

T
629.885
60D



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



**“AUTOMATIZACION DE LA PRODUCCION DE CEMENTO Y
BALDOSAS ”**

TOPICO DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRÓNICA Y
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL



Presentado por:

Celio Efrain Godoy Pacalla.
Mónica María Miranda Ramos.
Leonardo Braulio Segarra Valdivieso.



GUAYAQUIL – ECUADOR
2006



D-35099

CIB

AGRADECIMIENTO

Gracias Padre Celestial por todo su amor y su misericordia.

Gracias Amados Padres por todo su apoyo, su amor y confianza depositados en mi.

Gracias amada hermana por tu cariño.

Gracias a mis amados tíos Francia, Héctor y Homero por su apoyo y su cariño.

Gracias por su incondicional apoyo al Ing Holger Cevallos.

Mónica.

Gracias a Dios por sus bendiciones.

Gracias a mis padres y mis abuelitos por su incondicional apoyo y cariño.

Leonardo.

Gracias a Dios, mis padres y hermanos por todo su apoyo y su incondicional amor.

Celio.

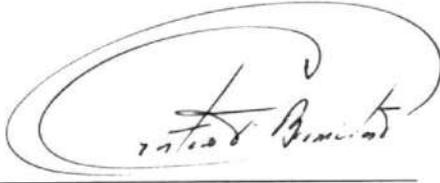
Le damos un agradecimiento especial a los Ingenieros Alberto Larco y Holger Cevallos por ayudarnos desinteresadamente en nuestra formación profesional, que con sus consejos nos animaron a continuar nuestro camino hasta alcanzar nuestras metas.

DEDICATORIA

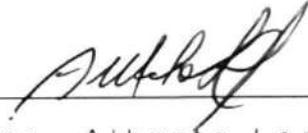
Mis Padres

A mis hermanos

TRIBUNAL DE GRADUACION



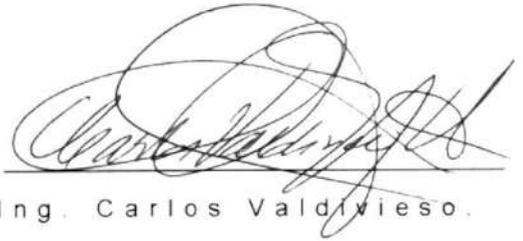
Ing. Gustavo Bermúdez
Decano de la FIEC



Ing. Alberto Larco
Director de TOPICO



Ing. Holger Cevallos
Miembro del Tribunal



Ing. Carlos Valdivieso.
Miembro del Tribunal



DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL."

Art. 12 del Reglamento de Graduación



Celio Efraín Godoy Pacalla .



Mónica María Miranda Ramos.



Leonardo Braulio Segarra Valdivieso.

RESUMEN

Nuestro trabajo tiene como objetivo mostrar la automatización del proceso del cemento de la Holcim y la fabricación de baldosas, y para hacer esto posible hemos estudiado a fondo dos herramientas básicas para el desarrollo de una interfase hombre- máquina que son Lookout y Labview , la primera herramienta muy utilizada para realizar el monitoreo y control de procesos y la segunda utilizada más específicamente en el monitoreo de los instrumentos tanto de medición y de control que se manejan en una planta.

Es importante mencionar que en este tiempo el microcontrolador va ganando espacio en el área industrial claro esta se lo utiliza en aplicaciones específicas como en el control de velocidad de un motor de paso, así que hemos diseñado una tarjeta de adquisición con el pic 16f877 con el fin de simular sensores y señales digitales que recibirá nuestra interfase creada en lookout y en labview.

También hemos dedicado tiempo para estudiar una fuente de conmutación que trabaja a alta frecuencia , conocer sus etapas de funcionamiento y de que manera fueron elegidos sus componentes, y para eso le hemos hecho pruebas y simulaciones para tener una mejor idea de su funcionamiento.

En el capítulo 1 se explica el desarrollo del proceso de fabricación de cemento y baldosas, en el primer proceso se tienen 9 etapas que son: Extracción de la piedra caliza, trituración primaria de la caliza, trituración secundaria y terciaria de la piedra caliza, homogeneización de la caliza, mezcla, separación y homogeneización del crudo, pre calentamiento del crudo, calentamiento y enfriado del klinker, mezcla del yeso con el klinker, y por último el despacho del cemento. En la extracción de la piedra se obtiene la piedra caliza por medio de explosiones programadas y de ahí son llevadas a una trituradora de forma cónica que lo que hace es reducir las piedras a un espesor de 30 cm máximo, después pasan a una segunda trituradora que las reducen a 5 cm de diámetro y de ahí pasan a la trituradora terciaria que las reduce a 1 cm de diámetro, de ahí se homogeneiza la piedra triturada y esto se hace en grandes patios donde por medio de un rascador se mezcla la piedra para mandarla hacia la etapa de molienda de la piedra caliza con la arena y la arcilla después de que es molida se la lleva hacia la separadora donde por medio de un ventilador las partículas pequeñas van hacia el silo de homogeneización y las partículas grandes regresan al molino para seguir siendo molidas, después de la homogeneización del crudo van hacia el pre-calentamiento donde el aire que circula se encuentra a 800°C haciendo que el crudo se vaya calentando gradualmente hasta que llegue al horno rotatorio que ya fue encendido con anterioridad para recibir esta mezcla y calentarla a 1400°C y es en este paso donde las propiedades químicas del crudo

cambian debido a la alta temperatura y se convierte en klinker el mismo que al salir del horno se dirige hacia la enfriadora que se encarga de bajarle la temperatura para llevarla hacia un reservorio de clinker desde donde luego se toma para mezclarla con el yeso y molerla en el molino de bolas y después se separan las partículas gruesas de las finas y las gruesas regresan a la molienda y las finas van a reservorios donde se procede al despacho.

En el proceso de fabricación de las baldosas tenemos 5 etapas, la primera es la bloqueadora donde los bloques llegan y son partidos por la mitad para luego pasar a la segunda etapa que es la tajadora donde se la vuelve a cortar pero en dos pedazos y después se la lleva hacia la tercera etapa que es la cortadora longitudinal donde se la corta a lo largo de la tajada y pasa a la cuarta etapa que es la cortadora transversal donde se la corta en sentido contrario a la anterior etapa y por último la quinta etapa que es la pulidora donde se le saca brillo y la libra de las pequeñas fisuras que están en su superficie , después de este pulido queda lista para ser comercializada.

En el capítulo dos tenemos el desarrollo de la interfase hombre máquina realizada en el lookout 5.1 de national instruments, con este software podremos realizar el control y monitoreo de nuestros dos procesos a estudiar. Lo fácil de la programación en este software es su arquitectura orientada a objetos es decir ya no es necesario seguir un conjunto de reglas

para la programación ni hacer scripts solo se necesita realizar la configuración de los objetos que intervienen en la aplicación, además es posible comunicarse al mundo exterior por medio del puerto serial y llevar un registro del cambio de las variables por medio de históricos.

En el capítulo 3 estudiamos la comunicación de la tarjeta que hemos diseñado con la interfase creada en labview 7.0 express, así mismo el modo de programación en labview se realiza en un ambiente de desarrollo gráfico, el software maneja dos pantalla una que es el diagrama de bloques que es donde se colocan las funciones gráficas que se las obtiene de una paleta de funciones y la otra pantalla que es donde se visualizan los datos adquiridos y aquí se pueden poner toda clase de instrumentos que se encuentran en las paletas de controles.

En el capítulo 4 se encuentra el criterio con el que se ha elegido el pic para crear la tarjeta de adquisición , teniendo en cuenta que queremos manejar 3 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 1 salida analógica real y 8 salidas digitales y por eso fue necesario elegir el pic 16f877 que posee un conversor analógico digital que tiene una resolución de 10 bits, además este pic nos permite tener una comunicación serial.

Además se realizara la simulación de la tarjeta de adquisición de datos en Proteus previo cargando al pic 16f877 su programación realizada en el mplab

para saber de que forma esta trabajando y ese resultado lo podemos observar por medio del virtual terminal que posee proteus.

Después de tener un resultado satisfactorio en la simulación procedemos a armarla en protoboard para probarla con el hiper terminal de windows y después de estar seguros de su correcto funcionamiento mandarla a elaborar, además se encuentran los diseños de la tarjeta de adquisición realizada en pspice, así como sus pistas hechas en eagle 7.1, también se encuentra un listado de todos los componentes que conforman la tarjeta de adquisición de datos.

En el capítulo 5 esta dedicado al estudio de la fuente de conmutación AT de 300 W con voltajes de salidas de 5v a 30 amp , -5v a -0.5 voltios , 12 v a 10 amp , -12 v a -0.58 amp , la alimentación puede ser 110 vac o 220 vac, a nuestra fuente se le sacara el diagrama completo y se realizaran los cálculos que nos permitan conocer el criterio de la selección de sus componentes, además su simulación se realizará en cadence psd 14.1, se tomaron fotos de los resultados obtenidos al poner a funcionar la fuente y se obtuvieron los valores con el multímetro fluke, y en los anexos se muestra la lista de los componentes de nuestra fuente de conmutación.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

1

CAPITULO I

1 ANALISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	4
1.1 Objetivos del proyecto.....	4
1.2 Recursos utilizados en el proyecto.....	5
1.3 Explicación de las etapas del proceso de producción de cemento.....	6
1.3.1 Proceso de extracción de la caliza.....	7
1.3.2 Trituración primaria de la caliza.....	8
1.3.3 Trituración secundaria de la caliza.....	9
1.3.4 Homogeneización de la piedra caliza.....	9
1.3.5 Molienda, separación y homogeneización del crudo.....	10
1.3.6 Pre calentamiento del crudo.....	15
1.3.7 Proceso de calentamiento y enfriamiento del crudo.....	16
1.3.8 Mezcla del klinker con el yeso.....	18
1.3.9 Despacho del cemento.....	18
1.4 Explicación de las etapas del proceso para la producción de baldosas.....	20
1.4.1 Bloqueadora.....	20
1.4.2 Tajadora.....	21
1.4.3 Corte longitudinal.....	21

1.4.4 Corte transversal.....	22
1.4.5 Pulidora.....	22

CAPÍTULO II

2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.....23

2.1 Explicación del diseño de programación en simplicity	
utilizadas en las etapas del proceso realizadas en lookout	24
2.1.1 Producción del cemento.....	24
2.1.1.1 Trituración primaria de la caliza.....	24
2.1.1.2 Trituración secundaria de la caliza.....	25
2.1.1.3 Homogeneización de la caliza.....	28
2.1.1.4 Molienda, separación y homogeneización del crudo.....	30
2.1.1.5 Pre calentamiento.....	34
2.1.1.6 Calentamiento y enfriamiento.....	36
2.1.1.7 Mezcla del klinker con yeso.....	43
2.1.2 Producción de baldosas.....	47
2.1.2.1 Bloqueadora.....	47
2.1.2.2 Tajadora.....	50
2.1.2.3 Corte longitudinal.....	52
2.1.2.4 Corte transversal.....	55
2.1.2.5 Pulidora.....	57

2.2	Monitoreo y Control del proceso de la producción de cemento y baldosas por medio del sistema scada lookout 5.1.....	61
2.2.1	Presentación general del proceso de producción de cemento.....	62
2.2.1.1	Proceso de extracción de la piedra caliza.....	63
2.2.1.2	Trituración primaria de la piedra caliza.....	64
2.2.1.3	Trituración secundaria de la piedra caliza.....	65
2.2.1.4	Homogeneización de la caliza.....	66
2.2.1.5	Molienda, separación y homogeneización del crudo.....	67
2.2.1.6	Pre calentamiento.....	69
2.2.1.7	Calentamiento y enfriamiento.....	70
2.2.1.8	Mezcla del klinker con el yeso.....	71
2.2.1.9	Despacho del cemento.....	72
2.2.2	Proceso de producción de baldosas.....	73
2.2.2.1	Maquina Bloquadora.....	74
2.2.2.2	Maquina Tajadora.....	75
2.2.2.3	Corte Longitudinal.....	76
2.2.2.4	Corte Transversal.....	77
2.2.2.5	Pulidora.....	78
2.3	Manual del usuario de los procesos diseñados en lookout.....	78
2.3.1	Proceso de producción de cemento.....	79
2.3.1.1	Presentación general del cemento.....	79

2.3.1.2 Extracción de la piedra caliza.....	80
2.3.1.3 Trituración primaria de la piedra caliza.....	81
2.3.1.4 Trituración secundaria y terciaria.....	82
2.3.1.5 Homogeneización de la piedra caliza.....	83
2.3.1.6 Molienda, separación y homogeneización.....	84
2.3.1.7 Pre calentamiento del crudo.....	85
2.3.1.8 Calentamiento y enfriamiento del crudo.....	86
2.3.1.9 Mezcla del klinker con yeso.....	88
2.3.1.10 Despacho del cemento.....	89
2.3.2 Proceso de fabricación de baldosas.....	90
2.3.3.1 Bloqueadora.....	90
2.3.2.2 Tajadora.....	93
2.3.2.3 Corte longitudinal.....	97
2.3.2.4 Corte transversal.....	99
2.3.2.5 Pulidora.....	102

CAPÍTULO III

3 DISEÑO Y CONTROL DE LA ADQUISICION DE DATOS

UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW 7.0 EXPRESS DE

NATIONAL INSTRUMENTS..... 104

3.1 Labview una herramienta de instrumentación virtual..... 104

3.1.1 Dispositivos necesarios para la adquisición..... 105

3.1.1.1 Sensores o transductores..... 106

3.1.1.2 Acondicionamiento de señal.....	108
3.1.2 Aplicación utilizada para la adquisición de datos.....	109
3.2 Estudio básico de la programación en labview.....	110
3.2.1 Manejo de controles e indicadores.....	112
3.2.2 Estructuras de programación en labview.....	117
3.2.3 Configuración del puerto serial en la aplicación Labview.....	122
3.2.4 Diagrama de flujo de la programación en labview.....	125
3.3 Programación realizada en Labview para crear una interfase gráfica entre la tarjeta de adquisición y la computadora.....	126

CAPÍTULO IV

4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS UTILIZANDO EL MICROCONTROLADOR 16F877.....	135
4.1 Introducción.....	135
4.1.1 Diagrama de bloques de la tarjeta de adquisición de datos.....	136
4.1.2 Etapas del proyecto.....	137
4.2 Criterios para el diseño de adquisición de datos.....	138
4.2.1 Criterios para la selección del pic.....	140
4.3 Descripción de los puertos del pic 16f877.....	141
4.3.1 Selección de los puertos de entradas y salidas.....	141
4.3.2 Diagrama de flujo del pic.....	146

4.4 Interacción del pic con los datos enviados por medio de la comunicación serial.....	147
4.5 Pruebas realizadas a la tarjeta de adquisición.....	149
4.5.1 Simulación y análisis de la tarjeta con proteus.....	149
4.5.2 Pruebas con el proto-board.....	156
4.5.3 Prueba de la tarjeta de adquisición implementada físicamente con el hiper terminal de windows.....	157
4.5.4 Prueba de la tarjeta de adquisición implementada físicamente con el software labview.....	159
4.5.5 Monitoreo de la tarjeta por medio de la interfase realizada en lookout.....	164
4.5.6 Inversión.....	169

CAPÍTULO V

5. ESTUDIO Y ANALISIS DE LA FUENTE DE CONMUTACIÓN.....	172
5.1 Introducción	172
5.2 Especificaciones de la fuente de conmutación.....	172
5.3 Diagrama de bloques de la fuente de conmutación AT de 300w.....	173
5.4 Estudio del diseño de la fuente AT de 300w.....	174
5.4.1 Análisis del sistema de fuerza.....	174
5.4.1.1 Etapa de rectificación de la señal de entrada.....	174
5.4.1.2 Análisis del convertidor DC-DC.....	187
5.4.1.3 Rectificación y filtrado de la etapa de salida.....	196

Conclusiones y Recomendaciones.....	210
Indice de Figuras.....	213
Indice de Tablas.....	225
Indice de Anexos.....	226
Glosario.....	228
Abreviaturas.....	230

Bibliografía

Anexos



INTRODUCCION

En el vertiginoso desarrollo de la tecnología nos encontramos ya con una computadora más rápida que las que habían hace 10 años, con suficiente memoria y gran capacidad de cálculo para unirse como aliado en el desarrollo de aplicaciones de medición denominadas "Instrumentación Virtual".

Así mismo surge la necesidad de monitorear el proceso industrial y es aquí donde entra en acción la herramienta denominada Scada (Supervision, Control and Data Acquisition) , por medio de ella podemos realizar una interfase hombre-máquina que nos permite observar visualmente por medio de gráficos lo que sucede en el proceso sea en la apertura o cierre de válvulas, activación de sensores de nivel, temperatura o presión , etc

Hay que tomar en cuenta que tanto las herramientas de instrumentación virtual como es el caso de Labview7.1 y el Scada Lookout 5.0 permiten llevar la información adquirida en sus pantallas a programas de procesamiento donde se pueden llevar una base datos y así poder realizar estadísticas y análisis de control del funcionamiento de la planta industrial.

Lookout es un programa para la automatización industrial orientado a objetos, así que para tener un gráfico funcionando en pantalla lo único que

hay que hacer es configurar el objeto y ponerlo en la pantalla gráfica, entre las ventajas a destacar de lookout esta la de permitir una autentica configuración en línea , es decir mientras se van creando y modificando los objetos , estos reflejan de forma inmediata el comportamiento real, incluso al operar en modo de edición, esta capacidad permite realizar cambios a la interfaz del operador sin interrumpir el proceso industrial.

Labview posee un ambiente de programación gráfico diseñado para desarrollar aplicaciones de adquisiciones de datos y análisis de datos con interfaz hacia un computador personal, los programas de Labview se les llama instrumentos virtuales debido a que su aspecto y operación imitan a los instrumentos reales.

Es por eso que para desarrollar nuestros dos procesos de la fabricación de cemento y baldosas hemos elegido estas dos herramientas antes mencionadas.

El microcontrolador va ganando terreno en las aplicaciones industriales, ellos constituyen el cerebro de los controladores lógicos programables (PLC) , y sensores de última generación, es por esto que para poder adquirir los valores desde nuestros simuladores hemos diseñado una tarjeta de adquisición de datos, basado su control en el microcontrolador 16f877A, el

criterio de su elección fue hecho en base a su capacidad de tener entradas y salidas analógicas y digitales, así como la facilidad de diseñar su frecuencia de trabajo por medio del reloj. La simulación de esta tarjeta se realizó en Proteus y además se realizó su comunicación e interfase gráfica con Lookout 5.0

El presente desarrollo explica el proceso de elaboración de Cemento con el que cuenta HOLCIM, que es actualmente el mayor distribuidor de todo el país, es una industria con varias etapas de producción que van desde la extracción de la materia prima de las canteras hasta el proceso de despacho del cemento.

Encontramos interesante el proceso de fabricación de Baldosas y su automatización porque las industrias que se dedican a ésta labor en nuestro país no lo poseen.

Se dedicará un capítulo entero al estudio de la fuente de conmutación, obteniendo su esquemático para simularlo y mostrar las respectivas salidas. Además se realizara el cálculo de cada una de las etapas que conforman la fuente.

CAPITULO I

1. ANALISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

En este capítulo se presentará el Proceso de Producción de Cemento que se desarrolla en la empresa HOLCIM que actualmente cuenta con su interfase hombre-máquina desarrollado en Intouch, pero la misma situación no ocurre en el Proceso de la Producción de Baldosas, aquí no se cuenta con ningún sistema de simulación ni de adquisición de datos además se mencionarán las herramientas que nos ayudarán al desarrollo de la simulación de los procesos.

1.1. Objetivos del proyecto.

La realización de éste proyecto a desarrollarse tiene los siguientes objetivos:

- Conocer el Proceso de Producción de cemento y la Fabricación de las baldosas.
- Adquirir el conocimiento y desarrollar un amplio manejo de las herramientas de trabajo como son Lookout 5.0 y Labview 7.1 Express de National Instrument para poder realizar el monitoreo, control y adquisición de datos en el Proceso de Producción de Cemento y en la Producción de Baldosas.

- Utilizar la ingeniería inversa para poder hacer la elección de los componentes que conforman nuestra fuente de conmutación.

1.2. Recursos utilizados en el proyecto.

Los recursos utilizados en el proyecto serán el manejo del software de simulación Lookout Versión 5.1 de National Instrument con el cual podremos visualizar el proceso y su desarrollo continuo y detectar cualquier falla, además utilizaremos el sistema de adquisición de datos llamado Labview 7.1 de National Instrument, este es un software en el que se pueden crear instrumentos de control y así poder tener las señales de cualquiera de nuestros equipos monitoreados pero para poder recibir éstas señales se necesita tener una tarjeta de adquisición de datos diseñada por nosotros mismos y utilizaremos el microcontrolador 16F877 de Microchip que posee un puerto serial muy importante para poder comunicarse con la computadora y además posee un convertidor digital analógico de 10 bits.

También utilizaremos el software de programación Simplicity Machine y el PLC GE VersaMax .

Para poder realizar el análisis de la fuente de tipo AT de 300 watts, utilizaremos el software de Simulación Cadence PSD 14.1

y para realizar las pistas del circuito y su vista superior se utilizará el Programa Design Explorer 99 , Protej 99.

1.3. Explicación de las etapas del proceso de producción de cemento.

El proceso para la obtención del cemento no es un proceso tan sencillo de realizar como se lo puede pensar , se requieren de algunas pruebas y mediciones para obtener el producto deseado, que cumpla con todas las características requeridas para su comercialización y utilización.

- 1.- Extracción de la piedra caliza desde la cantera.
- 2.- Trituración primaria de la piedra caliza.
- 3.- Trituración secundaria y terciaria de la piedra caliza.
- 4.- Homogeneización de la piedra caliza.
- 5.- Molienda, separación y homogeneización del crudo.
- 6.- Pre calentamiento del crudo.
- 7.- Calentamiento y enfriamiento del crudo.
- 8.- Mezcla del clinker con yeso.
- 9.- Despacho del cemento.

1.3.1. Proceso de Extracción de la Caliza.

Una planta de cemento esta generalmente ubicada cerca de los yacimientos de piedra caliza, que es el material mas usado en su fabricación . Esta ubicación es determinada por exploraciones que indican la calidad y cantidad de los yacimientos para justificar su construcción.

La explotación se realiza tomando muestras del suelo, usando perforadoras con brocas o barrenos huecos (en forma de tubos), que al ser extraídos retienen en su interior el material por donde fueron atravesando.

Estos núcleos luego son analizados en los laboratorios para determinar su composición química y poder determinar las proporciones en que debe mezclarse para la elaboración del cemento. Estos resultados se registran en planos y vistas verticales de las diferentes capas de materiales.

La piedra caliza es explotada mediante voladuras (explosiones) en la cantera; realizadas con cargas explosivas colocadas en perforaciones hechas a varios metros de profundidad.

Una vez fracturadas las capas del material por estas explosiones , grandes tractores desprenden las rocas de las laderas para ser cargados en camiones por cargadoras de cuchara.

Estos camiones con una capacidad de 50 toneladas métricas (110.000 libras) transportan la caliza a la Trituradora Primaria.

1.3.2. Trituración Primaria de la Caliza.

Las piedras de tamaños irregulares son depositadas en la trituradora primaria por las volquetes. Esta trituradora es una máquina muy grande en forma cónica en cuyo centro gira un cono metálico que va apretando las piedras (que pueden ser de hasta 1.5 mts de diámetro) contra las paredes del tazón, triturándolas hasta que quedan de 30 cm máximo. Esta trituradora puede producir unas 1600 Toneladas métricas cada hora.

La trituradora trabaja todo el día a excepción de la hora de comida al medio día. Después estas piedras son transportadas por medio de bandas a una pila de almacenamiento para luego ser alimentadas a la trituradora secundaria.

1.3.3. Trituración Secundaria de la caliza.

La trituradora secundaria reduce en forma similar a la trituradora primaria las piedras a un diámetro de 5cm.

El producto de la trituradora secundaria es cernido por zarandas que son básicamente mallas metálicas sometidas a vibración que dejan pasar las piedras pequeñas (un centímetro de diámetro o menores).

Las piedras mayores a un centímetro son enviadas a otras trituradoras llamadas Terciarias que se encargan de reducir su tamaño hasta que puedan pasar a través de la zaranda.

1.3.4. Homogeneización de la piedra caliza.

Una vez terminado este proceso continuo de trituración, el producto es transportado a una gran sala de almacenamiento y pre - mezclado (mayor en tamaño que el Coliseo Cerrado).

Las bandas transportadoras llevan este material desde la trituradora hasta los patios siendo capaces de transportar

en 8 horas 8 mil toneladas de material y es depositado en lugares cubiertos, en donde es apilado formando capas delgadas para luego ser extraídas por medio de un rascador que va cortando cada una de las capas producidas produciendo el efecto de mezcla con el fin de que las propiedades sean adoptadas por todo el material en concentraciones parejas.

1.3.5. Molienda, Separación y homogeneización del Crudo.

La molienda se realiza mezclando tres materiales que son la piedra caliza, la arena y la arcilla

Hasta ahora sabemos de que forma se obtiene y procesa la piedra caliza y nos toca saber de la arena y arcilla.

Arcilla: Se usan dos tipos de arcillas en la fabricación del cemento para lograr la composición química correcta.

Una de ellas se obtiene en la cantera ubicada en la planta misma y la otra la transportan desde la provincia de Los Ríos.

La extracción se realiza usando tractores para aflojar el material y cargadoras frontales para llenar los camiones

que la transportarán a planicies preparadas para extenderla y exponerla al sol para secarla.

Es necesario almacenar suficiente material para los meses lluviosos.

Una vez seca, la arcilla es transportada a una trituradora de martillos, la que consiste en un eje donde cuelgan unas masas de acero o martillos que giran a una gran velocidad impulsadas por un motor eléctrico. El material es destrozado al ser golpeado por los martillos y lanzado contra las paredes de la trituradora. Este tipo de equipo es el mas apropiado para triturar materiales como la arcilla.

Una vez triturada la arcilla, es trasladada a través de bandas transportadoras a una sala de almacenamiento bajo techo, donde es depositada formando pilas una a continuación de otra para luego ser extraídas por un mecanismo compuesto de orugas gigantes que van rascando la superficie de cada una de estas pilas para así obtener el efecto de mezcla.

Arena ferrosa: La arena ferrosa es transportada desde los sitios de extracción en las playas a la planta por medio de barcazas y luego camiones.

En la planta es depositada en planicies de almacenamiento donde se escurre para estar lista a ser transportada a los molinos de crudo.

Proporciones

Las proporciones con que se usan estas materias primas varían un poco en cada planta de cemento, dependiendo de la composición química de ellas y del tipo de cemento que se fabrica. En nuestro caso son aproximadamente 85% de piedra caliza, 10% de arcilla y 5% de arena.

Dosificación

La dosificación consiste en pesar los materiales en una forma continua a lo que pasan por bandas transportadoras hacia los molinos y controlar la alimentación de acuerdo a datos suministrados por el laboratorio.

Se calcula el peso del material que es transportado sobre las bandas por medio de celdas de cargas y se mide la velocidad a la que viajan y de esta manera cuanto material ingresa por hora.

Esta información es transmitida al cuarto de control central donde las computadoras controlan automáticamente la alimentación a los molinos.

Molienda

Los molinos están compuestos de un cilindro metálico de aproximadamente 8 metros de longitud y cuatro metros de diámetro , dispuestos horizontalmente.

En su interior se encuentran bolas de acero de varios tamaños (desde el tamaño de una naranja hasta las pequeñas como bolas de ping-pong).

Al girar el molino en su interior se produce una cascada continua de bolas que aplastan el material produciendo un polvo muy fino, llamado crudo.

Los molinos giran impulsados por motores eléctricos gigantes de 3500 caballos de fuerza (el equivalente a 100 suzuki fuerza).

Separación

El crudo sale de los molinos por rebose hacia elevadores de balde que llevan este material a los separadores en donde es clasificado . El material fino es enviado a los silos de homogeneización como crudo terminado y el grueso es regresado a los molinos.

Los separadores son equipos en forma de conos concéntricos, que contienen en su interior las aspas de

una especie de ventilador, haciendo girar las partículas del material. Por su peso las partículas grandes son lanzadas hacia las paredes del cono exterior, para luego resbalar hacia el fondo y regresar al molino. Las partículas más livianas en cambio, son transportadas por el aire agitado hacia la parte superior, por donde puedan pasar al cono interior que las extrae como producto terminado.

El principio que se usa en estos aparatos es similar al que emplea nuestro campesino al lanzar el arroz pilado y ventearlo con un abanico, el arroz por su peso, cae al recipiente mientras la cáscara que tiene menor peso vuela fuera de él.

Homogeneización del crudo.

El crudo producido por los molinos es transportado a silos de homogeneización y almacenamiento a través de bandas, elevadores de baldes.

Los canalones son ductos cuadrados, montados con cierta inclinación. En su interior se forman dos cámaras separadas por una lona muy resistente.

Por la cámara superior, rueda el polvo sobre la lona, debido a la gravedad ayudado por el aire que es inyectado

en la cámara inferior y que pasa a través de la lona. El aire presurizado es producido por los compresores de relativamente baja presión, pero gran volumen.

En los silos de homogeneización el crudo es retenido y mezclado por varias horas. El fondo de estos gigantescos silos está recubierto por placas porosas que permiten el paso del aire. Compresores inyectan grandes cantidades de aire a través del fondo en forma rotativa y pulsante produciendo la mezcla que asemeja el efecto de una olla de agua hirviendo.

Una vez completa la homogeneización, el material es vaciado en los silos de almacenamiento desde donde será alimentado al horno.

1.3.6. Pre-Calentamiento del Crudo.

La dosificación al horno se controla en forma similar a la de los molinos de crudo empleando celdas de carga.

El crudo es elevado desde los silos de almacenamiento hasta la parte superior de la torre del Pre-calentador el cual está compuesto por una serie de ciclones o ductos cónicos conectados en cierta forma en que permitan la

caída del crudo y al mismo tiempo la subida de los gases calientes que son producidos por el horno , de esta forma el crudo es pre- calentado y alimentado al horno a una temperatura muy elevada de unos 800°C, el pre – calentador es la estructura mas alta de la planta y equivale a un edificio de unos 25 pisos de altura.

1.3.7. Proceso de Calentamiento yEnfriamiento del Crudo.

Calentamiento.

El quemado o calcinación del crudo se produce en hornos rotativos dispuestos casi horizontalmente y consistentes de un tubo metálico de unos 65 metros de longitud y 4,5 metros de diámetro, forrado interiormente de ladrillos refractarios que lo protegen de las altas temperaturas.

El horno se apoya en rodillos y tiene una ligera inclinación de 4° desde el pre – calentador (entrada) hacia la enfriadora (salida). En el extremo inferior esta ubicado un quemador que utiliza petróleo para producir temperaturas de hasta 1500 °C.

El crudo a estas temperaturas, a través de una serie de transformaciones se convierte en klinker. Parte del crudo se convierte en gases que mezclados con el aire de combustión son succionados a través del pre- calentador hacia los filtros en donde es totalmente purificado antes de ser expulsado a la atmósfera.

El horno gira lentamente haciendo que el crudo vaya rodando hacia la boca inferior, calentándose gradualmente a más altas temperaturas hasta que cae sobre las parrillas enfriadoras como un río de lava ya en forma de klinker.

Enfriamiento.

Las enfriadoras son parrillas metálicas que transportan el clinker al rojo vivo hacia transportadores de balde que lo llevaran a los silos de almacenamiento.

Bajo las parrillas metálicas se hallan una serie de ventiladores que enfrían el clinker . Parte de ese aire ya caliente se utiliza para la combustión del petróleo en el horno y la otra parte debe ser desechada a la atmósfera no sin antes pasar por enormes filtros electrostáticos.

Los filtros electrostáticos son cámaras metálicas gigantescas que permiten pasar el aire sucio a través de

placas cargadas con alto voltaje , que a su vez cargan eléctricamente las partículas de polvo las cuales son atraídas hacia una de las placas y retornadas al proceso junto con el clinker a los hilos de almacenamiento.

1.3.8. Mezcla del Clinker con el Yeso.

El proceso de molienda del clinker con el yeso es muy similar al de la molienda del crudo descrito anteriormente. En este caso se dosifican al molino de clinker con una porción de yeso. Este producto pulverizado es el cemento que va a ser almacenado en los silos para ser despachado.

1.3.9. Despacho del Cemento

Despacho al granel.

Finalmente el cemento es transportado por bandas transportadoras a los silos de almacenamiento , de donde se lo extrae para poder ser entregado al granel a los carros que lo reciben, éste método es muy preciso pues desde que lo piden y cancelan su pedido queda registrada la cantidad en el computador y cuando llega el

camión al sitio de despacho, se sabe exactamente que cantidad se debe de entregar.

El despacho de cemento a granel se realiza ubicando a los camiones tanqueros directamente bajo los silos sobre las balanzas pesadoras y vaciando el cemento a través de grandes mangueras que se embonan en la parte superior del tanquero . Una vez completa la carga generalmente de 20 a 30 toneladas, la balanza automática cierra la válvula de llenado y retrae la manguera.

Durante la operación de llenado el aire del interior del tanquero que es desplazado por el cemento es extraído a través de filtros.

Ensacado del cemento.

Las ensacadoras rotativas son equipos "robots " en forma de cilindros dispuestos verticalmente y montados sobre rodamientos que las hacen girar lentamente. En su cara exterior se encuentran repartidas 8 boquillas, las que al pasar por delante de un dispositivo automático , reciben una funda vacía . Las fundas van girando con las máquinas que las llenan con el peso exacto . Al llegar al punto de descarga , las fundas llenas son depositadas en

las bandas transportadoras que las llevarán directamente a las plataformas de los camiones.

1.4. Explicación de las etapas del proceso para la producción de baldosas.

Las etapas por las que pasa una piedra natural, desde las canteras en las que se encuentran, hasta poder apreciar su belleza, abarca todo un proceso que incluye la fase de extracción en cantera , corte y acabado o pulido y se las puede resumir en las siguientes etapas:

- 1.- Bloqueadora
- 2.- Tajadora
- 3.- Corte Longitudinal
- 4.- Corte Transversal
- 5.- Pulido.

1.4.1. Bloqueadora.

Esta es la primera de las etapas de corte. Se colocan las piedras en mesas en donde es cortada en pequeños bloques de medidas que varían en función de la baldosa



que se quiere obtener al final del proceso. Este corte se realiza con una máquina llamada cortabloques.

1.4.2. Tajadora.

Este proceso consiste en el corte consecutivo de planchas de un espesor determinado a lo ancho de todo el bloque. La operación de cortar con discos infiere a la superficie rocosa unas ligeras marcas consistentes en surcos y oscilaciones de (0.1 – 0.5 mm de profundidad) que siguen direcciones curvas y concéntricas. No obstante a pesar de esa posible ligera rugosidad, la cara cortada es muy plana y a veces totalmente lisa pero algo áspera. Por lo que se requiere un previo proceso de calibrado antes de ser pulido, el espesor de las tajadas varía de 14 a 15 mm.

1.4.3. Corte Longitudinal.

Las tajadas provenientes del proceso anterior son pasadas por una máquina denominada cortadora longitudinal, la misma que realiza el corte superior e inferior de la tajada a lo largo de la misma dejando como definitiva una de las medidas requeridas. Esta máquina



esta compuesta básicamente por una cinta transportadora y Cabezales.

1.4.4. Corte Transversal

En esta etapa del proceso lo que se hace es cortar en sentido perpendicular al corte anterior esto es a lo ancho de la tajada

1.4.5. Pulidora.

Es el tratamiento más conocido y frecuente de la superficie de tableros de mármol y granito que son las rocas que poseen el suficiente grado de cristalinidad necesario, constituyendo la última parte del proceso del progresivo alisamiento. En éste proceso se consigue una superficie lisa, plana y brillante sin ningún tipo de raya o arañazo visible además contribuye a dejar una porosidad cerrada y a dotar el material de una gran resistencia a las agresiones externas.

CAPITULO II

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO.

En éste capítulo se tratará sobre la simulación del Proceso de Producción del Cemento y de las baldosas realizadas con Lookout 5.1 de National Instruments con el cual se desarrollan las pantallas del proceso y Cimplicity Machine Edition de GE que nos ayuda a desarrollar el programa en el PLC GE VersaMax , además también se explicarán como se hace el enlace entre las pantallas realizadas y el PLC (Controlador Lógico programable).

Las pantallas del proyecto a realizarse serán controladas por medio del PLC GE VersaMax . En el programa Lookout se realiza la presentación visual del proceso pero siempre las señales de control son enviadas por el PLC y también las entradas simuladas las recibe desde el software Lookout.

2.1 Explicación del diseño de programación en simplicity utilizada en las etapas del proceso realizadas en lookout.

2.1.1 Producción del Cemento.

2.1.1.1 Trituración Primaria de la Caliza.

Para empezar el proceso se activa el interruptor I1 que da inicio al motor Q2 que mueve el cono interior de la trituradora primaria y se lo puede observar en la figura 2.2, y al mismo tiempo se acciona la banda transportadora Q3 encargada de llevar la piedra molida hasta la trituradora secundaria, también se ha creado el pare de la trituradora primaria representado por el interruptor I2 y se lo puede observar en la figura 2.1



Figura 2.1.- Bobina de paro accionada por I2

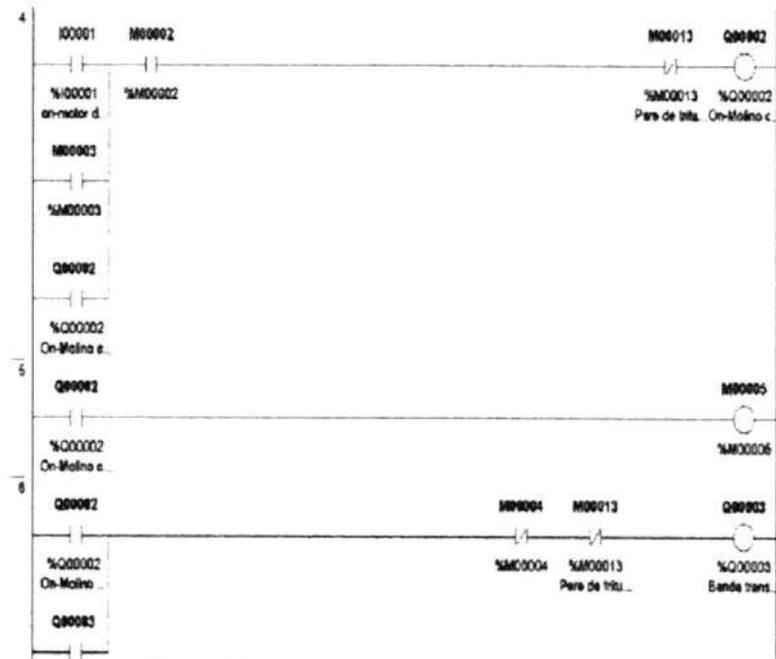


Figura 2.2.- Activación de motor de trituradora primaria

2.1.1.2 Trituración Secundaria de la Caliza

Esta segunda fase de trituración se enciende automáticamente por medio del contacto M5 que se ve en la figura 2.3 , lo primero que sucede es el encendido de las zarandas, bandas y motores de las trituradoras secundarias y terciarias.

Por seguridad le hemos puesto una botonera de pare a estas dos trituradoras y esta representado por el interruptor I3.

Las variables que representan los equipos son:

Motor de trituradora secundaria Q6.

Motor de trituradora terciaria Q7.

Motor de zaranda secundaria Q4.

Motor de zaranda terciaria Q5.

Motor de banda secundaria Q8.

Motor de banda terciaria Q9.

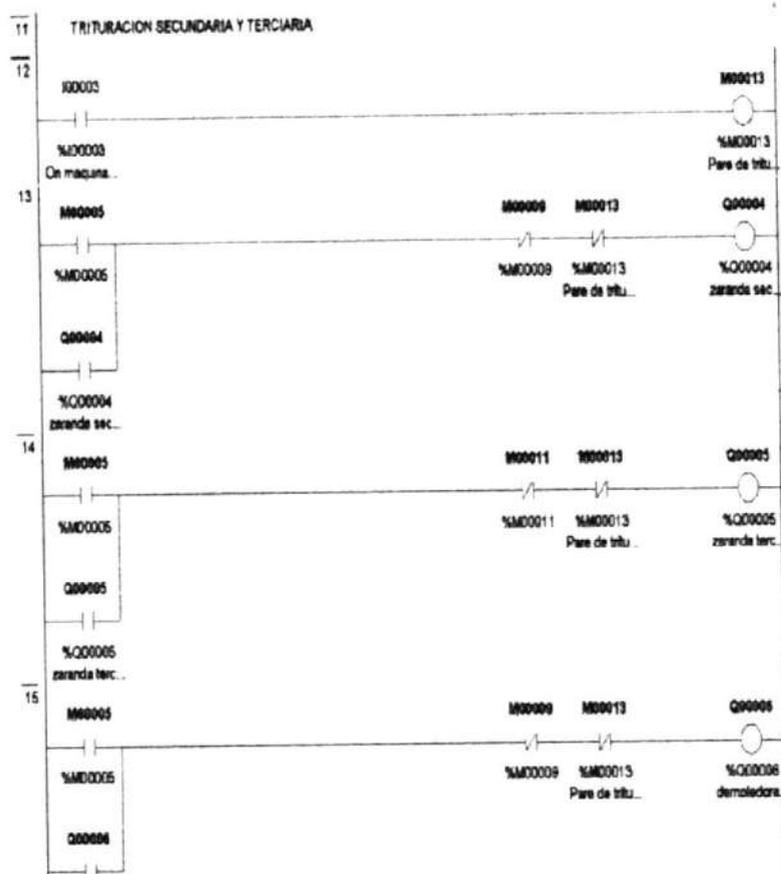


Figura 2.3.- Encendido de trituradora secundaria Q6

En el momento de parar las máquinas trituradoras lo primero que se hace es encender la bobina M8 y su contacto M8 manda a cumplir un tiempo de 50 ms y después de accionar M9 apaga las trituradoras de

manera secuencial, en primer lugar se apaga el motor de la trituradora secundaria y la zaranda secundaria como se observa en la figura 2.4 y esto lo hace el contacto M9, después de 50ms se manda a apagar las dos banda transportadoras secundarias por medio del contacto M10 y en 50ms más se mandan a apagar el motor de la trituradora terciaria y la zaranda terciaria como se puede observar en la figura 2.5, finalmente después de 50ms se manda a apagar la banda transportadora terciaria.

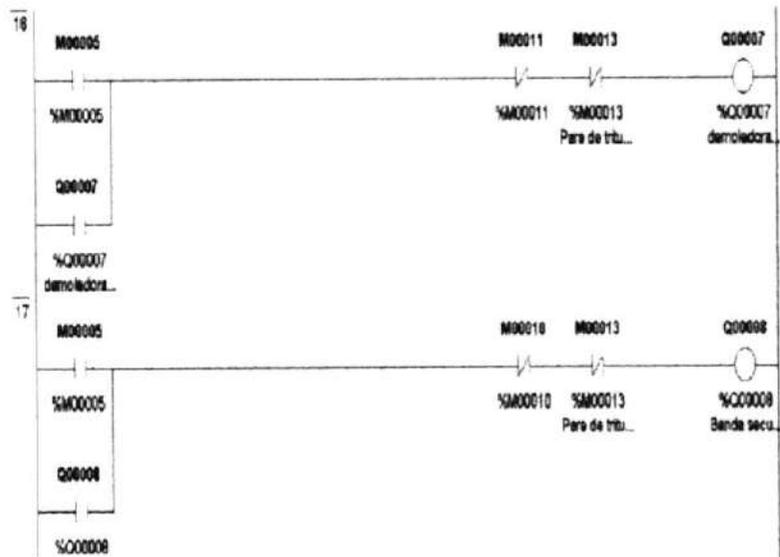


Figura 2.4.- Activación de Trituradora Terciaria

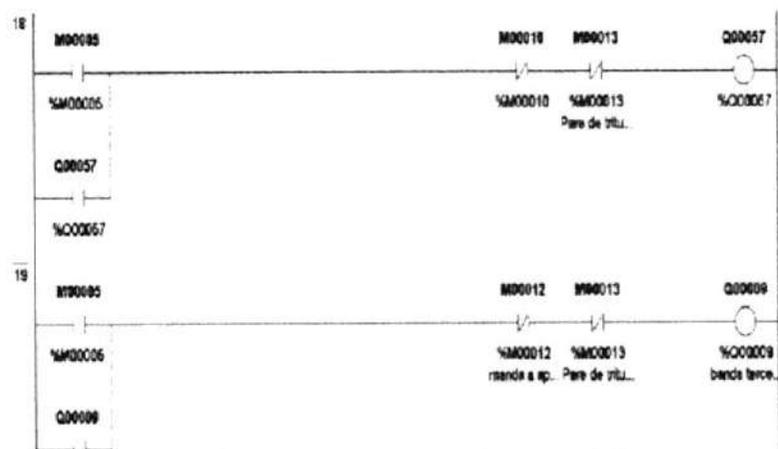


Figura 2.5.- Activación de banda terciaria.

2.1.1.3 Homogeneización de la Caliza

Esta parte del proceso es muy interesante pues está formado por un sistema ingenioso, sus motores se encienden de manera secuencial, comenzando por activar las bandas rotativas Q52 que distribuyen el material alrededor del patio y se lo puede observar en la figura 2.6 , después se enciende la banda Q53 que esta encargada de recoger la piedra traída por el rastrillo para llevarla por un tubo hacia la banda de salida final Q54 que la dirigirá a la molienda junto con la arena y arcilla, y cuando se han encendido todas las bandas se enciende el rastrillo Q55 que realizará la tarea de rascar los montículos de piedra, esto se lo observa en la figura 2.7 , haciendo el efecto de mezclador y de esta manera

obtener una variedad del material molido.

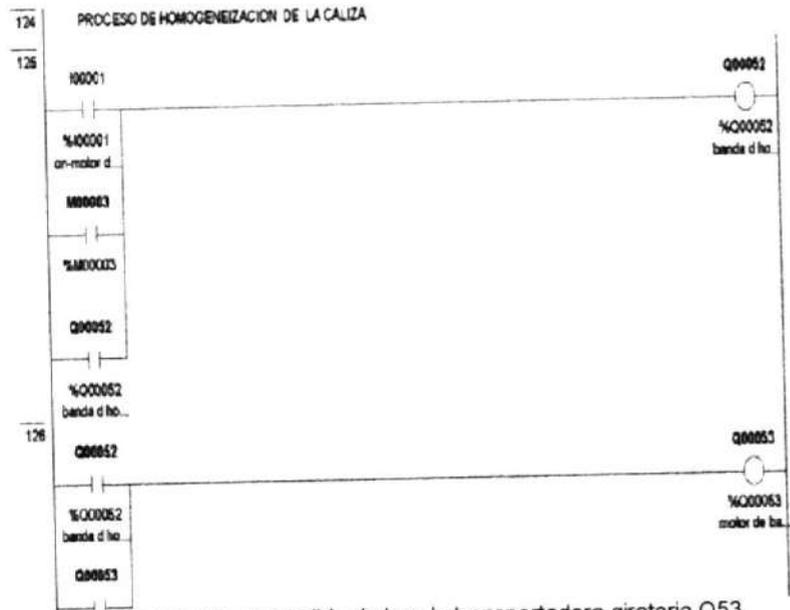


Figura 2.6.-Encendido de banda transportadora giratoria Q53

Los motores accionados en esta parte del procesos son:

Las bandas rotativas Q52.

La banda que lleva el material desde el rastrillo hasta la banda de salida Q53.

La banda de salida que transporta el material hasta los molinos Q54.

El rascador Q55 .

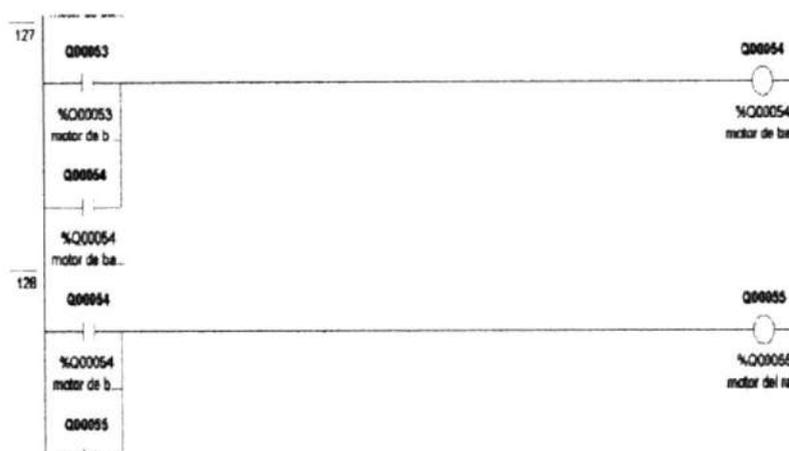


Figura 2.7.- Encendido del rascador de piedra caliza Q55

2.1.1.4 Molienda, Separación y Homogeneización del crudo.

En primer lugar para empezar la molienda es necesario revisar el nivel de las tolvas de los 3 materiales que son caliza, arena y arcilla si se encuentran con su capacidad completa.

Es preciso mencionar que la mezcla debe estar compuesta por un 85% de caliza, 10% arcilla y solo 5% de arena.

El silo que contiene la caliza esta exactamente fabricado para contener el 85% de material que necesita la mezcla. En el caso de los silos de arena y arenilla se los han diseñado de manera que puedan hacer varios

tiempos de descargas es por eso que su peso se controla por medio de una celda de carga que nos va a informar del peso actual del silo y en el momento que el sensor indique que se esta quedando sin material se lo manda a llenar .

El proceso de descarga de los tres materiales se realiza en el momento en que los 3 tanques tienen la capacidad de hacerlo, sea que se encuentren en su nivel máximo los tanques de arena y arcilla o que tengan material para realizar la última descarga, entendiendo por descarga que tengan el suficiente material para cubrir el porcentaje requerido según sea el caso de arena o arcilla.

Pero previo a la descarga se enciende el molino Q39 como se observa en la figura 2.8 , estando sin material para que el arranque sea suave y como esta es una industria que mantiene su producción operativa durante el día, el molino se detendrá al final de la jornada.

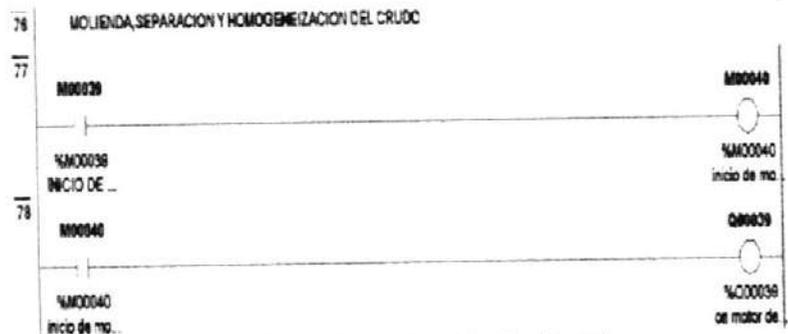


Figura 2.8.- Inicio de la molienda del crudo.

Pero antes de que ocurra el proceso de la molienda, es necesario preparar la maquinaria que recibirá este material molido, como son la separadora de partículas gruesas y finas, así como la homogeneizadora. En primer lugar encendemos los cangilones Q40 como se ve en la figura 2.9, que transportaran el material molido hacia la separadora, y también se enciende el ventilador Q41 de la separadora y a su vez ya se prepara la bomba de homogeneización Q42 y con todo esto listo podemos empezar el proceso de la molienda.

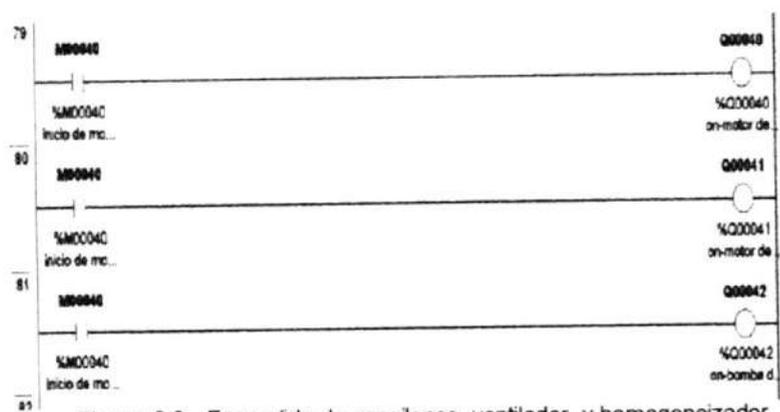


Figura 2.9.- Encendido de cangilones, ventilador y homogeneizador

El principio de la separadora es muy sencillo pues se trata de que el material molido entre y el ventilador Q41 que ya esta encendido empiece a agitar las partículas y las que son finas pasan al silo de homogeneización y las gruesas regresan al molino para terminar de pulverizarse y luego regresan a la separadora y continúan el proceso.

Cuando pasamos a la homogeneización del crudo ya se encuentra encendido el ventilador Q42 que mandará suficiente aire a través de la base que sostiene el material en el silo de homogeneización y una vez que el sensor de nivel máximo se encienda, manda a abrir la válvula de descarga Q43 para que llegue al silo donde se almacena el material homogeneizado , y cuando el sensor de nivel máximo de este silo de almacenamiento se encienda, mandará a activar la válvula de descarga Q50 que dejará caer el material hacia la banda transportadora Q51 y esto se ve en la figura 2.10 .

Los dispositivos encendidos en esta fase son:

Molino Q39.

Cangilones Q40.

Ventiladores Q41.

Bomba de Homogeneización Q42.

Válvula de descarga de homogeneización Q43.

Válvula de descarga hacia la banda Q50.

Banda Transportadora Q51.

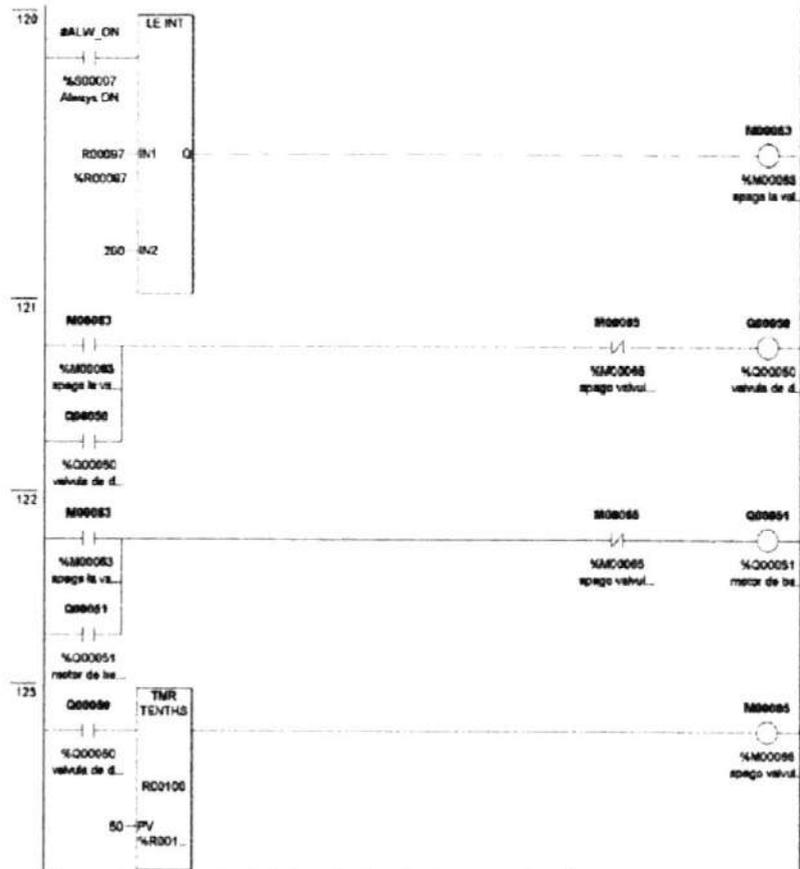


Figura 2.10.-Control de la válvula de descarga hacia el pre calentamiento.

2.1.1.5 Pre Calentamiento

En el proceso de pre- calentamiento , es necesario que el horno haya sido prendido previamente y este

mandando sus vapores hacia la torre de precalentamiento , en esta parte solo se hace pasar el crudo por las torres y se debe activar la banda que trae el crudo hasta el silo donde de una vez lleno, su sensor de nivel máximo manda la señal al plc y este enciende una bomba Q56 y se ve en la figura 2.11 que empezará a mandar el crudo por las torres y este material irá calentándose pues la temperatura de los gases que circulan por la torre son aproximadamente de 800°C y continuará su deslizamiento hasta ir entrando al horno de calentamiento donde se encuentra una temperatura máxima 1400°C.

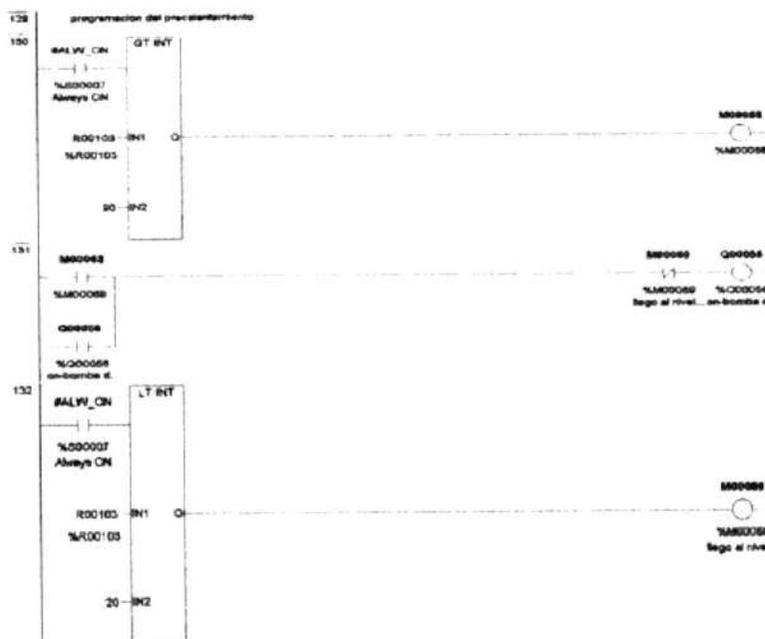


Figura 2.11.- Programación del pre calentamiento.

2.1.1.6 Calentamiento y Enfriamiento

Para empezar el calentamiento lo primero que se hace es poner en movimiento el molino de bolas sin mezcla, para arrancarlo se enciende el motor Q18, y al mismo tiempo se encienden los ventiladores que trabajan en la enfriadora del klinker, esto se lo puede observar en la gráfica 2.12.

