



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS
DE POTENCIA

TEMA:

“OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA
MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA
MOLIDESA S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE
KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY
ALFARO, CANTÓN LATACUNGA”.

POSTULANTE:

Cadena Román Carlos Ramiro.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Edwin Moreano.

LATACUNGA-ECUADOR

2011

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Las ideas y opiniones emitidas en la presente investigación “OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA MOLIDESA S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA” son de exclusiva responsabilidad del autor.

CADENA ROMÁN CARLOS RAMIRO
0502119472

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL INFORME DEL TRABAJO PRÁCTICO

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico que el postulante: CADENA ROMÁN CARLOS RAMIRO, ha desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: “OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA MOLIDESA S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA”, previo a la obtención de su Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Ing. Edwin Moreano
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico que el postulante: CADENA ROMÁN CARLOS RAMIRO, ha desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: “OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA MOLIDES S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA”, previo a la obtención de su Título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Lcda. Libia Almeida
ASESORA DE TESIS

CERTIFICADO

En calidad de Accionista de la Compañía MOLIDESA S.A. Certifico que el señor: Cadena Román Carlos Ramiro con C.I. 0502119472, realizó la tesis con el tema “OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA MOLIDESA S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA”, esta implementado en su totalidad, y actualmente se encuentra en funcionamiento.

Latacunga; octubre del 2011

ATENTAMENTE:

Miguel Moreno.
0501696108
Accionista

DEDICATORIA

De lo más profundo de mi corazón, deseo dedicar este trabajo de investigación a mi esposa Mary y mis hijos Kevin, Giancarlo, Derek y mi princesita Melanie.

A mis padres Papá Lucho y Mamá Esther por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi vida estudiantil sin escatimar ningún esfuerzo.

A mi hermano Javier y Sonja Cadena por la ayuda que nos brindaron cuando más lo necesitaba.

Carlos Cadena

AGREDECIMIENTO

Agradezco de la manera más profunda a:

Mi Padre Jehová Dios por la oportunidad de vida que me ha dado por lo que he podido cumplir con mis sueños y objetivos.

A toda mi familia que me supieron comprender y apoyar para terminar con éxito mis estudios superiores.

A mis profesores especialmente a José Cobo que me supo dar orientación apropiada en cuanto a cómo vencer los obstáculos de la vida.

Carlos Cadena

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL INFORME DEL TRABAJO PRÁCTICO	ii
CERTIFICACIÓN	iii
CERTIFICADO	iv
DEDICATORIA	v
AGREDECIMIENTO	vi
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN	xviii
INTRODUCCIÓN	xix

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1. EL SECTOR ENERGÉTICO EN EL ECUADOR.....	1
1.1.1. Energía Eléctrica.....	1
1.1.2. Realidad del sector energético en nuestro país.....	2
1.1.3. Medidas prácticas de ahorro de energía.....	4
1.2 ELEMENTOS DE LA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE PREPAC IS-2.....	7
1.2.1 Tipos de Elementos para Máquinas Envasadoras de Líquidos.....	8
1.2.2 Mecanismos.....	8
1.2.3 Motores de Inducción (corriente alterna).....	9
1.2.4 Reductores de velocidad.....	12
1.2.5 Utilización de reductores de velocidad.....	13
1.2.6 Características de Reductores.....	13
1.3 PLC (controlador lógico programable).....	14
1.3.1 Definición del PLC S7- 200.....	14
1.3.2 Características Técnicas del PLC S7- 200.....	14

1.3.3 Características Físicas del PLC S7-200.....	15
1.3.4 Reglas para la Instalación.....	16
1.3.5 Instalación del Cableado de Campo.....	16
1.3.6 El Ciclo de la CPU.....	17
1.3.6.1 Detecta las entradas digitales.....	18
1.3.6.2 Ejecutar el programa.....	19
1.3.6.3 Procesar las peticiones de comunicación.....	20
1.3.6.4 Efectuar el autodiagnóstico de la CPU.....	20
1.3.6.5 Escribir en las salidas digitales.....	20
1.3.6.6 Interrumpir el ciclo.....	20
1.3.7 Programación del PLC S7-200.....	21
1.3.7.1 Referencias a las entradas y salidas en el programa.....	21
1.3.7.2 Lenguaje y editores de programación S7-200.....	21
1.3.7.3 Editor KOP (esquema de contactos).....	22
1.3.7.4 Editor FUP (diagrama de funciones).....	23
1.3.8 Modos de operación del S7 – 200.....	23
1.3.9 Software de Programación MICRO/WIN para el PLC S7-200.....	25
1.4 Visualizador de texto TD 200.....	26
1.5 Sensores.....	27
1.5.1 Definición.....	27
1.5.2 Distancia Operativa de los Sensores.....	27
1.5.3 Sensor Óptico.....	28
1.5.4 Principio de Funcionamiento.....	28
1.5.5 Características del Sensor Óptico.....	29
1.5.6 Tipos de Sensores de Proximidad Ópticos.....	29
1.6 Variadores de Frecuencia.....	30
1.6.1 Principio de Funcionamiento del Variador de Frecuencia.....	31
1.7 Transformadores.....	34

1.7.1 Funcionamiento.....	35
1.7.2 Relación de transformación (m).	35
1.7.3 Tipos de transformadores.	36
1.8 Sistemas Neumáticos.	37
1.8.1 Introducción.	37
1.8.2 La neumática.	38
1.8.3 Producción de aire comprimido.....	38
1.8.4 Actuadores Neumáticos.....	40
1.8.5 Cilindros Neumáticos.....	40
1.9. Válvulas.	41
1.9.1 Válvula de control.	42
1.9.2 Electroválvulas.....	42
1.9.3 Clases y Funcionamiento de las electroválvulas.....	43

CAPITULO II

2.1. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA	47
2.4 VERIFICACIÓN DE HIPOTESIS.....	67

CAPITULO III

PROPUESTA FACTIBLE.....	68
3.1 TEMA.....	68
3.3 PRESENTACIÓN.....	68
3.3.1. Antecedentes Históricos.	69
3.3.2. Misión.	71
3.3.3. Visión.....	71
3.4 Ciclo de Funcionamiento de máquina antes de la innovación de la automatización. 72	
3.5 Ciclo de funcionamiento de la envasadora PREPAC IS-2.....	75
3.6 Automatización de la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 con el PLC Siemens S7-200 CPU 222.....	81

3.11 Desarrollo de la circuitería	90
3.12 Desarrollo del programa de control para la envasadora de leche PREPAC IS-2	90
3.12.1 Descripción del programa	91
3.13 Activación y desactivación de las prensas vertical y horizontal (Network 3, 4, 5 y 6)	92
3.14 Activación y desactivación de la inyección de líquido (Network 7 y 8).....	94
3.15 Activación y desactivación de los rodillos de arrastre del polietileno (Network 9) ..	95
3.16 Activación y desactivación de las resistencias de sellado (Network 10 y 11).....	96
3.17 Resultados	100
3.18 CONCLUSIONES	104
3.19 RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA.	106
ANEXO A	109

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.	3
Cuadro N° 2 : LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.	22
Cuadro N° 3: SIMBOLOGÍA DE VÁLVULAS.....	46
Cuadro N° 4: DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS (I)	91
Cuadro N° 5: DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS (Q)	91
Cuadro N° 6. CONSUMO DE ENERGIA ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN CON EL PLC S7-200.....	102
Cuadro N° 7. CONSUMO DE ENERGIA CON EL PLC S7-200.....	103

INDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1: PARTES DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN	12
Fig. N° 2: MOTOR Y REDUCTOR.	14
Fig. N° 3: PLC SIEMENS S7-200	15
Fig. N° 4: PERIFÉRICOS DEL PLC S7 – 200.....	24
Fig. N° 5: PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL MICRO/WIN.	25
Fig. N° 6: VISUALIZADOR DE TEXTO SIEMENS TD 200	27
Fig. N° 7: SENSOR ÓPTICO	28
Fig. N° 8: SENSOR ÓPTICO POR CONTRASTE DE COLORES.....	28
Fig. N° 9: MICRO SWITCH.....	30
Fig. N° 10: RELACIÓN PAR-VELOCIDAD PARA UN VARIADOR DE VELOCIDAD:	32
Fig. N° 11: DIAGRAMA DE VARIADOR DE FRECUENCIA CON MODULACIÓN DE ANCHO DE PULSO.....	33
Fig. N° 12: VARIADOR DE FRECUENCIAS	34
Fig. N° 13: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL TRANSFORMADOR.	35
Fig. N° 14: Relación de transformación Primario – Secundario.....	36
Fig. N° 15: TRANSFORMADOR TIPO TOROIDAL	37
Fig. N° 16: FUENTE DE AIRE COMPRIMIDO POR PISTÓN INGERSOLL RAND	38
Fig. N° 17: PISTONES DE UN GENERADOR NEUMÁTICO.....	39
Fig. N° 18: CILINDRO TIPO PISTÓN DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO RESPECTIVAMENTE.....	41
Fig. N° 19: ELECTROVÁLVULAS LUCIFER.....	43
Fig. N° 20: ELECTROVÁLVULA ACTIVADA Y DESACTIVADA RESPECTIVAMENTE.....	44
Fig. N° 21: EMPRESA MOLIDES S.A. (VISTA FRONTAL)	71
Fig. N° 22: MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE PREPAC IS2	72
Fig. N° 23 TIEMPOS DEL PROCESO	73
Fig. N° 24: DISPOSICIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS EN LA ENVASADORA	75

Fig. N° 25: SISTEMA ELECTROMECAÁNICO FRENO-EMBRAGUE.....	75
Fig. N° 26: SWITCH FINAL DE CARRERA ACCIONA TARJETAS EN POSICIÓN 2 Y 5:	76
Fig. N° 27: Electroválvula principal LUCIFER	77
Fig. N° 28: CONTACTOR Y TRANSFORMADORES DE SELLADO.....	77
Fig. N° 29: POTENCIÓMETROS QUE REGULAN LA CANTIDAD DE CORRIENTE A LAS RESISTENCIAS ELÉCTRICAS	78
Fig. N° 30: ELECTROVÁLVULA DE INYECCIÓN LUCIFER.....	79
Fig. N° 31. ENERGÍA CONSUMIDA EN UN PROCESO	80
Fig. N° 32: REEMPLAZO DEL SISTEMA EMBRAGUE FRENO POR UNA JUNTA	81
Fig. N° 33: ELIMINACIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTIGUOS QUE REGULAN EL MOVIMIENTO DE LOS RODILLOS	82
Fig. N° 34: VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS RODILLOS DESDE EL DRIVE.....	83
Fig. N° 35: RELÉS DE ESTADO SÓLIDO	84
Fig. N° 36: Cambios realizados en el circuito de control y potencia	85
Fig. N° 37: BASE DE LA FOTO CELDA	87
Fig. N° 38: PLC S7-200 CPU 222	88
Fig. N° 39: FUENTE DE VOLTAJE SIEMENS 24 VDC	89
Fig. N° 40: MATERIALES USADOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN	90
Fig. N° 41: NETWORK 1 Y 2	92
Fig. N° 42: Network 3, 4, 5 y 6	93
Fig. N° 43: Network 7 y 8	95
Fig. N° 44: NETWORK 9	96
Fig. N° 45: Network 10	96
Fig. N° 46: Network 11	97
Fig. N° 47: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F1 (LARGO DE FUNDA NETWORK 12 Y 13).....	97
Fig. N° 48: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F2 (TIEMPO DE INYECCIÓN) NETWORK 14 Y 15).....	98

Fig. N° 49: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F2 (TIEMPO DE SELLADO EN LAS PRENSAS NETWORK 16 Y 17)	98
Fig. N° 50. Proceso con el PLC S7-200	99
Fig. N° 51: MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE CONSUMO EN LA ENVASADORA ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN CON EL PLC.....	100
Fig. N° 52: MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE CONSUMO EN LA ENVASADORA DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN CON EL PLC	101

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 IMPACTO DEL USO NO CONTROLADO DE LA ENERGÍA	47
TABLA 2 AHORRAR ENERGÍA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	49
TABLA 3 OPTIMIZAR ENERGÍA ELÉCTRICA	51
TABLA 4 CAMBIAR EL SISTEMA ELECTRÓNICO EN LA MÁQUINA ENVASADORA	53
TABLA 5 MEJORÍA DE LA MÁQUINA ENVASADORA EN SU SISTEMA	55
TABLA 6 FACILITAR LA OBTENCIÓN DE REPUESTOS	57
TABLA 7 PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA MÁQUINA ENVASADORA	59
TABLA 8 GRADO DE PÉRDIDA QUE OCASIONA LA PARA DE LA MÁQUINA ENVASADORA.....	61
TABLA 9 ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	63
TABLA 10 AUTOMATIZACIÓN EN LA MÁQUINA GEMELA ENVASADORA	65

RESUMEN

Dentro de una economía globalizada, la competitividad de un país es uno de los parámetros más importantes que debemos tratar de mejorar. Esta puede realizarse a través de la reducción de costo, entre ellos, costos energéticos, que además de reducir los costos de producción, tiene la ventaja adicional, de prolongar la duración de nuestras reservas energéticas y preservar el ambiente.

Por eso es necesario impulsar programas de ahorro de energía eléctrica dirigida especialmente al sector productivo, es decir a las industrias, quienes son los mayores consumidores, y una de aquellas industrias es la Empresa MOLIDESSA S.A en la que se ejecutó cambios en el sistema de control a una envasadora de leche Francesa (PREPAC IS-2).

La máquina envasadora contaba con seis tarjetas electrónicas que controlaban el proceso de envase de la leche, las mismas que fueron reemplazadas por el PLC SIEMENS S7-200 CPU 222 y para su programación se utilizó el lenguaje ladder.

Al utilizar el PLC se prescinde de la utilización de elementos eléctricos y electrónicos como: dos electroimanes, dos focos, un relé electromecánico, un transformador, y seis tarjetas.

Además a la máquina envasadora se incorpora un visualizador siemens TD-200 para poder ingresar los datos de tiempos de: avance de los rodillos, inyección de leche y sellado del polietileno facilitando de esta manera la operación de la envasadora.

Al realizar estas innovaciones en la máquina se obtienen resultados favorables como garantizar un funcionamiento óptimo, un rendimiento de producción esperado, no depender de muchos repuestos y lo que es más una reducción del 50% del consumo de energía lo que significa mejoras económicas para la empresa.

SUMMARY

In a global economy, the competence is one of the most important parameter that we have to improve. This can reach thorough the reduction of cost, for example the energetic cost, if this cost is reduced, the cost of production also is decrease and have an additional advantage, which is to prolong the duration of our energetic resources and preserve the environment.

For that is necessary to impulse the development of programs of energetic save, directed specially to the productive sector, in other words, the industries, who are the greatest consumer, and one of that industry is the MOLIDESSA S.A in which was executed changes in the control system to a machine to bottle French milk (PREPAC IS-2).

The machine to bottle had six electronics cards, that controlled the process to bottle the milk, these were replaced for the PLC SIEMENS S7-200 CPU 222 and to program is used the ladder language.

When is used the PLC is unnecessary the electric and electronics elements such as: two electromagnetic, one light bulb, one electro mechanic relé, one transformer and six cards.

Moreover to the bottle machine is incorporated a visual SIEMENS TD-200 to can enter the time information of: advanced of the roller, injection of milk and sealed of the polietileno facilitating of this manner the operation of this machine.

When is innovated the machine the results are favorable for example guarantee the optimum function, an excellent production, don't depend of many supplies and the most important a reduction of 50% related with energetic consume what that meaning to improve the economy for the enterprise and is a contribution to protect the environment

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Yo Lcda. Alexandra Daniela Tapia Salazar portadora de la cedula N° 0502679061 en calidad de docente de la Unidad Educativa Bolívar Cisneros, CERTIFICO que la traducción del abstract (resumen) de español a ingles de la tesis: “OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE EN LA EMPRESA MOLIDES S.A. UBICADA EN LA PANAMERICANA NORTE KILÓMETRO 4, SECTOR LOS SAUCES, PARROQUIA ELOY ALFARO, CANTÓN LATACUNGA”, está sujeto a los parámetros establecidos del idioma inglés.

Latacunga, Octubre 2011

Atentamente:

.....

Lcda. Alexandra Daniela Tapia Salazar
C.I. 0502679061

INTRODUCCIÓN

El manejo sustentable de la energía es una necesidad vital para el planeta, fenómenos como el calentamiento global producido por varios factores entre ellos el uso irracional de la energía, ha permitido que en el mundo se estén produciendo catástrofes naturales de consideración, llevando a los gobiernos del mundo a tomar cartas sobre el asunto.

El tema de investigación “Optimización de la energía eléctrica en una máquina envasadora de leche en la Empresa MOLIDESA S.A. ubicada en la panamericana norte kilómetro 4, sector los Sauces, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga”, es importante ya que contribuye al ahorro de la energía eléctrica en nuestro país y eso debería ser el objetivo de todas las industrias en vista de que son las mayores consumidoras.

En el Capítulo I muestra la realidad energética de nuestro país, por lo que los gobiernos de turno y las Empresas Eléctricas han tomado medidas para fomentar el ahorro de energía en: los hogares, los comercios y las industrias para poder aplacar los racionamientos.

Además se consideran las principales formas con las que se utiliza la energía eléctrica dentro de las industrias: eléctrica, electrónica, mecánica y neumática con el fin de fomentar el reemplazo de los elementos de control y de potencia por nuevas tecnologías que optimizan el consumo de energía como son los PLC's. Muestra cómo utilizar y programar el PLC SIEMENS S7-200 CPU 222.

El Capítulo II muestra las estadísticas en porcentaje y en gráfico en base a 10 preguntas que se realizó a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A. para poder conocer lo que piensan sobre: el proyecto de optimizar el uso de la energía en la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2.

La metodología a utilizarse en la optimización de la energía eléctrica y automatización en la máquina envasadora es la experimental.

El Capítulo III está dedicado íntegramente a la propuesta, la misma que se divide en dos partes.

La primera con el objetivo de poder conocer: el proceso de funcionamiento de la máquina envasadora de leche, los distintos elementos que actúan, el consumo de corriente y de energía eléctrica antes y después de la optimización.

El segundo con el objetivo de realizar un análisis de costos de energía en la envasadora en: 1 hora, 8 horas, 1 mes y 1 año.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. EL SECTOR ENERGÉTICO EN EL ECUADOR.

1.1.1. Energía Eléctrica.

La **Energía eléctrica** es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético, como por ejemplo: la transportada por la corriente eléctrica en nuestras casas y que se manifiesta al encender una bombilla.

Gracias a la energía eléctrica podemos usar un ordenador, iluminar nuestras casas, y mantener los alimentos frescos en un frigorífico, además de muchas otras aplicaciones.

La energía eléctrica puede transportarse desde los lugares de generación hasta las subestaciones por medio de cables conductores para luego ser distribuidos a los consumidores.

Las centrales generadoras de electricidad se clasifican en termoeléctricas (de combustibles fósiles, biomasa, nucleares o solares), hidroeléctricas, eólicas, solares fotovoltaicas y mareomotrices. La mayoría de las fuentes de energía renovables se destinan a la producción de electricidad. <http://www.consumoteca.com/diccionario/energia-electrica>

Entonces, la energía eléctrica es la fuente motriz de la tecnología que ha revolucionado el mundo entero haciendo que la vida del ser humano sea cada vez más confortable.

1.1.2. Realidad del sector energético en nuestro país.

El 6 de noviembre del 2009 se dictaminó el Estado de Excepción Energética en el país a través del Decreto Presidencial N° 124. Esto se debe principalmente a la reducción de los caudales de los ríos lo que causó la suspensión temporal de algunas centrales hidroeléctricas, la falta de centrales térmicas de generación y una reducción en las importaciones de energía.

Con el objetivo de evitar que situaciones de emergencia se repitan se deben tomar medidas preventivas en función del mantenimiento de las plantas e inversión, para incrementar la potencia instalada, contar con planes de ahorro de energía, obtener financiamiento para proyectos estratégicos, implementar eficientemente los planes existentes para la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas y contar con unidades de generación térmicas.

Para el efecto, se dispone que se tomen las medidas necesarias para la importación de combustible necesario para la generación de las centrales térmicas.

Adicionalmente, se deberán implementar un plan de ahorro energético en las entidades del sector público, comercial, residencial y sobre todo al sector productivo; es decir, a las industrias quienes son las mayores consumidoras. Para que esto sea posible será necesario realizar cambios como: los motores eléctricos de bajo factor de potencia reemplazarlos por otros que se acerquen a la unidad, usar banco de capacitores para cargas inductivas con el fin de corregir el bajo factor de potencia, reemplazar sistemas de control y de potencia antiguos por nuevas tecnologías que consumen menos energía eléctrica.

Durante el primer semestre del 2009 la generación bruta de energía, incluyendo las importaciones, fue de 8,409 GWh, de los cuales el 61% fueron de generación hidroeléctrica, 8% de importaciones y el 31% de energía térmica. Por otro lado sector requiere grandes inversiones y proyectos para mejorar los niveles de

generación local y no depender en parte de las importaciones que pueden realizarse desde el Perú y Colombia.

Cuadro N° 1: CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

PROYECTO	POTENCIA (MW)
<i>PÚBLICOS</i>	
Mazar	160
Baba	42
Ocaña	26
Chorrillos	4
Sopladora	487
Toachi-Pilatón	228
Coca Codo Sinclair	1500
<i>PRIVADOS</i>	
San José del Tambo	8
Sigchos	17.4
San José de Minas	6
Apaqui	36
Pilaló 3	9.3
Angamarca	66
TOTAL	2589.7

Fuente: CONELEC.

Elaborado por: EL Investigador

Como se puede observar en el cuadro N°1 existen centrales de generación eléctrica en construcción y en proyecto, se requiere contar un financiamiento estable y segura que permita el avance de estas importantes obras que garantizará para que en el futuro no exista desabastecimiento de energía eléctrica
[.http://www.cip.org.ec](http://www.cip.org.ec)

Además esto contribuirá para optar por el uso de energías renovables.

No es necesario regresar mucho en el tiempo para darse cuenta que uno de los grandes problemas en nuestro país es la falta de inversión, programación y decisión para las obras de centrales de generación hidráulica y de esta manera explotar el gran potencial hídrico que tiene nuestro país, lo que ha obligado al sector eléctrico a depender de las importaciones de energía y en ocasiones a utilizar grandes volúmenes de diesel al tener que generar en unidades termoeléctricas antiguas y poco eficientes, lo que incrementa el costo de la energía eléctrica.

Como medida de ayuda, se adoptan formas urgentes para ahorrar energía eléctrica, ya sea en el sector residencial, comercial e industrial, es por eso que se ha visto la necesidad de realizar esta tesis como medida de optimizar la energía eléctrica en una envasadora de leche Prepac IS-2.

1.1.3. Medidas prácticas de ahorro de energía.

Existen algunas maneras de ahorro de energía.

a) En el hogar.

- El calentador eléctrico de agua representa uno de los mayores gastos (generalmente 3000 vatios de consumo de energía), en lo posible utilizar otras energías alternativas para el calentamiento del agua.
- Mejorar el aislamiento alrededor del depósito y tubería de agua caliente.
- Revisar que no haya fugas de agua.
- Regular el termostato al mínimo.
- Desconectar equipos electrónicos para eliminar el consumo de energía en espera. Esta energía puede representar cerca del 10% del consumo de energía eléctrica doméstica.
- Revisar la hermeticidad del refrigerador verificando el estado de los cauchos de la puerta. Esto se puede comprobar poniendo una hoja de papel al cerrar la puerta; si ésta cae o se desliza fácilmente cuando se tira de ella, indica que los empaques deben cambiarse.

