UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

" CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA PROCESADORA DE CAFE EN EL CANTON CATAMAYO "

Tesis de Grado previo a la obtención del titulo de Ingeniero Electromecánico

AUTOR: ***Henry Luis Castillo Paz.***

DIRECTOR: **Ing. Raúl Barreto**

LOJA-ECUADOR

2004 – 2005

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis lo dedico .

A Dios en primer lugar que me ha ayudado a culminar con mi carrera.

A mis padres y hermanos que me supieron apoyar, en especial, a mi hermano menor que siempre me brindo su colaboración.

Y a toda mi familia, y personas que siempre confiaron en mi.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja que me brindo la oportunidad de ser un profesional que aporte a mi país.

Al Ingeniero Raúl Barreto, Director de mi tesis que siempre me apoyo en esta tarea.

Al Ingeniero Wilson Contento, con el cual inicie y ayudo a culminar mi tesis.

Y a toda mi familia que siempre estuvo conmigo.

INTRODUCCIÓN

En nuestra compleja civilización moderna la automatización juega un papel muy importante. El hombre se ha ido liberando gradualmente de la participación directa en el proceso tecnológico. La llamada automatización del proceso alivia aun mas el trabajo del hombre. En la automatización, la función de mando de las máquinas se realiza por otros dispositivos que se llaman de control y el hombre entonces asume la función de diseño y ajuste de los sistemas automáticos.

En la actualidad, las empresas plantean la automatización de una serie de procesos en su entorno industrial. Con lo cual se pretende mejorar la productividad, aumentar la calidad del producto final, además de aumentar la seguridad en el trabajo. Para conseguir estos objetivos, las empresas deben utilizar ordenadores y un software especializado en monitoreo, control y adquisición de datos.

La razón por la que se pretende realizar este proyecto es por las amplias posibilidades que ofrecen los sistemas SCADA, y la gran demanda que en el mercado industrial, automático, informático, electromecánico, electrónico, y telecomunicaciones están tomando. Además el estudio del monitoreo y / o control automático computarizado de la planta; ahorrará gran cantidad de recursos a COFENAC, además que dicho trabajo abre las puertas al conocimiento de la comunidad técnica e industrial de la ciudad , provincia de Loja y el país.

RESUMEN

En la actualidad la tecnología avanza muy rápidamente, exigiendo que las industrias se modernicen , lo que implica que esto sea un asunto de interés actual.

Este trabajo de tesis esta enfocado a la aplicación de un sistema de control y automatización, en la Planta Procesadora de Café en el Cantón Catamayo. El mismo que se podría integrar fácilmente a un sistema (ESCADA). Además utilizamos los PACS los cuales tienen un sistema que une las características de un PLC y de un PC, lo cual contribuye a que tenga mayor cobertura de posibilidades y además es mas robusto que el FieldPoint

Por lo cual en este trabajo se desarrollo un programa de control y automatización mediante un sistema SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition), utilizando software (LabVIEW), que asocia distintas variables del proceso, en donde por medio de pantallas, funciones, permite monitorear las distintas variables del mismo , y además ayuda a la toma de decisiones en su control.

Para terminar se hizo un estudio de los costos que implica la elaboración y construcción de este proyecto. El mismo que se desarrollo para contribuir con el avance y desarrollo tecnológico de la Provincia y del País.

SUMMARY

At the present time the technology advances very quickly, demanding that the industries are modernized, what implies that this is a matter of current interest.

This thesis work this focused to the application of a control system and automation, in the Planta Process of Coffee in the Cantón Catamayo. The same one that could be integrated easily to a system (ESCADA). We also use the PACS which have a system that unites the characteristics of a PLC and of a PC, that which contributes to that she/he has bigger covering of possibilities and it is also but robust that the FieldPoint

Reason why in this work you development a control program and automation by means of a system SCADA(Supervisory Control and Acquisition Dates), using software (LabVIEW) that associates different variables of the process where by means of screens, functions, it allows monitor ear the different variables of the same one, and also help to the taking of decisions in its control.

To end she/he made a study of the costs that implies the elaboration and construction of this project. The same one that you development to contribute with the advance and technological development of the County and of the Country.

Problematización .

En los países desarrollados la tecnología esta muy avanzada en relación con la nuestra, se ha instalado sistemas de control y automatización en todas las industrias, que para la elaboración de productos tiene una serie de procesos: como por ejemplo en envasadoras, empacadoras, ensambladoras de automóviles, etc. En lo referente a las procesadoras y seleccionadoras de café, la automatización también ha dado su aporte positivo ya que ha mejorado el rendimiento en todos los procesos de selección de este producto. Debido a que la procesadora y seleccionadora de café; materia del presente trabajo ha prestado sus servicios a casi toda la provincia de Loja , Zamora y parte del Oro, por 30 años , sus instalaciones van quedando obsoletas frente a los adelantos de la tecnología, como es la implementación de sistemas automáticos de control en los procesos de selección del café.

El estado en que las instalaciones se encuentran actualmente no prestan el servicio adecuado ya que debido al tiempo de funcionamiento tiene una serie de problemas y no prestan el servicio que requiere las exigencias de la misma. Como por ejemplo podemos citar, el tiempo en los transportadores del café de un paso a otro, no son los adecuados, no envasa toda la capacidad de la planta debido a que su seleccionador puede procesar solo la mitad de su producción que es de 40 qq, no dispone de secadores, lo que es fundamental para los meses invierno , también existe problemas en los motores ya que unos están sobre dimensionados

para el trabajo que realizan, la presencia de tolvas inadecuadas para la recolección del café, tanto para comenzar el proceso como para la recolección del producto final. Factores negativos que han ocasionado que la eficiencia de la planta procesadora – seleccionadora de café, no sea apropiada.

La falta de un sistema de control y automatización en la procesadora, hace imposible el registro de los datos mas importantes por la carencia de dispositivos que permitan medir y controlar los siguientes parámetros: temperatura, velocidad, voltaje, paso del producto, peso, etc.

Al no disponerse de estos parámetros físicos, no se pueden ejecutar acciones efectivas que faciliten la labor eficiente y eficaz de la procesadora,
Por lo que adquiere importancia la necesidad de un sistema de control y automatización en los procesos de la planta.

Problema de investigación .-

"Falta de un sistema de control y automatización en la planta Procesadora y Seleccionadora de café."

Delimitación.

Diseño , rediseño, calculo, adecuaciones en la maquinaria de la planta para la elaboración – elección de un sistema optimo de automatización de los grupos del proceso del café.

OBJETIVOS

General.

"Seleccionar un Sistema de automatización moderno (SCADA)en el cual se integren todos los parámetros físicos y eléctricos de la Planta Procesadora de Café COFENAC. . Como también se establecerá parámetros de calidad y económicos, para que el producto pueda competir en el mercado internacional."

Específicos.

- Establecer un sistema automático para la adquisición de parámetros, los cuales son; peso del producto, velocidad de los mecanismos recolectores, temperatura de los motores, tiempo de recorrido entre las fases del proceso.
- Calcular y rediseñar la planta como propuesta de mejoramiento de su eficiencia.

- Implementar un sistema de instrumentos de control automáticos en la maquinaria de la planta.

HIPÓTESIS.

Hipótesis general.

Con la ejecución de esta investigación es posible alcanzar el rediseño de los procesos de producción y el diseño de un sistema de automatización con el sistema SCADA el cual nos facilitaría un adecuado control de todos los mecanismos que intervienen en la Planta Procesadora de Café , con el fin de mejorar la eficiencia de PRODUCCIÓN Y OPERACION. Además que nos dará la fiabilidad de tener un producto de excelente calidad.

Hipótesis específicas.

- Con el rediseño de los mecanismo se alcanzaran las velocidades requeridas para el proceso

- Con la implantación de un sistema automático de control podremos obtener un seguimiento eficiente del proceso de la planta en la selección del producto

METODOLOGÍA.

La investigación se la realizará en la ciudad de Catamayo, en la provincia de Loja en la planta procesadora de café (COFENAC), y en instituciones que puedan aportar a la misma y que estén inmiscuidos en la temática.

Los datos necesarios para realizar la ejecución del proyecto se recopilaran en la ciudad de Catamayo, provincia de Loja, Ecuador, y en los predios de la planta procesadora de café que se encuentra a 1 1/2 Km. de la ciudad de Catamayo vía a Cariamanga.

Se buscará planos de la Planta y catálogos de las máquinas.

En la Planta se procederá a entrevistar a los empleados encargados de la operación y mantenimiento de la procesadora, con el fin de reconocer el funcionamiento de la misma, luego se procederá a reconocer los posibles problemas y dificultades que se presenten en el proceso. Se tomará mediciones que no consten en planos, fotografías y videos de los distintos componentes que conforman la planta. Así como se registrará los datos de placas de las máquinas que conforman los grupos del proceso , identificando los componentes de cada uno de ellos.

Con estos datos recolectados se procederá a desarrollar la investigación, en donde se rediseñara los procesos deficientes y se diseñaran los nuevos procesos tecnológicos a implementar, en este proyecto de tesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....1
Resumen.....2
Summary 3
Problemática.....4
Objetivos de la investigación.....6
Planteamiento de hipótesis.....7
Metodología 8

CAPÍTULO I PLANTAS PROCESADORAS DE CAFÉ
1.1 DEFINICIÓN.....10
1.2 TOLVAS Y LIMPIADORAS.....10
1.3 SISTEMAS DESCASCADORES.....11
1.3.1 Decorticador.....11
1.4 MOTORES TRIFÁSICOS.....13
1.5 VENTILADORES.....14
1.6 CATADORAS.....14
1.7 MECANISMOS PERIFÉRICOS.....16
1.7.1 Tipos de mecanismos.....16
1.8 SELECCIONADORA Y CLASIFICADORA.....17

CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA
2.1 INTRODUCCIÓN.....19
2.2 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA SCADA.....19
2.2.1 Necesidad de un sistema SCADA.....22
2.2.2 Tiempo real 24
2.3 HARDWARE EN SISTEMAS DE SUPERVISIÓN: PLC Y PC.....25
2.3.1 La estructura abierta.....25
2.3.2 Interfaz de usuario.....26

2.2.3 Interfaz hombre – máquina.....26
2.4 PROGRAMAS UTILIZADOS PARA DESARROLLAR LOS SISTEMAS SCADA.....28
2.5 SISTEMA SUPERVISOR. 32
2.5.1 Comunicación.....34
2.5.2 Comunicaciones de la red 36
2.5.3 Configuración de las comunicaciones de las redes de campo.....36
2.6 PROTOCOLO DE INTERCAMBIO.....38
2.6.1 TCP/IP.....39
2.7 UNIDADES TERMINALES REMOTAS (RTUS).....40
2.7.1 Concepto de RTU.....41
2.7.2 Estructura del hardware y software.....42
2.8 PACS PARA EL CONTROL INDUSTRIAL.....45
2.8.1 PACS para el control industrial ,en el futuro del control.....45
2.8.2 Construcción de un regulador mejor.....46
2.9 LabVIEW PARA EL CONTROL.....50
2.9.1 LabVIEW el software del PAC.....51
2.9.2 National Instrument PACs ……..52
2.9.3 Compact FieldPoint..... 52

CAPÍTULO III PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ.
3.1 INTRODUCCIÓN 55
3.2 REDISEÑO DE LAS TOLVAS.....56
3.3 CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL MOLINO.....60
3.4 SISTEMAS PERIFÉRICOS Y CATADORAS.....67
3.5 ELECCIÓN DE LA SELECCIONADORA..... 72
3.6 CONTENEDOR DE DESECHOS.....73
3.7 CONTROL DEL PROCESO.....74
3.8 CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA.....77

CAPÍTULO IV PROGRAMACIÓN EN LabVIEW
4.1 INTRODUCCIÓN.....79
4.2 IMPORTANCIA DEL SOFTWARE PARA MEDICIÓN, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....80
4.2.1Estructuración del programa.....81
4.3 PROGRAMACIÓN EN LabVIEW.....83
4.4 PANTALLA DE INTERFAZ CON EL USUARIO DEL PROGRAMA LabVIEW.....87
4.5 PANEL PRINCIPAL.....89
4.5.1 Instrumentación virtual.....90
4.5.2 Accesorios de aplicación.....91
4.6 PANTALLA DE SELECCIÓN.....92
4.7 DATOS PERMANENTES A CONTROLAR..... 93
4.8 PANTALLA DEL CONTROL DE TEMPERATURA.....93
4.9 SIMULACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS CON PROGRAMACIÓN GRAFICA.....95
4.9.1 INTRODUCCIÓN.....95

CAPÍTULO V RENDIMIENTO ECONÓMICO Y COSTOS DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ.
5.1 INTRODUCCIÓN.....99
5. 2 PRODUCCIÓN ANUAL DE CAFÉ.....102
5.3 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE Y HARDWARE.....103
5.4 MEJORAMIENTO EN EL RENDIMIENTO DE LA PLANTA.....105
5.5 MARGEN DE UTILIDAD NETA.....106

CAPÍTULO VI EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
6.1 INTRODUCCIÓN.....108

6.2 IMPPACTO VISUAL.....110
6.3 IMPACTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.....111
6.4 IMPACTOSOCIAL.....113
CONCLUSIONES.....115
RECOMENDACIONES.....116
BIBLIOGRAFÍA 117
ANEXOS

GLOSARIO

ANSI American National Standards Institute.

COFENAC Consejo de Federaciones Nacionales Cafeteras.

DAQ Data Acquisition (DAQ).

FAPECAFES (Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros del sur.

GPIB *See* General Purpose Interface Bus.

FieldPoint A family of industrial I/O modules from National Instruments.

HTML (siglas de *Hypertext Markup Language*)

HTTP (siglas de *Hypertext Transfer Protocol*)

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)

LAN, as redes de área local

MS-DOS, acrónimo de *Microsoft Disk Operating System* (sistema operativo de disco de Microsoft).

MAC Control de Acseso Medio

PCI Peripheral Component Interconnect. An industry-standard, high-speed instrumentation platform.

PXI PCI extensions for Instrumentation. A modular, computer-based databus.

RTD Resistance temperature detector.

RTU (Remote Terminal Units)

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

SCPI Standard Commands for Programmable Instruments.

SCXI Signal Conditioning Extensions for Instrumentation.

SCXI Signal Conditioning Extensions for Instrumentation.

SQL (Structured Query Language) es un estándar aceptado en productos de bases de datos.

TCP/IP (siglas de *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)

UNIVAC, en informática, acrónimo de *Universal Automatic Computer* (Computadora Automática Universal)

VAC Volts, Alternating Current.

VI *See* virtual instrument (VI).

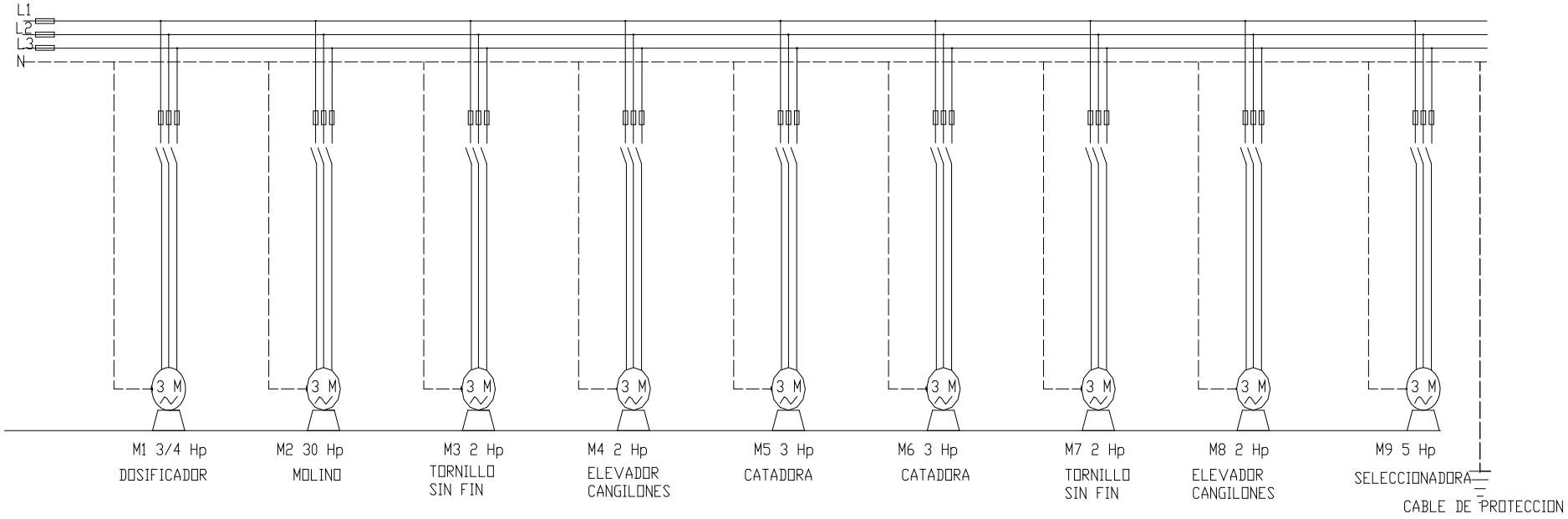
VISA *See* Virtual Instrument Software Architecture.

VXI VME Extensions for Instrumentation.

XML (*Extended Markup Language*)

WAN redes de área amplia

DIAGRA DE FUERZA DE LA PLANTA PROCESADORA



CAPÍTULO I

PLANTAS PROCESADORAS DE CAFE

1.1 DEFINICIÓN.

Las plantas procesadoras se encuentran dentro del tipo de líneas de producción en serie, que actualmente utilizan sistemas automáticos de monitoreo para el producto. Este tipo de planta procesadora almacena, depura, descascara, transporta, selecciona, clasifica y envasa el producto.

1.2 TOLVAS Y LIMPIADORAS.

Las tolvas son las encargadas de almacenar el producto. Los limpiadores son mecanismos depuradores de impurezas que utilizan motores removedores, o válvulas accionadas por skimers – desnatadores , en caso de este último solo es aplicable para fluidos. Además algunos de estos incluyen el sistema de dosificado del producto a través de boquillas accionadas por válvulas que permiten el paso sincronizado hacia los descascadores.

Este mecanismo comprende de las siguientes partes:

- Cuerpo o tolva.
- Válvula, se la puede adquirir según los requerimientos .
- Eje de válvula del removedor, también se lo adquiere.

- Base de tolva .
- Acople de tolva.
- Bisagras.

1.3 SISTEMAS DESCASCADORES.

1.3.1. Decorticador.

El método de decorticacion mas sencillo consiste en golpear los frutos secos en un mortero, practica todavía bastaste corriente para las pequeñas cosechas a pesar del inconveniente de romper muchos granos.

Se dispone de medios mas perfeccionados y de gran rendimiento gracias a los decorticadores (“Hullers”). Estos aparatos en el sistema “Engelberg “ fig 1.1, llevan un cilindro montado sobre un eje horizontal, con unas laminas o cuchillas de acero inclinados con respecto a la generatriz eje que es accionado por un motor (400 – 500 rpm). El cilindro gira en un carter cuya parte inferior esta agujereada y en cuyo interior se ha ajustado una lamina de decorticacion o cuchillo cuya separación del cilindro es regulable el café arrastrado por la rotación del cilindro es proyectado violentamente contra la lamina fija, bajo el efecto de estos golpes reiterados, la cáscara se rompe.

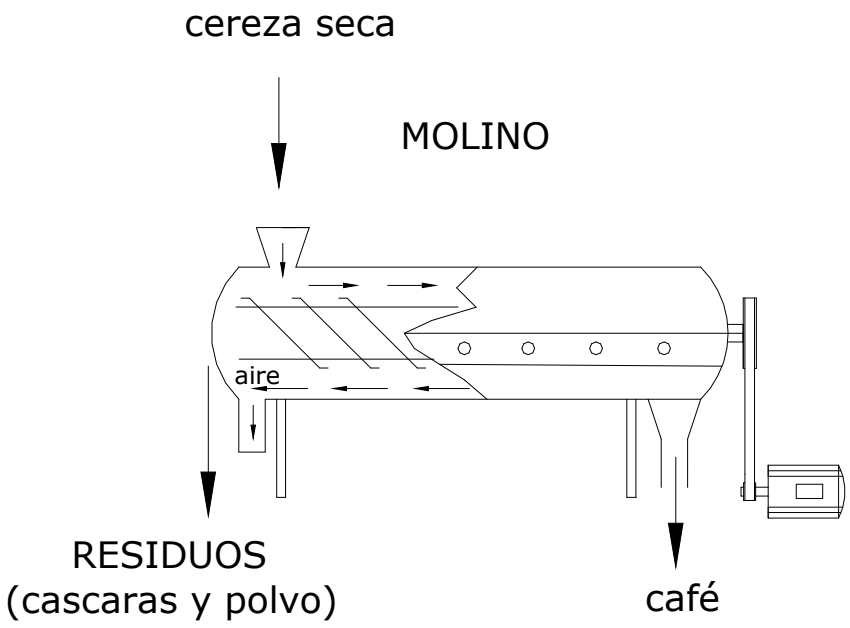


Fig. 1.1 Esquema de un Decorticador de café sistema " Engelberg"

Los restos de la envoltura (epicarpio) son expulsados por un ventilador mientras que los granos son recogidos a la salida de la maquina.

Se construyen aparatos de mayor o menor capacidad (500-600Kg de café en grano por hora). Su funcionamiento es en general muy satisfactorio, a condición de alimentarlos con café de cáscara bien seca.

Los decorticadores pueden servir también para el depergaminado (lo contrario no es posible, siendo entonces mayor su rendimiento).

R. WILBAUX llama la atención sobre el decorticador brasileño llamado " descascador ", que realiza un trabajo excelente sin calentar el grano. Su capacidad es (450Kg / h).

1.4 MOTORES TRIFÁSICOS JAULA DE ARDILLA.

Los motores con rotor jaula de ardilla o de inducido en cortocircuito que se han convertido en las máquinas de impulsión eléctrica mas utilizada en aplicaciones técnicas gracias a su estructura robusta y sencilla y a sus excelentes características de servicio, esta máquina se suministra normalmente para una tensión de 220V .