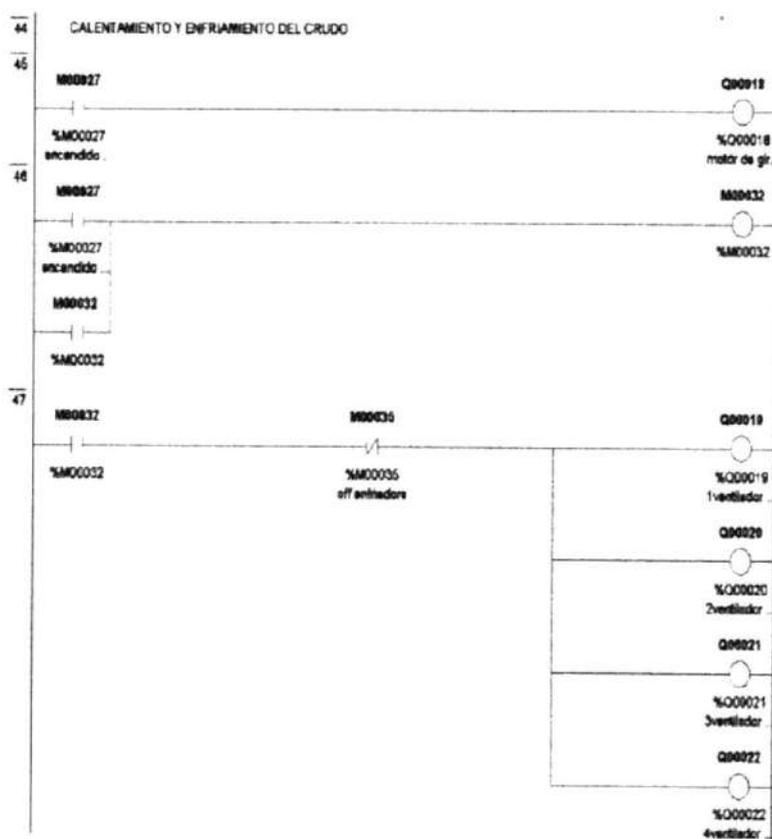


Figura 2.12.- Encendido del Horno y la Enfriadora

También para empezara la combustión es necesario encender el transformador que energiza el filtro electrostático Q24 como se ve en la figura 2.13 cuya función es absorber el aire que resulta del enfriamiento, y al pasarlo por el filtro el aire que llega al ambiente es más limpio , también se encienden la bomba del filtro Q23, y la banda Q25 que recoge las partículas cargadas y las lleva a la banda Q26 que lleva el klinker frío al reservorio.

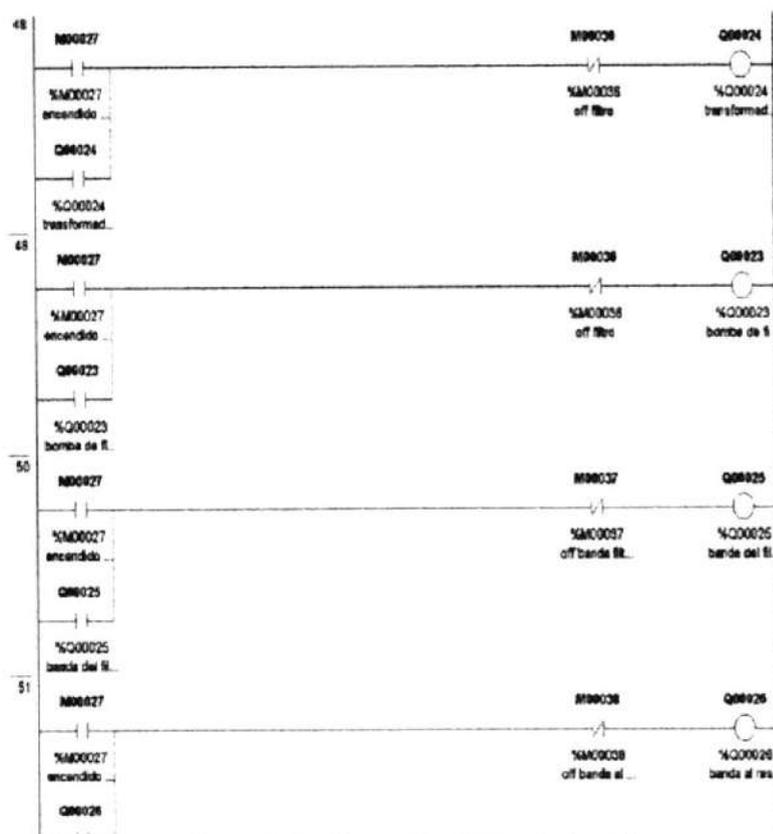


Figura 2.13.- Encendido del filtro electrostático.

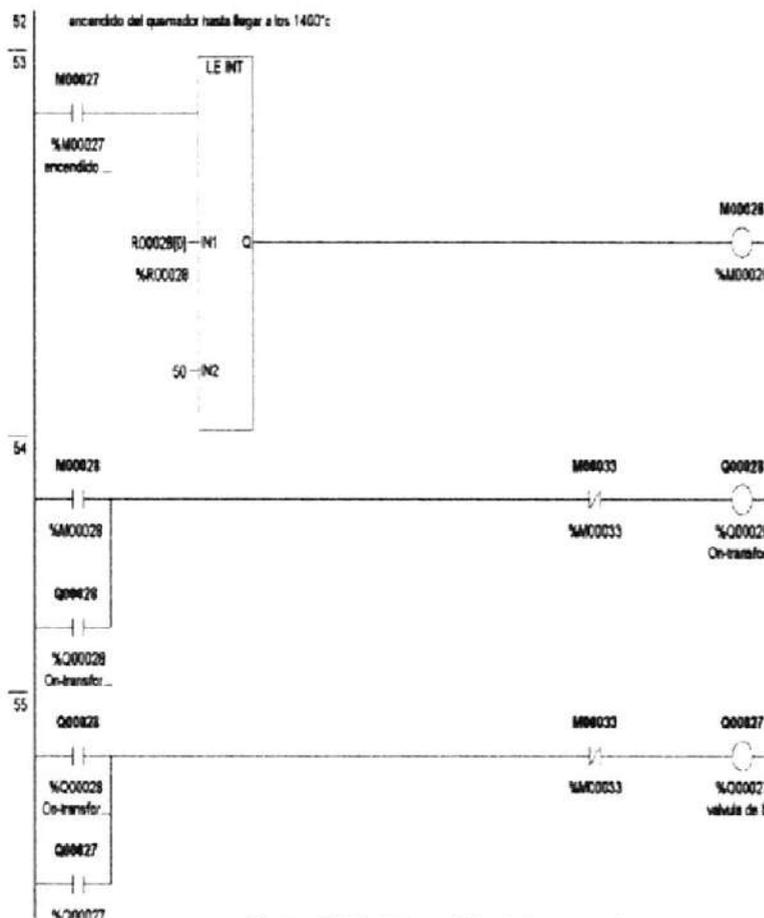


Figura 2.14.- Encendido del quemador.

En la gráfica 2.14 podemos observar la programación para el encendido del quemador, lo primero que se hace es asegurarse del suficiente combustible para realizar la combustión, este material puede ser el diesel.



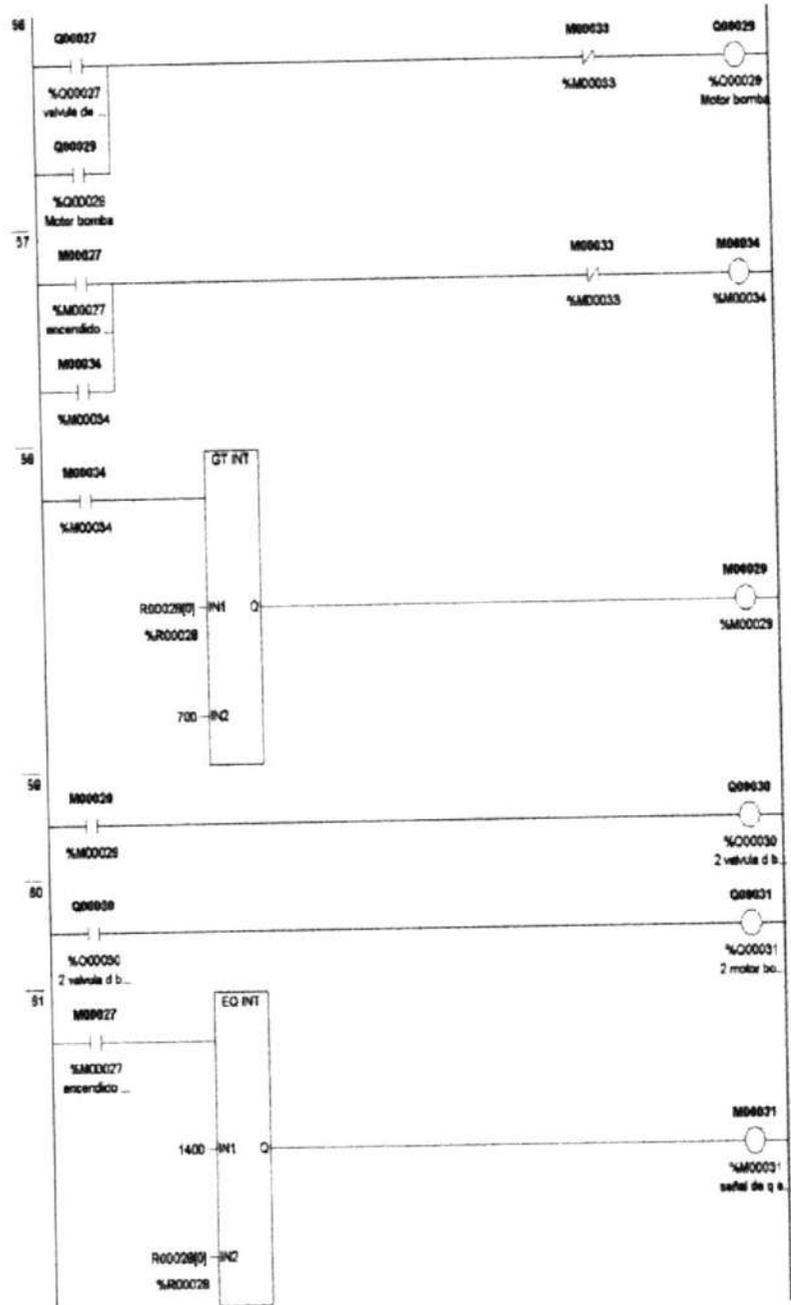


Figura 2.15.- Encendido del 2do motor bomba

Al activar el encendido del horno por medio del contacto M27, lo primero que se registra es la temperatura actual

del quemador y es mostrado por el registro R28 , que al sentir la temperatura baja manda a encender automáticamente el transformador Q28 que energiza dos electrodos, un cátodo y un ánodo, para generar una pequeña chispa, con el objetivo de que al pasar por ese lugar el diesel se genere el fuego, para eso se manda a abrir la válvula Q27 que deja pasar el diesel. Podemos observar en la figura 2.15 que después se enciende el primer motor bomba que nos proporcionara por medio de un sistema mecánico basado en el funcionamiento de un pistón un fluido caudal que entra al quemador, empezando de esta manera la primera fase de la combustión y la llamamos primero porque solo no ayudará a alcanzar la temperatura de 700C, y el sensor que nos ayuda a identificar esta primera temperatura limite y se la puede observar reflejada por el registro R28, después de llegar a esta temperatura se manda a abrir automáticamente la segunda válvula Q30 que deja pasar más combustible y después se enciende el segundo motor bomba Q31 y con esta ayuda podemos alcanzar los 1400C requeridos para que funcione óptimamente el quemador .

Pero es necesario estar seguros que la temperatura del horno no se nos va a salir de control es por este motivo que se colocan sensores a lo largo del horno, y eso se puede observar en las figuras 2.16 y 2.17, donde cada sensor manda su lectura a los diferentes registros que la reciben y la comparan con un valor que tiene pre establecidos en sus respectivos comparadores y si la temperatura esta un poco mas alta de lo indicado se manda a encender unos ventiladores para controlar la situación.

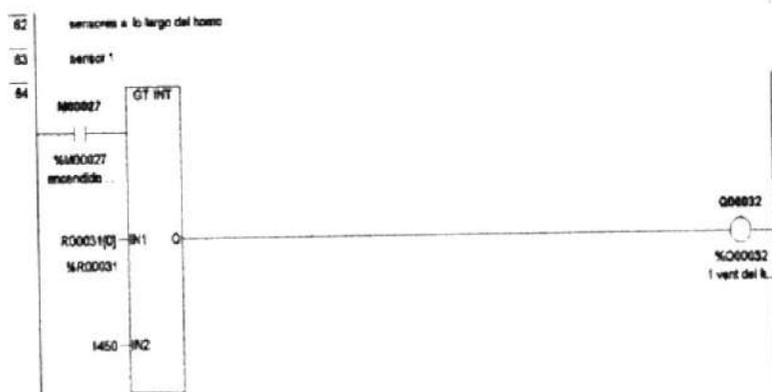


Figura 2.16.- Rangos de temperatura para el sensor 1 del horno.

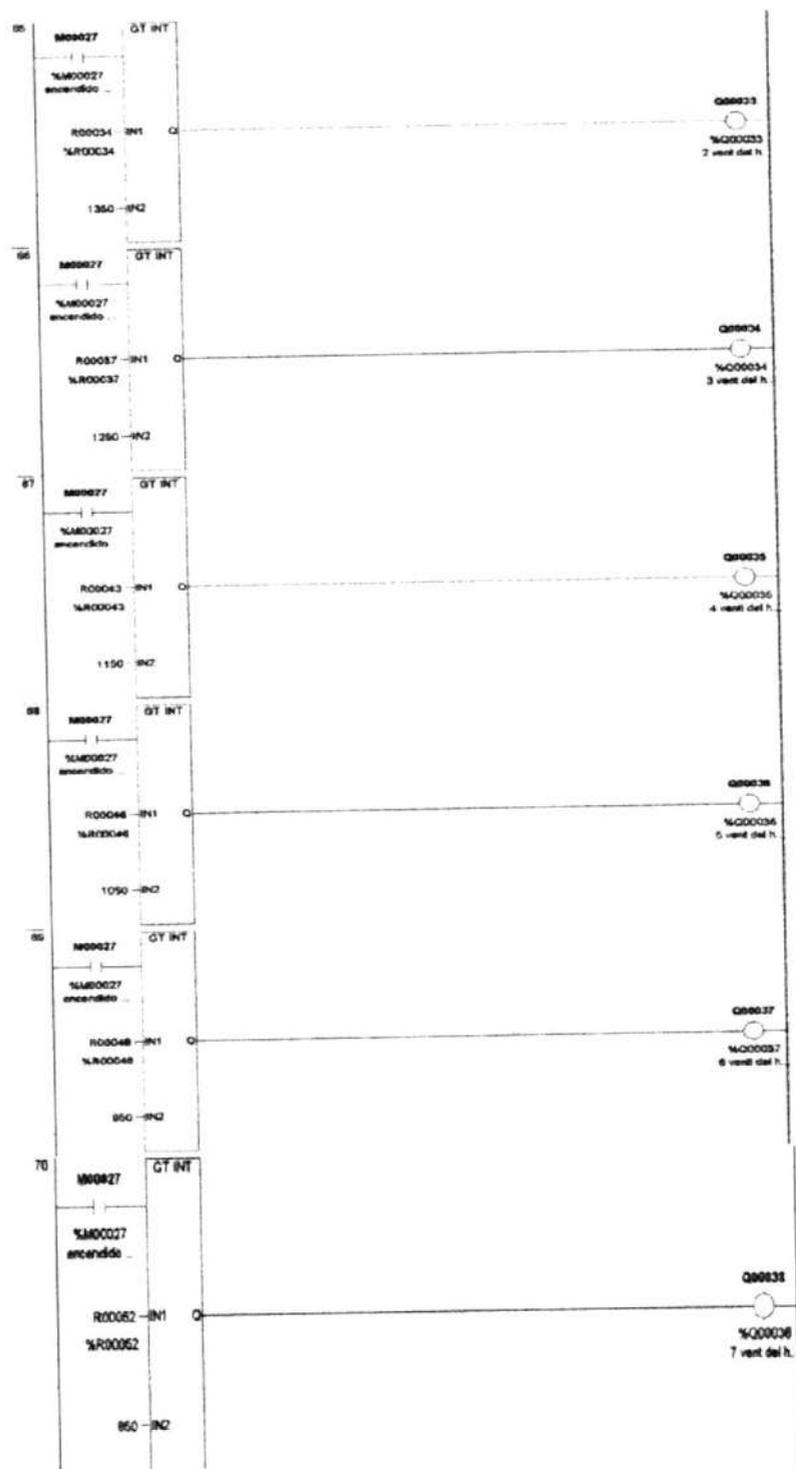


Figura 2.17.- Rangos de temperatura para los sensores desde N2-N7

2.1.1.7 Mezcla del klinker con Yeso

Para poner en marcha la molienda, lo primero que se hace es asegurarse de que los niveles de los silos de klinker y de yeso se encuentran en niveles óptimos.

En caso de que el tanque del clinker este casi vacío se enciende el sensor de nivel mínimo y por medio del registro19 se recibe el nivel actual del tanque, entonces el registro comparador identifica si el valor ingresado es menor o igual que 1000, y si cumple esta condición entonces manda a activar el contacto M17 que encenderá la bomba de llenado Q12 como se observa en las figuras 2.19 y 2.20, hasta que el sensor de nivel máximo se active, cuando esto sucede se manda a activar el contacto M15 el cual ira a apagar la bomba Q12.

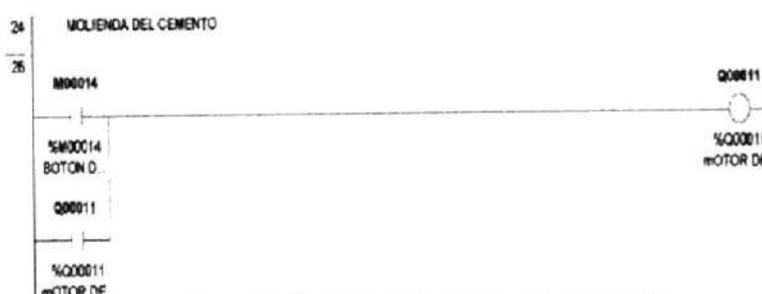


Figura 2.18.- Inicio de la Molienda del Cemento.

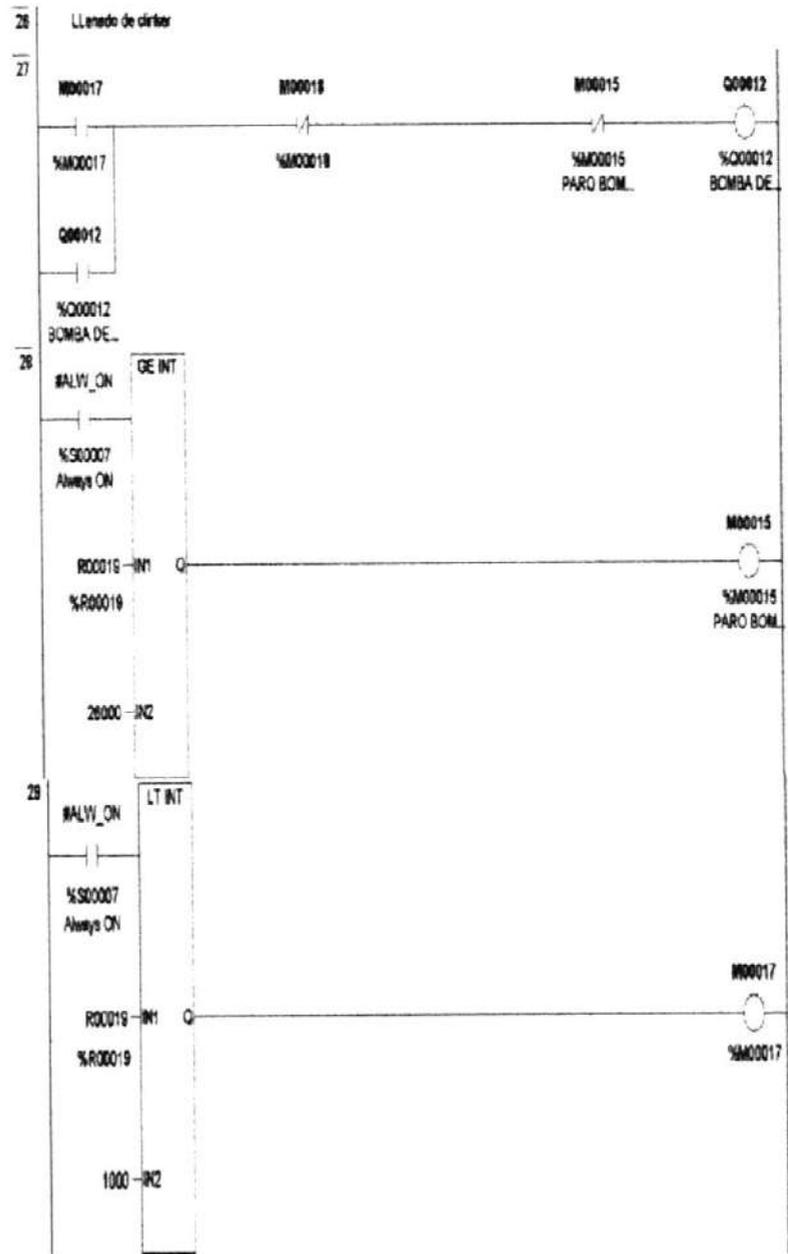


Figura 2.19.- Encendido de la bomba de llenado de clínker

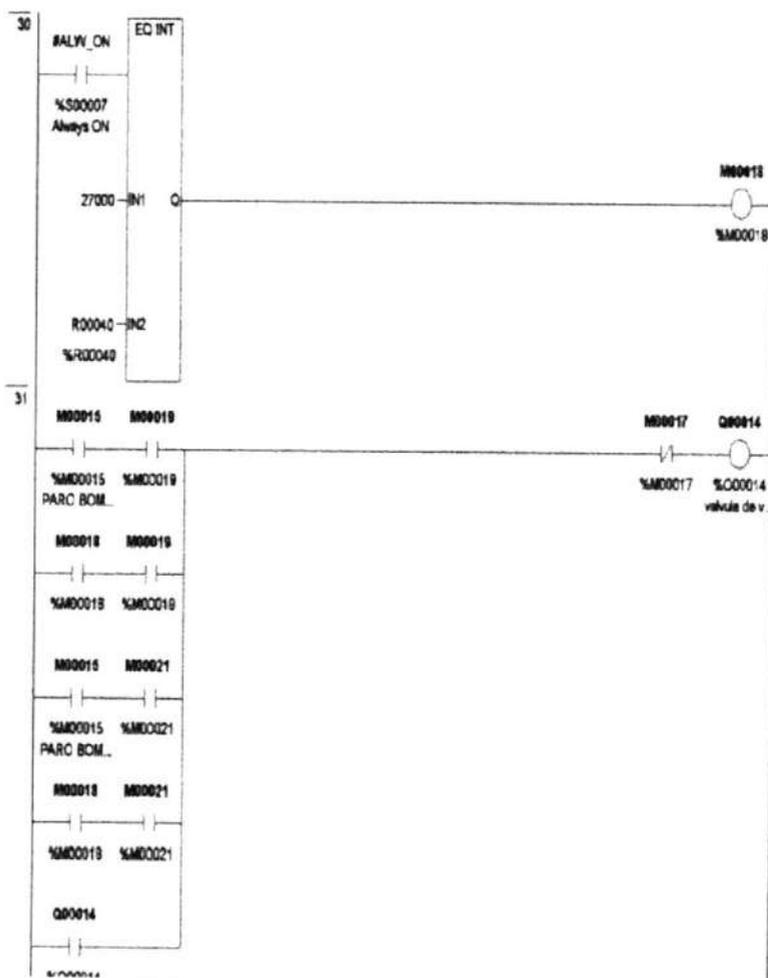


Figura 2.20.- Comparación del nivel actual del clínker con el máximo.

Como podemos observar en las figuras 2.21 y 2.22 también podemos controlar el llenado del yeso, así mismo usa sensores de nivel mínimo y nivel máximo que envían sus señales al plc para mandar a encender las bombas o desactivarlas dependiendo de lo que se necesite.

Bomba de llenado de yeso: Q13

Contactos que la apagan M19 y M21.

Registro que recibe el valor actual del tanque de yeso R22.

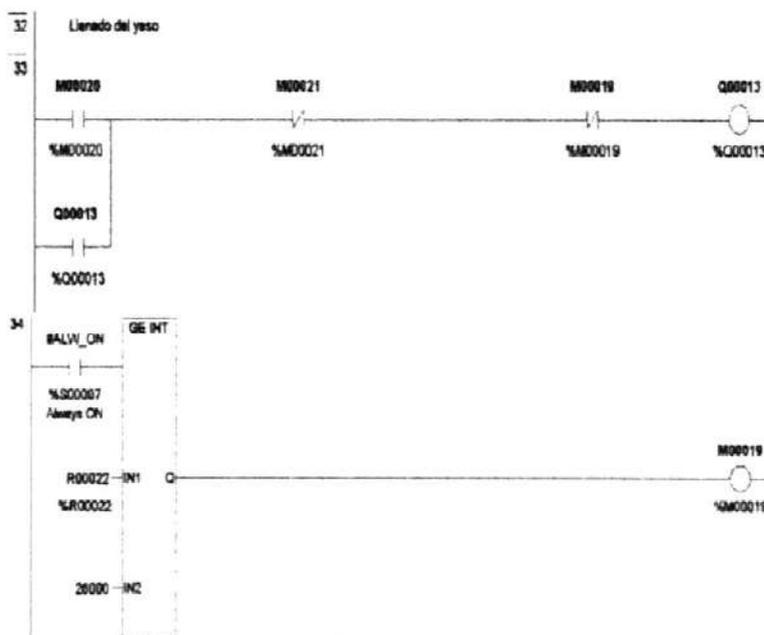


Figura 2.21.- Llenado del yeso.

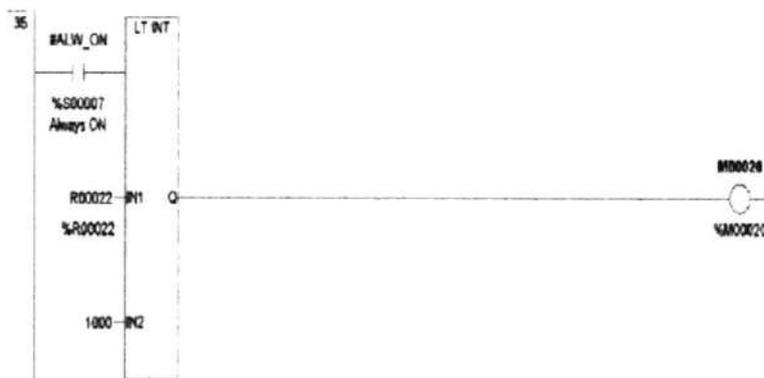


Figura 2.22.- Comparación del nivel actual del yeso con el nivel mínimo

Cuando los dos componentes se encuentren llenos se procede a la descarga de los mismos.

En el gráfico 2.23 se puede observar la programación realizada para encender el molino, el cangilón que llevara el cemento hacia el separador de partículas finas de las gruesas.

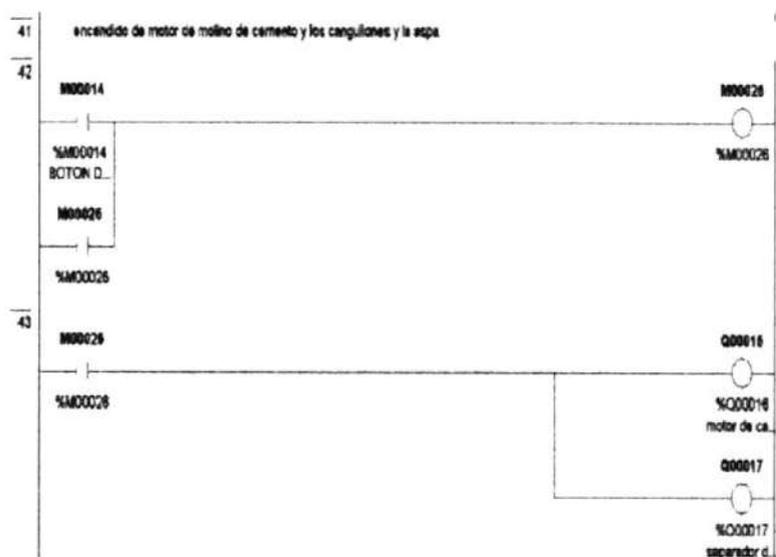


Figura 2.23.- Encendido del motor de cemento y separador

En el anexo A.1 podemos encontrar la programación realizada en simplicity del proceso del cemento.

2.1.2 Producción de Baldosas

2.1.2.1 Bloqueadora

En esta fase del proceso tenemos dos formas de poner en marcha la máquina bloqueadora la primera es utilizando el control manual es decir el operador debe ir

accionando por partes el proceso y la secuencia es la siguiente:

- 1) Encender la bomba de agua que refresca las cuchillas.
- 2) Encendido del motor de la banda transportadora.
- 3) Activación de las cuchillas que recortan el bloque.

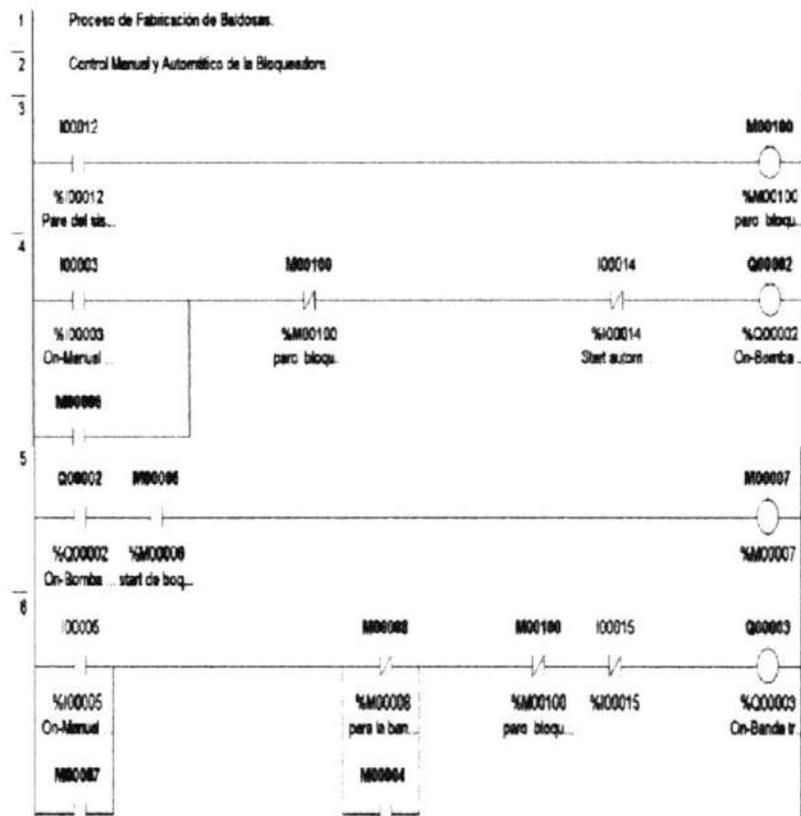


Figura 2.24.- Encendido de bomba de agua y banda de bloqueadora

Como podemos observar en la gráfica 2.24 la bomba de circulación de agua Q2 es activada desde el panel del Plc por el interruptor I3 y para encender la banda

transportadora Q3 que traslada los bloques se enciende el interruptor I5

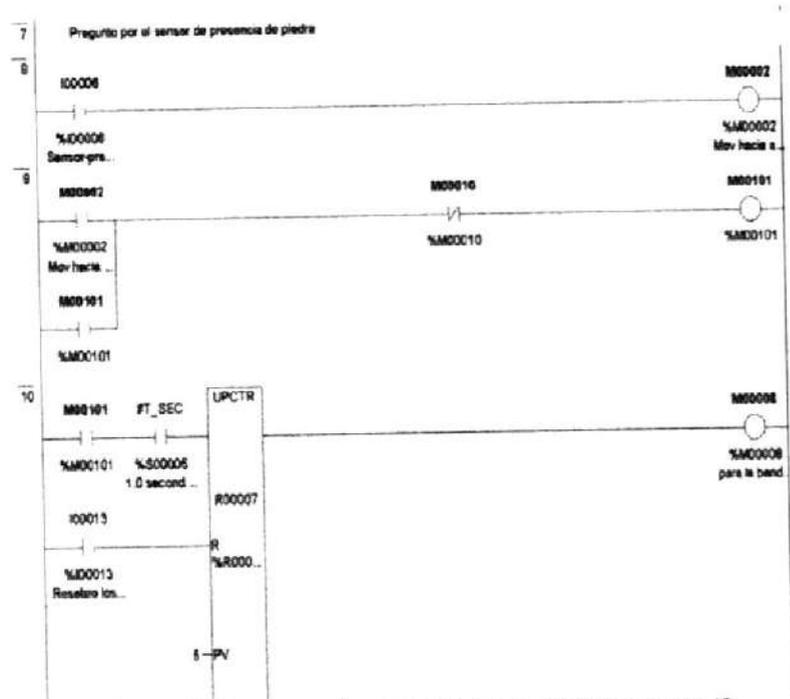


Figura 2.25.- sensor de presencia de piedra simulado por I8

Lo siguiente es preguntar si hay piedra para cortar y lo simulamos por medio del interruptor I6 como se observa en la figura 2.25 , y a partir de que la piedra fue sensada se hace recorrer la banda un tramo y se la apaga para poder realizar el corte, es por eso que enseguida que se tiene la piedra en la banda se manda a encender el motor que hace bajar las cuchillas Q4, de manera que después de cierto tiempo estas cortan los bloques y después de terminar de cortar, regresan a su posición

original para recibir una nueva señal del sensor representado por el interruptor I6 indicando que deben de bajar porque hay una nuevo bloque que cortar.

Los dispositivos que se deben de activar son:

Bomba de agua Q2.

Motor de la banda transportadora Q3.

Motor de desplazamiento vertical de las cuchillas Q4.

En la operación del modo automático se inicia con el cambio de estado del interruptor I1 y todo el procedimiento manual se hace automáticamente.

2.1.2.2 Tajadora

Para encender la máquina tajadora existen dos maneras ,la primera es de manera manual y la segunda de forma automática.

De forma manual la secuencia es parecida a la bloqueadora, y es la siguiente:

- 1) Se enciende la bomba de agua.
- 2) Se enciende el motor de la banda transportadora.
- 3) Se puede realizar una prueba a las cuchillas

independiente si existe o no presencia de piedra.

Como podemos observar en la figura 2.26 podemos accionar desde lookout el switch34 que esta conectado con el plc por medio del contacto M200 y este encenderá la bomba de agua Q5 que refresca las cuchillas de corte, también por medio del switch 35 se puede activar desde lookout la banda transportadora Q6 de las tajadas, porque este se encuentra conectado con el contacto M201.

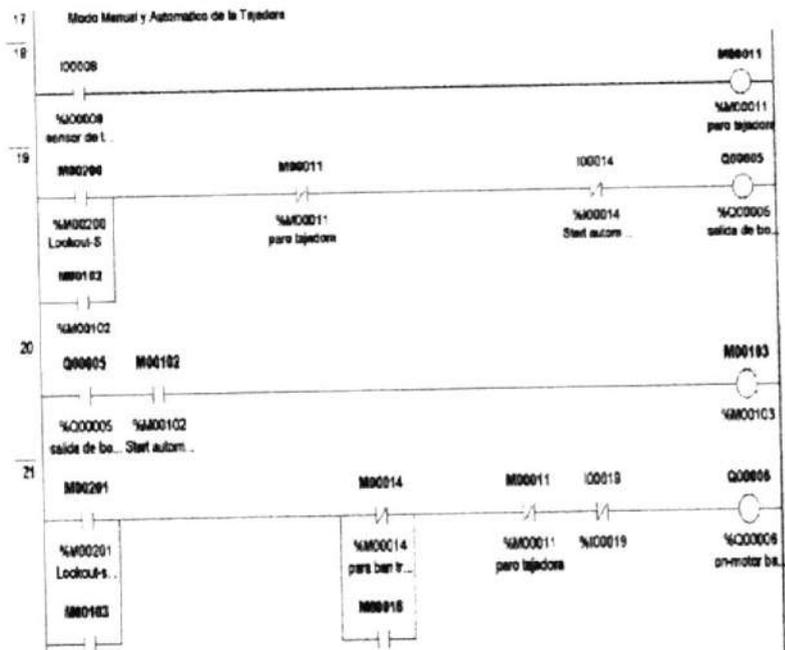


Figura 2.26.- Encendido bomba de agua y banda de Tajadora

Quando esta todo listo se espera la señal del sensor 17 que indica la presencia de piedra como se lo puede

observar en la figura 2.27 y cuando existe se manda a bajar las cuchillas de la tajadora y como son un par de cuchillas entonces es necesario mandar a encender dos motores Q7 y Q100 .



Figura 2.27.- Sensor de presencia de piedra simulado por I7.

Después de 7 segundos de haber detectado la piedra se manda a parar la banda transportadora para que las cuchillas puedan realizar el corte de la tajada, el tiempo de corte de las tajadas se estiman en 2 segundos después del cual se manda a activar la banda transportadora para que traslade las tajadas ya cortadas y puedan pasar a la siguiente fase del proceso.

2.1.2.3 Corte Longitudinal

Como en los otros dos procesos se pueden iniciar el proceso desde lookout empezando por encender la bomba de agua con el interruptor 37 y este al ser activado se conecta con el contacto M32 que energiza

la bomba de agua Q8 como se puede ver en la figura 2.28.

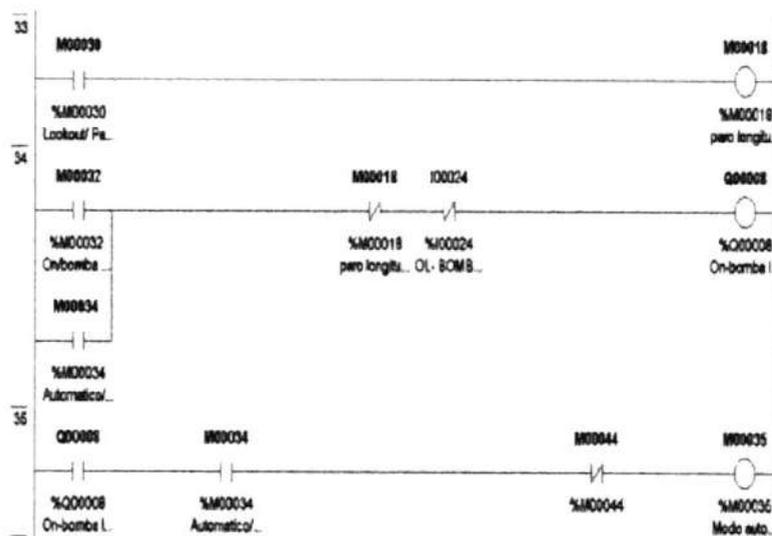


Figura 2.28.- Programación de la Cortadora Longitudinal.

y la banda transportadora Q9 , luego pregunto si existe o no piedra para cortar este sensor esta simulado por la entrada I8 del plc como se lo puede ver en la figura 2.29 y después de que el sensor reciba la señal del sensor se activa el motor que hará mover las cuchillas Q10.

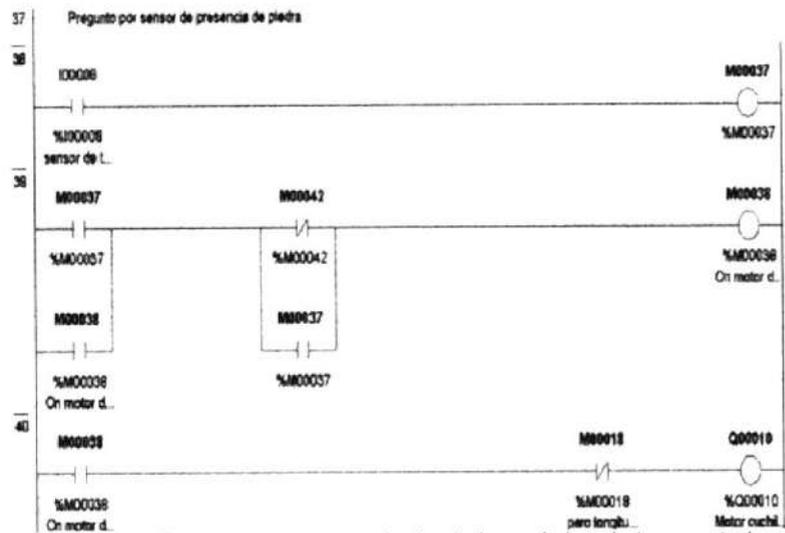


Figura 2.29.- Pregunto por presencia de piedra en la banda transportadora

Se mantienen encendidas las cuchillas por 6 segundos que es el tiempo estimado para que corte longitudinalmente la tajada y después de este tiempo se manda apagar las cuchillas por medio del contacto M42 como se observa en la figura 2.30 y estas tajadas recortadas continúan su camino por la banda transportadora

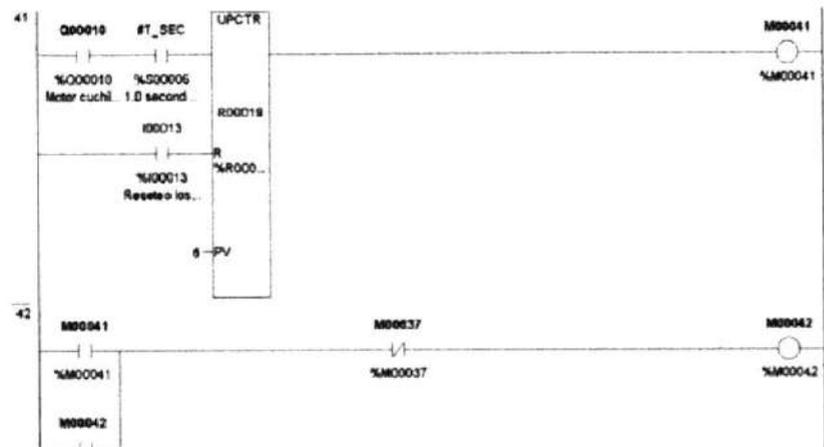


Figura 2.30.- Desactivación de las cuchillas

2.1.2.4 Corte Transversal.

En el corte transversal tenemos en dos sentidos el corte , en el primer corte las cuchillas se dirigen hacia delante por un tiempo que es el estimado en que termina de completar el corte a la baldosa, y después cambia de sentido el corte y lo hace hacia atrás volviendo a cortar la baldosa y esto lo podemos observar posteriormente.

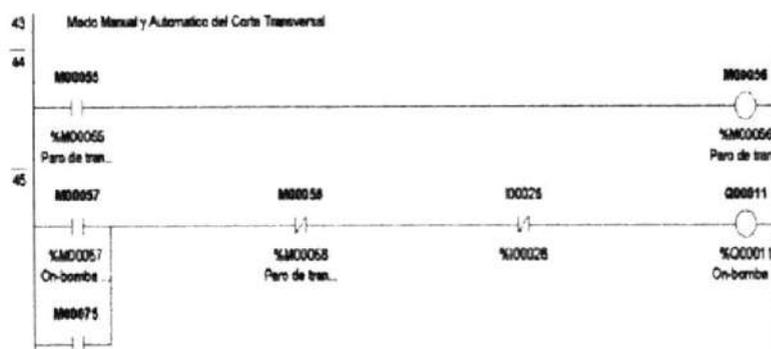


Figura 2.31.- Programación del corte transversal.

Como siempre podemos accionar el inicio de la máquina transversal desde el lookout o desde una entrada del plc. La secuencia empieza primero con el encendido de la bomba de agua Q11 como se ve en la figura 2.31y después la banda transportadora Q12 , de una vez que tengo estos dos dispositivos encendidos, se pregunta por la presencia de la piedra que esta simulado por la entrada I9 desde el plc como se ve en la figura 2.32.

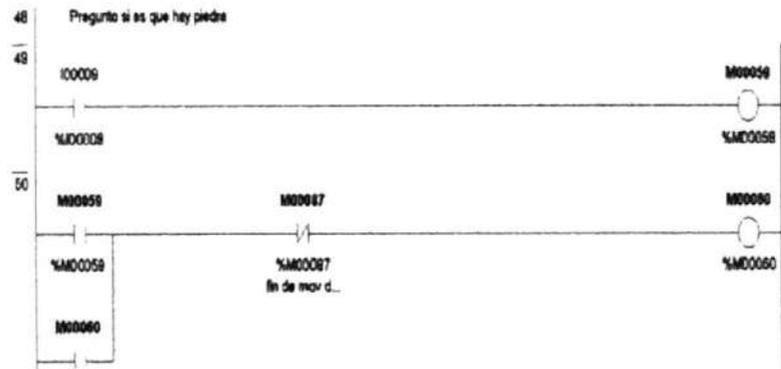


Figura 2.32.- Pregunto si hay piedra en la banda transportadora

Cuando la piedra se ha detectado después de 2 segundos se manda a parar la banda transportadora por medio del contacto M63 como se ve en la figura 2.33 y después de que se realiza el corte en los dos sentidos se vuelve a encender la banda transportadora para llevarse la baldosa lista para el pulido y paran las cuchillas de corte transversal.

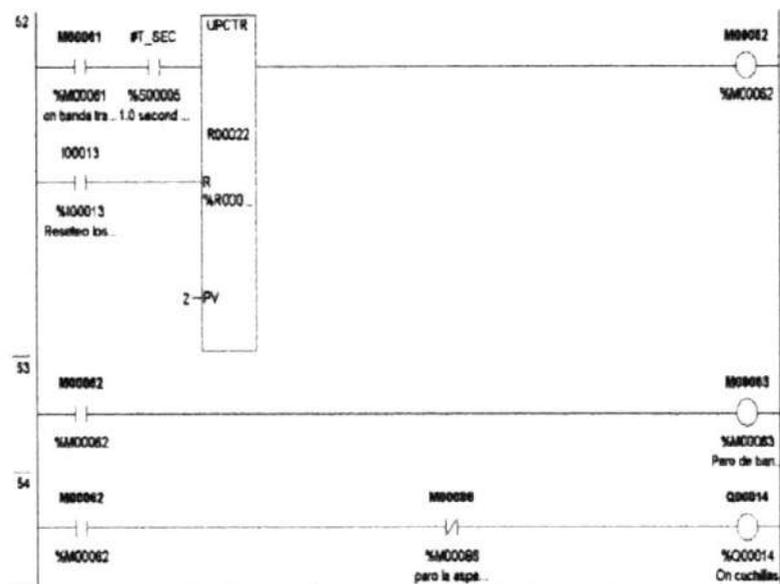


Figura 2.33.- Encendido de las cuchillas de la cortadora transversal

2.1.2.5 Pulidora

Para explicar la programación de la máquina pulidora es importante saber que este sistema tiene el sensor que detecta la baldosa en una posición diferente como hemos visto en las otras etapas de corte.

La pulidora tiene su sensor de detección de piedra al final de las pulidoras con el objetivo de al momento de ser detectadas ellas puedan bajar a pulirlas.

También se necesitan dos motores uno para hacer bajar las pulidoras hasta llegar a las baldosas y el otro motor es para darle movimiento hacia delante y atrás a las pulidoras porque es necesario que se muevan a lo largo de la superficie de la baldosa.

Las variables para identificar estos motores son:

Bomba de agua Q15.

Banda transportadora Q16.

Motor de movimiento vertical de las pulidoras Q17

Motor de movimiento horizontal de las pulidoras Q18

Sensor detector de baldosas M97 activado desde lookout.

En la siguiente figura 2.34 se puede ver como se acciona desde lookout el contacto M94 para encender la bomba de agua Q15 y después por medio del contacto M95 se enciende la banda transportadora Q16.

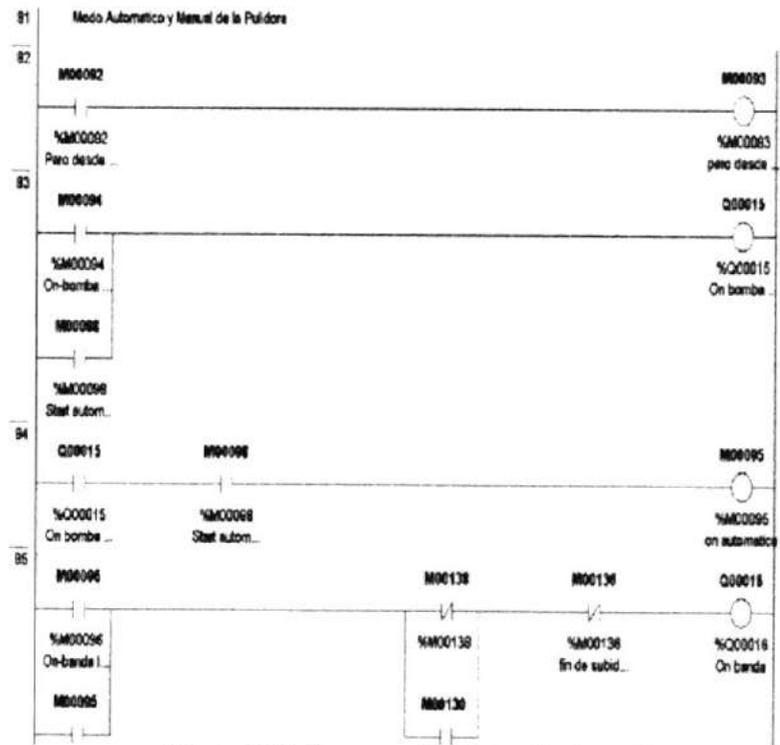


Figura 2.34.- Programación de la máquina pulidora.

Podemos observar en la figura 2.35 como se acciona el movimiento de las pulidoras por medio de Q17



Figura 2.35.- Pregunto si hay piedra en la banda transportadora

Y seguidamente se activa el motor Q18 para bajar las pulidoras y esto se logra con el contacto M131 como se ve en la figura 2.36.

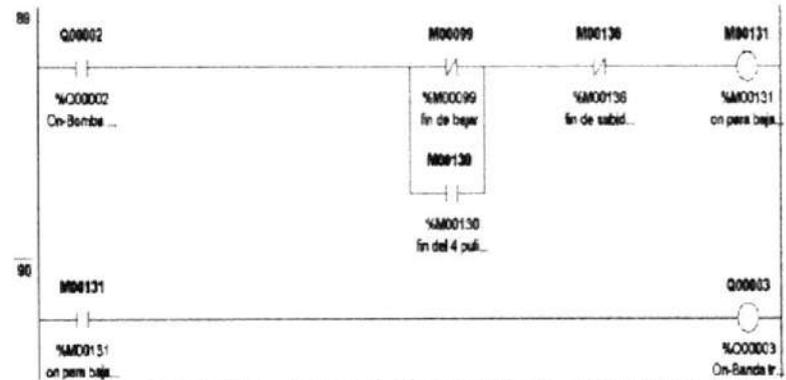


Figura 2.36.- Activación del juego de maquinas pulidoras

Y en la figura 2.37 se puede observar que después de un tiempo estimado en 5 seg se manda a apagar el motor que baja las pulidoras y se manda a ejecutar el primer movimiento horizontal hacia delante por medio del contacto M99.

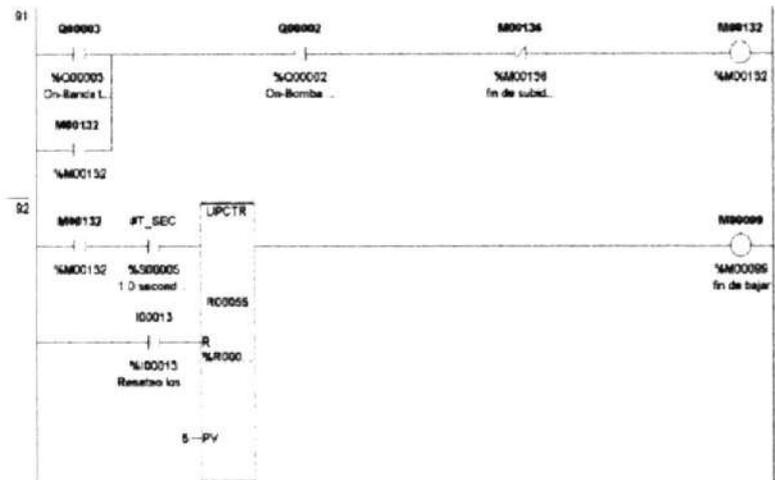


Figura 2.37.- Control del tiempo de descenso de las pulidoras.

El contacto M99 activa a su vez la bobina M107 y que activa la bobina M120 y su contacto pone en movimiento el motor Q19 que hace que la pulidora se desplace hacia delante realizando el primer movimiento de pulido como se observa en la figura 2.38.

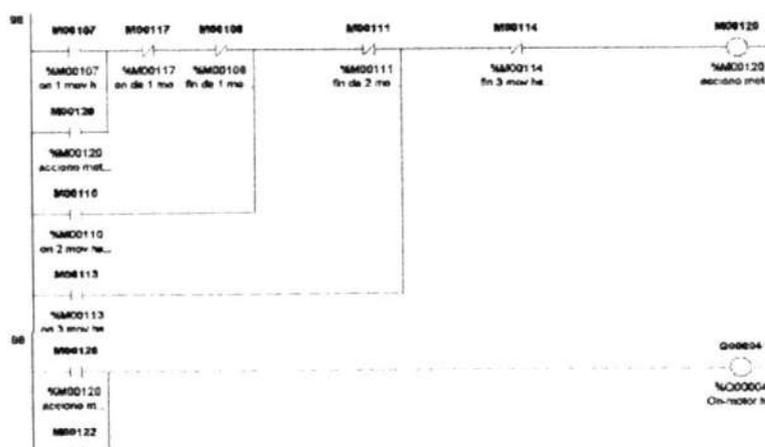


Figura 2.38.- Activación del motor en reversa.

Y así sucesivamente se realizarán 4 tiempos de pulido horizontalmente hacia delante y luego se mandara a activar un segundo contacto M122 que activa el motor Q19 en reversa y de igual manera en 4 ocasiones pule en reversa y esto se ve en la figura 2.39 .

Después de cumplir el ciclo de pulida lo que se manda hacer es subir las máquinas pulidoras por medio del contacto M130 y a poner en movimiento la banda

transportadora para que lleve las baldosa pulidas a la bodega.

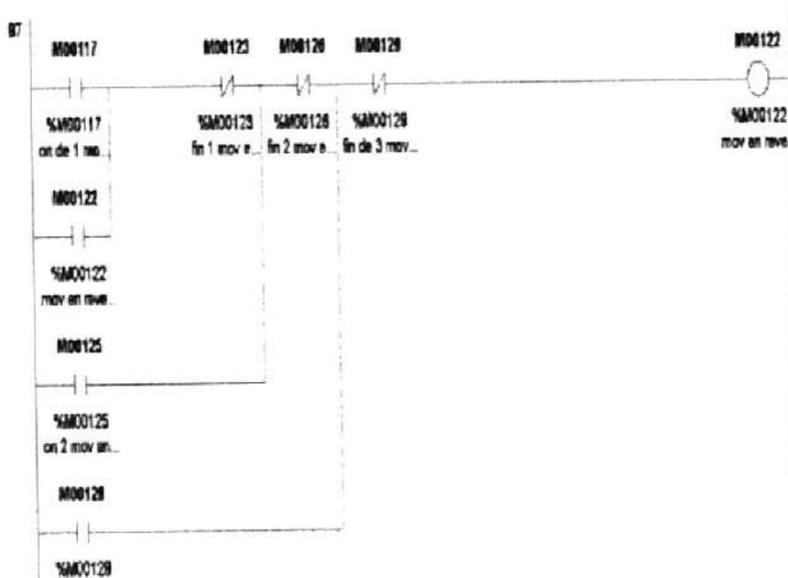


Figura 2.39.- Activación de la bobina M122

En el anexo A.2 encontramos la programación realizada en simplicity de la fabricación de baldosas.

2.2 MONITOREO Y CONTROL DEL PROCESO DE LA PRODUCCION DE CEMENTO Y BALDOSAS POR MEDIO DEL SISTEMA SCADA LOOKOUT 5.1.

En esta parte se mostrarán las pantallas realizadas en Lookout que muestran la simulación del proceso de la Producción de Cemento y de Baldosas y su explicación .

2.2.1 Presentación general del proceso de producción de cemento.

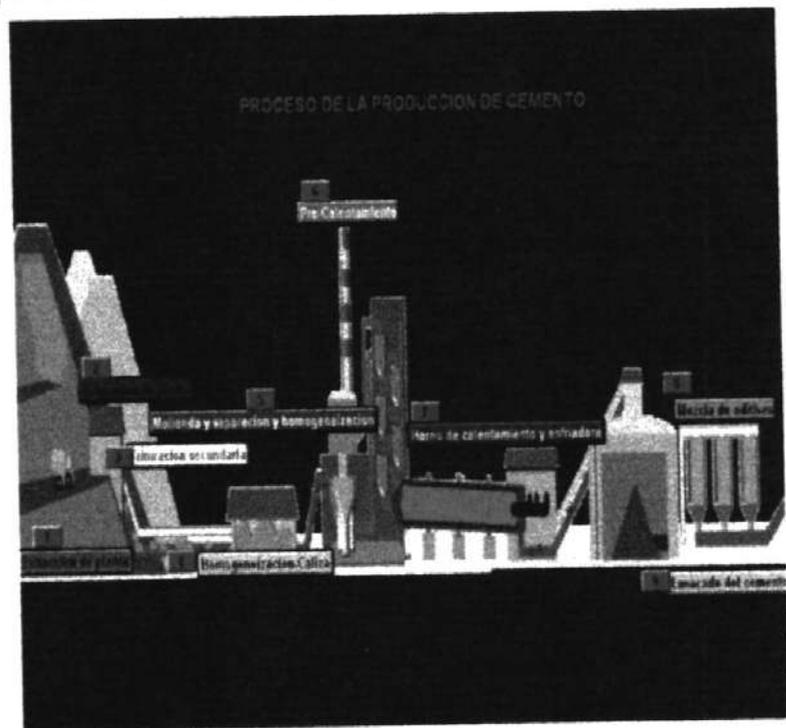


Figura 2.40.- Pantalla principal del proceso del cemento.

En la figura 2.40, se muestra una vista total de los pasos del proceso de la producción de cemento, a simple vista podemos ver a lado izquierdo las canteras de donde se extrae la piedra caliza continuando por medio de unas bandas hacia la trituración primaria y secundaria para luego llegar a la homogeneización de la caliza siguiendo por la molienda de la caliza con la arcilla y arena , continuando por la separación de las partículas gruesas de las finas del crudo y después la

homogeneización del crudo para ser llevado al pre calentador donde alcanza una temperatura de 800°C antes de llegar al horno donde llega a tener una temperatura de 1500°C, cuando llega a ésta temperatura el producto se lo llama clinker y continúa a la etapa de enfriamiento por medio de un sistema que utiliza 8 ventiladores que le bajan la temperatura hasta 400°C, finalmente se lo lleva hacia los depósitos de almacenamientos de donde es extraído para ser empacado en fundas de 50 Kg ó para ser vendido al granel.



