.545,50 | 28860 | 8.314,50 | 20.595,01 |
| 8400 | 8.900,76 | 12.280,51 | 21.181,26 | 31080 | 9.898,74 | 22.179,24 |
| 9000 | 9.536,52 | 12.280,51 | 21.817,03 | 33300 | 11.482,97 | 23.763,48 |
| 9600 | 10.172,29 | 12.280,51 | 22.452,80 | 35520 | 13.067,20 | 25.347,71 |
| 10200 | 10.808,06 | 12.280,51 | 23.088,57 | 37740 | 14.651,43 | 26.931,94 |



Punto de equilibrio en unidades vendidas

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Margen de contribución}}$$

$$\frac{12280,51}{2,64} = 4651,03$$

Punto de equilibrio en costos

$$1 - \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Precio de venta} - \text{Total costo variable unitario}}$$

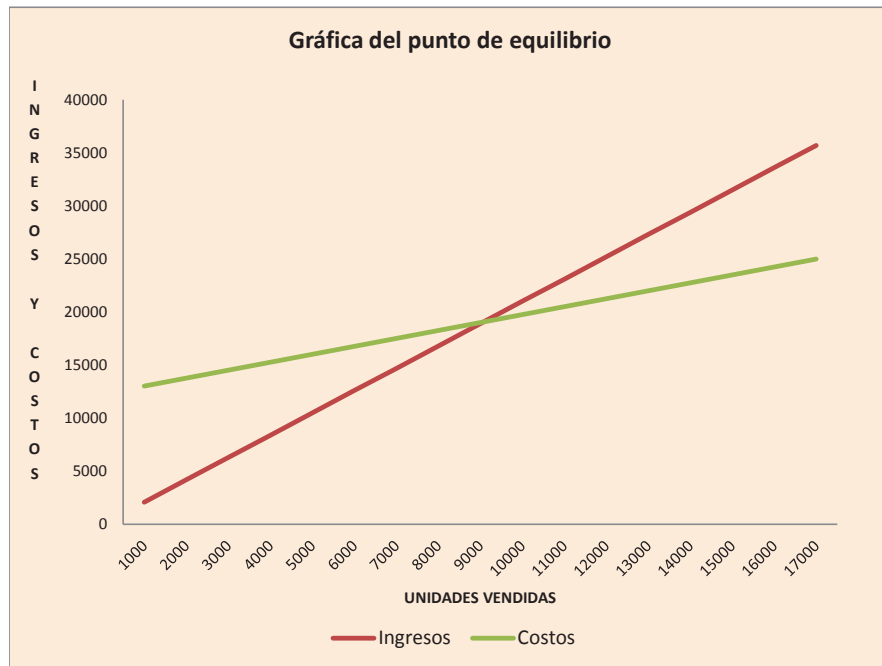
$$\frac{12280,51}{1 - 1,06/3,70} = 17208,80$$

**ANEXO K-3
PUNTO DE EQUILIBRIO. "COCADA MANJAR" PRESENTACIÓN BARRA GRANDE**

| COSTOS FIJOS Y VARIABLES | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| Producción anual | | 25.200 |
| COSTOS FIJOS | Anuales | Unitarios |
| Ventas | 3.000,00 | 0,22 |
| Contador | 1.500,00 | 0,11 |
| Administrador | 3.000,00 | 0,22 |
| Personal de limpieza | 1.908,00 | 0,14 |
| Publicidad | 1.428,57 | 0,10 |
| Gastos financieros | 1.375,36 | 0,10 |
| Servicio telefónico e Internet | 68,57 | 0,00 |
| TOTAL | 12.280,51 | 0,49 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Costo directo de insumos | 15.502,23 | 1,11 |
| Costo de mano de obra directa | 2.744,85 | 0,20 |
| Costos Indirectos | 597,50 | 0,04 |
| TOTAL | 18.844,58 | 0,75 |
| Costo por barra | | 1,24 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Precio de venta | 2,10 |
| Total costo variable unitario | 0,75 |
| Margen de contribución | 1,35 |
| Total costo fijo anual | 12.280,51 |