- Colocar el refrigerador en un lugar con suficiente espacio para permitir la circulación del aire por la parte posterior, y lejos de fuentes de calor como la cocina o el sol.
- Evitar abrir frecuentemente la puerta.
- No introducir alimentos calientes.
- Regular el termostato para que no se forme hielo.
- Limpiar periódicamente la parte posterior del refrigerador.
- Mantener el ventilador de aire en buen estado, limpio y lubricado.
- No dejar prendido innecesariamente el ventilador.
- Limpiar periódicamente las aspas.
- No regular el termostato del aire acondicionado a una temperatura menor que 23°C (73°F).
- Mantener las puertas cerradas del lugar que quiere acondicionar, para evitar que el aire se pierda.
- Evitar usar agua caliente al lavar.
- Reducir el consumo de energía en el lavado de ropa. Existen detergentes que utilizan menos agua, requieren menos temperatura y ciclos de lavado más cortos.
- Usar sólo el detergente indispensable, el exceso produce mucha espuma y esto hace que el motor trabaje más de lo necesario.
- Si se deja de usar la computadora por un tiempo, apagar el monitor, es como apagar un foco de 75 W.
- Utilizar las opciones para regular el ahorro de energía que tiene cada computador.
- A pesar de que el CPU debe mantenerse encendido para mantener una conexión de Internet, las impresoras, monitores y otros periféricos no necesitan estar encendidos.
- No planchar en la noche y menos en las “horas pico” (18:00-20:00).
- Planchar la mayor cantidad de ropa en cada sesión.
- Rociar ligeramente la ropa sin humedecer demasiado.
- No dejar la plancha conectada innecesariamente.

- Desconectarla poco antes de terminar para aprovechar el calor remanente.

b) En el comercio.

- Establecer una campaña permanente de ahorro de energía en las instalaciones, dentro de lo cual, lo más importante es concienciar al personal.
- Organizar mejor las horas de operación de los equipos.
- Reducir los niveles internos de iluminación aprovechando la iluminación natural. Esto incluye retirar lámparas y la operación manual de interruptores. La separación de luces en dos circuitos permite usar uno de día y ambos en la noche.
- Disminuir el uso de elevadores y la velocidad de las escaleras eléctricas.
- Reducir los niveles de ventilación, aumentar la temperatura en los termostatos del aire acondicionado.
- Pintar las paredes y los techos con colores claros para aumentar la reflexión de la luz.

c) En la Industria.

- Eliminar fugas en sistemas de aire comprimido. El aire comprimido es responsable de un alto consumo de energía en la industria.
- Aumentar la presión del aire de admisión, mantener los filtros limpios y las tuberías libres de obstrucciones.
- Reducir la temperatura del aire de admisión.
- Realizar acciones de mantenimiento preventivo a los motores de la planta.
- Reemplazar partes en mal estado y lubricar para reducir la fricción. La fricción representa el 10% del consumo de los motores.
- Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores.
- Evitar colocar motores en locales reducidos o lugares que tengan poca ventilación. Un sobrecalentamiento del mismo puede disminuir su eficiencia.

- Instalar motores de velocidad ajustable, en aquellos accionamientos, donde la carga sea variable y se pueda controlar ajustando la velocidad. Por ejemplo en sistemas de bombeo y compresión.
- Instalar en motores de gran capacidad equipos de control de temperatura del aceite de lubricación de cojinetes, a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.
- Realizar correctamente la conexión a tierra de los motores.
- Reemplazar sistemas de control y de potencia antiguos.2000, Ministerio de Energías y Minas. Eficiencia Energética Electricidad

1.2 ELEMENTOS DE LA MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE PREPAC IS-2

La máquina envasadora PREPAC IS-2 es destinada en general al envasado de todo producto susceptible de caer por un tubo de una 1 ½ ‘, y en particular, de los líquidos.

La máquina recibe el líquido directamente de un tanque de almacenamiento o de una bomba y del otro lado un rollo suministra un film o hoja de material termo soldable.

La máquina envasadora asegura automáticamente las siguientes funciones:

- Se forma el film en forma de manga en un tubo.
- Inyecta y dosifica el líquido en el interior de la manga.
- Precinta y corta en una medida prefijada.
- Suelta las bolsas ya llenas de líquido.

Los elementos de máquina son todas aquellas piezas o componentes más sencillos que correctamente ensamblados constituyen una máquina completa y en funcionamiento.

1.2.1 Tipos de Elementos para Máquinas Envasadoras de Líquidos.

Podemos clasificar los Elementos de Máquinas en:

Mecánicos. Son las piezas de metal o de otros materiales que constituyen los elementos de la máquina, los mismos que pueden ser:

Mecánicos Constitutivos, como los elementos que forman la estructura de la máquina.

De Unión Fija, como la soldadura y los remaches.

De Unión Desmontable, son todos aquellos que pueden desarmarse como los tornillos, pasadores, grapas.

De Transmisión, como su nombre lo indica son todos aquellos que transmiten el movimiento y lo regulan o modifican como los engranajes, poleas, cadenas, correas de transmisión.

Hidráulicos.- Son los elementos que funcionan empleando normalmente aceite hidráulico.

Neumáticos.- Son los elementos que funcionan usando aire comprimido. Para regular el fluido del aire se usan válvulas eléctricas o mecánicas.

Eléctricos.- Son los elementos que usan la energía eléctrica para transformar en energía mecánicas como: motores, solenoides, contactores, relés, etc.

1.2.2 Mecanismos.

Son dos o más piezas que conforman una máquina, dispuesta de tal manera que el movimiento de una de ellas obliga a moverse a las otras según una ley definida

que depende de la naturaleza de la combinación.

Los mecanismos son un conjunto de elementos rígidos, móviles uno respecto a otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones llamadas pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas.

En la ingeniería mecánica se denomina par cinético a una unión entre dos miembros de un mecanismo.

Los pares cinemáticos se clasifican en distintos tipos según el movimiento que permiten, y son un elemento primordial en la construcción de un mecanismo, dado que define el tipo de movimiento que habrá entre las piezas unidas. 2009, Tesis “Diseño y construcción de una envasadora de yogurt”

1.2.3 Motores de Inducción (corriente alterna).

Los motores de inducción son equipos eléctricos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica; sirven para accionar diferentes máquinas, mecanismos y dispositivos que son usados en la industria. En los sistemas modernos de control los motores se usan en calidad de dispositivos gobernadores, de control, como reguladores y/o programables.

Existen motores de inducción monofásicos, bifásicos y trifásicos. La simpleza de su diseño y su alta confiabilidad permiten su uso en diferentes campos de la ingeniería. En los sistemas de regulación automática (SRA) se usan ampliamente motores de control monofásico y bifásico, como generadores así también como selsyns.

Los motores de corriente alterna tienen la ventaja de una velocidad prácticamente constante; y el motor de inducción de jaula de ardilla, que es el tipo más comúnmente usado, no tiene conmutador ni escobillas y, por consiguiente, suprime todas las chispas y el riesgo de incendio consiguiente, al mismo tiempo

que reduce el número de partes sometidas a desgaste, son silenciosos, seguros y eficientes, y su control es muy cómodo.

A los motores de inducción se los conoce también con el nombre de motores asincrónicos porque no giran a la velocidad de sincronismo, ya que sus rotores tienen que girar siempre con una velocidad ligeramente inferior a la del campo magnético rotativo para que las líneas de fuerza corten a los conductores del rotor e induzcan en ellos la corriente necesaria. 1990. COYNE, *electricidad aplicada tomo III*

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos:

- a) de jaula de ardilla;
- b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras.

Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120°. Según el *Teorema de Ferraris*, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday:

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Entonces se da el *efecto Laplace* (o efecto motor): todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el *efecto Faraday* (o efecto generador): en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

El campo magnético giratorio gira a una velocidad denominada de sincronismo. Sin embargo el rotor gira algo más despacio, a una velocidad parecida a la de sincronismo. El hecho de que el rotor gire más despacio que el campo magnético originado por el estator, se debe a que si el rotor girase a la velocidad de sincronismo, esto es, a la misma velocidad que el campo magnético giratorio, el

campo magnético dejaría de ser variable con respecto al rotor, con lo que no aparecería ninguna corriente inducida en el rotor, y por consiguiente no aparecería un par de fuerzas que lo impulsaran a moverse.

También existen *motores asíncronos monofásicos*, en los cuales el estator tiene un devanado monofásico y el rotor es de jaula de ardilla. Son motores de pequeña potencia y en ellos, en virtud del *Teorema de Leblanc*, el campo magnético es igual a la suma de dos campos giratorios iguales que rotan en sentidos opuestos. 1982, Irving L. Kosow, Máquinas Eléctricas y Transformadores

La velocidad de rotación del campo magnético o *velocidad de sincronismo* está dada por:

$$n_{sinc} = \frac{60f_e}{p}$$

Dónde: f_e es la frecuencia del sistema, en Hz, y p es el número de pares de polos en la máquina. Estando así la velocidad dada en revoluciones por minuto (rpm).

El voltaje inducido en cierta barra de rotor está dado por:

$$e_{ind} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \ell$$

Dónde:

\vec{v} : velocidad de la barra *en relación con el campo magnético*

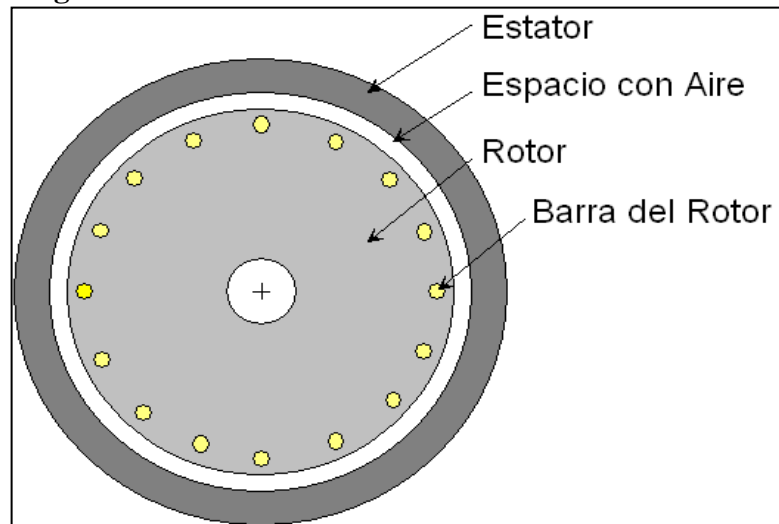
\vec{B} : vector de densidad de flujo magnético

ℓ : longitud del conductor en el campo magnético

\times : representa la operación "producto vectorial"

Lo que produce el voltaje inducido en la barra del rotor es el movimiento relativo del rotor en comparación con el campo magnético del estator.

Fig. N° 1: PARTES DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN



Fuente: Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_alterna

1.2.4 Reductores de velocidad.

Los motores de corriente continua y alterna son actuadores muy potentes, sin embargo giran a demasiada velocidad como para poderlos utilizarlos en muchas aplicaciones.

Por esta razón se emplean los reductores, habitualmente basados en engranajes.

Gracias a los engranajes podemos reducir la velocidad de los motores e incrementar el torque del motor, es decir para aumentar la fuerza en relación a la nominal.

Esto permite mover elementos voluminosos, con una reducción suficientemente elevada y fiable, un pequeño motor podría arrastrar una carga alta, sacrificando la velocidad de giro.

Los engranajes, casquillos y rodamientos de los reductores y Motor reductor están lubricados habitualmente por inmersión o impregnados en la grasa lubricante

alojada en la carcasa principal, por eso es necesario revisar el nivel del lubricante antes de la puesta en marcha.

1.2.5 Utilización de reductores de velocidad.

Los reductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesita reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.

Las ventajas de usar Reductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.

Los reductores se suministran normalmente acoplando el mecanismo a un motor eléctrico normalizado, cerrado y refrigerado por un auto ventilador o por aceite. Además, este motor suele incluir como protección, un guarda motor que limita su intensidad y un relé térmico de sobrecarga.

1.2.6 Características de Reductores.

1. Potencia, en HP, de entrada y de salida.
2. Velocidad, en RPM de entrada y de salida.
3. Par (o torque), a la salida del mismo, en Kg/m.
4. Relación de reducción: índice que detalla la relación entre las RPM de entrada y salida. 2005, Elonka Michael, Operación de Plantas Industriales.

Para este trabajo práctico de investigación hemos reemplazado un sistema embrague – freno gobernado por electroimanes por una junta o unión entre el motor de inducción y el reductor como se puede ver en la figura N°2.

El reductor es acoplado a los rodillos de arrastre del polietileno que gira de acuerdo al largo de funda que se requiera realizar.

Fig. N° 2: MOTOR Y REDUCTOR.



Fuente: del investigador

1.3 PLC (controlador lógico programable).

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es una máquina electrónica, la cual es capaz de controlar máquinas.

1.3.1 Definición del PLC S7- 200.

Un PLC es un computador de aplicación industrial autónomo y compacto que incorpora una unidad central de procesamiento (CPU), una fuente de alimentación, así como entradas y salidas tanto digitales como analógicas.

1.3.2 Características Técnicas del PLC S7- 200.

- La CPU ejecuta el programa y almacena los datos para la tarea de automatización o el proceso.
- Utilizando módulos de ampliación se pueden agregar entradas y salidas (E/S) adicionales a la CPU.

- La fuente de alimentación suministra corriente a la unidad central y a los módulos de ampliación conectados.
- Las entradas vigilan las señales de los dispositivos de campo (por ejemplo sensores e interruptores), mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.
- El puerto de comunicación utiliza una interfase RS-485 permite conectar la CPU a una unidad de programación, en este caso a un computador en el que se realiza la programación para luego transmitirla a la CPU.
- Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (RUN o STOP), el estado de las entradas y salidas integradas, así como los posibles fallos (SF) del sistema que se hayan detectado.
- Tiene un reloj de tiempo real incorporado.
- Permite la adición de módulos con entradas y salidas analógicas con los cuales se pueden realizar la operación del lazo PID y operaciones aritméticas en coma flotante. 2007, CORFOPYM, Manual de automatización de Máquinas y Equipos Industriales.

1.3.3 Características Físicas del PLC S7-200.

El PLC S7-200 CPU 222 SIEMENS posee una estructura plástica robusta con todos sus elementos en un solo módulo que permite conectar las entradas y las salidas de señal como se puede ver en la figura N° 3.

Fig. N° 3: PLC SIEMENS S7-200



Fuente: del investigador

1.3.4 Reglas para la Instalación.

El PLC Simatic es fácil de instalar. Se pueden montar bien sea en un armario eléctrico, utilizando los orificios de sujeción previstos a tal efecto, o bien en un raíl normalizado (DIN) usando ganchos de retención.

1.3.5 Instalación del Cableado de Campo.

Los puntos siguientes constituyen reglas de carácter general para la instalación y el cableado del Micro PLC S7- 200.

- Al cablear un Micro-PLC S7- 200 es necesario respetar todos los reglamentos, códigos y normas eléctricas vinculantes.
- Utilice siempre cables con una sección adecuada para la intensidad. Los PLC S7- 200 aceptan cables con sección de 1.50 mm² a 0.50 mm² (14 AWG a 22AWG).
- El par máximo de apriete de los bornes de tornillo es de 0.56 N-m.
- Utilice siempre un cable lo más corto posible (apantallado o blindado como máximo 500 metros, sin pantalla o blindaje 300 metros). El cableado deberá efectuarse por pares; con el cable de neutro o común combinado con un cable de fase o uno de señal.
- Separe el cableado de corriente alterna y el cableado de corriente continua de alta tensión y rápida conmutación de los cables de señal de baja tensión.
- Identifique y disponga adecuadamente el cableado hacia los S7 200. De ser necesario, prevea un alivio de tracción.
- Ninguna alimentación externa deberá aplicarse a una carga de salida en paralelo con una salida de corriente continua (DC). En caso contrario puede circular corriente inversa a través de la salida a menos que se instale un diodo u otra barrera.

A continuación se indican reglas de carácter general para instalaciones con corriente alterna.

- Instale un interruptor unipolar para cortar la alimentación de la CPU todos los circuitos de entrada y todos los circuitos de salida (de carga).
- Prevea dispositivos de sobre corriente para proteger la alimentación de la CPU, las salidas y las entradas. Para mayor protección es posible instalar un fusible en cada salida.
- No se precisa de protección de sobre corriente externa para las entradas si se utiliza la fuente de alimentación de DC 24 Voltios para sensores integrada en el Micro-PLC. Esta fuente para sensores está protegida contra corto circuitos.
- Conecte todos los terminales de tierra del S7- 200 por el camino más corto a tierra para obtener el mayor nivel posible de inmunidad a interferencias.
- Es recomendable conectar todos los terminales de masa a un solo punto eléctrico. Para establecer esta conexión, utilice un cable con una sección de 14 AWG ó 1.5mm².
- La fuente de alimentación DC para sensores integrada en el módulo base puede usarse también para alimentar las entradas de dicho componente.
- Para obtener el mayor nivel posible de inmunidad a interferencias en la mayoría de las instalaciones, la conexión M de la fuente de alimentación de sensores se deberá conectar a tierra. 2007, CORFOPYM, Manual de automatización de Máquinas y Equipos Industriales

1.3.6 El Ciclo de la CPU.

Los programas para la CPU S7- 200 comprenden tres partes básicas: el programa principal, las subrutinas (opcional) y las rutinas de interrupción (opcional).

- Programa principal: En esta parte del programa se disponen las operaciones que controlan la aplicación. Las operaciones del

programa principal se ejecutan de forma secuencial en cada ciclo de la CPU.

- Subrutinas: Estos elementos opcionales del programa se ejecutan solo cuando se llaman desde el programa principal.
- Rutinas de interrupción: Estos elementos opcionales del programa se ejecutan cada vez que ocurra el correspondiente evento de interrupción.

La CPU S7-200 se ha previsto para que ejecute cíclicamente una serie de tareas, incluyendo el programa de usuario. Dicha ejecución se denomina ciclo. Durante el ciclo, la CPU ejecuta la mayoría de las tareas siguientes (o todas ellas).

- Detecta las entradas.
- Ejecuta el programa del usuario.
- Procesa las peticiones de comunicación.
- Efectúa un auto diagnóstico.
- Escribe en las salidas.

1.3.6.1 Detecta las entradas digitales.

El PLC al principio de cada ciclo lee los valores actuales en las entradas digitales y escriben luego en la imagen del proceso de las entradas.

La CPU reserva un espacio de la imagen del proceso de las entradas en incremento de ocho bits (un byte). Si la CPU o el módulo de ampliación no proveen una entrada física para cada bit del byte reservado, no será posible asignar dichos bits a los módulos siguientes en la cadena de E/S o utilizarlos en los programas de usuario. Al comienzo de cada ciclo, la CPU pone a cero estos bits no utilizados en la imagen del proceso. No obstante, si la CPU asiste varios módulos de ampliación y no se está utilizando su capacidad de E/S (porque no se

han instalado los módulos de ampliación), los bits de entradas de ampliación no utilizados se pueden usar como marcas internas adicionales.

La CPU no actualiza las entradas analógicas como parte del ciclo normal, a menos que se haya habilitado la filtración digital de las mismas.

Dicha filtración es una opción seleccionable por el usuario, pudiendo habilitar individualmente para cada una de las entradas analógicas.

La filtración digital se ha previsto para su utilización en módulos analógicos de bajo costo que no disponen de una filtración interna al módulo.

Es recomendable utilizar la filtración digital en aplicaciones donde la señal de entrada cambia lentamente. Si la señal es rápida, no es recomendable habilitar la filtración digital.

Si se habilita la filtración de una entrada analógica, la CPU actualiza dicha entrada una vez por ciclo, efectúa la filtración y almacena internamente el valor filtrado. El valor filtrado se suministra entonces cada vez que el programa accede a la entrada analógica.

Si no se habilita la filtración de una entrada analógica, la CPU lee su valor del módulo físico cada vez que el programa de usuario accede a la entrada analógica.

1.3.6.2 Ejecutar el programa

Durante esta fase del ciclo, la CPU ejecuta el programa desde la primera operación hasta la última (= Finalizar programa). El control directo de las entradas y salidas permite acceder directamente a las mismas mientras se ejecuta el programa o una rutina de interrupción.

Si se utilizan interrupciones, las rutinas asociadas a los eventos de interrupción se almacenan como parte del programa. Las rutinas de interrupción no se ejecutan

como parte del ciclo, sino sólo cuando ocurre el evento (en cualquier punto del ciclo).

1.3.6.3 Procesar las peticiones de comunicación.

Durante esta fase del ciclo, la CPU procesa los mensajes que haya recibido por el puerto de comunicación.

1.3.6.4 Efectuar el autodiagnóstico de la CPU.

Durante el autodiagnóstico se comprueba el firmware de la CPU y la memoria del programa (sólo en modo RUN), así como el estado de los módulos de ampliación.

1.3.6.5 Escribir en las salidas digitales.

Al final de cada ciclo la CPU escribe los valores de la imagen del proceso de las salidas en las salidas digitales.

La CPU reserva un espacio de la imagen del proceso de las salidas en incrementos de ocho bits (un byte). Si la CPU o el módulo de ampliación no proveen una salida física para cada bit del byte reservado, no será posible asignar dichos bits a los módulos siguientes en la cadena de E/S.

Cuando el modo de operación de la CPU se cambia de RUN a STOP, las salidas digitales adoptan los valores definidos en la tabla de salidas o conservan su estado actual. Las salidas analógicas conservan su último valor. Por defecto, las salidas digitales están desactivadas.

1.3.6.6 Interrumpir el ciclo.

Si se utilizan interrupciones, las rutinas asociadas a los eventos de interrupción se almacenan como parte del programa. Las rutinas de interrupción no se ejecutan

como parte del ciclo, sino solo cuando ocurre el evento (en cualquier punto del ciclo).

La CPU procesa las interrupciones según su prioridad y después en el orden que aparecen. 2005, SIEMENS SIMATIC, Manual del Sistema de Automatización S7 200, Edición 08.

1.3.7 Programación del PLC S7-200.

1.3.7.1 Referencias a las entradas y salidas en el programa.

El funcionamiento básico de la CPU S7-200 es muy sencillo:

- La CPU lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en la CPU utiliza dichas entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, la CPU actualiza los datos.
- La CPU escribe los datos en las salidas.

1.3.7.2 Lenguaje y editores de programación S7-200.

Las CPUs S7-200 ofrecen numerosos tipos de operaciones que permiten solucionar una gran variedad de tareas de automatización. Disponen de dos juegos básicos de operación, SIMATIC e IEC 1131-3. El software de programación STEP 7-Micro/WIN 32 permite elegir entre diferentes editores para crear programas de control utilizando dichas operaciones.

Para crear sus programas deben hacer dos selecciones básicas:

- 1) El tipo de juego de operación a utilizar (SIMATIC e IEC 1131-3).
- 2) El tipo de editor a utilizar (Lista de instrucciones, Esquema de contactos o Diagrama de funciones).

Cuadro N° 2 : LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.

Juego de operaciones SIMATIC	Juego de operaciones
Editor AWL (lista de operaciones)	No disponible
Editor KOP (Esquema de contactos)	Editor (Diagrama de escaleras)
Editor FUP (Diagrama de funciones)	Editor FBD (Diagrama de bloques)

Fuente: Manual de automatización de máquinas y equipos industriales

1.3.7.3 Editor KOP (esquema de contactos).

El editor KOP (esquema de contactos) de STEP 7-Micro/WIN 32 permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

KOP es probablemente el lenguaje predilecto de numerosos programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización.

Básicamente, los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. Por lo general, la lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas “segmentos” o “net Works”. El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba abajo.

Contactos – representan condiciones lógicas de “entrada” tales como interruptores, botones, condiciones internas.

Bobinas – representan condiciones lógicas de “salida” tales como lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.

Cuadros – representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas. A continuación se indican los aspectos principales a considerar cuando se desee utilizar el editor KOP:

- El lenguaje KOP les facilita el trabajo a los programadores principiantes.