Protección de los motores.- Los motores eléctricos no deben sobrecargarse pues entonces se calientan excesivamente. Tampoco deben aparecer corto circuitos. Si la tensión desaparece o se reduce fuertemente deberá desconectarse la maquina. En este caso el motor no debe poder arrancar por si solo para evitar accidentes. Por todo esto existen dispositivos especiales para la protección de motores. Para ello, se emplean fusibles, guardamotores, contactores con reles y contactores con disyuntores y sensores.

Protección completa.- En los motores con protección completa se emplean en los circuitos de los contactores un dispositivo disyuntor y sensores de temperatura en algunos puntos de la maquina. Para ello, se emplean resistores dependientes de la

temperatura (termisistores con coeficiente negativo de temperatura). Al alcanzar la temperatura limite prefijada se desconecta automáticamente.

En caso de los mecanismos de las plantas procesadoras se recomienda motores trifásicos de al menos 1500 rpm .

1.5 VENTILADORES.

Son mecanismos impulsadores, también catalogados como enfriadores que por el accionar de una fuerza eólica sirve para expulsar partículas livianas. En el caso de las procesadoras de café solo para la envoltura (cáscara) del grano.

1.6 CATADORAS.

Este es un aparato muy utilizado en razón de los servicios que presta fig. 1.2, se compone de un alto cajón de madera o metal de unos 4 m de altura, dividido longitudinalmente en dos partes y provisto en la parte inferior de unas rejillas que comunican con el exterior. Por arriba esta cerrado por un emparrillado de alambre y en la base hay un potente ventilador que tiene uno o dos cuerpos regulables independientes.

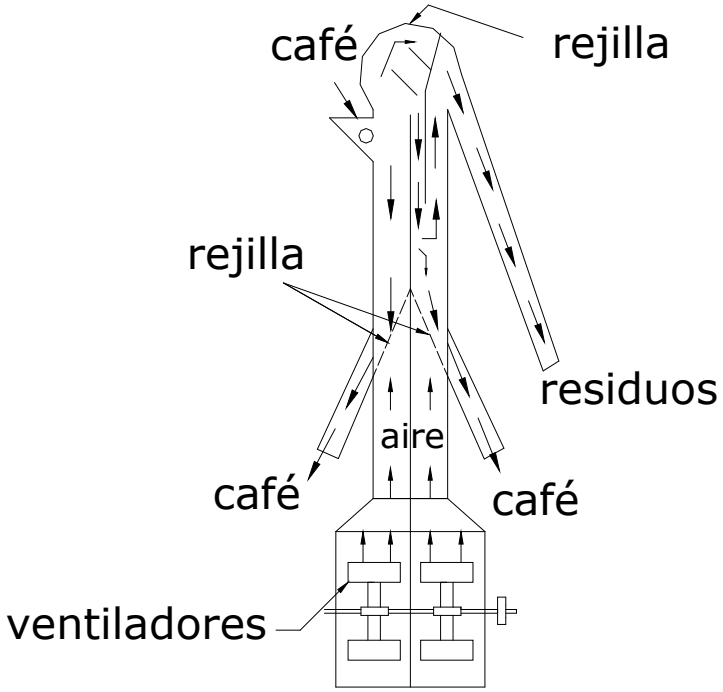


Fig. 1.2 Esquema de un catador de doble ventilación.

El café es vertido en la tolva de alimentación mediante un elevador de cangilones y distribuido regularmente por un rodillo repartidor. Las semillas caen en una tolva donde se encuentran con una violenta corriente de aire producida por el ventilador. Los elementos densos continua su caída hasta una rejilla de donde se conducen al exterior, el resto es rechazado hacia arriba donde se opera una doble clasificación densimétrica, mientras el polvo y las impurezas ligeras son expulsadas del aparato. De este mismo modo se obtiene una limpieza comparable a la de una poderosa aventadora y un calibrado en tres categorías. Es posible recoger a continuación los granos de cualquiera de ellas y mediante una adecuada

graduación de la ventilación, obtener una triple subclasificación. El rendimiento del catador es de 500 a 600Kg por hora.

1.7 MECANISMOS PERIFÉRICOS.

Los mecanismos periféricos son los sistemas automáticos de transportación del producto a los diferentes procesos que realiza la planta para la selección del café.

1.7.1 Tipos de mecanismos.

Los mecanismos periféricos son de tres clases:

Unidades automáticas horizontales (desplazamiento).
Unidades automáticas verticales (desplazamiento).
Unidades automáticas de rotación (giro).

En las plantas procesadoras de café las más habituales son las horizontales, que pueden ser de banda o de cadena dependiendo la primera del momento de torsión y de la elasticidad para tener mayor velocidad, y la de cadena depende de la fuerza y de la potencia trasmitida.

Así mismo es muy habitual la combinación de unidades horizontales con elevadores accionados ya sea por un reductor de tornillo sin fin o por el mecanismo de cangilones.

1.8 SELECCIONADORA Y CLASIFICADORA.

Se conocen de dos tipos: las electrónicas fig. 1.3 con una nueva concepción de granos por color, provistas de células fotoeléctricas, su trabajo es en general impecable y capaz de valorizar la calidad del café alcanzando un rendimiento de 120 a 160Kg por hora y el segundo tipo para clasificar el café es mediante agitación y fricción en presencia o no de agua o de material inerte.

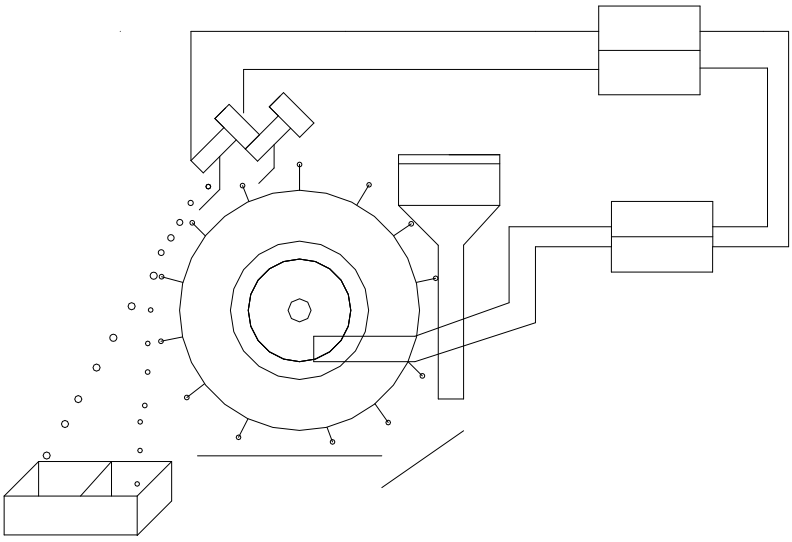


Fig. 1.3 Seleccionadora electrónica.

CAPÍTULO II

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA

2.2 DEFINICIÓN DE SISTEMA SCADA.

Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente "cerrado por el operador". Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

Los Sistemas de Telecontrol y Supervisión fig. 2.1 permiten conocer en todo momento el estado de una instalación centralizando toda la información de los emplazamientos remotos en uno o varios Puestos de Control. Los equipos de control situados en las estaciones analizan los parámetros más importantes recogiendo los valores aportados por los diferentes tipos de sensores. Cuando se identifica una situación especial o de alerta, estos equipos realizan la actuación pertinente y advienen del mismo al Puesto de Control. Desde el Puesto Central se procesa la información y se genera de forma automática el procedimiento de actuación pertinente. De igual forma, desde el Puesto Central se puede obtener, en tiempo real, cualquier información relativa a las estaciones remotas.

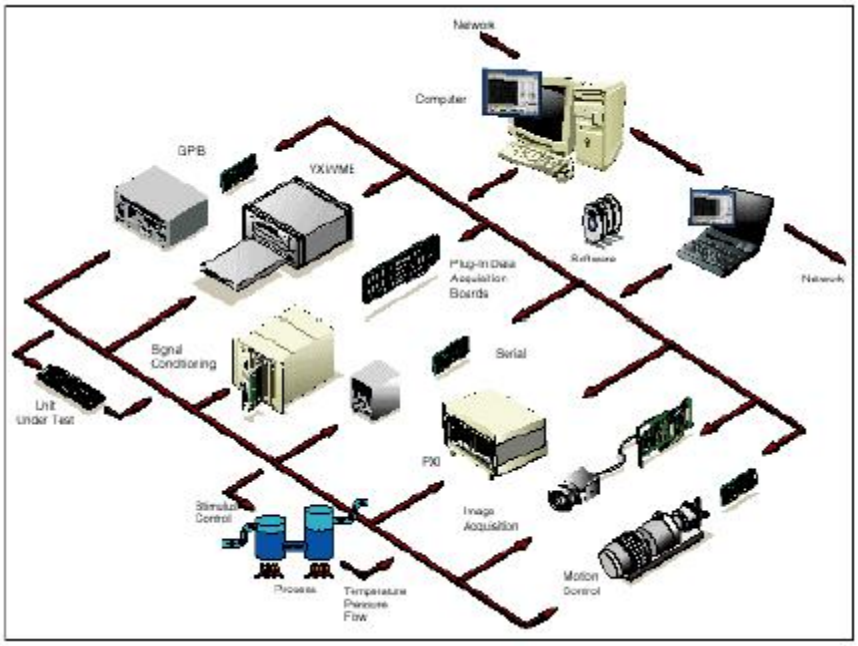


Fig. 2.1 Sistemas de Telecontrol y Supervisión.

Además de gestionar alarmas y de capturar datos, los Sistemas SCADA permiten generar planes de mantenimiento y eficaces procedimientos de actuación para el personal de guardia. Dichos planes facilitan el trabajo del personal de mantenimiento permitiendo automatizar procesos hasta niveles insospechados.

Para comunicar las estaciones remotas con los Puestos de Control se utilizan las redes de comunicación. Estas redes pueden ser privadas (PMR, Trunking, Tetra. Etc..) o redes de operadores públicos (Red telefónica, GSM, GPRS, etc..). Los Sistemas pueden basar sus comunicaciones en una única red o permitir una comunicación redundante que garantice la comunicación en caso de problemas en alguna de las redes.

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: El fenómeno físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, ph, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores.

Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.
Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transciendes y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de

decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador que realiza dicha acción , y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica.

Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, la cual funciona como un acondicionador de señal, para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.

Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.

Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

2.2.1 Necesidad de un sistema SCADA.

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.

El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.

Las información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.

La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas. Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.

La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador, caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

2.2.3 Tiempo real.

La capacidad en tiempo real se refiere a la capacidad del ordenador en programas de procesamiento de datos para que siempre esté listo para procesar y proporcionar los resultados dentro de un tiempo especificado. En este contexto "estrictamente en tiempo real" significa que un sistema reacciona a los eventos externos dentro de un tiempo especificado en un 100% de los casos. Además si se habla de “tiempo real” el sistema debe responder en tiempos concretos también en un 100% de los casos. Si, de otra forma, los tiempos concretos de reacción pueden superarse en ciertos casos, como en sistemas no críticos, hablamos de "tiempo real suave".

2.3 HARDWARE EN SISTEMAS DE CONTROL : PLC Y PC.

El hecho es que las tareas automatizadas de control, visualización y computación pueden ser efectuadas por PLCs (conectados en red mediante los módulos adecuados) mejor que con sistemas exclusivos de control basados en PC. Lo que finalmente es práctico, no obstante, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser considerados individualmente para cada proyecto de automatización.

Los controladores lógicos programables, en la mayoría de los casos, están diseñados específicamente para ser empleados en ambientes industriales exigentes y han sido continuamente desarrollados de forma que sus sistemas operativos en tiempo real representan su mayor virtud. Ellos son y seguirán siendo, no obstante, la primera elección para todo control de tareas críticas o extremas por su rendimiento y simpleza, en los que un PC podría estar simplemente "sobrecargado" debido al trabajo que le pueden suponer otras tareas de ámbito común, como la gestión y visualización de datos, accesos a periféricos, bases de datos, etc.

2.3.1 La estructura abierta.

Aún no se ha establecido un estándar para poseer extensiones compatibles en tiempo real de sistemas operativos. De una forma estrictamente determinante, los

sistemas estándar actuales deben ser modificados de forma general, así que la principal ventaja de un sistema basado en PC - su estructura abierta – puede llegar a ser un inconveniente. No obstante, la estructura abierta, permite a la empresa o el desarrollador más libertad en la elección de la herramienta adecuada para el análisis, diseño y programación del sistema SCADA. La solución comienza a ser propietaria nuevamente (cada empresa ofrece su solución) y la conversión a futuras generaciones de sistemas operativos lo hace más difícil.

2.3.2 Interfaz de usuario

Interfaz de usuario, conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse e interactuar con la computadoras. El usuario dirige el funcionamiento de la maquina mediante instrucciones, denominadas genéricamente entradas. . las entradas se introducen mediante diversos dispositivos, por ejemplo un teclado y se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por el computador.

2.3.3 Interfaz hombre - máquina

La estación maestra es generalmente un mini computador o un microcomputador de altas prestaciones que contiene módulos de “ software “, los cuales consisten en programas de aplicación específicos para llevar a cabo cada una de las tareas de la unidad. Cada modulo del software esta interrelacionado con el resto para

realizar la adquisición, el procesamiento y el almacenamiento de los datos, la presentación de despliegues, alarmas, generación de reportes, envíos de comandos, etc.

Las funciones de un sistema computacional maestro son dominados por el sistema operativo. El almacenamiento y adquisición de datos, la interfaz hombre – maquina y demás programas de aplicación son todas funciones de software dentro del sistema computacional basadas en las capacidades que ofrece su sistema operativo. El operador sentado frente a una consola de operación, la cual cuenta con una unidad de despliegues visuales y un teclado, y un sistema independiente conectado a el, capaz de monitorear y controlar las operaciones de un proceso remoto. Sin embargo, todas las funciones son gobernadas mediante software. Las aplicaciones SCADA se consideran funciones de tiempo real, en los cuales los programas operan continuamente basados en una secuencia de reloj y pueden operar ciertas funciones de un programa sobre la base de las interrupciones generadas, por lo tanto ciertos eventos en el proceso pueden afectar la ejecución de un programa mediante la generación de interrupciones las cuales tienen asignadas niveles de prioridad. Los sistemas computacionales en el tiempo real tienen múltiples niveles de interrupción, con el mas alto nivel signado a las tareas mas importantes o criticas.

Los programas para monitoreo y supervisión, básicamente cumplen el papel de este tipo de estructura, entonces al hablar de este aspecto hay funciones básicas

que el programa debe realizar estos análisis deben tener módulos, en los cuales se basa su estructura.

2.4 PROGRAMAS UTILIZADOS PARA DESARROLLAR LOS SISTEMAS SCADA

La definición de sistema SCADA es Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es un software (programa) que como Herramienta computacional permite diseñar y desarrollar interfaces de comunicación entre el operario y el Sistema de Control, el resultado de este diseño y/o desarrollo es el que llamamos herramientas de supervisión.

Los Sistemas de Control Distribuidos (DCS, estructura clásica de los sistemas de control) se caracterizan por realizar las acciones de control en forma homogénea. Hoy en día es fácil hallar un SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

Los Sistemas de Telecontrol y Supervisión permiten conocer en todo momento el estado de la instalación, centralizando toda la información de los emplazamientos remotos de uno o varios Puestos de Control. Los equipos de control situados en las estaciones analizan los parámetros mas importantes recogiendo los valores aportados por los diferentes tipos de sensores. Cuando se identifica una situación

especial o de alerta estos equipos realizan la actuación pertinente y advienen el mismo al Puesto de Control. Desde el Puesto Central se procesa la información y se genera de forma automática el procedimiento de actuación pertinente. De igual forma, desde el Puesto Central se puede obtener, en tiempo real, cualquier información relativa a las estaciones remotas.

Además de gestionar alarmas y de capturar datos, los programas SCADA permiten generar planes de mantenimiento y eficaces procedimientos de actuación para el personal de guardia. Dichos planes facilitan el trabajo del personal de mantenimiento permitiendo automatizar procesos hasta niveles insospechados.
Para comunicar las estaciones remotas de los Puestos de Control se utilizan las redes de comunicación los sistemas pueden basar sus comunicaciones en una única red o permitir una comunicación redundante que garantice la comunicación en caso de problemas en algunas de las redes.

El flujo de la información en los SCADA es como se describe a continuación: EL FENOMENO FISICO lo constituye la variable que deseamos medir, dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, pH, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los SENSORES O TRANSDUCTORES.

Los SENSORES O TRANSDUCTORES convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan ACONDICIONADORES DE SEÑAL, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico infiltraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de los procesos transitorios y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de CONVERSIÓN DE DATOS. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su ANÁLISIS y para la TOMA DE DECISONES. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede TOMAR LA DECISIÓN de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica.

Esta señal eléctrica es procesa por una SALIDA DE CONTROL, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

Dentro de la funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

Recabar, almacenar y mostrar la información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.

Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.

Alertar al operador de cambios detectados en la planta tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

2.5 SISTEMA SUPERVISOR

El sistema supervisor es el medio que permite la visualización, operación, monitoreo, registro y evaluación de la información recolectada y enviada por los aparatos de campo y esta integrada por tres partes fundamentales que son las siguientes:

El software.

El hardware.

Las comunicaciones.

El **software** es el programa de aplicación que nos permite interactuar con el sistema SCADA, establece la comunicación en los dos sentidos; necesidades del usuario introducidas al sistema de supervisión (comunicación usuario-programa) y la muestra de la información recolectada y enviada por los I/O Device y procesadas por el programa (comunicación programa-usuario). Estas informaciones pueden ser mostradas como valores de mediciones de alarmas, eventos, registros históricos, etc.

El **hardware** está referido fundamentalmente a las características propias de los computadores personales (PC's) que se requieren para la instalación y explotación del software de supervisión. Se tienen programas que por el nivel de información que tratan y procesan requieren de PC's con determinadas características técnicas:

Pentium 100 MHz, 38 MB RAM, 2.1 GB de disco duro, S.O. Windows 95, Windows NT. Otros elementos dentro del hardware son las interfaces de comunicaciones estas pueden ser:

Tarjetas de comunicación serie, de alta velocidad, propias para PC's, convertidores RS232/RS485 externos, concentradores de protocolo, repetidores, etc.

Las **comunicaciones** fig. 2.2 son el medio que establece el intercambio de información entre el supervisor y los aparatos de campo y viceversa. Existe otra forma de intercambio de datos con el supervisor y es la que se efectúa entre este y otro supervisor de otra área u otro sistema de supervisión similar. En este caso estamos frente a una red local; la comunicación se establecerá solo si ambos disponen de sus respectivos elementos de hardware.

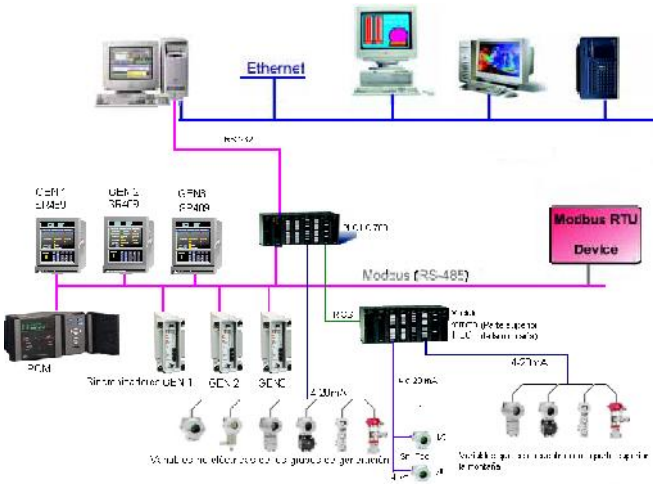


Fig. 2.2 Comunicación de los Instrumentos y el Supervisor

2.5.1 Comunicación.

La característica distintiva de los sistemas SCADA es su capacidad de comunicación porque son muy considerados a menudo dentro de una planta o de una fábrica, un sistema SCADA cubre generalmente áreas geográficas más grandes, y utilizan muchos medios de comunicación diversos (y a menudo relativamente no fiables). Un aspecto importante de la tecnología SCADA es la capacidad de garantizar confiablemente la salida de datos al usar estos medios. Los sistemas SCADA utilizaron inicialmente enlaces de comunicación lentos. Cálculos cuidadosos debieron ser hechos para evaluar los volúmenes de datos probables esperados, y asegurar que la red de comunicaciones fuera capaz de resolver las demandas.

La comunicación industrial se debe hacer mediante un medio de comunicación, es decir, por la estructura física del mismo, para ello muchos productores de equipos se han visto en la necesidad de emplear los estándares propuestos por los fabricantes de equipos en los Estados Unidos EIA (Electronics Industry Association). Gracias a esto se a podido llegar a un acuerdo entre el usuario para que el pueda decidir con que fabricante va a comprar sus equipos sin tener que preocuparse con la compatibilidad.

Los estándares propuestos para su estudio son: RS232 y RS485 las primeras siglas de este tipo significan Recommended Standard o Estándar Recomendado. En los

extremos de este cable se encuentra un conector llamado DB9, que se llama así porque tiene forma de D y tiene él número 9 por sus 9 pines.

Este tipo de comunicación se la conoce como comunicación serial o seriada. Se la denomina así porque los códigos se reciben uno detrás del otro.

Uno de los formatos más utilizados para el envío de datos es ASCII que se encarga de mantener un orden en envío de palabras, bites, byte, etc. Cada una de los pines del puerto serial está dedicada a un propósito específico tabla 2.1, que fue determinado cuando se elaboró el estándar RS232.

Propósito de cada una de las Pines del Conector DB9	
#	**Propósito**
1	Tierra de chasis
2	Recibe los datos (RD)
3	Transmite los datos (TD)
4	Terminal de datos esta listo (DTR)
5	Tierra de señal
6	Conjunto de datos esta listo (DSR)
7	Solicita permiso para enviar datos (RTS)
8	Pista libre para enviar datos (CTS)
9	Timbre telefónico (RI)

Tabla 2.1 Propósito de los Pines.

El puerto RS485, al igual que el puerto RS232, es un estándar reconocido por la EIA y por otras organizaciones. Es decir que es un puerto de comunicaciones estándar. Es mucho más versátil y robusto que el puerto serial RS232. El puerto

RS485 tiene algunas diferencias con el puerto RS232 que se ve en la tabla 2.2 comparativa RS232-RS485.