| CUADRO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO | | | | | | |
|---|------------------|--------------|-----------|----------|--------------------|------------------------|
| Unidades vendidas | Costos variables | Costos fijos | Costos | Ingresos | Pérdida o Ganancia | Margen de contribución |
| 1000 | 747,80 | 12.280,51 | 13.028,31 | 2100 | -10.928,31 | 1.352,20 |
| 2000 | 1.495,60 | 12.280,51 | 13.776,11 | 4200 | -9.576,11 | 2.704,40 |
| 3000 | 2.243,40 | 12.280,51 | 14.523,91 | 6300 | -8.223,91 | 4.056,60 |
| 4000 | 2.991,20 | 12.280,51 | 15.271,71 | 8400 | -6.871,71 | 5.408,80 |
| 5000 | 3.739,00 | 12.280,51 | 16.019,51 | 10500 | -5.519,51 | 6.761,00 |
| 6000 | 4.486,81 | 12.280,51 | 16.767,31 | 12600 | -4.167,31 | 8.113,19 |
| 7000 | 5.234,61 | 12.280,51 | 17.515,11 | 14700 | -2.815,11 | 9.465,39 |
| 8000 | 5.982,41 | 12.280,51 | 18.262,92 | 16800 | -1.462,92 | 10.817,59 |
| 9000 | 6.730,21 | 12.280,51 | 19.010,72 | 18900 | -110,72 | 12.169,79 |
| 10000 | 7.478,01 | 12.280,51 | 19.758,52 | 21000 | 1.241,48 | 13.521,99 |
| 11000 | 8.225,81 | 12.280,51 | 20.506,32 | 23100 | 2.593,68 | 14.874,19 |
| 12000 | 8.973,61 | 12.280,51 | 21.254,12 | 25200 | 3.945,88 | 16.226,39 |
| 13000 | 9.721,41 | 12.280,51 | 22.001,92 | 27300 | 5.298,08 | 17.578,59 |
| 14000 | 10.469,21 | 12.280,51 | 22.749,72 | 29400 | 6.650,28 | 18.930,79 |
| 15000 | 11.217,01 | 12.280,51 | 23.497,52 | 31500 | 8.002,48 | 20.282,99 |
| 16000 | 11.964,82 | 12.280,51 | 24.245,32 | 33600 | 9.354,68 | 21.635,18 |
| 17000 | 12.712,62 | 12.280,51 | 24.993,12 | 35700 | 10.706,88 | 22.987,38 |



Punto de equilibrio en unidades vendidas

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Margen de contribución}}$$

$$\frac{12.280,51}{1,35} = \mathbf{9.081,88}$$

Punto de equilibrio en costos

$$1 - \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Precio de venta}} = \frac{\text{Total costo variable unitario}}{\text{Precio de venta}}$$

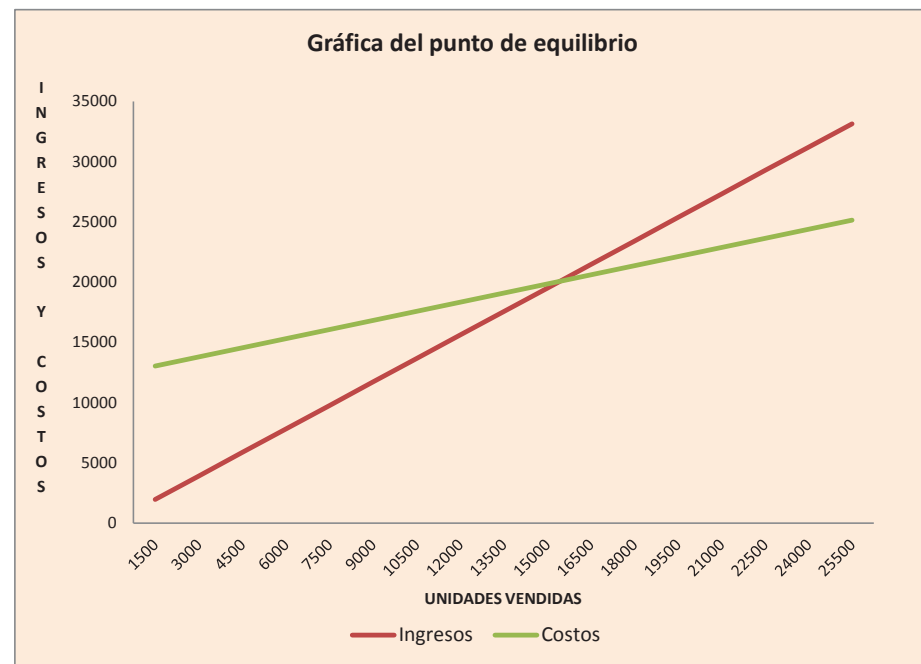
$$\frac{12.280,51}{1-0,75/2,10} = \mathbf{19.071,95}$$