- La representación gráfica es a menudo fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero.
- El editor KOP se puede utilizar con los juegos de operaciones SIMATIC.
- El editor AWL siempre se puede utilizar para visualizar un programa creado en SIMATIC KOP. 2000, Mario R. Modesti, Controladores de Lógica Programable,

1.3.7.4 Editor FUP (diagrama de funciones).

El editor FUP (diagrama de funciones) del STEP 7-Micro/WIN 32 permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares a los circuitos de compuertas lógicas. En FUP no existen contactos ni bobinas como en el editor KOP, pero si hay operaciones equivalentes que se representan en forma de cuadros.

La lógica del programa se deriva de las conexiones entre las operaciones de cuadro.

1.3.8 Modos de operación del S7 – 200.

El S7-200 tiene dos modos de operación, a saber: STOP y RUN. Los LEDs de estado en el frente de la CPU indican el modo de operación actual. En modo STOP, el S7-200 no ejecuta el programa.

El S7-200 incorpora un selector que permite cambiar el modo de operación. El modo de operación se puede cambiar manualmente accionando el selector (ubicado debajo de la tapa de acceso frontal del S7-200).

Si el selector se pone en STOP, se detiene la ejecución del programa. Si se pone en RUN, se inicia la ejecución del programa. Si se pone en TERM, no cambia el modo de operación.

Si se interrumpe la alimentación estando el selector en posición STOP o TERM, el

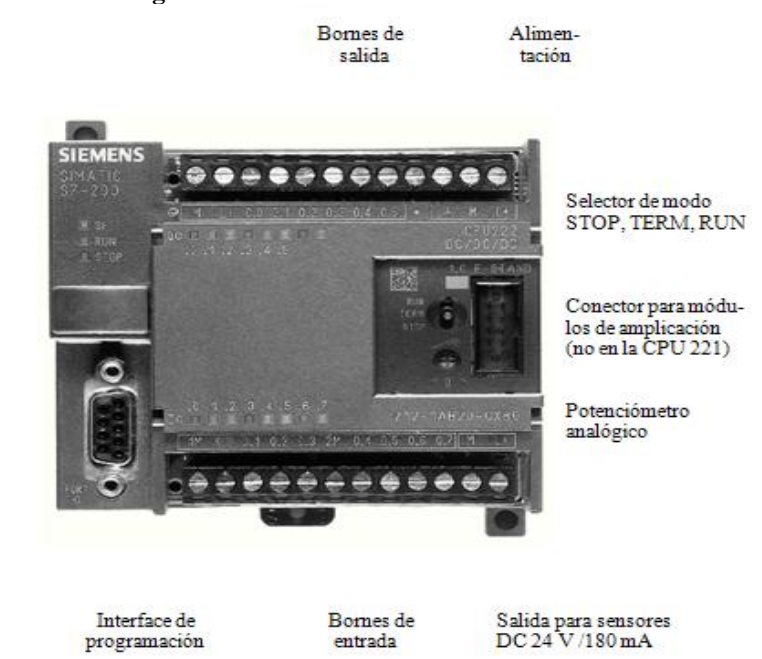
S7-200 pasa a modo STOP cuando se le aplique tensión. Si se interrumpe la alimentación estando el selector en posición RUN, el S7-200 pasa a modo RUN cuando se le aplique tensión.

STEP 7-Micro/WIN permite cambiar el modo de operación del S7-200 conectado. Para que el modo de operación se pueda cambiar mediante el software, el selector del S7-200 debe estar en posición TERM o RUN. Elija para ello el comando de menú **CPU > STOP** o **CPU > RUN**, respectivamente (o haga clic en los botones correspondientes de la barra de herramientas).

Para cambiar el S7-200 a modo STOP es posible introducir la correspondiente operación (STOP) en el programa. Ello permite detener la ejecución del programa en función de la lógica.

En la figura N° 4 se puede ver todas las partes con que cuenta el PLC S7-200.

Fig. N° 4: PERIFÉRICOS DEL PLC S7 – 200.



Fuente: 2009, Manual SIEMES, El S7-200 en una hora, Edición 07

1.3.9 Software de Programación MICRO/WIN para el PLC S7-200.

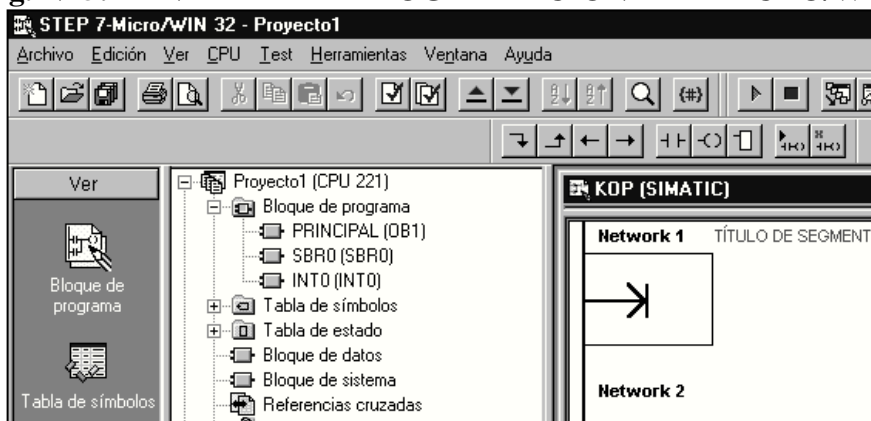
El paquete de programación STEP 7- Micro/WIN constituye un entorno de fácil manejo para desarrollar, editar y observar el programa necesario con objeto de controlar la aplicación.

STEP 7-Micro/WIN provee tres editores que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

Además se puede ejecutar en un ordenador (PC), o bien en una programadora de Siemens (por ejemplo en una PG 760). El PC o la PG deben cumplir los siguientes requisitos mínimos: Sistema operativo: Windows 2000, Windows XP, 350 Mbytes libres en el disco duro (como mínimo).

En la figura N° 5 se observa en parte las distintas funciones de la pantalla de programación que puede realizar el programa STEP 7 MICRO/WIN.

Fig. N° 5: PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL MICRO/WIN.



Fuente: la del investigador

- Los botones de la barra de navegación permiten acceder fácilmente a las herramientas de programación.
- El **Árbol de operación** es muestra todos los componentes del proyecto y el juego de operaciones de la CPU. Haciendo clic con el botón derecho del ratón en los componentes del árbol para cambiar la estructura o las

propiedades de los proyectos. Las operaciones se pueden arrastrar y soltar directamente en los programas KOP ó FUP.

- En los editores KOP y FUP se puede ajustar un factor de zoom cualquiera.
- Es posible seleccionar la fuente, el tamaño y el color preferidos para el editor (KOP, FUP, AWL).
- Se puede elegir el tamaño deseado para las retículas de los editores KOP y FUP.
- El aspecto del área de trabajo de STEP 7- MICRO/WIN 32 se puede modificar fácilmente para ajustar las preferencias individuales.
- Las operaciones se pueden arrastrar y soltar desde el navegador, o bien hacer doble clic para insertarlas automáticamente (KOP. FUP)
- La nueva función “Ajustes regionales” ofrece mayor flexibilidad a la hora de elegir las opciones de visualización.

Las márgenes de direcciones se comprueban automáticamente con el tipo seleccionado de CPU.

1.4 Visualizador de texto TD 200.

El TD 200 es un aparato de bajo coste que permite visualizar, supervisar y modificar las variables de proceso de la aplicación.

El TD 200 incorpora cuatro teclas con funciones predefinidas activadas por bits, permitiendo configurar hasta ocho funciones activadas por bits. (Ver figura N° 6).

Los visualizadores de texto van de la mano con el PLC ya que permite visualizar los distintos estados de programación de las variables de proceso. Existen diferentes tipos de visualizadores como los paneles táctiles que facilitan la programación de los PLC's.

El visualizador de textos TD 200 puede conectarse al S7-200. El asistente del visualizador de textos sirve para programar el S7-200 de manera que se visualicen

mensajes de texto y otros datos pertinentes a la aplicación.

Fig. N° 6: VISUALIZADOR DE TEXTO SIEMENS TD 200



Fuente: del investigador

1.5 Sensores.

En un sistema de manufactura flexible, es de vital importancia que los dispositivos que actúan como elementos integradores del mismo, ofrezcan un nivel de seguridad que permita garantizar el desarrollo completo del proceso en ejecución en las industrias, y eso efectivamente realizan los sensores.

1.5.1 Definición.

Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos como: la luz, la velocidad, aceleración, tamaño, cantidad. Se puede decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento. <http://www.instrumentacionycontrol.net/es/curso-completo-de-plcs/110-capitulo-5-conociendo-el-lenguaje-en-escalera-ladder-en-los-plcs.html>

1.5.2 Distancia Operativa de los Sensores.

La distancia es la característica más importante de un sensor. Depende básicamente del diámetro del sensor.

Otro aspecto importante son las dimensiones y la composición del material, como también la temperatura ambiente.

1.5.3 Sensor Óptico.

Los sensores fotoeléctricos, también conocidos por sensores ópticos, manipulan la luz, de forma que detectan la presencia del elemento accionador que en la mayoría de los casos es el propio producto, un ejemplo de sensor fotoeléctrico se visualiza en la figura N° 7.

Fig. N° 7: SENSOR ÓPTICO



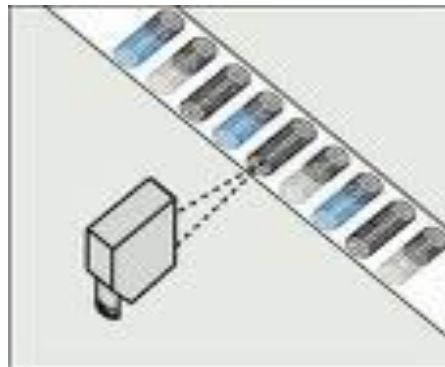
Fuente: del investigador

1.5.4 Principio de Funcionamiento.

Se basa en la transmisión y recepción de la luz infrarroja (invisible al ser humano) que puede ser reflejada o interrumpida por el objeto a ser detectado.

Los sensores fotoeléctricos están compuestos por dos circuitos básicos: un emisor de la faja de luz, denominado transmisor y el otro receptor de la faja de luz, denominado receptor, como se puede ver en la figura N° 8.

Fig. N° 8: SENSOR ÓPTICO POR CONTRASTE DE COLORES



Fuente: del investigador

Fuente: Internet: http://www.google.com.ec/search?q=sensores+opticos&hl=es&biw=1003&bih=592&prmd=ivnsb&tbnm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=Don_Ta6DIvG00AH3q_GnDw&ved=0CEAQsAQ

1.5.5 Características del Sensor Óptico.

- Son de confección pequeña, pero robustos.
- Mayor distancia de operación.
- Detectan cualquier material.
- Larga vida útil.

1.5.6 Tipos de Sensores de Proximidad Ópticos.

a.- Sensores de Barrera.

Los sensores de barrera constan de dos elementos: emisor y receptor, montados separadamente, con los cuales se puede tener amplios rangos de detección.

b.- Sensores Réflex.

Funcionan cuando la luz es emitida por un reflector especial que devuelve la luz en el mismo ángulo que la recibe.

c.- Sensores de Fibra Óptica.

En este tipo, el emisor y el receptor están inter constituidos en una caja que pueden estar a varios metros del objeto a sensar. Para la detección emplean los cables de fibra óptica por donde circulan los haces de luz emitido y recibido. 2009, Tesis "Diseño y construcción de una envasadora de yogurt"

1.6.7 Sensores de Contacto (micro-Switch).

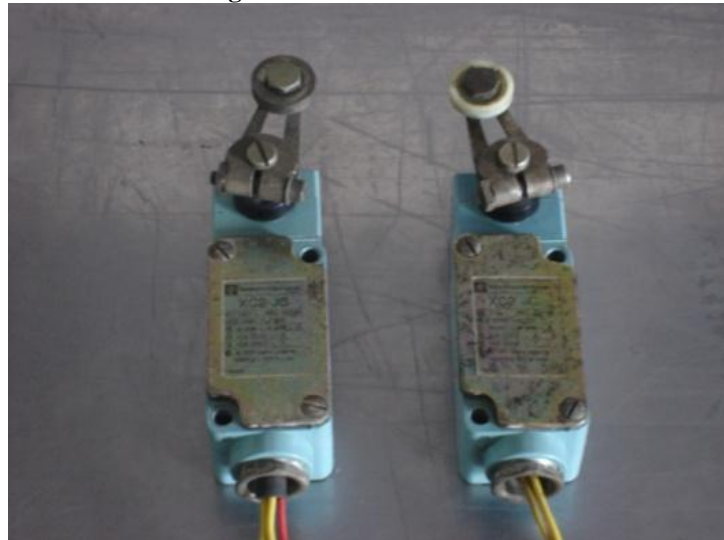
Los Sensores de Contacto son los dispositivos más simples, ya que son interruptores que conectan y desconectan (ON- OFF) cuando lo acciona un objeto que puede ser una puerta, una leva, un brazo que se encuentra en movimiento. Se los conoce con el nombre de micro switch o finales de carrera, existiendo un sin número de ellos tanto de tamaño y forma de acuerdo a la utilización que se la vaya a dar.

Normalmente el micro-switch tienen dos contactos: un normalmente abierto y un normalmente cerrado que cambia de posición cuando es accionado.

El micro switch está diseñado de una carcasa metálica que lo protege de golpes, que normalmente lo que se daña son los contactos y las cimbras que accionan a los mismos, ya que cada micro switch tiene un número n de accionamientos dependiendo de la marca. (Ver figura N°9)

Para el accionamiento de los contactos, el micro switch posee un brazo que en su extremo hay una pequeña rueda para el suave contacto con el elemento que lo mueve, y en el otro extremo está sujeta a un mecanismo (cabezal) que mueve a un pequeño eje que acciona los contactos.

Fig. N° 9: MICRO SWITCH.



Fuente: del investigador

1.6 Variadores de Frecuencia.

Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad.

Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, o inversores. Desde que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

1.6.1 Principio de Funcionamiento del Variador de Frecuencia.

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Dónde:

RPM = Revoluciones por minuto.

f = frecuencia de suministro AC (Hertz).

p = Número de polos (adimensional).

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores sincrónicos o en motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada resultaría en 3600 RPM, 1800 RPM, 1200 RPM y 900 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente, funcionando en 60Hz y en CA.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores sincrónicos como en motores asíncronos) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético).

Ejemplo:

El motor eléctrico de la envasadora de leche es de 4 polos, la frecuencia de la red es de 60 Hz debería tener una velocidad síncrona de 1800 rpm:

$$\frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ RPM}$$

Si el motor es un motor de inducción, la velocidad de operación a plena carga estará sobre los 1750 RPM.

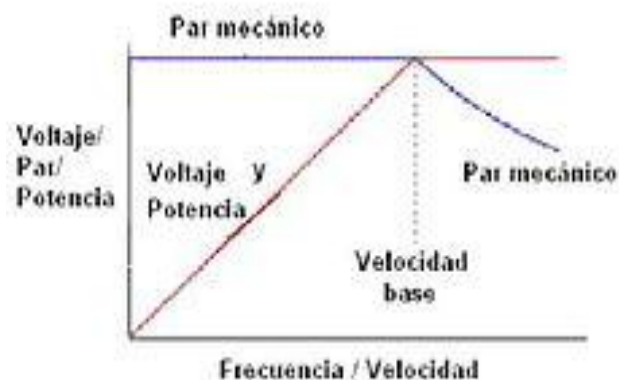
Si el motor está conectado al variador de velocidad que le proporciona 40 Hz, la velocidad síncrona será de 1200 RPM:

$$\frac{120 \times 40}{4} = 1200 \text{ RPM}$$

Descripción del Variador de Frecuencia (VDF),

Un sistema de variador de frecuencia (VFD) consiste generalmente en un motor AC, un controlador y un interfaz operador.

Fig. N° 10: RELACIÓN PAR-VELOCIDAD PARA UN VARIADOR DE VELOCIDAD:



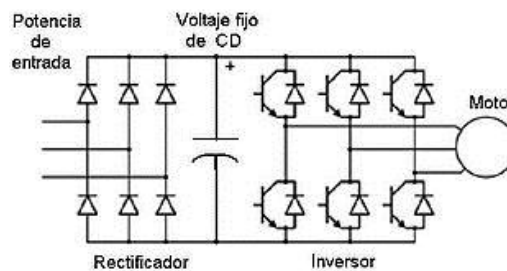
Fuente.- Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia

El motor usado en un sistema VFD es normalmente un motor de inducción trifásico. Algunos tipos de motores monofásicos pueden ser igualmente usados, pero los motores de tres fases son normalmente preferidos. Varios tipos de motores síncronos ofrecen ventajas en algunas situaciones, pero los motores de

inducción son más apropiados para la mayoría de propósitos y son generalmente la elección más económica. Los motores diseñados para trabajar a velocidad fija son usados habitualmente, pero la mejora de los diseños de motores estándar aumenta la fiabilidad y consigue mejor rendimiento del VFD (Variador de frecuencia).

El controlador de dispositivo de variación de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. El diseño habitual primero convierte la energía de entrada AC en DC usando un puente rectificador. La energía intermedia DC es convertida en una señal casi senoidal de AC usando un circuito inversor conmutado. El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un *convertidor de fase*, un variador de velocidad).

Fig. N° 11: DIAGRAMA DE VARIADOR DE FRECUENCIA CON MODULACIÓN DE ANCHO DE PULSO



Fuente: Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia

Tan pronto como aparecieron los interruptores semiconductores fueron introducidos en los VFD, ellos han sido aplicados para los inversores de todas las tensiones que hay disponible. Actualmente, los transistores bipolares de puerta aislada (GBTs) son usados en la mayoría de circuitos inversores.

Las características del motor AC requieren la variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 voltios

cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz. Así la relación voltios/hertzios deben ser regulados en un valor constante ($460/60 = 7.67 \text{ V/Hz}$ en este caso). Para un funcionamiento óptimo, otros ajustes de voltaje son necesarios, pero nominalmente la constante es V/Hz es la regla general. El método más novedoso y extendido en nuevas aplicaciones es el control de voltaje por modulación del ancho de pulso. http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia

Fig. N° 12: VARIADOR DE FRECUENCIAS



Fuente: del investigador

1.7 Transformadores.

Se denomina transformador a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir el voltaje en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal, esto es, sin pérdidas, es igual a la que se obtiene a la salida.

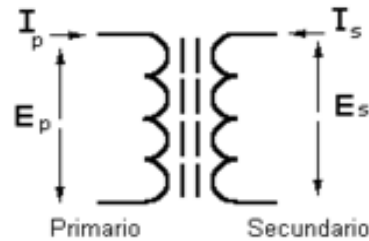
Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro dulce o hierro silicio.

Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>

Fig. N° 13: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL TRANSFORMADOR.



Fuente.- 2008, Rodrigo R. Vélez, Teoría y Práctica de Transformadores

1.7.1 Funcionamiento.

Si se aplica una fuerza electromotriz alterna en el devanado primario, las variaciones de intensidad y sentido de la corriente alterna crearán un campo magnético variable dependiendo de la frecuencia de la corriente. Este campo magnético variable originará, por inducción electromagnética, la aparición de una fuerza electromotriz en los extremos del devanado secundario.

La relación entre la fuerza electromotriz *inductora* (E_p), *la aplicada al devanado primario* y la fuerza electromotriz *inducida* (E_s), *la obtenida en el secundario*, es *directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario* (N_p) *y secundario* (N_s).

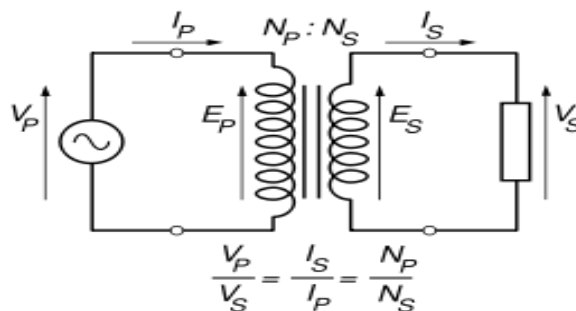
$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

1.7.2 Relación de transformación (m).

Del voltaje entre el bobinado primario y el secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = m$$

Fig. N° 14: Relación de transformación Primario – Secundario.



Fuente: 1982, Irving L. Kosow, *Máquinas Eléctricas y Transformadores*

Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas por [efecto Joule] y se minimiza el costo de los conductores.

Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama *relación de vueltas* del transformador o *relación de transformación*.

Ahora bien, como la potencia aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario, el producto de la fuerza electromotriz por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10 amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte). 2008, Rodrigo R. Vélez, *Teoría y Práctica de Transformadores*

1.7.3 Tipos de transformadores.

Existe una gran infinidad de tipos de transformadores dependiendo de las necesidades y desempeño en la industria. El tipo de transformador que se usa en esta investigación es de tipo Toroidal cuyo bobinado consiste en un anillo, normalmente de compuestos artificiales de ferrita, sobre el que se bobinan el

primario y el secundario. Son más voluminosos, pero el flujo magnético queda confinado en el núcleo, teniendo flujos de dispersión muy reducidos y bajas pérdidas por corrientes de Foucault. En la figura N° 15 se puede observar los transformadores de 220/24 voltios, 220/12 voltios y 220/10 voltios que son usados para el sellado del polietileno tanto vertical como horizontal que para su efecto utiliza resistencias eléctricas.

Fig. N° 15: TRANSFORMADOR TIPO TOROIDAL



Fuente: Del investigador

1.8 Sistemas Neumáticos.

1.8.1 Introducción.

Los principios básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos. Desde el año de 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos productivos.

Desde entonces la neumática ha sido explotada en gran manera usando tecnologías para sacar gran provecho en la industria, lo que ha ayudado a optimizar el tiempo y ahorro de mano de obra.

La Automatización tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por la vía de la tecnología y por esta razón, cada vez es más necesario que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimientos técnicos para la utilización de esta energía neumática.

<http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

1.8.2 La neumática.

La neumática es la rama técnica que se dedica al estudio y aplicaciones prácticas del aire comprimido. El aire comprimido es aire tomado de la atmósfera y confinado a presión en un espacio reducido.

Hoy en día son muchos los sistemas técnicos que basan su funcionamiento en este tipo de energía en la industria, son muy útiles los sistemas neumáticos porque proporciona movimiento lineal y desarrollan grandes fuerzas, utilizándose para empujar y levantar cargas pesadas, presionar objetos entre otros usos.

1.8.3 Producción de aire comprimido.

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Fig. N° 16: FUENTE DE AIRE COMPRIMIDO POR PISTÓN INGERSOLL RAND



Fuente: del investigador

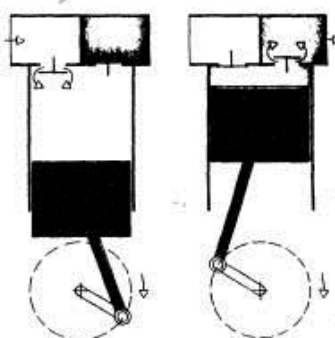
Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación en el equipo generador supone gastos muy considerables.

Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores: los alternativos como los de pistón y los rotativos como los de tornillo.

En este caso utilizaremos el de pistón, este compresor funciona en base a un mecanismo de excéntrica (figura N° 17) que controla el movimiento alternativo de los pistones en el cilindro. Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara por lo que disminuye la presión interna, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro. Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen disponible para el aire, esta situación origina un aumento de presión que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido ya sea a una segunda etapa o bien al acumulador.

Fig. N° 17: PISTONES DE UN GENERADOR NEUMÁTICO



Fuente.- Internet: <http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

Las ventajas de la Neumática:

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia.
- Cambios instantáneos de sentido.

Desventajas de la neumática:

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruido generado por la descarga del aire hacia la atmósfera.

FESTODIDACTIC "Sistemas Neumáticos e Hidráulicos"

1.8.4 Actuadores Neumáticos.

Los actuadores neumáticos son dispositivos que utilizan el aire comprimido para transformarlos en trabajo mecánico mediante un movimiento lineal.