RS232 vs. RS485	
RS232	**RS485**
Hasta 15m.	Hasta 1200m.
Conecta el PLC solo a un dispositivo	Conecta el PLC a una red de hasta 31 dispositivos

Tabla 2.2

2.5.2 Comunicaciones de la red

Estas se efectúan por dos vías completamente diferentes:

Las interfaces de comunicaciones de la redes de campo.

Las interfaces de comunicación de las redes locales

2.5.3 Configuración de las comunicaciones de las redes de campo

Independientemente del tipo de programa, se logra diferentes configuraciones topológicas en las redes locales:

Conexión directa (punto a punto) con un aparato de procesamiento. Es la comunicación más simple que se hace, se realiza directamente con un aparto de

procesamiento con un cable de comunicaciones serie RS232 para ello se utiliza uno de los puertos estándar COM-1 o COM-2 de la computadora dedicada (PC).

Esta configuración se emplea en las redes eléctricas cuando se requiere hacer un ajuste o realizar un parámetro en un dispositivo de procesamiento.

Conexión directa con varios aparatos de procesamiento (multipunto). Cuando se conectan varios aparatos de procesamiento en su sistema supervisor es imprescindible que esta posea instalada una tarjeta de comunicaciones serie de alta velocidad, ya que las tarjetas estándar no están diseñadas para la comunicación con varios aparatos a alta velocidad evitando desperfectos y demoras en el proceso de comunicaciones.

Normalmente se emplean tarjetas de alta velocidad que posee 4, 8 y 16 puertos para que puedan ser conectados en forma directa. Conexión con varios aparatos, el números de apartaos a comunicar depende solo de las características de la computadora personal (PC) para admitir los diferentes tipos de tarjetas, como normas de comunicaciones se usan las RS422, RS485 y RS232.

Muchos casos, principalmente, cuando los aparatos de campo son PLC's se instalan una tarjeta interfase propietaria en la PC. Esta tarjeta es suministrada por el propio constructor del PLC. Usualmente los cables accesorios de interconexión son suministrados por el propio constructor.

2.6 PROTOCOLO DE INTERCAMBIO

Protocolo de intercambio, en informática, como en las relaciones humanas, señal mediante la cual se reconoce que puede tener lugar la comunicación o la transferencia de información. Los protocolos de intercambio se pueden controlar tanto con *hardware* como con *software*. Un protocolo de intercambio de *hardware,* como el existente entre un ordenador o computadora con una impresora o con un módem, es un intercambio de señales, a través de cables específicos, en el que cada dispositivo señala su disposición para enviar o recibir datos. Un protocolo de *software*, normalmente el que se intercambia durante las comunicaciones del tipo módem a módem, consiste en una determinada información transmitida entre los dispositivos de envío y de recepción. Un protocolo de intercambio de *software* establece un acuerdo entre los dispositivos sobre los protocolos que ambos utilizarán al comunicarse. Un protocolo de intercambio de *hardware* es por tanto similar a dos personas que físicamente estrechan sus manos, mientras que un protocolo de intercambio de *software* es más parecido a dos grupos que deciden conversar en un lenguaje particular.[1]

---

[1] "Protocolo de intercambio." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001.* © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

2.6.1 TCP/IP

TCP/IP, acrónimo de *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, protocolos usados para el control de la transmisión en Internet. Permite que diferentes tipos de computadoras se comuniquen a través de redes heterogéneas.

Se desarrolló originalmente para la comunicación de computadoras con sistema operativo UNIX a través de Arpanet, pero ahora está disponible para establecer una conexión a traves de Internet usando cualquier sistema operativo. TCP define distintos parámetros de transmisión de datos. IP define el modo en que los datos se dividen en bloques, denominados paquetes, y establece el camino que recorre cada paquete hasta su destino.[2]

Compartir información Cuando los ordenadores comparten conexiones físicas para transmitir paquetes de información, se emplea un conjunto de protocolos MAC (siglas en inglés de 'control de acceso al medio') para que la información fluya sin problemas a través de la red. Un protocolo MAC eficiente garantiza que el medio de transmisión no esté sin utilizar si alguna computadora tiene información que transmitir. También evita colisiones debidas a la transmisión simultánea, que desperdiciarían capacidad de transmisión. Los protocolos MAC también permiten que los distintos ordenadores accedan al medio de forma equitativa.

---

[2]"TCP/IP." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001.* © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Un tipo de protocolo MAC es el Ethernet, empleado en topologías de bus o en estrella. Un ordenador conectado al Ethernet comprueba antes de nada si el medio compartido está siendo utilizado. Si no es así, el ordenador transmite la información. Como el ordenador puede comprobar si el medio está en uso la vez que envía paquetes, continúa vigilando la conexión compartida y deja de transmitir información si ocurre una colisión. Ethernet puede transmitir información a una velocidad de 10 Mbps.

Las computadoras también pueden utilizar protocolos MAC del tipo Token Ring, que transmiten un mensaje especial (en inglés, *token*) a través de la red. Esta contraseña da permiso a la computadora que lo recibe para que envíe un paquete de información por la red. En caso de que no tenga ningún paquete que enviar, pasa la contraseña al siguiente ordenador. Como sólo hay una contraseña en toda la red, en cada momento no hay más que una computadora que pueda transmitir información. [3]

2.7 UNIDADES TERMINALES REMOTAS (RTU'S)

Los dispositivos que se utilizan para adquirir los datos provienen de los sensores para procesarlos y luego transmitirlos, para esto dependen de dispositivos electrónicos con una arquitectura similar a la de un PC pero con periféricos un poco diferentes, generalmente tienen las siguientes características:

---

[3] "Red (informática)." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001.* © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

- Capacidad de recibir entradas analógicas y digitales.
- Capacidad de generar salidas analógicas y digitales.
- Capacidad de programación y procesamiento de la información recibida.
- Capacidad de comunicarse.

Estos dispositivos pueden tener diferentes comunicaciones y tipos de acuerdo a marcas, modelos y aplicaciones

2.7.1 Concepto de RTU

Las unidades remotas RTU (Remote Terminal Units) fig. 2.3, son dispositivos de adquisición de datos y control de campo, cuya función principal es de hacer de interfaz entre los equipos de instrumentación y control local y del sistema de adquisición de datos y control supervisorio.

La arquitectura de la unidad terminal remota consta típicamente de:

- Módulo de entrada.
- Módulo de control.
- Módulo de procesamiento de información (CPU).
- Módulo de sincronización de tiempo GPS.

Fig. 2.3 Unidades Terminales Remotas

2.7.2 Estructura del hardware y el software.

La RTU está concebida para permitir una gran flexibilidad de configuración y que pueda ser ampliada en estaciones de tamaños muy diversos. La flexibilidad se basa en módulos independientes tanto de hardware como de software que permiten agregar y quitar capacidades en forma sencilla la modularidad protege la inversión inicial cuando se desee incorporar nuevas prestaciones años después de la puesta en marcha.

- **Hardware configurable.**
  - De 0 a 65536 puntos.
  - Uno a varios gabinetes distribuidos.
  - Estructura basada en redes de datos.

- **Software configurable**
  - Se instalan los módulos específicos para la funcionalidad requerida.

- Pueden actualizarse, agregarse o quitarse módulos con el módulo administrador en forma local o remota.

- **Formas de suministros**
  - RTU completa y configurada.
  - RTU completa sin configuración.
  - Servicios de instalación, configuración y puesta en marcha.
  - Suministro de componente de hardware y software.
  - Módulos de hardware y software.
  - Capacitación, configuración, ensayos y puesta en marcha.
  - Servicios de posventa.

La RTU realiza las atareas locales en una estación de transformación como parte de un sistema de telecontrol.

Funciones básicas

- Relevar, mantener actualizados, fechar y transmitir a niveles superiores estados y cambios sobre las entradas digitales y analógicas.
- Ejecutar comandos provenientes superiores.
- Sincronizar tiempos con niveles superiores o GPS.
- Almacenar información durante periodos de fallo de comunicaciones.
- Verificar su funcionamiento interno, autodiagnóstico tomando acciones en caso de fallo.

Cualidades normales

- Entradas digitales aisladas simples, dobles, pulsos, contadores, asociadas.
- Salidas digitales con relé intermediario, por pulso, por estados, unitarias o asociadas.
- Medida de potencia, activa, reactiva, energía, frecuencia, armónicas.
- Entradas analógicas para transductores con o sin aislación.
- Entradas de medidas de corriente y tensión.
- Enlace simple y aplicado o duplicado en el centro de control.
- Puertos básicos RS232, RS485 y Ethernet.
- Medios de comunicación: línea directa, ethernet, MODEM, fibra botica, onda portadora, radio punto a punto o multipunto, MODEM para red celular CDPD y GPRS.

Cualidades avanzadas

- Sistema operativo estándar de tiempo real.
- Resolución de 1 ms en la marca de tiempo de las entradas digitales.
- RTU virtual.
- Cualidad PLC, el usuario puede incorporar rutinas automáticas para agregar funciones no previstas o específicas.
- Administración y configuración remota vía ethernet y TCP/IP.
- Modularidad de hardware y software.

2.8 PACS PARA EL CONTROL INDUSTRIAL.

Los PACs no son mas que la combinación de la funcionalidad de una PC y la confiabilidad de un PLC, los PACs hoy en día están siendo incorporados en los sistemas de control de procesos en las industrias por ser mas robustos y poseer las características de los PLC y PC.

Tabla de Contenido:

- PACs para el control industrial, el futuro del control
- Construcción de un regulador mejor
- Dos acercamientos al software
- Visión y medidas en PACs
- PACs elimina la necesidad del hardware de encargo

2.7.1 PAC's Para el Control Industrial, El Futuro del Control

Para la década pasada una discusión apasionada ha rabiado sobre las ventajas y las desventajas de PLCs (reguladores programables). La corporación (ARCO), creó los soportes para un mejor regulador programable en la automatización de procesos y describen una nueva generación de los reguladores industriales PACs que combinan la funcionalidad de un PLC y de una PC.

2.8.2 Construcción de un regulador mejor

Sin la solución clara de la PC o del PLC, ingenieros han trabajado de cerca con los vendedores del control industrial para desarrollar productos nuevos, los que solicitaron la capacidad de combinar las capacidades avanzadas del software de la PC con la confiabilidad del PLC.

Las capacidades del software requirieron no solamente software avanzado, sino también el aumento de las capacidades del hardware de los reguladores. Con la declinación en la demanda mundial para los componentes de la PC, muchos vendedores de semiconductores comenzaron al reajuste de sus productos para los usos industriales. Vendedores de controladores hoy están incorporando las versiones de los procesadores industriales de coma flotante, COPITA, que son dispositivos de almacenaje de estado sólido tales como Compact Flash productos industriales del control.

Los reguladores nuevos que resultan, por que combinan las mejores características del PLC con las mejores características de la PC. Los analistas de industria ARCO nombraron a estos dispositivos, los reguladores programables de la automatización o PACs. En su "estudio de la perspectiva mundial de los reguladores programables de la lógica", el ARCO identificó cinco características

principales de PAC. Estos criterios caracterizan la funcionalidad del regulador definiendo las capacidades del software:

1. ***"funcionalidad del Multi-dominio**, por lo menos 2 de lógica, movimiento, control, impulsiones, y proceso de PID en una sola plataforma.*"a excepción de algunas variaciones adentro I/O para tratar protocolos específicos tienen gusto de SERCOS; lógica, movimiento, proceso, y PID son simplemente una función del software. Por ejemplo el control, del movimiento, es un lazo de control, del software que lee entradas digitales que van a un codificador de la cuadratura, la cual realiza lazos de control análogos, y hace salir una señal análoga para controlar una impulsión.

2. ***"escoja multi-disciplinan el desarrollo plataforma** el marcar con etiqueta común una sola base de datos para el acceso a todos parámetros y funciones."* Porque PACs se diseña para los usos más avanzados tales como diseñan multi-dominio, ellos requieren software más avanzado.

3. ***"herramientas del software que permiten el diseño cerca flujo de proceso a través de varias máquinas o unidades del proceso**, junto con IEC61131-3, dirección de usuario, y gerencia de datos."* Otro componente que simplifica el sistema es el diseño de las herramientas de desarrollo gráficas de alto nivel a las cuales hace fácil el proceso de control de la máquina.

4. ***"arquitecturas abiertas y modulares,*** *es la industria del espejo usos de disposiciones de la máquina en fábricas en las operaciones de la unidad adentro de las plantas de proceso."* Porque todos los usos industriales requieren el arreglo para requisitos particulares, el hardware debe ofrecer modularidad para que el ingeniero pueda escoger y elegir los componentes apropiados.

5. ***"emplee los estándares de-facto-facto para los interfaces de la red, idiomas, etc.,*** *por ejemplo preguntas de TCP/IP, de OPC y de XML, y del SQL."* Aunque PACs incluye un puerto de Ethernet, el software para la comunicación es la llave de la integración sin problemas con el resto de la planta.

- **Dos acercamientos al software**

Mientras que el software es la diferencia dominante entre PACs y PLCs, los vendedores varían adentro su acercamiento a proporcionar un software avanzado. Comienzan típicamente con su software de control para agregar la funcionalidad, confiabilidad, y facilidad de empleo requerida para programar PACs. Generalmente, esto crea dos campos de los abastecedores de software de PAC:

- ***Software Basado En La Filosofía del PLC***

Los vendedores tradicionales del software del PLC comienzan con un arquitectura confiable y fácil de utilizar. Software del PLC sigue un modelo general, de las entradas de la exploración, y el código de control. La mayoría de los vendedores del PLC, han creado software de PAC agregando en la nueva funcionalidad de la arquitectura existente del explorador tal como, Ethernet comunicación, control del movimiento, y algoritmos avanzados. Sin embargo, ellos mantienen típicamente la mirada y la sensación familiar del PLC.

- **PACs elimina la necesidad del hardware de encargo**

Aunque PAC's representa el más último de reguladores programables, el futuro para PAC's abisagra en la incorporación de la tecnología encajada. Un ejemplo es la capacidad de utilizar software para definir el hardware. Puerta programable del campo. Los órdenes (FPGAs) son componentes electrónicos usados comúnmente por la electrónica para crear rutas de encargo, permitiendo que la inteligencia sea colocada adentro nuevos dispositivos. Estos dispositivos consisten en los bloques configurables de la lógica que pueden realizar una variedad de funciones.

La tecnología de FPGA ha estado solamente disponible para los diseñadores del hardware que eran peritos en lenguajes de programación del nivel bajo tenga gusto de VHDL. Sin embargo, controles los ingenieros pueden utilizar hoy

LabVIEW FPGA para crear algoritmos de encargo del control eso se descarga sobre virutas de FPGA.

2.9 LabVIEW PARA EL CONTROL

Debido a las capacidades de LabVIEW y la facilidad de empleo de la programación gráfica, LabVIEW en los PACs se presta muy bien para los usos que requieren:

- **Gráficos**. Porque un programador de LabVIEW nativo construye un interfaz utilizador, usted puede incorporar fácilmente gráficos y HMI para los sistemas de control.

- **Medidas** (adquisición de datos de alta velocidad, visión, y movimiento). The National Instruments tienen una historia fuerte en I/O de alta velocidad, incluyendo la adquisición de la visión, así que usted puede incorporar medidas tales como la vibración o visión de la máquina en sus sistemas de control.

- **Capacidades de Proceso**. En algunos casos, usted necesita algoritmos especializados del control de procesos, o registro datos. Usando LabVIEW, usted puede incorporar el código de control construido con el NI o las herramientas de tercera persona, ponga el proceso de señal en

ejecución por ejemplo JTFA, o datos de registro localmente o remotamente.

- **Plataformas**. Con LabVIEW, usted puede crear códigos eso funciona para una variedad de plataformas incluyendo una PC, regulador encajado, FPGA viruta, o PDA.

- **Comunicación**. LabVIEW hace fácil para que usted pase datos hasta la empresa con las herramientas, y tenga gusto de la conectividad con las bases de datos, OPC, y los interfaces del operador.

2.9.1 LabVIEW el software del PAC

Apreciación global

LabVIEW NI es un ambiente de la desarrollo gráfico que entrega la flexibilidad y da la facilidad incomparable de medida, exigido en el uso industrial, automatización, y aplicaciones de mando. Haga pantallas LabVIEW NI, que usted crea rápidamente. Para especificar funcionalidad del sistema, simplemente congregue diagramas del bloque y use el LabVIEW de desarrollo gráfico para crear determinados controles, en las aplicaciones que usted puede desplegar como sistemas distribuidos o autosuficientes. LabVIEW lo hace fácil de construir ya sea aplicaciones simples o complejas que usan una paleta extensa de funciones y herramientas.

2.9.2 National Instrument PACs

PXI es un multi – vendedor de la industria PAC estándar, basada en la arquitectura de Compact PCI que ofrece a sistema industrial modular, compacto, y rugoso. Un sistema de PXI es controlado por un regulador encajado con un colmo - procesador de multi - Gigahertz del funcionamiento. Usted puede elegir los módulos de The National Instruments o de PXI de tercera persona y vendedores de Compact PCI. PXI ofrece la gama más amplia de I/O incluyendo 1000 V aislados entrada análoga, grabbers digitales de alta densidad de I/O, análogos y digitales del marco para la visión de la máquina, y el movimiento multi - axis coordinado. Proporciona un fácil acceso a cablegrafiar con los conectadores en el frente de los módulos de PXI. El PXI tiene una plataforma que ofrece una amplia gama de los módulos de la medida, y conectividad a dispositivos del campo usando la LATA, Device NET, RS-232, RS-485, Modbus, y la fundación Fieldbus.

2.9.3 Compact FieldPoint

La línea de productos consiste en módulos análogos y digitales cliente-intercambiables y reguladores de I/O con Ethernet e interfaces en serie. Los módulos de I/O proveen de conectividad directa de termopares, RTDs, galgas de tensión, sensores de 4-20 mA, y 5-30 VDC y 0-250 señales del VAC. Interfaces de comunicaciones compactos de la red de FieldPoint automáticamente publica las medidas a través de una red de Ethernet. Usted puede tener acceso a puntos de

I/O cerca o millas lejos en la red usando el mismo read/write simple marco del software. Con un interfaz de software simple, FieldPoint proporciona bastante poder para realizar un control complejo, registración de datos, y comunicaciones.

CAPITULO III

PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ

3.1 INTRODUCCIÓN.

El contenido de este capítulo trata sobre el rediseño de la planta, el cual se lo realizó como propuesta para un mejor funcionamiento de la misma, dado a que algunos de sus motores están sobre dimensionados en relación a la capacidad de su maquinaria, lo cual repercute en el rendimiento de esta planta procesadora de café.

Primeramente se hizo el rediseño de la tolva de entrada y de salida fig. 3.1 y 3.2 respectivamente, ya que solo tenían la capacidad para 1 m^3, posteriormente se realizó el cálculo y selección del molino, y de los sistemas periféricos (tornillo sin fin y elevador de cangilones), además se eligió la seleccionadora que trabajara en esta procesadora.

En el último paso del proceso, en el cual se pesa el producto se coloco una ensacadora electrónica para que el peso del saco sea exacto.

Se debe tener en cuenta que se utilizó los mismos motores que existen en la planta procesadora de café. Al termino de este capítulo se la puede apreciar de mejor manera a la misma fig. 3.12 y Cuadro 3.1, ya que allí se indica cada una de las partes que la conforman.

Las condiciones actuales de la planta nos encaminaron a reestructurar su capacidad basándonos en la demanda del producto en el mercado, por tal razón se suprimió el sistema de almacenado de la cereza y del descascarado existente, ya que su infraestructura era obsoleta , y procedí a rediseñar la tolva con un sistema de removedor fig. 3.1, el mismo que se lo puede construir en nuestra ciudad a un costo de 500 dólares americanos, y adquirir el sistema del removedor en una casa comercial a costos mas elevados.

Ahora con el sistema tolva – removedor que impulsara 1.5Kg por segundo a un molino con capacidad de 120qq por hora. El proceso es mas rápido y hay un mínimo de esfuerzo para el llenado de la tolva que tendrá una capacidad máxima de hasta 4,5 metros cúbicos.

3.2 REDISEÑO DE LAS TOLVAS .

Rediseño de la tolva de entrada del producto:

Material : Acero inoxidable.