ANEXO K-4
PUNTO DE EQUILIBRIO. "COCADA MANJAR" PRESENTACIÓN BARRA PEQUEÑA

| COSTOS FIJOS Y VARIABLES | | |
|--------------------------------|------------------|-------------|
| Producción anual | | 39.360 |
| COSTOS FIJOS | Anuales | Unitarios |
| Ventas | 3.000,00 | 0,22 |
| Contador | 1.500,00 | 0,11 |
| Administrador | 3.000,00 | 0,22 |
| Personal de limpieza | 1.908,00 | 0,14 |
| Publicidad | 1.428,57 | 0,10 |
| Gastos financieros | 1.375,36 | 0,10 |
| Servicio telefónico e Internet | 68,57 | 0,00 |
| TOTAL | 12.280,51 | 0,31 |
| COSTOS VARIABLES | | |
| Costo directo de insumos | 16.493,43 | 1,18 |
| Costo de mano de obra directa | 2.744,85 | 0,20 |
| Costos Indirectos | 597,50 | 0,04 |
| TOTAL | 19.835,78 | 0,50 |
| Costo por barra | | 0,82 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Precio de venta | 1,30 |
| Total costo variable unitario | 0,50 |
| Margen de contribución | 0,80 |
| Total costo fijo anual | 12.280,51 |

| CUADRO PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO | | | | | | |
|---|------------------|--------------|-----------|----------|--------------------|------------------------|
| Unidades vendidas | Costos variables | Costos fijos | Costos | Ingresos | Pérdida o Ganancia | Margen de contribución |
| 1500 | 755,94 | 12.280,51 | 13.036,44 | 1950 | -11.086,44 | 1.194,06 |
| 3000 | 1.511,87 | 12.280,51 | 13.792,38 | 3900 | -9.892,38 | 2.388,13 |
| 4500 | 2.267,81 | 12.280,51 | 14.548,32 | 5850 | -8.698,32 | 3.582,19 |
| 6000 | 3.023,75 | 12.280,51 | 15.304,26 | 7800 | -7.504,26 | 4.776,25 |
| 7500 | 3.779,68 | 12.280,51 | 16.060,19 | 9750 | -6.310,19 | 5.970,32 |
| 9000 | 4.535,62 | 12.280,51 | 16.816,13 | 11700 | -5.116,13 | 7.164,38 |
| 10500 | 5.291,56 | 12.280,51 | 17.572,07 | 13650 | -3.922,07 | 8.358,44 |
| 12000 | 6.047,50 | 12.280,51 | 18.328,00 | 15600 | -2.728,00 | 9.552,50 |
| 13500 | 6.803,43 | 12.280,51 | 19.083,94 | 17550 | -1.533,94 | 10.746,57 |
| 15000 | 7.559,37 | 12.280,51 | 19.839,88 | 19500 | -39,88 | 11.940,63 |
| 16500 | 8.315,31 | 12.280,51 | 20.595,81 | 21450 | 854,19 | 13.134,69 |
| 18000 | 9.071,24 | 12.280,51 | 21.351,75 | 23400 | 2.048,25 | 14.328,76 |
| 19500 | 9.827,18 | 12.280,51 | 22.107,69 | 25350 | 3.242,31 | 15.522,82 |
| 21000 | 10.583,12 | 12.280,51 | 22.863,62 | 27300 | 4.436,38 | 16.716,88 |
| 22500 | 11.339,05 | 12.280,51 | 23.619,56 | 29250 | 5.630,44 | 17.910,95 |
| 24000 | 12.094,99 | 12.280,51 | 24.375,50 | 31200 | 6.824,50 | 19.105,01 |
| 25500 | 12.850,93 | 12.280,51 | 25.131,44 | 33150 | 8.018,56 | 20.299,07 |