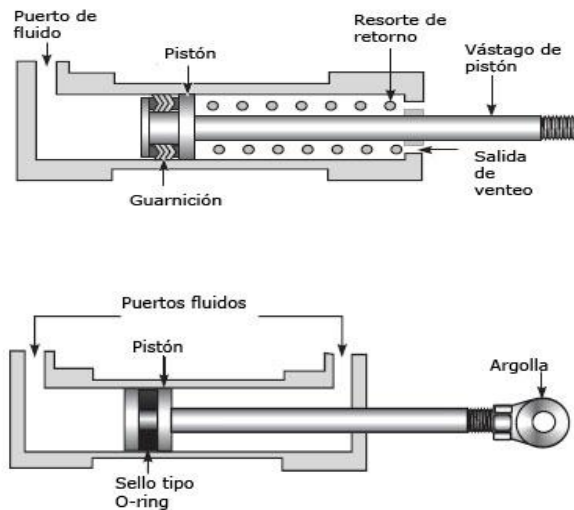
1.8.5 Cilindros Neumáticos.

El cilindro consiste en un émbolo o pistón operando dentro de un tubo cilíndrico.

Los cilindros actuadores pueden ser instalados de manera que el cilindro esté anclado a una estructura inmóvil y el émbolo o pistón se fija al mecanismo que se accionará, o el pistón o émbolo se puede anclar a la estructura inmóvil y el cilindro fijado al mecanismo que se accionará. Los cilindros actuadores para los sistemas neumáticos e hidráulicos son similares en diseño y operación.

Los cilindros neumáticos consta de carrera de avance y carrera de retroceso, a veces accionada por el mismo sistema (cilindro de doble efecto) y en otros casos por un resorte de reacción (cilindros de simple efecto), El émbolo de la inyección y de la prensa vertical funcionan de ésta última manera.

Fig. N° 18: CILINDRO TIPO PISTÓN DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO RESPECTIVAMENTE.



Fuente: Internet: <http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

Los actuadores neumáticos requieren de válvulas de control para que se activen o desactiven los cilindros.

1.9. Válvulas.

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una

pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos.

Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C).

En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia. La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección de terminada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

1.9.1 Válvula de control.

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada. <http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>

1.9.2 Electroválvulas.

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoides.

Fig. N° 19: ELECTROVÁLVULAS LUCIFER.



Fuente: del investigador

1.9.3 Clases y Funcionamiento de las electroválvulas

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para que actúe la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es normal que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle.

Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

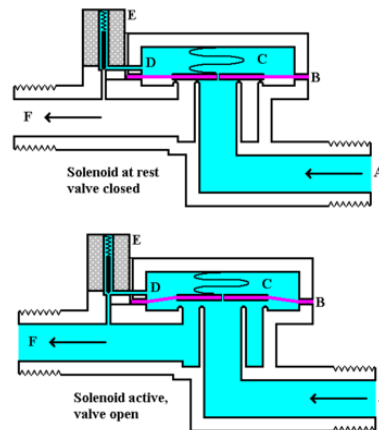
El distribuidor electromagnético es el elemento en que un impulso eléctrico se transforma en una señal neumática.

Cuando el electroimán está sin corriente, el núcleo, gracias del muelle y a su presión, cierra la vía inferior.

Cuando se energiza el electroimán, la bobina atrae a su núcleo hacia arriba en contra del muelle. Entonces se cierra el orificio superior y se abre el inferior.

El efecto de una señal eléctrica en el distribuidor es la obtención de una señal de aire a la salida y cuando desaparece la señal eléctrica ocurre lo mismo con la neumática.

Fig. N° 20: ELECTROVÁLVULA ACTIVADA Y DESACTIVADA RESPECTIVAMENTE.



Fuente: FESTO DIDACTIC "Sistemas Neumáticos e Hidráulicos"

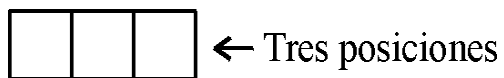
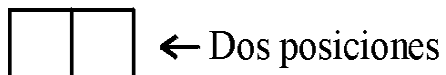
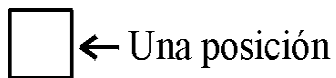
- A. Entrada.
- B. Diafragma.
- C. Cámara de presión.
- D. Conducto de vaciado de presión.
- E. Solenoide.
- F. Salida.

Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

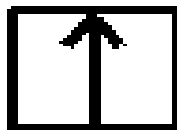
Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes. Los distintos tipos de válvulas podemos ver en la tabla N° 3.

- =Número de Puertos.
- = Número de Posiciones.

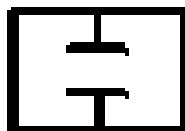
Una válvula se simboliza por cuadros y representan estados de conmutación:



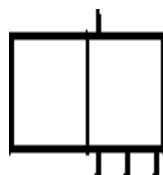
La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.



La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo.

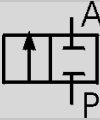
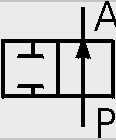
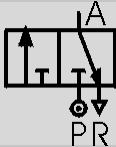
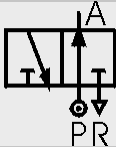
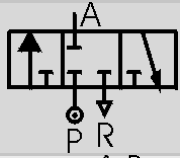
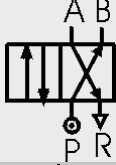
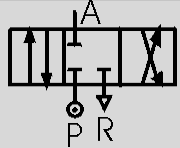


Las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos.



En el cuadro N° 3 se puede observar algunos de los símbolos más comunes que representan los diversos estados de las válvulas.

Cuadro N° 3: SIMBOLOGÍA DE VÁLVULAS.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente cerrada
	Válvula 2 vías 2 posiciones (2/2) normalmente abierta
	Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente cerrada
	Válvula 3 vías 2 posiciones (3/2) normalmente abierta
	Válvula 3 vías 3 posiciones (3/3) con centro bloqueado
	Válvula 4 vías 2 posiciones (4/2)
	Válvula 4 vías 3 posiciones (3/3) con centro bloqueado

Fuente: FESTO DIDACTIC “Sistemas Neumáticos e Hidráulicos

CAPITULO II

2.1. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La empresa MOLIDESA S.A. cuenta con 7 personas entre accionistas y trabajadores. Por el número de la población la encuesta se aplica a la totalidad.

1. ¿Conoce usted el impacto que origina en nuestro país el uso no controlado de la energía eléctrica?

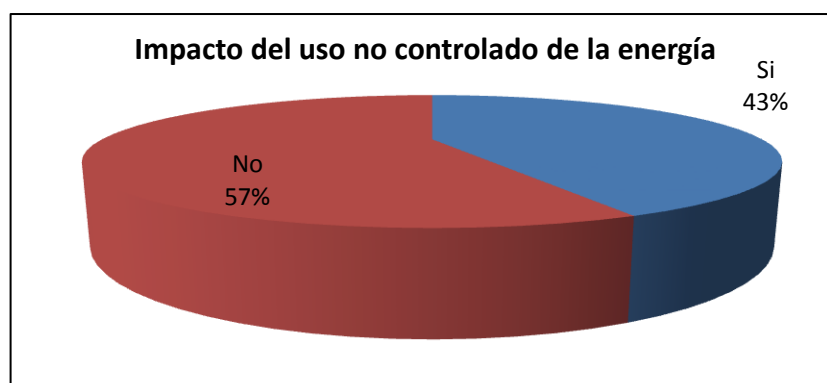
TABLA 1 IMPACTO DEL USO NO CONTROLADO DE LA ENERGÍA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	3	43
No	4	57
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A.

GRÁFICO N° 1



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A se obtuvo que 3 personas equivalente al 43% dicen que si

conocen el impacto que origina el uso no controlado de la energía. Mientras que 4 personas equivalente al 57% dicen no conocer el impacto que origina el uso no controlado de la energía.

Análisis de resultados

De acuerdo al análisis de la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A se pudo observar que en su mayoría no saben el impacto origina el uso no controlado de la energía, por esta razón es necesario indicarles que el mayor impacto es en el medio ambiente, hay que usar de manera racional la energía eléctrica y esto se demuestra en la investigación de este proyecto.

2. ¿Conoce usted alguna forma de ahorrar energía eléctrica en el proceso de producción en la empresa?

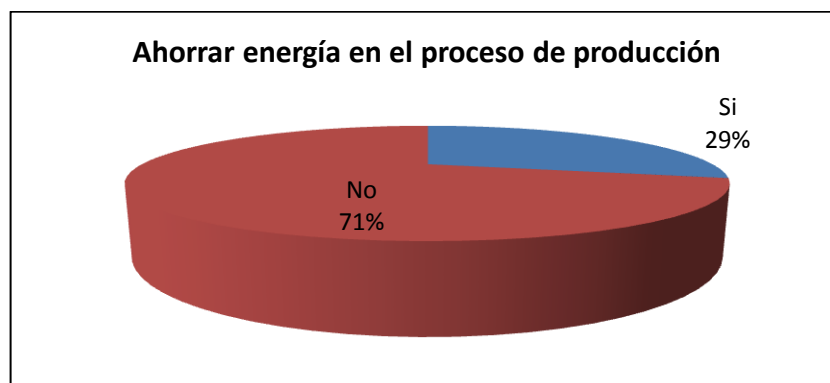
TABLA 2 AHORRAR ENERGÍA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	2	29
No	5	71
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A.

GRÁFICO N° 2



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A se obtuvo que 2 personas equivalente al 29% dicen si conocer alguna forma de ahorrar energía en el proceso producción de la empresa. Mientras que 5 personas equivalente al 71% dicen no conocer alguna forma de ahorrar energía en el proceso de producción de la empresa.

Análisis de resultados

De acuerdo al análisis de la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A se pudo observar que en su mayoría no saben una manera de ahorrar energía eléctrica en la producción de la empresa. Existen muchas formas

de ahorro energía en la empresa como el que se demostrará en la envasadora de leche al realizar el cambio del sistema de control.

3. ¿Cree usted que se puede optimizar la energía eléctrica reemplazando sistemas antiguos de control por nuevas tecnologías como es el caso de la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2?

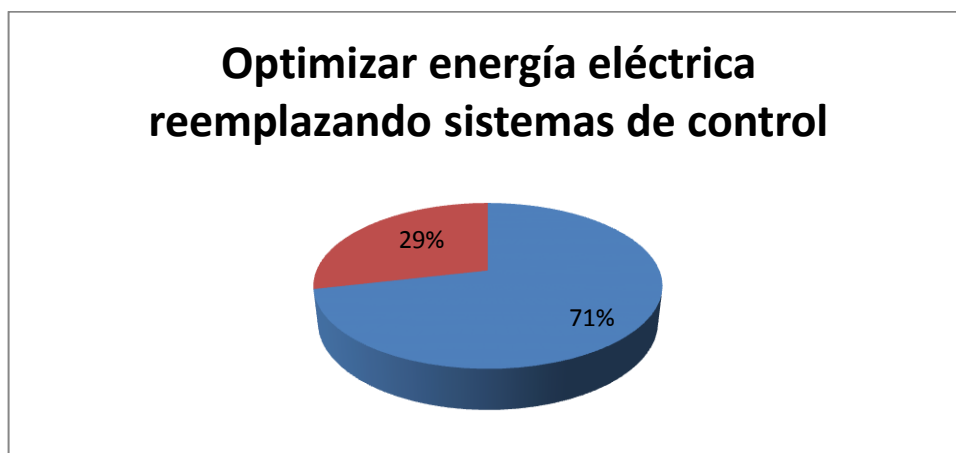
TABLA 3 OPTIMIZAR ENERGÍA ELÉCTRICA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	5	71
No	2	29
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A.

GRÁFICO N° 3



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A se obtuvo que 5 personas equivalente al 72% creen que se puede optimizar la energía eléctrica mediante nuevos sistemas. Por otra parte 2 persona equivalente al 29% dice que no se puede optimizar energía eléctrica reemplazando sistemas antiguos por nuevas tecnologías.

Análisis de resultados

De acuerdo con la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A se pudo observar que en su mayoría si creen que se

puede optimizar energía eléctrica reemplazando sistemas antiguos por nuevas tecnologías, y eso es precisamente lo que se demostrará a los trabajadores y accionistas al realizar el trabajo de investigación

4. ¿Piensa usted que al cambiar el sistema electrónico de control en la máquina envasadora de leche dificultaría la operación de la misma?

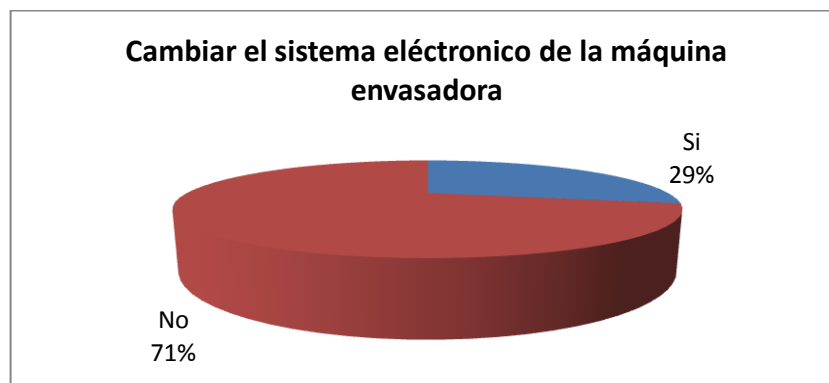
TABLA 4 CAMBIAR EL SISTEMA ELECTRÓNICO EN LA MÁQUINA ENVASADORA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	2	29
No	5	71
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

GRÁFICO N° 4



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.
Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A se obtuvo que 2 persona equivalente al 29% piensa que al cambiar el sistema electrónico de control de la máquina envasadora dificultaría su operación. Por otra parte 5 personas equivalente al 71% piensa que cambiar el sistema electrónico de control de la máquina envasadora no dificultaría su operación.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa

MOLIDES S.A se pudo observar que en su mayoría no creen que dificultará la operación de la máquina al realizar el cambio del sistema electrónico de control, por eso solicitan que se realice el trabajo de investigación en la máquina.

5. ¿Cree que mejoraría la eficiencia de la máquina envasadora (tiempo de paro, desperdicio) al realizar el cambio del sistema de control?

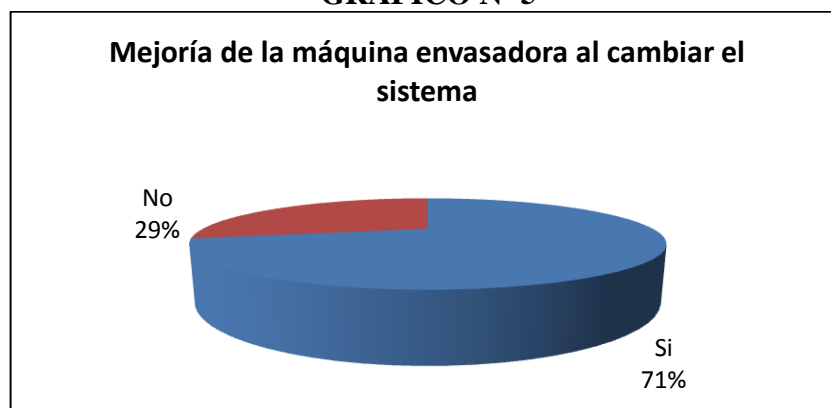
TABLA 5 MEJORÍA DE LA MÁQUINA ENVASADORA EN SU SISTEMA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	5	71
No	1	29
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

GRÁFICO N° 5



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A Se obtuvo que 5 personas equivalente al 71% creen que si mejoraría la eficiencia de la maquina envasadora (tiempo de paro, desperdicio) al realizar el cambio del sistema de control. Por otra parte 2 persona equivalente al 29% no cree que al realizar el cambio del sistema de control mejore la eficiencia de maquina envasadora.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A se pudo observar que en su mayoría si creen que se pueda mejorar el rendimiento de la máquina envasadora al cambiar el sistema de control

lo que significará menos desperdicio de polietileno y menos tiempo de paro, por estos motivos apoyan el trabajo de investigación.

6. ¿Al realizar el cambio de sistema de control de la máquina facilitaría la obtención de los repuestos?

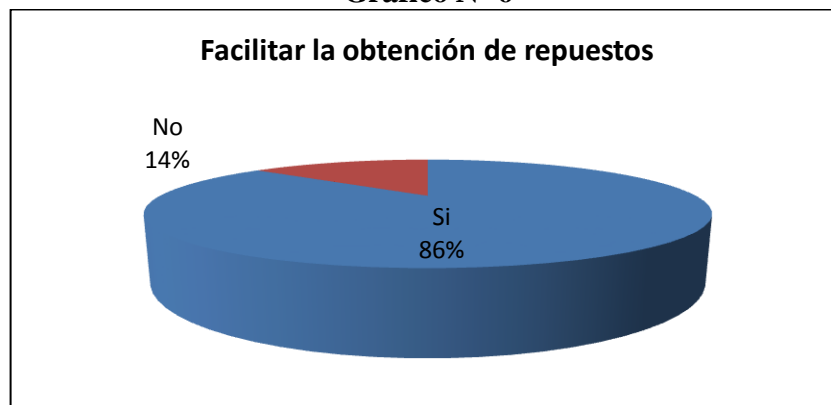
TABLA 6 FACILITAR LA OBTENCIÓN DE REPUESTOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	6	86
No	1	14
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Gráfico N° 6



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A Se obtuvo que 6 personas equivalente al 86% si creen que al realizar el cambio del sistema de control de la máquina envasadora facilitaría la obtención de repuestos. Mientras que 1 persona equivalente al 14% no creen que el cambio del sistema de control facilite la obtención de repuestos.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa

MOLIDESA S.A se pudo observar que en su mayoría creen que al realizar el cambio del sistema de control de la máquina envasadora facilite la obtención de repuestos, porque ya no existirán tarjetas de control electrónicas ni electroimanes. Los elementos que queden si se pueden conseguir fácilmente en nuestro mercado

7. ¿Cuáles son los principales problemas que presenta la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2?

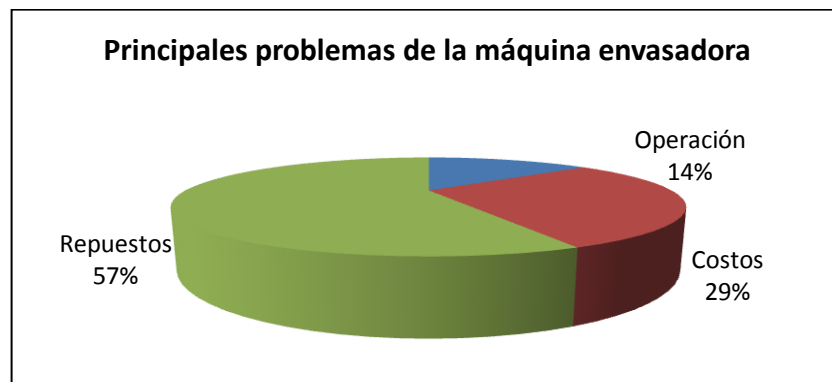
TABLA 7 PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA MÁQUINA ENVASADORA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Operación	1	14
Costos	2	29
Repuestos	4	57
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

GRÁFICO N° 7



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A se obtuvo que 1 persona equivalente al 14% dicen que el principal problema de la máquina envasadora es la operación. Por otra parte 2 personas que equivale al 29% dicen que el principal problema de la máquina envasadora son los costos. Mientras que 4 personas que equivale al 57% mencionan que el principal problema de la máquina envasadora son los repuestos.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa

MOLIDES S.A se pudo observar que en su mayoría creen que el principal problema de la máquina envasadora son los repuestos. Al sustituir principalmente las tarjetas electrónicas se quitarán un gran peso de encima y ya no tendrán que importarlos desde Francia por eso apoyan para el reemplazo de dichas tarjetas electrónicas.

8. ¿Qué grado de pérdida económica ocasiona el que la máquina envasadora se encuentra sin funcionamiento?

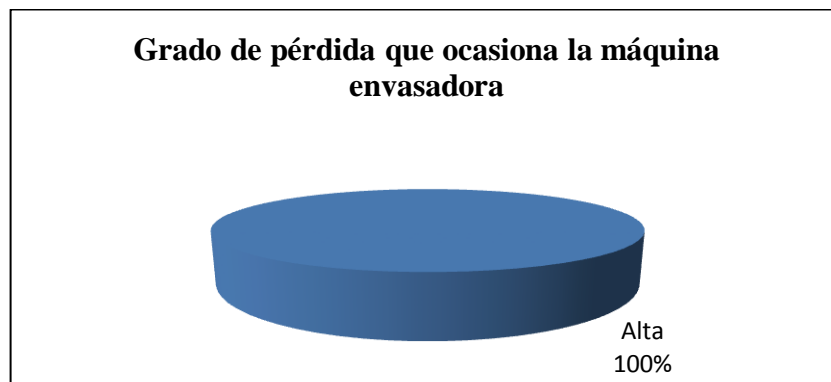
TABLA 8 GRADO DE PÉRDIDA QUE OCASIONA LA PARA DE LA MÁQUINA ENVASADORA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Alta	7	100
Media	0	0
Baja	0	0
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A.

GRÁFICO N° 8



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A obtuvimos que 7 personas equivalente al 100% dice que es mucho el grado de pérdida económica que ocasiona el que la máquina envasadora se encuentre sin funcionamiento.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES S.A se pudo observar que todos los encuestados piensan que el grado de pérdida económica es alta a causa de que la máquina envasadora se

encuentre sin funcionamiento, especialmente porque se ha incrementado la producción de leche en presentación de $\frac{1}{4}$ de litro que bien se puede realizar en esta envasadora.

9. ¿Está de acuerdo que se realice una actualización en el sistema de control electrónico de la máquina envasadora de leche para evitar su desuso?

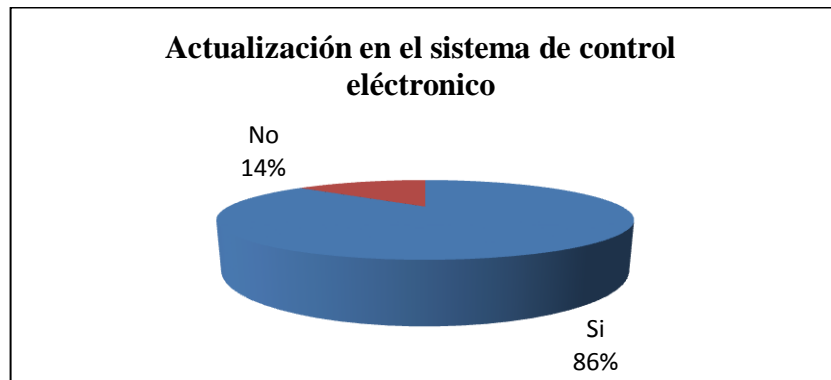
TABLA 9 ACTUALIZACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	6	86
No	1	14
Total	7	100

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

GRÁFICO N° 9



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A obtuvimos que 6 personas equivalente al 86% dicen estar de acuerdo con la actualización del sistema de control electrónico de la máquina envasadora. Mientras que 1 persona equivalente al 14% dice no estar de acuerdo con la actualización del sistema de control electrónico de la máquina envasadora de leche.

Análisis de resultados

De acuerdo con la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A se pudo observar que en su mayoría están de acuerdo

con la actualización del sistema de control electrónico de la máquina envasadora de leche, para que entre en operación lo más pronto posible por la gran demanda de presentación de $\frac{1}{4}$ de litro que existe en la costa

10. ¿Le gustaría que se realice una automatización en la otra máquina gemela envasadora de leche PREPAC IS-2 una vez que se vea el resultado de la actualización en la primera envasadora?