Se la va a construir en referencia a las siguientes medidas:

Área total

$Ao = 5\ m^2$

$Ao = A\ base\ mayor + A\ base\ menor$

$3{,}5\ m^2 > 1{,}5\ m^2$

Base mayor = π * r²

3,5 m²/ 3,1416 = r²

1,1m² = r²

1,1m = r

Diámetro = 2 m

Base menor = π * r²

1,5 m²/ 3,1416 = r²

0,47 m² = r²

0,47 m = r

diámetro = 0,95 m

Capacidad de la tolva

$$V = \frac{\pi}{12} h.(D^2 + 2D * d + d^2) \rightarrow Volumen$$

$$V = \frac{\pi}{12} 2m.(2^2 m + 2(2.m * 0.95m)(+0.95^2 m)$$

$$V = 0.261 * 2m(4m^2 + 3.8m^2 + 0.9025m^2)$$

$$V = 0.522m(8.7m^2)$$

$$V = 4.5m^3$$

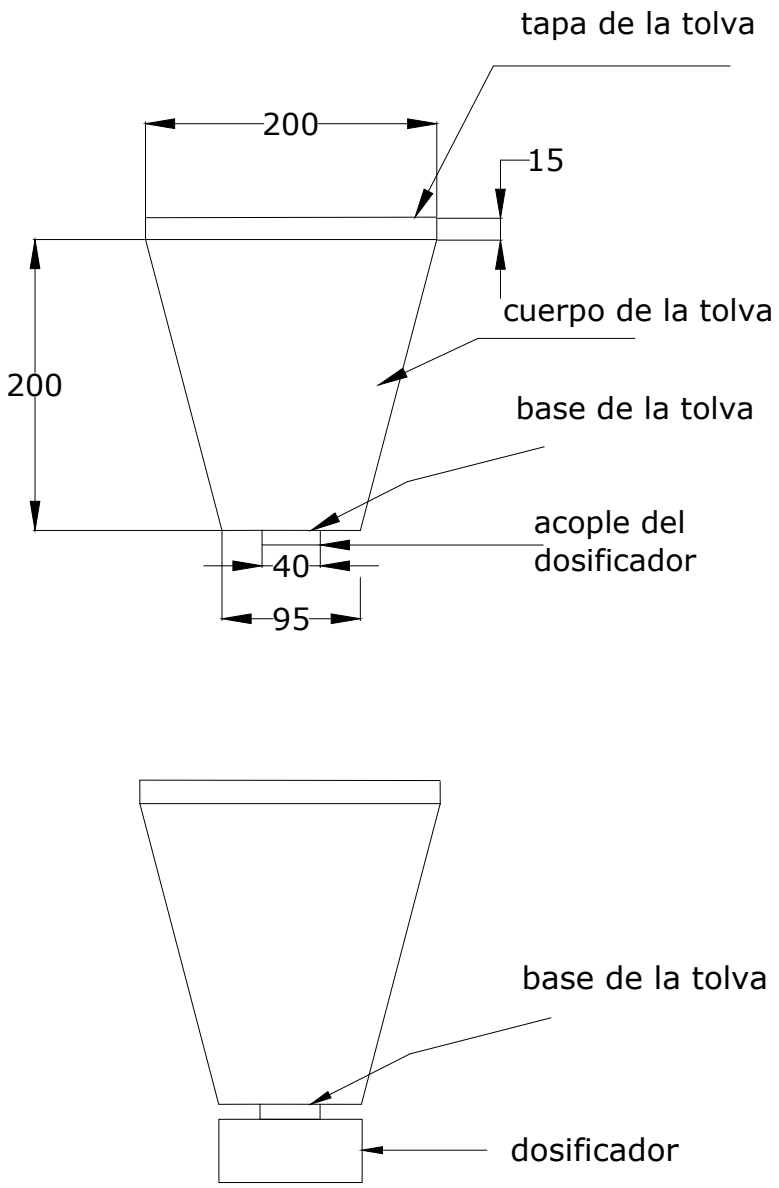


Fig. 3.1 Tolva de entrada

Aquí se encuentra la base de la tolva + el removedor(dosificador) para el paso sincronizado del producto hasta los molinos.

TOLVAS # 2 Salida Producto.

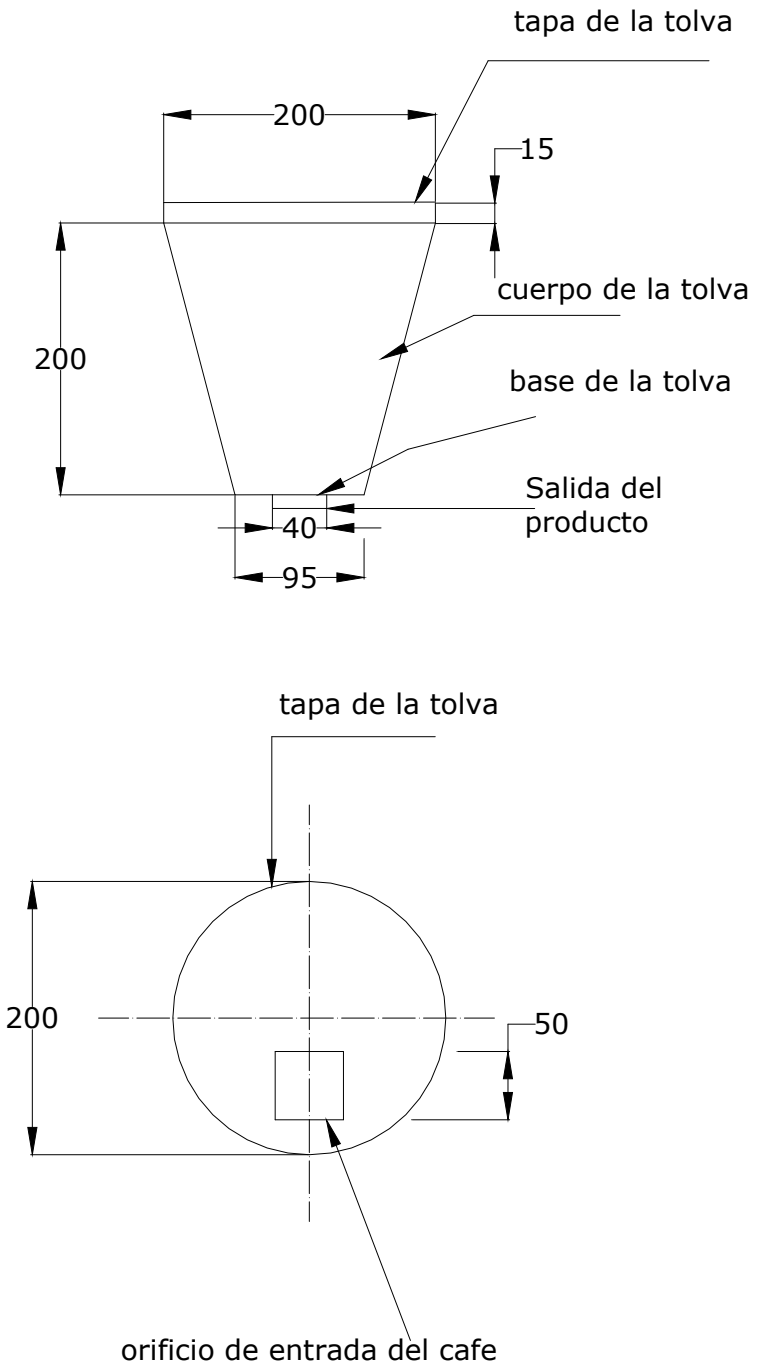


Fig. 3.2 Tolva de salida

3.3 *CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL MOLINO.*

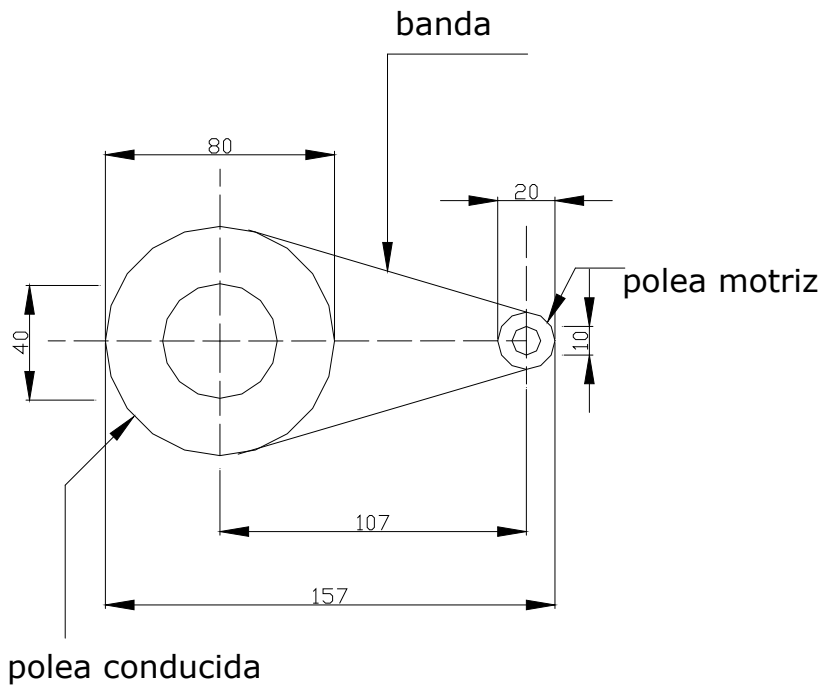


Fig. 3.3 Grafico de poleas

Largo de la banda.

$e = r1.\pi + r2.\pi$

e = 10c*m* (3.14,16) + 40*cm* (3.14.16)

e = 31.42*cm* + 125.66*cm*

e = 157 *cm.*

e *Total* = (157 *cm* + 157 *cm*)

e *Total* = 314 *cm*

Largo banda 314*cm*

Numero de rpm de la polea conducida.

d1 - diámetro de la polea motriz.

d2 - diámetro de la polea conducida.

n1 – rpm de la polea motriz.

n2 – rpm de la polea conducida.

$$n2 = \frac{d2 * n1}{d1}$$

$$n2 = \frac{10cm * 1700rpm}{40cm}$$

$$n2 = \frac{1700rpm}{4}$$

$$n2 = 425rpm.$$

Momento torsor 1

$$T = \frac{71600 * Hp}{n}$$

$$T = \frac{71600 * 30Hp}{1700rpm}$$

$$T = 1263Kg.cm$$

$$T = 12377N.m$$

Momento torsor 2

$$T = \frac{71600 * Hp}{n}$$

$$T = \frac{71600 * 30Hp}{425rpm}$$

$$T = 5054Kg.cm$$

$$T = 49529N.m$$

Fuerza ejercida en la polea motriz

$$T = F * d$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{12377 N.m}{0,1m}$$

$$F = 123770 N$$

Fuerza ejercida en la polea conducida

$$T = F * d$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{49529 N.m}{0,2m}$$

$$F = 247645 N$$

Revoluciones que da la polea motriz en un segundo

$$1700 rpm$$

$$1700 rev. \rightarrow 60 seg.$$
$$x \rightarrow 1 seg$$

$$x = \frac{1700 rev * seg.}{60 seg.}$$

$$x = 28 rev.$$

Revoluciones que da la polea conducida en un segundo

$425rpm$

$425rev. \rightarrow 60seg.$
$x \rightarrow 1seg$

$$x = \frac{425rev * seg.}{60seg.}$$

$x = 7rev.$

Tiempo en que realiza el decorticado de los 100 qq el molino.

$1\,\text{quintal} : 45.5\text{Kg}$

$100\,\text{quintales} : 4545.5\text{Kg}$

$4545.5\text{Kg} \rightarrow 1\text{hora}$

$$\frac{4545.5\text{Kg}}{60\text{seg}} = 76Kg \rightarrow 1\text{minuto}$$

$$\frac{76\text{Kg}}{60\text{seg}} = 1.25\frac{Kg}{seg}$$

$4545.5\text{Kg} \rightarrow 3600\text{seg}$
$45.5\text{Kg} \rightarrow x$

$$x = \frac{45.5\text{Kg} * 3600\text{seg}}{4545.5Kg}$$
$x = 36seg$

$45.5Kg \rightarrow 36seg$
$x \rightarrow 6seg$

$$x = \frac{45.5Kg * 6seg}{36seg}$$
$x = 7.6Kg \rightarrow cada \rightarrow 6seg$

En el proceso de selección del café se tendría que aumentar 455Kg por el porcentaje que se pierde en impurezas que es del 10%, en el paso del producto por los siguientes equipos : molino , catadoras y la seleccionadora.

Entonces:

$1\text{quintal} \rightarrow 45.5\text{Kg}$

$100\text{ quintales} : 4545.5\text{Kg}$

$4545.5\text{Kg} + 10\%$

$4545.5Kg + 455Kg = 5000Kg \rightarrow 1hora$

$5000\text{Kg} \rightarrow 3600\text{seg}$
$50\text{Kg} \rightarrow x$

$$x = \frac{50\text{Kg} * 3600\text{seg}}{5000Kg}$$

$x = 36seg$

$50Kg \rightarrow 36seg$
$x \rightarrow 6seg$

$$x = \frac{50Kg * 6seg}{36seg}$$

$x = 8.3Kg \rightarrow cada \rightarrow 6seg$

Paso del producto por el molino

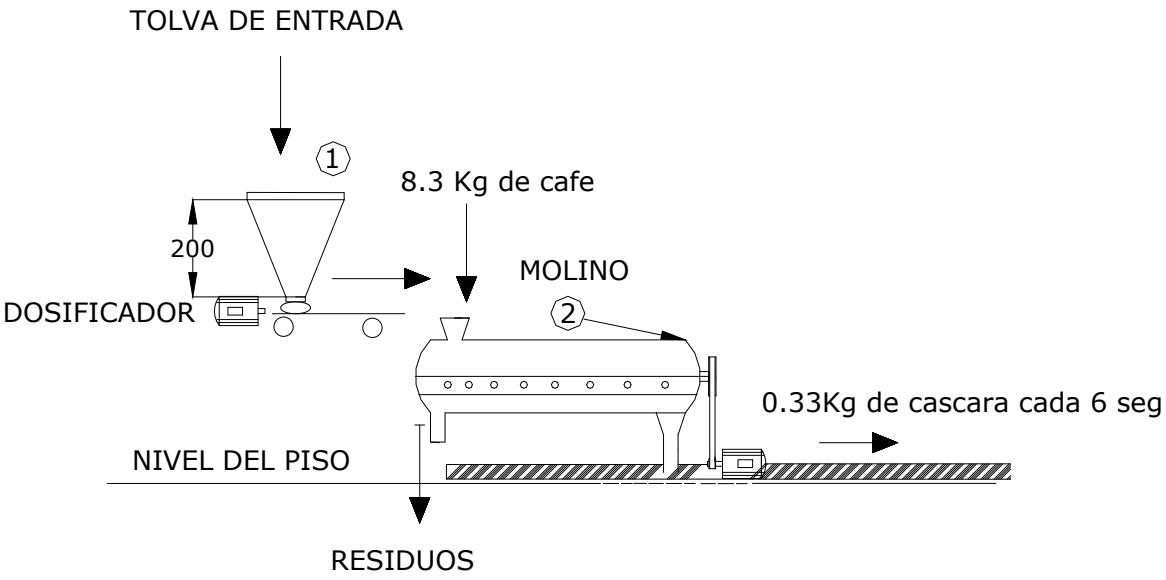


Fig. 3.4

1 : Tolva

2 : Molino

Tiempo : 6 segundos

Proceso : descascarado 6 segundos

Como se puede observar en la Fig. 3.4, el producto pasa por la tolva para luego ir al molino por medio del dosificador de 1.5kg por segundo, independientemente de esto el molino vota al mecanismo periférico 7.9kg en 6 seg. Ya que por acción de una fuerza de ventilación interna en el molino, expulsa el 4% de los 8.3Kg, que es de 0.33kg de cáscara Fig. 3.5, que serán transportados hasta el contenedor de desechos.

Paso del producto hacia los mecanismos periféricos.

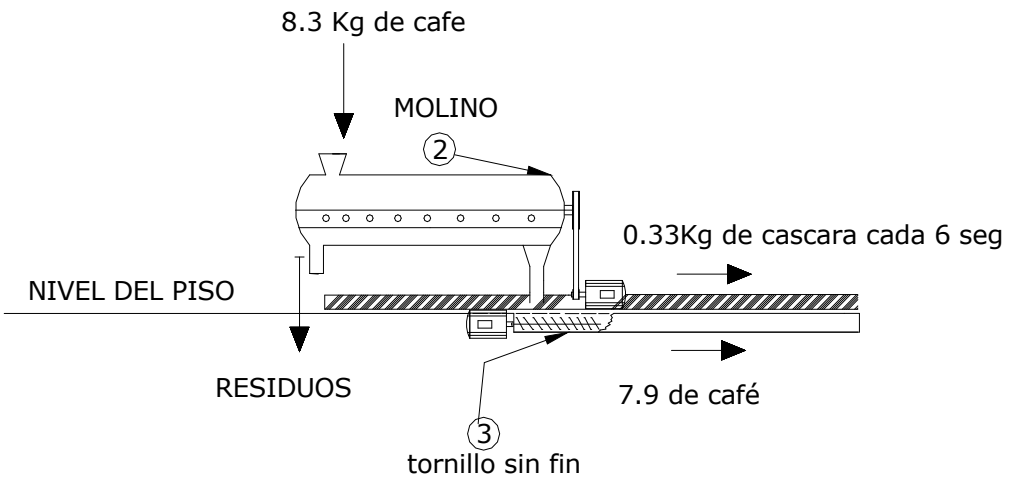


Fig. 3.5

3 : Mecanismo periférico

Aquí, el producto pierde el 4% de su peso total por concepto de la cáscara que desecha el molino.

$8.3Kg$

$8.3Kg. \rightarrow 100\%$
$x \rightarrow 4\%$

$$x = \frac{8.3Kg * 4\%}{100\%}$$

$x = 0.33Kg$
$8.3 - 0.33 = 7.9Kg$

$$\left|\begin{matrix} 0.33Kg \text{ cascara} \\ \text{t} = 6\text{s} \end{matrix}\right| \Rightarrow \text{Re}\,ciclage$$

MOLINO

$$\left|\begin{matrix} 7.9Kg \\ t = 6seg \end{matrix}\right| \rightarrow \text{Mecanismo periferico(tornillo sin fin) transporta la cereza descascarda.}$$

3.4 SISTEMAS PERIFÉRICOS Y CATADORAS

El recorrido de la cereza (café) lo hará horizontalmente en un espacio de 750 cm. accionados por un tornillo sin fin, fig. 3.6.

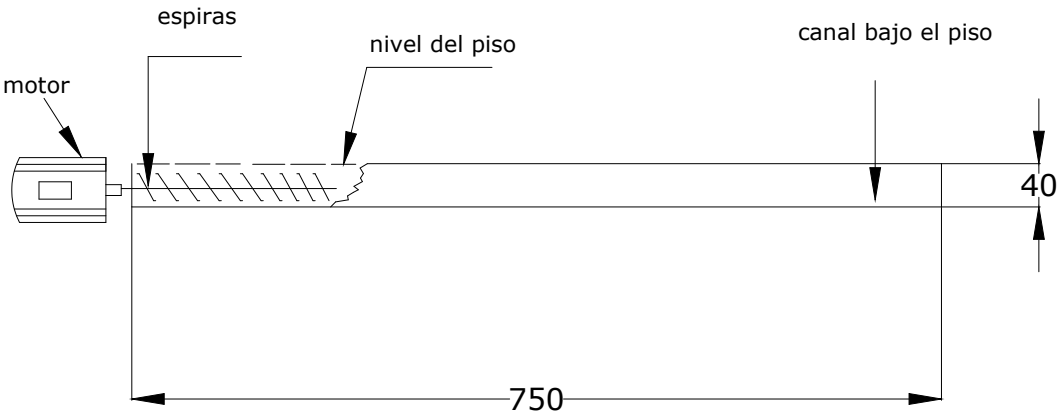


Fig. 3.6 Gráfico de tornillo sin fin

A continuación se describe la característica del motor que va ha ser utilizado en el accionamiento del tornillo sin fin.

MOTOR: GENERAL ELECTRIC

POTENCIA: 2HP

1700 Rpm.

(trifásico)

TORNILLO SIN FIN

R = número de espiras.

R = 27 en los compartimientos de 2 m.

R = 23 en el compartimiento de 1.50 m.

R Total = 104 espiras.

D = Distancia entre espiras: 13 Cm.

To = 0 Wo =7.9Kg

Tf = 6seg Wf = Wo = 7.9Kg

Recorriendo luego 880cm accionados por un sistema de cangilones Fig. 3.7 que elevaran el producto y lo repartirá a las 2 cantadoras en un tiempo de 6 segundos.

Proceso del paso del producto por medio del elevador de cangilones 6 segundos.

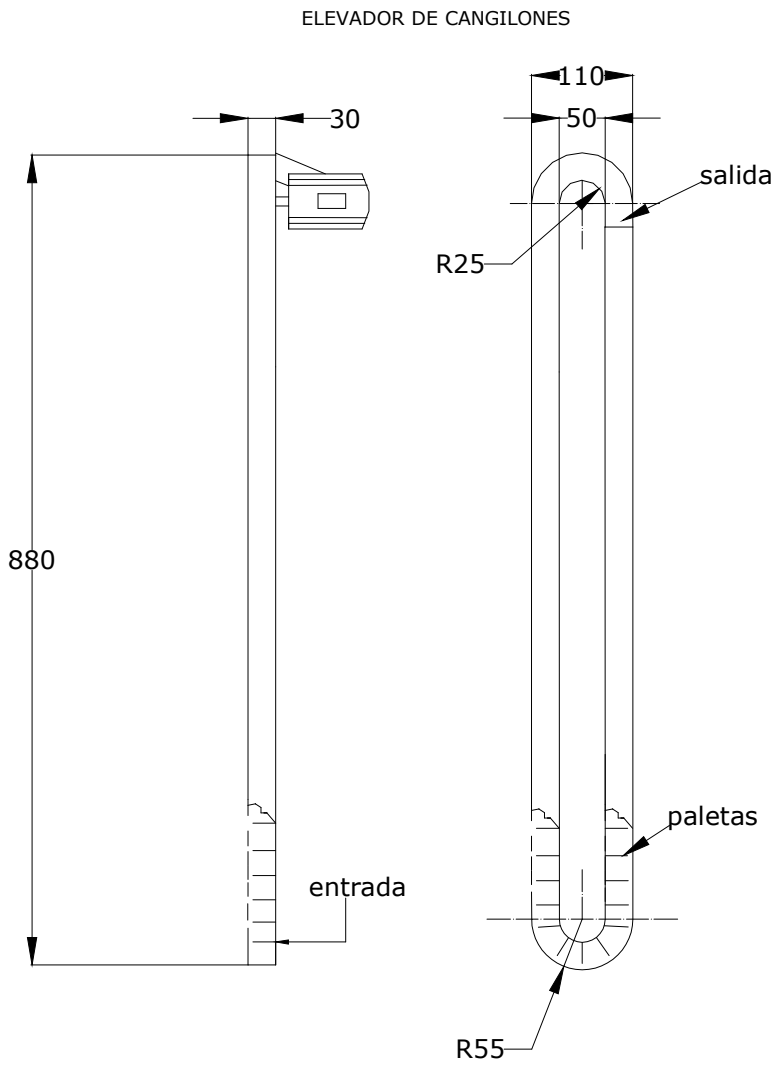


Fig. 3.7 Elevador de Cangilones .

Paso del producto de los sistemas periféricos a las catadoras.

Para este proceso fig. 3.8 se utilizó 2 catadoras marca KAACK con capacidad de 60qq por hora y motores trifásicos de 3hp marca General Electric de 1700rpm.

Los motores para los elevadores serán de 2hp de 1700rpm marca General Electric.