Punto de equilibrio en unidades vendidas

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Margen de contribución}}$$

$$\frac{12.280,51}{0,80} = 15.426,96$$

Punto de equilibrio en costos

$$1 - \frac{\text{Total costo fijo anual}}{\text{Precio de venta}} = \frac{\text{Total costo variable unitario}}{\text{Precio de venta}}$$

$$\frac{12.280,51}{1-0,5/1,30} = 20.055,05$$

ANEXO L
CUADROS DE DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

| EQUIPO SISTEMA AUTOMÁTICO | | | |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Costo | 10000,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 5 | | |
| Valor residual | 10% | 1000,00 | |
| Depreciación anual | 1800,00 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 10000,00 |
| 1 | 1800,00 | 1800,00 | 8200,00 |
| 2 | 1800,00 | 3600,00 | 6400,00 |
| 3 | 1800,00 | 5400,00 | 4600,00 |
| 4 | 1800,00 | 7200,00 | 2800,00 |
| 5 | 1800,00 | 9000,00 | 1000,00 |
| Total | 9000,00 | | |

| EQUIPO PROCESO ACTUAL | | | |
|-------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Costo | 4000,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 5 | | |
| Valor residual | 10% | 400,00 | |
| Depreciación anual | 720,00 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 4000,00 |
| 1 | 720,00 | 720,00 | 3280,00 |
| 2 | 720,00 | 1440,00 | 2560,00 |
| 3 | 720,00 | 2160,00 | 1840,00 |
| 4 | 720,00 | 2880,00 | 1120,00 |
| 5 | 720,00 | 3600,00 | 400,00 |
| Total | 3600,00 | | |

| EQUIPO DE COMPUTACIÓN | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|-------------|
| Costo | 650,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 3 | 0 | |
| Valor residual | 10% | 65,00 | |
| Depreciación anual | 195,00 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 650,00 |
| 1 | 216,65 | 216,65 | 433,36 |
| 2 | 216,65 | 433,29 | 216,71 |
| 3 | 216,65 | 649,94 | 0,07 |
| Total | 649,94 | | |

| EQUIPO DE OFICINA | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Costo | 350,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 10 | 0 | |
| Valor residual | 10% | 35,00 | |
| Depreciación anual | 31,50 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 350,00 |
| 1 | 31,50 | 31,50 | 318,50 |
| 2 | 31,50 | 63,00 | 287,00 |
| 3 | 31,50 | 94,50 | 255,50 |
| 4 | 31,50 | 126,00 | 224,00 |
| 5 | 31,50 | 157,50 | 192,50 |
| 6 | 31,50 | 189,00 | 161,00 |
| 7 | 31,50 | 220,50 | 129,50 |
| 8 | 31,50 | 252,00 | 98,00 |
| 9 | 31,50 | 283,50 | 66,50 |
| 10 | 31,50 | 315,00 | 35,00 |
| Total | 315,00 | | |