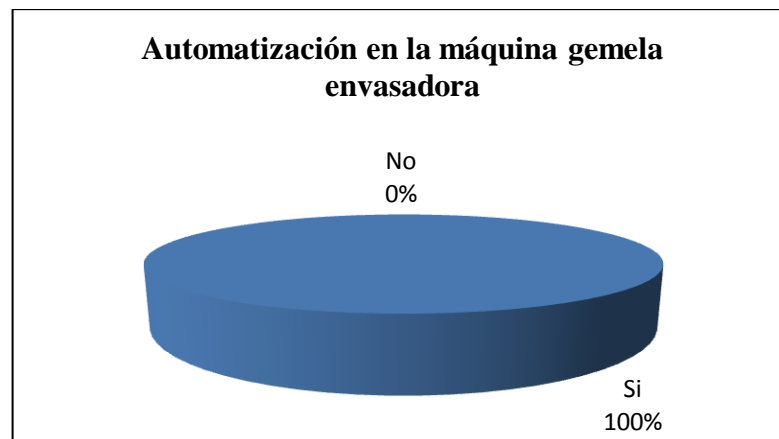
TABLA 10 AUTOMATIZACIÓN EN LA MÁQUINA GEMELA ENVASADORA

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Si	7	100
No	0	0

Elaborado por: El Autor

FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Gráfico N° 10



FUENTE: Encuesta a accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A.

Elaborado por: El Autor

Interpretación de resultados

En la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDES A.S.A obtuvimos que 7 personas equivalente al 100% dicen que les gustaría que se realice una automatización en la máquina gemela envasadora de leche.

Análisis de resultados

De acuerdo a la encuesta realizada a los accionistas y trabajadores de la empresa

MOLIDESA S.A se puede observar que todos los encuestados están de acuerdo con la automatización en la máquina gemela envasadora de leche, por eso ya se está empezando a realizar la innovación de la otra envasadora que aportará grandemente para envasar yogurt.

2.2 CONCLUSIONES

- El desconocimiento del impacto que ocasiona en el medio ambiente el uso irracional de la energía eléctrica, así como también el desconocimiento de las formas de ahorro de la electricidad.
- Dentro del proceso de producción de la leche la mayoría no conocen como pueden ahorrar la energía eléctrica.

2.3 RECOMENDACIONES

- Concientizar por medios escritos y visuales a los accionistas y trabajadores de la empresa MOLIDESA S.A las consecuencias que ocasiona el uso irracional de la energía eléctrica en el medio ambiente, y la falta de ésta ha ocasionado racionamientos generando grandes pérdidas económicas para el país.
- En la línea de elaboración de la leche pasteurizada se vuelve monótono la operación de las maquinarias, y no se piensa en las mejoras que se puede aportar al proceso de envasado de la leche, por tal razón se puede realizar una retroalimentación de todos los puntos en que se pueda mejorar para la optimización de la energía eléctrica.

2.4 VERIFICACIÓN DE HIPOTESIS

PRUEBA CHI CUADRADO

CORRIENTE IDEAL	CORRIENTE MUESTRAMUESTRA
6	6,4
6	6
6	5,8
6	6,5
6	5,9
RESULTADO DE LA PRUEBA	0,999283787

El valor de probabilidad de coincidencia que se obtuvo al emplear la prueba estadística chi cuadrado es 1, es decir, dentro de la escala que va desde 0 (improbable) hasta 1 (muy probable) es evidente que los resultados observados y los resultados ideales esperados coinciden en un 100% y eso equivale a que no son significativas las diferencias existentes entre los dos grupos de resultados, por lo que el trabajo experimental cumplió con la meta que se trazó es decir ahorrar un 50% de la corriente total consumida por la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2.

2.5 Hipótesis

¿Con la Automatización de la máquina envasadora de leche pasteurizada se optimizará del consumo la energía eléctrica?

La propuesta de migrar el sistema de control de la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 a una nueva tecnología de control afirma mayoritariamente que es factible realizarlo.

Ya que al actualizar el sistema de control de la máquina envasadora de leche se obtiene grandes beneficios: optimizar el uso de la electricidad, conseguir repuestos fácilmente, identificar fallas rápidamente, elevar la eficiencia de la máquina, facilita la operación. Todo lo mencionado significa gran ahorro de tiempo y dinero para la empresa, por eso se sugiere realizar el cambio de las tarjetas electrónicas por un PLC S7 – 200.

CAPITULO III

PROPUESTA FACTIBLE

3.1 TEMA

OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGIA ELÉCTRICA EN LA ENVASADORA DE LECHE PREPAC IS-2 DE LA COMPAÑÍA MOLIDES A S.A.

3.2 Objetivos.

Objetivo General

- Reemplazar las seis tarjetas electrónicas de control por el PLC S-7 200 CPU 222 en la envasadora de leche PREPAC IS-2 para optimizar el uso de la energía eléctrica en la misma.

Objetivo Específicos

- Innovar la máquina envasadora de leche para que pueda ser más eficiente reduciendo el tiempo de paro y desperdicio en su proceso productivo.
- Facilitar la maniobra y calibración de la envasadora, para lo cual se elaborará un “manual del usuario” y capacitar al operador sobre su uso.
- Poder adquirir repuestos para la máquina de manera rápida en nuestra ciudad sin tener que recurrir a las importaciones desde Francia.

3.3 PRESENTACIÓN

La empresa MOLIDES A S.A. ubicada en la panamericana norte kilómetro 4, sector los Sauces, perteneciente a la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, tiene un área de 1020 mts².

Cuenta con una línea de pasteurización de 3000 litros /hora, una línea de 800 litros/día para la elaboración de yogurt y una línea de 2500 litros/día para la de quesos.

Para todos los procesos indicados tiene la infraestructura física y la maquinaria necesaria:

- Sistema de frío a base de amoníaco.
- Caldero para generar vapor.
- Compresores de aire a base de pistones.
- Transformador trifásico de 100 kva. (13800/220 voltios).

3.3.1. Antecedentes Históricos.

La empresa MOLIDESA S.A, tiene su inicio en esta ciudad cuando un grupo de ex trabajadores de una empresa láctea deseaban hacer una sociedad de nueve personas para poder elaborar productos lácteos. De estas nueve personas, dos son de Guayaquil quienes se encargarán de la administración y distribución de los productos.

La maquinaria se consigue en Machachi, luego que había estado empaquetada por nueve años. Esta maquinaria había funcionado primeramente en Colombia y luego en Manabí por un corto periodo de tiempo.

Se buscó un lugar idóneo para poder ensamblarla, encontrando uno cerca de la ciudad de Latacunga.

Luego, la maquinaria empieza a ser ensamblada el primero de diciembre de 1998 y en un tiempo record de tres meses la planta industrial producía su primera funda de leche pasteurizada el primero de marzo de 1999, alcanzando en los tres primeros meses una producción de 23 mil litros diarios, siendo el punto de comercialización la ciudad de Guayaquil con un 95 %, y el 5 % en las ciudades de Quito, Latacunga y Ambato.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y optimizar la energía eléctrica algunas máquinas han sido reemplazadas como motores eléctricos grandes con bajo factor de potencia.

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, etc.

O sea que el factor de potencia debe tratarse que coincida con el coseno phi pero no es lo mismo.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicio electroenergético exigen valores de 0,8 y más. O es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (kW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (KVA). <http://www.monografias.com/trabajos14/factorpotencia/factorpotencia.shtml>

El hecho de que exista un bajo factor de potencia en la industria produce los siguientes inconvenientes:

Al usuario

- Aumento de la intensidad de corriente
- Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión
- Incrementos de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.
- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad.

A la empresa distribuidora de energía:

- Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en kVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.

- Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

Fig. N° 21: EMPRESA MOLIDESA S.A. (VISTA FRONTAL)



Fuente: del investigador

3.3.2. Misión.

Elaborar y comercializar productos derivados de la leche, con destino para la región costa y sierra, garantizando que el producto sea de calidad con proceso de alta tecnología, higiene, originalidad a precio competitivo para lograr elevada satisfacción alimentaria, empleando procesos adecuados en su planta de producción en el cantón de Latacunga con manejo técnico de talento humano especializado.

3.3.3. Visión.

Ser una Empresa líder en la elaboración de productos lácteos en la provincia de Cotopaxi, con prestigio basado en la calidad del producto, como consecuencia del trabajo en equipo, el mejoramiento continuo que busque siempre la satisfacción completa de nuestros clientes y con miras a la expansión regional y posteriormente nacional.

3.4 Ciclo de Funcionamiento de máquina antes de la innovación de la automatización.

Fig. N° 22: MÁQUINA ENVASADORA DE LECHE PREPAC IS2



Fuente: Del Investigador

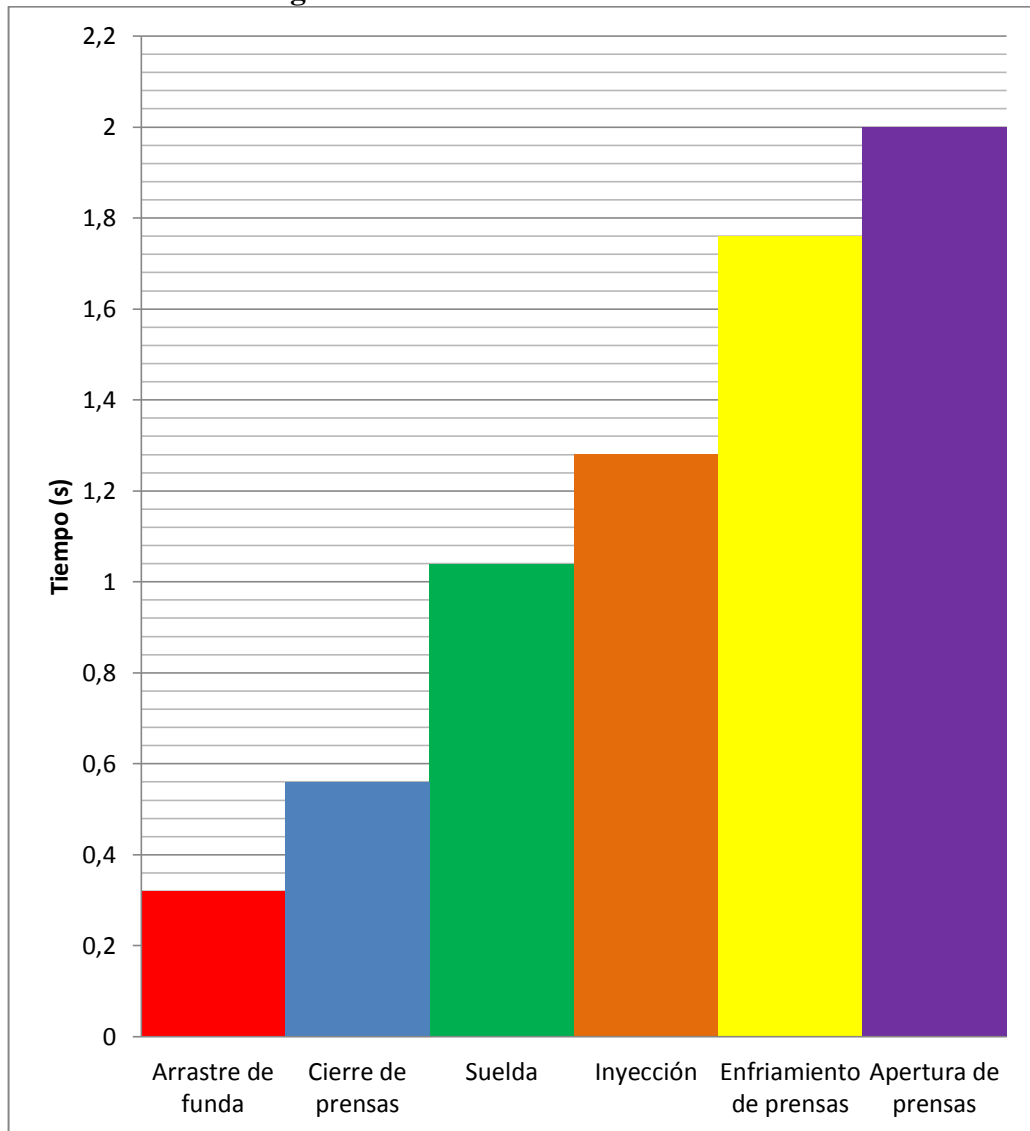
La máquina envasadora de leche PREPAC IS2 para su funcionamiento actúan cuatro sistemas a la vez que son:

- Eléctrico
- Electrónico
- Neumático
- Mecánico

Para el control de los distintos mecanismos y elementos, la máquina envasadora tiene seis tarjetas electrónicas que controlan tiempos de:

- Tiempo de arrastre y frenado de los rodillos de polietileno.
- Tiempo de suelda o acción de sellado (vertical, horizontal).
- Tiempo de la electroválvula principal (prensa vertical y horizontal).
- Tiempo de enfriamiento de las prensas (vertical, horizontal). En este momento de tiempo las prensas quedan cerradas.
- Tiempo de inyección de leche.
- Fuente reguladora de voltaje.

Fig. N° 23 TIEMPOS DEL PROCESO



Fuente: Del Investigador

A continuación se indica la disposición de las tarjetas electrónicas, su punto de referencia y los órganos que dirigen.

Tome en cuenta la posición de las plaquetas de afuera hacia adentro.

3.4.1 Plaqueta en posición uno TIPO N° 1 A

Manda la electroválvula de inyección y controla el tiempo durante el cual ésta electroválvula se encuentra bajo tensión.

3.4.2 Plaqueta en posición dos TIPO N° 5

Manda al relé de soldadura y controla el tiempo durante el cual este relé está bajo tensión.

Nota.- Esta plaqueta está provista de un potenciómetro que permite regular el tiempo de soldadura.

3.4.3 Plaqueta en posición tres TIPO N° 5

Controla el tiempo de enfriamiento (tiempo durante la cual las prensas quedan cerradas después del fin del tiempo de soldadura). Esta plaqueta está provista de un potenciómetro de regulación de tiempo de enfriamiento.

Tome en cuenta que la regulación de los potenciómetros en estas dos plaquetas da la velocidad de envasado de la máquina.

3.4.4 Plaqueta en posición cuatro TIPO N° 2

Manda a la electroválvula de prensas, el tiempo durante el cual esta electroválvula está bajo tensión corresponde a la suma de los tiempos de suelta y enfriamiento. Además, en esta plaqueta están los componentes que aseguran la regulación de la alimentación de 240 voltios utilizada para las bases de tiempo.

3.4.5 Plaqueta en posición cinco N° 3

Manda al embrague y freno electromagnético que asegura el desarrollo y la parada de la película de polietileno.

3.4.6 Plaqueta en posición seis N° 6

Asegura la regulación y filtraje de la alimentación de 24 voltios.

Fig. N° 24: DISPOSICIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS EN LA ENVASADORA

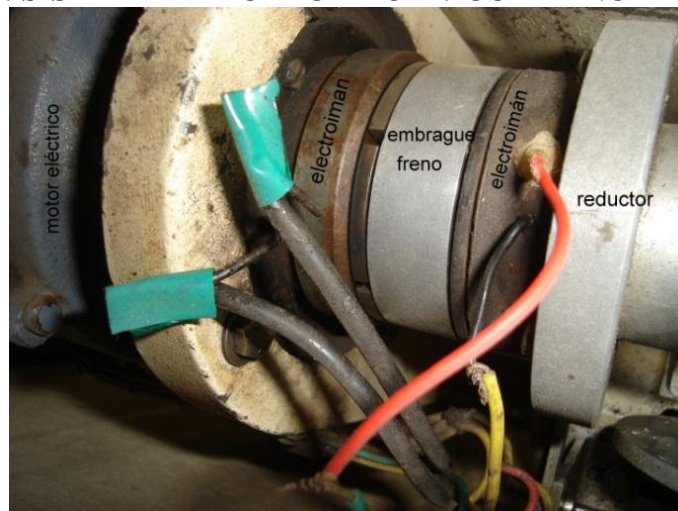


Fuente: Del Investigador

3.5 Ciclo de funcionamiento de la envasadora PREPAC IS-2

El tiempo de arrastre y frenado del polietileno está dado por un sistema electromecánico embrague-freno que está acoplado a un reductor de velocidad que se conecta y desconecta a un motor asincrónico eléctrico trifásico de 1/2 Hp de potencia, 220 voltios, 1.4 amperios, $\cos\alpha$ 0.65, 1700 rpm (revoluciones por minuto).

Fig. N° 25: SISTEMA ELECTROMECAÁNICO FRENO-EMBRAGUE



Fuente: Del Investigador

El motor eléctrico tiene ubicado un electroimán en un extremo, el reductor de velocidad también tiene un electroimán en uno de sus extremos. Entre los dos electroimanes se encuentra los anillos propulsores que están sujetos a una base de aluminio y este conjunto a la vez se encuentran sujetos al eje del reductor.

Para el avance de los rodillos de arrastre el switch final de carrera (TELEMECANIQUE XC 2-JC 10 amperios, 500 voltios) ubicado en la prensa horizontal móvil da señal a la tarjeta electrónica en posición cinco (ver figura N° 26) para que accione al electroimán del motor, en este momento el propulsor se pega violentamente (por la fuerza magnética) al electroimán y transmite el movimiento al reductor (RICHARD tipo 3B, CV 0.40, T/M 1500) en donde se encuentran acoplados los rodillos.

Fig. N° 26: SWITCH FINAL DE CARRERA ACCIONA TARJETAS EN POSICIÓN 2 Y 5:



Fuente: Del Investigador

Para frenar el avance de los rodillos la tarjeta electrónica deshabilita al electroimán del motor para inmediatamente accionar el electroimán del reductor.

Para controlar el avance de los rodillos se selecciona desde el panel de control el tipo de presentación que se va a realizar y para las regulaciones finas hay un micro-switch que interrumpe el tiempo de avance ubicado en el disco del reductor.

Para aumentar el largo de funda hay que girar la perilla hacia la derecha y lo contrario para reducir el largo.

En el momento en que los rodillos de arrastre están sin movimiento, la tarjeta electrónica en posición cuatro tipo N° 2 energiza a la solenoide de la electroválvula principal de dos posiciones y cinco vías permitiendo el ingreso de aire al cilindro de doble efecto de la prensa horizontal como también para la prensa vertical que tiene un cilindro de simple efecto cerrándolas.

Fig. N° 27: Electroválvula principal LUCIFER



Fuente: Del Investigador

Inmediatamente el switch final de carrera acciona a la tarjeta electrónica en posición dos (ver figura N° 26) para energizar a la bobina del contactor (TELEMECANIQUE 220 voltios, 5.5 kW) en este momento pasa voltaje a los dos transformadores de tipo toroidal (DERI PARIS primario 210/240 voltios, secundario 24 voltios, 700 volta-amperios para el selle vertical y para el horizontal 220 +/- 5% voltios, secundario 10 voltios, 700 volta-amperios) las resistencias eléctricas de las dos prensas tanto vertical como horizontal se calientan para la fusión del plástico o polietileno.

Fig. N° 28: CONTACTOR Y TRANSFORMADORES DE SELLADO



Fuente: Del Investigador

El tiempo de accionamiento se puede aumentar y disminuir con un potenciómetro ubicado en la tarjeta electrónica. La intensidad de corriente que llega a las resistencias eléctricas se controla por dos potenciómetros (2.75 vatios, 20 ohmios) ubicados en el panel de control.

Fig. N° 29: POTENCIÓMETROS QUE REGULAN LA CANTIDAD DE CORRIENTE A LAS RESISTENCIAS ELÉCTRICAS



Fuente: Del Investigador.

Una vez que se desactiva las sueldas, las prensas quedan cerradas por un tiempo que es controlado por la tarjeta electrónica en posición tres N° 5 para enfriar las resistencias eléctricas de las prensas.

En esta tarjeta hay un potenciómetro que controla este tiempo y que da la velocidad de envase de la máquina que según las recomendaciones de los fabricantes es de 1500 a 1800 litros por hora.

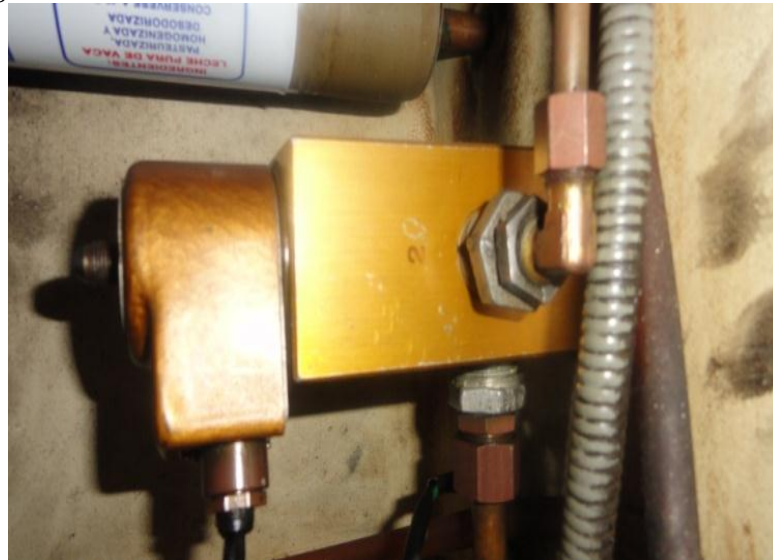
Todo el tiempo en que la máquina esté trabajando debe circular (menor a 20 grados centígrados) por el interior de las dos prensas (vertical, horizontal) permitiendo el enfriamiento de los electrodos de suelda y prensas, el material de las prensas es de aluminio que es buen conductor de temperatura.

Otro tiempo que se toma en cuenta mientras las prensas están cerradas, es la inyección de leche, este tiempo es controlado por la tarjeta electrónica en posición uno tipo N° 1 A, esta tarjeta electrónica da señal a un relé para activar la solenoide de la electroválvula de inyección (una posición, tres vías) que deja ingresar aire a un pequeño pistón de efecto simple ubicado en la parte superior de la envasadora.

Al ingresar aire al pistón por la parte superior acciona una varilla en acero inoxidable que se encuentra en el interior de un tubo de una pulgada un cuarto.

La varilla baja cuando las prensas están cerradas para inyectar leche en la funda y deja de hacerlo cuando están abiertas las prensas.

Fig. N° 30: ELECTROVÁLVULA DE INYECCIÓN LUCIFER



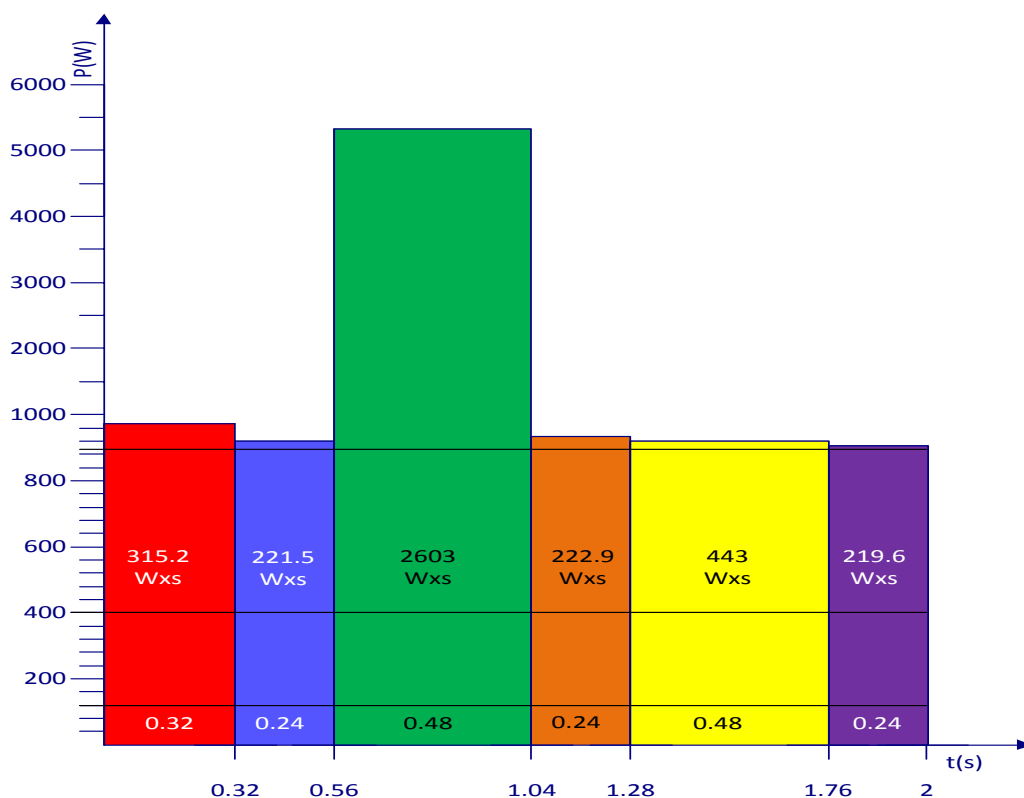
Fuente: Del Investigador

En el panel de control de la envasadora hay un potenciómetro para poder regular el tiempo de inyección.