2.2.1.1 Proceso de Extracción de la piedra

Caliza

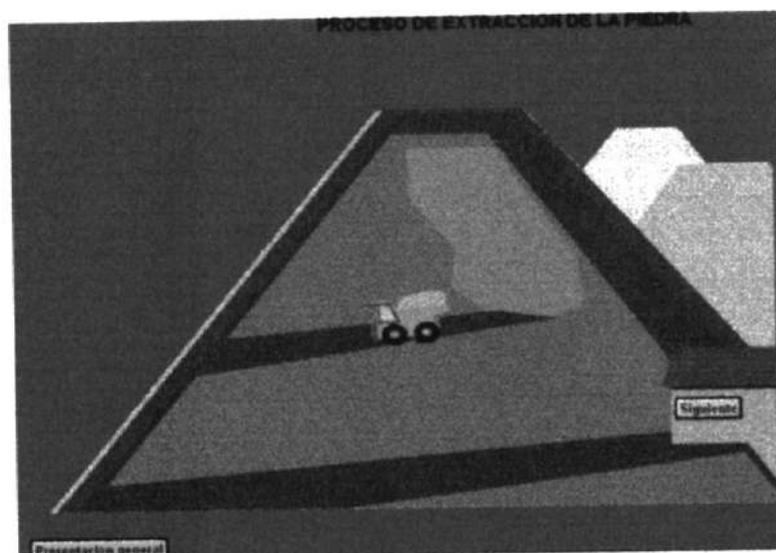


Figura 2.41.- Proceso de extracción de la piedra desde la cantera.

En la figura 2.41 podemos observar los carros transportando la piedra desde las canteras las cuales son explotadas con pequeñas dosis de explosivos o con máquinas que se usan para perforar y generar piedra, éste material es recogido y transportados por carros grandes que llevan aproximadamente entre 10 y 12 toneladas de piedra.

Con la botonera que dice "siguiente" le podemos pasar a la otra etapa del proceso.

2.2.1.2 Trituración Primaria de la Piedra Caliza

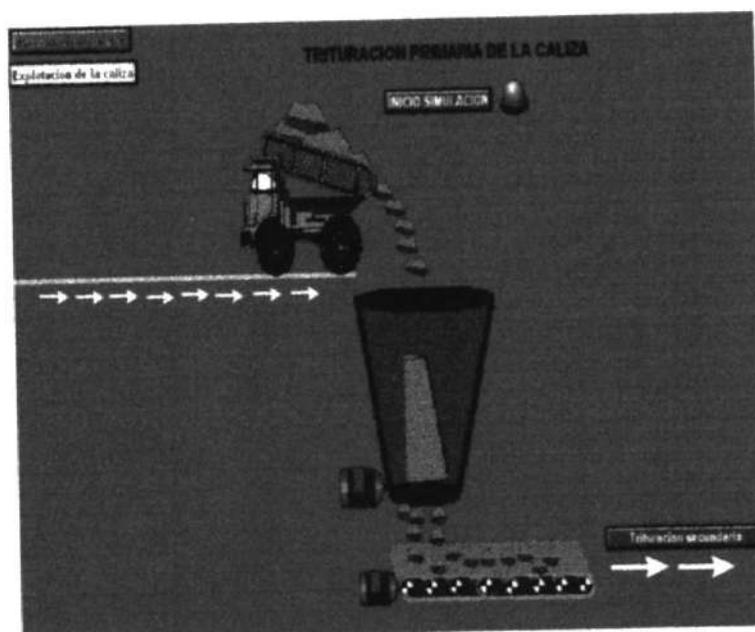


Figura 2.42.- Trituración primaria de la caliza.

Podemos observar en la figura 2.42, el camión transportador de la piedra extraída de las canteras para ser depositadas en este trituradora de forma cónica que es capaz de triturar 40 toneladas en 3 minutos.

Aquí en primera instancia las piedras que tienen un gran tamaño son golpeadas contra las paredes de la trituradora de forma cónica, debido a la gran velocidad con la que gira se rompe la piedra a 1 pulgada de dimensión, las cuales van ser llevadas por medio de bandas transportadoras hacia la siguiente fase.

2.2.1.3 Trituración Secundaria de la Piedra Caliza

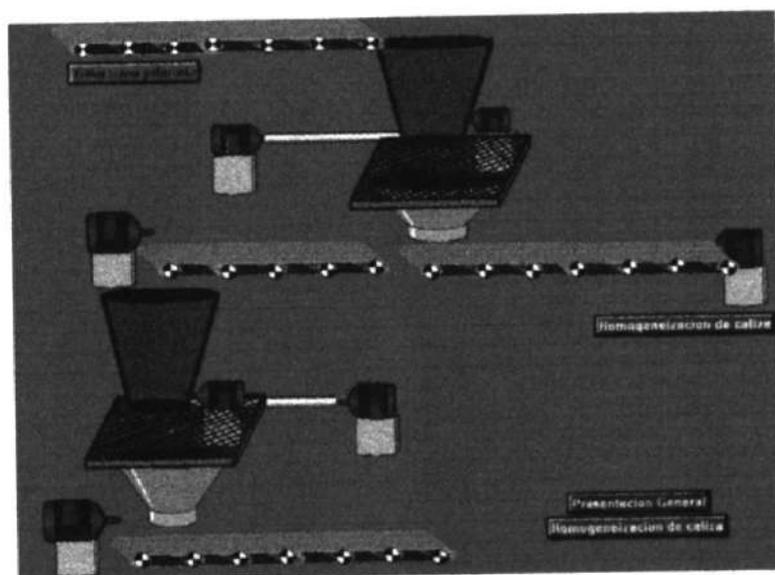


Figura 2.43.- Trituración secundaria de la caliza.

Se puede observar en la figura 2.43 la forma en que se tritura la piedra caliza por segunda vez, después de que han sido trituradas pasan por una zaranda solo las piedras pequeñas de 1 cm de diámetro o menores y las piedras que son más grandes son enviadas a una trituradora terciaria.

2.2.1.4 Homogeneización de la Caliza.

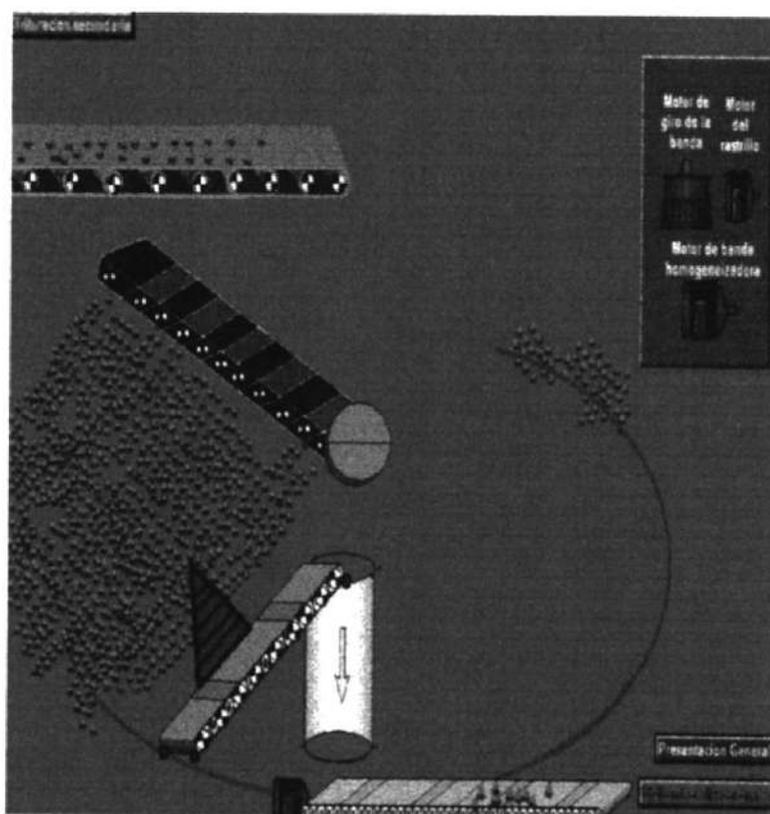


Figura 2.44.- Trituración secundaria de la caliza.

En el proceso de homogeneización lo que se hace es que se acumula el material en un depósito techado, se lo puede observar en la figura 2.44, donde se encuentra una máquina llamado rascador y lo que hace es rascar los montículos formados con el objetivo de coger todas las propiedades del material y después de haber sido homogeneizado es llevado hacia unos molinos donde proceden a la molienda .

2.2.1.5 Molienda, Separación y Homogeneización del crudo.

En el gráfico 2.45 podemos observar de que manera se mezclan la piedra caliza, arena y arcilla y por medio de cangilones se eleva el crudo para separar las partículas gruesas de las finas, las gruesas regresan al molino de bolas y las finas se van a un tanque de homogeneización del crudo.

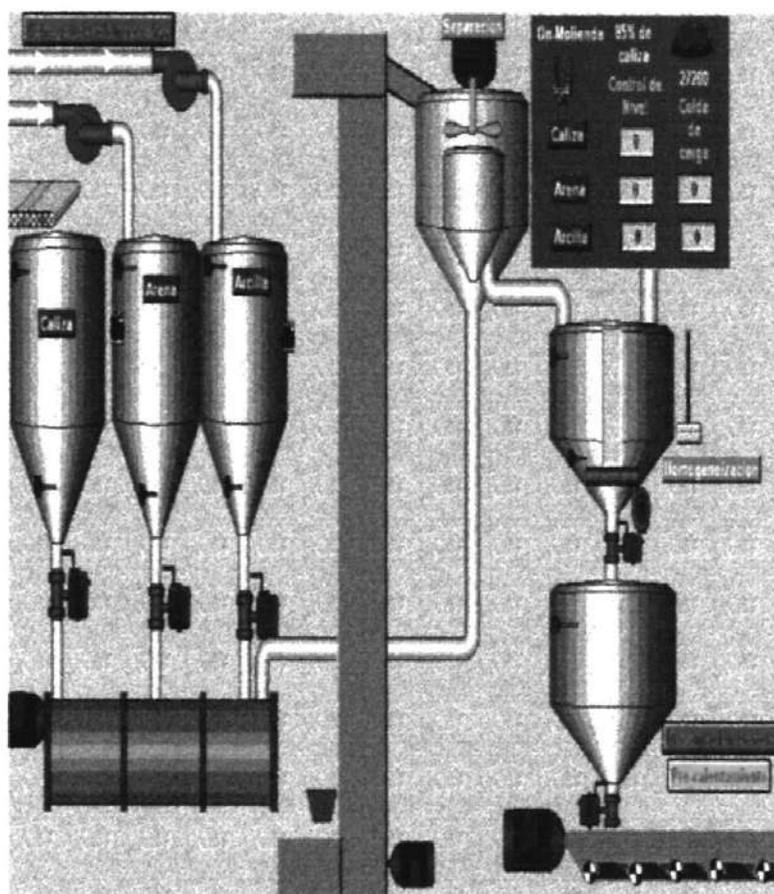


Figura 2.45.- Molienda, separación y homogeneización del crudo.

2.2.1.6 Pre Calentamiento

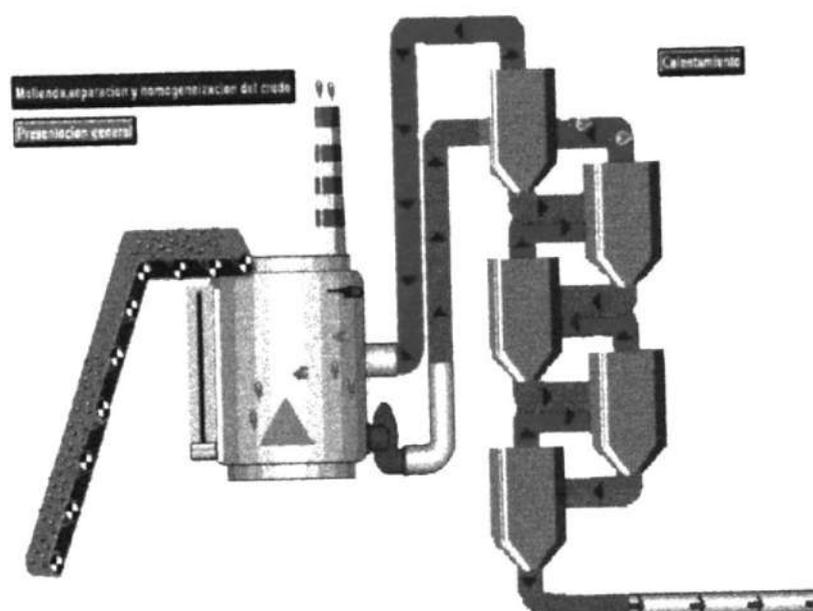


Figura 2.46.- Torre de pre calentamiento del crudo.

En la figura 2.46 se pueden observar las torres de pre calentamiento donde se reciben los gases que vienen del horno de calentamiento y estos gases que circulan en el pre- calentador alcanzan una temperatura de 800°C.

2.2.1.7 Calentamiento y Enfriamiento

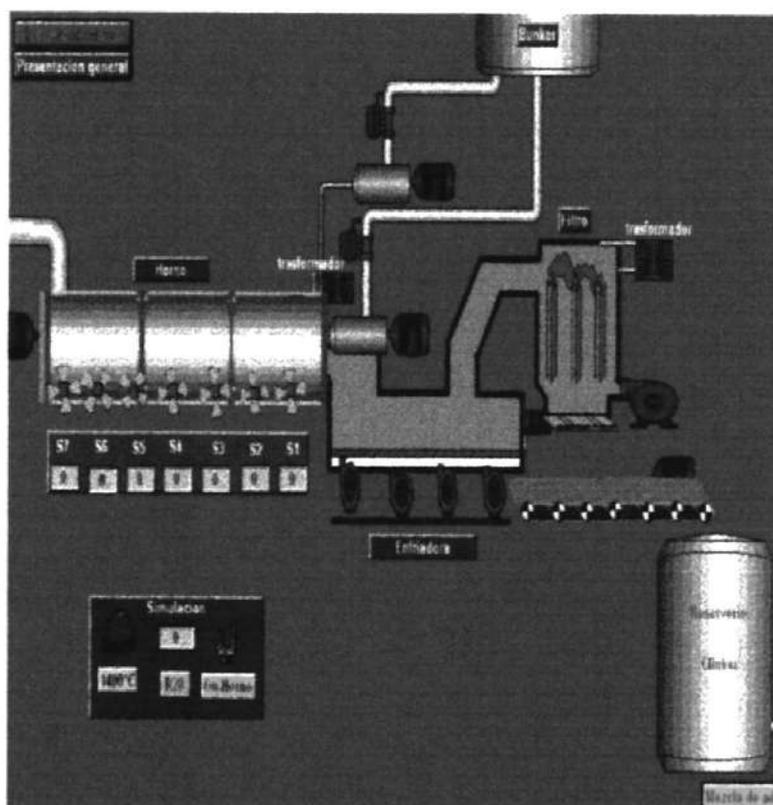


Figura 2.47.- Calentamiento y Enfriamiento del clinker.

Después de haber pasado la mezcla por ésta torre, se dirige hacia el horno de calentamiento donde se encuentra una temperatura de 1450°C , ésta temperatura elevada licúa el material y le cambia las propiedades químicas del material

En la figura 2.47 podemos observar el depósito de petróleo que se utiliza para poder realizar la combustión en el horno de calentamiento pero también se observa

que hay un filtro el cual mezcla el gas de la combustión con oxígeno y luego lo filtra de ésta manera se reduce el humo que hace daño al medio ambiente.

Además podemos observar que la mezcla después de pasar por el horno de calentamiento se dirige hacia la etapa de enfriamiento que consta de un túnel con ocho ventiladores que se encargan de enfriar a la mezcla que ahora se llama klinker, cuando alcanza una temperatura de 400°C, se lo lleva a unos molinos.

2.2.1.8 Mezcla del Clinker con el Yeso

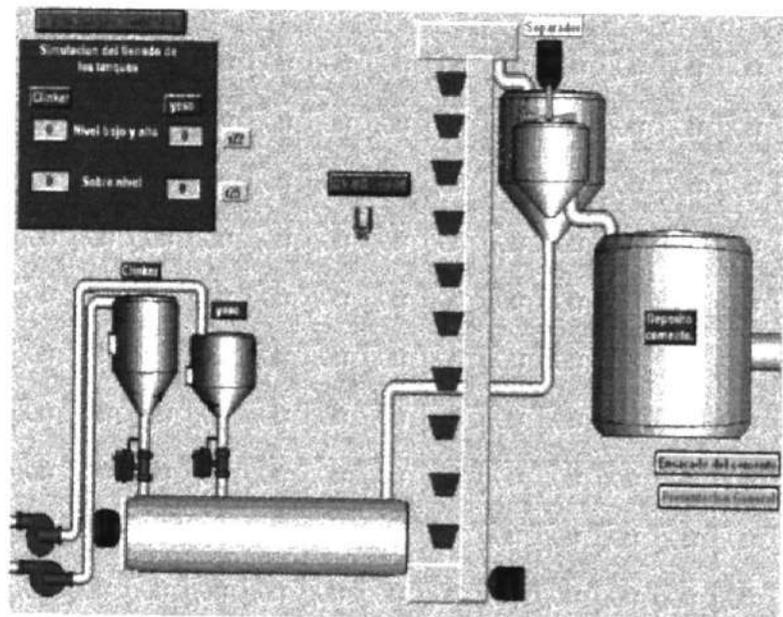


Figura 2.48.- Mezcla del clinker con el yeso.

En la figura 2.48 se muestra el molino a donde es llevado el clinker y se va a mezclar con el yeso., y después de la mezcla se dirige por medio de cangilones a un separador de partículas finas y gruesas, las finas se dirigen hacia los depósitos de cemento para esperar ser despachados, mientras que las partículas gruesas regresan al molino para ser procesadas.

2.2.1.9 Despacho del cemento

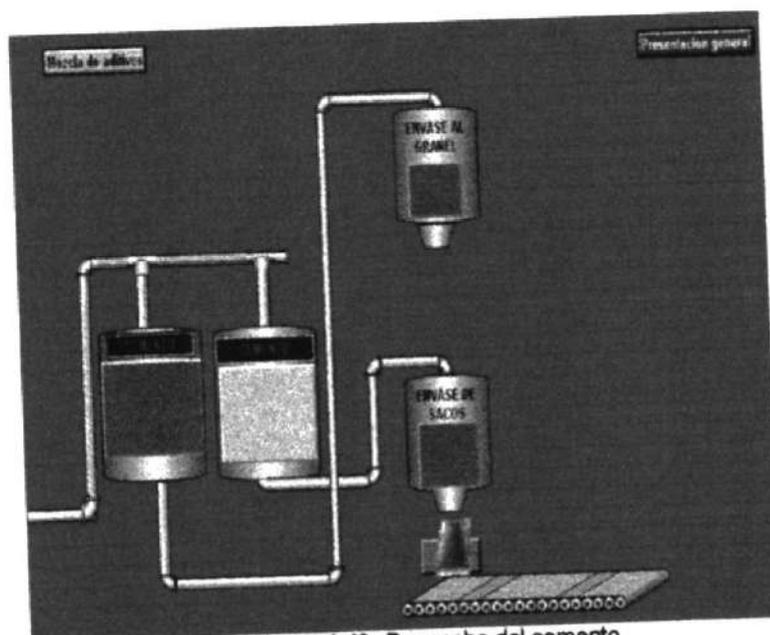


Figura 2.49.-Despacho del cemento

Podemos observar en la figura 2.49 la manera en que se despacha el cemento ya listo, tanto en el sistema a granel, como en su ensacado .

Para el despacho realizado al granel, se necesita que el carro que va a ser llenado se ubique en la posición correcta para poder conectarle un dúcto que va a traer el cemento desde su depósito.

En la segunda forma de despacho que es el ensacado, al cemento se lo deposita en fundas la cantidad de 50 Kg, después se sella y se transporta por medio de las bandas transportadoras hacia los depósitos de ensacados.

2.2.2 Proceso de Producción de Baldosas.

Para poder tener una baldosa , el proceso que se sigue es muy exacto, desde que se recibe el bloque de piedra se lo debe de cortar en pedazos más pequeños para proceder a la segunda parte que se trata de cortar la piedra longitudinalmente, después la tercera parte se corta la piedra de manera transversal y por ultimo se procede al pulido.

2.2.2.1 Máquina Bloqueadora

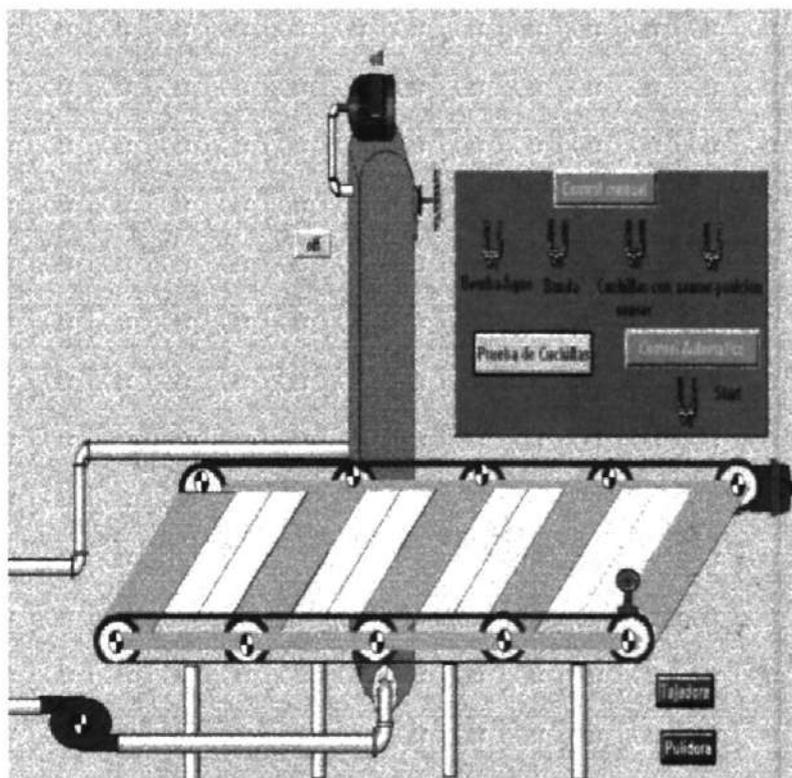


Figura 2.50.- Máquina Bloqueadora.

En la figura 2.50 se muestran bloques de gran tamaño que se deslizan por medio de la banda transportadora hasta llegar a la parte donde la cuchilla baja y la segmenta en pedazos más pequeños.

2.2.2.2 Máquina Tajadora

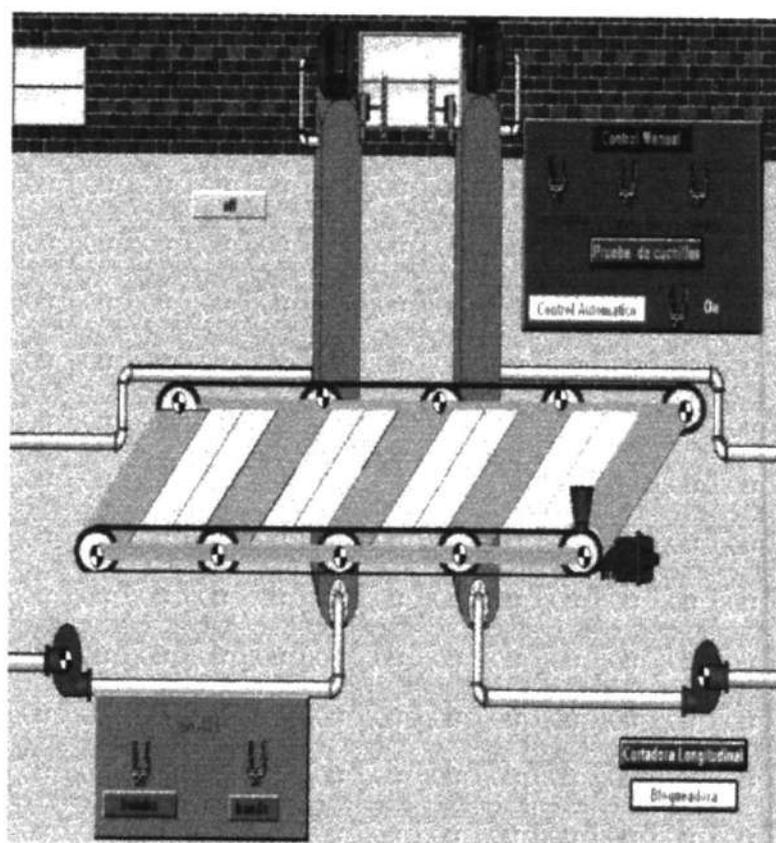


Figura 2.51.-Máquina Tajadora.

En la figura 2.51 se puede observar que se realiza un corte consecutivo de planchas

De un espesor determinado a lo largo de todo el bloque, como se corta con discos a veces se le infiere a la cara cierta rugosidad pero la cara cortada es muy plana.

2.2.2.3 Corte Longitudinal

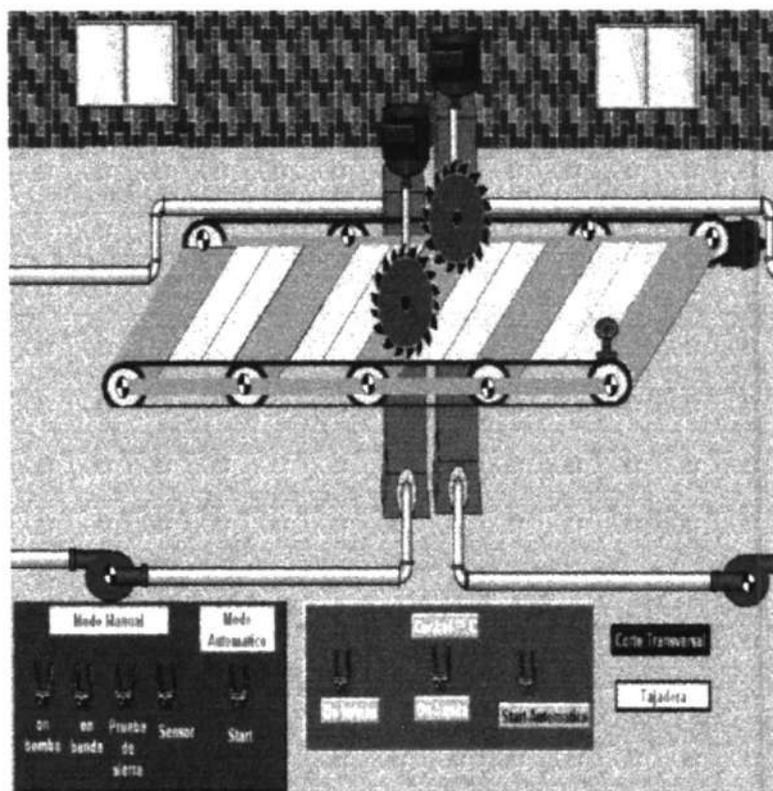


Figura 2.52.- Cortadora Longitudinal.

Las tajadas provenientes del proceso anterior son pasadas por una máquina denominada cortadora longitudinal, la misma que realiza el corte superior e inferior de la tajada a lo largo de la misma dejando como definitiva una de las medidas requeridas, éste proceso se lo puede observar en la figura 2.52.

2.2.2.4 Corte Transversal

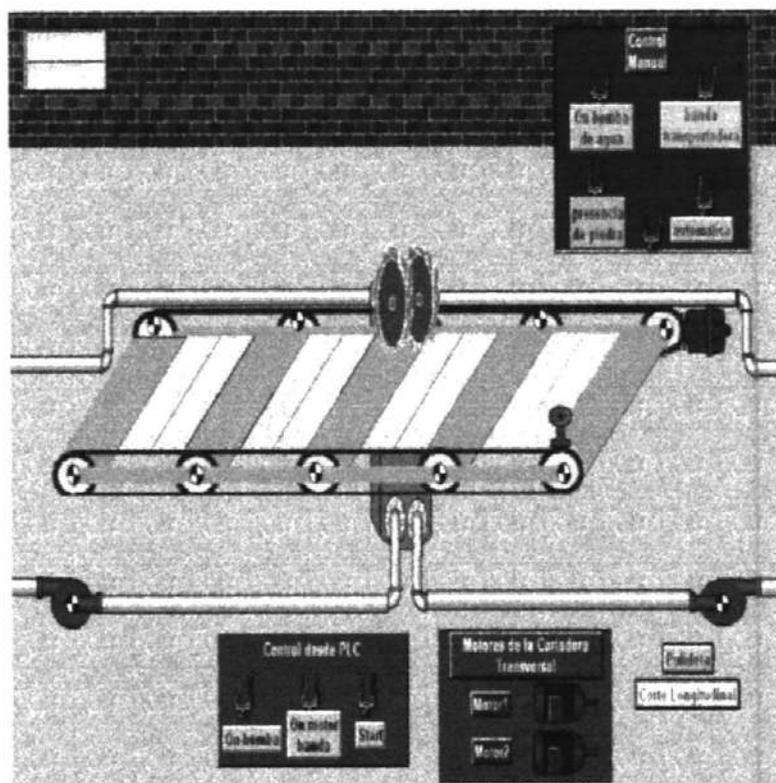


Figura 2.53.- Cortadora Transversal.

En la figura 2.53 se puede observar el corte transversal, las piedras pasan a lo largo de la banda transportadora y paran justo en frente de las cuchillas de la máquina transversal para ser cortadas, después de que son cortadas, la banda transportadora se activa y continúa el viaje de la tajada.

2.2.2.5 Pulidora

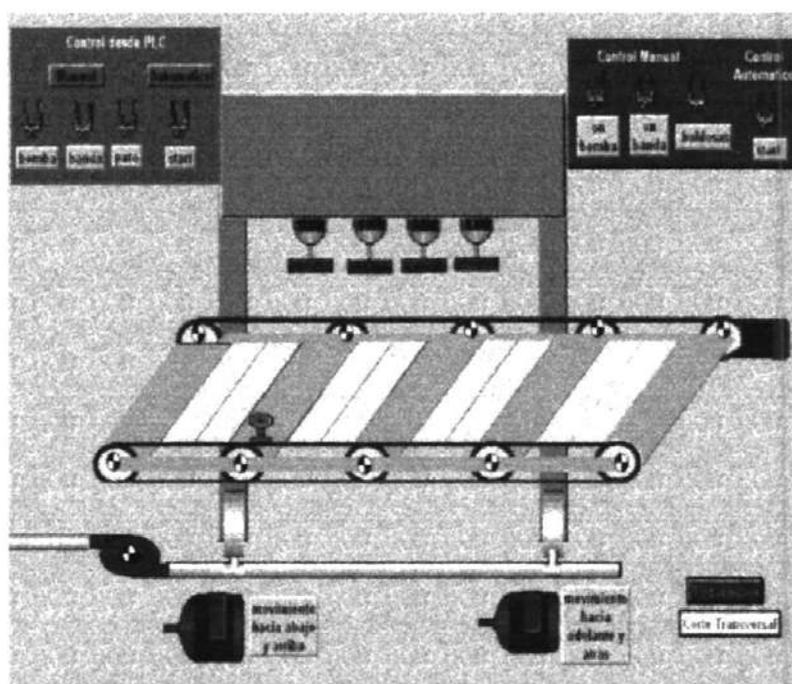


Figura 2.54.- Máquina Pulidora.

En la figura 2.54 se pueden observar un sensor de presencia de piedra y cuando la detectan los motores bajan y pulen durante un tiempo estimado y después de hacerlo empiezan a subir.

2.3 Manual del usuario de los procesos diseñados en lookout.

En éste capítulo se explicará con mayor detalle el desarrollo de la simulación del proceso de la Producción de Cemento y de

Baldosa, demostrando los valores que fueron utilizados para lograr la visualización de los procesos.

2.3.1 Proceso de producción de cemento.

2.3.1.1 Presentación General del Proceso

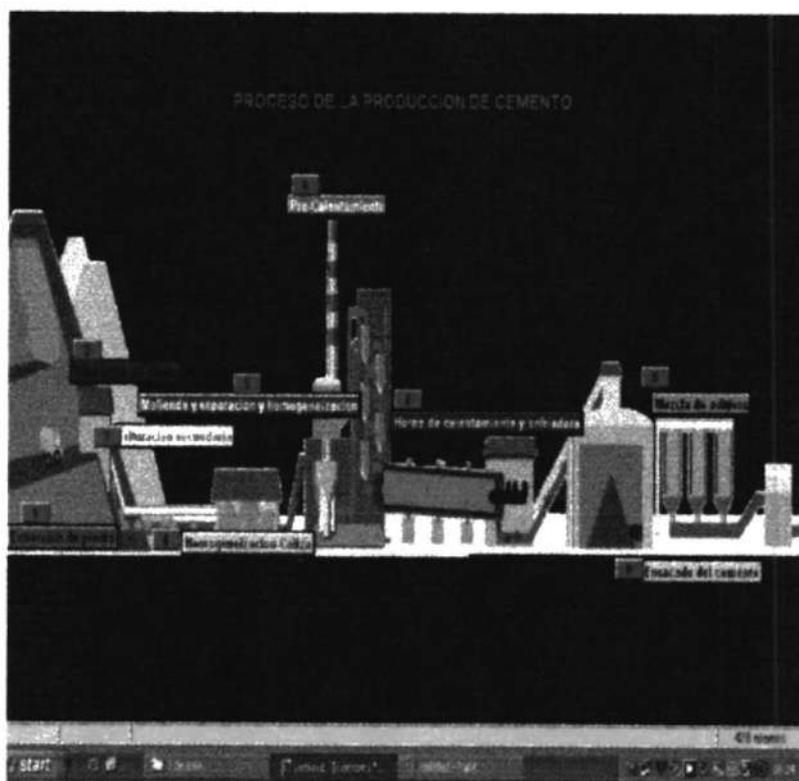


Figura 2.55.- Pantalla de navegación general.

En la figura 2.55 podemos observar desde la izquierda hacia la derecha paso a paso la fabricación del cemento y con solo dar un clic en el botón podemos ir hacia la etapa del proceso que su nombre indica.

2.3.1.2 Extracción de la Piedra Caliza

En la figura 2.56 se pueden observar dos botones la primera colocada en la parte inferior izquierda que esta rotulada con "Presentación General " que nos lleva a la pantalla donde se muestra todo el proceso y el otro botón rotulado con "siguiente" nos lleva hacia la pantalla donde se muestra la trituración primaria de la piedra.

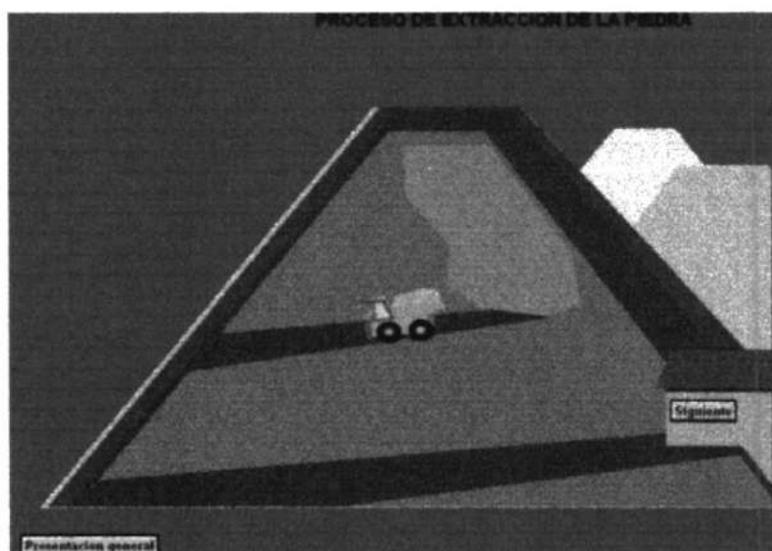


Figura 2.56.- Simulación de extracción de la piedra caliza.

2.3.1.3 Trituración Primaria de la Piedra Caliza

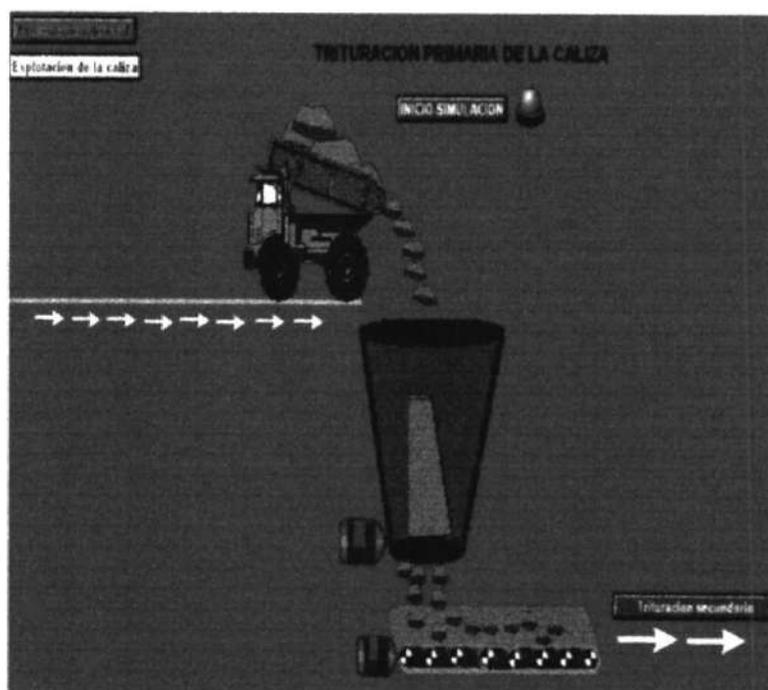


Figura 2.57.- Trituración Primaria de la Caliza

En la figura 2.57 podemos observar el volquete que trae la piedra desde la cantera hacia la trituradora primaria y cuando activamos el switch1 desde el plc , empezaremos a ver el volquete trayendo la piedra y al inicio del proceso podremos observar que la luz se enciende indicando que todo esta normal , podemos observar también un botón que dice "Trituración Secundaria" .

2.3.1.4 Trituración Secundaria y Terciaria

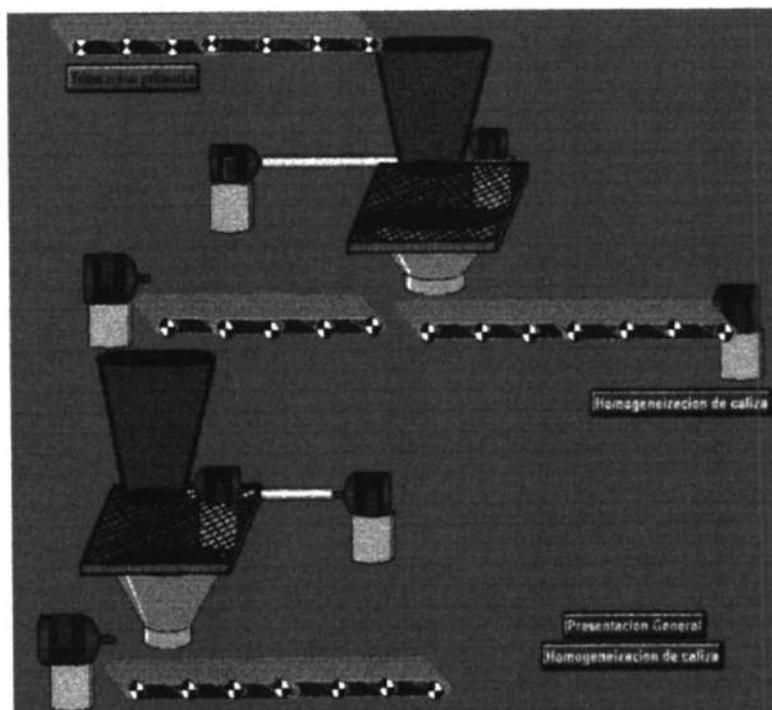


Figura 2.58.- Trituración secundaria y terciaria.

Aquí en la figura 2.58 se puede observar la trituradora secundaria y terciaria, cada una con sus respectivos motores y zarandas que sirven para cernir las piedras molidas, se encuentran también los botones "Trituración Primaria", "Presentación General", "Homogeneización de Caliza".

2.3.1.5 Homogeneización de la Piedra Caliza

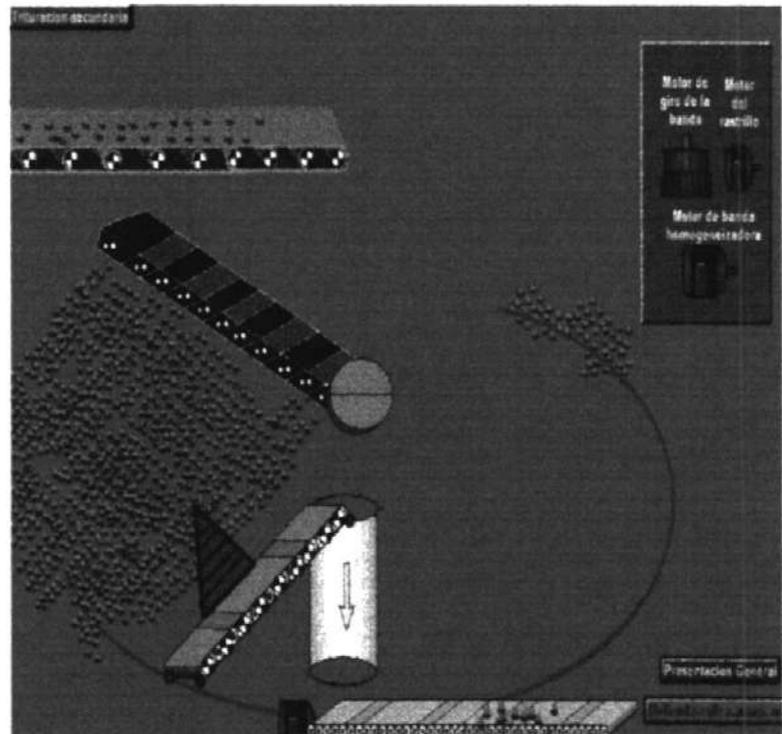


Figura 2.59.- Homogeneización de la caliza.

Aquí en la figura 2.59 se puede ver como la piedra molida que es traída por la banda transportadora cae en la banda giratoria encargada de esparcir la piedra alrededor del patio de homogeneización y luego el rastrillo rasca para mandar la piedra homogeneizada a través de otra banda hacia el proceso siguiente que es la mezcla y el otro botón hacia la pantalla principal.



2.3.1.6 Molienda, Separación, homogeneización.

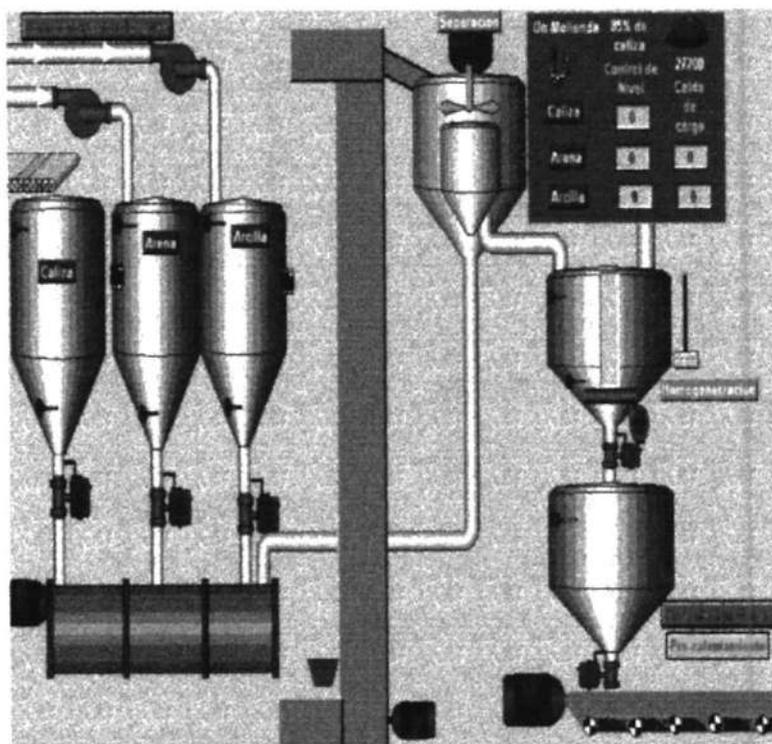


Figura 2.60.- Control de los niveles de llenado de caliza, arena y arcilla

En la figura 2.60 se puede ver el control de nivel de los silos de caliza, arena y arcilla, pero primero se llenan las tolvas de los 3 elementos. En el caso de la arena y arcilla se encienden las bombas y en el caso de la caliza se llena su tolva por medio de la banda transportadora que viene desde la homogeneización de la caliza.

Para simular el llenado de las tolvas de arena y arcilla hemos creado dos potenciómetros para cada material, por ejemplo para controlar cuanto de material va

quedando después de una descarga se tiene un potenciómetro que simula esta descarga y es afectada directamente la celda de carga es decir este potenciómetro simula el llenado y vaciado controlando el peso a través de la celda de carga, y el otro potenciómetro nos sirve para simular el llenado completo de la tolva alcanzando su nivel máximo.

Para el caso de la caliza tenemos una luz que se enciende para indicar que hemos alcanzado el 85% del total de la mezcla que esta compuesta por la piedra caliza.

Podemos observar que para simular el llenado de la tolva de homogeneización se utiliza un potenciómetro que nos ayuda a subir y bajar el nivel del silo.

2.3.1.7 Pre calentamiento del crudo.

Esta parte del proceso es muy sencillo, solo se debe de esperar que el crudo llene la tolva y para simular esto utilizamos un potenciómetro que irá aumentando el nivel en la tolva esto se puede ver en la figura 2.61 y cuando esto ocurre se enciende el sensor de nivel máximo y manda a activar la bomba que llevará el material.

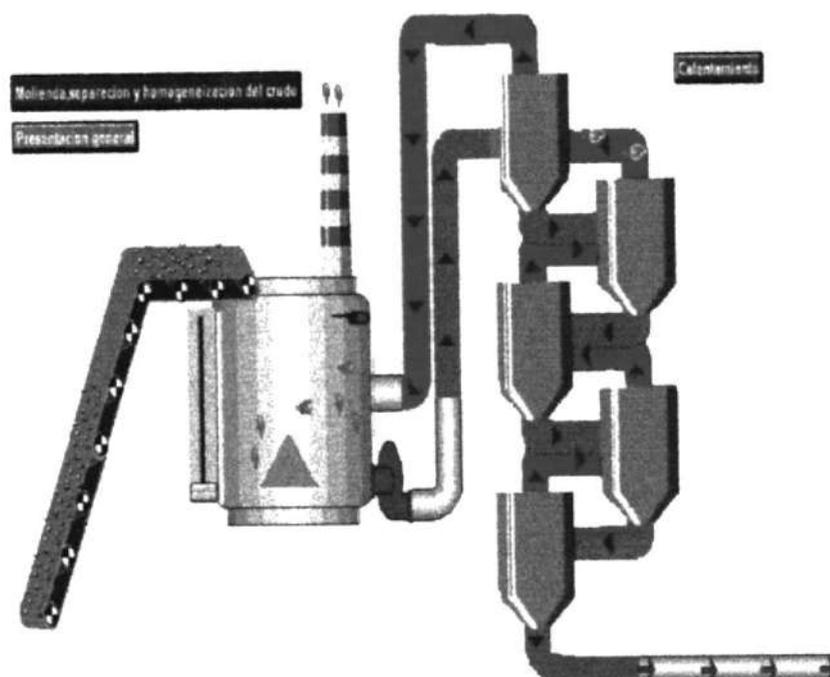


Figura 2.61.- Pre calentamiento.

2.3.1.8 Calentamiento y Enfriamiento del Crudo

En el horno que se ve en la figura 2.62 se pueden observar 7 ventiladores que sirven para controlar el sobre calentamiento y para simularlo hemos colocado 7 potenciómetros uno debajo de cada ventilador y uno se encenderá si sobre pasa el rango de temperatura soportado en esa parte monitoreado por un sensor.

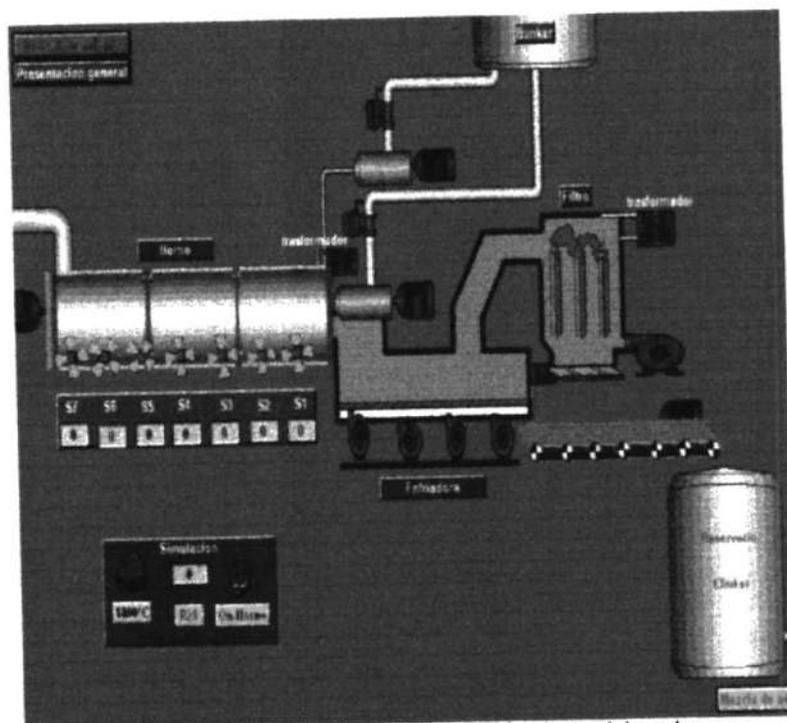


Figura 2.62.- Calentamiento y Enfriamiento del crudo.

Además podremos observar una señal que nos indicará que hemos alcanzado los 1400 C y podemos activar el encendido del horno por medio de un switch.

También se puede observar la enfriadora y el filtro electrostático encargado de purificar el aire y además esta la banda transportadora que lleva el clinker hacia su reservorio

2.3.1.9 Mezcla de Clinker con Yeso

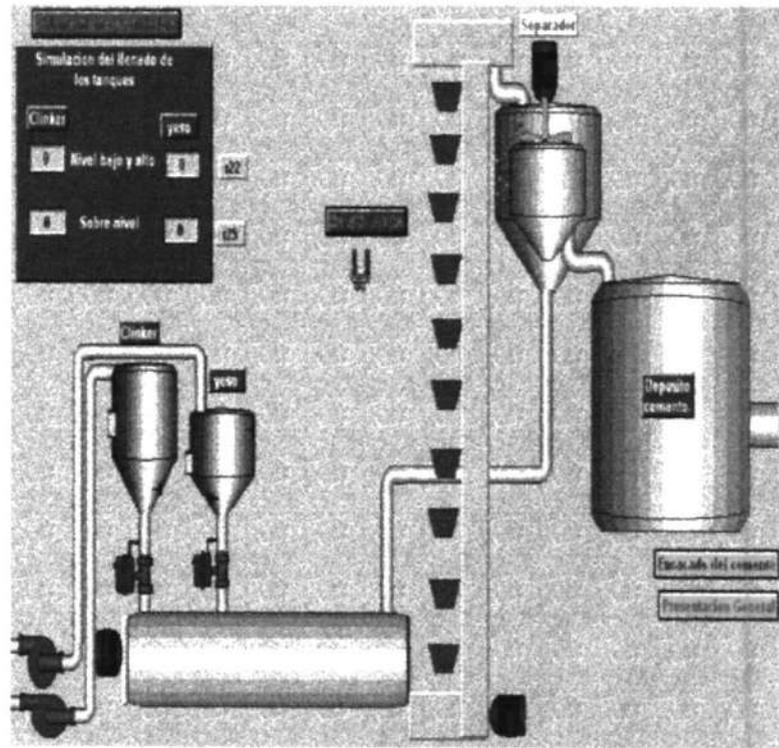


Figura 2.63.- Control de nivel del clinker y del yeso.

En la figura 2.63 lo que hemos hecho es realizar un control del nivel de las tolvas de clinker y yeso , para simular los niveles se ha utilizado dos potenciómetros uno para nivel alto y bajo , y otro potenciómetro para simular el sobre nivel, además podemos observar un switch que activa el proceso.

También está la botonera que nos lleva hacia el despacho del cemento y la botonera que nos lleva a la presentación general.

2.3.1.10 Despacho del Cemento.

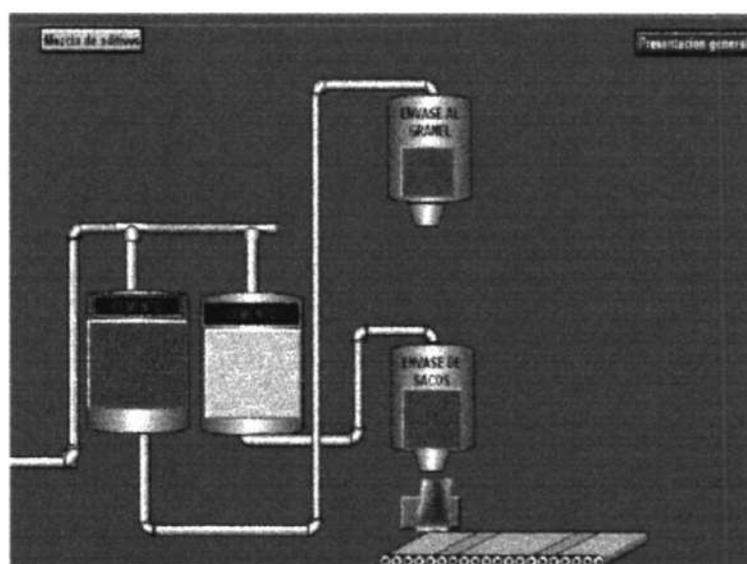


Figura 2.64.- Despacho del cemento.

Despacho al granel

En la figura 2.64 lo que se ve es el sistema de llenado del cemento al granel se usa una pantalla de texto de entrada y si se presiona se puede ingresar el número de carro que va a ser llenado y en la otra entrada permite ingresar la capacidad del carro.

Además se tiene dos botoneras (pushbotton) el uno para el inicio y el otro para el paro.

Ensacado

En el ensacado individual se usa un indicador que se enciende cuando se llega a 50 y se apaga cuando llega

a ser mayor que 50 , también se usa un integrador que va sumando el valor hasta que llegue a 50.

También se tiene 2 entradas de textos colocadas en un panel donde la primera entrada de texto será la cantidad de sacos que se desea llenar y la segunda entrada será la cantidad en Kg que se desea poner en el saco.

2.3.2 Proceso de Fabricación de Baldosas.

Como sabemos la primera etapa es la bloqueadora y veremos de que manera se la maneja.

2.3.2.1 Bloqueadora.

Como podemos observar en la figura 2.65 se encuentra la máquina bloqueadora y el panel de control que la maneja.

Tenemos dos modos de operación que son :

El Modo manual y Modo automático

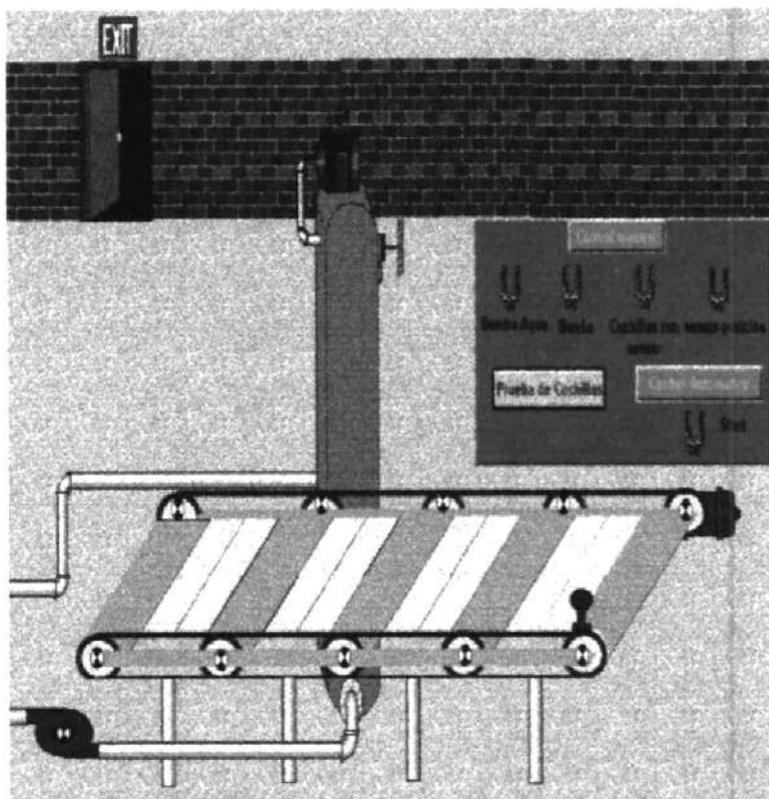


Figura 2.65.- Máquina bloqueadora y panel de control que la maneja.

.Modo Manual:

Hemos creado 4 interruptores y un pulsador que se pueden ejecutar asincrónicamente para activar cualquier componente de la bloqueadora.

En el caso del interruptor 1: Maneja el encendido y apagado de la bomba de agua.

Interruptor 2: Controla el encendido y apagado de la banda transportadora.

Interruptor 3: Acciona las cuchillas pero siempre y cuando se haya encendido el sensor.

Interruptor 4: Con este elemento lo que hacemos es simular la activación del sensor de presencia de piedra en la bloqueadora.

Pulsador Prueba de Cuchillas: Este pulsador nos sirve para poner a prueba el buen funcionamiento de las cuchillas sin necesidad de tener piedra en la banda transportadora.

Para poder empezar el proceso se procede:

- 1.- Se enciende la bomba de agua para refrescar las cuchillas de corte.
- 2.-Se enciende la banda transportadora.
- 3.- Se acciona las cuchillas de corte , las cuales se activarán siempre y cuando este el sensor de presencia indicando que si hay material para cortar.

Modo Automático:

En el modo automático contamos con un solo interruptor que se llama start y va a activar todo el proceso automáticamente de la siguiente manera:

- 1.- Enciende la bomba de agua para refrescar las cuchillas.
- 2.- Después de un tiempo acciona la banda transportadora.
- 3.- Espera que el sensor de presencia de piedra se encienda para dar la orden de activar las cuchillas de corte.

Al final derecho de la pantalla podemos ver un botón que al pulsarlo nos llevará a la siguiente fase del proceso que se llama Tajadora y el siguiente botón nos lleva a la última fase del proceso llamada pulidora.

2.3.2.2 Tajadora.

En la siguiente figura 2.66 podemos observar la manera en que ha sido diseñada la máquina tajadora, para explicar su manejo debemos decir que esta compuesta de dos modos , el modo automático y el modo manual tanto en el control desde lookout como desde el PLC.