| EDIFICIO | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Costo | 30000,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 20 | 0 | |
| Valor residual | 10% | 3000,00 | |
| Depreciación anual | 1350,00 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 30000,00 |
| 1 | 1350,00 | 1350,00 | 28650,00 |
| 2 | 1350,00 | 2700,00 | 27300,00 |
| 3 | 1350,00 | 4050,00 | 25950,00 |
| 4 | 1350,00 | 5400,00 | 24600,00 |
| 5 | 1350,00 | 6750,00 | 23250,00 |
| 6 | 1350,00 | 8100,00 | 21900,00 |
| 7 | 1350,00 | 9450,00 | 20550,00 |
| 8 | 1350,00 | 10800,00 | 19200,00 |
| 9 | 1350,00 | 12150,00 | 17850,00 |
| 10 | 1350,00 | 13500,00 | 16500,00 |
| 11 | 1350,00 | 14850,00 | 15150,00 |
| 12 | 1350,00 | 16200,00 | 13800,00 |
| 13 | 1350,00 | 17550,00 | 12450,00 |
| 14 | 1350,00 | 18900,00 | 11100,00 |
| 15 | 1350,00 | 20250,00 | 9750,00 |
| 16 | 1350,00 | 21600,00 | 8400,00 |
| 17 | 1350,00 | 22950,00 | 7050,00 |
| 18 | 1350,00 | 24300,00 | 5700,00 |
| 19 | 1350,00 | 25650,00 | 4350,00 |
| 20 | 1350,00 | 27000,00 | 3000,00 |
| Total | 27000,00 | | |

| MUEBLES Y ENSERES | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Costo | 970,00 | | |
| Años de vida útil (V.U) | 10 | 0 | |
| Valor residual | 10% | 97,00 | |
| Depreciación anual | 87,30 | | |
| V.U. | Depreciación | | Valor |
| | Anual | Acumulada | |
| 0 | | | 970,00 |
| 1 | 87,30 | 87,30 | 882,70 |
| 2 | 87,30 | 174,60 | 795,40 |
| 3 | 87,30 | 261,90 | 708,10 |
| 4 | 87,30 | 349,20 | 620,80 |
| 5 | 87,30 | 436,50 | 533,50 |
| 6 | 87,30 | 523,80 | 446,20 |
| 7 | 87,30 | 611,10 | 358,90 |
| 8 | 87,30 | 698,40 | 271,60 |
| 9 | 87,30 | 785,70 | 184,30 |
| 10 | 87,30 | 873,00 | 97,00 |
| Total | 873,00 | | |

ANEXO M
RESUMEN DE DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

| Activo | Años de vida útil | Valor del activo | Valor residual | Depreciación | |
|---------------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|---------------|
| | | | | Anual | Mensual |
| EQUIPO SISTEMA AUTOMÁTICO | 5 | 10000,00 | 1000,00 | 1800,00 | 150,00 |
| EQUIPO PROCESO ACTUAL | 5 | 4000,00 | 400,00 | 720,00 | 60,00 |
| EQUIPO DE COMPUTACIÓN | 3 | 650,00 | 65,00 | 195,00 | 16,25 |
| EQUIPO DE OFICINA | 10 | 350,00 | 35,00 | 31,50 | 2,63 |
| MUEBLES Y ENSERES | 10 | 970,00 | 97,00 | 87,30 | 7,28 |
| EDIFICIO | 20 | 30000,00 | 3000,00 | 1350,00 | 112,50 |
| TOTAL | | 45970,00 | 4597,00 | 4183,80 | 348,65 |