Una vez que finaliza todos los tiempos anteriores las prensas se vuelven a abrir automáticamente para repetir el ciclo nuevamente.

En la figura 31 está representado el consumo de la energía eléctrica en un ciclo productivo de 2 segundos.

Fig. N° 31. ENERGÍA CONSUMIDA EN UN PROCESO



Fuente: Del Investigador

En donde:

120W de 2 lámparas incandescentes de 60W (constante)

280W del motor eléctrico (constante)

500W tarjetas de control (constante)

15W lámpara germicida (constante)

70W electroimanes

8W electroválvula de prensas

4500W de suelda

6W de electroválvula de inyección

De la sumatoria de todas las áreas (potencia – tiempo) se obtiene que la energía eléctrica es igual a:

4025.2Wxs (en un ciclo productivo de 2 segundos), 7245000 Wxs en una hora de trabajo o lo que es lo mismo 2.01kWxh de energía eléctrica consumida por la envasadora de leche.

3.6 Automatización de la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 con el PLC Siemens S7-200 CPU 222.

Al realizar la automatización de la máquina envasadora de leche se ha conservado en su mayoría los mecanismos. Los elementos eléctricos y electrónicos se han cambiado en su totalidad lo que implica cambiar el cableado en base al nuevo circuito eléctrico realizado por el investigador.

3.6.1 Partes innovadas.

Para controlar el avance y paro de los rodillos de arrastre se sustituyó el sistema embrague freno y en su lugar se construyó una junta para unir el motor eléctrico y el reductor.

Fig. N° 32: REEMPLAZO DEL SISTEMA EMBRAGUE FRENO POR UNA JUNTA



Fuente: Del Investigador

Ahora, para regular el avance de los rodillos se controla el motor eléctrico desde un drive de las siguientes características:

Drive LS

- Tipo SV008iG5-2
- AC 200-230V
- 1HP

Y este a su vez es controlado desde el PLC S7-200.

El reductor depende directamente del movimiento del motor y no de los electroimanes, además se elimina el micro-switch ubicado en el disco del reductor. (Ver figura N° 33)

Fig. N° 33: ELIMINACIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTIGUOS QUE REGULAN EL MOVIMIENTO DE LOS RODILLOS



Fuente: Del Investigador

Con el drive se tiene dominio de la velocidad de giro de los rodillos de arrastre y además el torque de los mismos.

Para regular la velocidad desde el drive se procede de la siguiente manera:

1. Presionar el pulsador FUNC (función) e inmediatamente empezará a titilar los números del visor.
2. Presionar las flechas ya sean para subir o bajar la cantidad. Se sugiere trabajar en 25.00 para todas las presentaciones en las que se obtiene un movimiento moderado de los rodillos que arrastra el polietileno o plástico.
3. Fijar la cantidad presionando nuevamente FUNC (función).

Fig. N° 34: VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE LOS RODILLOS DESDE EL DRIVE



Fuente: Del Investigador.

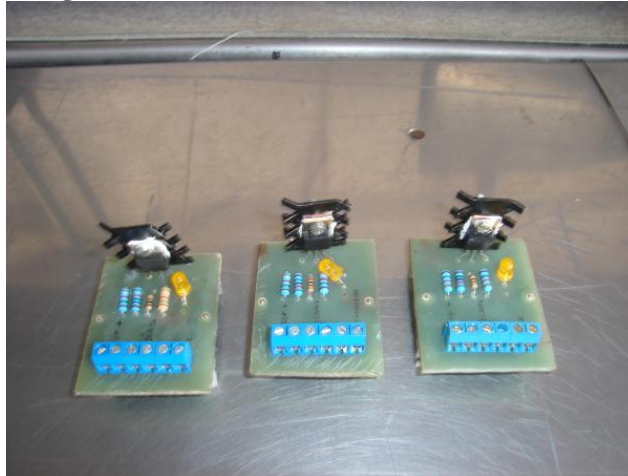
Para realizar la inyección de la leche en la parte baja de la máquina había un relé que era activado con el micro-switch número 1 que se indica en la figura N° 35. Este relé electromecánico es reemplazado por uno de estado sólido.

Un relé de estado sólido, como su nombre lo indica, es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor), en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control de bajo nivel.

La conmutación propiamente dicha se realiza por el scrs.

Un relé de estado sólido ofrece varias ventajas notables respecto a los tradicionales relés y contactores electromecánicos: son más rápidos, no se desgastan, son inmunes a los choques y a las vibraciones, pueden conmutar altas corrientes y altos voltajes sin producir arcos ni ionizar el aire circundante, genera muy poca interferencia.

Fig. N° 35: RELÉS DE ESTADO SÓLIDO



Fuente: Del Investigador

A las 6 tarjetas electrónicas se reemplazó por el PLC S7-200, CPU 222.

Las tarjetas utilizaban un transformador de 220/240 para mantener un voltaje de alimentación a las mismas, el cual también fue eliminado.

El contactor para activar el motor eléctrico también fue eliminado, el control lo realiza el drive.

A los fusibles de control y de potencia se trasladaron al armario de control que está adjunto a la máquina envasadora de leche.

Tanto en las tarjetas electrónicas de control como en la parte en donde se ubican los transformadores para el sellado del polietileno, contactor de suelda, contactor del motor, transformador de 220/240, relé de inyección y fusibles había un foco de 60 vatios, 110 voltios (luz del día) para poder disipar la humedad de estos lugares.

Al realizar la automatización con el PLC ya no se requieren de estos 2 focos, lo que da un ahorro de 1.1 amperios.

$$I = kW \times 1000 / E \times Fp.$$

En donde:

I.- corriente consumida en amperios
P.- potencia en kW (la del foco)
E.- voltaje en voltios (que ingresa a la boquilla)
Fp.- factor de potencia (de la máquina es 0.94)

Reemplazando valores se tiene:

$$I = 0.06 \text{ kW} \times 1000 / 115 \text{ v} \times 1 = 0.52 \text{ amperios.}$$

Al realizar la automatización ya no se requieren de estos 2 focos, lo que da un ahorro de 1.1 amperios.

Los cambios mencionados anteriormente se pueden ver en el gráfico N° 47

Fig. N° 36: Cambios realizados en el circuito de control y potencia



Fuente: Del Investigador

3.6.2 Selección del Sensor.

La selección se basa en la decisión sobre cuál es el sensor más adecuado. Esto depende del material del objeto el cuál debe detectarse.

Si el objeto es metálico, se requiere un sensor inductivo.

Si el objeto es plástico, papel, o si es líquido (basado en aceite o agua), granulado o en polvo, se requiere un sensor capacitivo.

Si el objeto puede llevar un imán, es apropiado un sensor magnético.

Si el objeto a detectarse es un cambio de color se requiere un sensor óptico.

Dentro de la selección de un sensor, se deben considerar diferentes factores, tales como: la forma de la carcasa, distancia operativa, datos eléctricos y conexiones.

Considerando el trabajo que realiza la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 se colocó un sensor de óptico marca PEPPERL + FUCHS de 10 a 30 voltios DC, tipo PNP. Para poder fijarlo en la máquina se diseñó y se construyó una base que sea regulable.

Para el soporte del sensor se usó una base de aluminio de 50mm x 70mm x 20mm en la que se realizó dos perforaciones:

La una para insertar una varilla de acero inoxidable de 6mm de diámetro por 130mm de alto que sirve de guía.

El otro orificio es para colocar un espárrago roscado de bronce de 12mm de diámetro por 130mm de alto, en el extremo inferior posee una perilla que sirve para hacer subir o bajar el módulo superior.

Para el módulo superior se usó una pequeña torta de aluminio de 25mm x 70mm x 25mm en la que se encuentran alojadas:

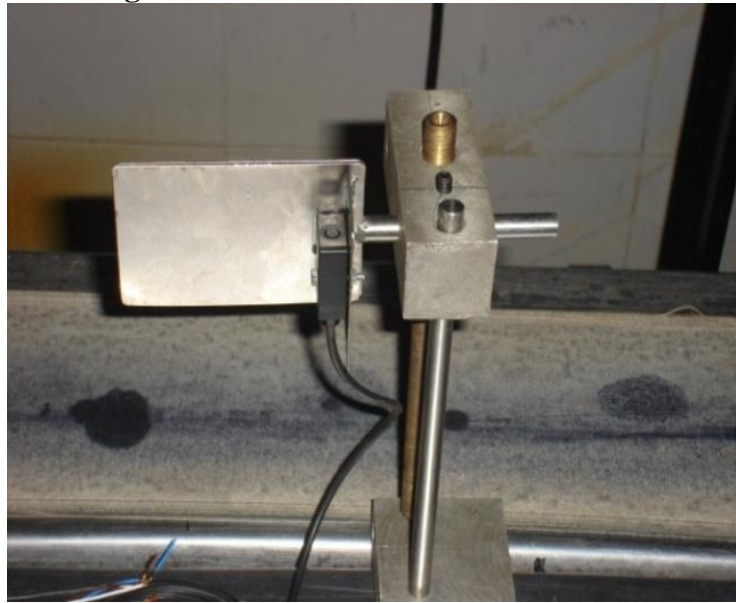
La varilla guía de acero inoxidable y el espárrago de bronce, en este caso este orificio es roscado para que pueda subir y bajar el módulo.

En este módulo se inserta transversalmente una varilla de acero inoxidable de 6mm de diámetro por 50mm de largo, en uno de sus extremos está la base donde se sujeta el sensor y al frente de este están dos láminas de acero inoxidable de 70mm x 50mm x 1mm de ancho soldadas en paralelo que sirven de guía para el plástico o polietileno.

Para detectar el paso de la taca, que da el contraste de color al sensor se realizó una perforación en la lámina de acero inoxidable para que el haz de luz pueda detectarla. La distancia del sensor a la taca es de 40mm.

En la parte superior de éste módulo se colocó un prisionero que permite regular la posición del sensor y ajustarlo.

Fig. N° 37: BASE DE LA FOTO CELDA



Fuente: Del Investigador

La función de este sensor es hacer que los diseños o figuras de presentación de la marca de la leche queden centrados al realizar el corte.

El sensor puede ser activado y desactivado desde el panel de control por medio de un selector ON – OFF.

3.10.3 Selección del PLC

Al revisar las marcas de los PLC's que existen en el mercado, costos y confiabilidad se eligió para realizar este proyecto la marca Siemens.

Las características de este PLC son:

- Compactos.
- Tienen unidad de alimentación independiente.

- Fácil programación.
- Fácil modificación de los programas.
- Largo tiempo de vida.
- Puede trabajar en todo tipo de ambientes industriales.
- Factibilidad para extender el circuito de control usando más PLC's.

El circuito de control se llevó a cabo, mediante el uso del PLC modelo 212-1BB23-0XB0 CPU 222 120/230 VAC SUPPLY, DI 8 X 24 VDC, DO 6 X RELAY, como se observa en la figura N° 38

Fig. N° 38: PLC S7-200 CPU 222



Fuente: Del Investigador

De acuerdo a las características mencionadas anteriormente este PLC tiene 8 entradas y 6 salidas que cumple a satisfacción con los requerimientos para ser usado en este proyecto. Teniendo claro como son las secuencias de operación de la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 se desarrolló el programa en lenguaje LADDER y se simuló para evidenciar el buen funcionamiento del mismo con resultados exitosos. Para el circuito de control del PLC se necesita una fuente de 24 Voltios VDC, por lo que se utilizó una fuente de marca SIEMENS I: AC 100 – 240 V, 0: DC 24V / 2.5 A, tipo 6EP 1332-1SH42. (Figura N°39)

Fig. N° 39: FUENTE DE VOLTAJE SIEMENS 24 VDC



Fuente: Del Investigador

En la figura N°40 se puede observar todos los materiales usados para realizar la automatización de la envasadora PREPAC IS-2:

- 1 caja de borneras para riel din
- 1 juego de marquillas (desde el número 0 al 9)
- 1 selector de tres posiciones
- 4 selectores de dos posiciones
- 2 selectores iluminados de dos posiciones
- 1 rollo de cable número 18 AWG
- 1 gabinete 60cm x 40cm x 20cm
- 1 canaleta ranurada de 2.5cm x 4cm x 250cm
- 1 regleta riel din
- 1 breaker trifásico de 30 amperios
- 1 PLC SIEMENS S7-200 CPU 222
- 1 fuente SIEMENS 100 – 240 VAC / 24 VDC, 2.5 amperios
- 3 relés de estado sólido
- 1 drive LS, 200 – 230 VAC, 1 HP
- 1 visualizador SIEMENS TD 200
- 1 sensor fotoeléctrico PAPPERL + FUNCH 10 – 30 VDC, PNP
- 7 porta fusibles para riel din
- 7 fusibles de botella
- 1 rollo de cinta aislante

Fig. N° 40: MATERIALES USADOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN



Fuente: Del Investigador

3.11 Desarrollo de la circuitería

Con las innovaciones que se realizaron a la envasadora de leche PREPAC IS-2 y con el diseño del programa para el PLC, es necesario que todo el cableado sea cambiado en su totalidad de acuerdo al nuevo circuito eléctrico elaborado por el investigador, que en su mayoría es realizado con el cable número 18 AWG, excepto el circuito de fuerza del motor de inducción que consume 1.4 amperios y del circuito para el sellado de las bolsas que consume 4 amperios por lo que se usó cable número 12 AWG.

3.12 Desarrollo del programa de control para la envasadora de leche PREPAC IS-2

Para el diseño del programa de control de la máquina envasadora de leche se tiene como base lo descrito anteriormente en *"el ciclo de funcionamiento de la envasadora"*.

Para describir el funcionamiento de la máquina envasadora dentro del programa se desarrolla un análisis de entradas (I) y de salidas (Q).

Cuadro N° 4: DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS (I)

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
I0.0	SELECTOR B0	Activa manualmente (selector 3 posiciones)
I0.1	SELECTOR B1	Activa automáticamente (selector de 3 posiciones)
I0.2	SELECTOR B2	Activa y desactiva las prensas
I0.3	SELECTOR B3	Activa y desactiva la inyección
I0.4	FIN DE CARRERA B4	Activa el sellado de las dos prensas
I0.5	FIN DE CARRERA B5	Activa rodillos de arrastre de polietileno
I0.6	SELECTOR B6	Activa y desactiva rodillos de arrastre
I0.7	SELECTOR B7	Activa y desactiva el sensor (foto celda)

Elaborado: Por el Investigador

Cuadro N° 5: DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS (Q)

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Q0.0	Activa relé de estado sólido N° 1	Energiza solenoide de las prensas
Q0.1	Activa relé de estado sólido N° 2	Energiza solenoide de la electroválvula de inyección
Q0.2	Activa relé de estado sólido N° 3	Energiza solenoide del contactor del sellado
Q0.3	Activa al drive	Energiza al motor eléctrico de inducción

Elaborado: por el Investigador

3.12.1 Descripción del programa

La máquina envasadora de leche por su necesidad debe ser considerada para operar de manera manual y automática.

De manera manual (Network 1).- Para realizar actividades específicas fuera del ciclo normal de operación (figura N° 41) como:

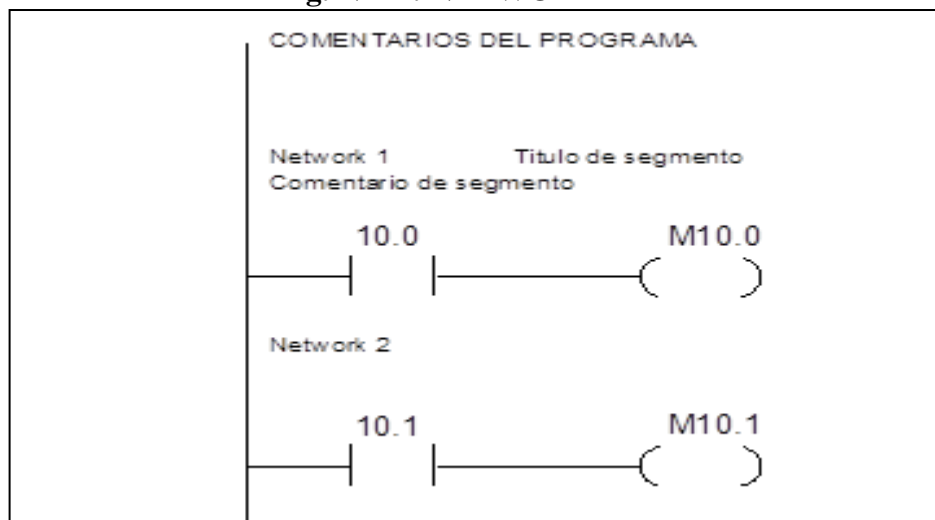
Accionamiento de los rodillos para arrastrar el polietileno para un cambio de presentación.

Accionamiento de las prensas para verificar paralelismo.

Accionamiento de la inyección para lavar la tubería.

De manera automática (Network 2).- Para efectuar el ciclo normal de funcionamiento de envase de leche. (Figura N° 41)

Fig. N° 41: NETWORK 1 Y 2



Elaborado: por el Investigador

3.13 Activación y desactivación de las prensas vertical y horizontal (Network 3, 4, 5 y 6)

Las prensas pueden ser accionadas de manera manual (M10.0) y automática (M10.1), La salida para los dos casos es Q0.0 (figura N° 42)

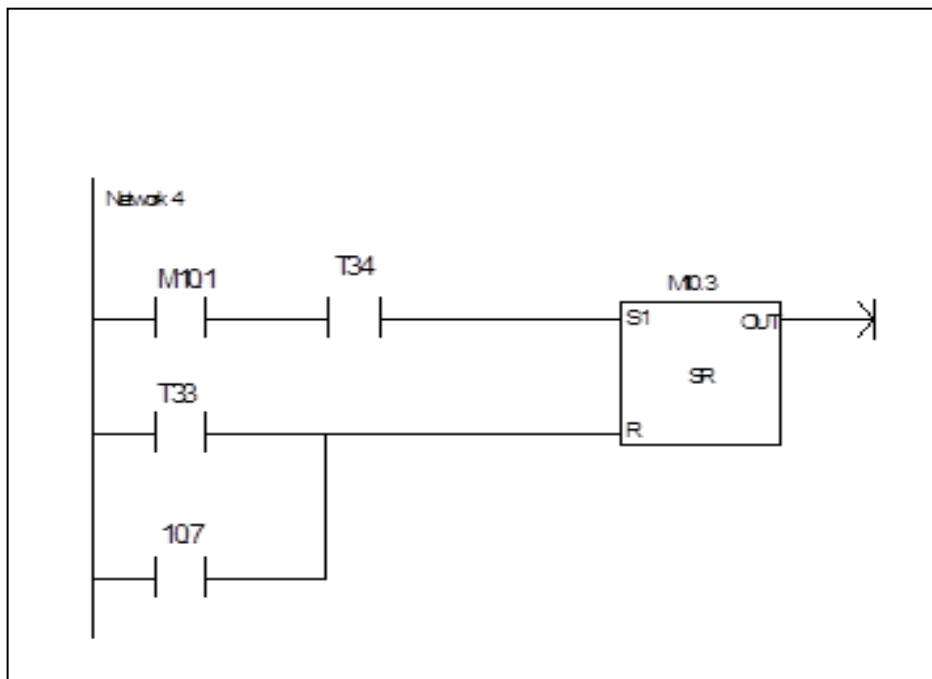
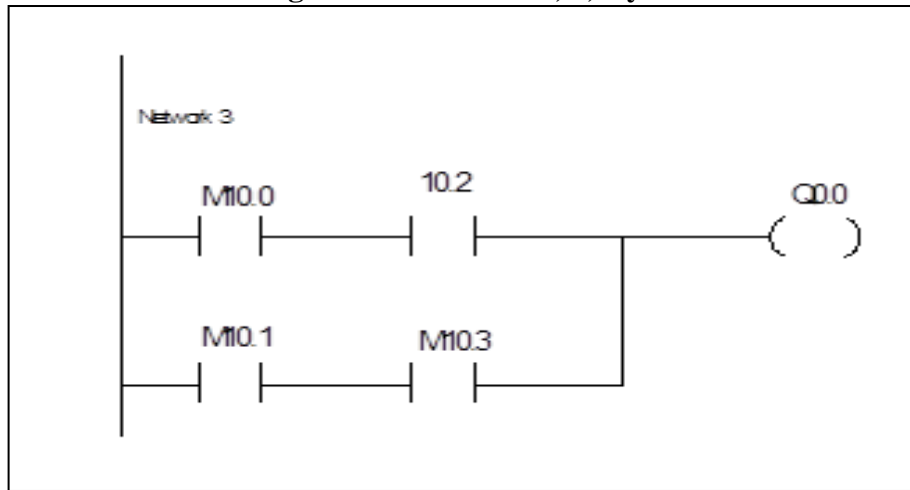
Para la salida automática deben cumplir las siguientes condiciones:

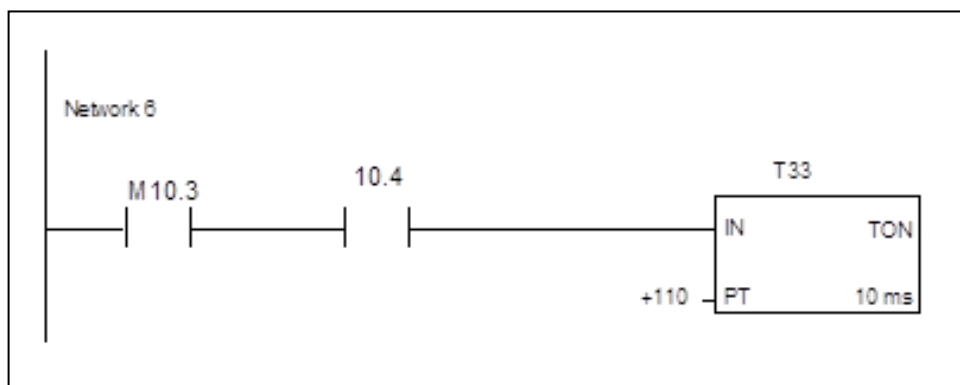
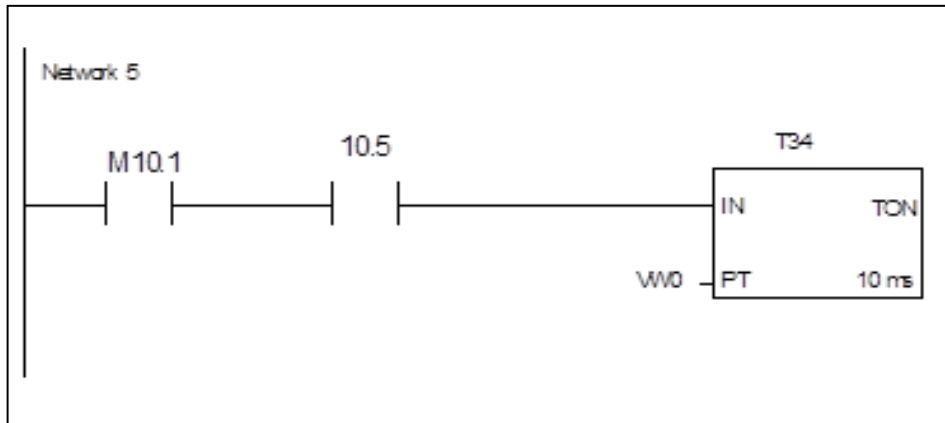
- El selector del panel de control debe estar en estado automático.
- El selector del panel de control para las prensas debe estar en ON (I0.2).
- El micro switch fin de carrera (normalmente abierto I0.5) debe estar accionado por la leva en la parte posterior de la máquina para accionar el temporizador ON delay T34 que manda a actuar al bloque de fijación set-reset M10.3.