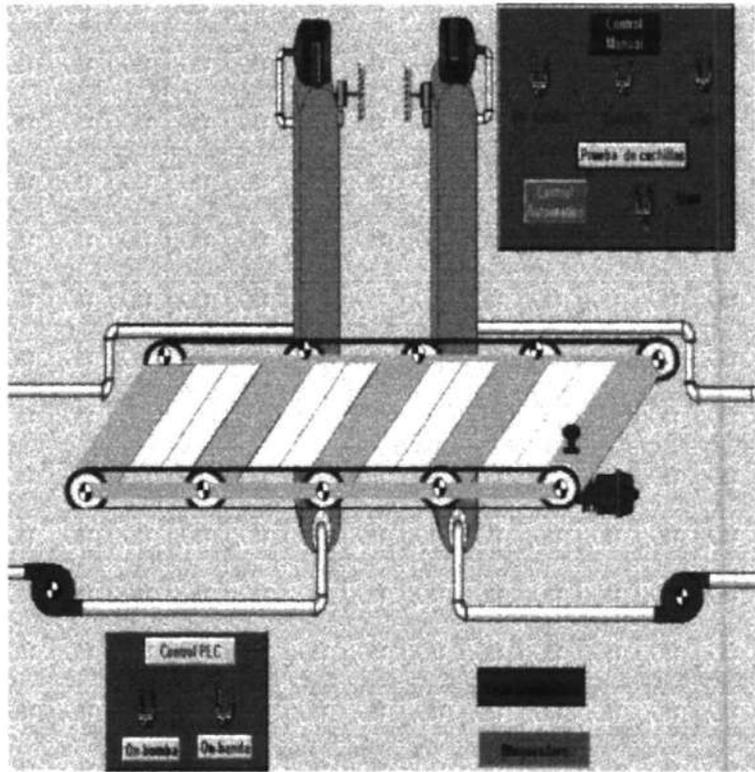


Figura 2.66.- Panel de control manual y automático de la tajadora.

Modo Manual:

Este modo consta de 3 interruptores y una botonera.

Interruptor 1: Sirve para activar las bombas de agua que refrescan las cuchillas de corte.

Interruptor 2: Activa la banda transportadora.

Interruptor 3: Se lo utiliza para simular el sensor que indica la presencia de la piedra en la tajadora.

Botonera prueba de cuchillas: Sirve para probar únicamente el funcionamiento de las cuchillas sin necesidad de la presencia de la piedra y la activación del sensor.

Además en el segundo tablero de control llamado Control desde PLC, se pueden observar dos interruptores el primero activa el contacto que se encuentra en el programa del PLC y acciona la bomba de agua , el segundo interruptor cierra el contacto que acciona el motor de la banda transportadora.

Modo Automático:

En el modo automático solo se necesita el interruptor (on) que activa el proceso automáticamente.

En primer lugar se enciende la bomba de agua, después la banda transportadora, y a diferencia de la pantalla de la bloqueadora que se necesitaba activar manualmente el sensor, aquí en la tajadora se activa el sensor automáticamente dando paso así al funcionamiento de las cuchillas.

Hay que mencionar que se puede empezar el proceso automático del proceso accionando desde el panel del

PLC el interruptor I11 y se dará marcha al proceso automáticamente, encendiendo primero la bomba de agua después de un tiempo el motor de la banda transportadora y para poder encenderse las cuchillas se debe tener la presencia de la piedra y desde el panel del PLC estamos simulando mediante el interruptor 8 el sensor , después que el sensor se active se procederá a encender las cuchillas de corte.

2.3.2.3 Corte Longitudinal.

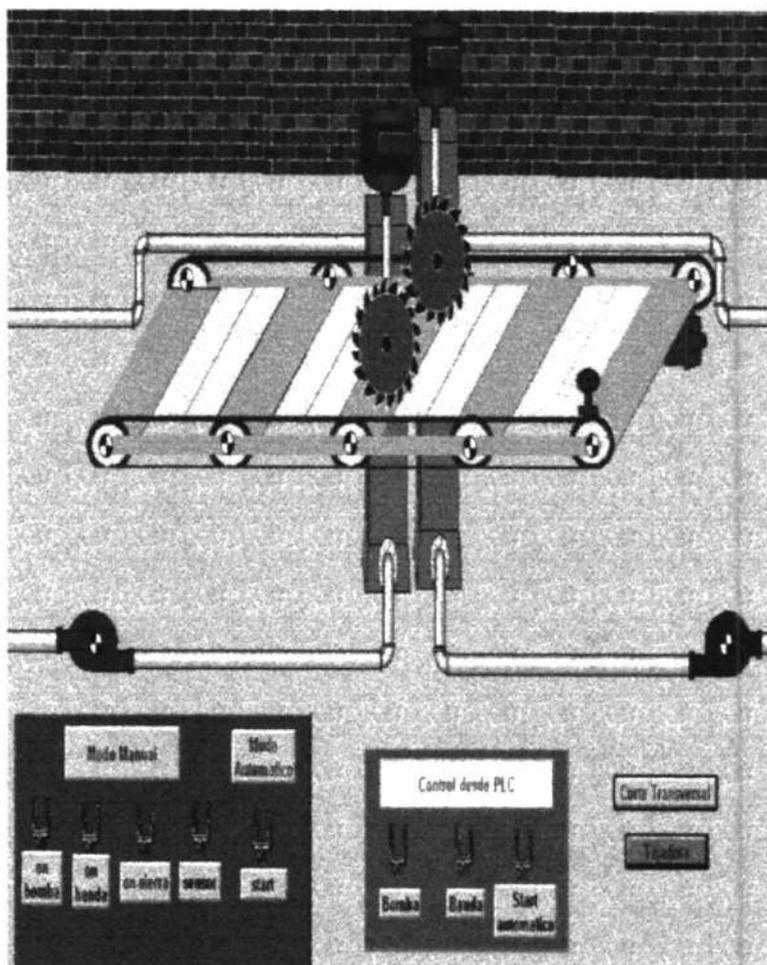


Figura 2.67.- Control automático y manual del corte longitudinal.

Podemos observar en la figura 2.67 dos paneles, el primero nos sirve para manejar desde lookout la simulación y la segunda sirve para accionar los contactos que encienden la bomba de agua y el motor de la banda transportadora desde el panel del PLC.

En el panel primero encontramos los interruptores que encienden la bomba de agua , la banda transportadora , el interruptor que hace una prueba de las cuchillas y el interruptor simulador del sensor de presencia de piedra.

Como se ha dicho anteriormente lo primero que se acciona es la bomba de agua, después la banda transportadora y tercero las cuchillas siempre y cuando el sensor identifique presencia de piedra.

En el segundo panel se encuentran tres interruptores, los dos primeros accionan los contactos en el PLC de la bomba y banda respectivamente y el tercero es el que acciona el contacto del start automático del proceso del corte longitudinal, pero siempre para el accionamiento de las cuchillas se necesita que el sensor indique la presencia de la piedra tanto en modo automático como en modo manual. Además también se pueden observar dos botones que sirven para desplazarse hacia la pantalla que uno desee, en primer botón al pulsarlo nos llevara hacia la pantalla de corte transversal y el segundo botón nos lleva de regreso hacia la pantalla anterior que es la tajadora.

2.3.2.4 Corte Transversal.

En la figura 2.68 podemos observar dos paneles de control , el primer panel tiene como objetivo manejar el proceso desde Lookout y el segundo panel maneja el proceso interactuando con el PLC.

Modo Manual

El interruptor 1 maneja el encendido de la bomba de agua, el interruptor2 maneja el motor de la banda transportadora, el tercer interruptor maneja la activación de las cuchillas de manera independiente de si hay o no piedra, cuarto interruptor simula el sensor de presencia de la piedra y por ultimo el quinto interruptor simula el start automático desde lookout.

La secuencia de encendido es:

Primero se enciende la bomba de agua para que refresque las cuchillas . Segundo se enciende el motor de la banda transportadora. En tercero es el encendido de los motores que manejan las cuchillas, además hay que mencionar que estos motores manejan el movimiento horizontal de las cuchillas pues después de un cierto tiempo de corte se debe de avanzar los brazos



que contienen las cuchillas y después de realizar el corte hacia adelante se empieza el regreso de las cuchillas hasta llegar a su primera posición de arranque y para realizar estos movimientos se necesitan los dos motores que se muestran en la figura muestran el encendido y apagado de estos dos importantes motores.

En el segundo panel de control encontramos los interruptores que van a encender los contactos que se encuentran en el PLC .



Modo Automático

Desde el primer panel podemos ver el interruptor que controla el modo automático desde lookout , y en el segundo panel tenemos el start automático que va a manejar el proceso desde el plc.



En el modo automático accionado desde lookout o desde el plc, empieza primero accionando la bomba del agua del proceso para refrescar las cuchillas y después la banda transportadora, y siempre para encender las cuchillas de corte se pregunta por la presencia de la piedra.



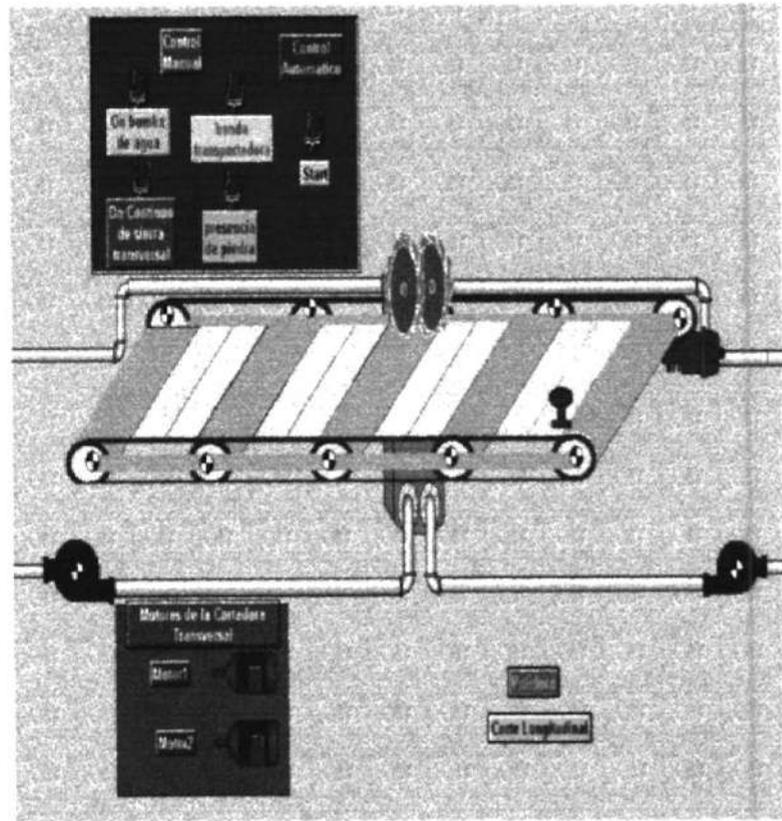


Figura 2.68. - Control Automático y manual de la máquina transversal.

A lado derecho de la pantalla podemos observar dos botones que nos ayudarán a desplazarnos hacia otras partes del proceso con rapidez, por ejemplo el primer botón nos lleva a la última etapa del proceso llamada pulidora y el siguiente botón nos lleva a la cortadora longitudinal.

2.3.2.5 Pulidora.

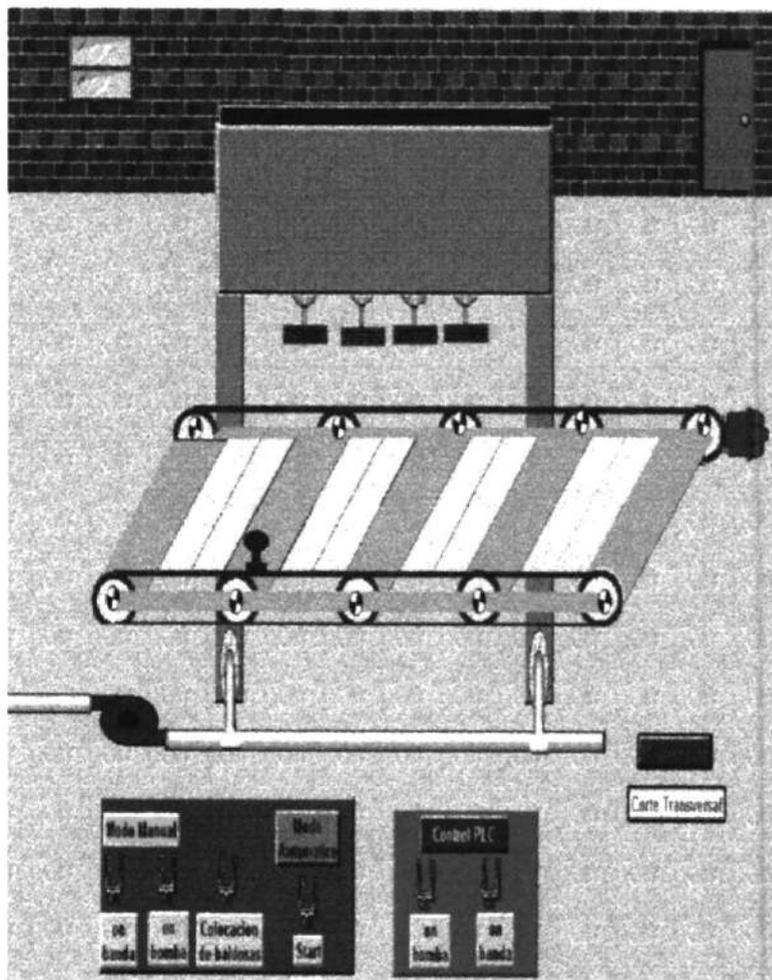


Figura 2.69.- Control manual y automático de la pulidora.

En la figura 2.69 se encuentra la simulación de la pulidora en esta pantalla podemos observar dos paneles el primero controla la simulación desde lookout y el segundo

panel activa contactos del programa realizado en el plc desde lookout.

En el primer panel encontramos el interruptor 1 que enciende la bomba de agua, despues el interruptor 2 que acciona la banda transportadora, seguido del interruptor 3 que pone las baldosas en la banda transportadora, tenemos que notar que en esta parte del proceso el sensor se encuentra al final de la banda transportadora, el cual se va a activar cuando la primera baldosa llegue hasta el, despues del cual este se accionará y mandará a prender los motores que haran bajar las aspas pulidoras.

El ultimo interruptor acciona el proceso automático y de igual manera esperará la senal de encendido del sensor para prenderse los motores de las pulidoras.

En el segundo panel se encuentran los dos switches que accionan contactos desde lookout hacia el plc, el primer switch cierra el contacto en el programa del plc que enciende la bomba de agua, y el interruptor 2 cierra el contacto que acciona el funcionamiento de la banda transportadora. El funcionamiento se inicia encendiendo primero la bomba de agua, después la banda transportadora y se espera la señal del sensor.

CAPITULO III

3. DISEÑO Y CONTROL DE LA ADQUISICION DE DATOS UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW 7.0 EXPRESS DE NATIONAL INSTRUMENTS

3.1 Labview una herramienta de instrumentación

virtual

Con la tendencia actual el manejo de la computadora se ha convertido en una herramienta básica en el manejo de la instrumentación y control de procesos pues es de gran utilidad en el desarrollo de sistemas virtuales que asemejan el comportamiento de procesos industriales.

Labview es ideal para el monitoreo de maquinaria y para aplicaciones de mantenimiento que necesitan controles exactos, análisis de vibraciones, análisis de cambios de presión, temperatura etc.

Actualmente se dispone de la aplicación Labview (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) para realizar sistemas de instrumentación virtual, el cual permite desarrollar programas en lenguaje gráfico y fácil de aprender.

Labview es un ambiente de programación gráfico diseñado para desarrollar aplicaciones de adquisición y análisis de datos con interfaz en una computadora personal.

Los programas de Labview se les llama instrumentos virtuales debido a que su aspecto imitan a los instrumentos reales y se pueden realizar practicas virtuales de campo y los resultados obtenidos contribuyen de manera exitosa al desarrollo de experiencias tal como un ingeniero las encuentra en la vida real.

3.1.1 Dispositivos necesarios para la adquisición de datos.

Para la adquisición de datos es necesario tener los elementos que harán posible la misma, se habla de un modulo físico que contiene entradas y salidas, las que pueden ser tanto analógicas como digitales, así como filtros y amplificadores de voltajes o corrientes, estamos hablando de las diferentes tarjetas que se comercializan ,las cuales el mismo ingeniero puede diseñarla adaptándola a su propio objetivo.

Además labview trabaja con más de 1000 librerías de instrumentos de cientos de fabricantes, y muchos fabricantes de dispositivos de medida incluyen también herramientas de labview con sus productos.

Un **Sistema de Adquisición de Datos** no es más que un equipo electrónico cuya función es el control o simplemente el registro de una o varias variables de un proceso cualquiera, y puede estar compuesto por los siguientes elementos.

1. Sensores.
2. Microprocesadores.
3. Fuentes de potencia.
4. Amplificadores operacionales.
5. Amplificadores de instrumentación.
6. Aisladores
7. Conversores A-D.
8. Conversores D-A.
9. Filtros.
10. Circuitos Sample and Hold.

3.1.1.1 Sensores o Transductores

Los sensores desarrollan un papel importante en los sistemas de adquisición de datos, los sensores tienen la función de convertir la variable física que se desea controlar en una magnitud eléctrica (voltaje, corriente, capacidad, inductancia, etc.). Entre las magnitudes físicas que se pueden sentir tenemos: humedad, presión, nivel, concentración, temperatura, flujo, peso, posición, etc.

Tipos de sensores

1- Sensor de corriente

Convierte una magnitud física en un nivel de corriente directa equivalente, este tipo de sensor tiene como ventaja principal que el nivel de corriente obtenido puede ser transportado distancias grandes sin que se produzcan pérdidas significativas, su desventaja a la vez consiste que la corriente siempre tiene que ser convertida a voltaje antes de suministrarse a un conversor A-D.

2- Sensor de Voltaje

Este tipo de sensor es el que entrega un nivel de voltaje equivalente a la señal física que se mide, normalmente los sensores industriales capaces de entregar un nivel de voltaje tienen incorporado circuitos acondicionadores, tales como Amplificadores de instrumentación y operacionales, comparadores, etc. Este tipo de sensores muchas veces incorpora resistores variables que permiten ajustar el rango de voltaje que ellos entregan al rango que nuestro conversor necesita, esta es su gran ventaja a su vez su desventaja es que la señal por ellos generada no puede ser transmitida mas haya de unos pocos metros sin que se produzcan pérdidas en la misma.

3-Sensor Resistivo

Este es un tipo de sensor convierte la variación de una señal física en una variación de resistencia, entre los más comunes tenemos las termoresistencias. El inconveniente de este tipo de sensor es que se debe utilizar un puente de Wheastone en algunas de sus variantes para convertir la variación de resistencia en una variación de voltaje como se puede observar en la figura 3.1.

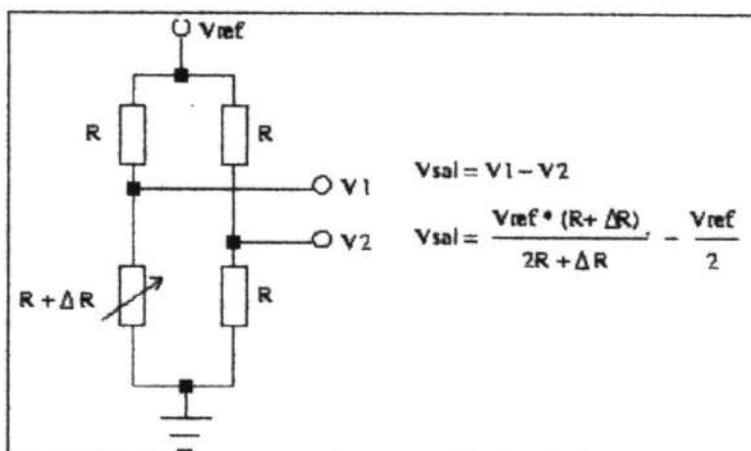


Figura 3.1.- Puente de Wheastone.

3.1.1.2 Acondicionamiento de la señal

En todo sistema de adquisición de datos donde sea usado un conversor A/D es muy importante el acondicionamiento previo de la señal que es suministrada al conversor, la esencia del acondicionamiento es hacer que el rango de variación

real que experimentará la variable a medir se convierta en el rango máximo de voltaje de entrada que acepta el conversor A/D que se utiliza, o sea que el valor mínimo de la variable a medir imponga a la entrada del conversor el valor mínimo del voltaje que el acepta y el valor máximo de la variable a medir imponga el valor máximo de voltaje que el conversor admite. Paralelamente el acondicionamiento de la señal también implica la transformación de la señal entregada por el sensor de forma que siempre la magnitud final sea voltaje, además en el acondicionamiento se puede garantizar el filtrado de valores de ruido no deseadas en la variable medida.

La etapa acondicionadora esta formada básicamente por amplificadores operacionales, comparadores de nivel y amplificadores de instrumentación.

3.1.2 Aplicación utilizada para la adquisición de datos

Es importante tener el conocimiento de programación en labview, pues dependiendo de la forma en que se diseñe, se sabrá en que momento debe de empezar la adquisición de los datos, como se debe de comunicar la computadora con la tarjeta de

adquisición , de que forma recibirá los datos y como los procesara es decir donde la guardara para luego analizarla y finalmente mandar sus respuestas a los módulos que la requieran y ejecutar las salidas necesarias, incluso en que momento debe de realizar un histórico para llevar un registro de lo que sucede en la adquisición de datos.

3.2 Estudio básico de la programación en Labview.

Labview tiene herramientas poderosas para crear aplicaciones sin líneas de texto de código. Con Labview solo se hala y coloca objetos ya contruidos para rápidamente crear interfases de usuario. Después se especifica la funcionalidad del sistema armando diagramas de bloques. Para poder empezar a programar debemos de crear una nueva aplicación y se realiza abriendo primero el programa labview y haciendo clic en new como se muestra en la figura 3.2.

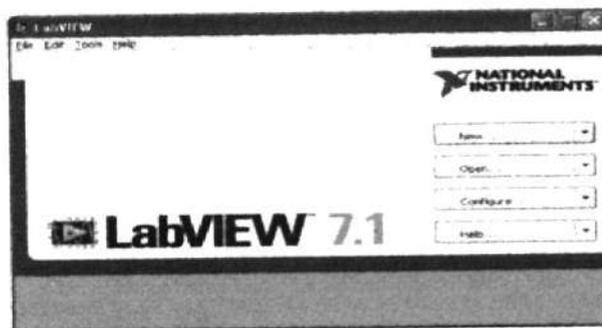


Figura3.2.- Pantalla de entrada de Labview

A continuación se muestra el siguiente gráfico 3.3.

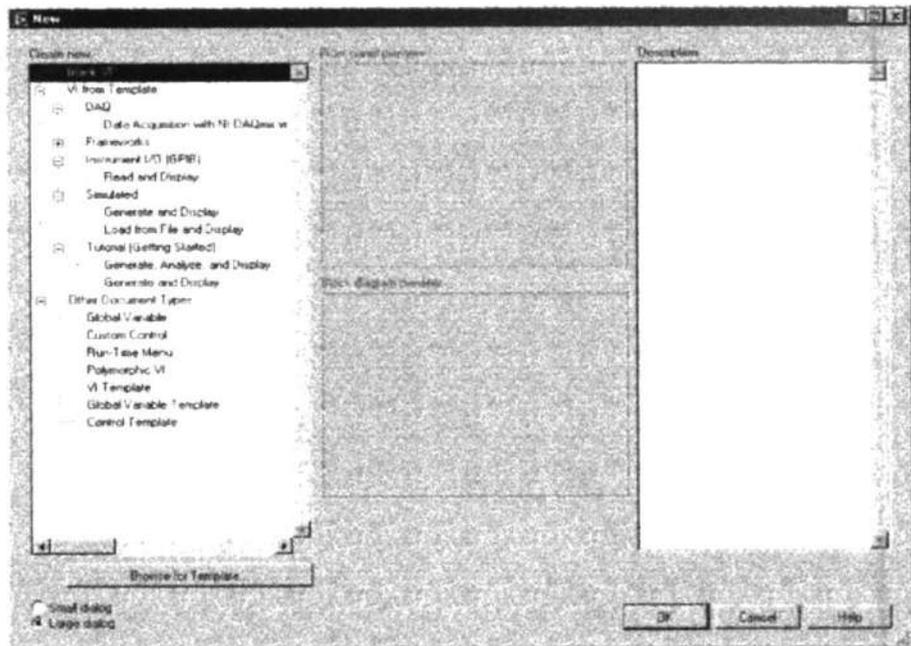


Figura 3.3.- Formato en blanco del Vi

Haciendo clic en Blank VI creamos un nuevo panel frontal y diagrama de bloques.

Como se puede observar en la figura 3.4.

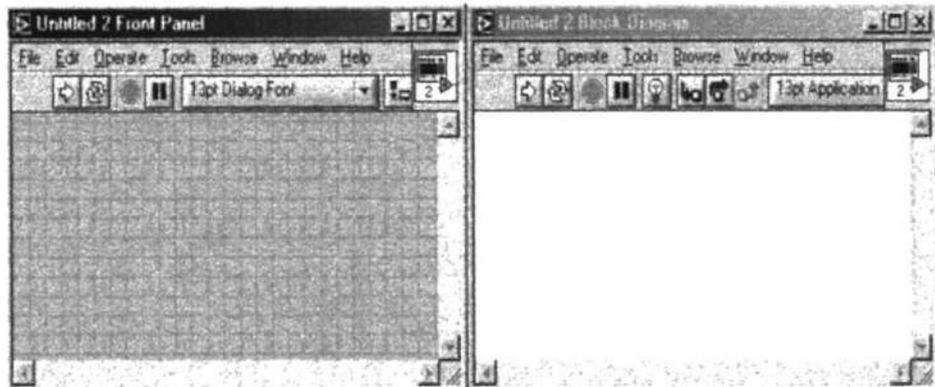


Figura 3.4.- Panel frontal y diagrama de bloques.

3.2.1 Manejo de Controles e Indicadores.

En el panel frontal se pondrá todo el equipo necesario para que el usuario pueda comunicarse con el VI estos elementos pueden ser botoneras, interruptores, que son utilizadas como entradas y los leds como indicadores de las salidas.

Cuando se coloca un elemento en el panel frontal, se puede observar que en el diagrama de bloques aparece una figura que llamaremos terminal que dependiendo será un controlador o indicador, en la figura 3.5 , podemos observar una barra de herramienta donde se presenta el menú de opciones a elegir para poder construir el panel frontal .

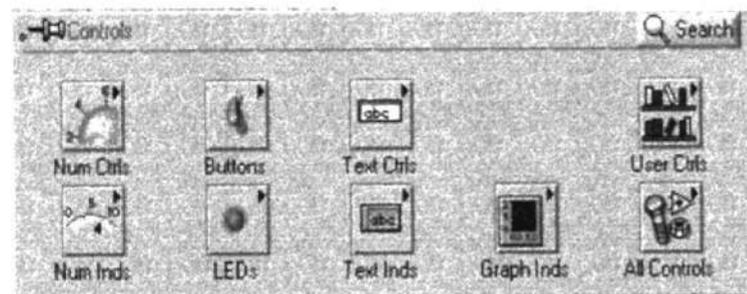


Figura 3.5.- Panel de controles.

Cada una de las opciones tiene sub menús , por ejemplo de los controles numéricos tenemos y lo podemos ver en la figura 3.6:

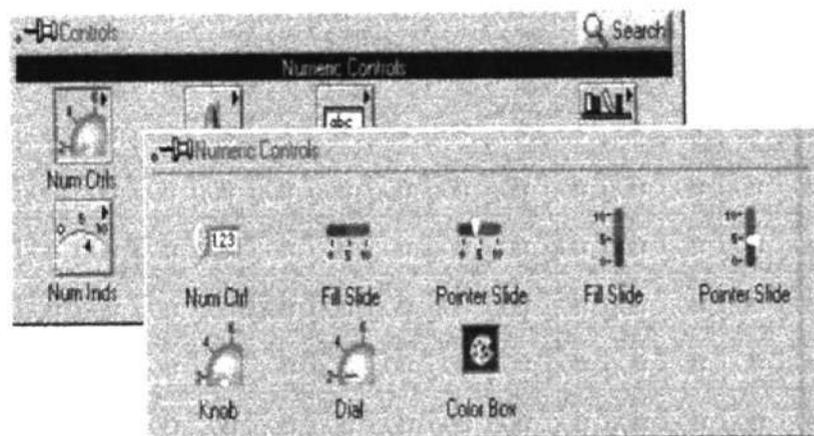


Figura 3.6.- Controles numérico.

Y dentro de los indicadores numéricos tenemos en la figura 3.7:

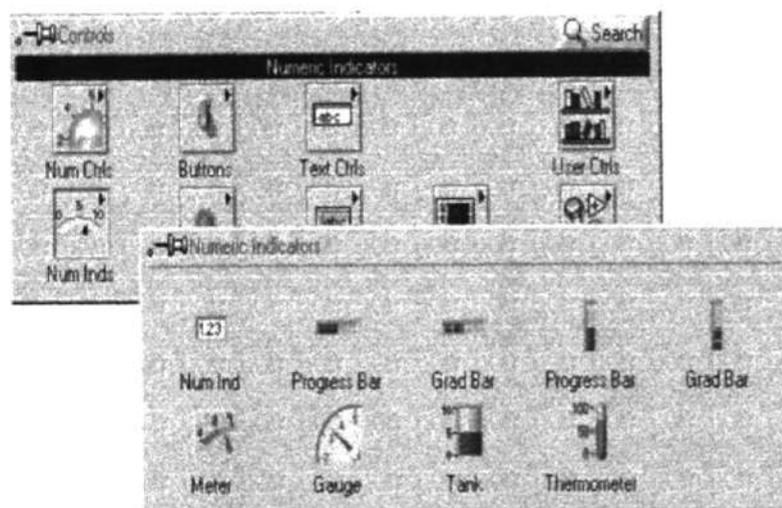


Figura 3.7.- Indicadores numéricos.

Así como las diferentes opciones de botoneras y leds que se pueden ver en la figura 3.8 :

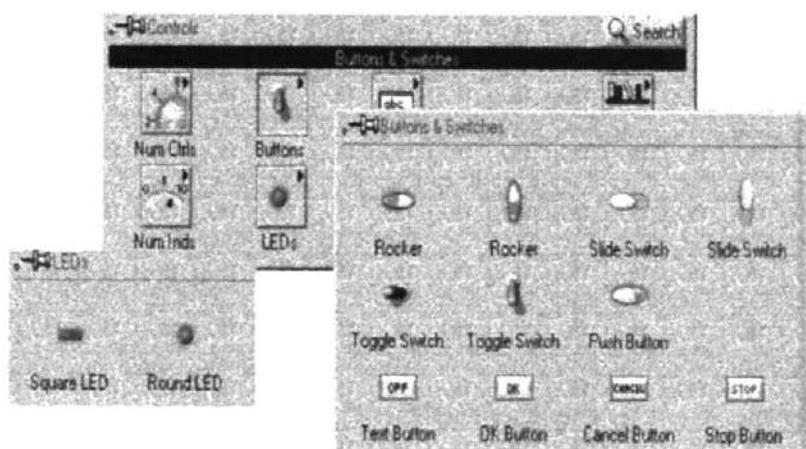


Figura 3.8.- Botones y Switches.

A continuación en la figura 3.9 se ve un ejemplo de como se presentan estos elementos en el panel de control y en el diagrama de bloques.

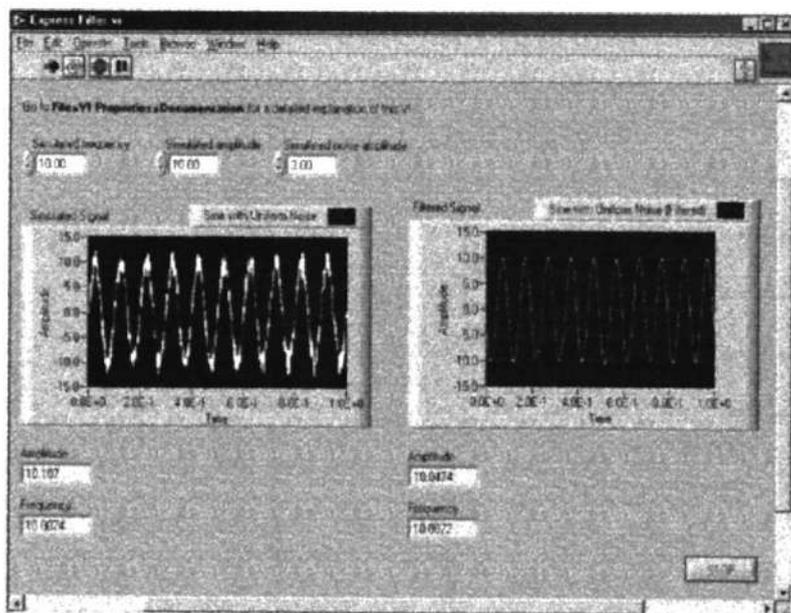


Figura 3.9.-Panel de control.

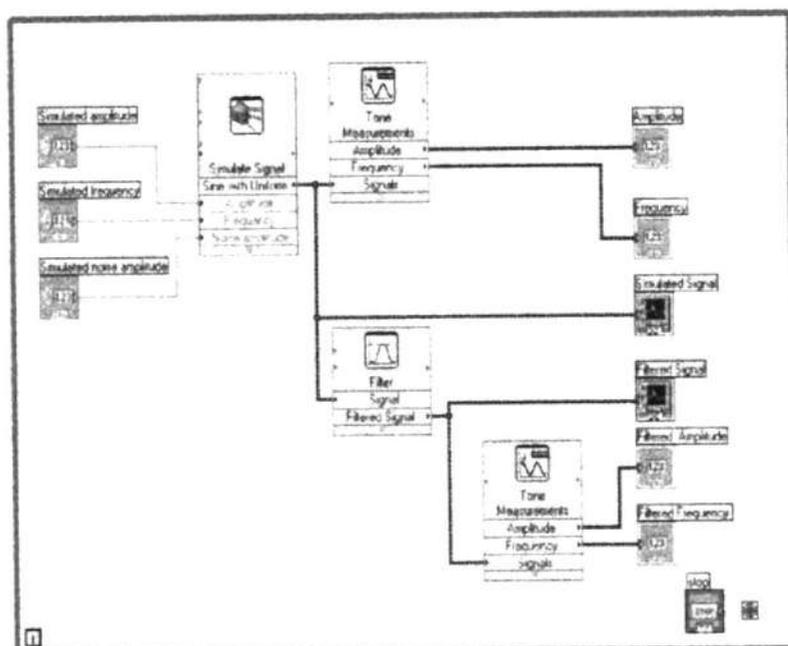


Figura 3.10.-Diagrama de bloques..

Los elementos de control siempre tienen la flecha a la derecha y los indicadores tienen la flecha a la izquierda. Como podemos observar en la figura 3.10 también están presentes los módulos que generan las señales y además los módulos que filtran la señal elegida.

Estos módulos se pueden elegir desde la barra de herramientas del diagrama de bloques como se muestra en la figura 3.11.

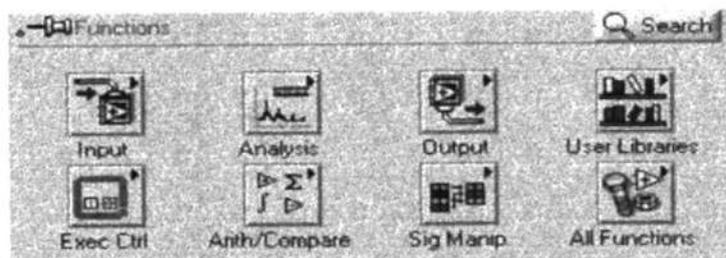


Figura 3.11.- Panel de funciones.

Dentro del sub menú de Input se puede observar el simulador de señal en la figura 3.12.

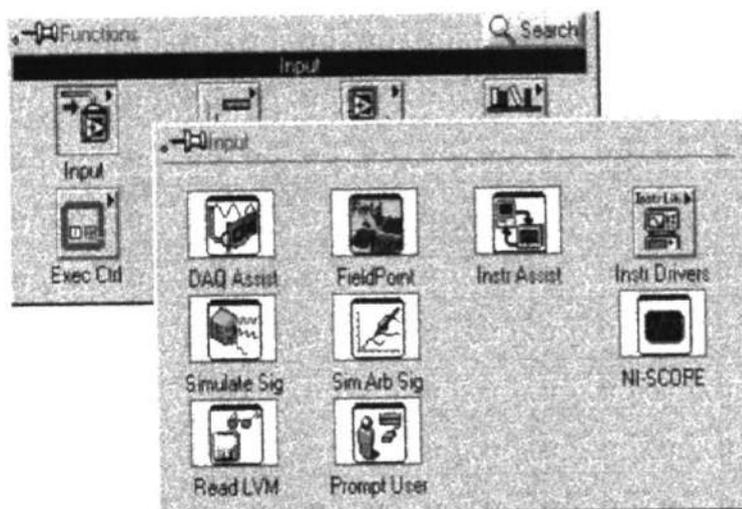


Figura 3.12.- Panel de entradas dentro del sub menú de análisis se puede observar el filtro utilizado en el ejercicio para filtrar la señal y la función que encuentra la mas alta amplitud producida en la señal y se lo puede encontrar en la figura 3.13.

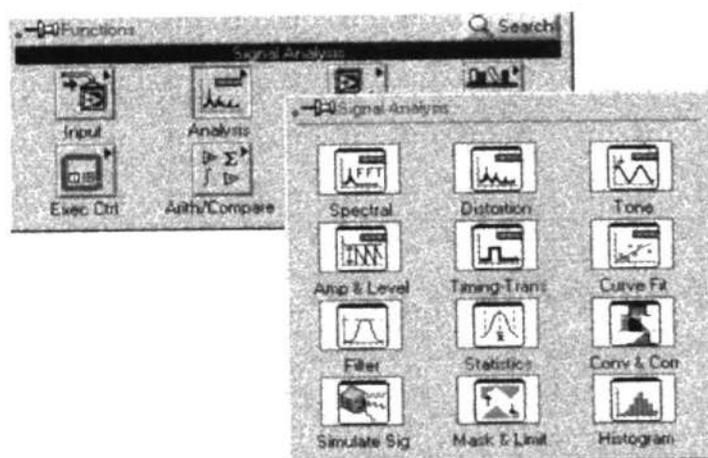


Figura 3.13.- Análisis de señales.

3.2.2 Estructuras de Programación en Labview.

Además de poseer los indicadores y controladores se necesitan las diferentes estructuras necesarias para poder programar en labview y conocer los diferentes tipos de datos que se manejan en labview.

Podemos observar en la figura 3.14 los diferentes tipos de datos que se encuentran.

Control	Indicator	Data Type	Default Values
		Single-precision, floating-point numeric	0.0
		Double-precision, floating-point numeric	0.0
		Extended-precision, floating-point numeric	0.0
		Complex single-precision, floating-point numeric	0.0 + 10.0
		Complex double-precision, floating-point numeric	0.0 + 10.0
		Complex extended-precision, floating-point numeric	0.0 + 10.0
		8-bit signed integer numeric	0
		16-bit signed integer numeric	0
		32-bit signed integer numeric	0
		8-bit unsigned integer numeric	0
		16-bit unsigned integer numeric	0
		32-bit unsigned integer numeric	0
		< 64.64 > -bit time stamp	0.0 and time (local)

Figura 3.14.- Tipos de datos.

Las diferentes estructuras que estudiaremos se encuentran en la barra de herramientas del diagrama de bloques como se muestra a continuación en la figura 3.15.

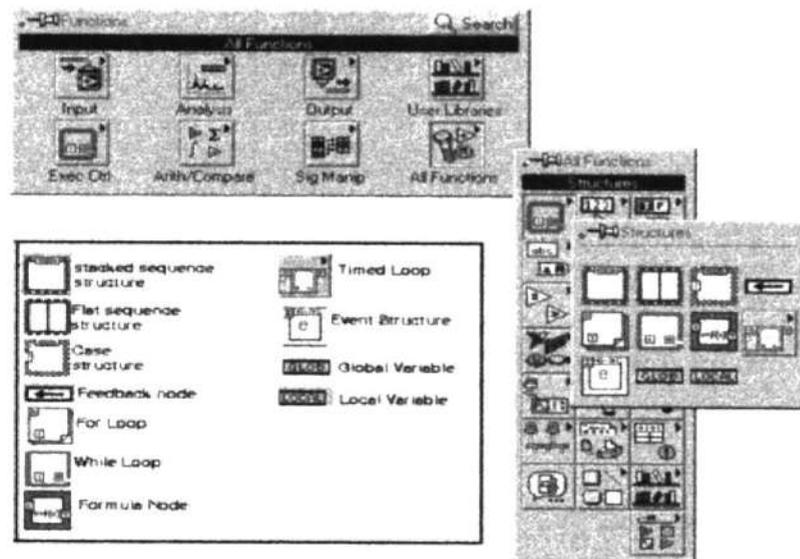


Figura 3.15.- Estructuras.

A continuación estudiaremos las estructuras mas utilizadas en la programación

Ciclo Mientras

Podemos observar que en la figura 3.16 , en la parte inferior hacia la izquierda la i , me indica el numero de iteraciones que se van realizando, y en la derecha de la parte posterior encontramos el stop representado por  el mismo que se activara siempre y cuando se cumpla la condición puesta, que para este caso la salida de la puerta and sea 1, cuando esta condición sea cumplida se detendrá el ciclo mientras de otra manera se continuará ejecutando hasta que se logre el objetivo, el cual es encontrar un número mayor a 28.12435.

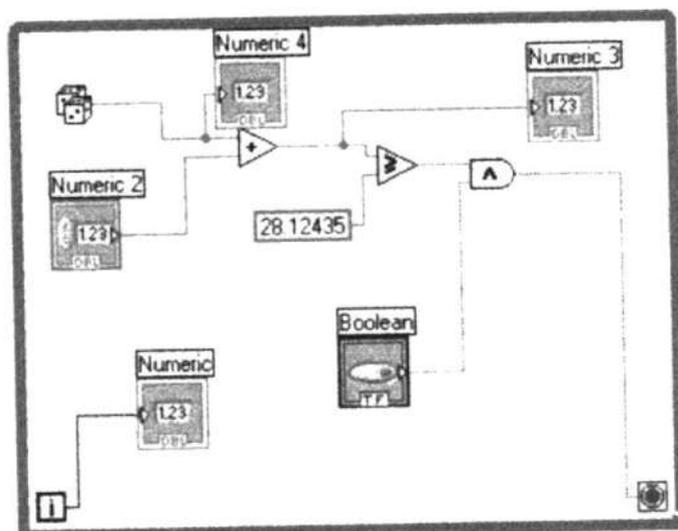


Figura 3.16.- Operación del ciclo while.

Ciclo For

Podemos observar en la figura 3.17 que en la parte inferior izquierda se tiene la i , lo que hace es ir contando el número de veces que se va realizando la operación propuesta dentro del ciclo For .

La N que se ubica en la parte superior izquierda indica el número de veces totales que se debe de ejecutar la operación que se encuentra dentro del lazo for .Cuando se hayan completado el número total propuesto de iteraciones, el lazo for se detendrá automáticamente y se obtendrá el resultado final de la operación.

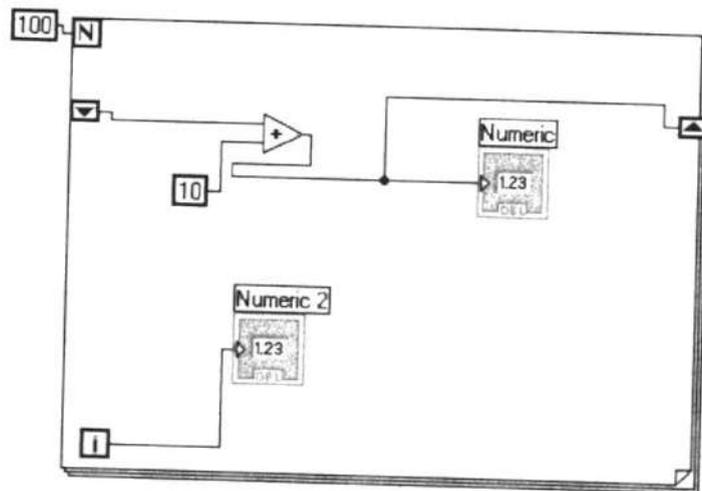


Figura 3.17.- Operación del ciclo For.

Estructura Case

Como podemos observar en la figura 3.18 , en la parte posterior lado izquierdo tenemos un signo de interrogación el mismo que nos permite por medio de el, conectar el tipo de entrada con la que queremos trabajar.

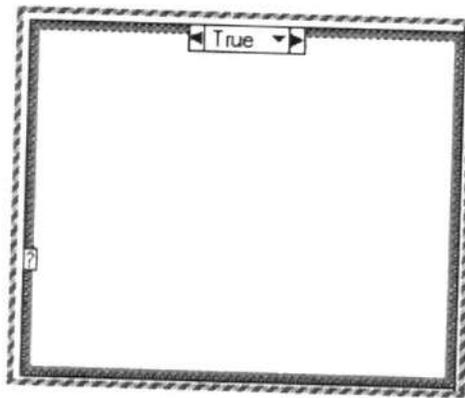


Figura 3.18.- Estructura Case de tipo booleano.

si trabajamos con una entrada booleana lo indicado es poner un switch el cual si es verdadero se ejecutara la opción

verdadera pero si es falso se ejecutara la opción falsa y lo podemos ver en la gráfica 3.19.

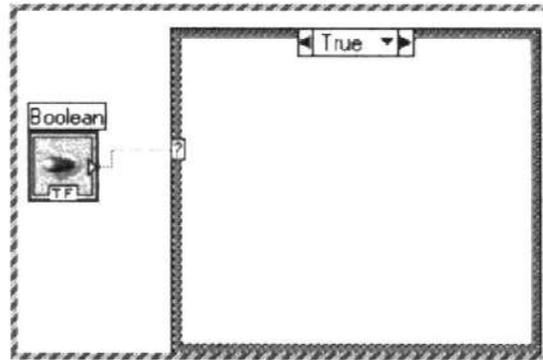


Figura 3.19.- Estructura case de tipo booleano activado por switch

En caso de que en la entrada tengamos un valor numérico, este elegirá que opción se va a ejecutar como se puede ver en la figura 3.20.

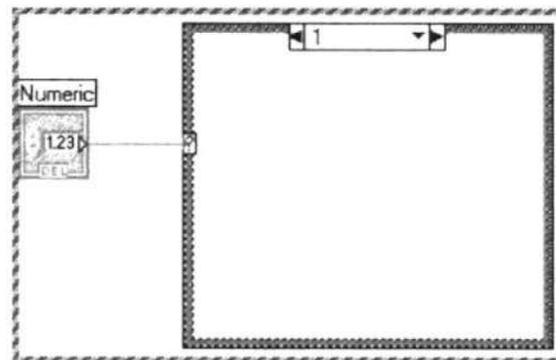


Figura 3.20.- Estructura case de tipo numérico

En caso de que se trate de una cadena de caracteres se ejecutará lo que se tenga en la cadena de caracteres, en caso de que no se tenga ningún carácter, número o valor booleano

se ejecutara la opción que es por default, es decir el case 0 como en se ve en la figura 3.21.

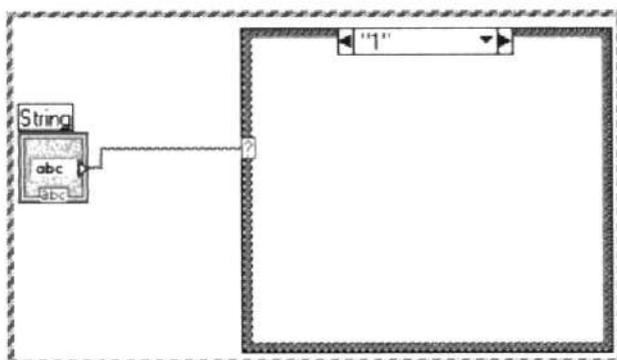


Figura 3.21.- Case de tipo string

3.2.3 Configuración del Puerto Serial en la Aplicación Labview

La transmisión de datos se realiza mediante el puerto serial y para su funcionamiento se debe de configurarlo correctamente en labview, como así indicarle al puerto con que velocidad va a trabajar, estas son configuraciones que veremos mas adelante, pero ahora conoceremos los comandos mas utilizados para programar el Puerto serial en labview.

En primer lugar en el diagrama de bloques llamando su barra de herramientas en la opción de Instrumento I/O encontramos la función serial, dentro de la cual se tiene los elementos que

se utilizan para trabajar con el Puerto serial como se lo puede observar en el gráfico 3.22.

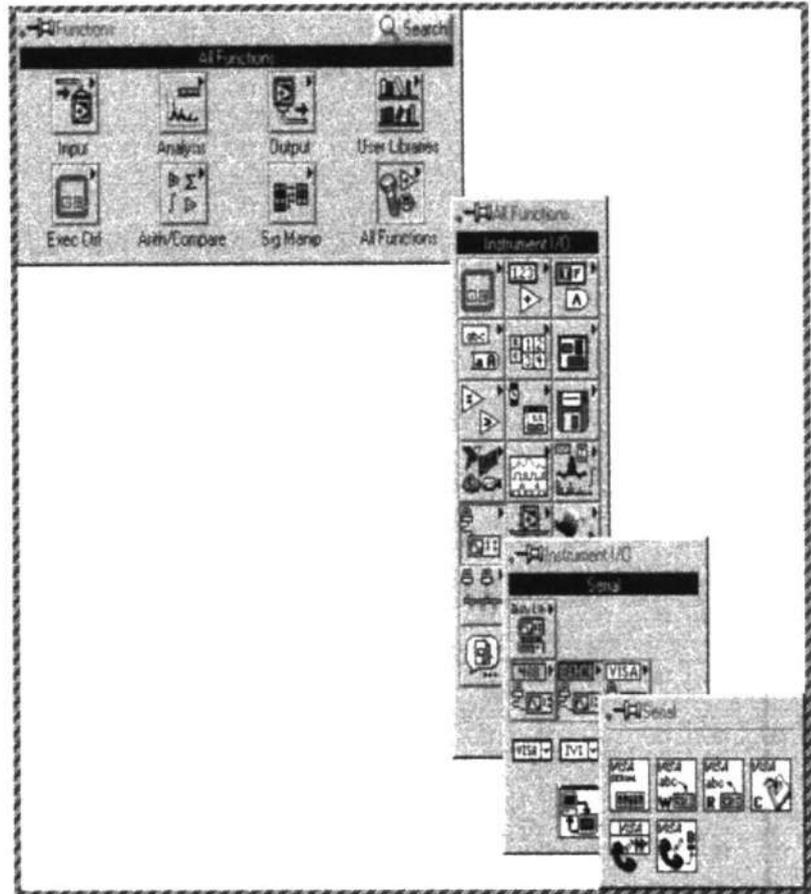


Figura 3.22. - Controles de tipo serial.

Visa Serial

En esta función se necesita decir de que lugar vamos a leer la información llamado por el visa serial (VISA resource name), además se debe de configurar la velocidad de transmisión , el numero de bits a utilizar puede estar entre 5 y 8 bits, se debe

de indicar los bits de parada y si se utiliza o no la paridad. El icono se puede observar en la figura 3.23.



Figura 3.23.- Visa serial.

Visa Write

Escribe los datos desde el buffer de escritura hacia el dispositivo o interfase conectada y su icono se ve en la figura 3.24.



Figura 3.24.- Visa write.

Visa Read

Lee desde la interfase el número de bytes especificados por el Visa Resource Name y el dato leído retorna al buffer de lectura y su icono se ve en la figura 3.25.



Figura 3.25 - Visa read.

Visa Close

Cierra el evento o la función especificada por el visa resource name, cada vez que se abre una sesión de visa se debería de

cerrar la sesión cuando se haya finalizado y su icono se ve en la figura 3.26.



Figura 3.26 - Visa close

Visa Broke

Envía un descanso de 250 mseg al puerto especificado de salida y su icono se ve en la figura 3.27.



Figura 3.27 - Visa broke.

Visa Number

Retorna el número de bytes en la entrada del buffer del puerto serial especificado y su icono se ve en la figura 3.28.



Figura 3.28 - Visa number.

3.2.4 Diagrama de flujo de la programación en

Labview

En la figura 3.29 tenemos el diagrama de flujo de la programación hecha en labview .

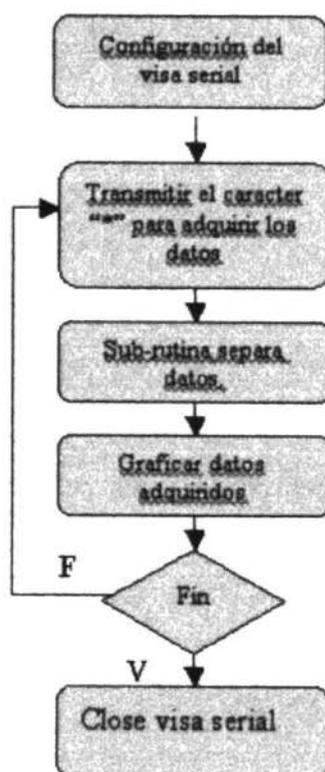


Figura 3.29.- Diagrama de flujo de la programación en labview.

3.3 Programación realizada en Labview para crear una interfase gráfica entre la tarjeta de adquisición y la computadora.

En este tema explicaremos el criterio de programación realizado en Labview para crear una interfase gráfica entre la tarjeta de adquisición y el computador.

Primero es necesario decir que el software con el que trabajamos tiene la interfase gráfica en el panel frontal, y el código que lo hace

posible intercomunicarse con la tarjeta se encuentra en el diagrama de bloque.

En la gráfica 3.30 se muestra la pantalla interactiva, la cual cuenta con 8 entradas digitales, 3 entradas analógicas , 8 salidas digitales y 1 salida analógica real.



Figura 3.30.- Interfase de comunicación realizada en labview.

Como podemos observar en la figura 3.30 en la parte superior izquierda se puede configurar el puerto serial, elegir la velocidad de adquisición a la cual trabaja la tarjeta de adquisición y se ha colocado un menú en el que se puede elegir el Puerto de comunicación, además contamos con dos botones, uno de conexión que permite

empezar a ejecutar el programa de adquisición, y el otro botón de desconectar que me saca de todos los lazos de control.

A continuación se muestra en la figura 3.31 la configuración del Puerto serial realizada en el diagrama de bloques.

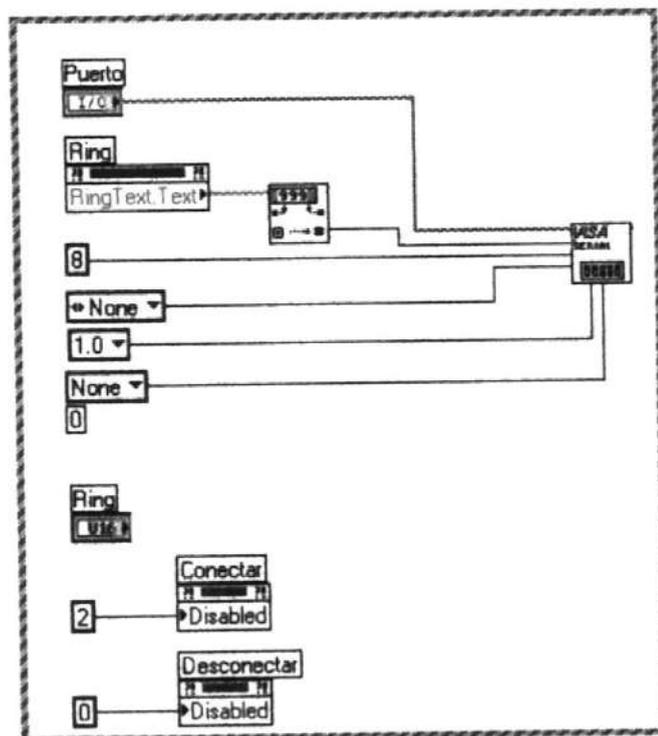


Figura 3.31.- Configuración del Puerto serial.

En primer lugar lo que se quiere es que todos los cambios que se realicen en la tarjeta de adquisición nosotros lo podamos ver gráficamente en la pantalla principal, y para eso es necesario mandarle una señal a la tarjeta para que empiece a enviar los nuevos cambios realizados en ella.

Para poder lograr esta actualización se envía el " * " cada 150 mseg con lo cual se le indicará al pic que envíe los datos recogidos en la

tarjeta, éstos serán recibidos por un ciclo While en el que se separan cada valor de la cadena, esto se lo hace con la función llamada Split y cada valor se depositara en clusters para poder utilizarlas luego desde otro programa que creamos para manejar la visualización en el panel principal.

La adquisición de los datos de la tarjeta y su separación se hizo en un sub programa que lo insertamos en el principal que nos ayudará a visualizar las entradas y salidas, además de permitir la configuración del Puerto serial.

En el siguiente gráfico 3.32 podemos observar la programación realizada en el diagrama de bloques.

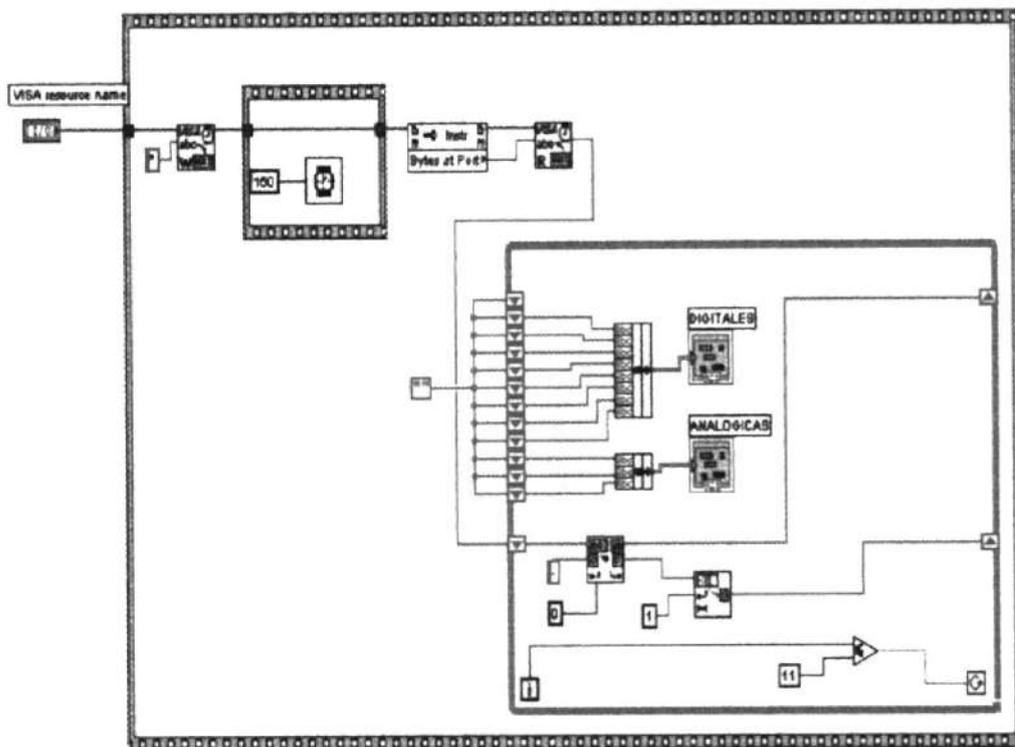


Figura 3.32.- Separación de los datos que ingresan desde la tarjeta

Para poder lograr la visualización de las entradas digitales y analógicas, lo primero que hicimos con los datos obtenidos del subvi antes ya creado , fue convertir todo esta cadena de caracteres a números decimales para luego pasar a graficarlos con el chart , en el caso de las entradas digitales antes de los charts pusimos unos inversores para indicar el encendido de los interruptores con la luz encendida y apagados los mismo tener los indicadores apagados, esto se debe a que en nuestra programación del pic usamos la lógica invertida, cuando el interruptor esta apagado la señal lógica es uno y cuando esta prendido la señal lógica es cero.