**ANEXO N
FLUJO NETO DE EFECTIVO PROYECTADO**

Índice inflacionario (Crecimiento) 3,00% 0,03

| INGRESOS Y GASTOS PROYECTADOS | | | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| INGRESOS | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | TOTAL | |
| VENTAS | | | | | | | | |
| Paquete de 50 unidades | | 50703,60 | 52224,71 | 53791,45 | 55405,19 | 57067,35 | 269192,30 | |
| Paquete de 36 unidades | | 55056,00 | 56707,68 | 58408,91 | 60161,18 | 61966,01 | 292299,78 | |
| Barra grande | | 41013,00 | 42243,39 | 43510,69 | 44816,01 | 46160,49 | 217743,59 | |
| Barra pequeña | | 39655,20 | 40844,86 | 42070,20 | 43332,31 | 44632,28 | 210534,84 | |
| TOTAL INGRESOS | | 186427,80 | 192020,63 | 197781,25 | 203714,69 | 209826,13 | 989770,51 | |
| | | | | | | | | |
| EGRESOS | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | TOTAL | |
| COSTOS DE PRODUCCION | | | | | | | | |
| Costo directo de insumos | | | | | | | | |
| Coco | | 21600,00 | 22248,00 | 22915,44 | 23602,90 | 24310,99 | 114677,33 | |
| Leche el polvo (900 g) | | 23184,00 | 23879,52 | 24595,91 | 25333,78 | 26093,80 | 123087,00 | |
| Azúcar | | 6604,80 | 6802,94 | 7007,03 | 7217,24 | 7433,76 | 35065,78 | |
| Sorbato de potasio | | 161,28 | 166,12 | 171,10 | 176,24 | 181,52 | 856,26 | |
| Gas | | 300,00 | 309,00 | 318,27 | 327,82 | 337,65 | 1592,74 | |
| Agua | | 360,00 | 370,80 | 381,92 | 393,38 | 405,18 | 1911,29 | |
| Empaque | | 3643,20 | 3752,50 | 3865,07 | 3981,02 | 4100,45 | 19342,24 | |
| Etiqueta | | 4884,00 | 5030,52 | 5181,44 | 5336,88 | 5496,99 | 25929,82 | |
| Funda plástica externa | | 976,80 | 1006,10 | 1036,29 | 1067,38 | 1099,40 | 5185,96 | |
| Funda plástica interna | | 645,60 | 664,97 | 684,92 | 705,46 | 726,63 | 3427,58 | |
| Energía Eléctrica | | 2742,86 | 2825,14 | 2909,90 | 2997,19 | 3087,11 | 14562,20 | |
| Costo de mano de obra directa | | | | | | | | |
| Empaque | | 1590,00 | 1637,70 | 1686,83 | 1737,44 | 1789,56 | 8441,53 | |
| Sellado | | 1114,40 | 1147,83 | 1182,27 | 1217,73 | 1254,27 | 5916,50 | |
| Cocción | | 8275,00 | 8523,25 | 8778,95 | 9042,32 | 9313,59 | 43933,10 | |
| Costos Indirectos | | | | | | | | |
| Uniforme | | 150,00 | 154,50 | 159,14 | 163,91 | 168,83 | 796,37 | |
| Gasolina | | 240,00 | 247,20 | 254,62 | 262,25 | 270,12 | 1274,19 | |
| Mantenimiento | | 2000,00 | 2060,00 | 2121,80 | 2185,45 | 2251,02 | 10618,27 | |
| TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN | | 78471,94 | 80826,10 | 83250,88 | 85748,40 | 88320,86 | 416618,17 | |
| | | | | | | | | |
| UTILIDAD BRUTA | | 107955,86 | 111194,54 | 114530,37 | 117966,29 | 121505,27 | 573152,34 | |
| | | | | | | | | |
| GASTOS OPERACIONALES | | | | | | | | |
| Gastos administrativos y de operación | | | | | | | | |
| Ventas | | 12000,00 | 12360,00 | 12730,80 | 13112,72 | 13506,11 | 63709,63 | |
| Contador | | 6000,00 | 6180,00 | 6365,40 | 6556,36 | 6753,05 | 31854,81 | |
| Administrador | | 12000,00 | 12360,00 | 12730,80 | 13112,72 | 13506,11 | 63709,63 | |
| Personal de limpieza | | 7632,00 | 7860,96 | 8096,79 | 8339,69 | 8589,88 | 40519,32 | |
| Publicidad | | 5714,29 | 5885,71 | 6062,29 | 6244,15 | 6431,48 | 30337,92 | |
| Servicio telefónico e Internet | | 274,29 | 282,51 | 290,99 | 299,72 | 308,71 | 1456,22 | |
| TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS | | 43620,57 | 44929,19 | 46277,06 | 47665,38 | 49095,34 | 231587,54 | |
| Gastos Financieros | | | | | | | | |
| Intereses sobre préstamos bancarios | | 734,14 | 268,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1002,92 | |
| TOTAL GASTOS FINANCIEROS | | 734,14 | 268,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1002,92 | |
| TOTAL GASTOS OPERACIONALES | | 44354,71 | 45197,97 | 46277,06 | 47665,38 | 49095,34 | 232590,46 | |
| | | | | | | | | |
| UTILIDAD OPERACIONAL | | 63601,16 | 65996,57 | 68253,31 | 70300,91 | 72409,94 | 340561,88 | |
| | | | | | | | | |
| 15% Participación trabajadores | 15% | 9540,17 | 9899,48 | 10238,00 | 10545,14 | 10861,49 | 51084,28 | |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS | | 54060,98 | 56097,08 | 58015,31 | 59755,77 | 61548,45 | 289477,60 | |
| 25% Impuesto a la Renta | 25% | 13515,25 | 14024,27 | 14503,83 | 14938,94 | 15387,11 | 72369,40 | |
| UTILIDAD ANTES DE RESERVAS | | 40545,74 | 42072,81 | 43511,49 | 44816,83 | 46161,34 | 217108,20 | |
| Depreciación de Activos fijos | | 4183,80 | 4183,80 | 4183,80 | 4183,80 | 4183,80 | 20919,00 | |
| UTILIDAD LÍQUIDA | | 36361,94 | 37889,01 | 39327,69 | 40633,03 | 41977,54 | 196189,20 | |
| TOTAL INVERSION | -66.602,83 | | | | | | | |
| PRESTAMO BANCARIO | 10.000,00 | | | | | | | |
| AMORTIZACION DE DEUDA | | -4767,32 | -5232,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -10000,00 | |
| FLUJO NETO | -56.602,83 | 35778,41 | 36840,14 | 43511,49 | 44816,83 | 46161,34 | 207108,20 | |