Las Catadoras 1-2, no son más que impulsadores, las mismas que tienen doble ventilación, limpian de impurezas y mandan a los granos al siguiente mecanismo por la tobera de salida, los desechos son expulsados por la parte trasera de la máquina, por medio de tubos que llegan hasta el contenedor de desechos, en este paso se expulsa el 2% de residuos, quedando 7.7Kg de café para el siguiente paso del proceso.

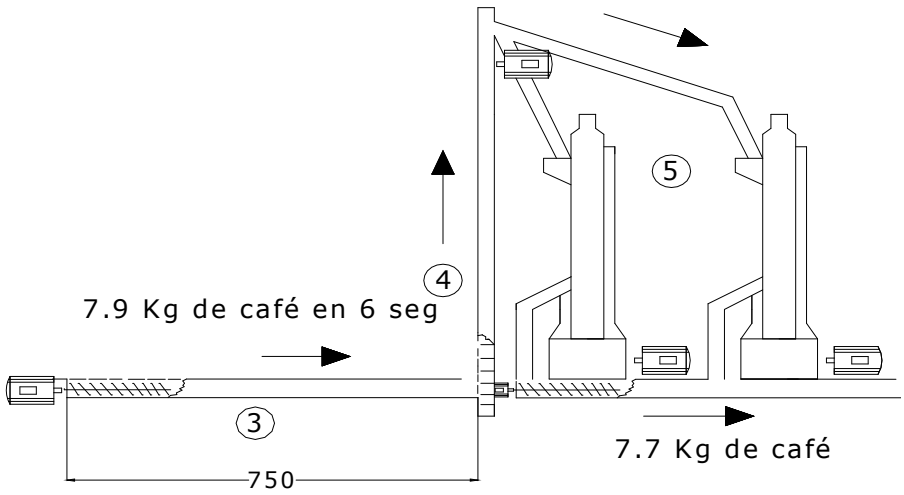


Fig.3.8 Sistemas Periféricos y Catadoras.

Los 7.7kg de café (cerezas) deben ser transportados hasta la seleccionadora de café en un tiempo 12 segundos. Esto con la finalidad de que la secuencia sea constante en función de tiempo t = 6 segundos, lo cual indica que el espacio a recorrer por el Mec. Periférico 2 (tornillo sin fin) es el mismo, es decir de 750cm. Que tendrá :

n: numero de espiras =104

Con un motor trifásico de 1700rpm de 2hp, marca GENERAL ELECTRIC.

Por último pasa por el tornillo sin fin (2),para llegar al elevador de cangilones (2), que transportará el café a la seleccionadora, donde se elimina otro 4% de residuos quedando así la cantidad de 7.3Kg de café ya seleccionados los cuales ingresaran a la tolva de salida por un ducto, para luego concluir con el ensacado y pesado del café Fig. 3.9.

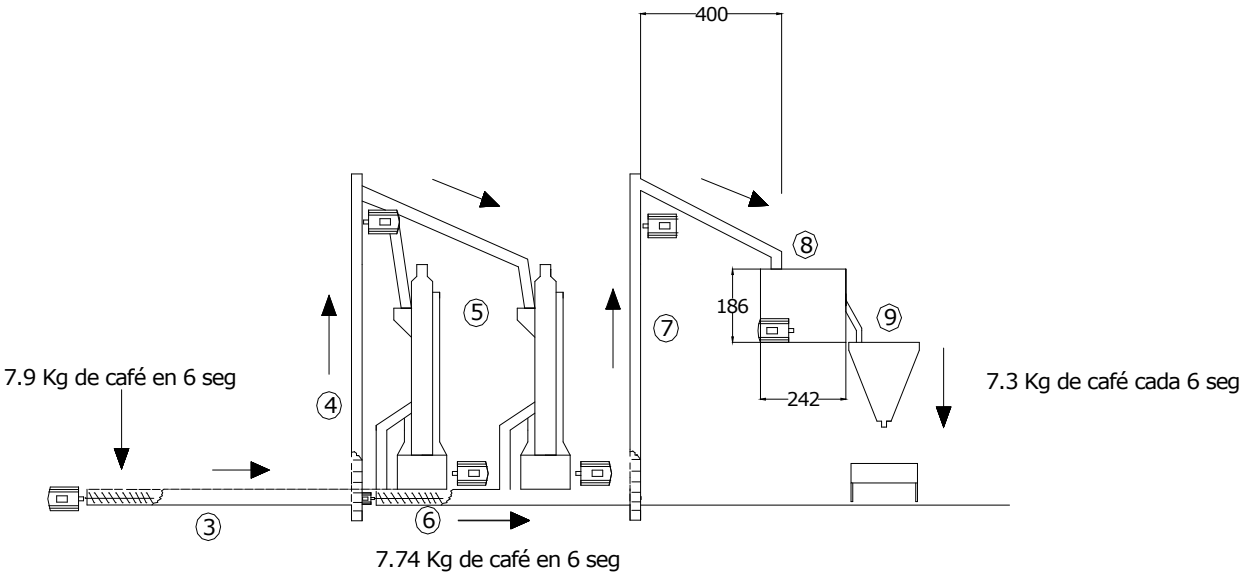


Fig. 3.9

3 : tornillo sin fin (1)

4: elevador de candilones (1)

5 : Catadora

6 : Tornillo sin fin (2)

7 : elevador de cangilones (2)

8: clasificadora o seleccionadora

9 : tolva de salida del producto

3.5 ELECCIÓN DE LA SELECCIONADORA

La seleccionadora puede ser: neumática o electrónica.

La neumática selecciona el producto por vibración y rotación donde se coloca zarandas que no son más que rejillas por donde se pasa la cereza determinando el tamaño. En cambio la seleccionadora electrónica lo hace a través de celdas fotoeléctricas que clasifican el café por el color y referencias del espesor. Siendo la segunda máquina más efectiva ya que no se necesitaría de una banda para que trasporte la cereza hasta la tolva 2, sino un ducto para que el proceso sea directamente controlado.

La banda de transportación se la coloca en caso de que la seleccionadora sea neumática ya que por las rejillas se pueden escapar varias cerezas del clasificado . Las rejillas tienen medidas desde 0,05cm hasta 0,11cm. Por lo que se recomienda una electrónica.

3.6 CONTENEDOR DE DESECHOS.

La línea de reciclaje debe de ser activado por un mecanismo – moto reductor sin fin, que llevara lo expulsado hasta un contenedor Fig. 3.10, con pie de poso de 150cm y 1000cm de largo:

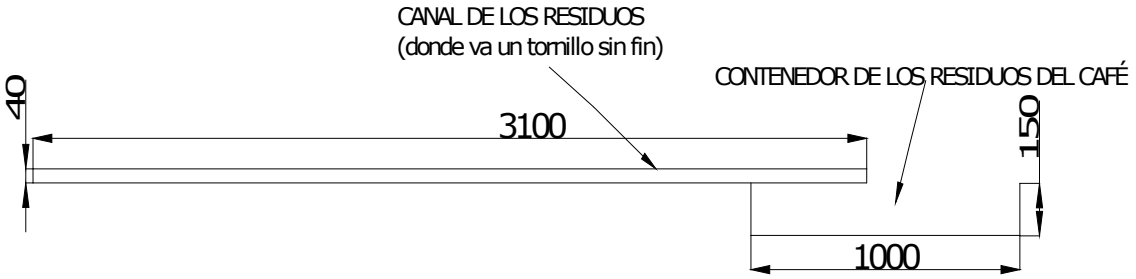


Fig.3.10 Contenedor de Desechos

$v = 2m^3$

$1m^3$ _____ 620 Kg.

$2\ m^3$ _____ 1240 Kg. En una hora llegan 1020kg de impureza

3.7 CONTROL DE PROCESO

D1 : Ingresa al molino (M) 8.3Kg de café, en el proceso de decorticado que realiza el mismo arroja 0.33Kg de residuos, depositando en el tornillo sin fin (1) (TSF1) 7.9Kg de café, en un tiempo de 6 seg.

D2 : Paso de los 7.9Kg de café del tornillo sin fin (1) (TSF1) al elevador de cangilones (1) (EC1) en el tiempo de 6 seg.

D3 : Del elevador de cangilones (1) (EC1) va hacia las catadoras (C) a donde ingresan 7.9Kg de café, realizando el proceso de limpieza y arrojado una cantidad de 0.17Kg de residuos todo esta cada 6 seg.

D4 : Luego de la catadora salen 7.7Kg de café, al tornillo sin fin (2) (TSF2), en 6 seg.

D5 : Paso de los 7.7Kg de café por el tonillo sin fin (2) (TSF2) al elevador de cangilones (2) (EC) en 6 seg.

D6 : Paso del producto (7.7Kg de café) del elevador de cangilones (2) (EC2) a la seleccionadora (S) aquí pierde la cantidad de 0.4Kg de residuos cada 6 seg por concepto de la selección, quedando seleccionado la cantidad de 7.3Kg de café cada 6 seg.

Por último llegara a una ensacadora electrónica con tolva, la cual concluirá el proceso con el pesado y llenado de los sacos.

Inicio

D1 = M - TSF1 6seg 8.3kg luego vota 0.33Kg 4% (residuos)
D2 = TSF1 - EC1 12seg 7.9Kg
D3 = EC1 - C 18seg 7.9kg luego vota 0.17Kg 2% (residuos)
D4 = C - TSF2 24seg 7.7Kg
D5 = TSF2 - EC2 30seg 7.7Kg
D6 = EC2 - S 36seg 7.7Kg luego arroja 0.37Kg 4% (residuos)
A la Tolva de salida 7.3Kg y llenaría 1qq cada 36 seg

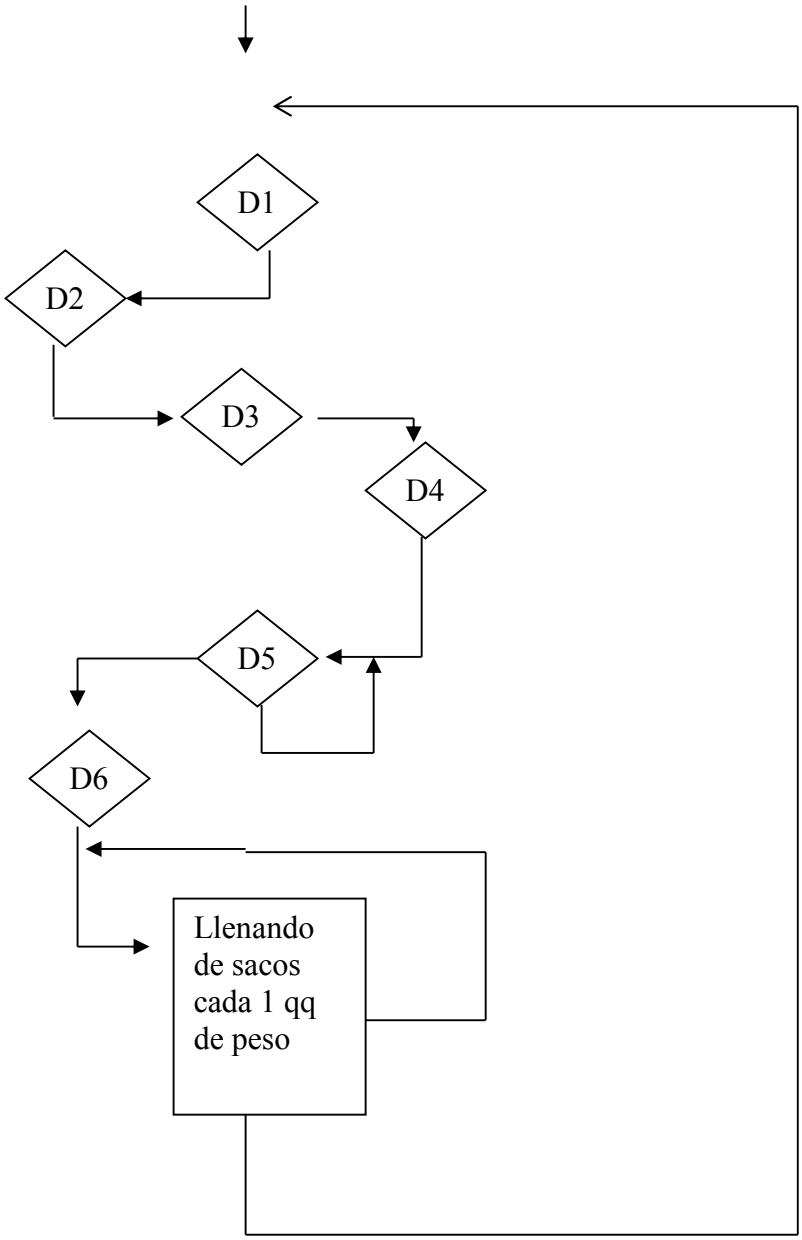


Fig.3.11 diagrama de flujo

Para el control del proceso de selección se ha requerido de la utilización de termocuplas para controlar la temperatura de cada uno de los motores en el proceso. Un mini PLC LOGO para el accionado de los mismos en forma secuencial que se lo hará cada 6 segundos.

Y por último un sensor de peso el cual va incluido en la ensacadora.

En el diagrama de flujo Fig. 3.10 se indica un peso final de Wp = 7.3Kg a ser controlado ya que los 21,4 gramos quedarían a través de los mecanismos periféricos (1y2) en los espacios o paredes de paso.

Wf = 7.3Kg seleccionado cada 6 segundos.

to = 0 segundos.

t1 = 36 segundos ⟶ Inicio de trabajo ; desde que arranca el motor.

t2 = 42 segundos.

t 1 – t 2 = 6 seg ⟶ cada 6 seg ⟶ 7.3Kg seleccionados a la tolva salida.

1 min. ⟶ 75Kg

1h ⟶ 5000Kg - seleccionados teniendo en cuenta los desechos del café. Los residuos del café son equivalentes a : 11 quintales

3.8 CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA

CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA DE LA PROCESADORA								
#	Equipos	Capacidad en m³	Potencia de los motores en Hp	Marca de los motores	Capacidad en Quintales / hora	rpm	Función	Marca de los Equipos
1	Tolva entrada	5					Almacenamiento	
2	Removedor		3/4		100	1750	Dosificador	
3	Molino		30	SIGMA	120	1700	Decorticar la fruta	BENTALL
4	Tornillo sin fin		2	SIGMA	100	1750	transporte	
5	Elevador de cangilones		2	GENERAL ELECTIC	100	1750	transporte	
6	Catadoras		3	GENERAL ELECTRIC	100	1700	Limpieza	KACCK
7	Tornillo sin fin		2	SIGMA	100	1750	transporte	
8	Elevador de cangilones		2	GENERAL ELECTRIC	100	1750	transporte	
9	seleccionadora		5	GENERAL ELECTRIC	120	1710	Selección y limpieza	KAACK
10	Tolva salida	5					almacenamiento	

Cuadro 3.1 CARACTERISTICAS

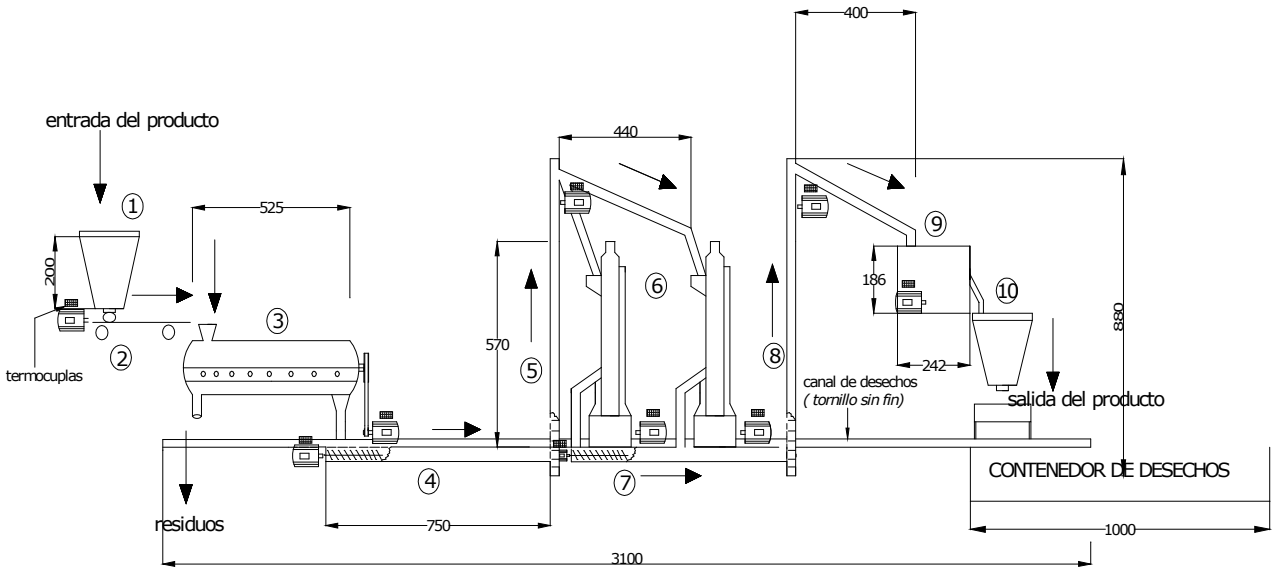


Fig.3.12 Diagrama de la Planta Procesadora de Café.

CAPÍTULO IV

PROGRAMA DE CONTROL EN LABVIEW

4.1 INTRODUCCIÓN

El empleo de sistemas SCADA a determinado que el empleo de software para elaborar programas de monitoreo, control y supervisión de procesos industriales el vínculo surge cuando se necesita adaptar en compatibilidad y necesidad, el software con el hardware, muchos de los instrumentos y dispositivos establecidos como RTU, necesitan de comunicaciones de parte y parte, para esto se necesita de drivers de comunicación que entrelazan el medio. Este capítulo representa de alguna manera el medio o la interfaz llamada hombre-máquina que presupone el vínculo que relaciona al operador con el proceso.

El software parar programar el SCADA, básicamente el programa de control de los motores de la planta procesadora, necesita primeramente de una comunicación con la RTU, a las cuales debe interrogar y de ellas, obtener las señales de las cuales se vale para el monitoreo.

Cada una de estas señales tiene una dirección y un canal por la cual va a ser leída, estas direcciones las debe dar el programador, dependiendo de los que se está leyendo se determina su régimen de lectura.

Una de las herramientas de programación propuestas para el control de los procesos de la planta procesadora de café es la versión 7.1 de LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) Fig. 4.1, que cuentan con muchos asistentes para la comunicación y la elaboración de los instrumentos de monitoreo de cada una de las variables que van a ser leídas. Así mismo mantiene muchas herramientas para la programación, la elaboración y la copilación de programas.

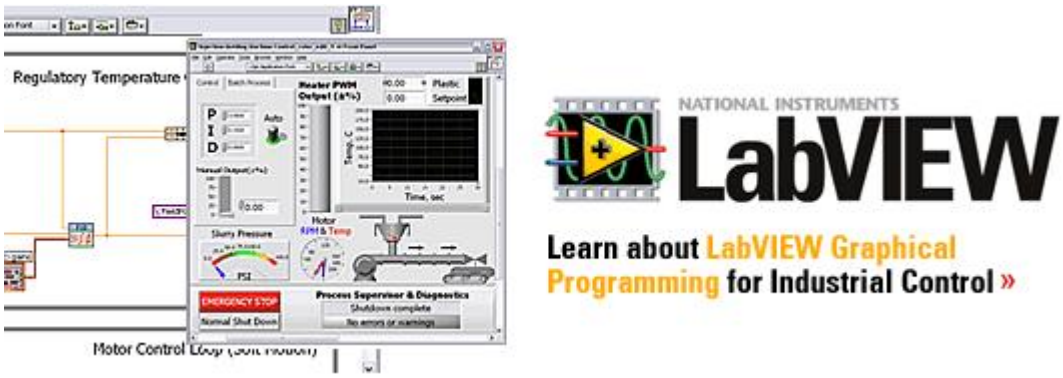


Fig. 4.1 LabVIEW

4.2 IMPORTANCIA DE EL SOFTWARE PARA MEDICION Y AUTOMATIZACIÓN

Los retos que hoy enfrentan los desarrolladores de sistemas apuntan a la necesidad de un software que pueda servir como marco de trabajo para los sistemas

integrados . El desarrollara un sistema de medición y control con una plataforma de software altamente integrada trae numerosos beneficios, los cuales incluyen:

- ***Incremento significativo*** de la productividad a lo largo del proceso de desarrollo, despliegue, mantenimiento y modificación con herramientas de rápido desarrollo diseñadas para aplicaciones de medición y control.
- ***Sistemas de medición y control*** de mayor desempeño, ya que las herramientas en cada nivel están diseñadas para trabajar bien en conjunto y así logrará el máximo desempeño.
- ***Sistemas más integrados*** que reúnen diversos dispositivos de medición a sistemas de alto nivel y que se conectan fácilmente a otros procesos en la organización.
- ***Reducción de costos*** a lo largo del ciclo de vida del producto.

Con estos beneficios, las organizaciones se vuelven más competitivas porque pueden diseñar y probar productos de mayor calidad y sacarlos al mercado más rápido y con un costo más efectivos.

4.2.1 Estructuración del programa

El programa de control de los motores de la planta, esta basado, en correlacionar las variables eléctricas y mecánicas que intervienen en el rendimiento de la planta. Es por eso que se ha tenido muy en cuenta la elaboración de un programa

tomando cada una de las variables que intervienen en la transferencia energía en el grupo de los motores eléctricos.

Este programa, ha considerado aspectos relevantes tanto en la parte eléctrica como en la mecánica, de tal manera, se encuentran dos grupos bien diferenciados el uno esta dedicado al control y monitoreo de las variables eléctricas como: voltaje, corriente, rpm o velocidad de motor; además del accionamiento motor-máquina se dispone de dispositivos protectores contra sobre cargas de voltaje, el programa supervisor y de control de la planta consta de módulos los cuales para el caso programador LabVIEW consiste en los llamados sub VI's, los mismos que se definen a continuación:

- Configuración: el cual permite al usuario definir el entorno del trabajo.

- Interfaz gráfico del operador: este proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.

- Módulo de proceso: que ejecuta las acciones de mando programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

- Gestión y archivo de datos: este se encarga del almacenamiento y del proceso ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

- Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el PAC's y entre esta y el resto de los elementos informáticos de gestión.