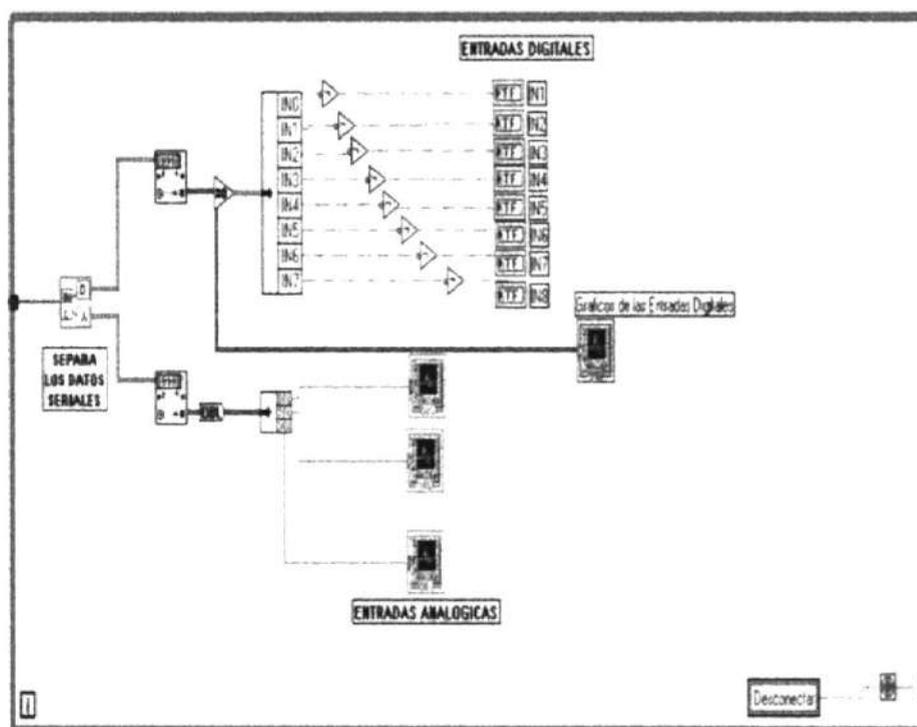


Figura 3.33.- Gráfica de las entradas digitales y analógicas

Como podemos observar en el la figura 3.33 el icono  me representa el subvi creado especialmente para captar los datos desde el Puerto serial y empezar a separarlos, para después convertirlos en números decimales y pasar a graficarlos con la función chart strip. Pero además de mostrar los datos adquiridos, nosotros hemos diseñado la tarjeta para tener salidas digitales, y para eso desde la pantalla principal hemos colocado 8 interruptores que al activarlos estos accionarán los relays de salida por un tiempo y después los apaga , así se mantienen hasta que el interruptor se apaga, los mismos que encenderán y apagarán sus diodos leds correspondientes . Eso se puede observar en la figura 3.34 para encender los relays de las salidas digitales de manera intermitente lo que hicimos es conectar cada interruptor a cada case estructuras de tipo booleano y cuando sea activado el interruptor se elige el estado falso porque la señal del interruptor esta siendo invertida antes de llegar al case entonces por medio del visa write se escribe al puerto serial los códigos de encendidos de la salida de los leds solo por 1 seg y se mandan a apagar y pasan titileando hasta que el interruptor vuelva al estado falso.

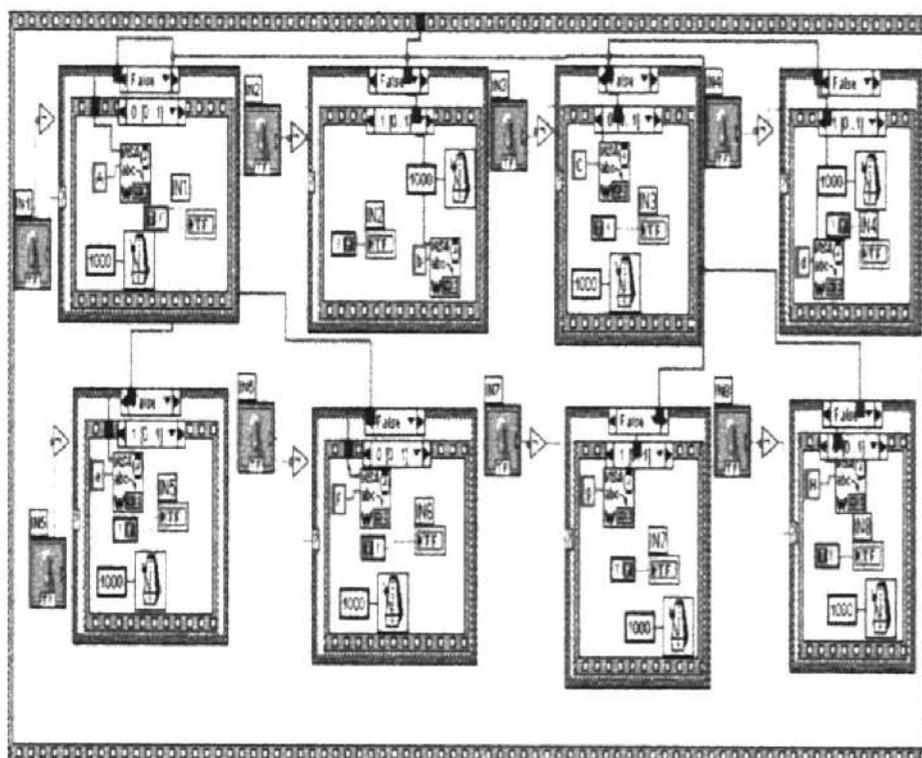


Figura 3.34.- Programación del encendido y apagados de las salidas digitales

Así como también se ha creado una secuencia automática a realizarse solo ejecutando en el panel principal el botón secuencia automática, con esto lograremos tener en las salidas digitales una secuencia de encendidos y apagados de leds, en una aplicación industrial nos puede servir para ejecutar en encendido secuencial los equipos que se requieran entrar en funcionamiento y el tiempo de encendido se lo puede modificar en el diagrama de bloques el tiempo de encendido dentro del stacked sequence structure y su código de programación se la ve en la figura 3.35.

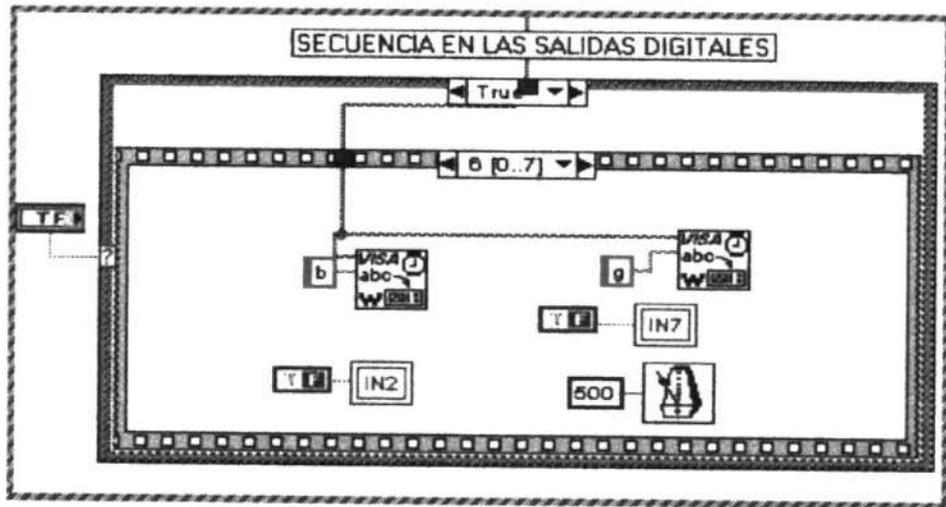


Figura 3.35.- Secuencia de encendido en las salidas digitales.

Nuestro proyecto también tiene una salida analógica real y para poder leer en la salida del pic el valor de voltaje programado fue necesario utilizar un potenciómetro virtual en la pantalla principal cuyo valor es transformado en número decimal para poder ser enviado por el puerto serial, además también se puede observar el valor enviado por el puerto serial por medio del chart de ésta manera el pic responde sacando por el pin 17 el valor analógico deseado.

Pero para poder leerlo en el multímetro se debe colocar a la salida del pic otro integrado llamado MCP 619 y su función es la de filtrar la señal pulsante Dc que se obtiene del pin 17 del pic 16F877 para esto se debe conocer que el MCP619 es un integrado que contiene 4 filtros pasa bajos y nosotros para eliminar esta señal pulsante DC

utilizaremos tres de ellos para obtener una señal DC pura desde 0v hasta 5v y de esta manera el multímetro puede leerla sin errores.

En la figura 3.36 se puede observar la programación para poder enviar los datos desde el potenciómetro virtual por medio del Puerto serial hacia el pic para indicarle que voltaje queremos obtener en el pin 17 del pic.

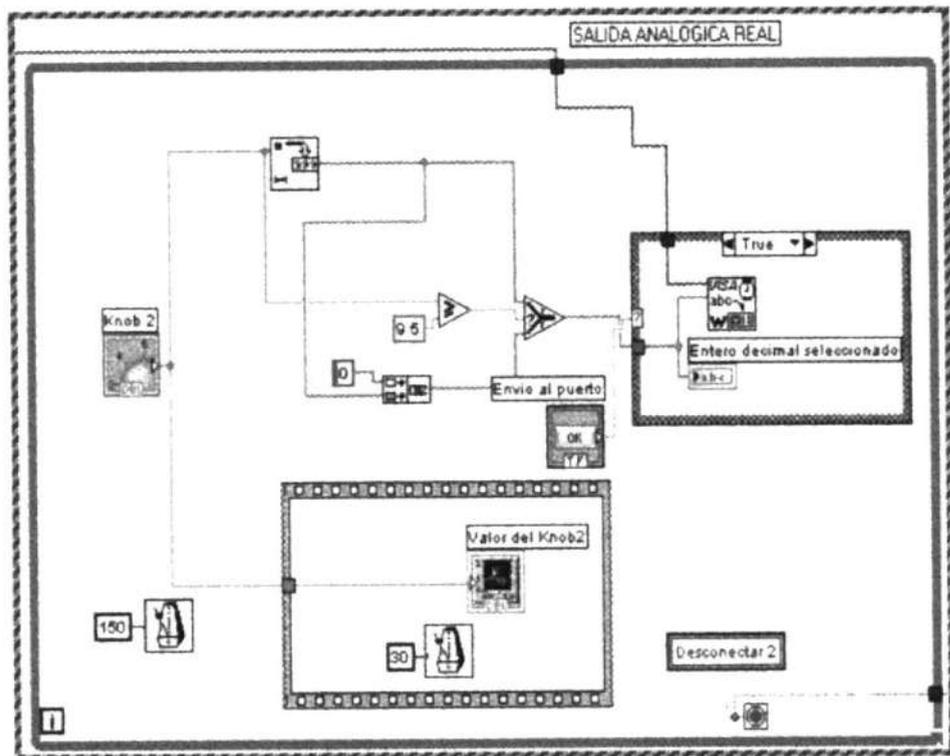


Figura 3.36. - Programación de la salida analógica real.

CAPITULO IV

4. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS UTILIZANDO EL MICROCONTROLADOR 16F877

4.1 Introducción

Para llegar a obtener una tarjeta que satisfaga nuestras expectativas es necesario poner en cuestión muchos aspectos, como el tipo de microprocesador que va a cumplir con la necesidad de adquirir las entradas sean ellas analógicas o digitales, además debe ser capaz de realizar una conversión a/d y si tiene los suficientes pines para captar mis entradas y salidas analógicas y digitales, sin olvidar el ambiente adecuado con el que debe de adquirir las entradas es decir proveer de un aislamiento de manera que no se vean afectadas por el ruido o perturbaciones que alteren el análisis, así como el equipo que utilizará para obtener las respectivas salidas, es decir sabemos que la máxima salida que ofrece el pic son 5 voltios pero será necesario hacer un amplificador si requiero más voltaje para por ejemplo manejar una válvula o motor etc.

En el caso de querer tener una salida analógica será necesario en la salida digital que me manda el PWM, poner un conversor que me

permita tener una respuesta analógica , además debemos de estar informados si todos los componentes que se necesitan se encuentran en el mercado y así tener una idea del costo.

4.1.1 Diagrama de Bloques de la Tarjeta de Adquisición de datos

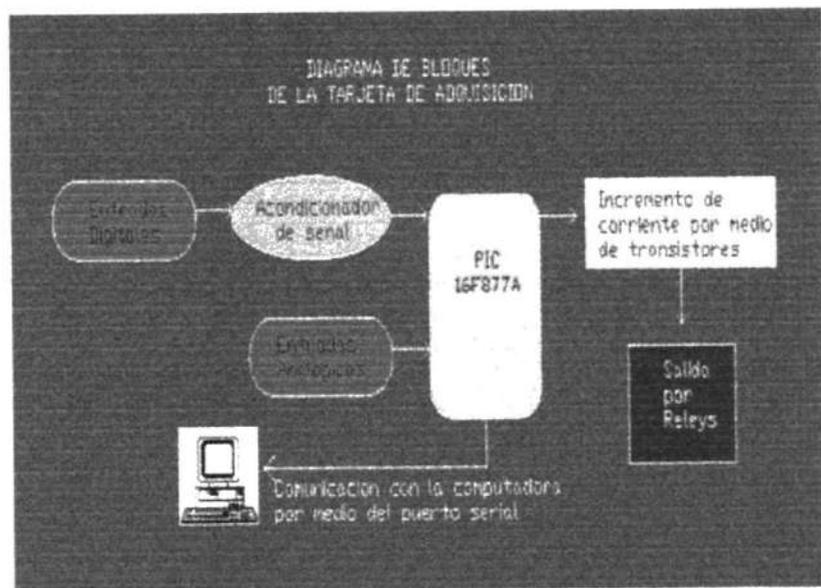


Figura 4.1.- Diagrama de bloques de la tarjeta de adquisición de datos

Podemos observar en la figura 4.1 el diagrama de bloques, el controlador de la tarjeta de adquisición que es el PIC 16F877-A además están las entradas digitales que son 8 y ellas están aisladas del controlador por medio de optoacopladores y también se observan las entradas analógicas y para las salidas digitales se utilizarán los relays pero para poder activarlos es

necesario incrementar la corriente de salida del pic y para eso se necesita utilizar transistores.

Además para realizar la comunicación del pic con el computador se utiliza el Puerto serial RS242 y se diseñara el programa de interacción con Labview.

4.1.2 Etapas del Proyecto

Para que nuestra tarjeta sea integral debemos analizar diferentes etapas.

En la primera etapa se analiza el tipo de programación que vamos a utilizar para comunicar nuestra PC con la tarjeta de adquisición de datos, en nuestro caso cuando queremos adquirir en el computador nuestras entradas desde la tarjeta, enviaremos desde el software al pic el caracter " *" ,

Este será nuestra señal para que el pic empiece a mandar por el puerto serial conectado al PC por medio del conector RS232 los datos de entrada que se encuentren presentes en nuestra tarjeta, y si queremos encender o apagar alguna salida digital, por medio de la programación del pic lograremos nuestro objetivo, en el caso de querer encender una salida digital mandaremos a escribir por el puerto serial hacia el pic, el dato que este reconoce como señal para activar la respectiva salida digital y de igual manera sucede con nuestra salida analógica.

Es importante darnos cuenta lo ligado que están las dos programaciones tanto del software de aplicación en la PC como la del pic.

4.2 Criterios para el diseño de adquisición de datos.

Empecemos analizando el tipo de entrada que vamos a recibir y son las analógicas y digitales , al manejar las entradas analógicas sabemos que debemos elegir el tipo de sensores que mas nos convenga y para eso tenemos sensores de voltaje, corriente y resistencia, pero en nuestro caso para diseñar nuestra tarjeta utilizaremos una simulación de los sensores y nos ayudaremos con los potenciómetros , estos serán una representación aproximada de lo que nos proporciona un sensor de voltaje , lo haremos de esta manera puesto que adquirir ese tipo de sensores es muy costoso pero en caso de tenerlos no habría ninguna dificultad para conectarlos en nuestra tarjeta .

Ya que la señal adquirida es analógica, internamente debe ser convertida en digital, es por eso que resulta indispensable que el pic a elegirse tenga internamente un conversor A/D.

También debemos de pensar en las entradas digitales que captemos, este tipo de entrada son muy sensibles al ruido y las perturbaciones del ambiente que lo rodea por lo que vamos a tomar precaución de aislarlas de estos problemas utilizando optoacopladores, los cuales nos darán

una entrada digital nítida libre de perturbaciones que pudieran empañar nuestro análisis.

Con respecto a nuestras salidas digitales debemos recordar que ellas tienen solo dos estados, el encendido y el apagado, por lo que tienen la capacidad de encender y apagar cualquier tipo de equipo pero como sabemos en la salida del pic al tratarse de una salida digital solo puede proveernos de 5 voltios DC por lo que si queremos más voltaje debemos de diseñar un amplificador de voltaje que nos permita llegar al voltaje requerido y luego proceder a conectar nuestros relés para la ejecución final de nuestra salida.

Para nuestra salida analógica es importante tener el conocimiento que enviaremos al pic el código correspondiente, esto lo haremos desde labview enviando datos que reciba el pic e interprete que necesitamos un cierto valor en la salida analógica, el pic a elegirse entonces deberá tener la capacidad de convertir nuestro dato enviado desde el pc en una salida analógica, pero sabemos que no existe hasta este momento un pic que tenga la capacidad para hacerlo directamente pues es necesario entonces utilizar un conversor adicional, de digital a analógico que nos ayude a obtener el valor deseado.

Debemos recordar que es muy importante la comunicación serial por lo que los pines Rx y Tx son de gran importancia en el momento de elegir

nuestro tipo de pic en el proyecto porque si estos pines no existieran, no podríamos comunicarnos con el PC.

Debemos tener presente construir las Fuentes DC de alimentación de +12 V y +5 V requeridos para el funcionamiento del pic y de la tarjeta.

4.2.1 Criterios para la selección del pic.

Para poder elegir el pic necesario para nuestra aplicación se tiene que saber cuantas entradas y salidas vamos a utilizar y eso lo haremos en esta sección.

Vamos a trabajar con tres entradas analógicas, 8 entradas digitales , 8 salidas digitales y una salida analógica real, además necesitamos un conversor A/D para trabajar las entradas analógicas y poder convertirlas en digitales.

Como queremos tener comunicación desde el Pic al PC necesitamos un pic que reciba y transmita señales desde el Puerto serial, porque enviaremos los datos desde la PC por medio del puerto serial.

Teniendo en cuenta todas estas necesidades que deben ser cubiertas hemos elegido el pic 16F877 pues contiene 5 puertas (A,B,C,D,E), la puerta A tiene la capacidad de actuar como una entrada analógica al conversor A/D, la puerta B,D,E actúan como E/S digital y la puerta C también tiene la misma característica de la puerta B,D,E pero además posee los pines

de comunicación serial que necesitamos el RC6 sirve como transmisor del usart y el RC7 como receptor del usart. Además el pic contiene un conversor A/D que lo necesitamos para hacer las conversiones de las entradas analógicas. Es por eso que hemos elegido el pic 16F877 para realizar nuestro proyecto.

4.3 Descripción de los Puertos del Pic16F877

En este capítulo mostraremos la forma en que fue utilizada cada una de las puertas del pic.

4.3.1 Selección de los puertos de entradas y

salidas

Puerto A

Las puertas RA0,RA1,RA2 serán las entradas que recibirán las señales analógicas.

Puerto B

Las 8 puertas desde RB0-RB7 serán entradas que recibirán las señales digitales las cuales serán enviadas desde los interruptores que se encontrarán en la tarjeta de adquisición.

Puerto D

En el Puerto D se encontrarán las salidas digitales y se utilizaran las 8 puertas desde RD0-RD7.

Puerto C

En la puerta C se encuentran 2 pines importantes, con ellos se realizan la comunicación serial del pic con el computador, estos 2 pines son Tx y Rx, con Tx realizaremos la transmisión de los datos que le envíen por el puerto serie.

Modulo de Comunicación Serial.

Para realizar la Comunicación serie asincrónica utilizamos el Usart llamado SCI (Serial Communications Interfase) en modo asíncrono aquí la transferencia de la información se realiza sobre 2 líneas Tx (transmisión) y Rx (recepción) , los bits entran y salen por dichas líneas al ritmo de una frecuencia controlada internamente por el Usart.

Para realizar la comunicación serie se usa la norma RS-232 donde cada palabra de información o dato se envía independientemente de los demás.

El usart esta constituido de 4 partes que son:

Circuito de muestreo.

Generador de baudios.

Transmisor asíncrono

Receptor asíncrono.

Circuito de muestreo: Actúa sobre la patita RC7/Rx/DT, es quien recibe el bit de información y muestrea 3 veces su valor, para decidir este por mayoría.

A continuación mostraremos en las tablas 4.1 y 4.2 de que forma se han configurado los dos registros importantes para la comunicación serial que son el TXSTA y RCSTA.

Registro TXSTA

No BIT	Función	Valor	Descripción
0	Tx9D	0	Solo 8 bits
1	TRMT	0	TSR no vacío
2	BRGH	1	Alta velocidad
3	No imple	0	No implementado
4	SYNC	0	Modo asíncrono
5	TXEN	1	Transmisión activada
6	TX9	0	Transmisión de 8 bits
7	CSRC	0	Reloj generado por una fuente externa

Tabla 4.1.- Registro Txsta

Registro RCSTA

No BIT	Función	Valor	Descripción
0	RX9D	0	Solo 8 bits
1	OERR	0	No hay error de sobrepasamiento

2	FERR	0	No hay error de trama
3	ADDEN	0	Desactiva la detección de dirección
4	CREN	1	Habilita modo de recepción continua
5	SREN	0	Deshabilita recepción sencilla
6	RX9	0	Selecciona recepción de 8 bits
7	SPEN	1	Puerto serie habilitado

Tabla 4.2.- Registro Rcsta.

La comunicación que estableceremos es una de 8 bits, 1 bit de paro y no trabajaremos con bit de paridad.

Convertidor Analógico-Digital

El pic 16F877 posee un conversor A/D de 10 bits de resolución. A continuación en las tablas 4.3 y 4.4 se mostraran la configuración de los registros Adcon1 y Adcon0 .

ADCON 1

No BIT	Función	Valor	Descripción
0	PCFG 0	0	Determina las patitas del
1	PCFG 1	1	Pic que actúan como
2	PCFG 2	0	Entradas analógicas o como
3	PCFG 3	0	E/S digitales.

4	-	0	El resultado esta justificado en el registro ADRESH que tiene sus 6 bits de más peso a cero.
5	-	0	
6	-	0	
7	ADFM	1	

Tabla 4.3.- Registro Adcon1.

En nuestro caso hemos elegido como entradas analógicas a las puertas RA0, RA1,RA2.

ADCON0

# BIT	Función	Valor	Descripción
0	ADON	1	Habilita módulo de conversión
1	-	0	Permite iniciar la conversión
2	GO/DONE	0	
3	CHS0	0	Selecciona Canal de conversión
4	CHS1	0	
5	CHS2	0	
6	ADCS0	0	Sirve para seleccionar la Frecuencia del reloj que se emplea en la conversión Fos/32
7	ADCS1	1	

Tabla 4.4.- Registro Adcon0



Para nuestro proyecto usamos un reloj de 16 MHz entonces el período de conversión es 2 μ seg que es mayor que el mínimo período requerido de 1,6 μ seg según las especificaciones del microcontrolador.

Sabemos que para adquirir una buena señal analógica cuando encendemos el conversor A/D debemos esperar un tiempo en el que se va a adquirir la señal analógica y este tiempo es de 20mseg, si esperamos este tiempo estaremos permitiendo cargar completamente la señal analógica y así obtener una señal de adquisición correcta.

Una vez realizada la conversión el resultado de ésta tiene una resolución de 10 bits y se encontrarán ubicados en los registros ADRESH(los 2 bits más significativos) y ADRESL (los 8 bits menos significativos).

Como ya sabemos hemos elegido enviar los datos adquiridos de la tarjeta por medio del Puerto serial y es necesario enviarla en código ASCII por lo que los 10 bits de conversión del conversor A/D que se encuentran ubicadas en el Adresl y Adresh están en binario y luego lo convertiremos en BCD y finalmente en ASCII para enviarlas por el puerto serie.

4.3.2 Diagrama de flujo del Pic

En la figura 4.2 se observa el diagrama de flujo del pic 16f877.

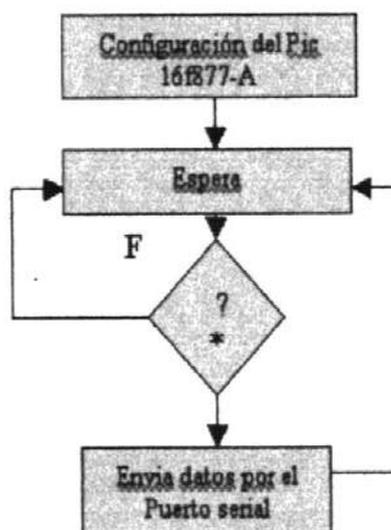


Figura 4.2.- Diagrama de flujo del pic

4.4 Interacción del pic con los datos enviados por medio de la comunicación serial.

Como se dijo anteriormente se comunican la computadora y el pic por medio del puerto serial y usaremos del pic su canal de transmisión serial y recepción serial, y para indicarle al pic que queremos que realice alguna función le enviaremos caracteres desde el teclado de la computadora y se muestran en la tabla 4.5 .

CARACTER	ACCION
A	Enciende el Relay 0
a	Apaga el Relay 0
B	Enciende el Relay 1
b	Apaga el Relay 1
C	Enciende el Relay 2
c	Apaga el Relay 2
D	Enciende el Relay 3
d	Apaga el Relay 3

E	Enciende el Relay 4
e	Apaga el Relay 4
F	Enciende el Relay 5
f	Apaga el Relay 5
G	Enciende el Relay 6
g	Apaga el Relay 6
H	Enciende el Relay 7
h	Apaga el Relay 7
*	Envía el estado actual de las entradas

Tabla 4.5. - Caracteres enviados desde la computadora al pic

La tabla 4.6 muestra el puerto sobre el cual actúan los caracteres.

	PUERTO
A,a	RD0
B,b	RD1
C,c	RD2
D,d	RD3
E,e	RD4
F,f	RD5
G,g	RD6
H,h	RD7

Tabla 4.6. - Puertas utilizadas para las salidas digitales

El formato en que se envían los datos desde el pic que recoge de la tarjeta hacia la computadora será:

Canal1-Canal2-Canal3-Ent.dig0-Ent.dig1-Ent.dig2-Ent.dig3-Ent.dig4-
Ent.dig5- Ent.dig6- Ent.dig7.

Que corresponde a las puertas del pic de la siguiente manera:

RA0-RA1-RA2-RB0-RB1-RB2-RB3-RB4-RB5-RB6-RB7

Para mantener separados los datos al momento de adquirirlos los separamos por guiones (-) éste nos definirá un dato adquirido a la vez.

Es necesario definir la frecuencia de adquisición de datos por el software y esto depende de cada cuanto tiempo se enviara al pic el caracter "*" para adquirir los datos de la tarjeta.

Refiérase al anexo B.1 para revisar toda la programación y datasheet del pic 16f877A así como el data sheets del max 232 .

4.5 Pruebas realizadas a la Tarjeta de adquisición

4.5.1 Simulación y Análisis de la Tarjeta con

Proteus

Para tener una seguridad de que nuestra tarjeta que vamos a construir funcionará correctamente se hará la simulación de la misma con el programa Proteus.

Primero construimos el circuito como se muestra en la figura 4.3 le cargamos el programa del pic.

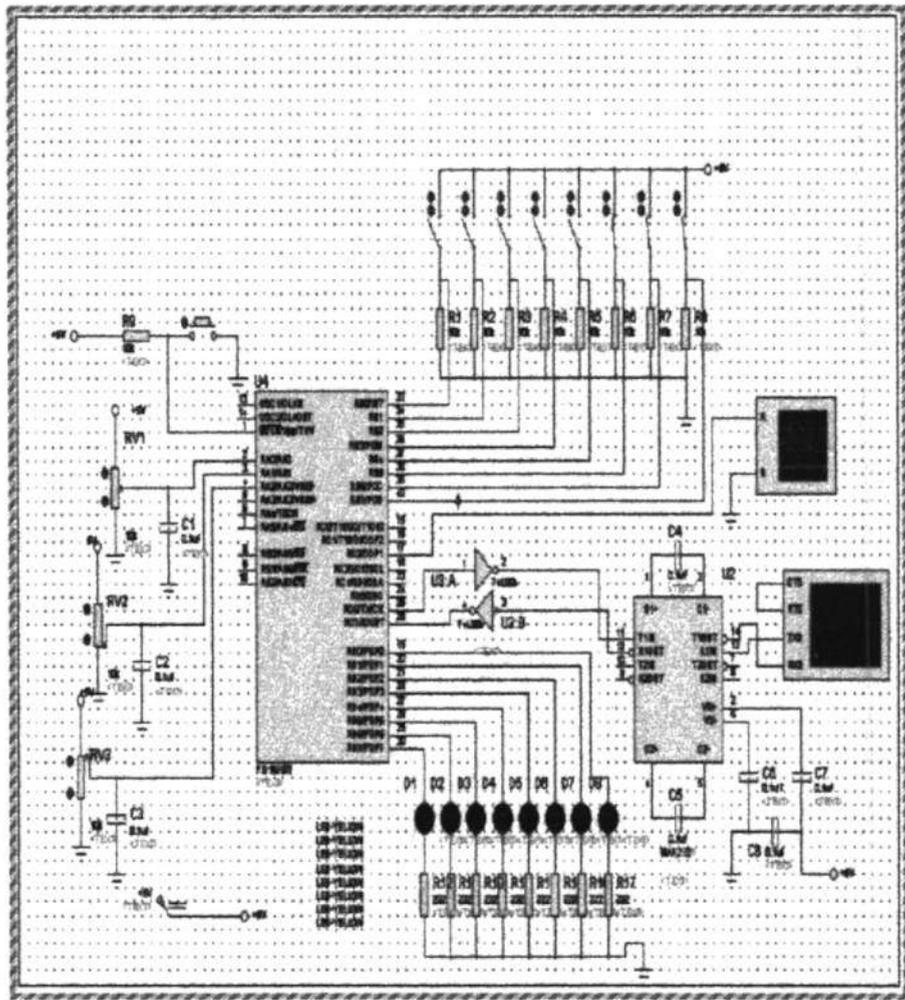


Figura 4.3.- Simulación de la tarjeta en Proteus.

Para visualizar los datos le conectamos a la salida del max 232 el virtual terminal, ésta es una herramienta que nos permite desde la misma computadora simular la tarjeta y enviarle datos al pic utilizando los caracteres que habíamos mencionado antes y así mismo recibir los datos desde el pic.

Para empezar la adquisición de datos pulsamos el caracter " * " y tenemos los resultados mostrados en la figura 4.4.

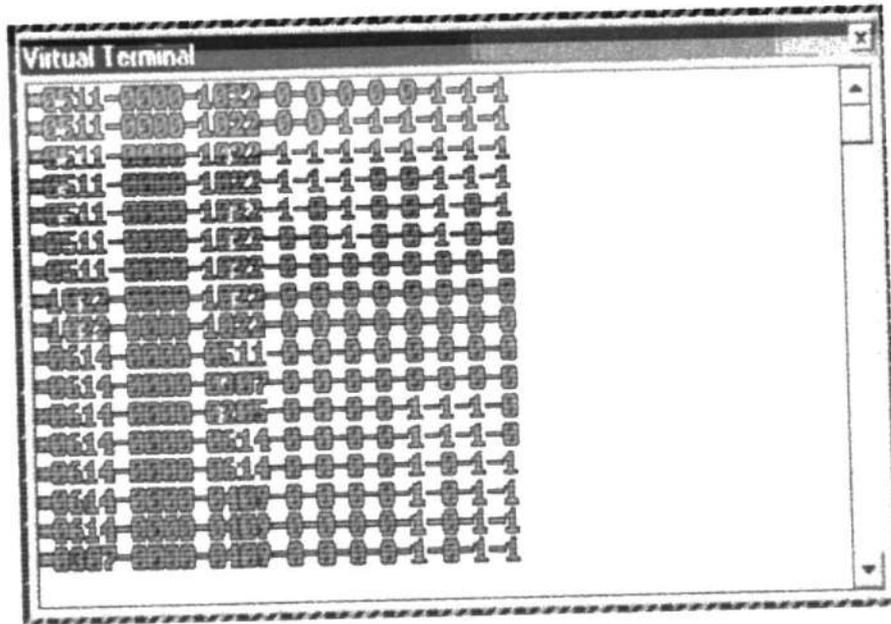


Figura 4.4.- Resultados de adquisición de la tarjeta con el virtual terminal de proteus
 Como hemos dicho antes para encender las salidas digitales pulsaremos la letras en mayúsculas A,B,C,D,E,F,G,H con esto activamos los 8 bits del Puerto D y lo podemos observar en la simulación hecha en proteus en la figura 4.5.

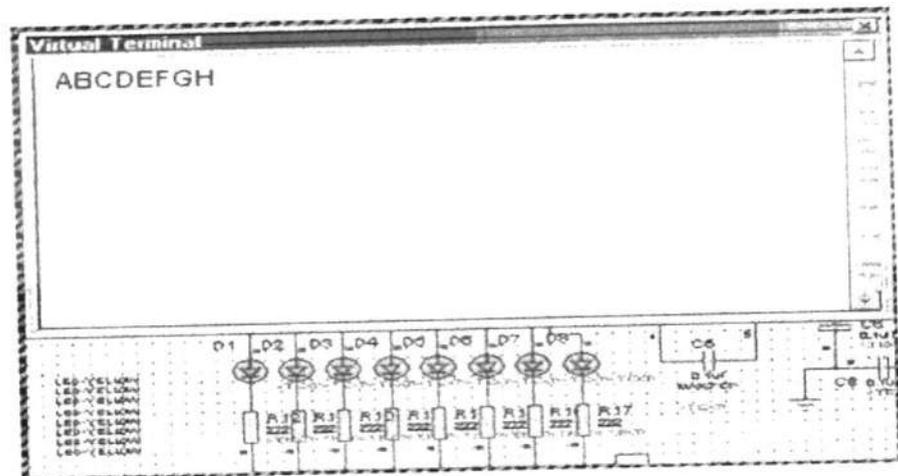


Figura 4.5.- Envío de los caracteres que encienden todas las salidas digitales

Como se ha dicho para poder apagar las salidas digitales utilizamos las letras en minúsculas a,b,c,d,e,f,g,h y podemos observar en la figura 4.6 como todos los leds se apagaron.

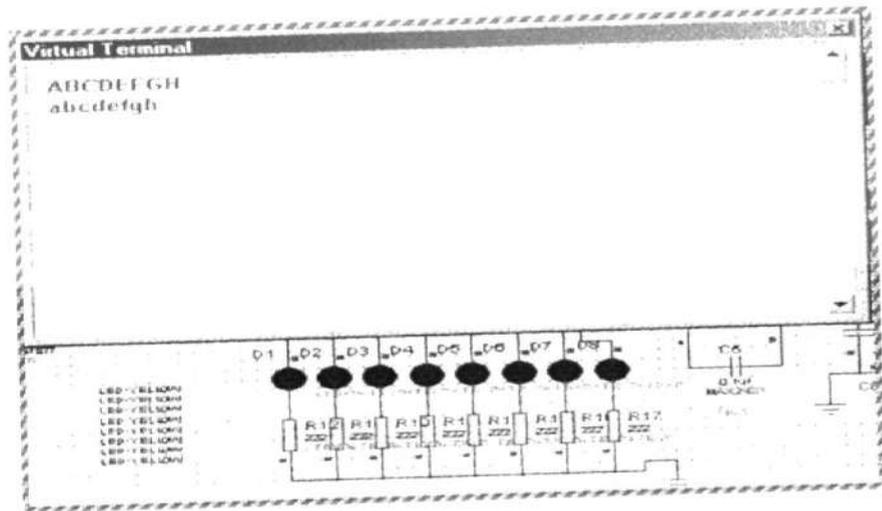


Figura 4.6. - Envío de los caracteres de apagado de todas las salidas digitales

En la siguiente figura 4.7 podemos observar el encendido de ciertos leds que responden a las letras mostradas en el virtual terminal

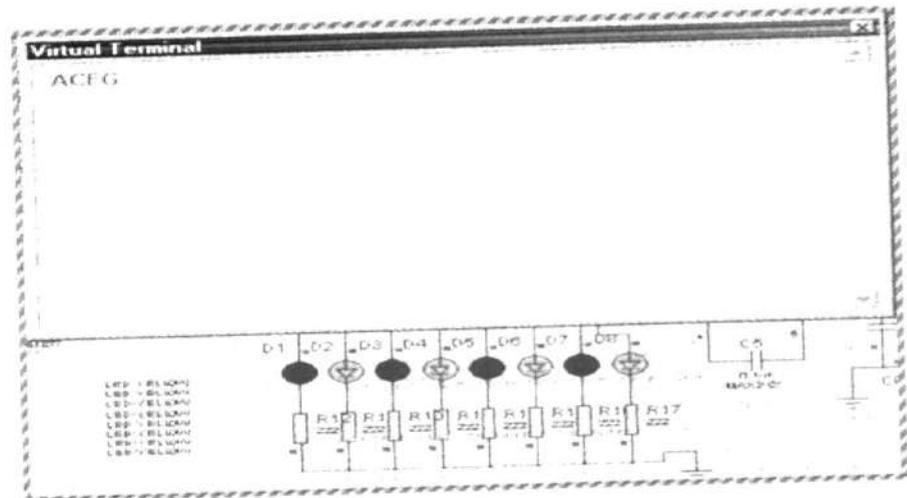


Figura 4.7.-Envío de los caracteres de encendido de manera alternada.

Nuestro proyecto también tiene una salida analógica real y para poder visualizarla se utiliza un osciloscopio y su objetivo es mostrar el valor de salida dependiendo del valor de entrada que se digite por el virtual terminal.

En este caso estamos mostrando el nivel más bajo que ocurre cuando en el virtual terminal digitamos 00, con este valor hemos hecho que el pic nos de una salida de 0 Voltios y en la figura 4.8 podemos observar este resultado.

Es importante mencionar que la capacidad de nuestro pic de salida es de 5 voltios máximo de salida, es por eso que para nuestra salida analógica hemos hecho 20 pasos de 0.25 voltios aproximadamente cada uno, es decir en el paso 0 tendremos 0 voltios y en el paso 1 el pic dará 0.25 voltios y así sucesivamente hasta llegar al paso 20 donde la salida analógica dará 5 voltios de salida.

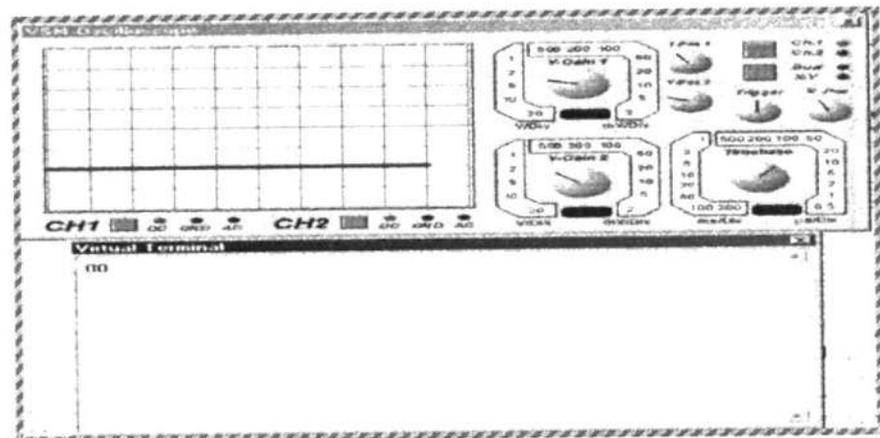


Figura 4.8.- Visualización de la salida analógica de 0 voltios

En la gráfica 4.9 se observa el valor digitado, es el paso 05 es por eso que en la salida del osciloscopio se observa un voltaje de 1.25 v

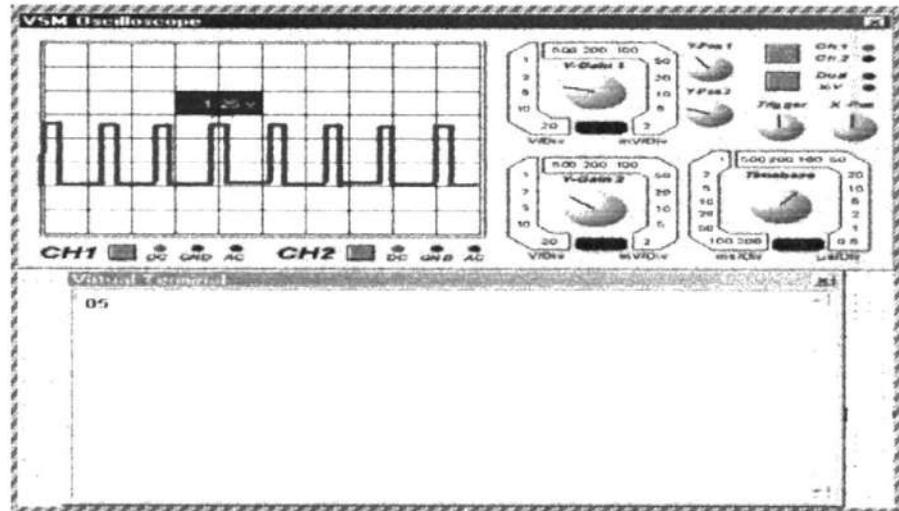


Figura 4.9.- Visualización de la salida analógica de 1.25 voltios

Con un paso de 10 tenemos un voltaje de 2.5 voltios como se ve en la figura 4.10.

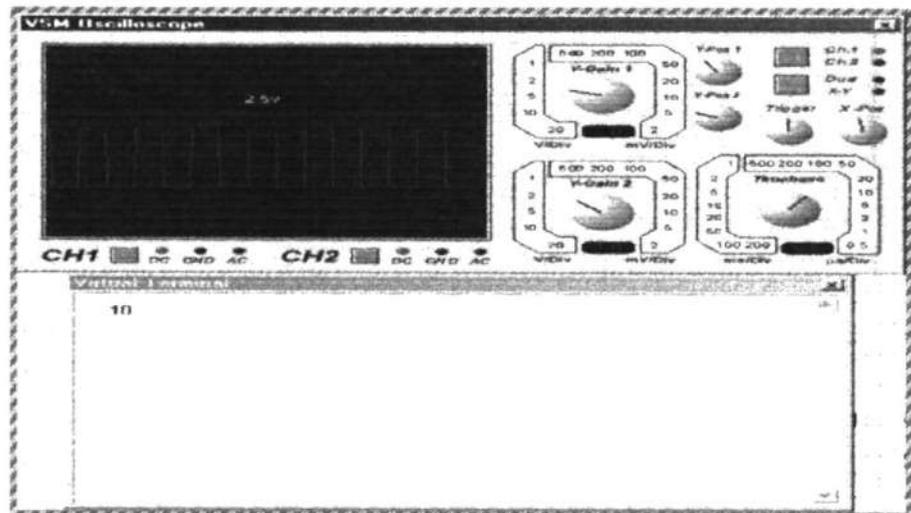


Figura 4.10.- Visualización de la salida analógica de 2.5 voltios.

Con un paso de 15 se tiene a la salida del osciloscopio un voltaje de 3.75v, como se observa en la figura 4.11.

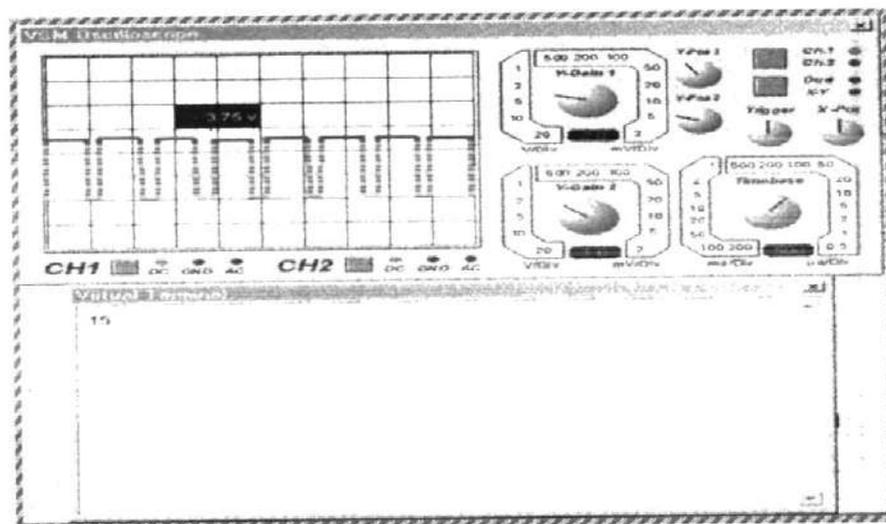


Figura 4.11.- Visualización de la salida analógica de 3.75 voltios

Por último con el paso 20 tenemos a la salida un voltaje de 5 voltios, como se ve en la figura 4.12.

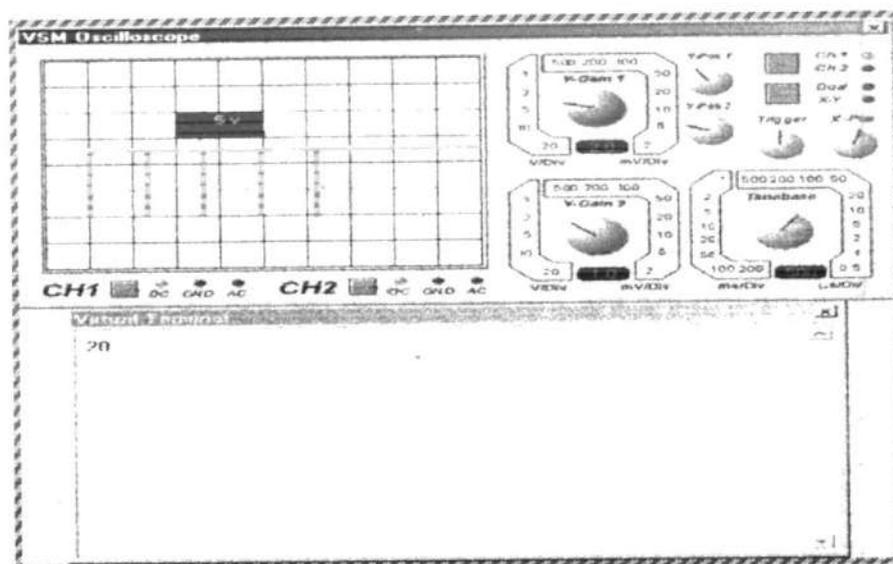


Figura 4.12.- Visualización de la salida analógica de 5 voltios.

4.5.2 Pruebas con el Proto-board

Después de que hemos observado resultados satisfactorios procedemos a construir en el proto -board el circuito que habíamos diseñado en Proteus para mandarle los datos desde el Hiper Terminal de Windows y observar su funcionamiento.

Se empezaron a enviar los datos desde el Hiper Terminal de Windows hacia el pic y este respondió correctamente a nuestro envío de encendido y apagado de las salidas digitales, así como la variación de voltaje en la salida analógica real y se observó que al enviar desde el hiper terminal el paso deseado y se tuvo en la salida del pic el valor de voltaje programado, también se puede observar los datos adquiridos al enviar el caracter "*" y los resultados en la figura 4.13.

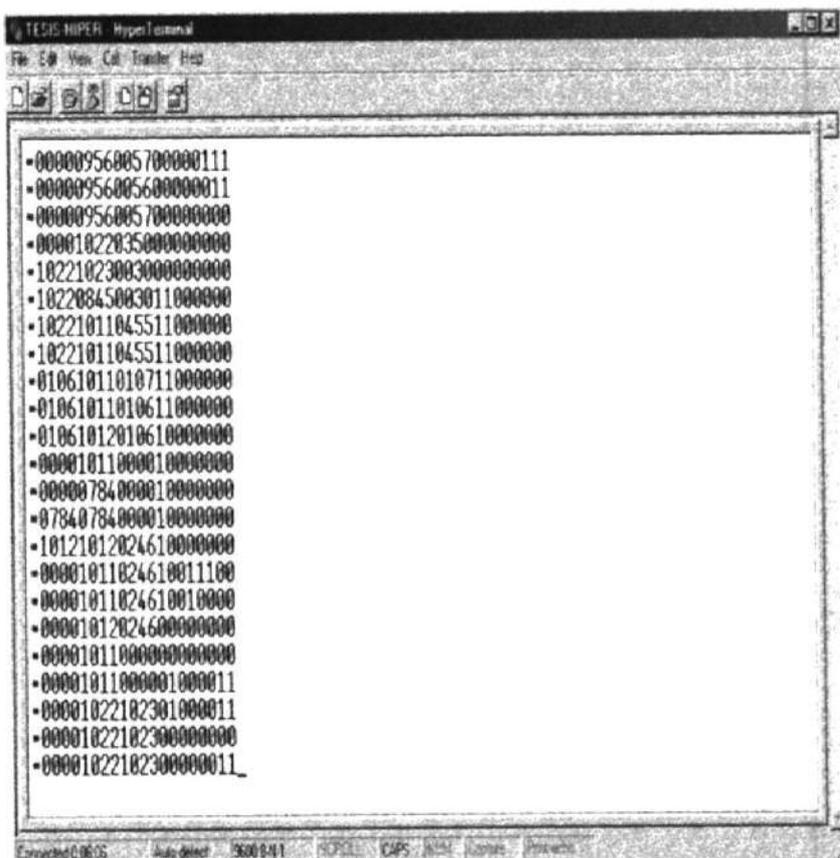


Figura 4.13.- Adquisición de datos por medio del hiper terminal de windows

Ya con estas pruebas realizadas en el proto-board y al observar que nuestros resultados son satisfactorios estamos listos para implementar físicamente la tarjeta de adquisición.

4.5.3 Prueba de la tarjeta de adquisición

implementada físicamente con el Hiper Terminal de Windows.

Procedemos a crear una nueva sesión en el hiper terminal y darle la velocidad de 9600 baudios que es la velocidad con la

que fue construida nuestra tarjeta de adquisición de datos. Empezamos a enviar los comandos indicados para activar las salidas digitales, así como mandar la señal "*" que le indica al pic que le envíe todas las entradas digitales y analógicas presente en la tarjeta, también le mandamos los valores que indican el requerimiento de cierto valor de voltaje de salida en el pic tal como se muestra en la figura 4.14 .

De una vez realizadas nuestra prueba hemos observado que los resultados han sido satisfactorios.

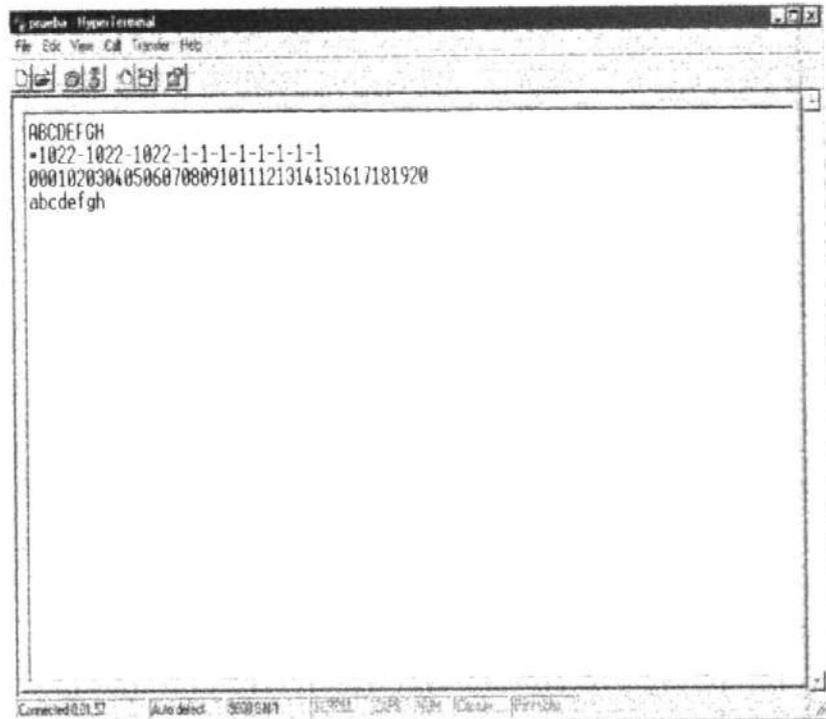


Figura 4.14.- Envío de caracteres de las salidas digitales y salida analógica real

4.5.4 Prueba de la tarjeta de adquisición

implementada físicamente con el software

Labview.

En la gráfica 4.15 se puede observar el panel de control principal, se encuentran los 8 switches para activar las salidas digitales, así como las 8 entradas digitales y las 3 entradas analógicas, también se observa el potenciómetro virtual para poder enviar los códigos a través del Puerto serial para que el pic pueda responder con los valores de voltajes

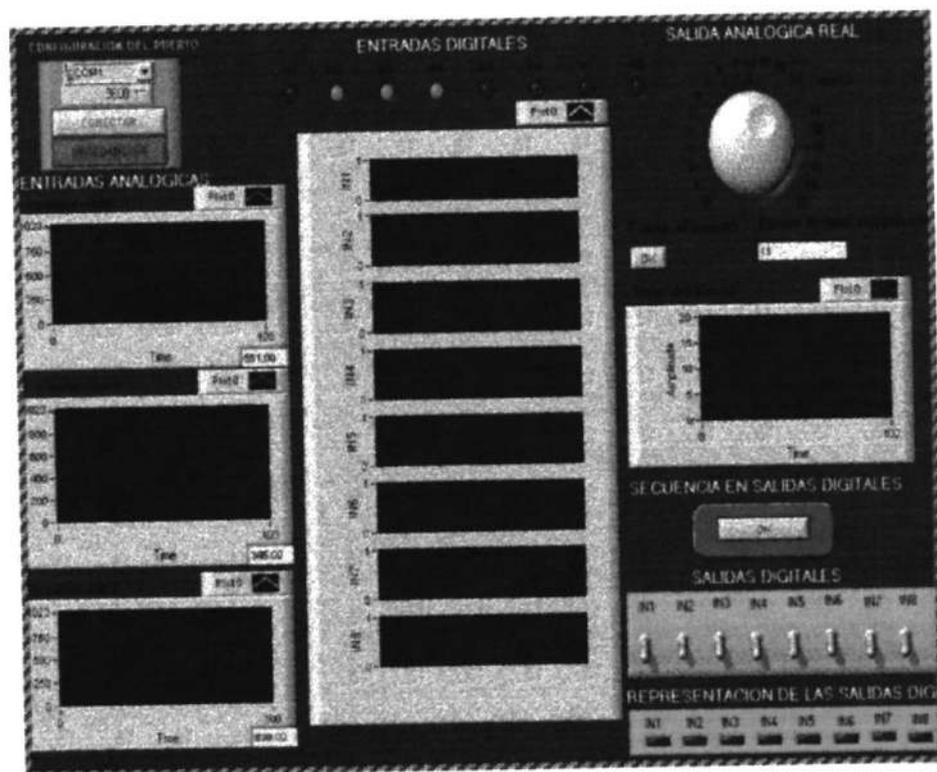


Figura 4.15.- Interfase de comunicación hecha en labview con la tarjeta.

En el gráfico 4.16 podemos observar la adquisición de las entradas analógicas desde la tarjeta, estas se encuentran representadas por tres potenciómetros y vemos en el panel principal su representación , lo útil de graficarlas con el chart de tipo strip es que cada vez que se hace un cambio en la entrada analógica en el gráfico se corre un poco hacia la izquierda el gráfico expuesto para que el nuevo dato pueda ser representado , de esta manera se puede ver el cambio que se hace en la entrada analógica

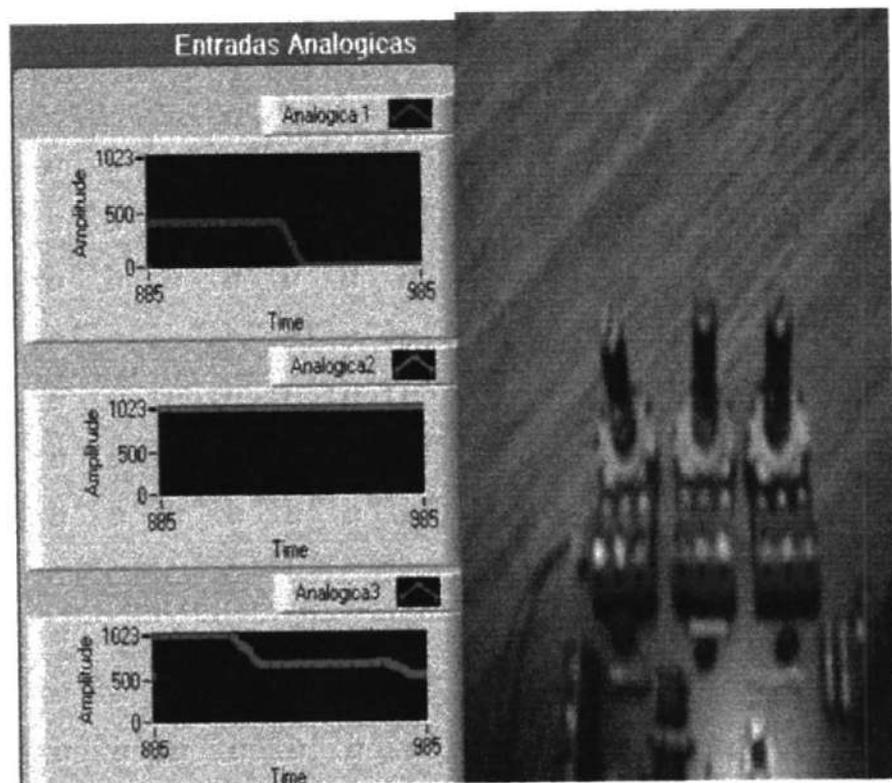


Figura 4.16.- Visualización de las entradas analógicas en labview.

Podemos al encender las entradas digitales desde la tarjeta de adquisición y ver como cambian su estado en la pantalla de control y en la figura 4.17 podemos observarlo.