ANEXO O
INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

| | |
|--------------------------------|------------------|
| Inversión inicial | -20632,83 |
| Tasa pasiva referencial | 4,53% |
| Tasa activa referencial | 8,17% |
| Años de vida útil del proyecto | 5 |

| | |
|----------------------------|---------------|
| Tasa de rentabilidad menor | 16,39% |
| Tasa de incertidumbre | 10,00% |
| Tasa de rentabilidad mayor | 26,39% |

| Años de vida útil del proyecto | Flujo neto | Flujo neto acumulado | Factor de tasa de rentabilidad menor | Flujo presente neto | Factor de tasa de rentabilidad mayor | Flujo presente neto |
|--------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 0 | -20632,83 | | | | | |
| 1 | 35778,41 | 35778,41 | 0,86 | 30740,89 | 0,79 | 28308,61 |
| 2 | 36840,14 | 72618,55 | 0,74 | 27196,44 | 0,63 | 23063,02 |
| 3 | 43511,49 | 116130,03 | 0,63 | 27598,80 | 0,50 | 21552,44 |
| 4 | 44816,83 | 160946,86 | 0,54 | 24424,34 | 0,39 | 17564,31 |
| 5 | 46161,34 | 207108,20 | 0,47 | 21615,01 | 0,31 | 14314,16 |
| TOTAL | 207108,20 | | | 131575,48 | | 104802,54 |

| | Tasa menor | Tasa mayor |
|--|------------------|------------|
| INVERSION INICIAL | 20632,83 | 20632,83 |
| TOTAL FLUJO PRESENTE NETO | 131575,48 | 104802,54 |
| VALOR ACTUAL NETO (VAN) | 110942,64 | 84169,71 |
| PERIODO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL (PRC) | 0,78 | |
| TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR) | 57,83% | |
| RELACIÓN COSTO-BENEFICIO (RCB) | 10,04 | |