4.3 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfica que se utiliza para el diseño de sistemas de adquisición de datos instrumentación y control. LabVIEW nos permite diseñar interfases de usuario mediante una consola interactiva basada en software. Se puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería LabVIEW es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación. Tiene la ventaja de permitir una fácil integración con hardware específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).

Una característica de cada aplicación o función consiste en que se puede utilizar en cualquier parte de otro programa, dando a LabVIEW un estructura jerárquica otra característica se encuentra en le flujo de datos, que muestra la ejecución secuencial del programa, es decir, una tarea no se inicia hasta no tener en todas sus variables de entrada información o que las tareas predecesoras hayan terminado de ejecutarse. Debido a que tiene un lenguaje gráfico el compilador con

que cuenta LabVIEW es muy versátil ya que sobre el mismo código de programación se puede ver fácilmente el flujo de datos así como su contenido.

Una de las principales características de LabVIEW es su modularidad, es decir, la capacidad de utilizar bloques funcionales para la definición de la especificación además LabVIEW permite conectarse a otras aplicaciones mediante un intercambio de datos como Active X, librerías dinámicas, base de datos, Excel y/o a protocolos de comunicación, Data Socket, TCP/IP, UDP, RS-485, RS-232, entre otras.

Miles de ingenieros científicos y técnicos usan LabVIEW para crear soluciones que cumplan con las necesidades de sus aplicaciones. Por lo tanto LabVIEW, es un sistema revolucionario de programación gráfica para la adquisición, control, análisis y presentación de datos donde gráficamente se pueden unir los llamados instrumentos virtuales VI's. El resultado es que LabVIEW ha sido escogido por muchos ingenieros y científicos adaptándolo al entorno y desarrollo para sus aplicaciones.

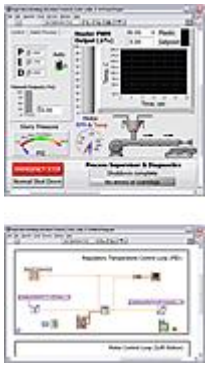


Fig. 4.2 Monitoreos de Procesos

Además LabVIEW ofrece una flexibilidad y capacidad de un lenguaje de programación gráfica poderoso, sin dificultad y complejidad. Para programar sistemas de instrumentación sin sacrificar rendimiento.

El programa LabVIEW tiene su mayor aplicación en sistema de medición como es el monitoreo de procesos fig.4.2 y aplicaciones de control un ejemplo sería: sistema de monitoreo en transportación, laboratorios de universidades y procesos de control industrial.

El programa LabVIEW se utiliza mucho en proceso digital de señales, que los procesa en tiempo real de: aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, generación de señales, entre otras. LabVIEW puede ser ejecutado de dos maneras para su compilación, la primera propuesta consiste en la adquisición de datos en tiempo real dada las variables, para lo cual se tiene asistentes para revisar la comunicación PC, RTU, DAQ, estas herramientas se las puede encontrar en la paleta de funciones fig. 4.3.

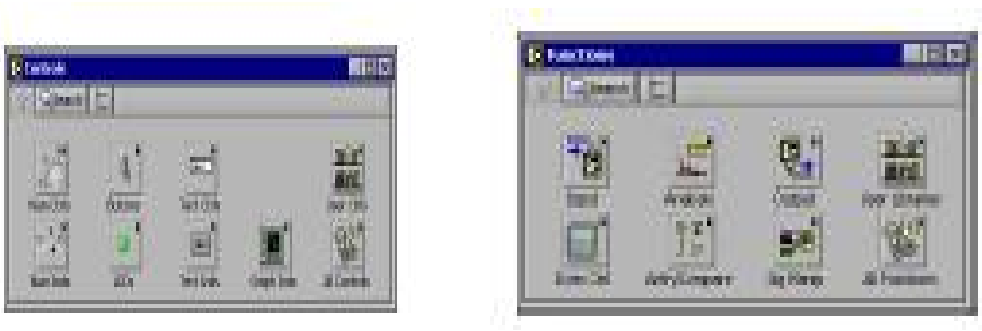


Fig. 4.3 Paletas de Funciones y controles

En la programación con LabVIEW, que se hizo en el presente trabajo de tesis se puede observaren los diagramas de bloques donde se aprecia, que el programa contiene subprogramas denominados subVIs, cuyo orden de jerarquía es el siguiente.

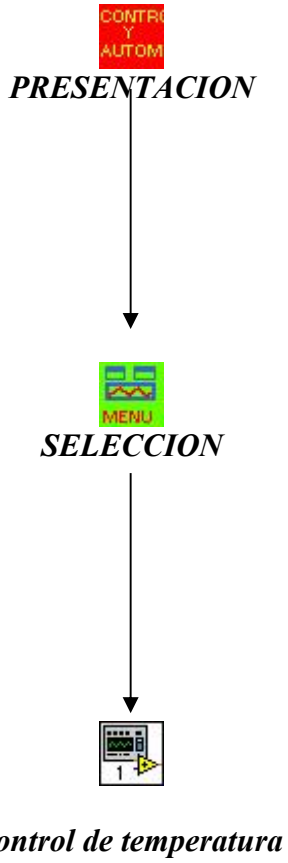


Fig. 4.4 Orden secuencial de los programas en LabVIEW

4.4 PANTALLAS DE INTERFAZ CON EL USUARIO DEL PROGRAMA LABVIEW

Se presentan a continuación las pantallas de interfaz con el usuario para el Control de la planta procesadora de café. Estas pantallas se han creado utilizando LabVIEW. y sus diagramas de programación se encuentran en el anexo 4.

Todo lo que se va controlar como es la temperatura y la velocidad de los motores han sido basados en sistemas de control de lazo cerrado.

Sistema de lazo cerrado.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. La figura 1.2 dá un panorama general de un sistema de lazo cerrado donde se puede apreciar que la salida es medida y retroalimentada para establecer la diferencia entre en valor deseado y el valor obtenido a la salida, y en base a esta diferencia, adoptar acciones de control adecuadas.

La forma general del sistema de lazo cerrado en su forma más simple se muestra en la figura 4.5 donde se representan las funciones de transferencia esenciales usadas en el ámbito del control industrial, así como las principales señales de interés.

Es importante hacer notar que las señales en cada punto del diagrama de bloques pueden ser de naturaleza totalmente diferente una de la otra, es decir, mientras la salida puede ser temperatura , la señal a la salida del sistema de medición B(s) puede ser voltaje, presión, corriente, intensidad luminosa, etc..

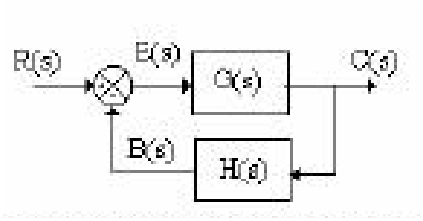


Fig. 4.5 Sistema de control Lazo Cerrado

Manipulando algebraicamente las señales presentes en la figura 4.5 llegamos a la siguiente ecuación que es la forma general de la función de transferencia de lazo cerrado:

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{G(S)}{1 + G(S)H(S)}$$ ecuación 1.1

En esta ecuación se pueden identificar dos términos que son de suma importancia para los objetivos de este trabajo. En primer lugar, esta la función formada por el producto de la función de transferencia directa y de la función de transferencia de retroalimentación:

G(s)H(s) = Función de transferencia de lazo abierto ecuación 1.2

que es denominada la función de transferencia de lazo abierto. En segundo término está el observar que los polos de la función de lazo cerrado están en las soluciones del polinomio dado por:

$$1 + H(S)G(S) = 0 \qquad \text{ecuación 1.3}$$

a esta última ecuación se le llama la ecuación característica.

4.5 PANEL PRINCIPAL

El panel principal Fig. 4.6, que se diseñó para la planta procesadora de café muestra una página de inicio a la cual se puede acceder a cada una de los aspectos técnicos de instalación en general gracias al modulo de configuración se puede adaptar a las necesidades del operador de la planta ya que de ella se podrán derivar cada uno de los elementos a controlar por la facilidad que tiene al ingresar a ella.

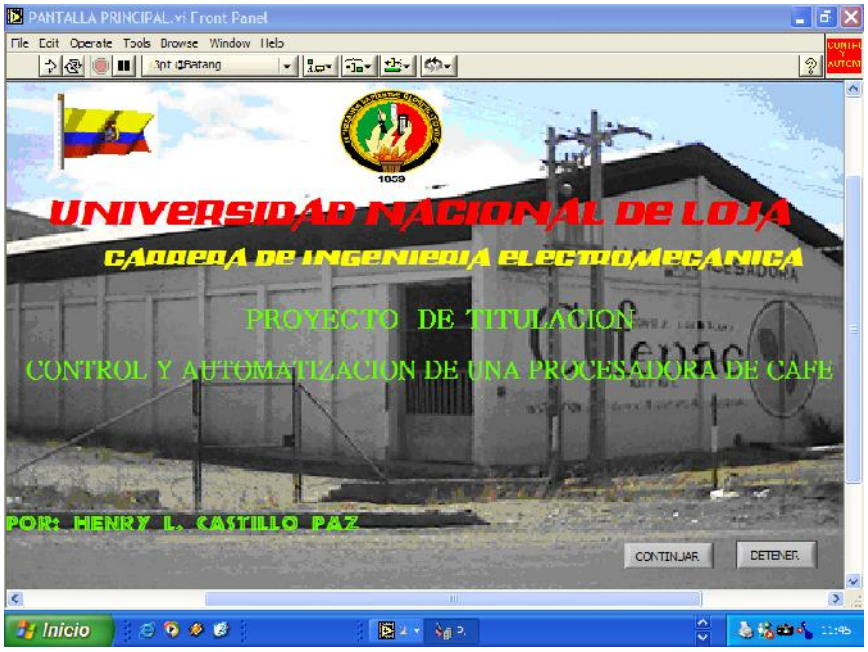


Fig. 4.6 Pantalla Principal

4.5.1 Instrumentación virtual

Aquí se utilizó una serie de instrumentos virtuales del programa LabVIEW, que se necesita en el aspecto de la programación grafica que además se hace mas fácil de aplicar, muchos de estos programas están basados en controles boléanos, numéricos, secuencias de procesos que dan un carácter realmente simulada de la apariencia real a lo que se le aplica el programa de automatización, en este caso (LabVIEW) . Que cuenta con una librería muy amplia de VIs que se han diseñado para la adquisición de datos en tiempo real de los que se ha podido hacer uso además cuenta con instrumentos virtuales Fig.4.7, que muestran señales de tipo sinusoidal, variante de tiempo, como señales de voltaje . Estos instrumentos han sido muy importantes en la confección del programa de control y automatización de la planta.

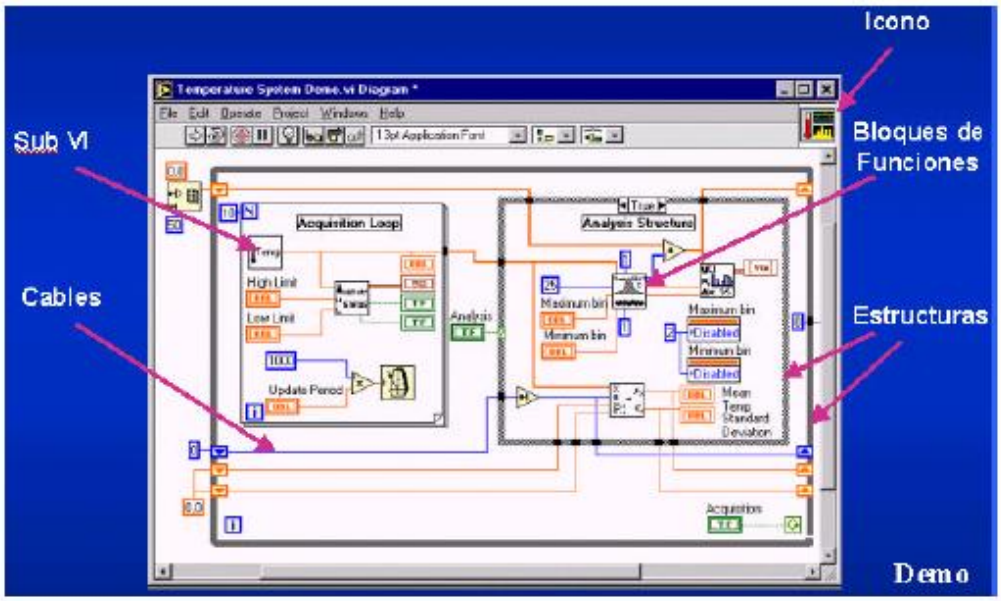


Fig.4.7 Instrumentos Virtuales

4.5.2 ACCESORIOS DE LA APLICACIÓN

En el programa de control se ha dispuesto de algunos equipos y accesorios como pantallas las cuales tienen una pagina de inicio la cual pone en marcha el proceso el proceso, los VIs que contiene este programa muestran las señalizaciones que advierten sobre fallos en los motores del sistema ya sea la velocidad o el incremento de la temperatura, todos estos datos son mostrados en las pantallas de los subVIs, del programa de automatización.

En estas pantallas los instrumentos VIs se desarrollaron según lo requería el proceso, como por ejemplo el control del la temperatura.

4.6 PANTALLA DE SELECCIÓN

Da la opción de escoger entre los dos tipos de Control de la Planta: regulador de velocidad de los motores y el control de la temperatura o de retornar a la pantalla de presentación .

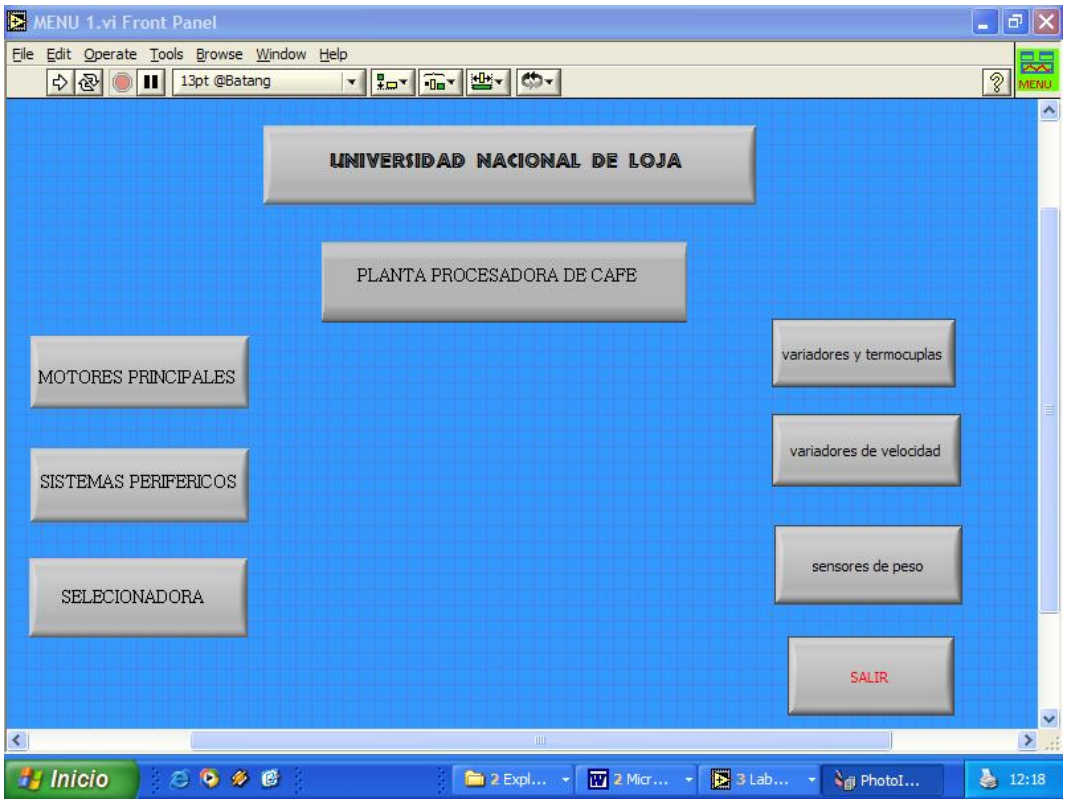


Fig. 4.8 Pantalla de Selección

4.7 DATOS PERMANENTES A CONTROLAR

Los datos que se van a controlar, es muy importante, puesto que en estas pantallas se podrán observar todas las alarmas y señales que se necesitan monitorear, supervisar y controlar. Con el fin de comprobar el funcionamiento del Control , se procede a realizar las pruebas para distintos valores. Para cada uno de los casos, se presenta las gráficas de mayor interés, para establecer un análisis de la respuesta del sistema.

4.8 PANTALLA DE CONTROL DE LA TEMPERATURA

En esta pantalla fig. 4.9, se controla la variable física de la temperatura de los motores, resguardándolos de cualquier sobrecalentamiento de los mismos así evitando que cualquiera de sus componentes se dañen, y frenen el funcionamiento del proceso de selección en la planta.

Además esta pantalla tiene los iconos en los cuales muestra y simula el, proceso de monitoreo y control de la temperatura.

Para la regulación de temperatura también se puede aplicar el siguiente modelo matemático.

$$\frac{dT_s}{dt} + a \cdot T_s = \frac{1}{\tau} \cdot T_e + K$$ ecuación 2.1

Esta ecuación resulta útil pues los valores iniciales serán cero, simplificando así su tratamiento por transformadas de Laplace.

Si se transforman por Laplace (si tiene dudas, repase variable compleja y ecuaciones diferenciales):

$$(s+a) \cdot \overline{T_s}(s) = \frac{1}{\tau} \overline{T_e}(s) + K \cdot$$

$$\overline{T_s}(s) = \frac{1/\tau}{(s+a)} \overline{T_e}(s) + \frac{K}{(s+a)}$$ ecuación 2.2

que genera la "***función de transferencia***" (la función de transferencia es la división de la salida dividida por la entrada, en variables transformadas de Laplace) de modo que:

$$\overline{T_s}(s) = G_1(s) \cdot \overline{T_e}(s)$$ ecuación 2.3

$$G_1(s) = \frac{\overline{T_s}(s)}{\overline{T_e}(s)} \quad y$$

A continuación tenemos la interfaz del control de temperatura con el cual se puede monitorear esta variable física, que luego de ser leída por el sensor da una salida digital que va al computador para ser controlada. y su diagrama de programación se encuentran en el anexo 4

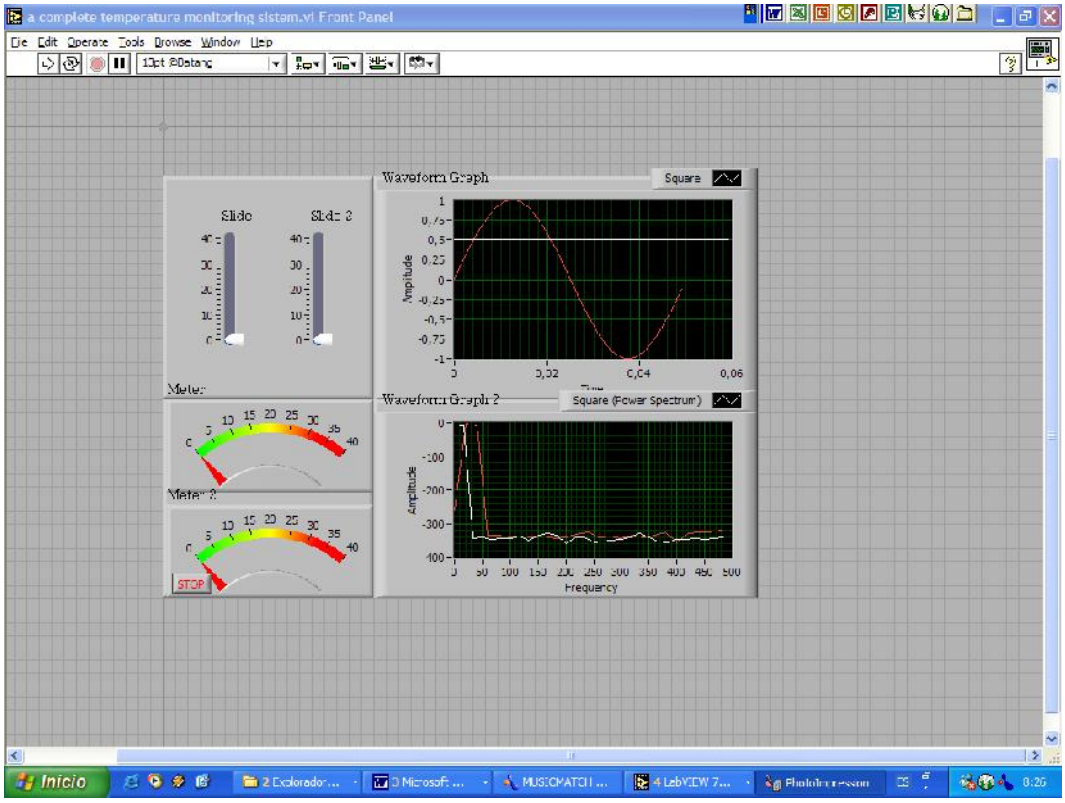


fig. 4.9 Pantalla de Monitoreo de la Temperatura

4.9 SIMULACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS CON PROGRAMACIÓN GRÁFICA

4.9.1 INTRODUCCIÓN

El modelaje y simulación se ha constituido en una poderosa herramienta para el diseño, análisis y optimización sistemas y procesos industriales. La disponibilidad de computadores personales cada vez más poderosos, de menor costo y de fácil uso, acompañados por software ó programas de aplicación y lenguajes de programación altamente flexibles, ha permitido la masificación del uso de

diferentes técnicas de simulación y control de procesos. Este trabajo se concentra en la aplicación de las técnicas de modelaje, simulación y control de procesos haciendo uso de la tecnología PC y un lenguaje de programación 100% gráfico que permite la construcción de modelos mediante un paradigma de programación con "íconos interconectados por cables gráficos", cuyo código es ejecutado en base al principio de "flujo de datos" por los "cables" que interconectan los diferentes "íconos" o funciones. Combinando este lenguaje de programación 100% gráfico con tarjetas de adquisición y control (entradas/salidas) para el PC, se puede entonces configurar un sistema de simulación y control capaz de manejar señales reales (analógicas y digitales, de entrada y de salida) y ejecutar modelos matemáticos de control de procesos en tiempo-real.