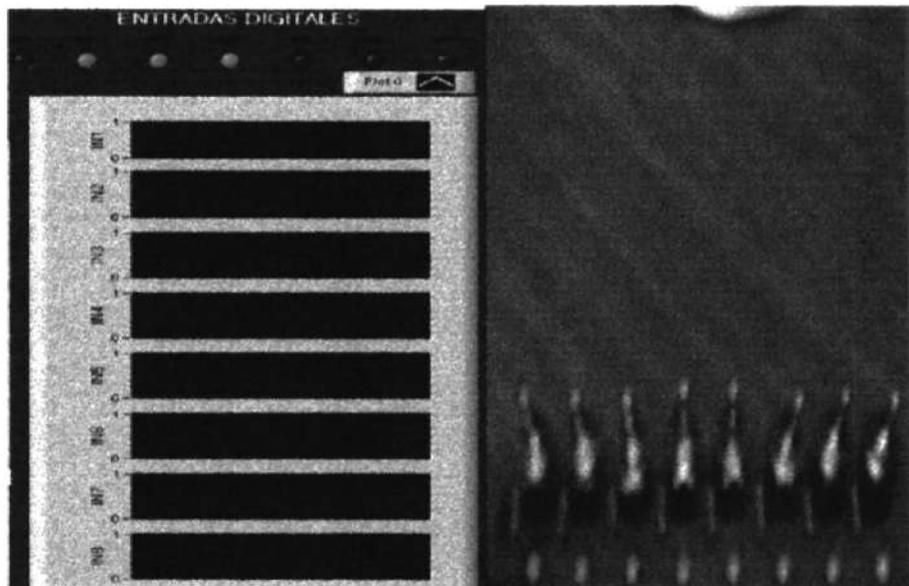


Figura 4.17.- Visualización de las entradas digitales en labview.

En la siguiente prueba lo que haremos es encender las salidas digitales de manera alternada desde el panel de control como se ve en la figura 4.18 y se observarán en la tarjeta de adquisición los leds rojos de 10mm encendidos respectivamente como en la figura 4.19.



Figura 4.18.- Visualización de los switches de las salidas digitales.

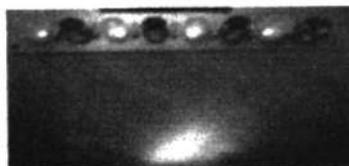


Figura 4.19.- Encendidos de los leds en la tarjeta de adquisición.

Manipulando el potenciómetro virtual podemos empezar a enviar los códigos que harán que el pic 16F877 presente los valores de voltajes deseados. Los resultados de los voltajes obtenidos se los puede observar por medio del multímetro.

En la gráfica 4.20 podemos observar la salida analógica de 0.25v porque en el potenciómetro virtual indicamos el valor de 1 , es importante mencionar el conversor de número a string decimal, pues si el potenciómetro virtual indica un valor entre 0 y 1 el convertidor siempre escribirá en el puerto serial el número con aproximación del inmediato superior decimal es decir si en el potenciómetro indicamos el número 0,7 el convertidor escribirá el 1 por el puerto serial .

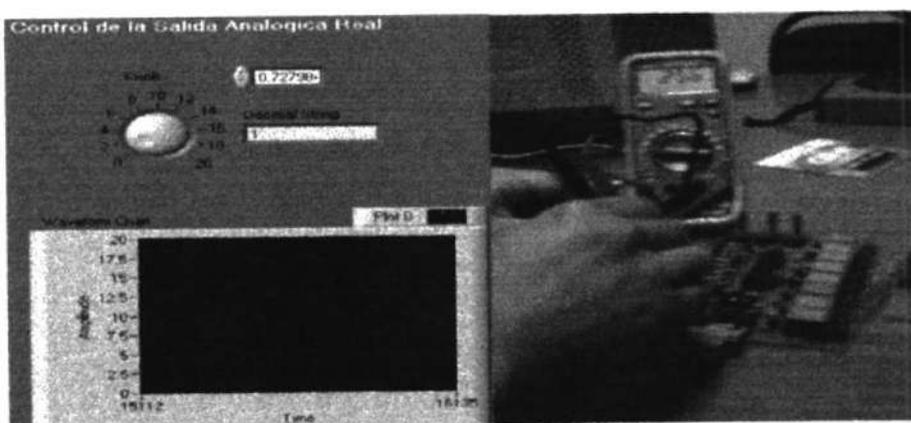


Figura 4.20.- Visualización de la salida analógica real de 0.256 voltios.

En el siguiente gráfico 4.21 podemos observar el valor de voltaje que genera el pic cuando en el potenciómetro virtual se tiene un valor entre 9 y 10, por ejemplo 9,42 entonces el convertidor escribirá el número 9 por el puerto serial y vemos el valor del voltaje deseado.

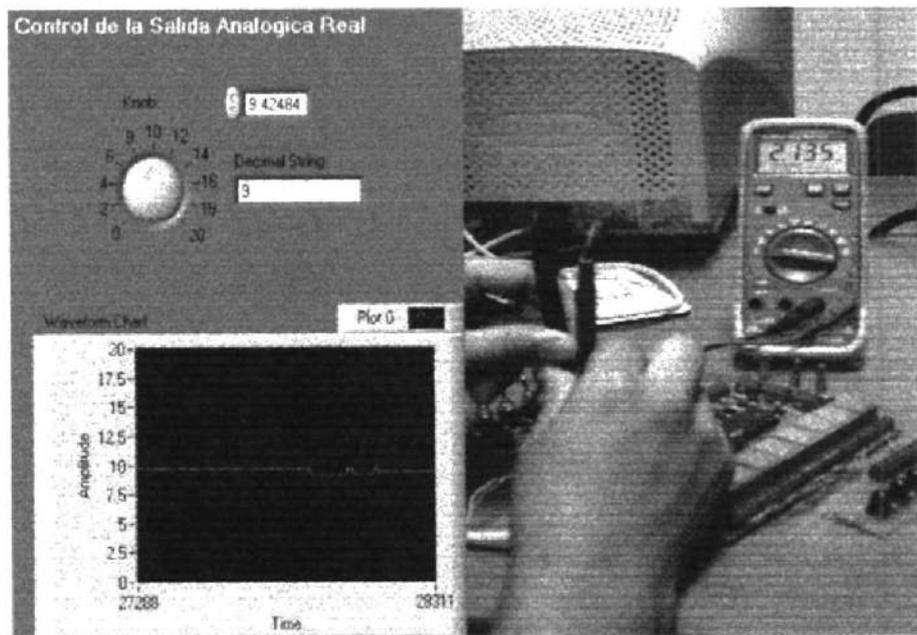


Figura 4.21.- Visualización de la salida analógica real de 2.13 voltios.

Pero si tenemos en el potenciómetro virtual el valor de 9,7 el convertidor a string decimal lo que hará es escribir por el puerto serial el número 10 eso lo podemos ver en la figura 4.22 además observamos el valor que entrega el pic en voltios.

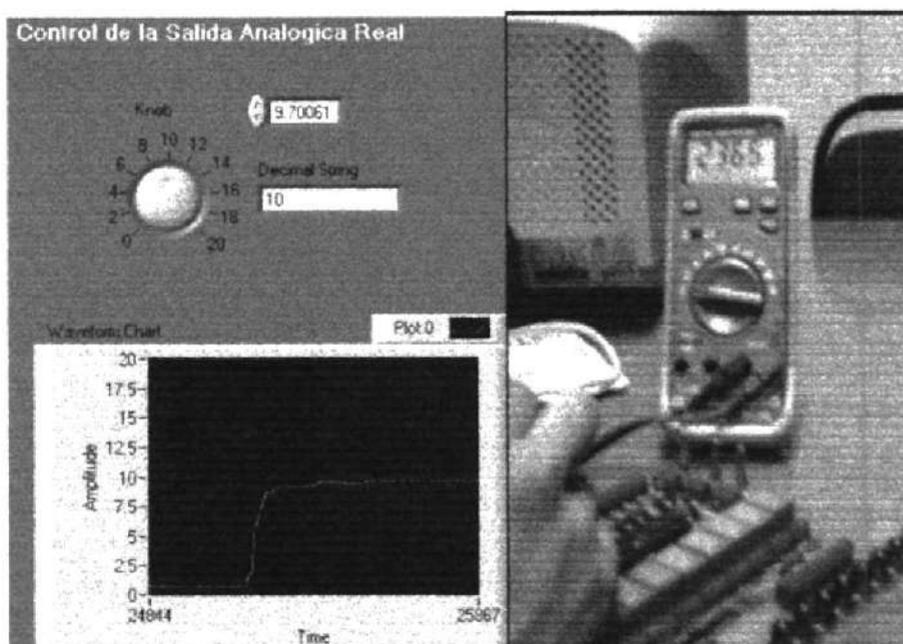


Figura 4.22.- Visualización de la salida analógica real de 2.37 voltios.

En conclusión podemos ver lo útil que nos resultó emplear el convertidor de número a string decimal, pues sin el nos hubiese hecho difícil escribir en el Puerto serial el dato exacto que interpreta el pic. Refiérase a los anexos B.2, B.3 y B.4 para observar las fotos, diseños en eagle 5.1 y esquemáticos respectivamente de la tarjeta de adquisición de datos.

4.5.5 Monitoreo de la tarjeta por medio de la Interfase realizada en Lookout

Tal como se puede monitorear la tarjeta de adquisición de datos con el software labview se lo puede hacer por medio de lookout, diseñando la interfase , a continuación se muestra la forma en que fue diseñada.

Primero establecemos el Puerto en que vamos a trabajar como vemos en la figura 4.23.

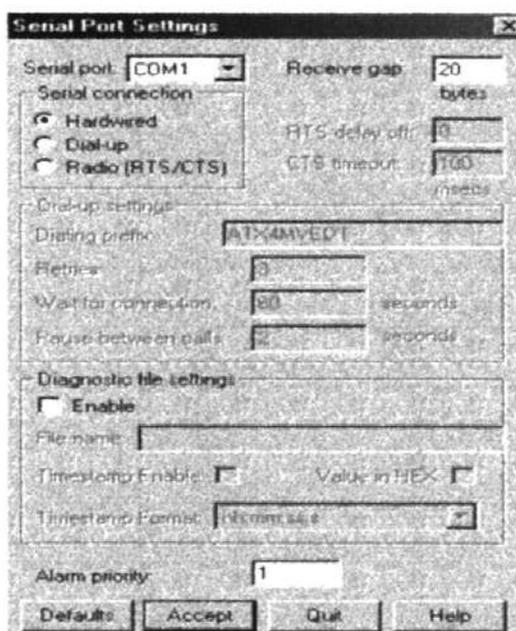


Figura 4.23.- Elección del puerto serial.

Después hay que configurar el objeto ascii, de la siguiente manera, como se muestra en la figura 4.24.

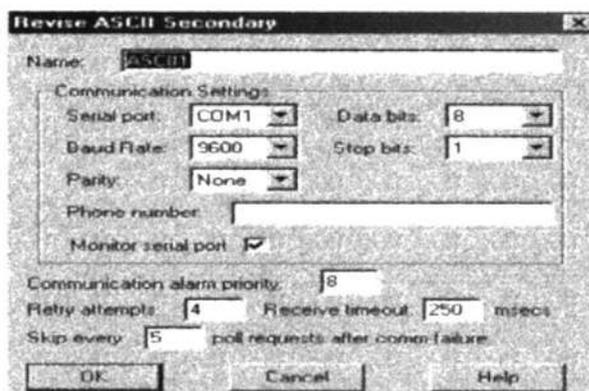


Figura 4.24.- Configuración del puerto serial.

En el momento de configurar el formato de envío y recepción de datos en edit connections al lado derecho del requestFormat se debe de escribir el caracter "%s " con esto le estamos diciendo a lookout que vamos a enviar por el puerto serial un string y en la figura 4.25 podemos observar en ascii connections el caracter que se escribe a la derecha del ASCII RequestFormat.

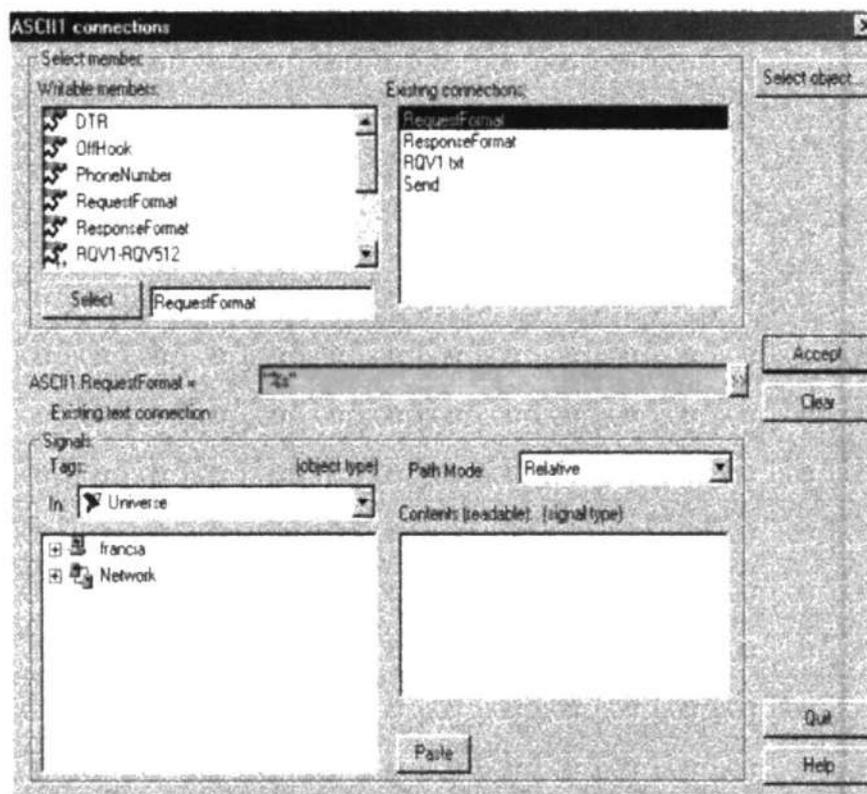


Figura 4.25.- Formato de adquisición.

Y para configurar la manera en que le diremos a lookout la manera en que recibiremos los datos desde el puerto serial se lo puede observar en la figura 4.26.

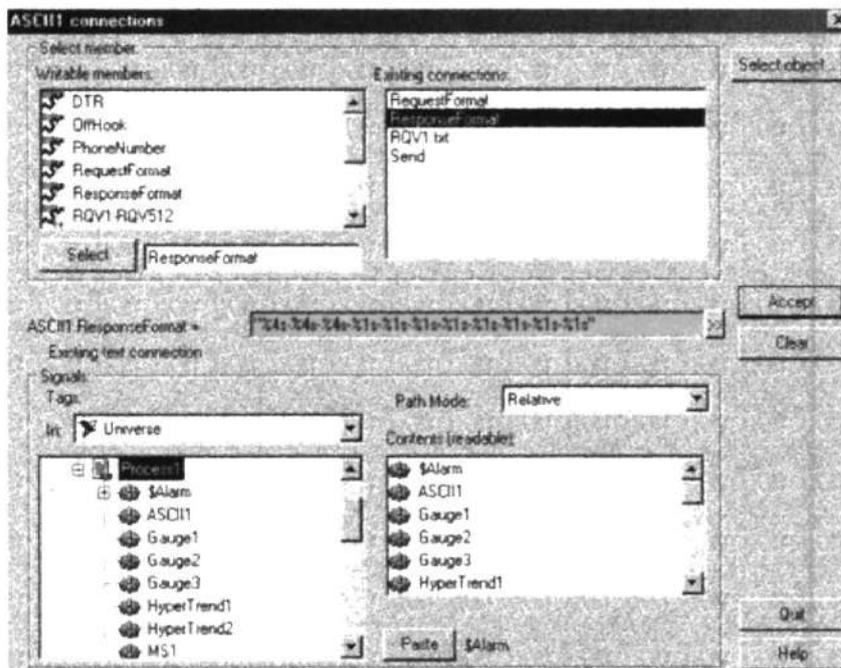


Figura 4.26.- Formato de respuesta.

En la figura 4.27 muestra la configuración de una salida analógica específicamente el canal3 .

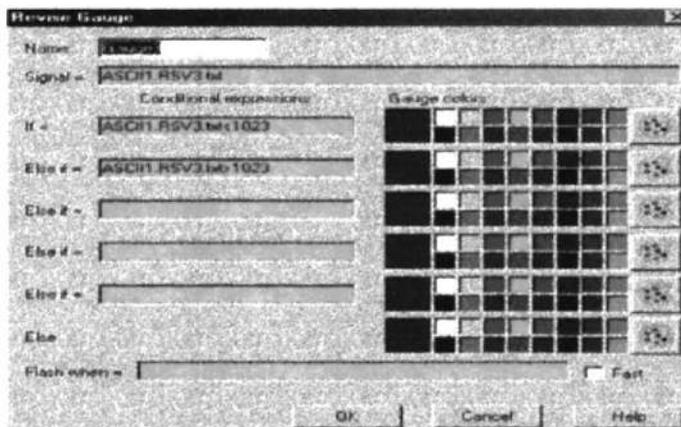


Figura 4.27.- Configuración del revise gauge.

Para poder escribir los caracteres que van a mandarse por el puerto serial es necesario tener el Revise text entry y por medio de el

podemos enviar los caracteres hacia el com1, y se lo puede observar en la figura 4.28

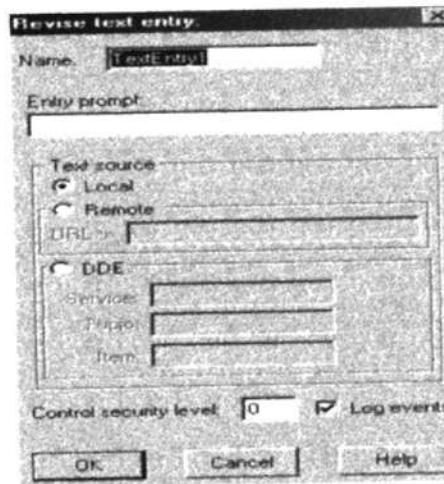


Figura 4.28.- Revise text entry.

Para poder enviar los datos de manera secuencial hemos utilizado un pulse timer que permite el envío de los caracteres de manera instantánea y podemos observar su configuración en la figura 4.29.

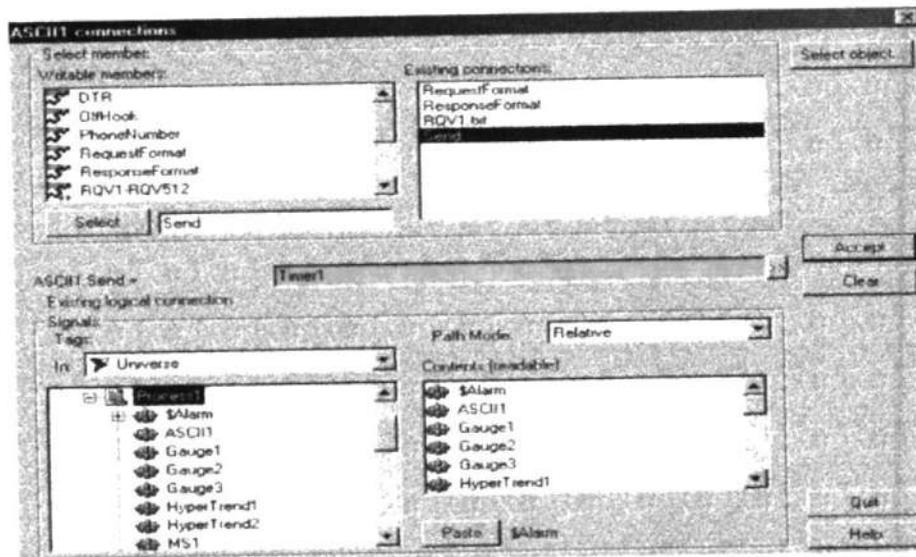


Figura 4.29.- Configuración de envío.

Después de haber realizado todas estas configuraciones , hemos diseñado la siguiente pantalla , como se muestra en la figura 4.30.

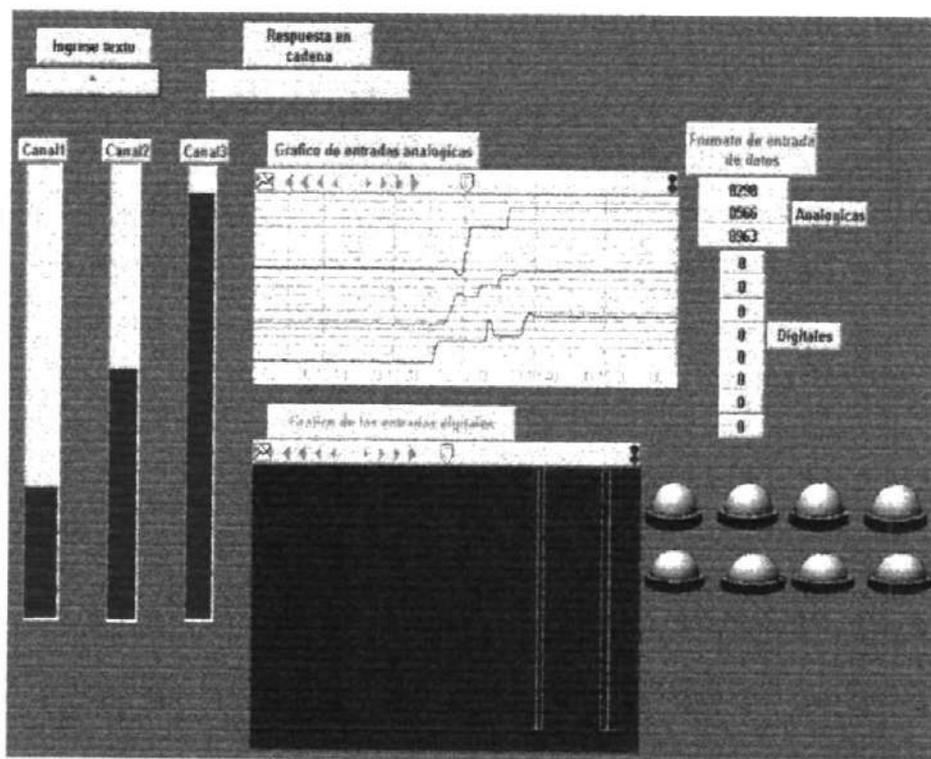


Figura 4.30.- Interfase de comunicación realizada en lookout

4.5.6 Inversión

A continuación se muestra una lista de los componentes utilizados para construir la tarjeta de adquisición y sus respectivos costos.

COMPONENTE	Cant	Valor/unidad	Valor Total
Pic 16f877	1	\$10.00	\$10.00
Pot de 10 K	3	\$0.45	\$1.35

Zener de 5.6v	1	\$0.20	\$0.20
Capacitor de 0.1uf	7	\$0.15	\$1.05
Regulador 7805	2	\$0.60	\$1.20
Capacitor 3300uf	1	\$0.80	\$0.80
Botonera	1	\$0.10	\$0.10
Cristal 16MHz	1	\$1.00	\$1.00
Zocalo de40 pines	1	\$0.70	\$0.70
Borneras de 3	8	\$0.25	\$2.00
Borneras de 2	12	\$0.30	\$3.6
Zócalo de 16pines	1	\$0.10	\$0.10
Integrado PC 817	8	\$0.75	\$6.00
Resistencia 1.8K	8	\$0.05	\$0.40
Switchs de 2pines	8	\$0.30	\$2.40
Relay 12v-12amp	8	\$1.63	\$13.04
DB9 macho	1	\$0.40	\$0.40
DB9 hembra	1	\$0.40	\$0.40
Regulador 7812	1	\$0.60	\$0.60
Diodo puente	1	\$0.50	\$0.50
Diodo 2n3904	8	\$0.10	\$0.80
Diodo 1N914	8	\$0.10	\$0.80
Led de 10mm	8	\$0.32	\$2.56

Cajita para DB9	2	\$0.25	\$0.50
Leds amarillo	8	\$0.10	\$0.80
Leds verdes	8	\$0.10	\$0.80
Resistencia 100K Ω	8	\$0.05	\$0.40
Resistencia 222 Ω	8	\$0.05	\$0.40
Resistencia 1K	19	\$0.05	\$0.95
Resistencia 10K	1	\$0.05	\$0.05
Capacitor de 20pf	2	\$0.10	\$0.20
Capacitor 100uf	1	\$0.15	\$0.15
Capacitor 10uf	1	\$0.15	\$0.15
Regulador 5V	1	\$5.00	\$5.00
Regulador 18V	1	\$10.00	\$10.00
Plug	2	\$0.20	\$0.20
Max 232	1	\$3.00	\$3.00
MCP619	1	\$4.00	\$4.00
Placas impresos	1	\$30.00	\$30.00
Bases para placas	1	\$30.00	\$30.00
TOTAL			\$137.00

CAPITULO V

5. ESTUDIO Y ANALISIS DE LA FUENTE DE CONMUTACION

En éste capítulo nos referiremos al análisis y estudio de una fuente de conmutación, se mostrarán todas las partes que la conforman, como es su funcionamiento, mostraremos su circuito impreso realizado en PROTEL DESIGN EXPLORER 99 y las formas de las señales de salidas reales medidas con el multímetro FLUKE como las simuladas por el software Cadence PSD 14.1(PSPICE PROFESIONAL).



5.1 INTRODUCCION

En las industrias, se necesitan varias salidas para poder alimentar con diferentes voltajes la circuitería de control, la analógica y digital.

Es necesario realizar un estudio al transformador que utilizará la fuente y conocer las especificaciones del sistema en que se va a utilizar la fuente.



5.2 ESPECIFICACIONES DE LA FUENTE DE CONMUTACION

Las especificaciones técnicas de la fuente AT de 300w son:



Potencia de Salida	300 watts
Voltaje de entrada alterno	115 Vac-230 Vac
Frecuencia de conmutación	60.4 KHz

VOLTAJE DE SALIDA DC

+ 5 Voltios	30 amperios
- 5 Voltios	-0.5 amperios
+12 Voltios	10 amperios
- 12 Voltios	-0.58 amperios

5.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA FUENTE DE CONMUTACION AT-300W.

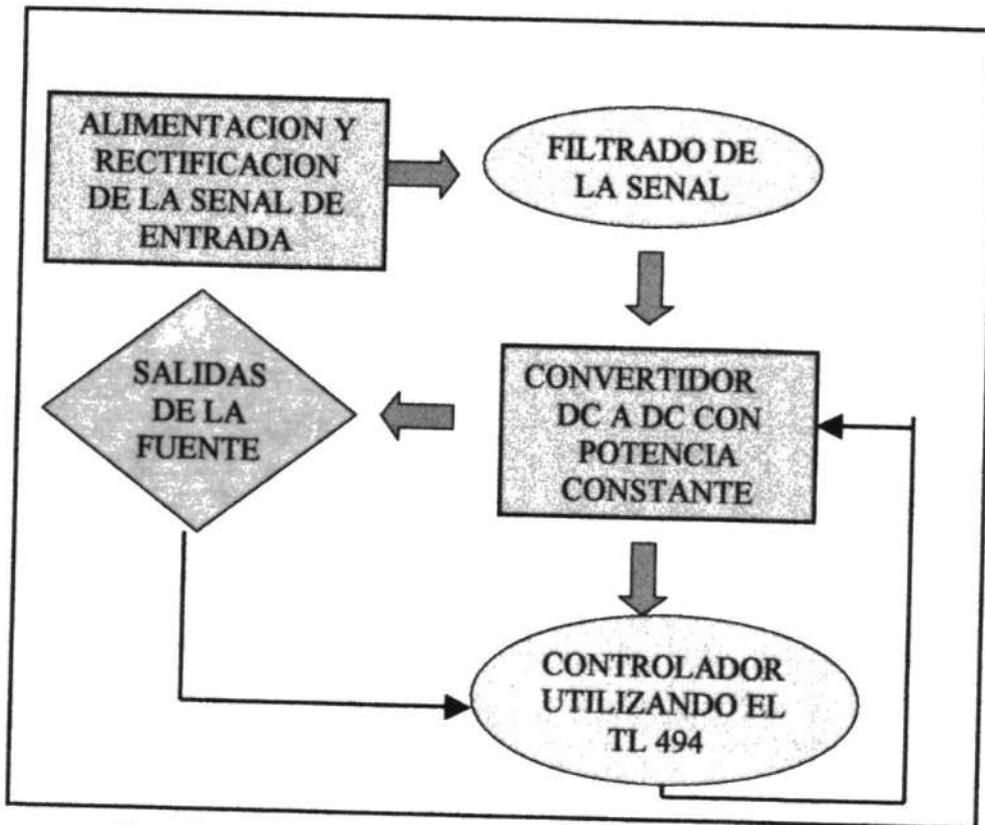


Figura 5.1.- Diagrama de bloques de la fuente de conmutación AT-300W

5.4 ESTUDIO DEL DISEÑO DE LA FUENTE AT-300W

En primer lugar haremos un pequeño estudio teórico de nuestra fuente en cada una de las etapas, en segundo lugar se realizarán los cálculos respectivos para tratar de justificar la selección de elementos utilizados en la fuente de conmutación, en tercer lugar se mostrarán las simulaciones de la etapa en estudio y por último se encontrarán gráficas reales tomadas con una cámara digital que fueron hechas utilizando el multímetro y el osciloscopio.

Para observar el diseño real de la fuente de conmutación refiérase al anexo C.3 y para leer la lista de componentes de la fuente AT de 300 w al anexo C.4.

5.4.1 ANALISIS DEL SISTEMA DE FUERZA

Primero mostraremos los esquemáticos que muestran el diseño del sistema de fuerza y luego procederemos a estudiarlo.

Refiérase al anexo C.3 para observar el esquemático del sistema de fuerza de la fuente AT de 300 W.

5.4.1.1. ETAPA DE RECTIFICACION DE LA SEÑAL DE ENTRADA

Como podemos observar en la figura 5.3 se muestra un típico puente rectificador de voltaje, además se tiene un

interruptor el cual nos va a definir si se trabaja con un voltaje de 115(v) o 230(v).

También podemos observar unos capacitores C1 y C2 a la entrada del voltaje de alimentación con una resistencia en paralelo, estos son filtros de alta frecuencia y además tiene un fusible y un termistor de coeficiente térmico negativo (NTC) para protegerse de la sobre-corriente.

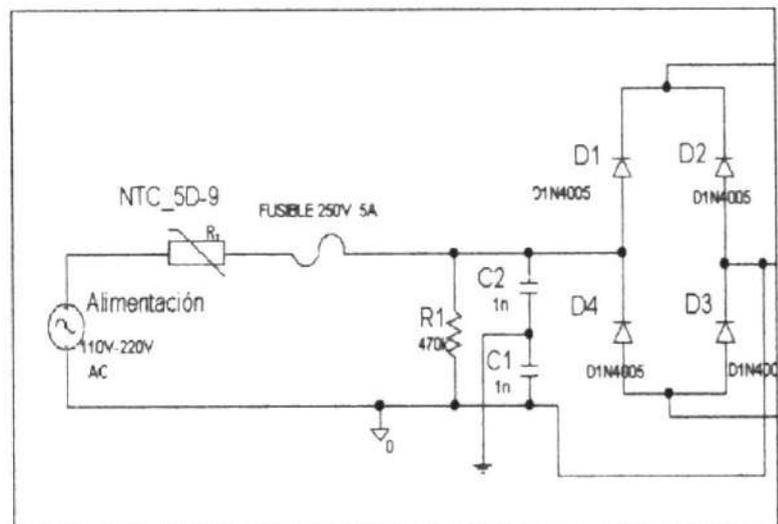


Figura 5.3.- Esquemático del puente rectificador y las protecciones de alta frecuencia.

Cuando trabajamos con voltaje de 115 (v) , es necesario que el interruptor este cerrado, tal como se muestra en la figura 5.4.

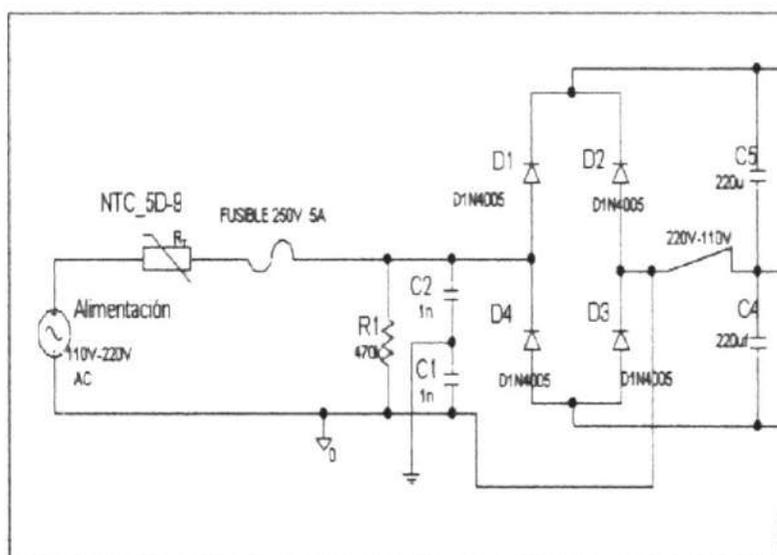


Figura 5.4.- Esquemático del doblador de voltaje.

conectando D2 y D4 en paralelo con los capacitores C1 y C2 , durante el ciclo positivo D1 conduce para cargar al C1 y en el ciclo negativo el D3 conduce para cargar al C2, aquí el voltaje de salida es la suma de los voltaje de los 2 capacitores, dando el requerido voltaje doblador .

Continuación se muestra en la figura 5.5 la simulación en el cual se tiene cerrado el interruptor y se obtiene el doblador de voltaje de entrada al convertidor dc-dc utilizando un rectificador de media onda.



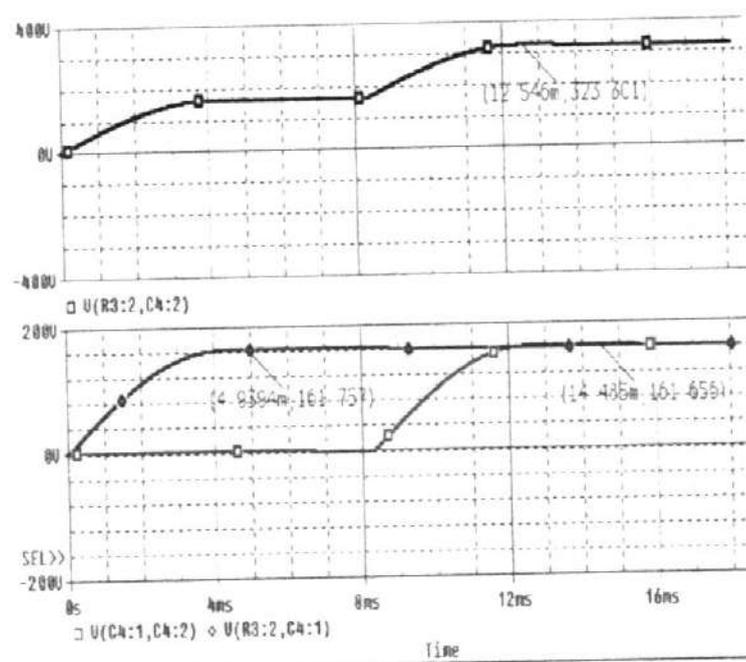


Figura 5.5.- Simulación de doblador de voltaje

También se presenta en la figura 5.6 el circuito con el voltaje de entrada de 230 voltios, para trabajar con este voltaje se tiene el conmutador abierto.

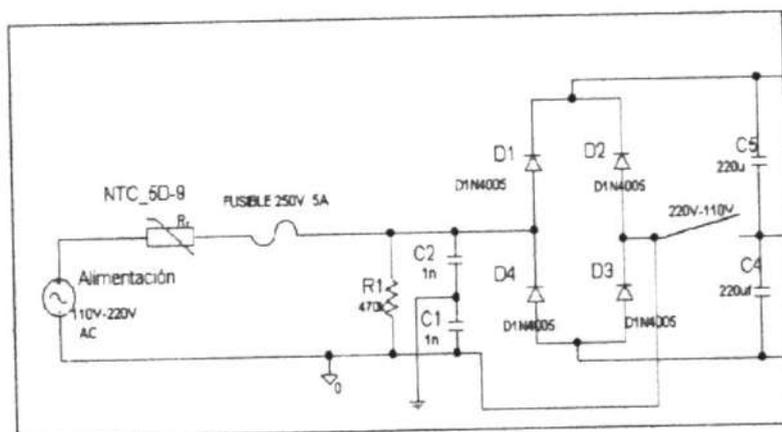


Figura 5.6.- Esquemático rectificador de puente completo

Y la simulación del voltaje de salida DC utilizando este tipo de puente se lo observa en la figura 5.7.

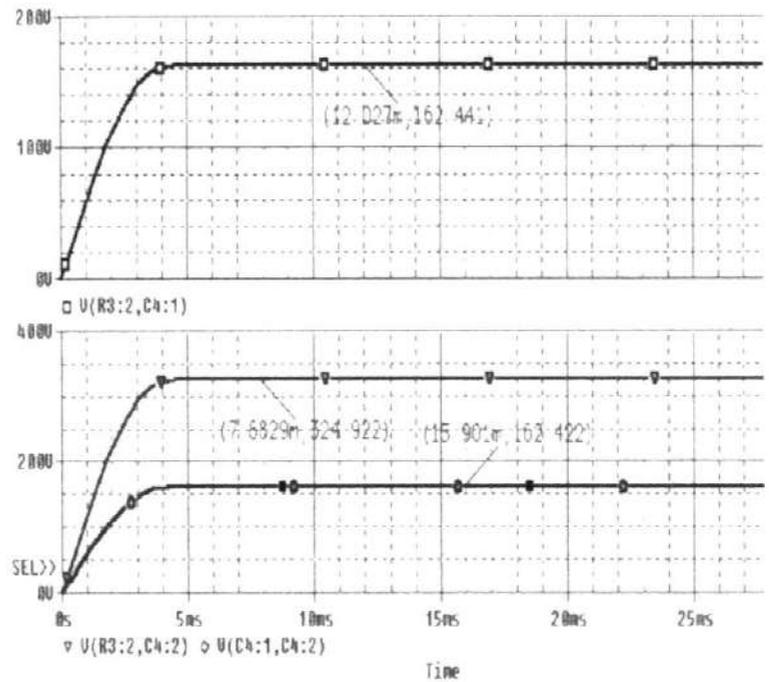


Figura 5.7 .- Simulación del voltaje rectificado utilizando el rectificador de puente completo.

Pasaremos a realizar los cálculos para poder encontrar la potencia de entrada de la fuente de conmutación.

◆ **Cálculo de la Potencia de entrada real.**

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{N} \quad (5-1)$$

Reemplazando los valores en la ecuación 5-1

$$P_{in} = 300/0.83 = 361.44 \text{ watts}$$

◆ **Cálculo del $V_{in(pico)}$ con $V_{in(rms)} = 115 \text{ v}$**

Recordemos que trabajando con un voltaje de entrada de 115 voltios, trabajamos con el rectificador de tipo puente completo.

$$V_{in(pico)} = (V_{in} * 1.4142) \quad (5-2)$$

$$V_{dc} = V_{c1} + V_{c2} \quad (5-3)$$

Reemplazando los valores en la ecuación 5-2

$$V_{in(pico)} = (115 * 1.4142) = 162.63$$

Reemplazando en la ecuación 5-6

$$V_{dc} = V_{c1} + V_{c2} = 325.27$$

◆ **Cálculo del $V_{in(pico)}$ con $V_{in(rms)} = 230 \text{ v}$**

$$V_{in(pico)} = (V_{in} * 1.4142) \quad (5-4)$$

Reemplazando los valores en la ecuación 5-4

$$V_{in(pico)} = (230\text{voltios} * 1.4142) = 325.27 \text{ voltios.}$$

La corriente de entrada I_{rms} es :

$$I = \frac{P_{in}}{E} \quad (5-5)$$

Reemplazando en la ecuación 5-5

$$I = 361.44/325.27$$

$$I = 1.11 \text{ amperios.}$$

Con esta corriente de entrada podemos calcular el valor de los capacitores que se van a utilizar.

◆ Cálculo de los Capacitores

Con la siguiente fórmula podemos encontrar el valor de la capacitancia total que necesitamos para filtrar la señal rectificada

$$C = \frac{I * t}{\Delta V} \quad (5-6)$$

Con un tiempo de carga del capacitor de $t = 5.5\text{ms}$ y el voltaje de rizado es $\Delta V = 65\text{V}$, reemplazando en la ecuación 5-6 tenemos :

$$C = (1.11 \text{ amp}) * (5.5 \text{ ms}) / 65 \text{ v} =$$

$$C = 94 \text{ uF}$$

Como tenemos el valor total de la capacitancia requerida para nuestra fuente en paralelo con el puente rectificador, podemos calcular el valor individual de cada capacitor, recordando se encuentran ubicados en serie.

$$C1=C2= 2*94 \text{ u faradios}$$

$$C1=C2= 188 \text{ u faradios}$$

Como éste valor no se encuentra en el mercado elegimos el valor de capacitor que se aproxima al calculado y ese valor es de 220 u f.

Continuación se muestran la simulación del voltaje de uno de los capacitores de entrada. Teniendo la fuente trabajando a plena carga.

◆ **Cálculo de sobre-protección de corriente en la línea de alimentación.**

Para proteger la línea de alimentación de sobre-corriente usamos los termistores de tipo CTN.

La siguiente ecuación nos muestra la relación que existe entre la resistencia eléctrica vs temperatura:

$$R_t = R_{0*} \exp\left[-B\left(\frac{1}{T}\right)\right] \quad (5-7)$$

Usando la ecuación 5-7, con $R=5 \Omega$ y $\frac{-B}{T} = 2$

Reemplazamos

$$5 = A e^{-2}$$

despejando A se tiene que

$$A = 36.94 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces la resistencia es $R = 36.94 e^{-B/T}$

Entonces para tener una protección de sobre-corriente efectiva se necesitara un termistor de tipo NTC que tenga la resistencia de $R = 36.94 e^{-B/T}$

♦Cálculo del capacitor conectado en serie con el transformador principal.

En la figura 5.8 se puede observar el capacitor en serie llamado C6 en serie con el transformador

principal y explicaremos porque se lo necesita en nuestra configuración.

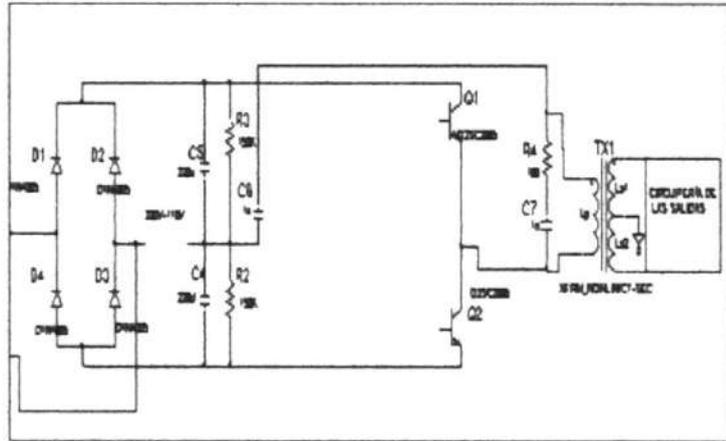


Figura 5.8.- Se muestra el capacitor en serie (C6) con el transformador principal

Como nosotros sabemos los transistores Q1 y Q2 de conmutación poseen diferentes características de conmutación y esto puede producir desbalance en la saturación del entre-hierro y esto produciría un exceso de corriente en el colector del transistor bajando la eficiencia del convertidor y hasta puede llegar a dañar el transistor.

Por esta razón para evitar que se sature el entre-hierro se ha dimensionado un capacitor de acoplamiento colocado en serie con el transformador principal.

$$C = \frac{1}{4 * \pi^2 * f_R^2 * \left(\frac{Np}{Ns}\right)^2 * L} \quad (5-8)$$

$$f_R = \frac{f_S}{4} \quad (5-9)$$

Frecuencia de conmutación $F_s = 60.4 \text{ Khz}$

Reemplazando en la ecuación 5-9

$$f_R = \frac{60}{4} = 15.1 \text{ Khz}$$

Reemplazando en la ecuación 5-8

$$c = \frac{1}{4 * \pi^2 * (15.1\text{Khz})^2 * 0.1\text{mhenrios}}$$

$$C = 1 \text{ uf}$$

♦Cálculo de la corriente I_c que circula por el transistor de conmutación.

La corriente de operación del transistor se calcula con el voltaje de entrada al convertidor

Dada la siguiente ecuación:

$$I_c = \frac{3 * P_{out}}{V_{in}} \quad (5-10)$$

Reemplazando, en la ecuación 5-10, con los datos de placa la corriente del colector será:

$$I_c = \frac{(300 * 3)}{325.27}$$

$$I_c = 2.76 \text{ amperios}$$

◆ Cálculo del voltaje de carga del capacitor de acoplamiento conectado en serie con el transformador

$$V_c = \frac{I}{C} dt \quad (5-11)$$

$$dt = \frac{T}{2} \delta_{\max} \quad (5-12)$$

$$T = \frac{1}{f_s} \quad (5-13)$$

$$I = I_c + 0.2 I_c$$

$$I = 1.2 * I_c$$

$$I = 1.2 * 2.76$$

$I=3.31$ amperios .Reemplazando en la ecuación 5-11y

$$\text{con } \delta_{\max} = 0.8 \text{ tenemos } V_c = \left(\frac{3.31 \text{ amp}}{1 \mu\text{f}} \right) * \left(\frac{0.8}{2} \right) * 16.5 \mu =$$

$$V_c = 21.85 \text{ voltios.}$$

$$10\% \frac{V_{in}}{2} < V_c < 20\% \frac{V_{in}}{2}$$

$$16.3 < V_c < 32.5$$

Continuación se muestra en la figura 5.9 en la cual se puede observar el voltaje máximo de carga al que puede llegar el capacitor de acoplamiento con el transformador principal.

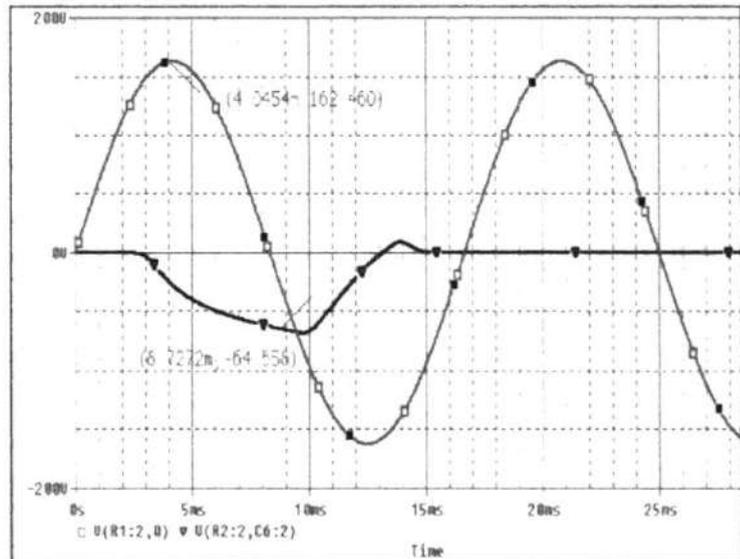


Figura 5.9.- Voltaje máximo de carga en el capacitor de acoplamiento

En conclusión nuestro capacitor conectado en serie con el transformador deberá de ser de 1 uf con un voltaje de carga máximo de 32.5 voltios.

5.4.1.2. ANALISIS DEL CONVERTIDOR DC –DC

Es importante saber a que clase de frecuencia queremos que trabaje nuestro convertidor por eso es necesario chequear los transformadores que se venden en el mercado y los podemos revisar en el anexo C.1 y también es necesario saber que características poseen los materiales con lo que lo construyen y esto se lo puede ver en la tabla2 y 3 del anexo C.1

◆ Selección del Transformador de alta frecuencia

Conociendo que nuestra frecuencia de conmutación es de 30 Khz y teniendo una salida de 5 Vdc con una corriente de 5A y manejando una potencia de salida de 300 W procedemos a la selección del núcleo.

$$F_s = 30 \text{ Khz}$$

Salida: 5A-25 V

$P_{out} = 300 \text{ W}$

Escojo la forma del núcleo : Para nuestra fuente se eligió de la Tabla 5.1 del anexo 3 el tipo 3C8 manufacturado por la empresa Ferroxcube.

Tenemos $B_{MAX} = 3300G$, según el catálogo del fabricante para 3C81 a $100^{\circ}C$, voltaje alterno de $V_{ac} = 115(v)$, se tiene $B = 1600G$ (gauss) el flujo $B < 3300G$.

El $I_{p_{max}}$ (Corriente de trabajo del primario del transformador)

$$I_p = \frac{3 * P_{out}}{V_{in}} \quad (5-14)$$

Calculemos la máxima corriente que debe generarse en el primario del transformador con el mínimo voltaje aplicado.

En la alimentación se tiene $V_{ac} = 115$ voltios.

$$V_{in} = 2 * 115v * 1.4142$$

$$V_{in} = 325.26 \text{ v}$$

$$I_p = 3 \cdot 300 \text{ W} / 325.26 \text{ V}$$

$$I_p = 2.77 \text{ amperios}$$

◆ Cálculo del tamaño del núcleo

Teniendo como densidad 500 c.m/A

$$A_e \cdot A_c = \frac{(0.68 \cdot P_{out} \cdot D) \cdot 10^3}{f \cdot B_{MAX}} \quad (5-15)$$

Reemplazando los datos en la ecuación 5-15 tenemos:

$$A_e \cdot A_c = (0.68 \cdot 300 \cdot 500) \cdot 10^3 / (60 \text{ Khz} \cdot 1600 \text{ G})$$

$$A_e \cdot A_c = 1,0625 \text{ cm}^4$$

Cuando escogemos los valores de A_e y A_c del catálogo debe ser el producto de $(A_e \cdot A_c) + 50 \% (A_e \cdot A_c)$.

Tenemos $(A_e \cdot A_c) = 1.0625 \text{ cm}^4$ y con un 50% mas se tiene el valor de 1.59 cm^4 y con este valor se tiene una área de entre-hierro de $A_e = 2.02 \text{ cm}^2$ y una área de bobina $A_c = 0.748 \text{ cm}^4$.

La densidad de la corriente del primario es $2.77 \cdot 500 \text{ G} = 1385 \text{ c.m}$ (circular mil) y de la tabla 5-2 tenemos un cable N° 18

◆ Cálculo del Número de vueltas del transformador

Usamos la siguiente ecuación:

$$N_p = \frac{V_p * 10^8}{k * f * B_{MAX} * A_e} \quad (5-16)$$

Cálculo de V_p

$$V_p = (115 * 1.4142) - 65$$

$$V_p = 97.633 \text{ (v)}$$

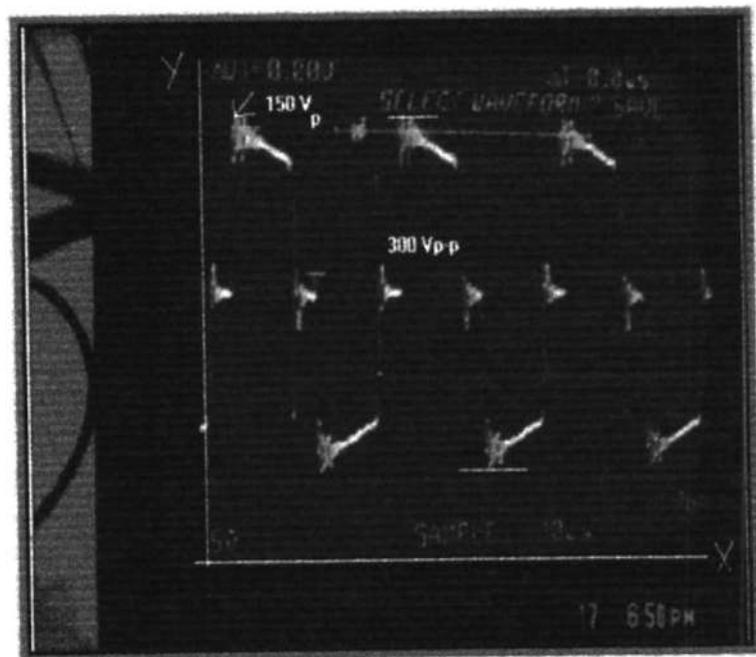


Figura 5.10.- Voltaje del primario del transformador principal

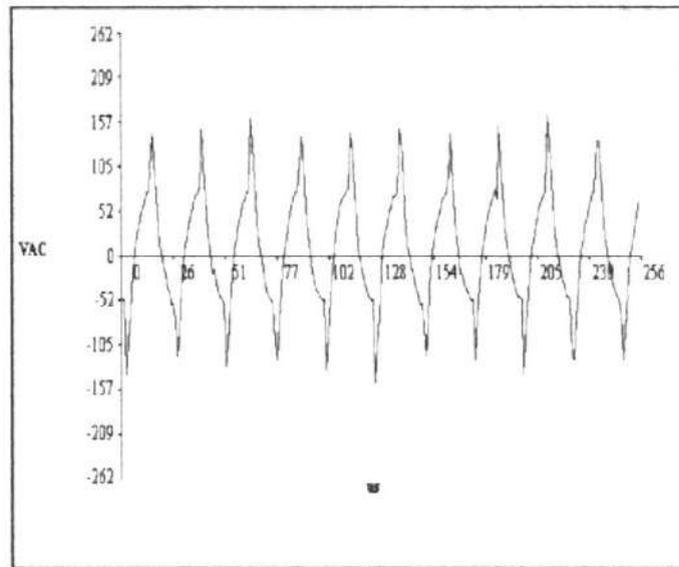


Figura 5.11.- Voltaje primario medido con el multímetro del transformador principal

Cálculo del número de vueltas es el primario

Reemplazando en la Ecuación 5-16

$$N_p = (97.633 * 10^8) / (4 * 60 * 10^3 * 1600 * 2.02)$$

$$N_p = 12,3 \text{ vueltas} = 12 \text{ vueltas}$$

◆ Cálculo de vueltas en el secundario

$$N_s = \frac{V_s}{V_p} * N_p \quad (5-17)$$

Calculemos el voltaje del secundario para la bobina que sostiene los 5 voltios de salida.

$$V_s = 2 V_{out}$$

$$V_s = 2 * 5 \text{ voltios}$$

$$V_s = 10 \text{ voltios}$$

Sabemos que el $V_p = 97.633 \text{ (v)}$

Reemplazando en la ecuación 5-17 tenemos:

$$N_s = 12 * (10 / 97.633)$$

$$N_s = 1,22 \text{ vueltas}$$

Calculemos el voltaje del secundario para la bobina que sostiene los 12 voltios de salida.

$$V_s = 2 V_{out}$$

$$V_s = 2 * 12 \text{ voltios}$$

$$V_s = 24 \text{ voltios}$$

Sabemos que el $V_p = 97.633 \text{ (v)}$

Reemplazando en la ecuación 5-17 tenemos:

$$N_s = 12 * (24 / 97.633)$$

$$N_s = 3 \text{ vueltas}$$

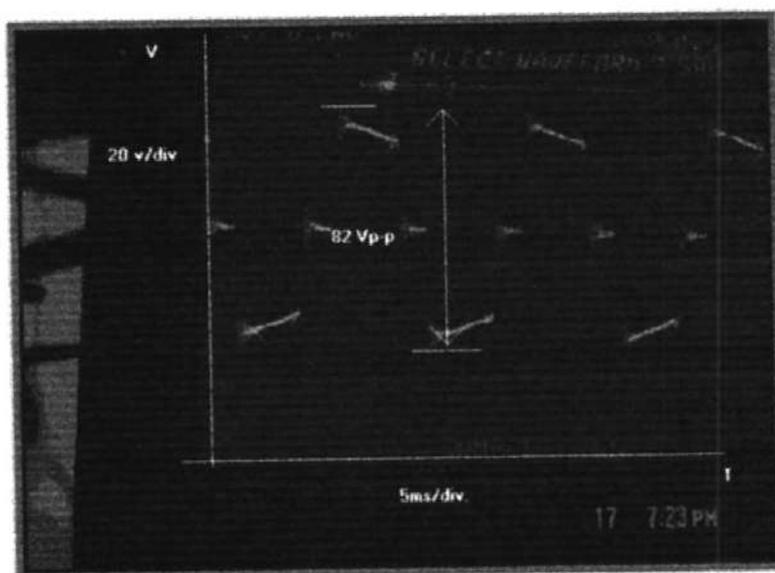


Figura 5.12.- Voltaje total del secundario del transformador principal

◆ Cálculo del número de capas para el primario del transformador

Como el número de alambre es # 18 *AWG* revisando en la tabla 5.2 del anexo C.1 tenemos que el diámetro máximo es de 0.0437 pulgadas.

El catálogo de Ferroxcube nos dice que el ancho de la bobina es de 0.509 pulgadas.

De donde podemos analizar cuantas capas se van a necesitar para el embobinado del primario .

Numero de vueltas por capa= ancho de bobina/diámetro
de Alambre (5-18)

Reemplazando en la ecuación 5-18 tenemos :

Numero de vueltas por capa= $0.509 / 0.0437 = 12$ vueltas

Entonces son 12 vueltas en una capa, como necesitamos solo 12 vueltas para el primario, entonces solo necesitamos una capa.

◆ **Cálculo del número de capas para el secundario del transformador**

El catalogo de Ferroxcube nos dice que el ancho de la bobina es de 0.509 pulgadas.

Salida de 5 voltios.

La salida de 5 voltios tiene una corriente de 30 amperios.

Densidad de corriente= $500 \text{ c.m/A} * 15 = 7.500 \text{ c.m}$

De la tabla 5-2 del Anexo C.1 corresponde al cable N° 11

Para minimizar las perdidas por efecto Skin y las perdidas

de cobre, podemos utilizar 4 cables en paralelo N° 14

AWG

Cable N° 14 AWG= 0.068 in

Numero de capas = $0.509/4(0.0682)$

Numero de capas = 1.8

El secundario de la salida de 5 voltios necesita 1 sola capa.

Salida de 12 voltios.

La salida de 12 voltios tiene una corriente de 10 amperios.

Densidad de corriente= $500 \text{ c.m/A} * 15 = 2.500 \text{ c.m}$

De la tabla 5-2 del AnexoC.1 corresponde al cable N° 16

Para minimizar las perdidas por efecto Skin y las perdidas de cobre, podemos utilizar 4 cables en paralelo

N° 19 AWG

Cable N° 19 AWG= 0.0391 in

Numero de capas = $0.509/4(0.0391)$

Numero de capas = 3.25

El secundario de la salida de 12 voltios necesita 1 sola capa.