- Para su desactivación depende del temporizador ON delay T33 que es accionado por el micro switch fin de carrera (normalmente abierto I0.4). Este fin de carrera es activado por la misma leva que activa I0.5. La desactivación también puede realizarse por el sensor foto eléctrico cuando se acciona I0.7

El temporizador T34 depende del tiempo de F1 (largo de funda) que es ingresado desde el visualizador TD 200 al terminal VW0 (Figura N° 42).

Fig. N° 42: Network 3, 4, 5 y 6





Elaborado: por el Investigador

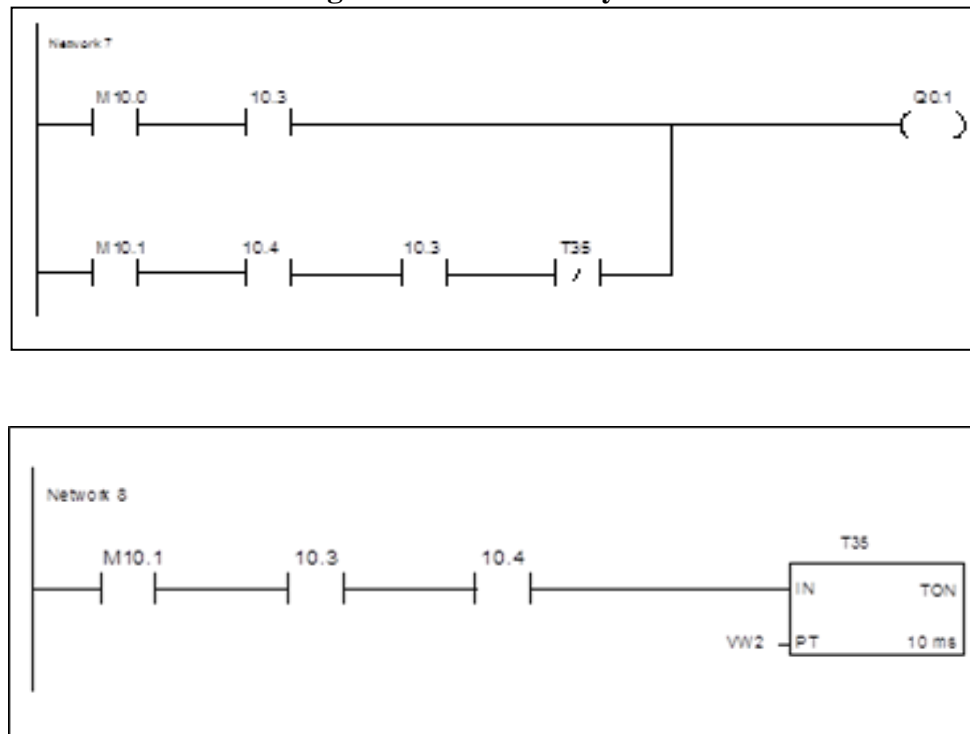
3.14 Activación y desactivación de la inyección de líquido (Network 7 y 8)

La inyección de líquido pueden ser accionadas de manera manual (M10.0) y automática (M10.1). La salida para los dos casos es Q0.1 (figura N° 43)

Para la salida automática deben cumplir las siguientes condiciones:

- El selector del panel de control debe estar en estado automático.
- El selector del panel de control para la inyección debe estar en ON (I0.3).
- El micro switch (I0.4) debe estar activado para que reciba señal el temporizador ON delay T35

Fig. N° 43: Network 7 y 8



Elaborado: por el Investigador

El temporizador T35 depende del tiempo de F2 (tiempo de inyección) que es ingresado desde el visualizador TD 200 al terminal VW2 (Figura N° 43).

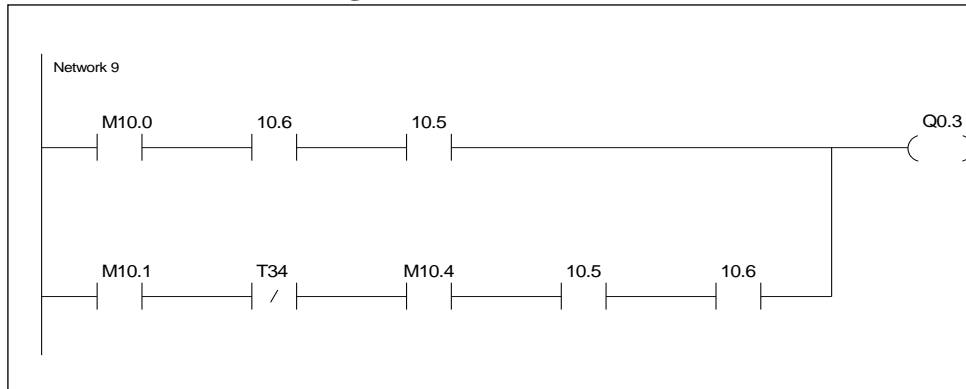
3.15 Activación y desactivación de los rodillos de arrastre del polietileno (Network 9)

Los rodillos pueden ser accionados de manera manual (M10.0) y automática (M10.1). La salida para los dos casos es Q0.3 (figura N° 44).

Para la salida automática deben cumplir las siguientes condiciones:

- El selector del panel de control debe estar en estado automático.
- El selector del panel de control para los rodillos debe estar en ON (I0.6).
- El contacto del temporizador T 34 debe estar cerrado.

Fig. N° 44: NETWORK 9



Elaborado: por el Investigador

3.16 Activación y desactivación de las resistencias de sellado (Network 10 y 11)

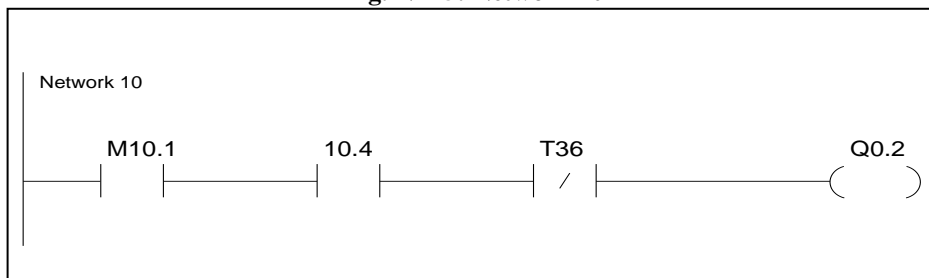
Las resistencias eléctricas que efectúan el sellado de polietileno pueden ser accionadas solamente de manera automática (M10.1). La salida para este caso es Q0.2 (figura N° 45).

Para la salida automática deben cumplir las siguientes condiciones:

- El selector del panel de control debe estar en estado automático.
- El selector del panel de control para los sellados tanto vertical como horizontal debe estar en ON.
- El micro switch (I0.4) debe estar accionado el mismo que activará al temporizador ON delay T 36 a un contacto normalmente cerrado.

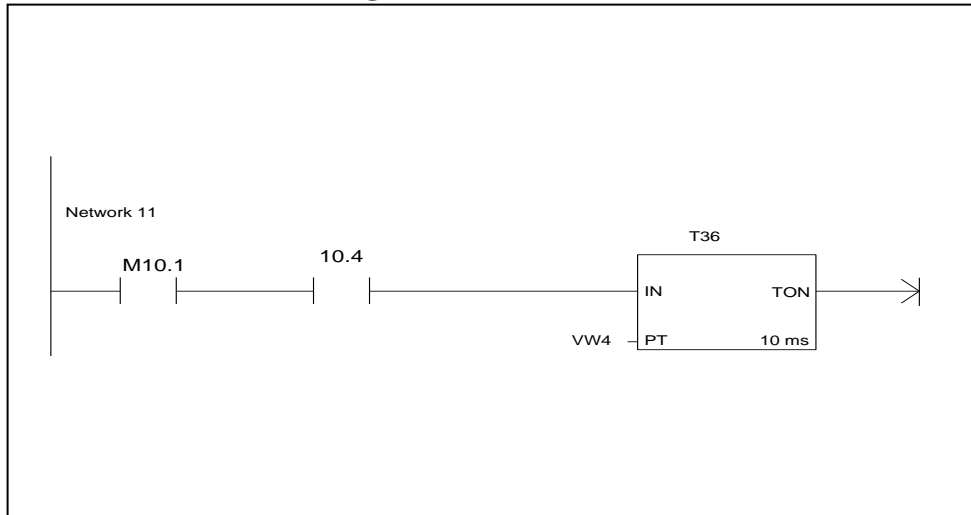
El temporizador T36 depende del tiempo de F3 (tiempo de sellado) que es ingresado desde el visualizador TD 200 al terminal VW4 (Figura N° 45).

Fig. N° 45: Network 10



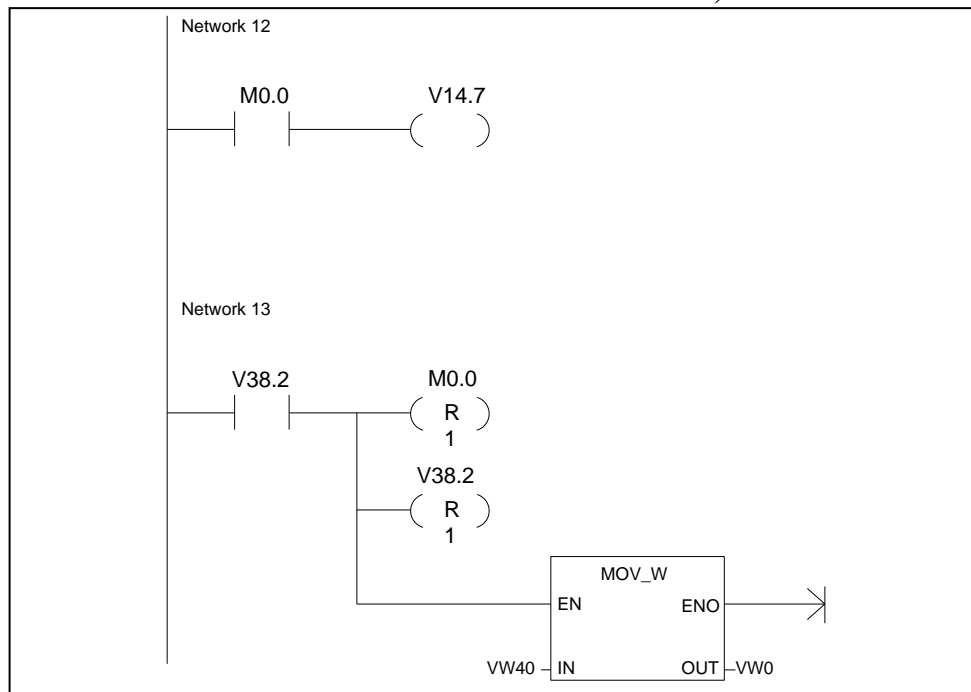
Elaborado: por el Investigador

Fig. N° 46: Network 11



Elaborado: por el Investigador

Fig. N° 47: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F1 (LARGO DE FUNDA NETWORK 12 Y 13)



Elaborado: por el Investigador

En donde:

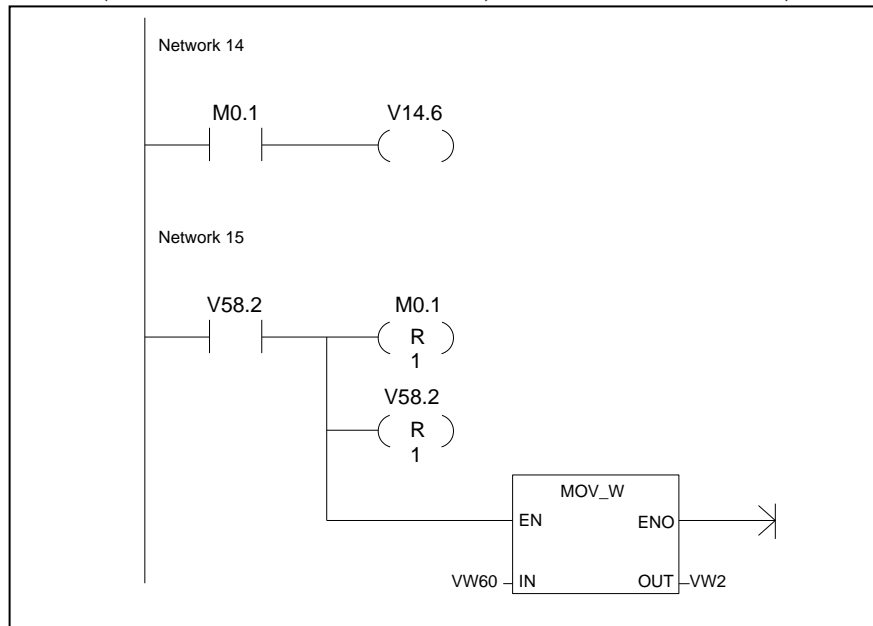
V14.7 es el bit de habilitación del ovis

V38.2 es el bit de ovis de edición de F1 (largo de funda)

VW40 es la dirección de voles de los datos

VW0 es la salida al temporizador T34

Fig. N° 48: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F2 (TIEMPO DE INYECCIÓN) NETWORK 14 Y 15)



Elaborado: por el Investigador

En donde:

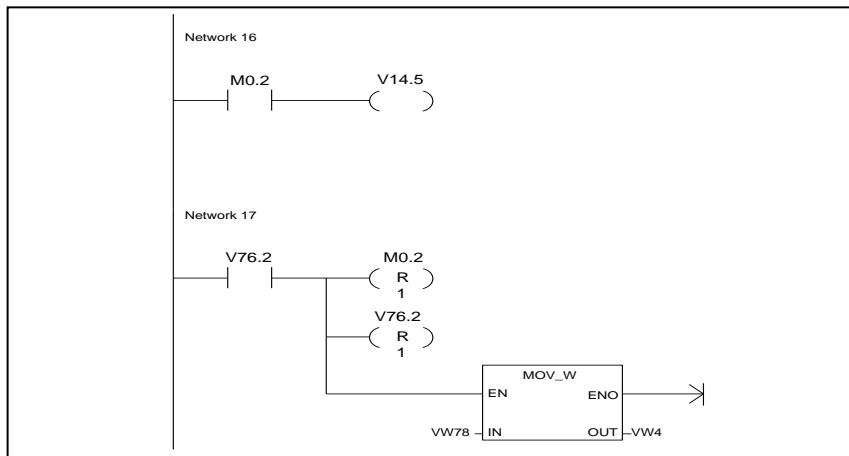
V14.6 es el bit de habilitación del ovis

V58.2 es el bit de ovis de edición de F2 (tiempo de inyección)

VW60 es la dirección de voles de los datos

VW2 es la salida al temporizador T35

Fig. N° 49: BIT DE HABILITACIÓN DEL OVIS DE EDICIÓN F2 (TIEMPO DE SELLADO EN LAS PRENSAS NETWORK 16 Y 17)



Elaborado: por el Investigador

En donde:

V14.5 es el bit de habilitación del ovis

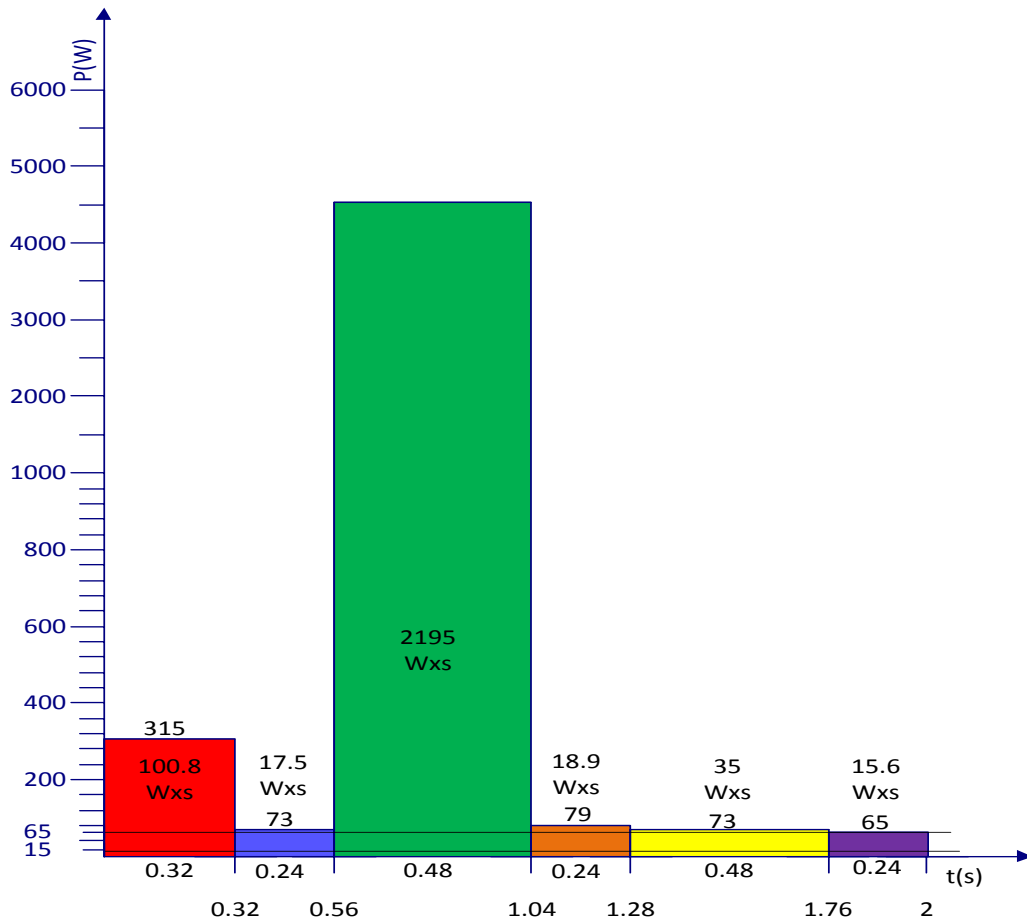
V76.2 es el bit de ovis de edición de F3 (tiempo de sellado en las prensas)

VW78 es la dirección de voles de los datos

VW4 es la salida al temporizador T36.

En la figura N° 50 está representado el consumo de la energía eléctrica en un ciclo productivo de 2 segundos con el PLC S7-200

Fig. N° 50. Proceso con el PLC S7-200



Elaborado: por el Investigador

En donde:

15W lámpara germicida (constante)

50W PLC, Drive, TD 200 (constante)

280W motor eléctrico
8W electroválvula de prensas
4500W suelda
6W de electroválvula de inyección

De la sumatoria de todas las áreas (Potencia – tiempo) se tiene que la energía eléctrica es igual a 2383 Wxs en un ciclo productivo de 2 segundos, 4289040 Wxs en una hora de trabajo o lo que es lo mismo 1.19 kWxh de energía eléctrica consumida por la envasadora de leche.

3.17 Resultados

Antes de la optimización de la energía eléctrica

A la máquina envasadora de leche PREPAC IS-2 se le tomó la medición de la corriente en su instante de máximo consumo (ciclo productivo) con una pinza amperimétrica digital (marca FLUKE) en una máquina envasadora de leche de las mismas características a la que se le realizó la optimización del consumo de la energía eléctrica que se encontraba funcionando y el consumo que registró era de 11 amperios. Esta medición se la tomó en el tablero de distribución en las tres fases como se puede ver en la figura N° 51

Fig. N° 51: MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE CONSUMO EN LA ENVASADORA ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN CON EL PLC



Fuente: del investigador

Al tomar la medida de la corriente de consumo podemos obtener la potencia activa en kW de la envasadora en un ciclo productivo de 2 segundos.

$$P \text{ (kW)} = I \times E \times F_p \times 1.73 / 1000$$

En donde:

P.- Potencia en kW de la máquina

I.- Corriente consumida en amperios

E.- Voltaje en voltios que alimenta a la máquina

Fp.- Factor de potencia (de la máquina es 0.94)

Reemplazando valores se tiene:

$$P = 11 \text{ amp} \times 220 \text{ v} \times 0.94 \times 1.73 / 1000 = 3.94 \text{ kW.}$$

Según los datos originales de placa característica de la envasadora la potencia activa en su máximo consumo es de 4 kW.

Con el PLC S7-200

Después de la automatización de la envasadora de leche con el PLC S7-200 se evidenció una disminución del consumo de la corriente eléctrica (Ver Anexo H e I). La toma del consumo de la corriente eléctrica se la realizó en el armario que se ancló en la máquina envasadora como se puede ver en la figura N° 52

Fig. N° 52: MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE CONSUMO EN LA ENVASADORA DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN CON EL PLC



Fuente: del investigador

Al tomar la medida de la corriente de consumo en un ciclo productivo podemos obtener la potencia activa en kW de la envasadora.

$$P \text{ (kW)} = I \times E \times F_p \times 1.73 / 1000$$

En donde:

P.- Potencia en kW de la máquina

I.- Corriente consumida en amperios

E.- Voltaje en voltios que alimenta a la máquina

Fp.- Factor de potencia (de la máquina es 0.94)

Reemplazando valores se tiene:

$$P = 6.1 \text{ amp} \times 220 \text{ v} \times 0.94 \times 1.73 / 1000 = 2.18 \text{ kW.}$$

De la medición realizada en la envasadora de leche PREPAC IS-2 antes de la innovación del circuito electrónico de control se obtuvo un consumo de 3.94 kW de potencia activa en un ciclo productivo de 2 segundos.

Después de realizar la innovación del circuito eléctrico de control se obtuvo un consumo de 2.18 de kW de potencia activa.

De los resultados obtenidos se deduce que existe un menor consumo de potencia activa en un ciclo productivo de 2 segundos.

Cuadro N° 6. CONSUMO DE ENERGIA ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN CON EL PLC S7-200

Tiempo	Energía kW.h	Costo kW.h (0.12ctvs)
1 hora	2.01	0.24 dólares
8 horas	16.08	1.92 dólares
1 mes	482.4	57.88 dólares
1 año	5788.8	694.5 dólares

Fuente: del investigador

Cuadro N° 7. CONSUMO DE ENERGIA CON EL PLC S7-200

Tiempo	Energía kW.h	Costo kW.h (0.12ctvs)
1 hora	1.19	0.14 dólares
8 horas	9.52	1.14 dólares
1 mes	285.6	34.27 dólares
1 año	3427.2	411.2 dólares

Fuente: del investigador

Analizando los dos cuadros N° 6 y 7 se puede ver que el consumo de energía eléctrica en la envasadora de leche a disminuido en un 59% por lo que si se tuviera que pagar la inversión de los elementos usados (1385,00USD) para la optimización de la energía eléctrica se pagará en 4.8 años del ahorro de energía.

3.18 CONCLUSIONES

- Con la aplicación de esta propuesta se incrementó el desarrollo de la industria láctea al innovar una máquina envasadora de leche más eficiente y eficaz (VER ANEXO G) reduciendo tiempo de paro y desperdicio en el instante del proceso de envasado y todo esto se refleja en los costos de producción.
- La innovación del circuito electrónico de la máquina envasadora de leche facilita la calibración, maniobra y operación de la misma para lo cual se elaboró un manual para el operador y se lo capacitó en el ingreso de datos en el visualizador de texto TD 200 para las distintas presentaciones.
- Facilitó obtener repuestos, puesto que anteriormente se dependía de la empresa que fabricaba la máquina como único distribuidor y a precios muy elevados.
- Al tener claro cómo funciona una máquina se puede reemplazar sistemas de control antiguos con nuevas tecnologías para evitar que queden en desuso y con el ahorro de menos consumo de energía eléctrica.
- El consumo de la corriente de la envasadora ahora es de 2.18 kW por lo que se logró optimizar la energía eléctrica en casi un 50% reemplazando sistemas antiguos de control por nuevas tecnologías como es el caso del PLC S7-200 CPU 222.