La simulación de sistemas se ha convertido entonces en una poderosa herramienta para la toma de decisiones que nos permite, entre otras cosas:

· Predecir el resultado de las acciones que se tomen sobre el proceso o sistema de control.

· Comprender porqué los eventos ocurren.

· Identificar áreas problemáticas antes de la implantación del sistema.

- Explorar los efectos de las modificaciones.

· Evaluar ideas y su viabilidad, e identificar sus ineficiencias.

· Estimular el pensamiento creativo y entrenar al personal.

· Optimizar los procesos (ahorros de energía, cuellos de botella, mejoras de los rendimientos, etc.).

Lo más temprano que se utilice la simulación de sistemas en un proyecto de automatización u optimización de procesos, mayor es el potencial de ahorro y efectividad que se logrará con dicho sistema. Esto se debe a que según estudios realizados, se ha podido confirmar que en un proyecto de automatización y control, más del 80% de los costos del sistema de control ya están comprometidos en la fase de diseño. Es decir, si se logra optimizar el sistema de control en su etapa de diseño, la reducción en los costos asociados con el mismo y su efectividad se maximiza.

CAPITULO V

RENDIMIENTO ECONOMICO Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ

5.1 INTRODUCCIÓN.

Se ha dado un enfoque real, el estudio se centro en la factibilidad de aplicar un sistema automatizado a la planta procesadora de café en la cual se ha hecho un análisis de la producción y venta del café de exportación, por lo que fue necesaria considerar la cotización de precios internacionales de café, así como los precios de compra y venta de los subproductos generados, controlados por la ley de la oferta y la demanda, para optimizar los costos e ingresos.

Ya que esta actividad involucra a diversos sectores de la población de las provincias de sur de país (El Oro ,Zamora Chinchipe y Loja), desde pequeños propietarios cosechadores con fincas de menos de dos hectáreas hasta los grandes industrializadores y comercializadores del grano. Se ha querido primeramente dar una pequeña reseña de cómo el grano llega hasta la planta y los gastos e ingresos de la misma. Primeramente el grano en pergamino se lo trae directamente de los productores los cuales inteligentemente han creado una cooperativa para poder regular el precio. El café que viene de ellos y es el que procesa la planta se lo

denomina CAFÉ LAVADO O PERGAMINO, que proviene del procesamiento de la cereza o fruto maduro.

En el proceso se determinan tres tipos de café que se los denomina con los siguientes nombres:

CLASE
ORGANICO
CONVENCIONAL
ESPECIAL
Subproductos del café
CAFÉ EN BOLA
ROBUSTO

Tabla 5.1 Clases de café.

La capacidad de procesamiento actual de la planta es dos contenedores semanales, cada contenedor tiene la capacidad de 425 qq que darían un total de 850qq. Los productores sacan el producto desde Junio hasta Agosto o septiembre. La planta empieza a trabajar desde junio hasta noviembre o diciembre en los cuales realiza el proceso de descascarado.

Los tipos de café procesados son los siguientes:

ORGANICO- Es aquel que no tiene contacto con químicos.

CONVENCIONAL- utiliza químicos en su crecimiento.

ESPECIAL- que es 100% grano verde que pasan por la malla # 18.

El producto (pergamino) se lo consigue en Marcabeli, Puyango, Quilanga, Palanda, Espíndola, Zumba y Alamor. En Alamor existe una asociación denominada PROCAP con un total de 400 personas delos que cada una tiene un promedio de 4 a 5 hectáreas. El café de mayor demanda es el orgánico por su pureza.

Todos los cantones que se nombro han conformado una cooperativa llamada FAPECAFES tabla 5.2, integrada por; APECAP (Asociación de Productores Ecológicos de Altura de Palanda), PROCAP (Asociación Agroartesanal de Productores de Café de Altura Puyango), PROCAFEQ (Asociación Agroartesanal de Productores de Café de Altura de Espíndola y Quilanga), APECAM (Asociación de Pequeños Exportadores de Café Especial de Marcabelí), estos realizan la exportación a: Alemania, EE.UU., Bélgica, Canadá, Holanda, Francia y Japón.

FAPECAFES					
ASOCIACIONES	***MIEMBROS SOCIOS Y SOCIAS***	***CAPACIDAD PRODUCTIVA qq por año***	***HETAREAS DE TERRENO***	***VIDA JURIDICA***	***PRESIDENTE***
PROCAP	400	2500-6000	682	MARZO 2001	Sr. Manuel Granda
PROCAFEQ	245	2000-4000	398.05	SEPTIEMBRE 2001	Sr. Segundo Malacatos
APECAM	190	1500-3500	429	DICIEMBRE 2001	Sr. Arturo Ortiz
APECAP	143	1500-3500	243,70	MAYO 2002	Sr. Cosmel Merino

Tabla 5.2 Miembros de FAPECAFES.

NOTA: algunos productores tienen el certificado de comercio justo con el cual pueden cobrar el precio real del producto (organico139 dólares por quintal).

5.2 PRODUCCIÓN ANUAL DE CAFÉ

En la presente tabla 5.3, se aprecia la producción de la planta en qq por año. Los gastos de producción de café por hectárea al año es de $ 500 dólares. Sumado todos los terrenos se tendría un total de 1.700 hectáreas lo cual nos daría un valor de $ 850.000 dólares en gastos al año. Y además $ 24.000 dólares para el transporte del producto.

PRODUCCIÓN ANUAL (10000 – 12000qq) año 2004				
ORDEN	***NOMBRE***	***CANTIDAD qq al año***	***PRECIO USD por qq***	***TOTAL USD***
1	Orgánico	6.393	139	$ 888.627
2	Convencional	1.681	60	$ 100.860
3	Especial	1.633	65	$ 106.145
4	Transición	1.037	62	$ 64.294
		10.744		$ 1.159.926

Tabla 5.3 Producción anual

GASTOS REALIZADOS POR LA PLANTA			
ORDEN	***DENOMINACION***	***G .MENSUAL***	***G. ANUAL USD***
1	Energía Eléctrica	60	720
2	alquiler	1900	22.800
3	transporte	2000	24.000
4	mantenimiento	100	1.200
5	agua	30	360
6	trabajadores	250x4	12.000
			20000
			81.080

Tabla 5.4 Gastos de la Planta al año.

5.3 COSTOS DE LA IMPLEMENTACION DEL SOFTFWARE Y HARDWARE

El trabajo realizado está encaminado a mejorar el proceso industrial tanto en lo económico como en lo técnico. En la tabla 5.5 se pude apreciar el valor de cada uno de los instrumentos que se van utilizar en el control y automatización de la Planta Procesadora. Además se ha diseñado una tabla en la que especifica los costos de implementación de este proyecto.

CONTROL Y AUTOMATIZACION

NUMERO PARTE	DESCRIPCION	VALOR UNIT.	CANTIDAD	VALOR TOTAL
NI PXI-8196	**PRODUCTOS**			
779911-01	NI PXI-8196 Pentium M 2.0 GHz Controller with Windows XP	$ 4,075	1	$ 4.075
	Accessories			
779301-1024	1 GB DDR2 RAM for PXI-8195, PXI-8196 Controller	$ 765	1	$ 765
779301-512	512 MB DDR2 RAM for PXI-8195, PXI-8196 Controller	$ 325	1	$ 325
778713-02	USB to Dual PS2 Keyboard/Mouse Adapter Cable	$ 35	1	$ 35
778492-01	External USB CD-ROM for use with PXI & VXI Embedded Controllers	$ 215	1	$ 215
778492-02	External USB Floppy Drive, for PXI & VXI Embedded Controllers	$ 165	1	$ 165
777169-01	IEEE 1284 Parallel Port Cable Adapter, 6 in.	$ 45	1	$ 45
183285-02	GPIB Port Adapter Cable, 2 m	$ 110	1	$ 110
SUBTOTAL				$ 5.735
	PLC			
		$ 295		$ 295
	LOGO			
	Termocuplas			
N1100	Controlador Universal	$ 190	8	$ 1.520
	Ensacadora			
ESP JM-600EKG	Acero Dulce recubierta toda en teflón	$ 8.850	1	$ 8.850
	Software			
7.1	LabVIEW RT	$ 4.000	1	$ 4.000
	Módulo			
	Fieldpoint	$ 1.000	1	$ 1.000
			SUBTOTAL	$ 15.665
			TOTAL	$ 21.400

Tabla 5.5 Valor de los Instrumentos

COSTOS DE IMPLEMENTACION PARA LA AUTOMATIZACION

DESCRIPCIÓN **Gastos directos**	**PRECIO EN $ USD**
Automatización y control	$ 21.400
Transporte de los equipos y instrumentos	$ 4.000
Repuestos	$ 3.700
Ejecución y puesta en marcha (mano de obra)	$ 4.000
Dirección técnica	$ 1.500
Gastos Indirectos	$ 7.500
	$ 42.100

Tabla 5.6 Costos de implementación.

5.4 MEJORAMIENTO EN EL RENDIMIENTO DE LA PLANTA

En este proyecto se ha estipulado todo lo netamente necesario para que sea cambiado y readecuado, quedando de esta forma una planta procesadora adecuada para producir hasta 120qq por hora.

Con el trabajo realizado, el rendimiento de la planta podría ascender en un 30%, lo cual aumenta la producción de la misma en 3000 qq al año y las ganancias de planta en $ 347.977 dólares al año que demostraría la factibilidad de este proyecto.

5.5 MARGEN DE UTILIDAD NETA

En el siguiente cuadro se puede apreciar la utilidad neta que dará la ejecución de este proyecto.

	USD al año	*USD al año*
INGRESOS OPERACIONALES		
Ingresos por ventas del café		1.159.926
GASTOS OPERACIONALES		
Gastos sueldos	$ 12.000	
Gastos energía eléctrica	$ 720	
Gastos arriendo	$ 22.800	
Depreciación de Computación	$ 10.659	
Depreciación de maquinaria	$ 20.000	
Gastos mantenimiento	$ 1.200	
Gastos agua potable	$ 360	
Gastos transporte	$ 24.000	
Gastos produccion de café	$ 850.000	
TOTAL GASTOS OPERACIONALES		$ 941.739
UTILIDAD EN OPERACIÓN		$ 218.187
INCREMENTO PRODUCCION		$ 347.997
		$ 566.184
OTROS GASTOS		
Gastos implementacion automatizacion		$ 42.100
UTILIDAD		$ 524.084
Participacion trabajadores 15 %		$ 78.613
		$ 445.471
impuesto a la renta 25 %		$ 111.368
UTILIDAD NETA		$ 334.104

Tabla 5.7 Utilidad Neta

CAPITULO VI

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

6.1 INTRODUCCIÓN.

La industria, considerada como una secuencia organizada de operaciones de captación, manipuleo y transformación de los recursos naturales y de bienes intermedios en bines de consumo final, constituye uno de los factores que promueven, caracterizan, definen y dinamizan el desarrollo de un país.

La aparición de la industria ha significado un cambio de importancia para la humanidad. El desarrollo de la misma ha generado un mayor dinamismo en otras áreas de la actividad humana demandando insumos, promoviendo las comunicaciones y el transporte, ampliando los mercados y ampliando el comercio.

Con los beneficios mencionados, la industria ha significado una presión grande , creciente e incontrolada sobre los recursos naturales, al utilizarlos como insumos de producción y como receptores de desechos. Muchas veces, esta demanda de recursos se ha realizado, en el caso de los recursos renovables , sin respetar los mecanismos de producción equilibrada del ecosistema, ni garantizar el uso racional del flujo de energía. Pero es necesario aclarar que la irracionalidad y el descuido en el manejo de los recursos no es solo característica de la actividad industrial; el conjunto de las actividades económicas del Ecuador, como del resto del mundo, han provocado también efectos semejantes.

Este panorama, que ha mediado o largo plazo repercutirá necesariamente en contra de la propia industria, lo cual conduce a reflexionar sobre los efectos negativos que ha tenido la actividad industrial y a intentar definir las causas para combatirlas eficaz y racionalmente. En el caso de industria manufacturera, ésta, a partir de sus procesos productivos genera un volumen importante de residuos, desechos sólidos, líquidos y gaseosos que descarga o dispone en el suelo, el agua o el aire, es decir en el entorno ambiental, utilizando a este, como receptor; lo que, a la postre, ha significado la modificación en algunos casos irremediable de las condiciones del medio y por lo tanto de una región.

Por lo que un nuevo criterio que rija las actividades productivas bajo una óptica ambiental, se torna indispensable, ya que la calidad del medio ambiente resulta un requisito previo para alcanzar un desarrollo integral y seguro.

Con el fin de desarrollar una evaluación organizada de los residuos sólidos (cáscara) de la planta procesadora y del manejo de los mismos, se debe desarrollar un sistema adecuado para su identificación y clasificación. Este sector de la industria manufacturera que comprende el procesamiento del café; previo al procesamiento, el café se somete a la operación de lavado y enjuague, en el cual no se utiliza gran cantidad de agua por lo que no habrá problema con las aguas residuales.

Los principales impactos que la planta procesadora que podría generar en el medio ambiente son los siguientes.

6.2 IMPACTO VISUAL.

La planta procesadora de café, tendría un impacto visual o estético, especialmente en zonas de gran calidad escénica, y donde la implantación del proyecto incida directamente sobre las personas y las áreas residenciales y recreaciones. Por lo tanto ya que la planta se encuentra a 500m de distancia de la ciudad no influirá en la estética de la misma.

- **ruido**

El ruido es uno de los problemas más acuciantes generados por la construcción de infraestructuras. Para solucionarlo se establecen una serie de medidas, como realizar las obras a más de 250 m de las casas, en nuestro caso no implicaría en nada ya que la planta se encuentra a 500 m del perímetro urbano de la ciudad, de no ser esto posible, se recomienda la instalación de pantallas acústicas para disminuir el ruido; el control de las emisiones de humos y gases mediante filtros adecuados, etc.[1]

---

[1] "Medidas correctoras." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001.* © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

En una biblioteca o en la sala de estar de una vivienda el ruido oscila entre 30 y 40 dB, mientras que en una oficina típica el ambiente soporta un ruido de unos 65 dB. El ruido del tráfico en la ciudad está en un nivel de unos 85 dB, el de un complejo industrial en 90 dB, el de un martillo neumático en una obra en 100 dB, y el de un avión despegando entre los 120 y los 130 dB.[2]

El nivel del ruido que emite la planta procesadora es igual a la de cualquier instalación industrial de este tipo o de similar potencia. La ventaja de esta industria es estar construida dentro de una edificación que reduce el ruido hacia el exterior, en el interior los trabajadores, utilizan orejeras para la protección del ruido.

Además el ruido de esta planta no afecta a las edificaciones, por cuanto se encuentra alejada de las mismas.

6.3 IMPACTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.

En las industrias de manufactura de alimentos, se fabrica productos para el consumo humano, las materias primas de este tipo de industria son los productos

[2]"Contaminación acústica." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001.* © 1993-2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

naturales o cultivados en nuestro caso es el café en pergamino, del cual se obtiene residuos sólidos (cáscara o envoltura), los mismos que son almacenados para luego ser reciclados, ya que son utilizados como abono en los mismos terrenos donde es cultivado. Así evitando la contaminación por olores, al medio ambiente.

- **Polvo**

Polvo, partículas finas de sustancias orgánicas e inorgánicas en suspensión en la atmósfera. Incluye fibras animales y vegetales, polen, sílice, bacterias y moho. En una ciudad industrial, la concentración de partículas en el aire puede superar los tres millones por centímetro cúbico, mientras que en medio de un océano o en montañas altas puede ser de unos pocos centenares de miles por centímetro cúbico. Las partículas de polvo tienen un tamaño que varía desde media micra hasta muchas veces ese tamaño. Se mantienen suspendidas en el aire durante largos periodos y pueden ser transportadas a grandes distancias.[3]

En lugares como los molinos de harina, azúcar y en nuestro caso las procesadoras de café, las partículas inflamables provocan a veces explosiones. Además afectan a la salud de los trabajadores por lo que la procesadora a dispuesto de mascarillas para la protección del personal.

[3]**Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2004.** © 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Los residuos líquidos son nulos en esta procesadora, por que el producto llega solo para su proceso de decorticado y no se necesita de liquido para este proceso, en la selección del café.

6.4 IMPACTO SOCIAL.

Una de las razones que justifica la implementación de este proyecto, es el beneficio social que éste trae consigo por cuanto, ayudara al incremento del conocimiento tecnológico de los trabajadores de la planta procesadora, ayudándolos a laborar de una forma más eficiente, ya que el programa que se utiliza cuenta con un gran contenido de información, para actuar sobre situaciones que influyan en el normal funcionamiento de la misma.

Con la implementación de este proyecto se ayudara a la conservación del ecosistema por cuanto se realizó la construcción de recolectores de residuos sólidos (cáscara) del café, para su almacenamiento y reutilización, y además se propone acciones, que ayuden a evitar algún daño al medio ambiente.

CONCLUSIONES

1. Con el rediseño de la maquinaria de planta se mejoro el rendimiento en cada uno de los procesos de la misma, mediante la regulación de los tiempos entre ellos.

2. Con la implementación y elaboración de programas para el monitoreo de diversos parámetros, basados en los sistemas SCADA, con el uso de instrumentos de programación gráfica como es LabVIEW, nos permite realizar el control de los diferentes aspectos del proceso.

3. El mini PLC logo también sirve como complemento ya que nos ayuda en el arranque de los motores de manera secuencial, por lo cual también se lo toma en cuenta. Para el control del proceso de selección del café en la planta.

4. Con la elaboración de este proyecto se pudo incrementar la producción en un 30 %, lo cual nos indica que la implementación del mismo seria factible y rentable.

5. Con la elaboración de este proyecto, se obtiene las siguientes ventajas.

    - Se puede monitorear la planta desde lugares alejados geográficamente, usando los sistemas SCADA.

    - Manejar grades cantidades de informaciones por medio de los PC.

    - Se puede realizar el pesado de los sacos con mayor exactitud.

RECOMENDACIONES

- Adecuar e implementar el sistema de control realizado con el lenguaje de programación grafica LabVIEW, en la PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ, para la elaboración práctica de esta automatización.

- Implementar el rediseño de la maquinaria realizado en este trabajo de tesis.

- Promover y apoyar por parte del Área el campo de la informática tanto en el aspecto eléctrico como también en el mecánico, ya que el avance tecnológico así lo exige hoy en día.

- Mantener solo en ejecución a LabVIEW y no otros programas, para que exista una mayor velocidad en la adquisición de datos.

- Implementar los sistemas SCADA, especialmente en todo lo que tiene que ver con procesos industriales ya que seria un aporte muy significativo para el pías.

- Realizar proyectos de automatización en lo que concierne con procesos industriales, ya que seria un aporte muy significativo que serviría para el desarrollo de la industria en nuestra provincia de Loja y el país.

Bibliografía.

- ENCICLOPEDIA DE MANUALES PARA INGENIERÍA ELÉCTRICA. CEAC.
- NATIONAL INSTRUMENTS CATÁLOGOS 1998 Y 2004.
- NATIONAL INSTRUMENTS, CONJUNTO DE MANUALES DE **LABVIEW**.
- Asunción García Fuertes, Manuel Cocera Villalba, Javier de Lope Asiain. Herramientas para la Planificación de Procesos de Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Dic 1994.
- DINALAN S.L. Ingeniería de Software Industrial. ¿Qué es un SCADA?.
- DOCUMENTOS DEL PRIMER SEMINARIO DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, "Experiencias del Sistema Scada de EMELGUR" , Latacunga 2000.
- Eric Figheras Solé Memoria del Proyecto de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas.. Escuela Universitaria de Informática. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA..
- Benjamín Kuo. Prentice Hall.Sistemas de Control Automático.
- Wilman Yaguana, Metodología de la Programación., UTPL, Loja- Ecuador.
- Catálogo de Productos de la Compañía Distribuidora de Productos Eléctricos e Industriales Nacional OTESA, Ecuador.
- Folleto de Seguridad Industrial y Toxicología.

- Hermann Juez, Eduard Scharkus, Rolf Lobert. Prontuario de Metales 3ª Edición. Editorial Reverte 1984.
- Müller, Hurnemam, Lorisch, Pouly, Electrotecnia de Potencia, Editorial Reverte.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA.
- Norma de calidades No. 2. Gerencia Comercial. Unidad de Control de Calidades.
- DETERMINACIÓN DE MATERIA EXTRAÑA Y DEFECTOS DE ACUERDO A LA NORMA NTC- 2324
- ANALISIS SENSORIAL NTC. 2681, 2680, 2679.
- www.automatas.org/redes/scada
- www.scalemarket.proyecto2002
- www.ni.com/pxi
- www.zone.ni.com
- www.ni.com/store
- www.ni.com/latam

ANEXO 1

NI PXI-8196
2.0 GHz Pentium M 760 Embedded Controller for PXI

- " 50 por ciento la actuación más alta que el NI PXI-8187
- " 512 dual-cauce de MB DDR2 RAM normal, 2 máximo de GB
- " 10/100/1000 Base TX (Gigabit) Ethernet
- " Express Card /34 slot y 4 USB 2.0 Puerto
- " Integró unidad de disco duro, GPIB, peripherals de serie, y otro,
- " Windows OS y drivers

VARIADORES DE VELOCIDAD SINAMICS G110
SINAMICS G110 VERSION COMUNICACION USS

Material	Descripcion	Codigo MLFB	Cantidad Empaque	Cantidad Min.	Importe
15194163	SINAMICS G110 25/1 0,25kW - 0,33HP / USS	6SL3211-0AB12-5UB1	1	1	127.00
15194164	SINAMICS G110 37/1 0,37kW - 0,5HP / USS	6SL3211-0AB13-7UB1	1	1	135.00
15194165	SINAMICS G110 55/1 0,55kW - 0,75HP / USS	6SL3211-0AB15-5UB1	1	1	160.00
15194166	SINAMICS G110 75/1 0,75 kW - 1HP / USS	6SL3211-0AB17-5UB1	1	1	171.00
15194177	SINAMICS G110 110/1 1,1kW - 1,5HP / USS	6SL3211-0AB21-1UB1	1	1	254.00
15191719	SINAMICS G110 150/1 1,5kW - 2HP / USS	6SL3211-0AB21-5UB1	1	1	273.00
15194178	SINAMICS G110 220/1 2,2kW - 3HP / USS	6SL3211-0AB22-2UB0	1	1	318.00
15194179	SINAMICS G110 300/1 3kW - 4HP / USS	6SL3211-0AB23-0UB1	1	1	402.00

Variador de velocidad UNIVERSAL MM420

MICROMASTER MM420 - 3 AC 400 V - C/ BOP

Material	Descripcion	Codigo MLFB	Cantidad Empaque	Cantidad Min.	Importe
15141997	MICROMASTER MM420 150/3 1,5 kW + BOP	6SE6420-2UD21-5AA1-Z	1	1	712.00
15141998	MICROMASTER MM420 220/3 2,2 kW + BOP	6SE6420-2UD22-2BA1-Z	1	1	835.00
15141999	MICROMASTER MM420 300/3 3 kW + BOP	6SE6420-2UD23-0BA1-Z	1	1	994.00
15142000	MICROMASTER MM420 400/3 4 kW + BOP	6SE6420-2UD24-0BA1-Z	1	1	1145.00
15142001	MICROMASTER MM420 550/3 5,5 kW + BOP	6SE6420-2UD25-5CA1-Z	1	1	1248.00
15142002	MICROMASTER MM420 750/3 7,5 kW + BOP	6SE6420-2UD27-5CA1-Z	1	1	1569.00
15142003	MICROMASTER MM420 1100/3 11 kW + BOP	6SE6420-2UD31-1CA1-Z	1	1	2101.00

Relés De Estado Sólido Para Alta Potencia

VENTAJAS:
Trabajan en ambientes difíciles con polvo o aceite.
No requiere mantenimiento.
Ninguna partícula puede penetrar el dispositivo herméticamente sellado.

OTRAS APLICACIONES:
Inyectoras, Sopladoras, Extrusoras, Termoformadoras, Unidades de enfriamiento, Disificadoras, Mezcladoras, Hornos industriales y de laboratorio.

Módulos de entrada / salida.
Empacadoras, Válvulas neumáticas e hidráulicas, Contactores, Dosificadores, Señales de entrada y salidas de PLC

Motores:
Bandas transportadoras, Bomba, Compresores, Embragues, Frenos magnéticos, Refrigeración, Ventiladores.

Número de Parte: ESP JM

Precio desde: 7,395

Número de parte	Descripción	Precio
ESP JM-600KG	Construcción en Acero Dulce Pintado	7,395
ESP JM-600SKG	Partes en contacto con el material en Acero Inoxidable	9,350
ESP JM-600EKG	Acero Dulce recubierta toda en Teflón	8,850
ESP JM-600SEKG	En contacto con el material: A. Inox y en NO contacto:Teflón	9,990
ESP JM-600ASKG	Toda en Acero Inoxidable	14,300

CARACTERISTICAS

• Para manejo de productos de lujo libre no polvorientos
• Sistema de mordaza y compuestas con operación neumática
Para sujetar el saco
• Utilizar válvulas y reles de tiempo para el control de todas las funciones
• Barras de calibración
• Swicht ajustable de proximidad para el corte de cada bactche
• Control de flujo ajustable
• Compuerta de alimentación controlada por dos cilindros neumáticos

ANEXO 2

NORMAS DE CALIDAD DEL CAFÉ.

NORMAS DE CALIDAD

CAFÉ Y SUBPRODUCTOS DE LA TRILLA DE CAFÉ
NORMA PARA EXCELSOS DE EXPORTACIÓN
Café excelso: es el producto de la trilla del café pergamino y selección de la almendra mediante método mecánico, manual o electrónico o la combinación de éstos. Se caracterizan por su homogeneidad en cuanto al aspecto, a la granulometría y al bajo contenido de defectos.
1. EXCELSOS PARTICULARES
1.1 Excelso Supremo
1.2 Excelso extra o especial
1.3 Excelso Tipo Europa y UGQ
1.4 Excelso caracol
1.5 Excelso Maragogipe
NORMAS PARA CAFÉ PERGAMINO
LÍMITES DE CONTROL
Humedad

Entre el 10% y el 12% medida en equipos calibrados según método norma ISO 673/83
2. Grano Pelado
Es todo grano de café, seco de trilla al cual le falta la mitad o mas del endocarpio (pergamino). Se admite hasta el 2% en peso con base en pergamino.

3. Guayaba y media cara
Es todo grano de café seco de trilla que tiene adherido al pergamino la mitad o mas de la "cacota" o pulpa seca. Se admite hasta 3% en peso con base en pergamino.
4. Pasilla
Es todo grano de café defectuoso según tabla de clasificación de los defectos del café de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Admite hasta el 5% de pasilla en peso, con base en almendra. No debe contener granos flojos es decir aquellos que presenten excesos de humedad.
5. Olor
El pergamino debe estar libre de olores extraños o de cualquier tipo de contaminación. El café debe tener un olor fresco característico, por lo tanto cuando se compra o se recibe el producto, no debe aceptarse el café con olores distintos como a reposo, moho, tierra, vinagre, productos derivados del petróleo, etc.
6. Infestación
El café debe estar libre de todo insecto vivo o muerto.
7. Color

El pergamino debe presentar uniformidad en el color.

8. Materia Extraña y/o impurezas

Se entiende por materia extraña toda materia mineral, animal o vegetal no originaria en la cereza del café, como piedras, palos, granos de créales, semillas de algodón puntillas, clavos, etc.

Se consideran impurezas, el cisco del café, la cáscara o cacota y el llamado "grano espuma" o pergamino vano. Se admite hasta el 0.5% en peso de materia extraña y/o impurezas.

9. Prueba de la taza

El pergamino debe tener sabor y aroma característicos, debiendo estar libre de sabores defectuosos como fermento, producto químico, moho, reposo, etc.

Esta prueba se realizará en forma optativa por el personal de la Unidad de Control de Calidades de la Federación Nacional de Cafeteros.

ANEXO 3

NORMAS PARA LOS SUBPRODUCTOS DE LA TRILLA DEL CAFE

1. Café consumo
Proviene de la cabeza de retrilla, y/o de la tercera de la última separadora por gravedad. No debe contener:
a) Mas del 10% de pasilla en peso.
b) Ripio.
Para trillas se obtendrá por encima de malla No. 14 con un límite de tolerancia del 15% bajo malla No. 14 pero retenido sobre malla No. 12.

2. Consumo superior

Proviene de la fracción comprendida entre las mallas No. 15 y No. 14 para las trillas tipo Europa, con una tolerancia del 15% de café bajo malla No. 14, pero retenido sobre malla No. 12. El tope máximo de defectos es de 7% en peso.

3. Pasilla
Proviene de la cola de los steeles y/o la segunda de catadoras. Es todo grano defectuoso según B.N.A.

4. Pasilla de manos
Se compone en su mayoría de granos difíciles de remover mecánica tales como: picados, decolorados, etc., de color negro, rojo, amarillo y otros granos defectuosos separados a mano por las escogedoras.

5. Ripio
Proviene generalmente de los defectos de la tercera de catadoras, se compone de los granos defectuosos inferiores a la malla No. 14 y la fracción de grano sano inferior a la malla No. 12. La tolerancia de pasilla en el ripio es de 5% en peso.

6. Pasilla repasada
Es la pasilla que se obtiene al pasar por las máquinas clasificadoras la pasilla de inferior calidad. Se compone de los granos defectuosos (negro, balsudo, astillado partido y vanos de la tabla de defectos y la tabla de clasificación). La pasilla repasada no debe contener ripio (granos astillados, balsudos y aplastados de tamaño inferior a la malla No. 14). Los subproductos no deben contener materia extraña y/o impurezas. No deben presentar infestación, hongos ni moho.

ANEXO 4

Los programas en LabVIEW

El término LabVIEW es la forma abreviada de escribir **Lab**oratory **V**irtual **I**nstrument **E**ngineering **W**orkbench. Constituye un ambiente gráfico de programación que emplea el lenguaje conocido como *G*. A diferencia de otros, LabVIEW no es únicamente un lenguaje de programación, sino un ambiente de desarrollo y ejecución de sistemas que pueden ser empleados en diferentes áreas de la actividad humana.

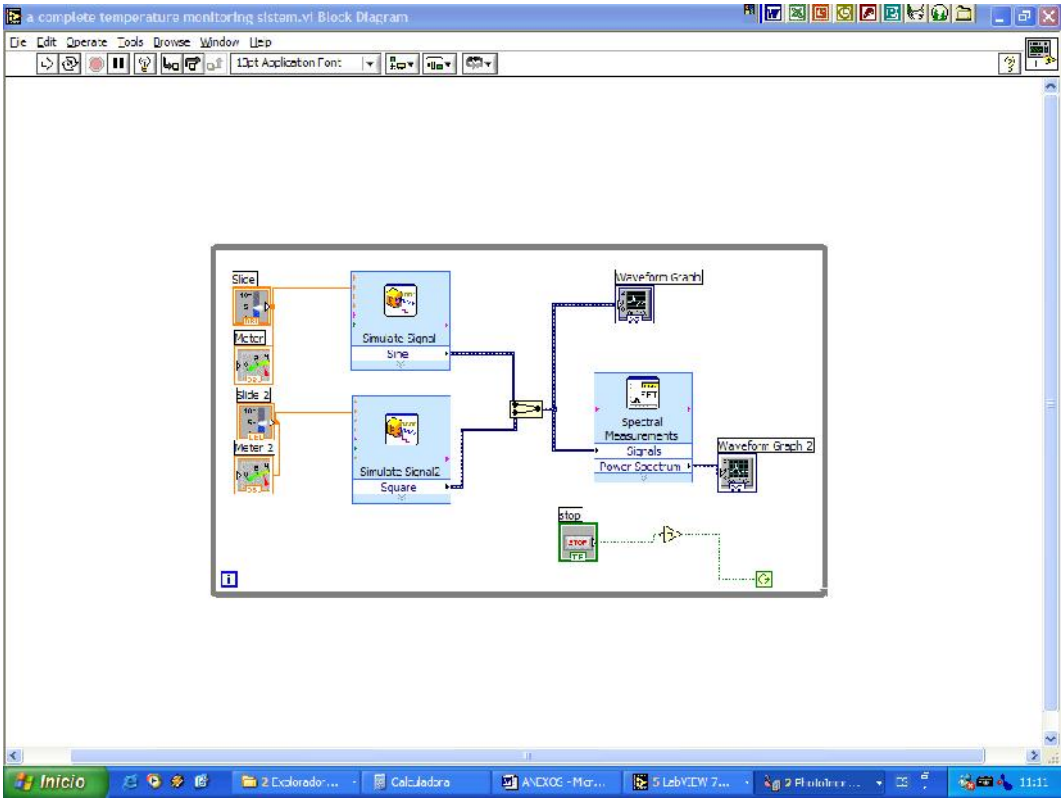
El empleo del lenguaje de programación *G* permite que LabVIEW sea empleado para tomar, analizar, procesar datos y presentar resultados en una interfaz gráfica que puede ser fácilmente comprendida por el usuario. Para ello, LabVIEW utiliza interfaces entre el computador y el sistema que se desea analizar, tales como tarjetas de adquisición de datos (*DAQ*) y el puerto serial del computador, los mismos que permiten adquirir los datos correspondientes a las variables de interés que posteriormente serán analizados y procesados por LabVIEW mediante el empleo del computador.

LabVIEW incluye bibliotecas de funciones y herramientas de diseño específicas para control de instrumentos. Trabaja en ambientes Windows, Macintosh y Sum. Contiene además bibliotecas de funciones y herramientas para adquisición de datos. Los programas realizados en LabVIEW son llamados instrumentos virtuales (*VIs*), debido a que su funcionamiento y operación es similar al de un instrumento real.

Dentro de un VI se puede incluir otros VIs, a manera de subprogramas, con los VIs conocidos como subVI.

A continuación se detalla los programas hechos para el control de la temperatura.

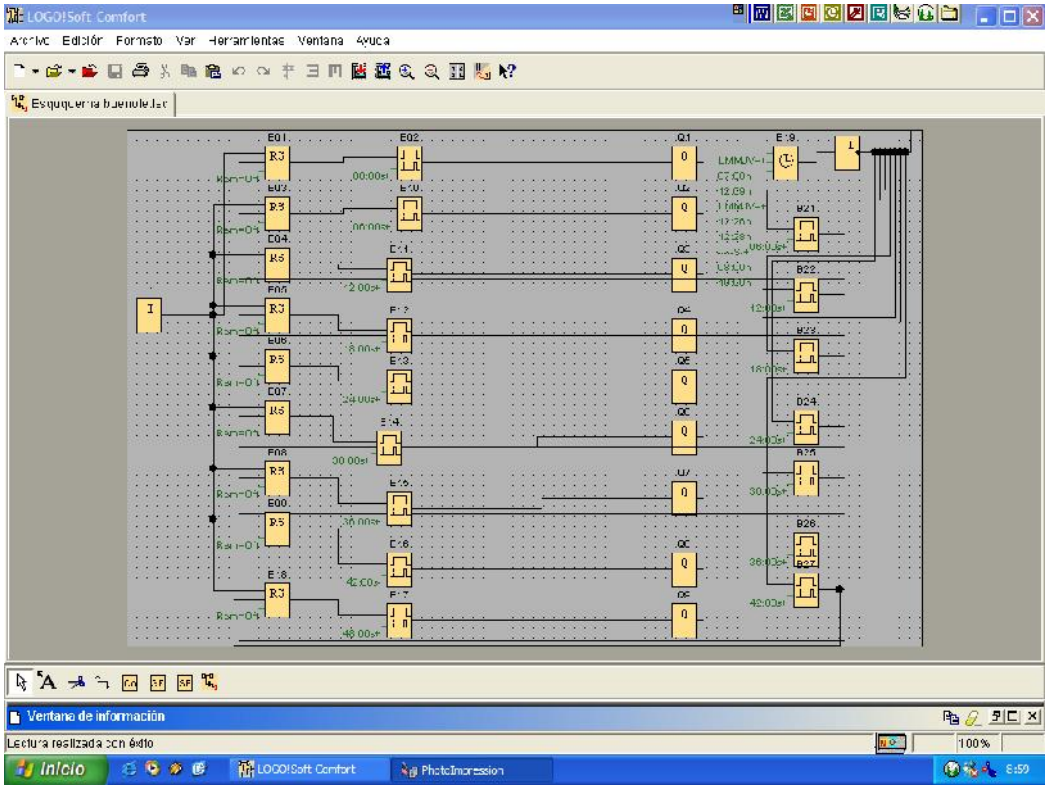
DIAGRAMA DE CONTROL temperatura.



En el siguiente diagrama de bloques se han utilizado los siguientes instrumentos virtuales : SubVIs simulación de señales, controles numéricos ,controles boleanos graficas, entre otras), los mismos que nos sirvieron para el desarrollo de la pantalla de control de temperatura , el lazo en que se encuentra este programa es un lazo cerrado, por lo cual se podrá controlar la temperatura de los mismos a cada instante. EL programa controla la temperatura ya que esta censando la temperatura del motor hasta que sobrepasa el limite establecido en el programa en el cual arroja una señal que activa los ventiladores que se colocaron con el fin de enfriar a los mismos. Por lo tanto LabVIEW, es un sistema revolucionario de programación gráfica para la adquisición, control, análisis y presentación de datos donde gráficamente se pueden unir los llamados instrumentos virtuales VI's. El resultado es que se adaptado para desarrollo de esta aplicación.

ANEXO 5

LA SIMULACIÓN EN LOGO DEL ENCENDIDO SECUENCIAL DE LOS MOTORES DE LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ.



Entorno de programación

Cuando se inicia el programa aparece el interfase de usuario de LOGO!Soft Comfort. La mayor parte de la pantalla la ocupa entonces el área dedicada a la elaboración de esquemas eléctricos. En esta plataforma de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa.

El programa que se desarrollo nos ayudara en el accionamiento de los motores de la planta en una forma secuencial.

Para no perder la visión de conjunto incluso en el caso de trabajar con programas extensos, en la parte inferior y a la derecha del interfase de programación se dispone de unas barras de desplazamiento que permiten mover el esquema eléctrico en sentido horizontal y vertical.

Barra de menús

En la parte superior de la ventana de LOGO!Soft Comfort se encuentra la barra de menús. En la barra de menús encontrará los distintos comandos para editar y gestionar los programas. Esto incluye también configuraciones y funciones de transferencia de programas.

Barra de herramientas Estándar

Encima del entorno de programación se encuentra la barra de herramientas Estándar. Durante el rearranque completo de LOGO!Soft Comfort aparece una barra de herramientas Estándar reducida a las funciones esenciales. Esta barra permite crear un programa nuevo, abrir un programa ya existente o transferir un programa de LOGO! a LOGO!Soft Comfort para editarlo.

La barra de herramientas Estándar completa aparece cuando se accede a un programa para su edición en el entorno de programación.

A través de los botones de esta barra se pueden realizar, entre otras, las siguientes operaciones: crear un programa nuevo; cargar, guardar o imprimir un programa ya existente; cortar, copiar y pegar objetos de un circuito o realizar una transferencia de datos desde y hacia LOGO!.

La barra de herramientas Estándar se puede seleccionar y mover con el ratón. Si cierra la barra de herramientas, ésta permanecerá siempre acoplada a la barra de menús.

1.1 Sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado.

Sistema de lazo abierto.

Un sistema de lazo abierto es aquél donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control. La exactitud de un sistema de lazo abierto depende de dos factores:

a) La calibración del elemento de control.

b) La repetitividad de eventos de entrada sobre un extenso período de tiempo en ausencia de perturbaciones externas.

Un esquema típico de un control de lazo abierto se puede apreciar en la figura 1.1. En esta se muestra que para que la temperatura del agua en el tanque permanezca constante es necesario que las temperaturas en las tomas de agua fría y caliente no sufran cambios. Otro factor que incide sobre el estado final de la salida es la temperatura de operación del proceso. Si por cualquier motivo esta cambia, entonces la salida cambia en casi la misma proporción.

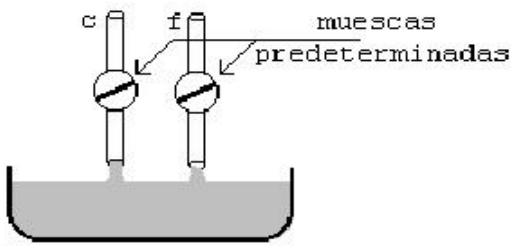


Fig. 1.1 sistemas de control de temperatura de lazo abierto

Sistema de lazo cerrado.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. La figura 1.2 dá un panorama general de un sistema de lazo cerrado donde se puede apreciar que la salida es medida y retroalimentada para establecer la diferencia entre en valor deseado y el valor obtenido a la salida, y en base a esta diferencia, adoptar acciones de control adecuadas.

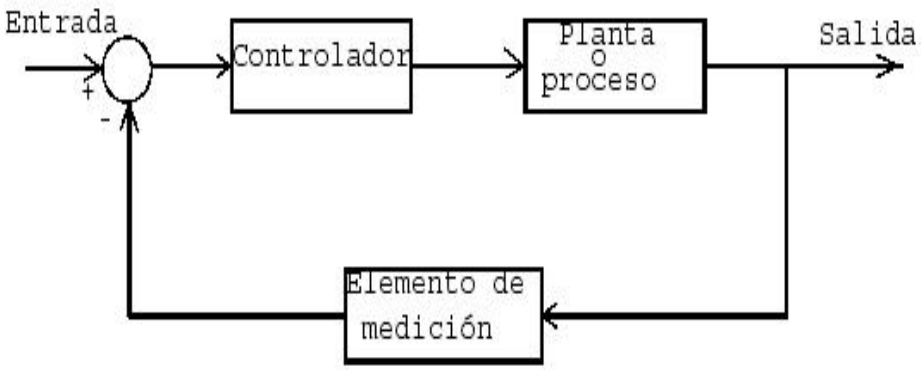


Fig. Esquema General de un Sistema de Lazo Cerrado

En las figura de la 1.3 se dan dos ejemplos para sistemas de control de lazo cerrado.

En cada una de estas figuras se puede apreciar que la parte fundamental para el control de la planta en cuestión es la red de retroalimentación que sensa el estado de la salida. En estos ejemplos se ha pretendido establecer que la naturaleza de las

señales en un lazo de control no necesariamente en la misma, esto es, pueden estar involucradas diferentes tipos de señales por ejemplo, mecánicas, eléctricas, térmicas, hidraulicas,etc., dentro del mismo lazo.

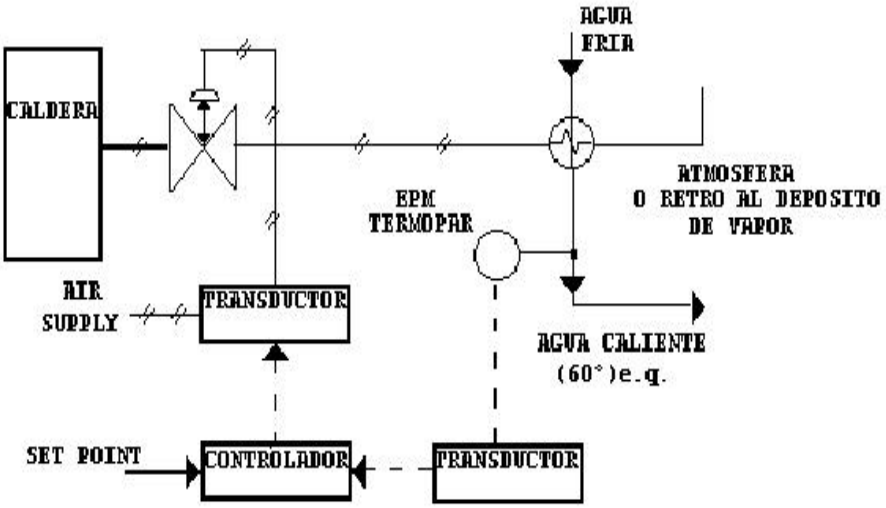


FIG.1.5. SISTEMA DE CONTROL PARA UN INTERCAMBIADOR DE CALOR