3.19 RECOMENDACIONES

- Las Industrias pueden contribuir significativamente al ahorro de la energía eléctrica al realizar estudios de innovaciones en los procesos de control.
- Al ver el resultado final en la máquina envasadora de leche se procederá a realizar el mismo trabajo en la otra máquina gemela IS-2 que actualmente se encuentra sin funcionamiento.
- Cambiar los motores eléctricos de bajo factor de potencia por otros que se acerquen a la unidad.
- Habilitar el sistema de control del banco de condensadores para la corrección del factor de potencia.
- Realizar un estudio energético para analizar la capacidad del transformador con relación a la carga de la fábrica.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- KOSOW, Irving L. “Máquinas Eléctricas y Transformadores” Editorial Reverté S.A. 1982
- DAWES, Chester L. “Tratado de Electricidad 2 Corriente Alterna” Editorial G. Gili S.A. Mexico 1983
- ROBLEDO, Rodrigo, “Teoria y Práctica de Transformadores” Editorial Esparsa; Mexico 2008
- DIMACONSI S.A, "Diseño y construcción de sistemas electrónicos", Editorial Don Bosco, Quito 2005.
- ELONKA M, “Operación de plantas Industriales”. Editorial Me GRAW-HILL, México 2000.
- FESTO DIDACTIC FLUIDSIM, “Manual de neumática”, Editorial Alfaomega, Argentina 2004.
- DEL RAZO Adolfo, “Sistemas Neumáticos e Hidráulicos” Editorial. U.P.I.I.C.S.A. España 2001.
- TEJASA, “Catálogo completo de Acoplamientos Elásticos”, Editorial LIMUS A, México 2006.
- GUILLEN S, “Introducción a la Neumática”, Editorial Marcombo, España 2000.
- HORTA J, “Técnicas de Automatización Industrial”, Editorial LIMUSA, México 2002.
- SIEMENS, “Manual de programación STEP 7 micro WIN 32”, Edición 2005, Alemania 2004.
- ROLDAN José, “Neumática, hidráulica y electricidad aplicada”, Editorial Parafino, México 2002.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CAMOZZI, “Catalogo de actuadores lineales de doble efecto”, Italia 2006.
- FESTO FLUISÍM. “Manual para la técnica y manipulación de elementos” México 2004.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN, “Manual de Dibujo Técnico”, Editorial T. de public, Quito 1998.
- PRE PACK, “Catálogo de máquinas envasadoras”, Francia.2005.
- SIEMENS, “Software de Automatización industrial STEP 7 micro WIN 32”, Alemania 2004.
- SIEMENS “Manual del Controlador Lógico Programable”, Editorial Hall S.A., Buenos Aires-Argentina 2003.
- DIMACONSI "Manual de Diseño y Construcción de Sistemas Electrónicos", Quito 2004.

BIBLIOGRAFIA VIRTUAL

- <http://www.consumoteca.com/diccionario/energia-electrica>
- <http://www.cip.org.ec>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_as%C3%ADncrono
- http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_alterna
- http://www.google.com.ec/search?q=sensores+opticos&hl=es&biw=1003&bih=592&prmd=ivnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=Don_Ta6DIvG00AH3q_GnDw&ved=0CEAQsAQ
- http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_frecuencia
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>
- http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/electrica.htm

ANEXO A

GLOSARIO DE TERMINOS

Amperio: Unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, y representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1Amperio = 1 coulomb/segundo).

Bobina: Arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.

Central de Generación Térmica: Es aquella central donde se utiliza una turbina accionada por vapor de agua inyectado a presión para producir el movimiento del eje de los generadores eléctricos.

Central Hidroeléctrica: Es aquella central donde se aprovecha la energía producida por la caída del agua para golpear y mover el eje de los generadores eléctricos.

Comercialización: consiste en la venta, facturación y cobro por el servicio eléctrico prestado a los consumidores finales.

Corriente Eléctrica: Es el flujo de electricidad que pasa por un material conductor; siendo su unidad de medida el amperio. y se representan por la letra I.

Corriente Eléctrica Alterna: El flujo de corriente en un circuito que varía periódicamente de sentido. Se le denota como corriente A.C. (Altern current) o C.A. (Corriente alterna).

Corriente Eléctrica Continua: El flujo de corriente en un circuito producido siempre en una dirección. Se le denota como corriente D.C. (Direct current) o C.C. (Corriente continua).

Distribución: incluye el transporte de electricidad de bajo voltaje (generalmente entre 120 Volt. y 34.500Volt) y la actividad de suministro de la electricidad hasta los consumidores finales.

Electricidad: Fenómeno físico resultado de la existencia e interacción de cargas eléctricas. Cuando una carga es estática, esta produce fuerzas sobre objetos en regiones adyacentes y cuando se encuentra en movimiento producirá efectos magnéticos.

Electroimán: Es la magnetización de un material, utilizando para ello la electricidad.

Generación de Energía: comprende la producción de energía eléctrica a través de la transformación de otro tipo de energía (mecánica, química, potencial, eólica, etc) utilizando para ello las denominadas centrales eléctricas (termoeléctricas, hidroeléctricas, eólicas, nucleares, etc.)

Generador: Dispositivo electromecánico utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.

Inducción Electromagnética: Es la creación de electricidad en un conductor, debido al movimiento de un campo magnético cerca de este o por el movimiento de él en un campo magnético.

Ley de Faraday: "Si un campo magnético variable atraviesa el interior de una espira se obtendrá en esta una corriente eléctrica".

Kilowatt: Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1000 watts.

Motor eléctrico: El motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra, mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas.

Ohmio: Unidad de medida de la Resistencia Eléctrica. Y equivale a la resistencia al paso de electricidad que produce un material por el cual circula un flujo de corriente de un amperio, cuando está sometido a una diferencia de potencial de un voltio.

Resistencia Eléctrica: Se define como la oposición que ofrece un cuerpo a un flujo de corriente que intente pasar a través de sí.

Tierra: Comprende a toda la conexión metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no existan diferencias potenciales peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la de descargas de origen atmosférico.

Transformador: Dispositivo utilizado para elevar o reducir el voltaje. Está formado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí.

Voltio: Es la unidad de fuerza que impulsa a las cargas eléctricas a que puedan moverse a través de un conductor. Su nombre, voltio, es en honor al físico italiano, profesor en Pavia, Alejandro Volta quien descubrió que las reacciones químicas originadas en dos placas de zinc y cobre sumergidas en ácido sulfúrico originaban una fuerza suficiente para producir cargas eléctricas.

Voltímetro: Es un instrumento utilizado para medir la diferencia de voltaje de dos puntos distintos y su conexión dentro de un circuito eléctrico es en paralelo.



Watt: Es la unidad de potencia de un elemento receptor de energía (por ejemplo una radio, un televisor). Es la energía consumida por un elemento y se obtiene de multiplicar voltaje por corriente.



ANEXO B
ZONA DE ENVASADO DE LECHE



AUTOMATIZACIÓN DE LA ENVASADORA	
ANTES	DESPUÉS
	

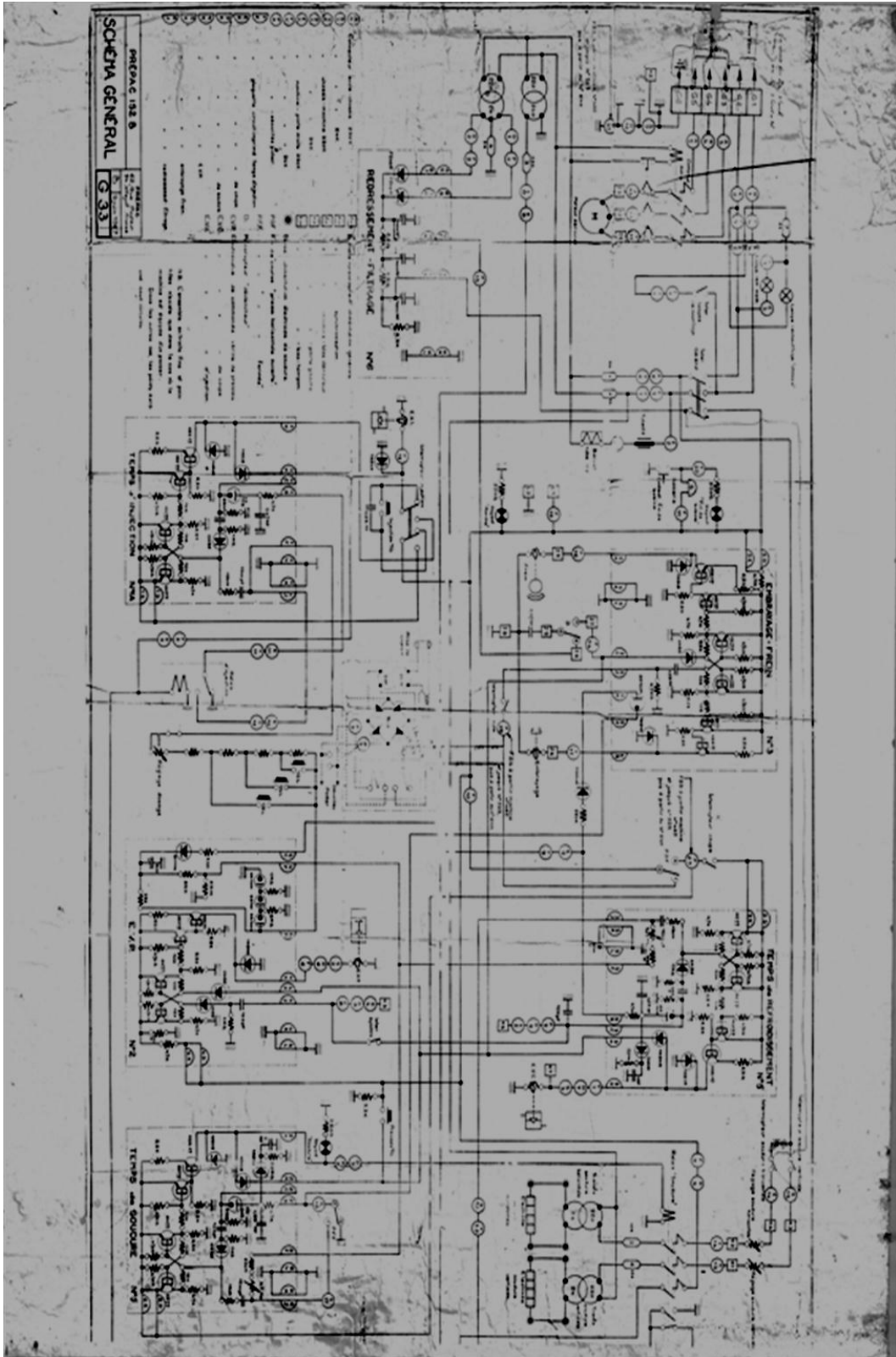
ANEXO C
PANEL DE CONTROL DE LA ENVASADORA

ANTES	DESPUÉS
	

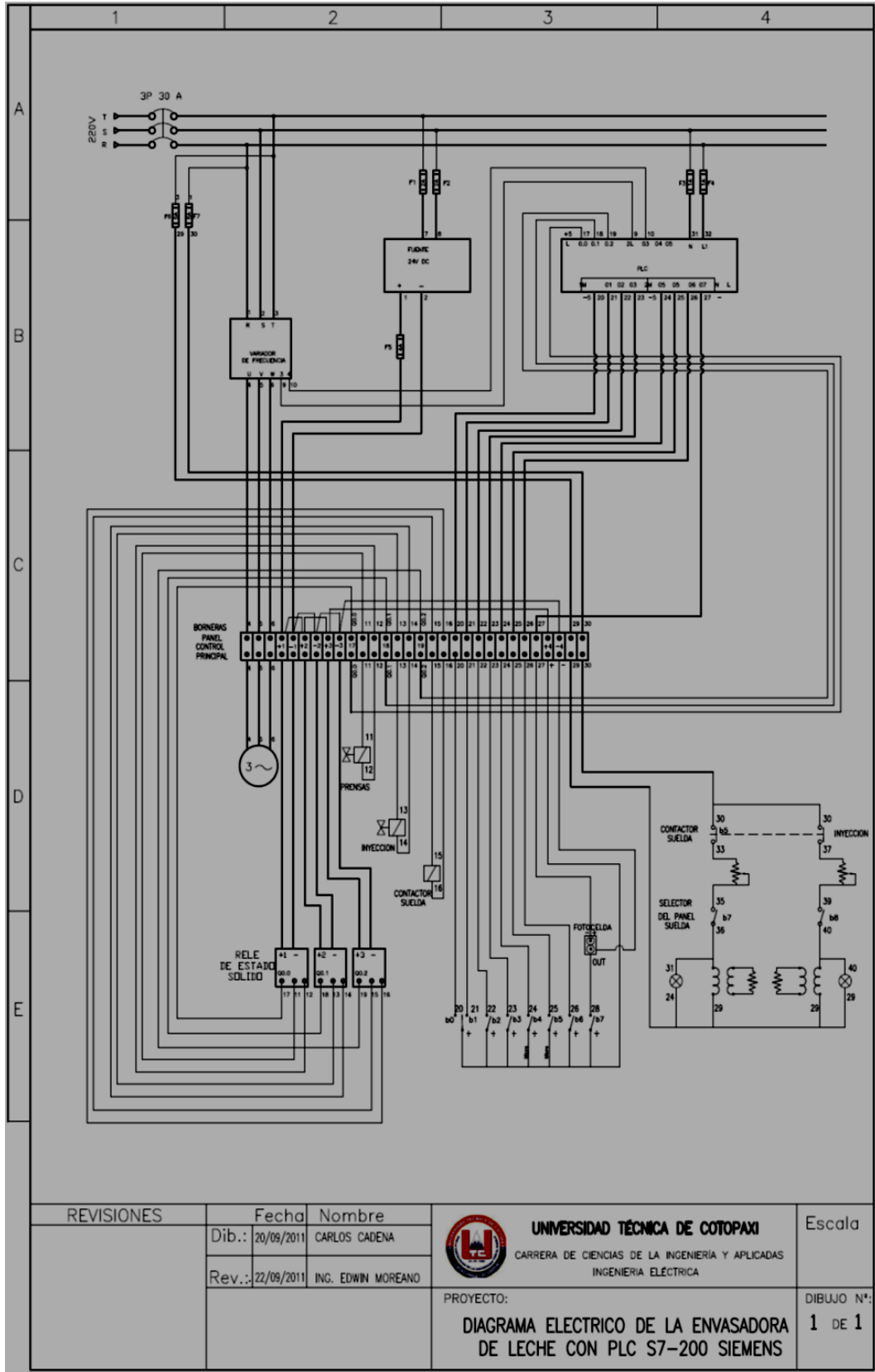
MONTAJE DEL ARMARIO	
FUERA	DENTRO
	

ANEXO D

CIRCUITO ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN CON EL PLC



ANEXO E AUTOMATIZACIÓN CON PLC



ANEXO F
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN PARA LA MÁQUINA
ENVASADORA DE LECHE IS2.

Manual del usuario.

Para el adecuado uso de la máquina envasadora de leche con el nuevo sistema electrónico de control se ha elaborado este manual del usuario que consta de comprobaciones antes y después de energizarla, Le dará paso a paso la guía necesaria para que los operadores garanticen el buen funcionamiento de la misma.

Comprobaciones preliminares.

Antes de poner la máquina en marcha, hay que asegurarse de:

1.- La máquina esté provista de polietileno (plástico) y que se deslice fácilmente por el chaleco o traslapador.

Fig. N° 53: Traslapador de la Máquina



Fuente: Del Investigador

2.- Todos los interruptores estén en la posición OFF (“PARADA”)

Fig. N° 54: Tablero de Selectores



Fuente: Del Investigador

3.- El tanque de alimentación esté con líquido para envasar.

Fig. N° 55: Tanque de Alimentación



Fuente: Del Investigador

4.- Todos los tubos o mangueras de aire estén conectados.

Fig. N° 56: Tuberías de Aire de Electroválvula



Fuente: Del Investigador

5.- La presión de aire a la llegada sea suficiente (6 kg/cm^2) y el aceite en el vaso del distribuidor de aire esté en la cantidad suficiente.

Fig. N° 57: MANÓMETRO DE PRESIÓN



Fuente: Del Investigador

7.- Las bandas de teflón sobre las resistencias eléctricas de sellado estén en buen estado.

Fig. N° 58: BANDA DE TEFLÓN



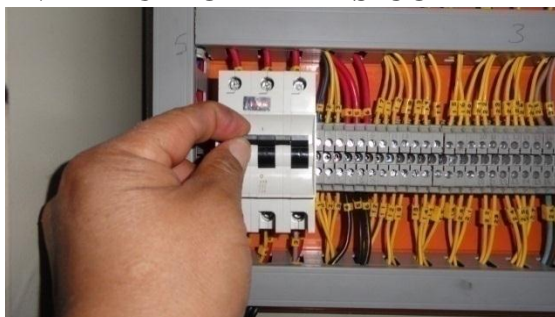
Fuente: Del Investigador

8.- Asegurarse que la llave de paso de agua para el enfriamiento de las resistencias eléctricas esté abierta.

Energizado e ingreso de datos al PLC

1. Energizar la máquina subiendo el interruptor trifásico de 30 amperios ubicado en el interior del armario, el mismo que esta adjunto de la máquina envasadora IS-2 lado derecho.

Fig. N° 59 INTERRUPTOR TRIFÁSICO DE LA MÁQUINA



Fuente: Del Investigador

2. Revisar que los datos ingresados en la pantalla del TD 200 esté de acuerdo a la presentación que se va a realizar ya sea $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1 litro; para la cual; se debe usar el formato de cambio para cada presentación. Los datos deben ser ingresados utilizando el visualizador TD 200 de la siguiente manera:

FORMATO DE CAMBIO DE PRESENTACIÓN

FUNCIÓN	$\frac{1}{4}$ litro	$\frac{1}{2}$ litro	1 litro
F1 LARGO DE FUNDA	35	47	71
F2 TIEMPO INYECCIÓN	40	52	63
F3 TIEMPO DE SELLO	35	38	41

Fuente: Del Investigador

En donde:

F1.- Largo de funda (tiempo en que los rodillos de arrastre halan el polietileno).

F2.- Inyección (tiempo en que permanece abierto la dosificación de leche).

F3.- Sellado del polietileno (tiempo en el que se activan las resistencias eléctricas de sellado tanto vertical como horizontal).

3.- Seleccione lo que quiere modificar: F1, F2 o F3.

Fig. N° 60: SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN



Fuente: Del Investigador

4.- Presionar ENTER del TD 200. Los registros empiezan a titilar.

Fig. N° 61: ACTIVACIÓN DE LA FUNCIÓN



Fuente: Del Investigador

5.- Modificamos con las flechas, si queremos subir los valores usamos la flecha superior caso contrario la inferior.

Fig. N° 62: VARIACIÓN DE LOS DATOS



Fuente: Del Investigador

6.- Para fijar los datos en el visualizador TD 200 nuevamente presionamos la tecla ENTER.

Fig. N° 63: FIJACIÓN DE LOS VALORES EN EL PROGRAMA



Fuente: Del Investigador

Puesta en marcha.

1.- Para empezar la operación de envase colocar el selector principal del panel de control en AUTOMATICO, mientras tanto todos los otros selectores del panel de control (prensas, inyección, rodillos, foto celda, suelda vertical, suelda horizontal) deben estar en OFF.

Fig. N° 64: OPERACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ENVASADORA



Fuente: Del Investigador

2.- Colocar en posición ON los selectores de: las prensas y soldas tanto vertical como horizontal. En este momento las prensas se abren y se cierran. En el momento en que las prensas se cierran se activan las resistencias eléctricas (vertical y horizontal) para el sellado del polietileno ò plástico.

Fig. N° 65: ACCIONAMIENTO DE LAS PRENSAS Y SUELDAS



Fuente: Del Investigador

3.- A continuación colocar en posición ON el selector de los rodillos. En este momento los rodillos arrastran el polietileno hacia abajo.

Fig. N° 66: ACCIONAMIENTO DE LOS RODILLOS DE ARRASTRE



Fuente: Del Investigador

4.- Cambiar al estado ON el selector de la foto celda. Esto se utiliza para cuando exista la marca de taca en el polietileno, el sensor al divisar la marca ordena que se pare el avance de los rodillos para que el diseño de la presentación de la funda siempre vaya ubicado en la misma posición todo el tiempo.

Fig. N° 67: ACCIONAMIENTO DE LA FOTO CELDA



Fuente: Del Investigador

5.- Por ultimo colocar en posición ON el selector de inyección para que la electroválvula accione el llenado de las fundas de leche en el momento en que las prensas están cerradas.

Fig. N° 68: ACCIONAMIENTO DE LA INYECCIÓN DE LECHE



Fuente: Del Investigador

Nota: El selector principal tiene otro estado o posición (MANUAL) que sirve para accionar ya sea: las prensas, rodillos de arrastre de polietileno, inyección de leche, fuera de ciclo. Normalmente esto se usa para verificar paralelismo de las prensas con respecto a los contra topes, cambio de polietileno, lavado de tuberías. Para todos los casos indicados los selectores deben cambiarse de la posición OFF a la ON para su accionamiento.

Fig. N° 69: ACCIONAMIENTO MANUAL DE LA ENVASADORA DE LECHE



Fuente: Del Investigador.

ANEXO G

INDICADOR DE EFICIENCIA DE LA MAQUINA ENVASADORA PREPAC IS2 PRESENTACIÓN 1 LITRO (8 HORAS DE TRABAJO)

	Unidades producidas [μ]	Desperdicio [Kg]	Desperdicio [%]	Tiempo de trabajo [H]	Tiempo de paro [min]	Tiempo de paro [%]	Eficiencia [%]
Antes de la automatización con el PLC	14400	4	34.7	8	50	10.4	54.9
Después de la automatización con el PLC	14400	1	8.6	8	15	3.1	88.3

El cálculo de los indicadores se basa en Key Indicator Performance de la SCA.

$$\text{Eficiencia \%} + \text{tiempo de paro \%} + \text{Desperdicio \%} = 100\%$$

$$\text{Eficiencia \%} = 100 - (\text{tiempo de paro \%} + \text{desperdicio \%})$$

Nota: el peso promedio de la funda de 1 litro es 0.8 gramos

ANEXO H
MEDICIÓN DE CORRIENTE
ANTES DE LA OPTIOMIZACIÓN
MOLIDESA S.A.

ORDEN N° 01

FECHA: Diciembre 2008

HORA: 10H00 am

RESPONSABLE: Carlos Cadena

EQUIPO UTILIZADO: Pinza Amperimétrica Fluke modelo 321

	1C	2C	3C	4C	5C
INTENSIDAD	10.5	10.9	10.8	11.1	11.5

Total	54.8
Promedio	11.0

DESCRIPCIÓN:

1C. Ciclo N° 01

2C. Ciclo N° 02

3C. Ciclo N° 03

4C. Ciclo N° 04

5C. Ciclo N° 05

Comprende el proceso completo en 2 segundos

Observaciones:

Medidas tomadas en tiempos no consecutivos durante una hora en fases distintas

Realizado por:	Revisado por:	Autorizado por.
Carlos Cadena	Ing. Edwin Moreano	Sr. Miguel Moreno

ANEXO I

MEDICIÓN DE CORRIENTE

MOLIDESA S.A.

ORDEN N° 01

FECHA: Abril 2009

HORA: 10H00 am

RESPONSABLE: Carlos Cadena

EQUIPO UTILIZADO: Pinza Amperimétrica Fluke modelo 321

	1C	2C	3C	4C	5C
INTENSIDAD	6.4	6.0	5.8	6.5	5.9

Total	30.6
Promedio	6.1

DESCRIPCIÓN:

1C. Ciclo N° 01

2C. Ciclo N° 02

3C. Ciclo N° 03

4C. Ciclo N° 04

5C. Ciclo N° 05

Comprende el proceso completo en 2 segundos

Observaciones:

Medidas tomadas en tiempos no consecutivos durante una hora en fases distintas

Realizado por: Carlos Cadena	Revisado por: Ing. Edwin Moreano	Autorizado por: Sr. Miguel Moreno
---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------