5.4.1.3. RECTIFICACION Y FILTRADO DE LA ETAPA DE SALIDA

◆ Cálculo del rectificador para medio puente

Corriente mínima que un diodo puede proveer para los 5 voltios de salida con una corriente de 30 amperios se calcula de la siguiente manera.

$$T=1/f \quad (5-19)$$

Reemplazando en la ecuación 5-19

$$T= 1 / 60.2 = 16.61 \text{ us}$$

Asumiendo un toff de un pulso desde alto hasta abajo es 20 u seg.

$$\delta dr = \frac{T_{off}}{T} \quad (5-20)$$

Reemplazando en la ecuación 5-20

$$\delta dr = \frac{20 \text{ useg}}{16.6 \text{ luseg}}$$

$$\delta dr = 1.2$$

$$I_{fm} = \delta_{dr} * I \quad (5-21)$$

Reemplazando en la ecuación 5-21

$$I_{fm} = (1.2) * (30) = 36,12 \text{ amperios}$$

$$I_{fm} = 36,12 \text{ amperios}$$

Debemos usar un rectificador de 40 amperios

◆ Transistores de conmutación

Los transistores de conmutación tienen una rápida respuesta al cambio de estado de operación del transistor, y esto se encuentra en las especificaciones del fabricante.

Parámetros

Tiempo de Caída

Es el intervalo de tiempo necesario para incrementar el voltaje colector- emisor, desde el 10% de su valor hasta el 90% de su valor para operar.

Tiempo de Subida

Es Intervalo de tiempo que demora el Voltaje colector - emisor, en caer desde el 90% de su valor al 10% antes de apagarse.

Tiempo de almacenamiento

Es el intervalo de tiempo que va desde la aplicación de una corriente de base , hasta que el voltaje colector – emisor llega al 10% de su valor antes de apagarse.

◆ Corriente de transición que da el transformador

Reemplazando los valores en la ecuación de

$$I_{fdm} = I_{out(dc)} * \delta_{df} \quad (5-22)$$

$$\delta_{df} = 1 - (0.5 T_{off} / T) \quad (5-23)$$

Reemplazando en la ecuación 5-23

$$\delta_{df} = 1 - (5 \text{ u seg} / 16.61 \text{ u seg})$$

$$\delta_{df} = 0.7$$

y reemplazando este valor en la ecuación 5-22

$$I_{fdm} = (30 \text{ amperios}) * (0.7)$$

$$I_{fdm} = 21 \text{ amperios}$$

Es decir se entregan 21 amperios en la transición de la conmutación.

◆ **Cálculos de los inductores a la salida de la señal**

En la figura 5.13 tenemos el esquemático de la salida de 5voltios. Y en la figura 5.14 su simulación.

Cálculo del tiempo muerto

$$T_{off} = \frac{1}{2} * \left[\frac{1 - (E_{out} / E_{in})}{f} \right] \quad (5-24)$$

$$T_{off} = \frac{1}{2} * \left[\frac{1 - (E_{in} / 2 * E_{in})}{f} \right]$$

Reemplazando en la ecuación 5-24

$$T_{off} = (1/4) * (1/f_s)$$

$$T_{off} = (1/4) * (1/60.4k)$$

$$T_{off} = 4.139 \text{ useg.}$$

Cálculo para 5 voltios

$$L = \frac{E_{out} * T_{off}}{0.25 * I_{out}} \quad (5-25)$$

Reemplazando en la ecuación 5-25

$$L = \frac{5 * (4.139 \text{ useg})}{0.25 * 30}$$

$$L = 2.76 \text{ u H}$$

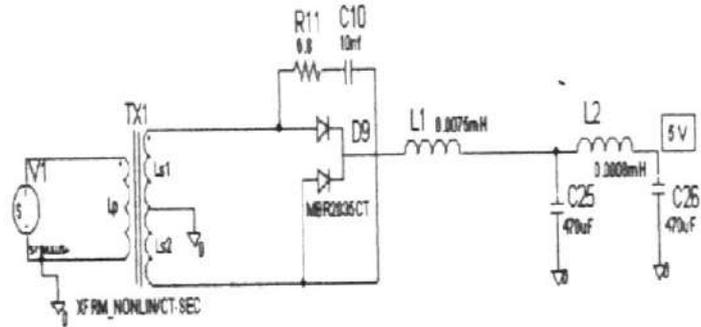


Figura 5.13.- Esquemático de la salida de 5 voltios

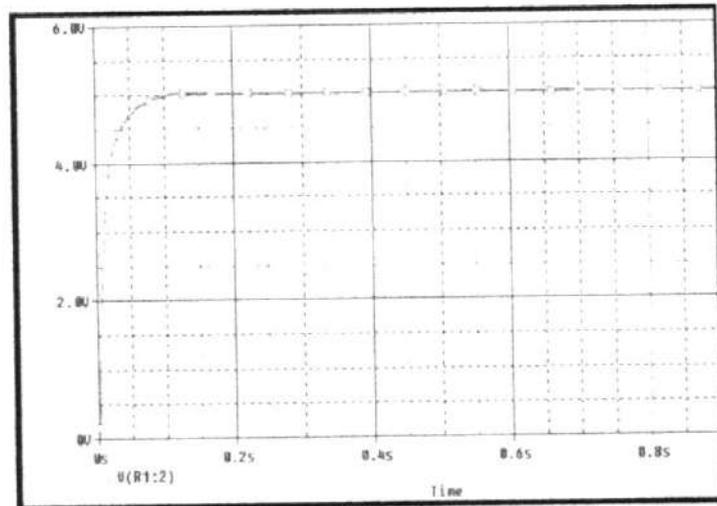


Figura 5.14.- Simulación de la salida de 5 voltios

Cálculo para 12 voltios

En la figura 5.15 tenemos es esquemático de la salida de 12 voltios y en la figura 5.16 tenemos la simulación de la misma salida de 12 voltios.

Reemplazando en la ecuación 5-25

$$L = \frac{12 * 4.139 \mu\text{seg}}{0.25 * 12}$$

$$L = 16.55 \mu\text{H}$$

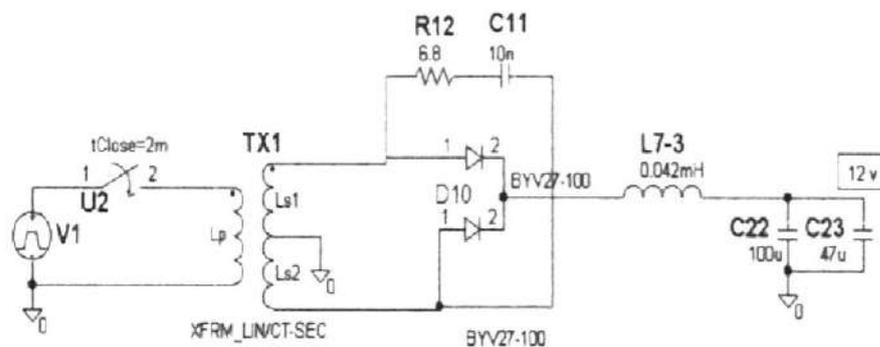


Figura 5.15.- Esquemático de la salida de 12 voltios

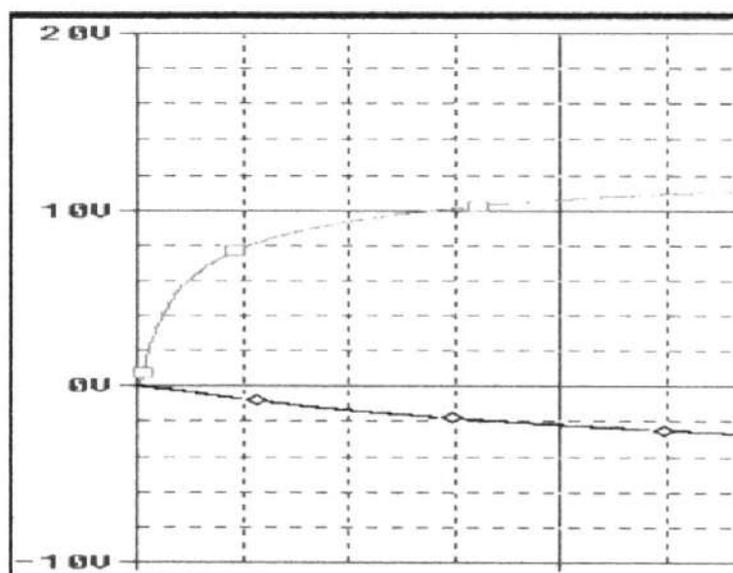


Figura 5.16.- Simulación de la salida de 12 voltios y -5 voltios
La señal amarilla representa la salida de 12 voltios.
La señal azul representa a -5 voltios

◆ Cálculo del entrehierro para la bobina

$$Ae.Ac = \frac{(5.067 * 10^8) * L * I_{out} * D^2}{K * B_{MAX}} \quad (5-26)$$

Pero primero se calcula la dimensión del alambre

$$D_{in,cable} = B_{MAX} * I_{out} \quad (5-27)$$

Bmax= 400 cm

K=0.4 para toroide.

Densidad=500cm/A

I= 30 amp

Reemplazando en la ecuación 5-27

$$D = \left(\frac{400cm}{amp} \right) * (30amp)$$

D = 12000 cm

Cable 9AWG , su dimensión es 13090 cm su diámetro máximo es de 0.119 obtenido de la tabla 5.2 del anexo

C.1

El Bmáx= 3000g

Cálculos del entre hierro para 5 voltios

Reemplazando en la ecuación 5-26

$$Ae * Ac = \frac{5.067 * 10^8 * 2.76uh * 30 * 0.119}{0.8 * 2000}$$

$$Ae * Ac = 3.120 \text{ cm}^4$$

$$Ae = 0.843$$

$$Ac = 3.120/0.843$$

$$Ac = 3.677$$

$$Ae * Ac = 3.120 * 0.5$$

$$Ae * Ac = 1.56$$

$$\text{Suma} = 3.120 \text{ cm}^4 + 1.56 \text{ cm}^4$$

$$\text{Suma} = 4.68 \text{ cm}^4$$

◆ Cálculo de la longitud del entrehierro

$$Lg = \frac{(0.4 * \pi * L * I_{out}^2) * 10^8}{Ae * B_{max}} \quad (5-28)$$

Reemplazando en la ecuación 5-28 tenemos:

$$Lg = \frac{(0.4 * \pi * 2.76uH * 30^2) * 10^8}{0.843 * 2000^2}$$

$$Lg = 0.15 \text{ cm}$$

◆ Cálculo del número de vueltas totales del bobinado

$$N = \frac{B_{MAX} * Lg}{0.4 * \pi * I_{out}} \quad (5-29)$$

Reemplazando en la ecuación 5-29 tenemos:

$$N = \frac{2000 * (0.15cm)}{0.4 * \pi * 30}$$

$$N = 8$$

Necesito 8 vueltas por cada bobina, de acuerdo al catálogo debe ser 15 vueltas.

◆ Cálculos para diseñar el toroide

$$T_{off} = 4.139 \text{ u seg}$$

Cálculo de la inductancia

$$L = \frac{E_{out} * T_{off}}{0.25 * I_{out}} \quad (5-30)$$

Reemplazando en la ecuación 5-30 tenemos:

$$L = \frac{5voltios * (4.139useg)}{0.25 * 30amp}$$

$$L = 2.75 \text{ u H}$$

Cálculo de $L * I_{out}^2$

$$L * I_{out}^2 \quad (5-31)$$

Reemplazando en la ecuación 5-31 tenemos:

$$L * I_{out}^2 = (2.75\mu H) * (30amp)^2$$

$$L * I_{out}^2 = 2475 \mu H$$

Se tiene una permeabilidad de 26 u

Calculo del número de vueltas

De la tabla 6.2 del anexo C.1 si la permeabilidad es de 26u y la familia es 55548 el factor es de L1000= 28

$$N = 1000 * \left[\frac{L}{L_{1000}} \right]^{1/2} \quad (5-32)$$

$$N = 1000 * \left(\frac{2475\mu h}{28} \right)^{1/2}$$

$$N = 9$$

Sumo el 20% de N

$$N = 9 + 0.2 (9)$$

$$N = 11 \text{ vueltas}$$

Cálculo del conductor

Densidad de corriente= 200cm/A

I_{out}= 30 amperios

$$\text{Elección del conductor} = B * I_{out} \quad (5-33)$$

Reemplazando en la ecuación 5-33 tenemos:

Elección del conductor = $200 \text{ cm/a} * (30 \text{ amperios})$

Elección del conductor = 6000 cm

Corresponde a un Cable de 12 AWG

Cálculo de pérdidas por corriente remolino

Dimensión del 12 AWG= 6530 cm /4

Dimensión del 12 AWG=1632.5 cm

Se necesitan 4 cables 18 AWG

$4 \times 18 = 72$ vueltas

1 #18AWG= 1620 cm

$12 \times 1620 \text{ cm} = 19440 \text{ cm}$

De la tabla 6.1 del anexo C.1 de la familia 55548 Mpp

se tiene que el área de windows es 577.60

Factor Winding (Fd)

$$Fd = \frac{19440}{577.60} \quad (5-34)$$

Fd = 33.65

De la tabla 6.1 del anexo C.1 se tiene que para un cable de 18 AWG se tienen 298 vueltas y 0.37 ohmios.

Entonces: $298 * 0.37 = 110.26$

♦ Cálculo del capacitor del filtrado de salida

$$V_{out} = \frac{\Delta I_{out}}{8 * F * E_{out}} \quad (5-35)$$

$$C_{out} = \frac{\Delta I_{out}}{8 * f * V_{out}} \quad (5-36)$$

Se usan capacitores de tipo ESR (Capacitores electrolíticos de alta frecuencia)

El V_{out} en relación con la capacitancia se tiene que reemplazando en la ecuación 5-35 es :

$$V_{out} = \frac{30 * 0.25}{8 * (60.2m) * (0.40voltage)}$$

$$V_{out} = \frac{7.74v}{192.64m}$$

$$V_{out} = 38.9 \text{ voltios.}$$

Reemplazando éste valor en la ecuación 5-36

$$C_{out} = \frac{50amp}{38.9v}$$

$$C_{out} = 0.77 \text{ uf}$$

CALCULOS A PLENA CARGA

$$\text{Relación de Número de vueltas} = \frac{V_s}{V_p}$$

$$\text{Relación de Número de vueltas} = \frac{40}{150}$$

$$\text{Relación de Número de vueltas} = 0.26$$

CALCULO DE EFICIENCIA

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100$$

$$N = \frac{300watts}{120vol * 3.01amp} * 100$$

$$N = \frac{300watts}{361.2watts} * 100$$

$$N = 83.05\%$$

$$P_{in} = V_{in} \cdot I_{ent}$$

$$P_{in} = 120 \text{ V} \cdot 3.01 \text{ Amp}$$

$$P_{in} = 361.2 \text{ watts}$$

Refierase al anexo C.2 para observar los esquemáticos, simulaciones y datasheet del integrado TI 494.

Refierase al anexo C.5 para observar las pistas de la fuente de conmutacion AT de 300 W realizadas en Protel Design.

CONCLUSIONES

- El software Lookout utilizado para el desarrollo de los procesos explicados nos ha ayudado a mostrar una idea gráficamente animada en como funcionan nuestros procesos.
- Con la herramienta de simulación de los procesos Lookout tiene una importante característica , y es que se puede interactuar junto con otros programas como es el simplicity, pues haciendo una correcta programación se pueden manejar los elementos gráficos que contiene Lookout, además podemos tener adquisición de datos en tiempo real haciendo esa transmisión de datos por medio del puerto serial de la computadora.
- Además podemos trabajar con bases de datos como Excel . Con esta facilidad que tiene lookout podemos manejar recetas que realicen una tarea específica en el proceso manejado.
- Como conclusión el software lookout es una herramienta de simulación de procesos que recomendamos por sus ventajas antes mencionadas.
- Con respecto a la comunicación de nuestra tarjeta de adquisición de datos con la computadora por medio del puerto serial fue necesario crear una interfase en el software labview y fue fácil aprender a programar en esta nueva forma orientada a objetos.

- Es importante mencionar que nos fue posible enlazar nuestra tarjeta de adquisición con una interfase creada en lookout recibiendo los datos por el puerto serial.
- Para el diseño de nuestra tarjeta de adquisición fue necesario estar muy claros en cuantas entradas y salidas tanto analógicas como digitales vamos a utilizar , esto es lo primero que hay que saber para luego poder elegir el pic adecuado que tenga la capacidad de manejo de nuestras entradas y salidas requeridas.
- Los softwares de simulación utilizados para ver el comportamiento de la tarjeta como son el Mplb utilizado para la programación del pic y el proteus para la simulación total de la tarjeta fueron muy importantes porque no se puede aventurar a realizar físicamente la tarjeta sin tener una seguridad de su funcionamiento.
- En el estudio de la fuente de conmutación nos resulto muy importante contar con las tablas de información de donde encontramos datos importantes que nos ayudaron a realizar nuestros cálculos teóricos.
- Contar con la herramienta de simulación P-spice fue de mucha utilidad, pues nos ayudo a sacar valores simulados de la fuente, con los cuales se hicieron comparaciones con los valores reales que entrega la fuente de conmutación.

- Es importante mencionar que las tarjetas que muestran las pistas de la fuente de conmutación se realizaron en el software protel , con el cual se hizo el recorrido de las pistas y la posición de los componentes.

- En los anexos se presentan la programación completa que fue utilizada para manejar los objetos de lookout, además podemos encontrar las fotos de las pistas de la fuente de conmutación estudiada y las pistas de la tarjeta de adquisición de datos, y también en los anexos se encuentra la programación hecha al pic 16f877.

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

FIGURA 2.1 BOBINA DE PARO ACCIONADA POR I2.....	24
FIGURA 2.2 ACTIVACION DEL MOTOR DE TRITURADORA PRIMARIA.....	25
FIGURA 2.3 ENCENDIDO DE TRITURADORA SECUNDARIA.....	26
FIGURA 2.4 ACTIVACION DE TRITURADORA TERCIARIA.....	27
FIGURA 2.5 ACTIVACION DE BANDA TERCIARIA.....	28
FIGURA 2.6 ENCENDIDO DE BANDA TRANSPORTADORA GIRATORIA.....	29
FIGURA 2.7 ENCENDIDO DEL RASCADOR DE PIEDRA CALIZA.....	30
FIGURA 2.8 INICIO DE LA MOLIENDA DEL CRUDO.....	32
FIGURA 2.9 ENCENDIDO DE CANGUILONES, VENTILADOR Y HOMOGENEIZADOR.....	32
FIGURA 2.10 CONTROL DE LA VALVULA DE DESCARGA HACIA EL PRE CALENTAMIENTO.....	34
FIGURA 2.11 PROGRAMACION DEL PRE CALENTAMIENTO.....	35
FIGURA 2.12 ENCENDIDO DEL HORNO Y LA ENFRIADORA.....	36
FIGURA 2.13 ENCENDIDO DEL FILTRO ELECTROSTATICO.....	37
FIGURA 2.14 ENCENDIDO DEL QUEMADOR.....	38

FIGURA 2.15 ENCENDIDO DEL 2DO MOTOR BOMBA.....	40
FIGURA 2.16 RANGOS DE TEMPERATURA PARA EL SENSOR 1 DEL HORNO.....	41
FIGURA 2.17 RANGOS DE TEMPERATURA PARA LOS SENSORES DESDE N2-N7.....	42
FIGURA 2.18 INICIO DE LA MOLIENDA DEL CEMENTO.....	43
FIGURA 2.19 ENCENDIDO DE LA BOMBA DE LLENADO DEL KLINKER.....	44
FIGURA 2.20 COMPARACION DEL NIVEL ACTUAL DEL KLINKER CON EL NIVEL MAXIMO.....	45
FIGURA 2.21 LLENADO DEL YESO.....	46
FIGURA 2.22 COMPARACION DEL NIVEL ACTUAL DEL YESO CON EL NIVEL MINIMO.....	46
FIGURA 2.23 ENCENDIDO DEL MOTOR DE CEMENTO Y SEPARADOR.....	47
FIGURA 2.24 ENCENDIDO DE BOMBA DE AGUA Y BANDA DE BLOQUEADORA.....	48
FIGURA 2.25 SENSOR DE PRESENCIA DE PIEDRA SIMULADO POR I8.....	49
FIGURA 2.26 ENCENDIDO BOMBA DE AGUA Y BANDA DE LA TAJADORA.....	51
FIGURA 2.27 SENSOR DE PRESENCIA DE PIEDRA SIMULADO POR I7.....	52
FIGURA 2.28 PROGRAMACION DE LA CORTADORA LONGITUDINAL.....	53
FIGURA 2.29 SENSOR DE PRESENCIA DE PIEDRA EN LA BANDA TRANSPORTADORA.....	54
FIGURA 2.30 DESACTIVACION DE LAS CUCHILLAS.....	54

FIGURA 2.31 PROGRAMACION DEL CORTE TRANSVERSAL.....	55
FIGURA 2.32 PREGUNTO SI HAY PIEDRA EN LA BANDA TRANSPORTADORA.....	56
FIGURA 2.33 ENCENDIDO DE LAS CUCHILLAS DE LA CORTADORA TRANSVERSAL.....	56
FIGURA 2.34 PROGRAMACION DE LA MAQUINA PULIDORA.....	58
FIGURA 2.35 PREGUNTO POR PRESENCIA DE PIEDRA EN BANDA TRANSPORTADORA.....	58
FIGURA 2.36 ACTIVACION DE LAS MAQUINAS PULIDORAS.....	59
FIGURA 2.37 CONTROL DE TIEMPO DE DESCENSO DE LAS PULIDORAS.....	59
FIGURA 2.38 ACTIVACION DEL MOTOR EN REVERSA	60
FIGURA 2.39 ACTIVACION DE LA BOBINA M122.....	61
FIGURA 2.40 PANTALLA PRINCIPAL DEL PROCESO DEL CEMENTO.....	62
FIGURA 2.41 PROCESO DE EXTRACCION DE LAS PIEDRA DESDE LA CANTERA.....	63
FIGURA 2.42 TRITURACION PRIMARIA DE LA CALIZA.....	64
FIGURA 2.43 TRITURACION SECUNDARIA DE LA CALIZA.....	65
FIGURA 2.44 TRITURACION SECUNDARIA DE LA CALIZA.....	66
FIGURA 2.45 MOLIENDA SEPARACION Y HOMOGENEIZACION DEL CRUDO.....	68

FIGURA 2.46 TORRE DE PRECALENTAMIENTO DEL CRUDO.....	69
FIGURA 2.47 CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL KLINKER.....	70
FIGURA 2.48 MEZCLA DEL KLINKER CON EL YESO.....	71
FIGURA 2.49 DESPACHO DEL CEMENTO.....	72
FIGURA 2.50 MAQUINA BLOQUEADORA.....	74
FIGURA 2.51 MAQUINA TAJADORA	75
FIGURA 2.52CORTADORA LONGITUDINAL.....	76
FIGURA 2.53 CORTADORA TRANSVERSAL.....	77
FIGURA 2.54 MAQUINA PULIDORA.....	78
FIGURA 2.55PANTALLA DE NAVEGACION GENERAL.....	79
FIGURA 2.56 SIMULACION DE LA EXTRACCION DE LA PIEDRA CALIZA.....	80
FIGURA 2.57 TRITURACION PRIMARIA DE LA CALIZA.....	81
FIGURA 2.58 TRITURACION SECUNDARIA Y TERCIAIA DE LA CALIZA.....	82
FIGURA 2.59 HOMOGENEIZACION DE LA CALIZA.....	83
FIGURA 2.60 CONTROL DE LOS NIVELES DE LLENADO DE CALIZA ARENA Y ARCILLA.....	84
FIGURA 2.61PRE CALENTAMIENTO.....	86
FIGURA 2.62CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DEL KLINKER.....	87

FIGURA 2.63 CONTROL DEL NIVEL DEL KLINKER Y DEL YESO.....	88
FIGURA 2.64 DESPACHO DEL CEMENTO.....	89
FIGURA 2.65 MAQUINA BLOQUEADORA Y PANEL DE CONTROL QUE LA MANEJA.....	91
FIGURA 2.66 PANEL DE CONTROL MANUAL Y AUTOMATICO DE LA TAJADORA.....	94
FIGURA 2.67 CONTROL MANUAL Y AUTOMATICO DEL CORTE LONGITUDINAL.....	97
FIGURA 2.68 CONTROL MANUAL Y AUTOMATICO DE LA MAQUINA TRANSVERSAL.....	101
FIGURA 2.69 CONTROL MANUAL Y AUTOMATICO DE LA PULIDORA.....	102

CAPITULO 3

FIGURA 3.1 PUENTE DE WHEASTONE.....	108
FIGURA 3.2 PANTALLA DE ENTRADA DE LABVIEW.....	110
FIGURA 3.3 FORMATO EN BLANCO DELVI.....	111
FIGURA 3.4 PANEL FRONTAL Y DIAGRAMA DE BLOQUES.....	111
FIGURA 3.5 PANEL DE CONTROLES.....	112
FIGURA 3.6 CONTROLES NUMERICOS.....	113
FIGURA 3.7 INDICADORES NUMERICOS.....	114
FIGURA 3.8 BOTONES Y SWITCHES.....	115
FIGURA 3.9 PANEL DE CONTROL.....	115
FIGURA 3.10 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	115
FIGURA 3.11 PANEL DE FUNCIONES.....	115



FIGURA 3.12 PANEL DE ENTRADAS.....	116
FIGURA 3.13 ANALISIS DE SENALES.....	116
FIGURA 3.14 TIPOS DE DATOS.....	117
FIGURA 3.15 ESTRUCTURAS.....	118
FIGURA 3.16 OPERACIÓN DEL CICLO WHILE.....	119
FIGURA 3.17 OPERACIÓN DEL CICLO FOR.....	120
FIGURA 3.18 ESTRUCTURA CASE DE TIPO BOOLEANO.....	120
FIGURA 3.19 ESTRUCTURA CASE DE TIPO BOOLEANO ACTIVADO POR SWITCH.....	121
FIGURA 3.20 ESTRUCTURA CASE DE TIPO NUMERICO	121
FIGURA 3.21 CASE DE TIPO STRING.....	122
FIGURA 3.22 CONTROLES DE TIPO SERIAL.....	123
FIGURA 3.23 VISA SERIAL.....	124
FIGURA 3.24 VISA WRITE.....	124
FIGURA 3.25 VISA READ.....	124
FIGURA 3.26 VISA CLOSE.....	125
FIGURA 3.27 VISA BROKE.....	125
FIGURA 3.28 VISA NUMBER.....	125
FIGURA 3.29 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROGRAMACION HECHA EN LABVIEW.....	126
FIGURA 3.30 INTERFASE DE COMUNICACIÓN REALIZADA EN LABVIEW.....	127
FIGURA 3.31 CONFIGURACION DEL PUERTO SERIAL.....	128
FIGURA 3.32 SEPARACION DE LOS DATOS QUE INGRESAN DESDE LA TARJETA.....	129

FIGURA 3.33 GRAFICA DE LAS ENTRADAS ANALOGICAS Y DIGITALES.....	130
FIGURA 3.34 PROGRAMACION DEL ENCENDIDO Y APAGADO DE LAS SALIDAS DIGITALES.....	132
FIGURA 3.35 SECUENCIA DE ENCENDIDO EN LAS SALIDAS DIGITALES.....	133
FIGURA 3.36 PROGRAMACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL.....	134

CAPITULO 4

FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS.....	136
FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DELPIC.....	147
FIGURA 4.3 SIMULACION DE LA TARJETA EN PROTEUS.....	150
FIGURA 4.4 RESULTADOS DE LA ADWUISICION DE DATOS CON EL VIRTUAL TERMINAL DE PROTEUS.....	151
FIGURA 4.5 ENVIO DE LOS CARACTERES QUE ENCIENDEN TODAS LAS SALIDAS DIGITALES.....	151
FIGURA 4.6 ENVIO DE LOS CARACTERES DE APAGADO DE TODAS LAS SALIDAS DIGITALES.....	152
FIGURA 4.7 ENVIO DE LOS CARACTERES DE ENCENDIDO DE MANERA ALTERNADA.....	152
FIGURA 4.8 VISUALIZACION DE LA SALIDA DE 0 VOLTIOS.....	153
FIGURA 4.9 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 1.25 VOLTIOS.....	154
FIGURA 4.10 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 2.5 VOLTIOS.....	154

FIGURA 4.11 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 3.75 VOLTIOS	155
FIGURA 4.12. VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 5 VOLTIOS.....	155
FIGURA 4.13 ADQUISICION DE DATOS POR MEDIO DEL HIPER TERMINAL DE WINDOWS.....	157
FIGURA 4.14 ENVIO DE CARACTERES DE LAS SALIDAS DIGITALES Y SALIDA ANALOGICA REAL.....	158
FIGURA 4.15. INTERFASE DE COMUNICACIÓN HECHA EN LABVIEW CON LA TARJETA.....	159
FIGURA 4.16. VISUALIZACION DE LAS ENTRADAS ANALOGICAS EN LABVIEW.....	160
FIGURA 4.17 VISUALIZACION DE LAS ENTRADAS DIGITALES EN LABVIEW.....	161
FIGURA 4.18 VISUALIZACION DE LOS SWITCHES DE LAS SALIDAS DIGITALES.....	161
FIGURA 4.19 ENCENDIDOS DE LOS LEDS EN LA TARJETA DE ADQUSIICIÓN.....	162
FIGURA 4.20 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL DE 0.256 VOLTIOS.....	162
FIGURA 4.21VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL DE 2.13 VOLTIOS.....	163
FIGURA 4.22 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL DE DE 2.37 VOLTIOS.....	164
FIGURA 4.23 ELECCION DEL PUERTO SERIAL.....	165
FIGURA 4.24 CONFIGURACION DEL PUERTO SERIAL EN LOOKOUT.....	165
FIGURA 4.25 FORMATO DE ADQUISICION EN LOOKOUT.....	166

FIGURA 4.26 FORMATO DE RESPUESTA.....	167
FIGURA 4.27 CONFIGURACION DEL REVISE GAUGE.....	167
FIGURA 4.28 REVISE TEXT ENTRY.....	168
FIGURA 4.29 CONFIGURACION DE ENVIO.....	168
FIGURA 4.30 INTERFASE DE COMUNICACIÓN REALIZADA EN LOOKOUT.....	169
FIGURA 4.31 FOTOS DE LAS ENTRADAS DIGITALES.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.32 FOTO DE LA TARJETA CONTROLADORA CON EL PIC 16F877.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.33 FOTO DE LAS SALIDAS DIGITALES.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.34 FOTO DE LA PARTE POSTERIOR DE LA TARJETA DE SALIDA DIGITAL.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.35 VISTA POSTERIOR DE LA TARJETA CONTROLADORA Y ENTRADAS ANALOGICAS.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.36 VISTA POSTERIOR DE LAS ENTRADAS DIGITALES.....	ANEXO B.2
FIGURA 4.37 DISEÑO DE LA TARJETA HECHA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3
FIGURA 4.38 DISEÑO DE LA TARJETA DE CONTROL CON LOS ELEMENTOS HECHA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3
FIGURA 4.39 DISEÑO DE LA TARJETA DE ENTRADA REALIZADA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3
FIGURA 4.40 DISEÑO DE LA TARJETA DE ENTRADA CON LOS ELEMENTOS HECHA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3
FIGURA 4.41 DISEÑO DE LA TARJETA DE SALIDA HECHA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3

FIGURA 4.42 DISEÑO DE LA TARJETA DE SALIDA CON LOS ELEMENTOS HECHA EN EAGLE 5.1.....	ANEXO B.3
FIGURA 4.43 ESQUEMATICO DE LAS ENTRADAS DIGITALES Y ANALOGICAS.....	ANEXO B.4
FIGURA 4.44 ESQUEMATICO DE LA TARJETA DE CONTROL.....	ANEXO B.4
FIGURA 4.45 ESQUEMATICO DE LAS SALIDAS DIGITALES.....	ANEXO B4
FIGURA 4.46 ESQUEMATICO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACION DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN.....	ANEXO B4

CAPITULO 5

FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA FUENTE DE CONMUTACION AT DE 300 W.....	173
FIGURA 5.2 CIRCUITO REAL DEL SISTEMA DE FUERZA.....	ANEXO C.3
FIGURA 5.3 ESQUEMATICO DEL PUENTE RECTIFICADOR Y LAS PROTECCIONES DE ALTA FRECUENCIA.....	175
FIGURA 5.4 ESQUEMATICO DEL DOBLADOR DE VOLTAJE.....	176
FIGURA 5.5 SIMULACION DEL DOBLADOR DE VOLTAJE.....	177
FIGURA 5.6 ESQUEMATICO RECTIFICADOR DE PUENTE COMPLETO.....	177

FIGURA 5.7 SIMULACION DEL VOLTAJE RECTIFICADO UTILIZANDO EL RECTIFICADOR DE PUENTE COMPLETO.....	178
FIGURA 5.8 CAPACITOR EN SERIE C6 CON EL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....	183
FIGURA 5.9 VOLTAJE MAXIMO DE CARGA EN EL CAPACITOR DE ACOPLAMIENTO.....	186
FIGURA 5.10 VOLTAJE PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....	190
FIGURA 5.11 VOLTAJE PRIMARIO MEDIDO CON EL MULTIMETRO DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....	191
FIGURA 5.12 VOLTAJE TOTAL DEL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....	193
FIGURA 5.13 ESQUEMATICO DE LA SALIDA DE 5 VOLTIOS.....	200
FIGURA 5.14 SIMULACION DE LA SALIDA DE 5 VOLTIOS.....	200
FIGURA 5.15 ESQUEMATICO DE LA SALIDA DE 12 VOLTIOS.....	201
FIGURA 5.16 SIMULACION DE LA SALIDA DE 12 V Y -5 V.....	201
FIGURA 5.17 ESQUEMATICO DEL CIRCUITO INTERNO DEL TL494.....	ANEXO C.2
FIGURA 5.18 ESQUEMATICO QUE MUESTRA LAS SENALES EXTERNAS DE ENTRADA AL TL494.....	ANEXO C.2
FIGURA 5.19 ESQUEMATICO QUE MUESTRA EL CIRCUITO DE CONTROL CON EL INTEGRADO.....	ANEXO C.2
FIGURA 5.20 SIMULACION DEL INTEGRADO TL 494.....	ANEXO C.2

FIGURA 5.21 FOTOGRAFIA QUE MUESTRA LA OSCILACION DEL TL 494.....	ANEXO C.2
FIGURA 5.22 ESQUEMATICO REAL DE LA FUENTE DE CONMUTACION AT DE 300 W.....	ANEXO C.2
FIGURA 5.23 VISTA SUPERIOR DE LA PLACA DE LA FUENTE DE CONMUTACION CON LOS COMPONENTES.....	ANEXO C.5
FIGURA 5.24 VISTA POSTERIOR DE LA PLACA DE LA FUENTE DE CONMUTACION.....	ANEXO C.5
FIGURA 5.25 VISTA POSTERIOR DE LA PLACA DE LA FUENTE DE CONMUTACIÓN CON LOS COMPONENTES.....	ANEXO C.5

INDICE DE TABLAS

TABLA 4.1 REGISTRO TXSTA.....	143
TABLA 4.2 REGISTRO RCSTA.....	144
TABLA 4.3 REGISTRO ADCON1.....	145
TABLA 4.4 REGISTRO ADCON0.....	145
TABLA 4.5 CARACTERES ENVIADOS DESDE LA COMPUTADORA AL PIC.....	148
TABLA 4.6 PUERTAS UTILIZADAS PARA LAS SALIDAS DIGITALES.....	148

ANEXOS A

1. Programa del PLC del proceso del cemento.
2. Programa del PLC de la fabricación de Baldosas

ANEXOS B

1. Datasheets del max232 y del pic 16f877.
Programación del pic 16f877.
2. Fotos de la tarjeta de adquisición de datos.
3. Pistas de la tarjeta de adquisición de datos realizados en eagle 5.1.
4. Esquemáticos de la tarjeta de adquisición de datos realizados en p-spice.

ANEXOS C

1. Tablas utilizadas en el cálculo de los componentes de la fuente de conmutación AT de 300w.

2. Datasheet, esquemáticos , simulaciones y fotos del TL 494.
3. Esquemático del sistema de fuerza esquemático real de la fuente de conmutación AT de 300w
4. Lista de componentes de la fuente de conmutación..
5. Pistas de la fuente de conmutación.

GLOSARIO

PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

Los controladores lógicos programables o PLC (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial.

SCADA (Supervisión, Control and Data Adquisition)

Sistema de control, supervisión y adquisición de datos en tiempo real que permiten la adquisición de datos (para control o supervisión) desde múltiples puntos y con un destino.

Bd (baudios)

Unidad utilizada para medir la velocidad de transmisión de datos de un módem o una conexión serie entre dos equipos, o entre un equipo y un dispositivo externo. Indica el número de veces por segundo que puede cambiar la señal que se transmite. Suele coincidir con el número de bits por segundo que en teoría es capaz de transmitir/recibir, ya que la modulación de la señal normalmente se realiza a nivel de bit.

KLINKER

Material que se obtiene en el proceso de fabricación del cemento portland.

HOMOGENEIZACION

Llevar a una igualdad de propiedades una mezcla de varios componentes.

CANGILONES

Recipiente de metal para contener material y transportarlos.

CRUDO

Resultado de mezclar y moler la arena, la arcilla y la piedra caliza.

FILTRO ELECTROSTATICO

Aparato a través del cual se hace pasar el aire con partículas de polvo y este carga el aire eléctricamente con neutrones haciendo

que las partículas de polvo se precipite al suelo y de esta manera el aire se deja limpio de impurezas.

OSCILOSCOPIO

Instrumento utilizado para medir la variación temporal de la tensión de un punto de un circuito eléctrico.

ZOCALO

Elemento en el que se insertan los terminales de un microchip.

CONVERSOR A/D

El conversor dependiendo del tipo de pic tiene su resolución de conversión y en el caso del pic 16f877 proporciona un resultado digital de 10 bits de longitud usando la técnica de aproximaciones sucesivas.

PWM(MODULATION WIDE PULSE)

Con la modulación de ancho de pulso se consiguen impulsos lógicos cuya anchura del nivel alto es de duración variable que son de enorme aplicación en el control de dispositivos como los motores y los triac.

USART

Llamado SCI (serial communications interface) puede funcionar como un sistema de comunicación full duplex o bidireccional asíncrono, adaptándose a multitud de periféricos y dispositivos que transfieren información de esta forma tal como el ordenador pc.

TX

En el modo asíncrono la transmisión de información del pic se realiza sobre esta línea .

RX

En el modo asíncrono la recepción de información al pic se realiza sobre esta línea.

ASCII (siglas de american standart code for information interchange)

Código normalizado que utiliza en total 8 bits.

ABREVIATURAS

PLC	(Programmable Logic Controller) Controlador Lógico Programable
Vac	Voltaje de Corriente Alterna
Vdc	Voltaje de Corriente Continua.
SCADA	(Supervisión, Control and Data Adquisition) control, supervisión y adquisición de datos.
ms	Milisegundos.
Vce	Voltaje colector – emisor.
PC	Computador.
KVA	Kilo Voltios Amperios.
Ic	Corriente de colector.
nF	Nano faradios.
μs	Microsegundos.
t _{on}	Tiempo de encendido.
t _{off}	Tiempo de apagado.
Bd	Baudios.
ASCII	American Standard Code for Information Interchange.
PIC	Programador Integrable controlable.
DDE	Dynamic data Exchange.
°C.	Grados Centígrados.
KV	Kilo Voltios.
Hz	Hercios.
USART	Universal Synchronous Asynchronous receiver Transmitter .
TX	Transmisión.
RX	Recepción.

BIBLIOGRAFIA.

1. J. NATIONAL INSTRUMENT.
Lookout Developers Manual, United States, November 2001
2. CHRYSSIS GEORGE.
High frequency switching power supplies, United States, 1976.
3. J. MICHAEL JACOB _ PURDUE UNIVERSITY.
Analog Integrated circuit Aplications, United States, 2000.
4. ROBERT H. BISHOP-UNIVERSITY OF TEXAS AT AUSTIN.
Learning with Labview7 Express, United States, 2004.
5. JOSE M. ANGULO USATEGUI E IGNACIO ANGULO MARTINEZ -
UNIVERSIDAD DE DEUSTO(CAMPUS VICTO0RIA).
Microcontroladores PIC Diseño Práctico de aplicaciones Primera
parte PIC 16F84 , España, 2003.
6. JOSE M. ANGULO USATEGUI, SUSANA ROMERO YESA E
IGNACIO ANGULO MARTINEZ - UNIVERSIDAD DE DEUSTO
(CAMPUS VICTORIA).
Microcontroladores PIC Diseño Práctico de aplicaciones Segunda
parte PIC 16F84 , España, 2003.

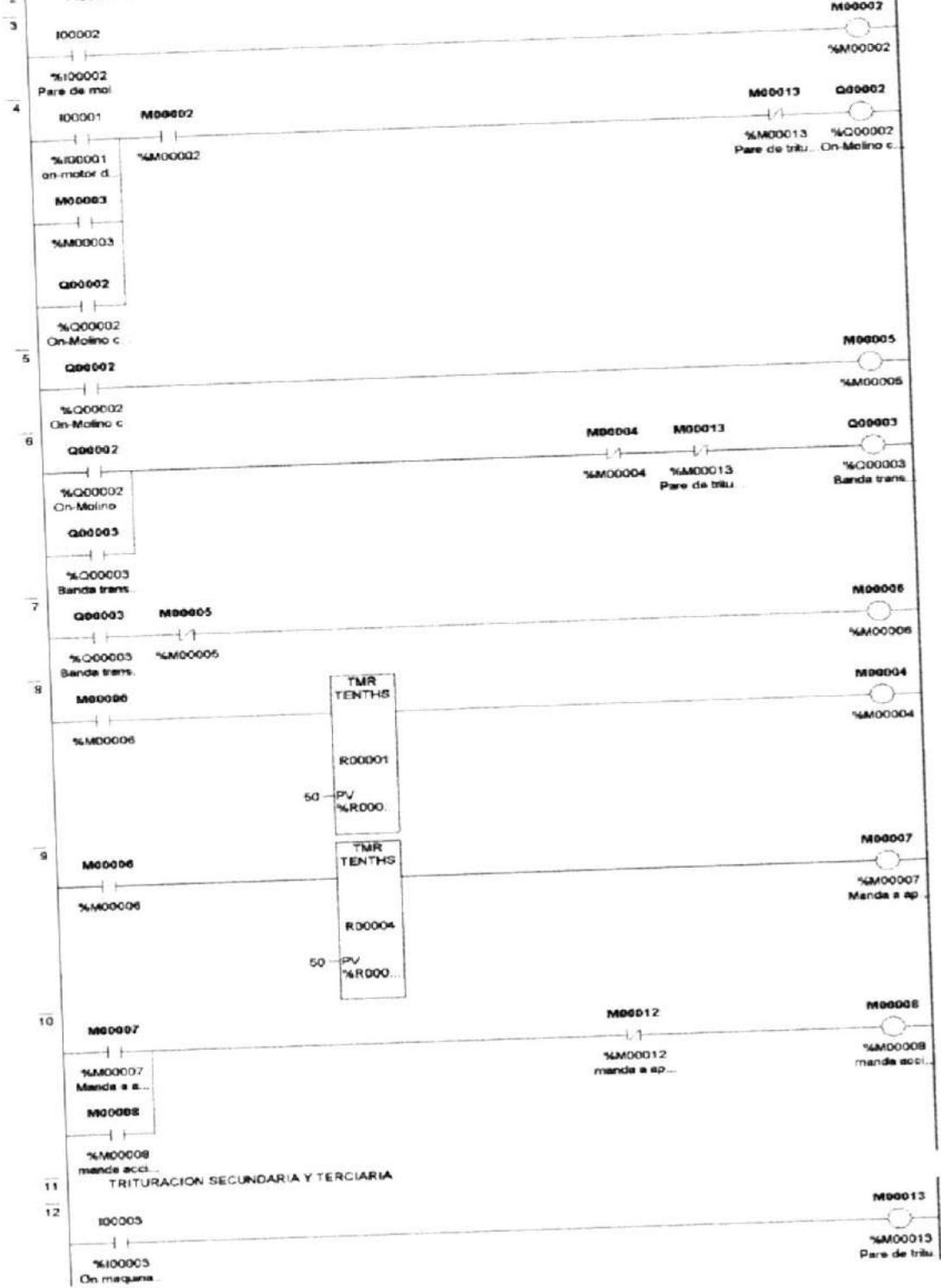
ANEXO A.1

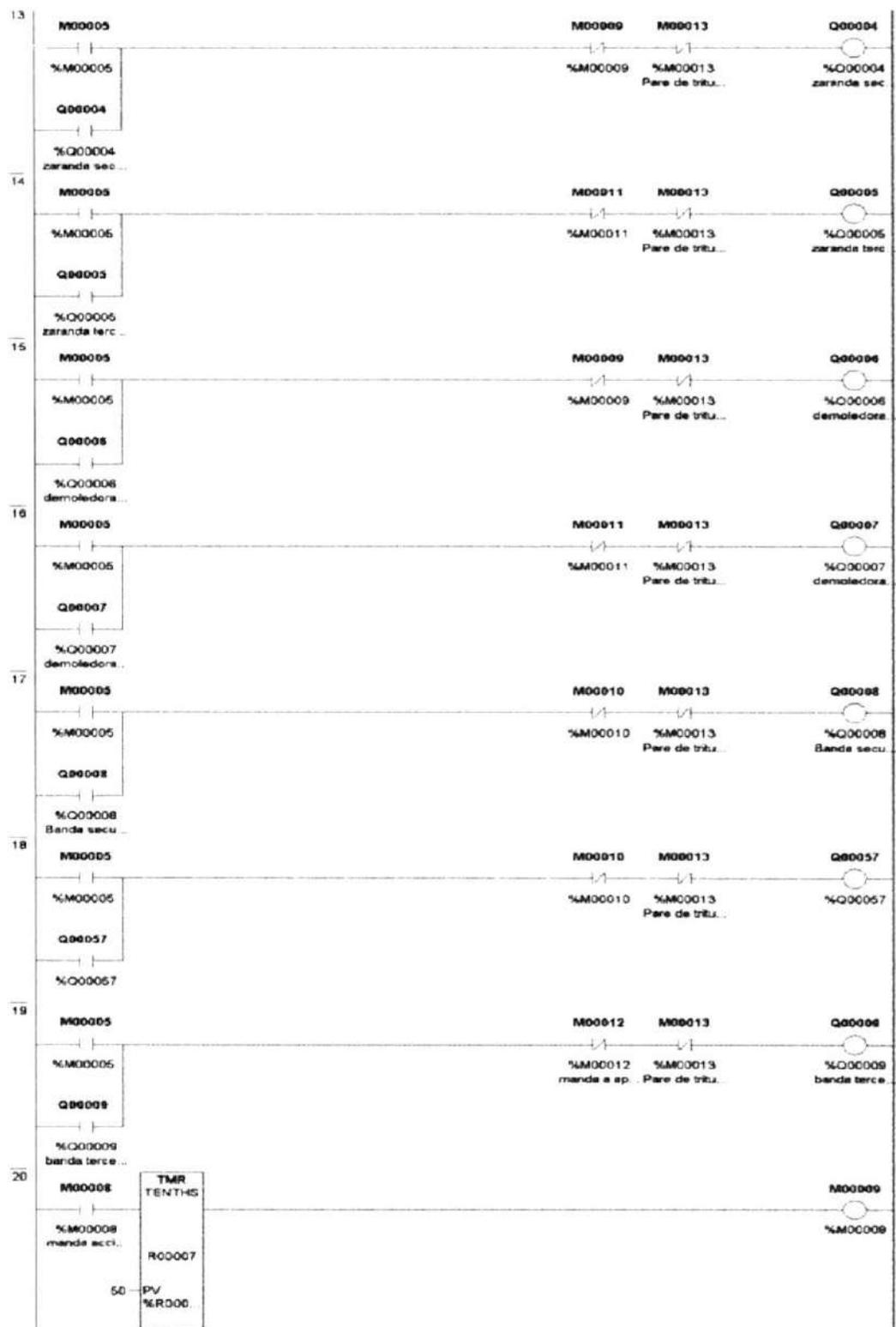
PROGRAMACION EN SIMPLICITY DE LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO

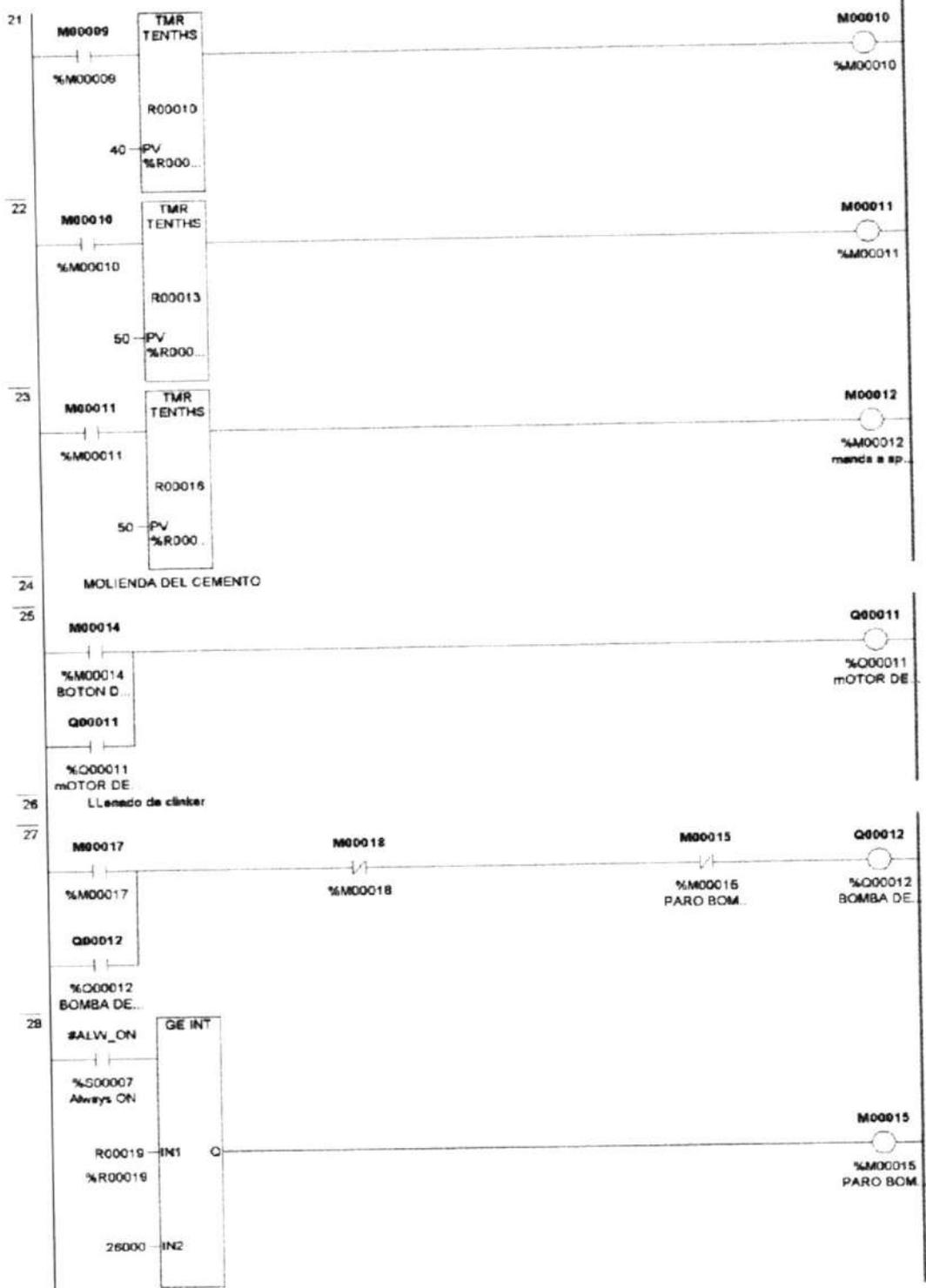


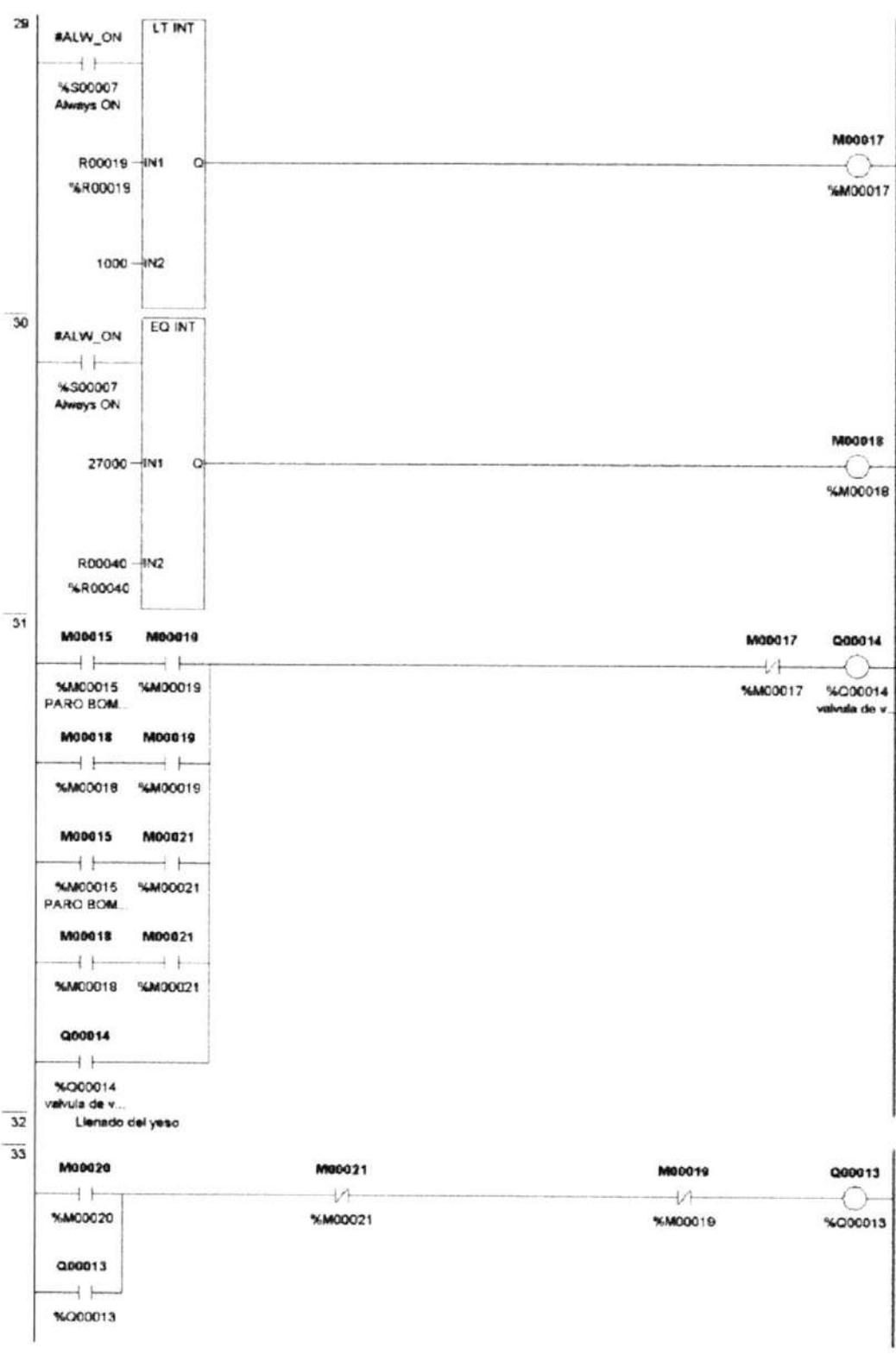
PROGRAMACION DEL PROCESO DE LA FABRICACION DEL CEMENTO

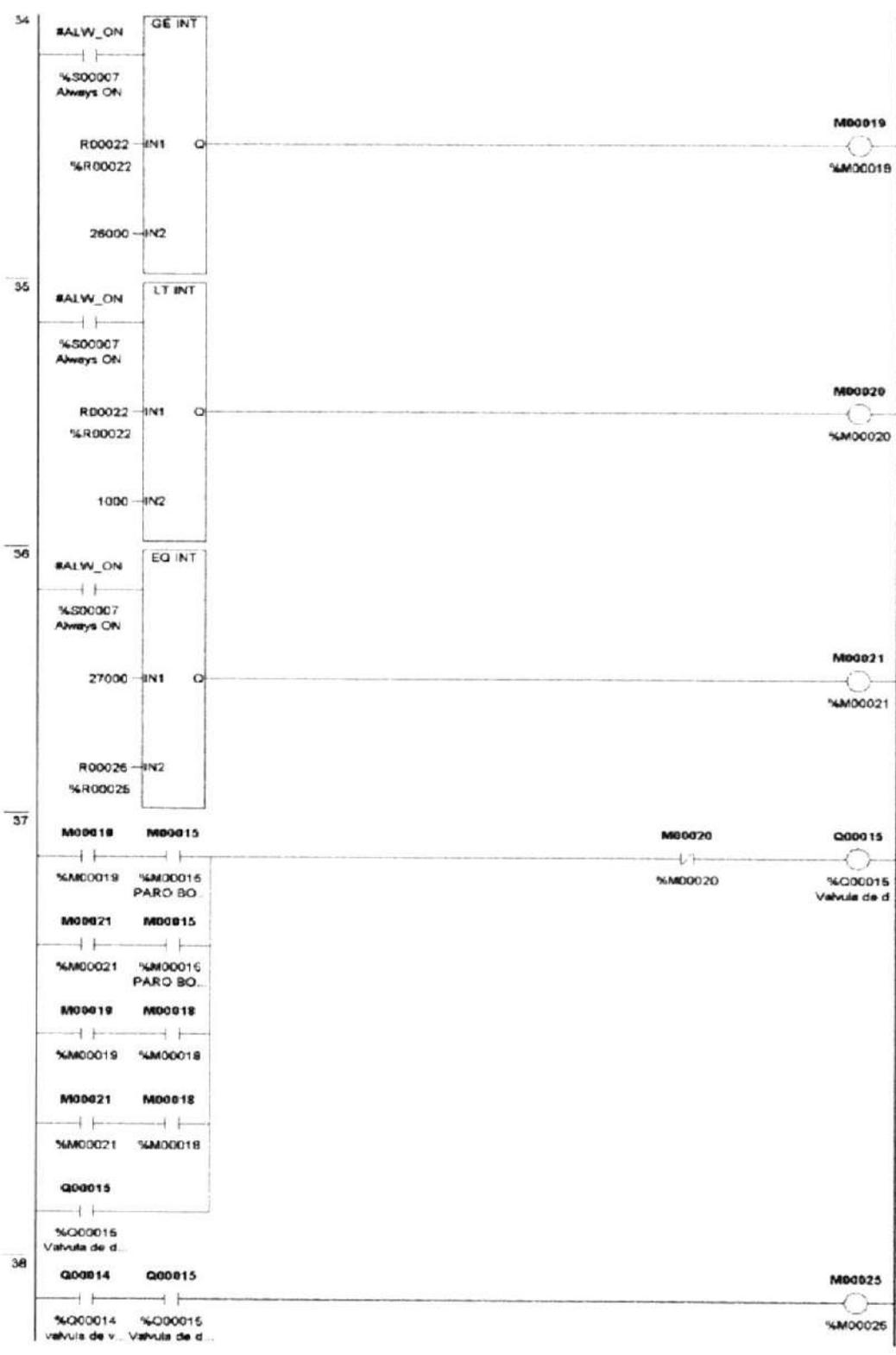
Proceso de Trituracion de la celiza

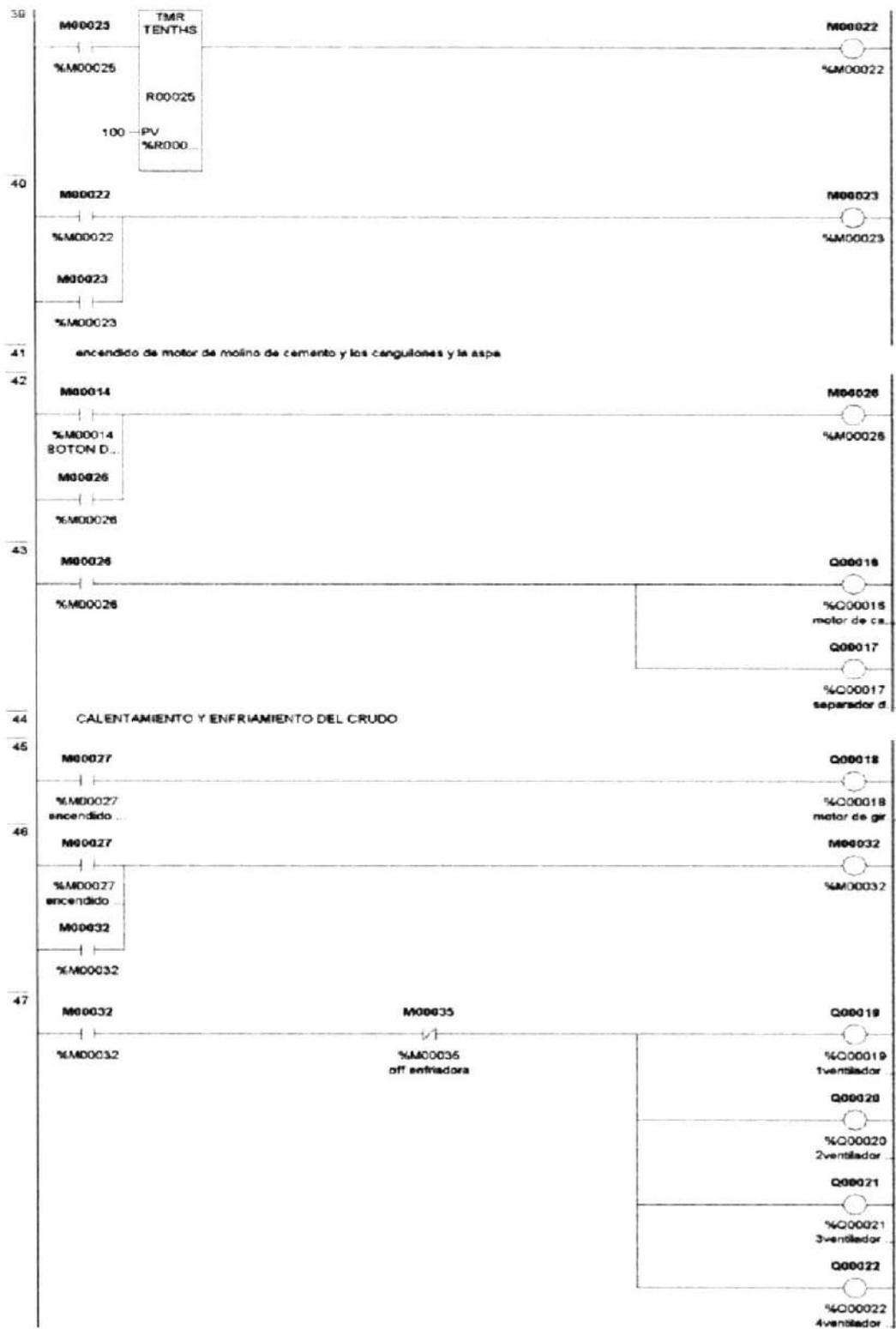


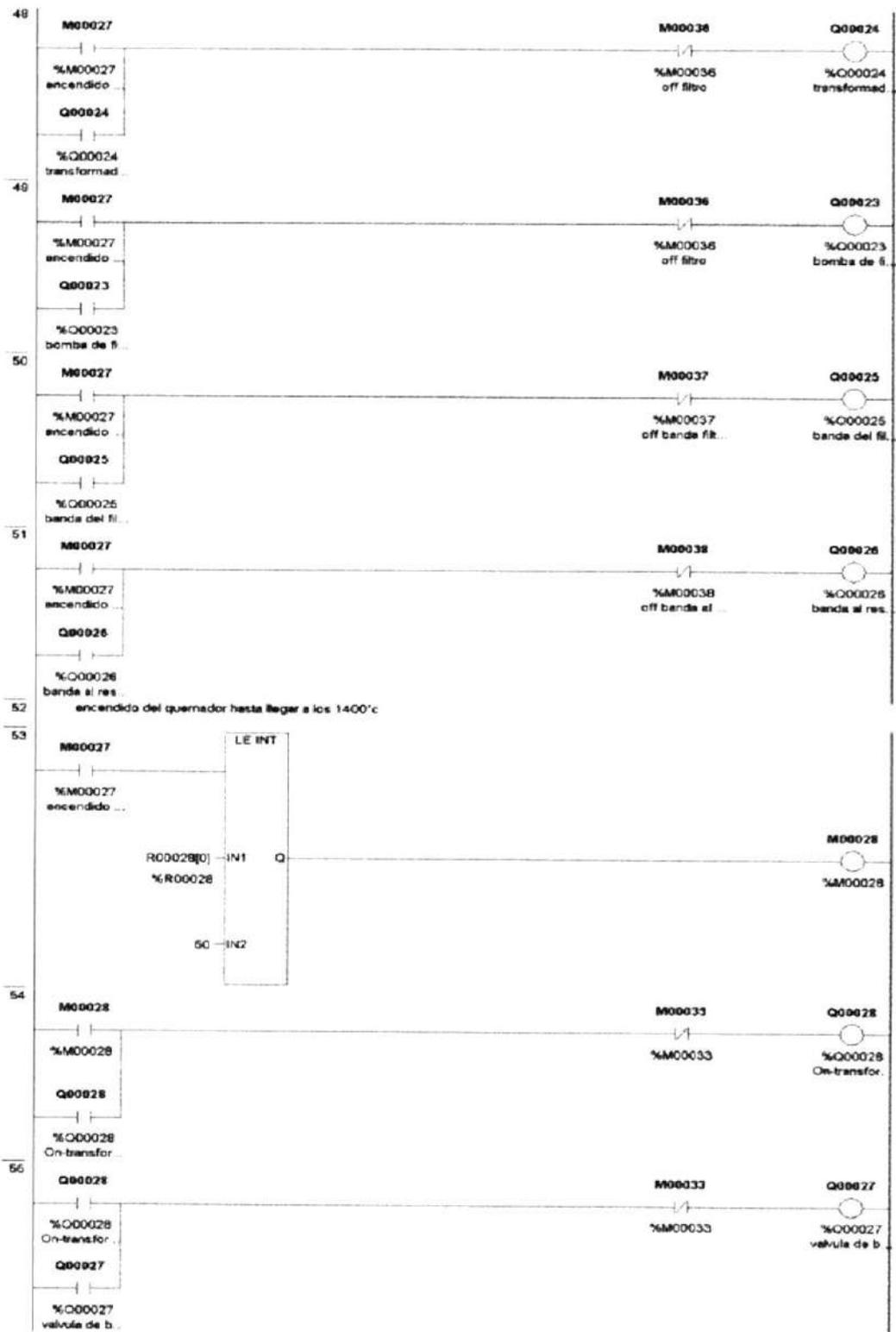


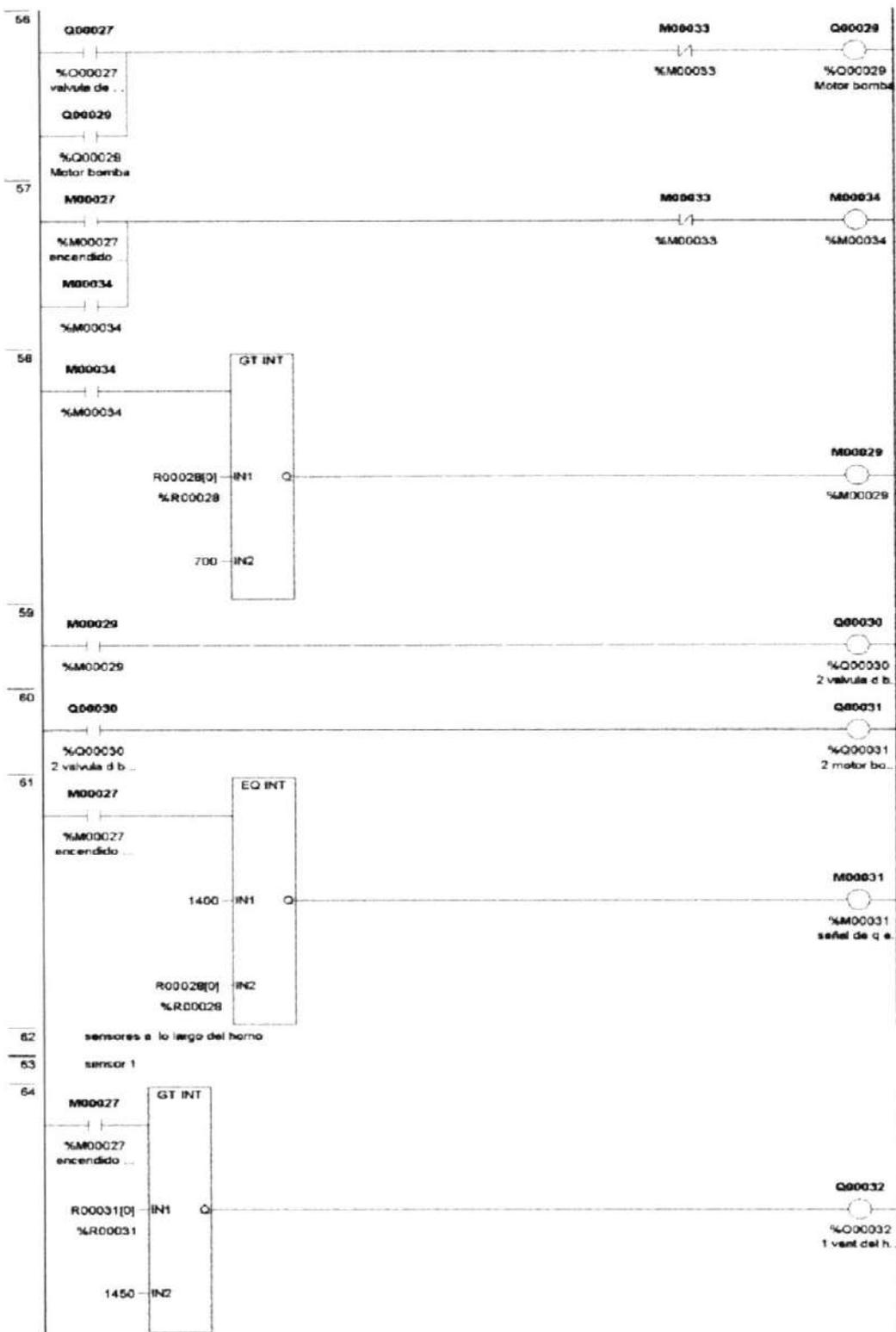


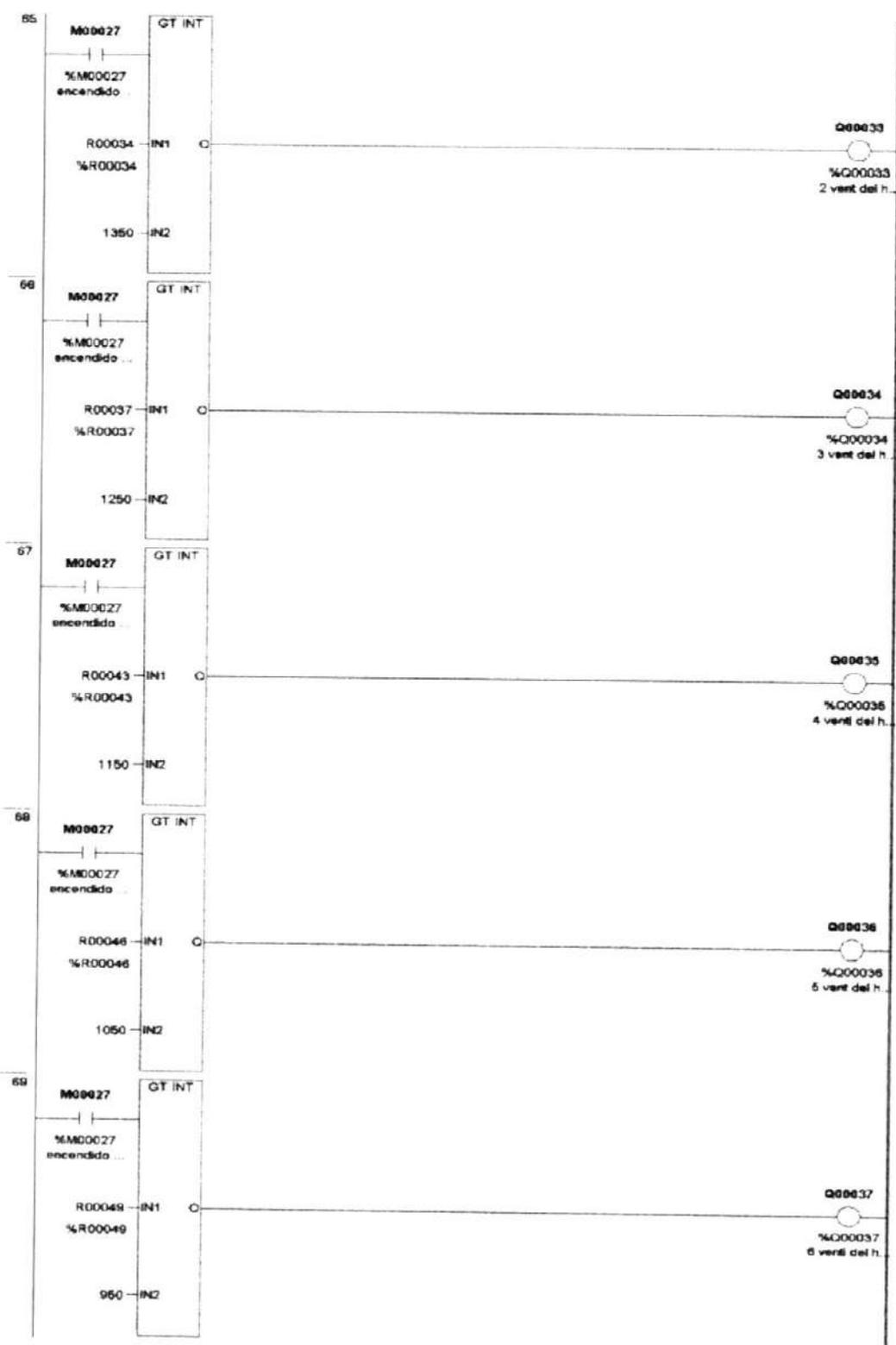


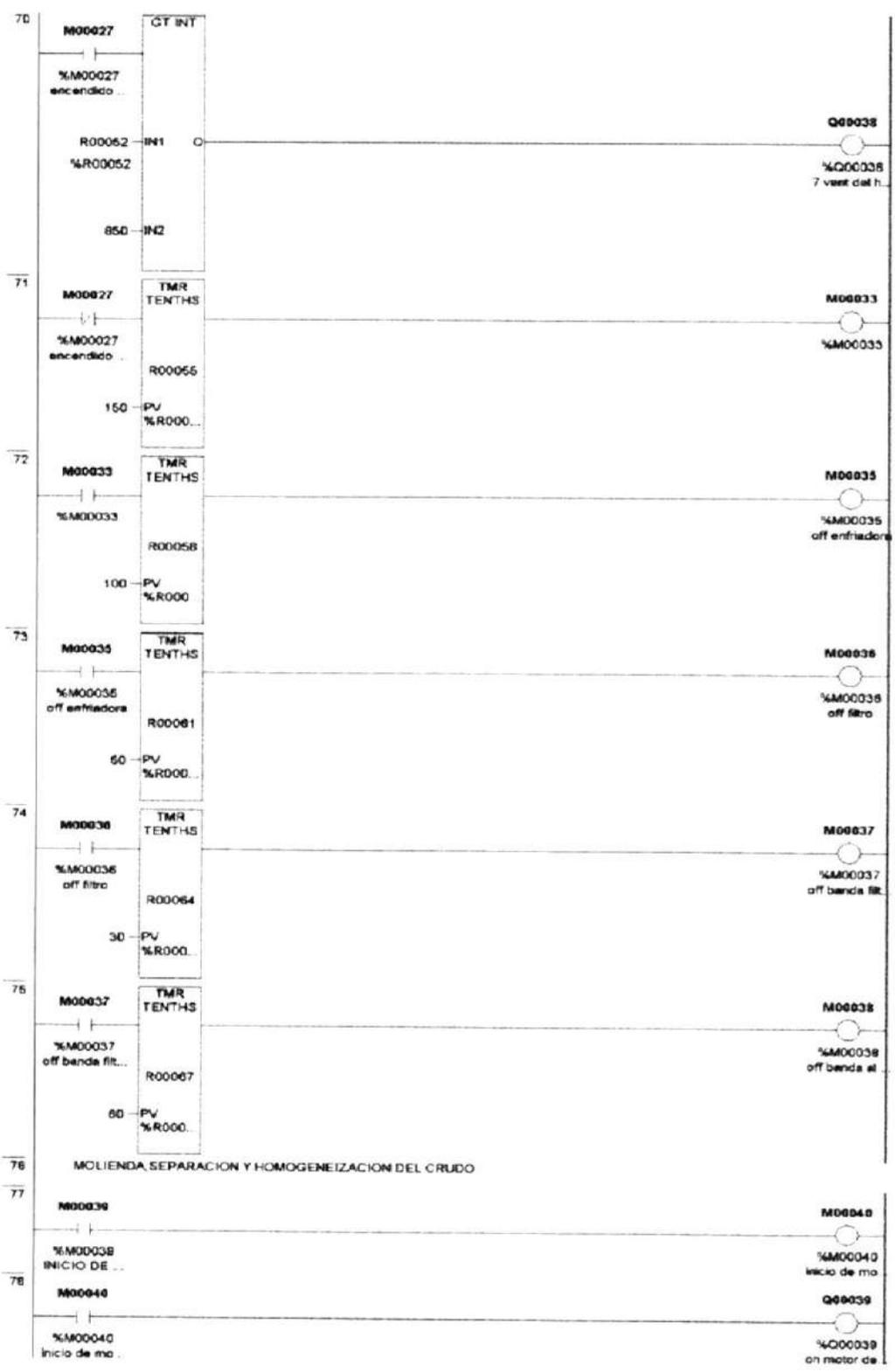












70

71

72

73

74

75

76

77

78

M00027 GT INT

%M00027 encendido

R00052 IN1

%R00052

850 IN2

M00027 TMR TENTHS

%M00027 encendido

R00055

150 PV %R000...

M00033 TMR TENTHS

%M00033

R00058

100 PV %R000...

M00035 TMR TENTHS

%M00035 off enfriadora

R00061

60 PV %R000...

M00036 TMR TENTHS

%M00036 off filtro

R00064

30 PV %R000...

M00037 TMR TENTHS

%M00037 off banda filt...

R00067

60 PV %R000...

MOLIENDA, SEPARACION Y HOMOGENEIZACION DEL CRUDO

M00038

%M00038 inicio de mo...

M00040

%M00040 inicio de mo...

Q00038

%Q00038 7 vest del h.

M00033

%M00033

M00035

%M00035 off enfriadora

M00036

%M00036 off filtro

M00037

%M00037 off banda fil

M00038

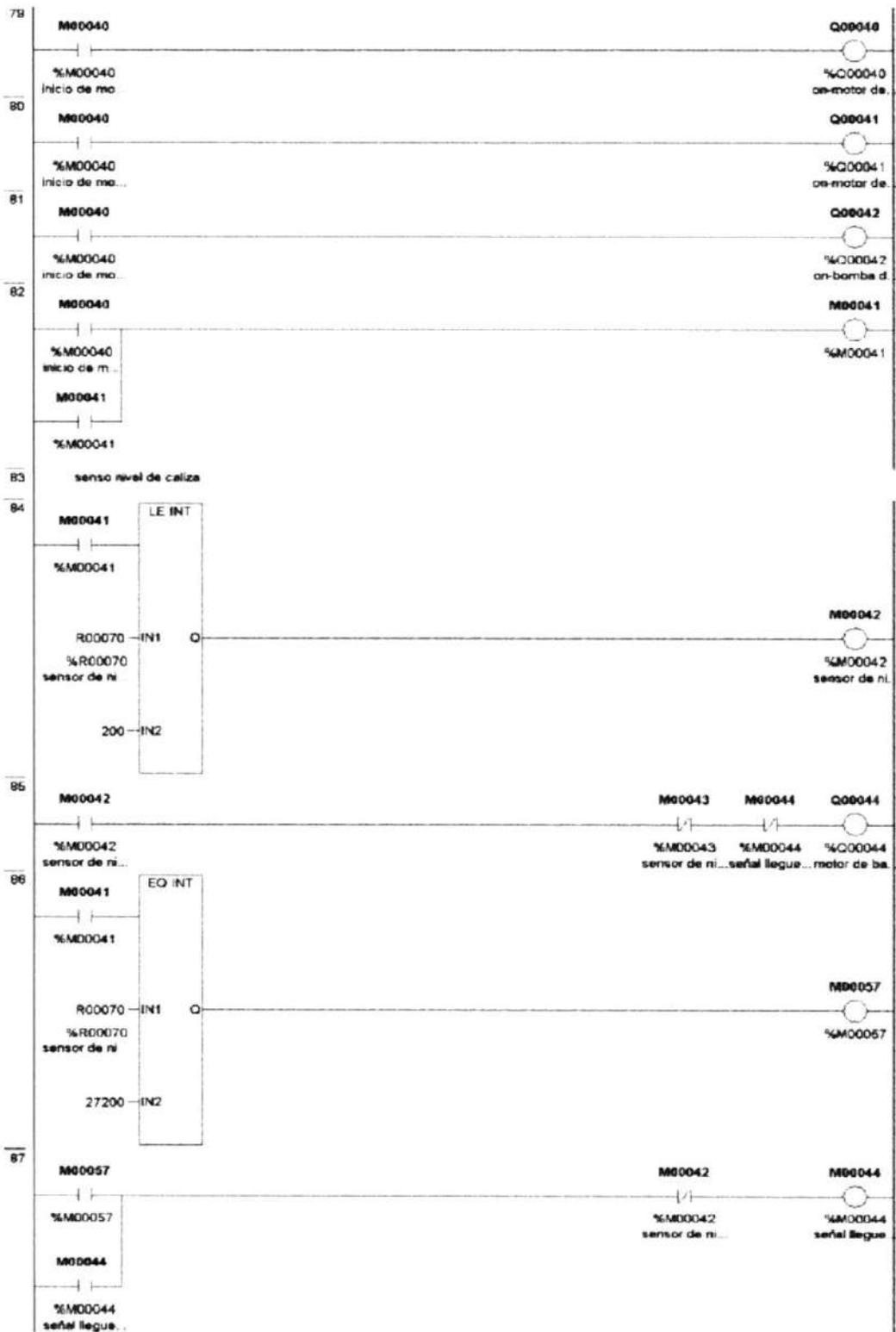
%M00038 off banda el

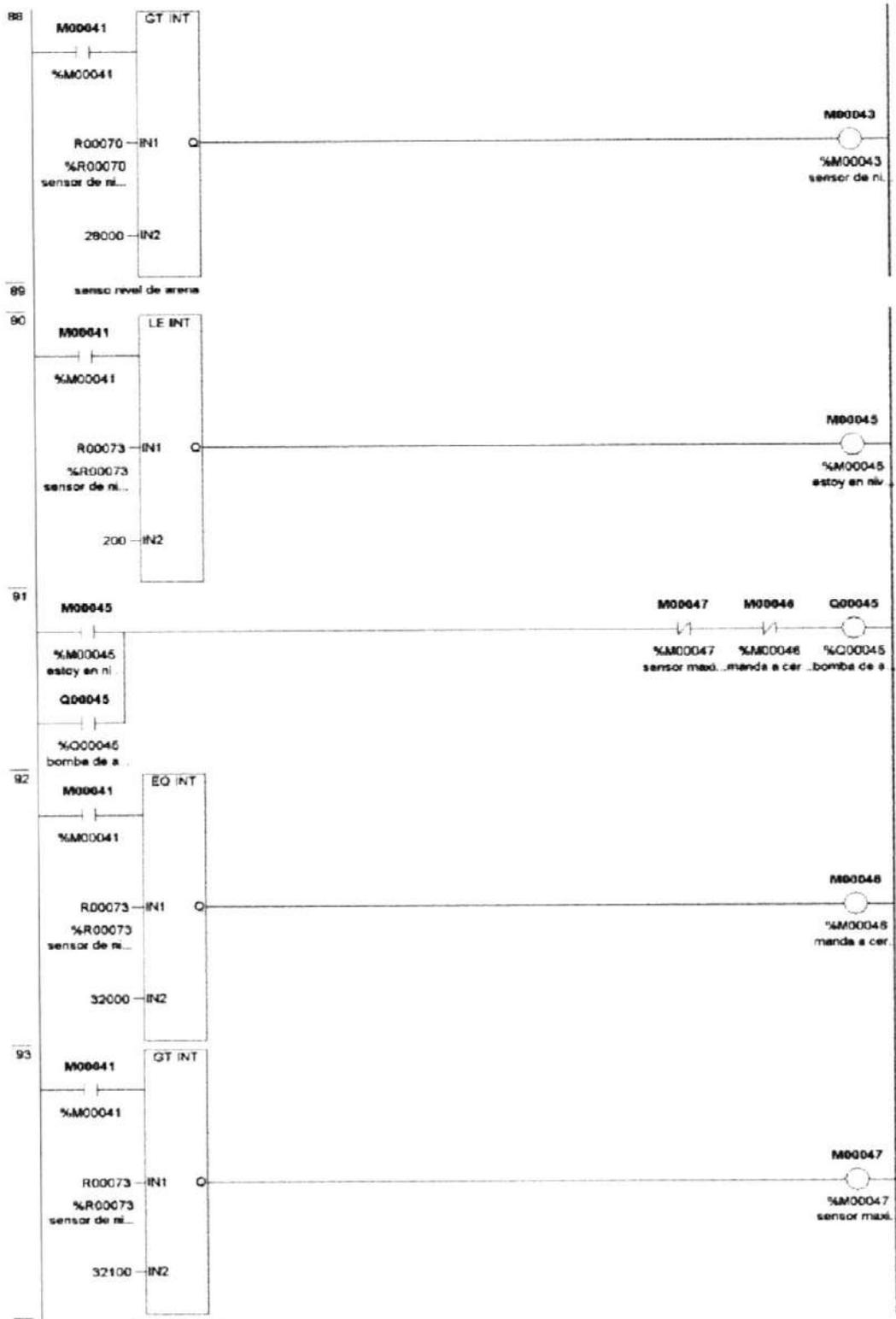
M00040

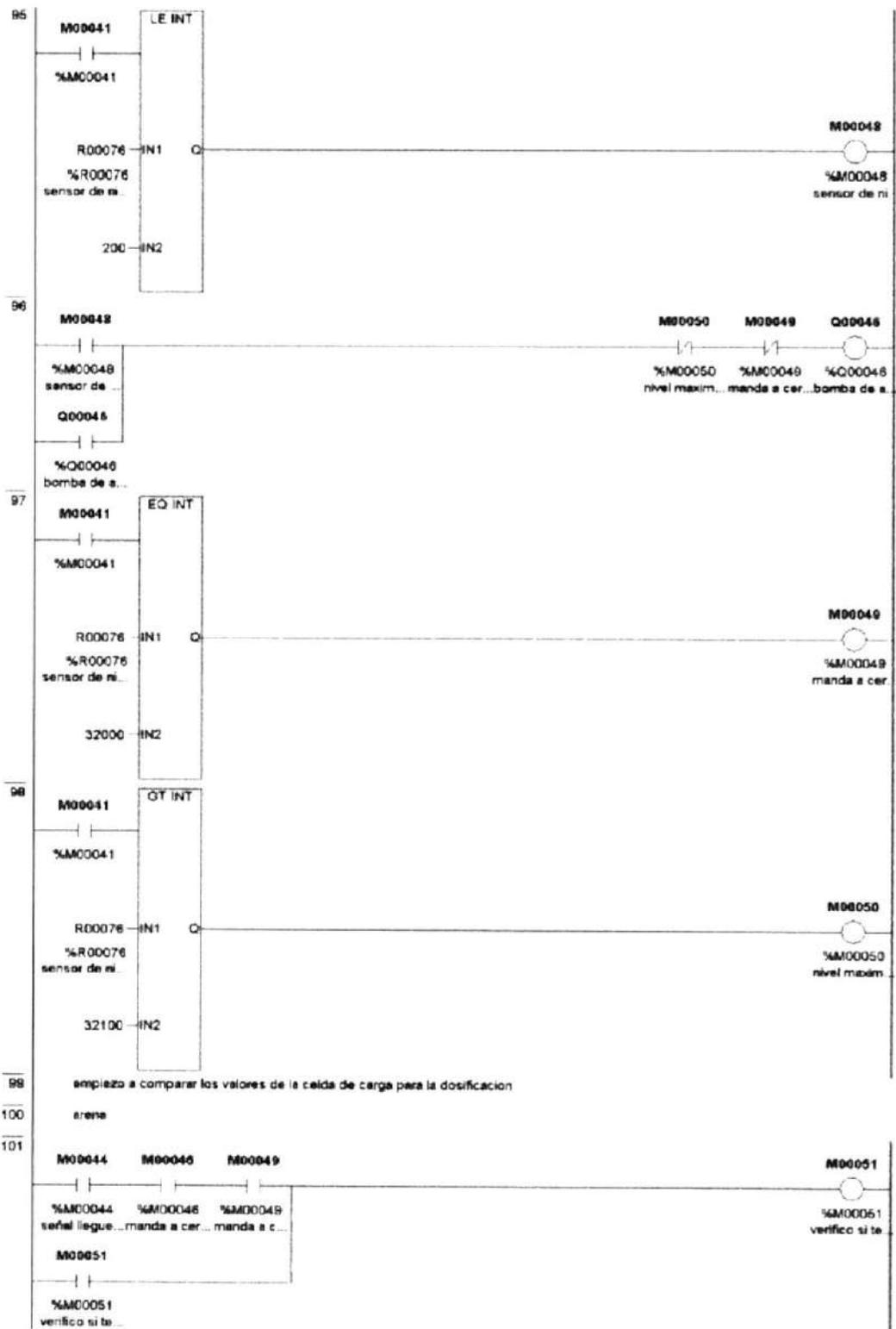
%M00040 inicio de mo

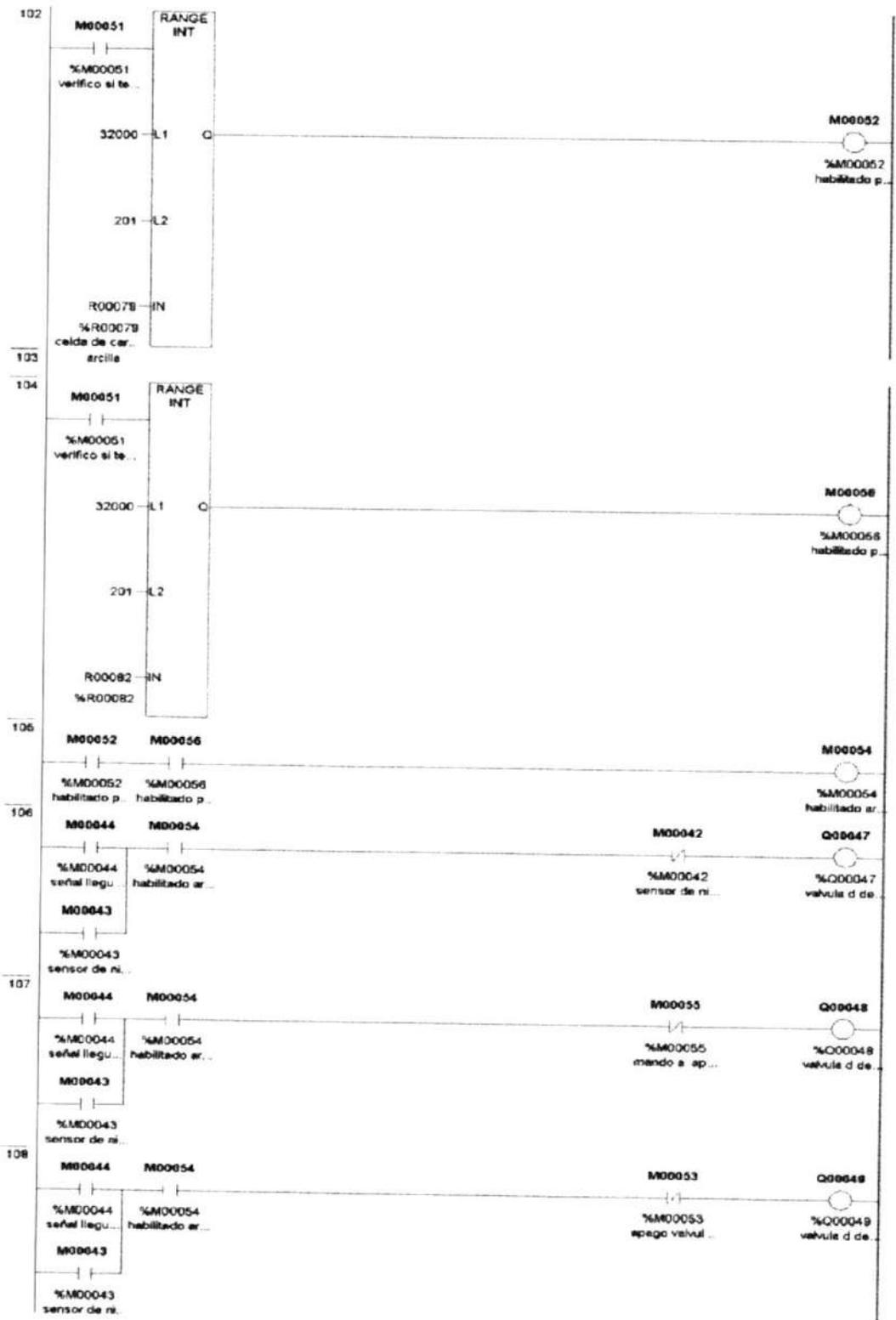
Q00039

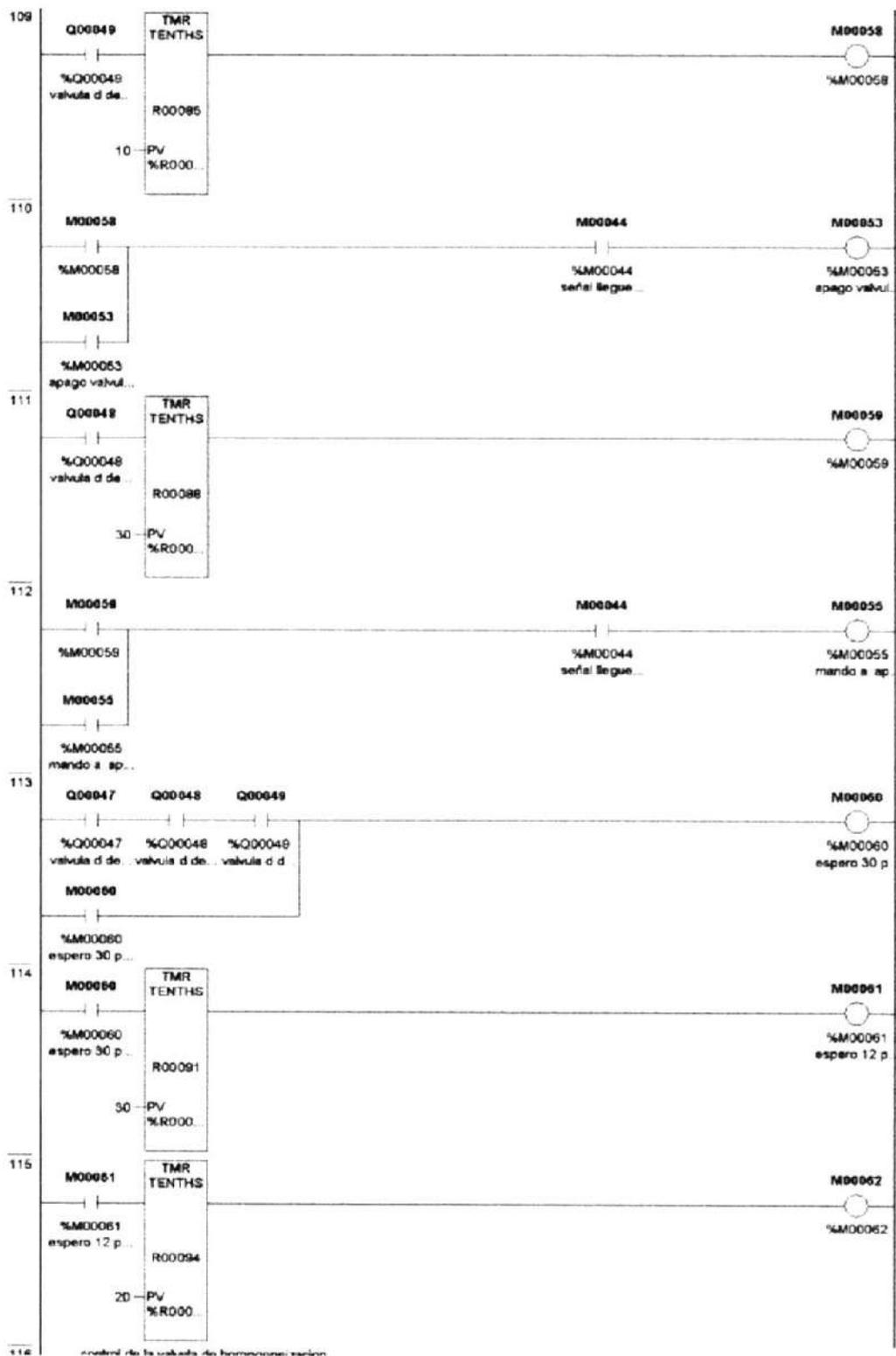
%Q00039 on motor de

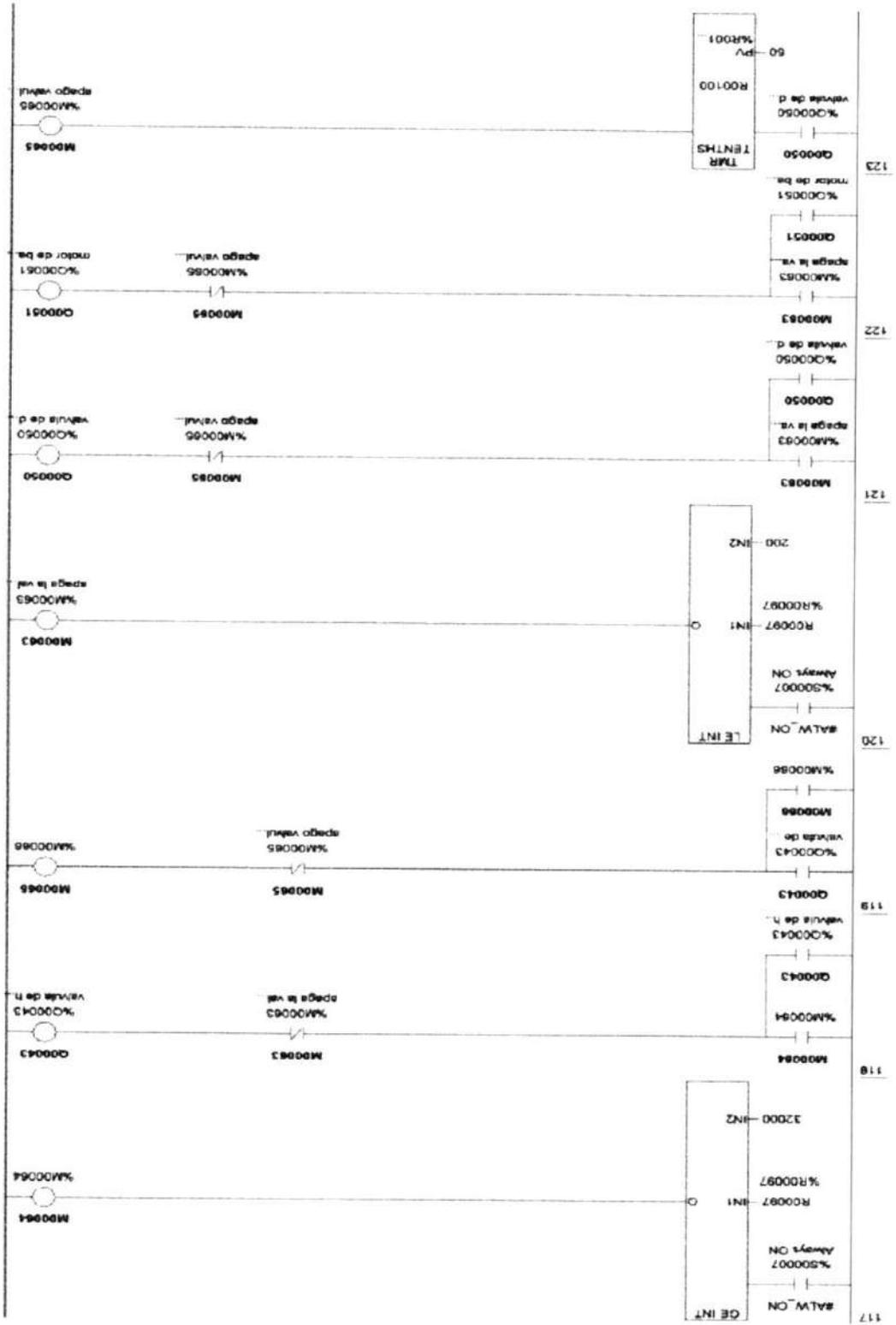




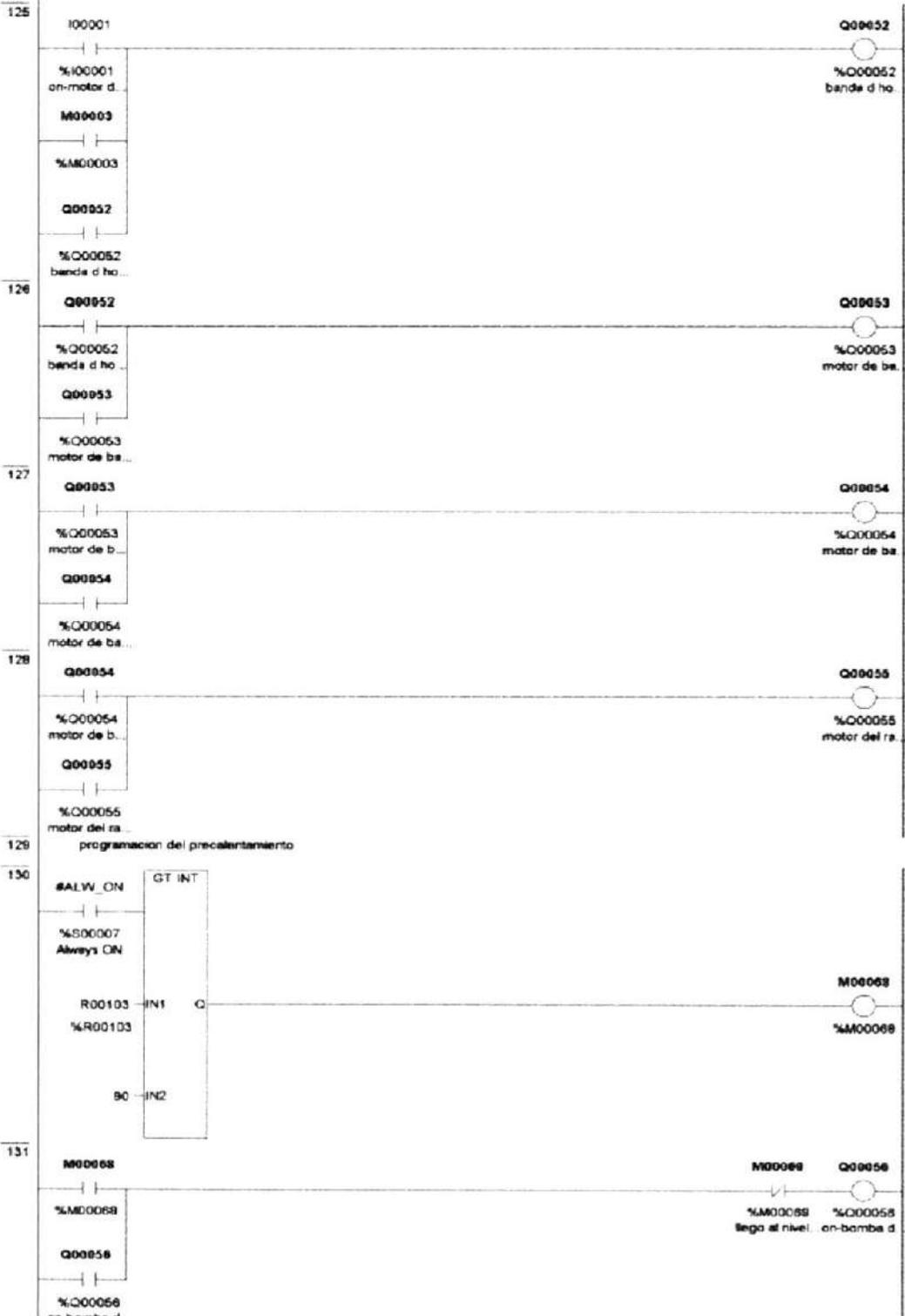


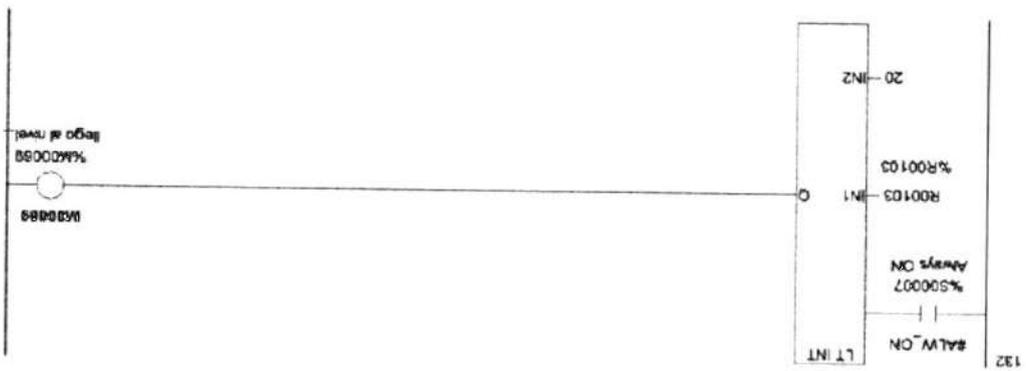






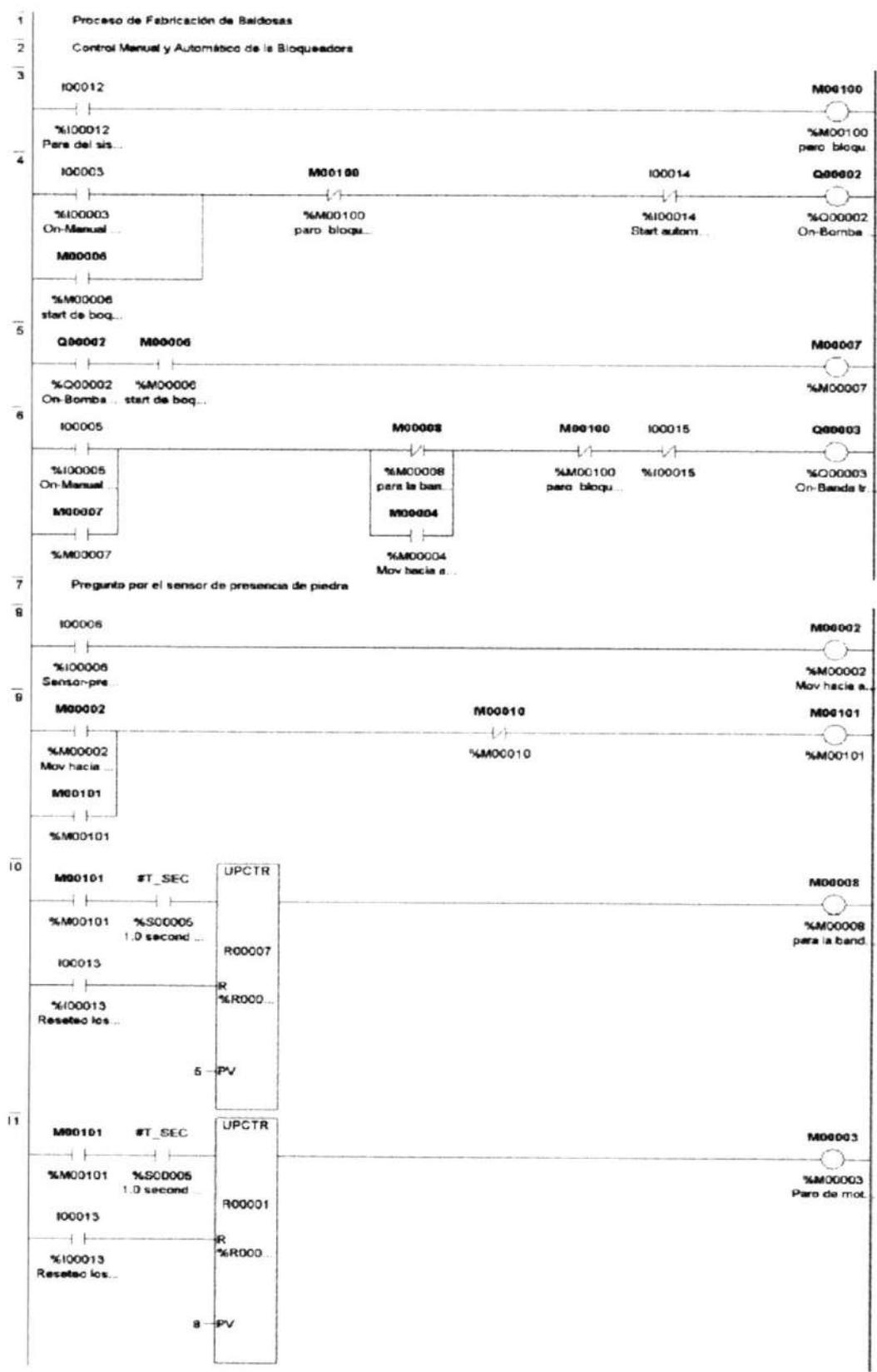
124 PROCESO DE HOMOGENEIZACION DE LA CALIZA

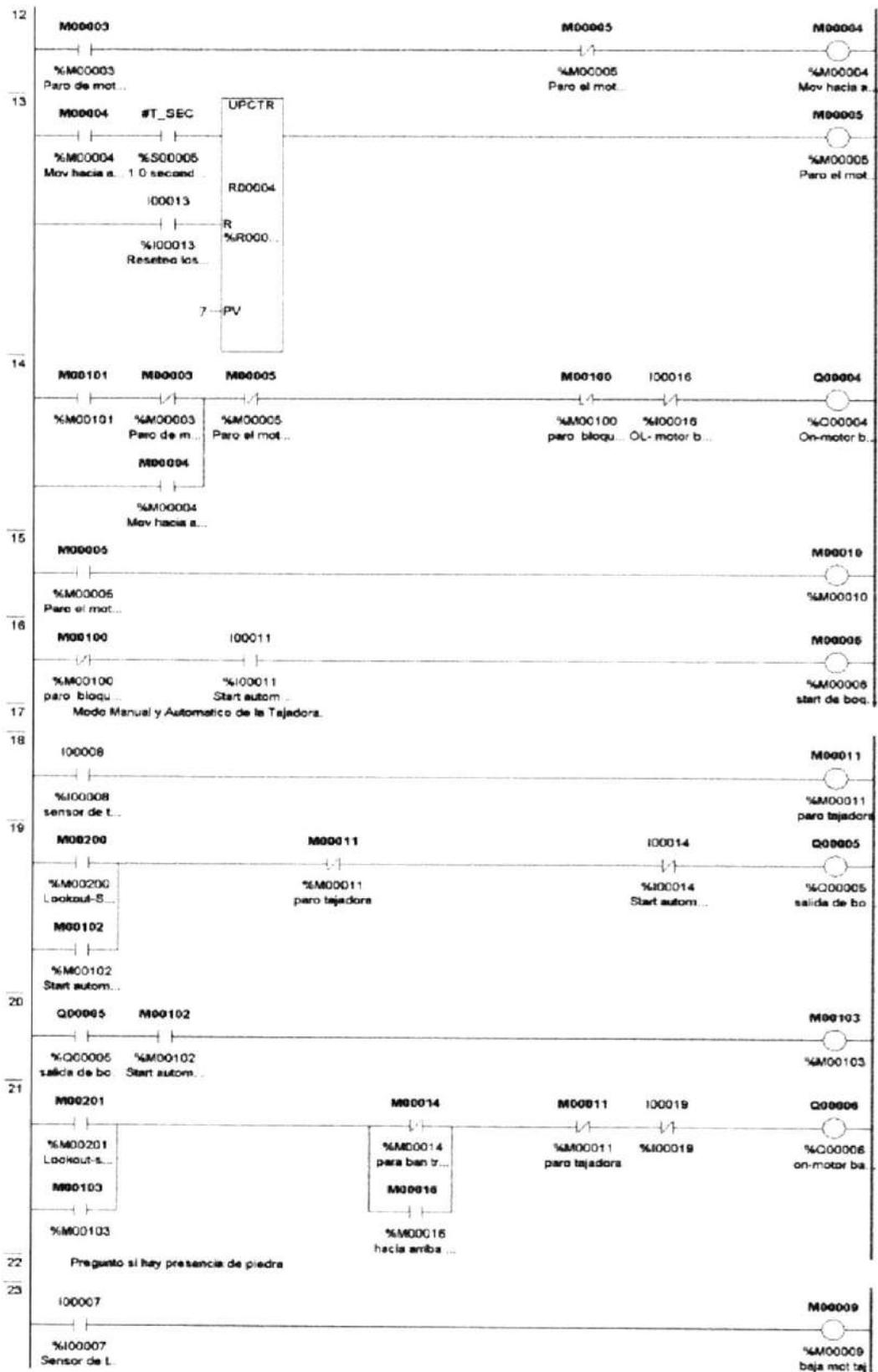


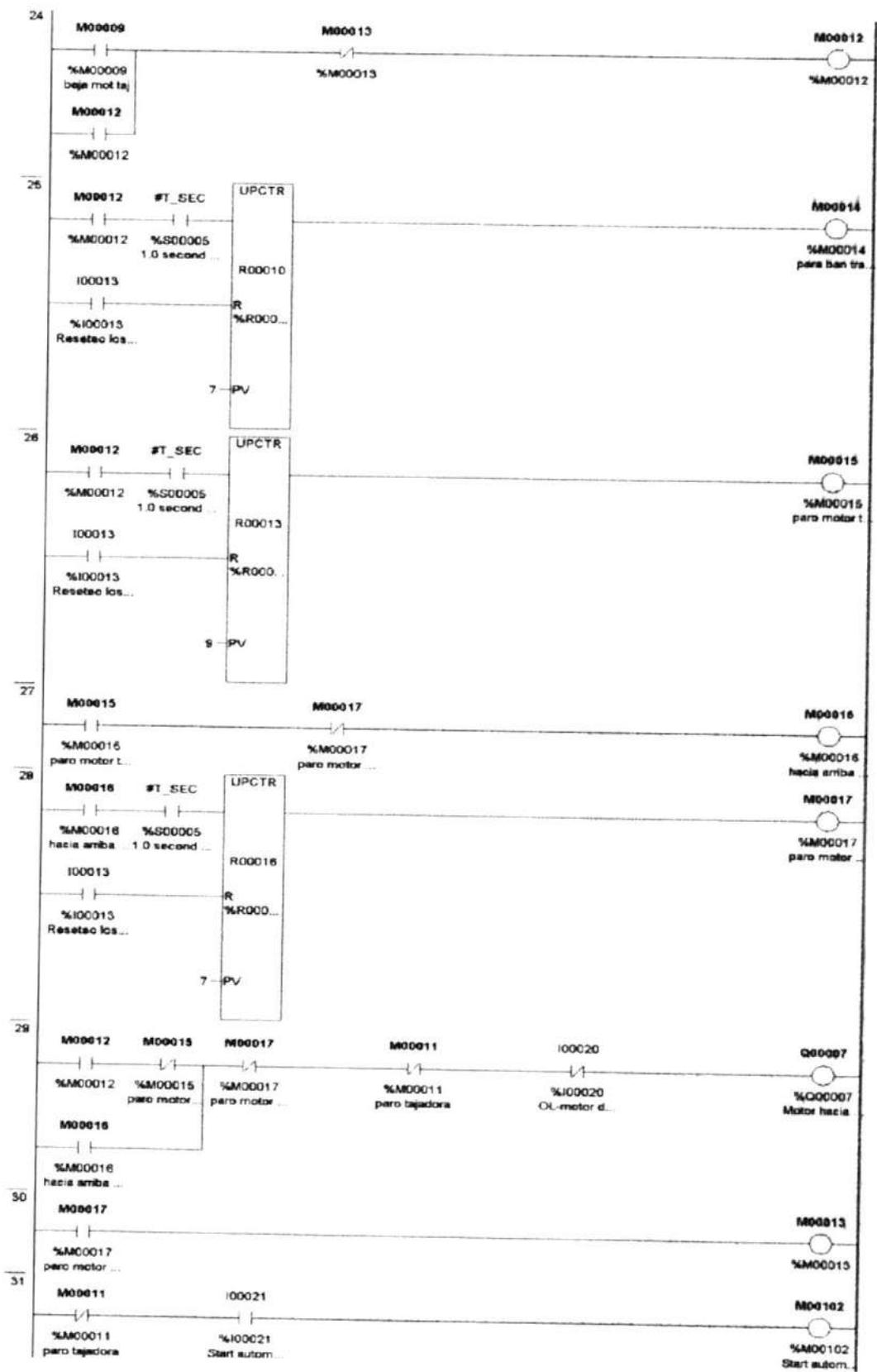


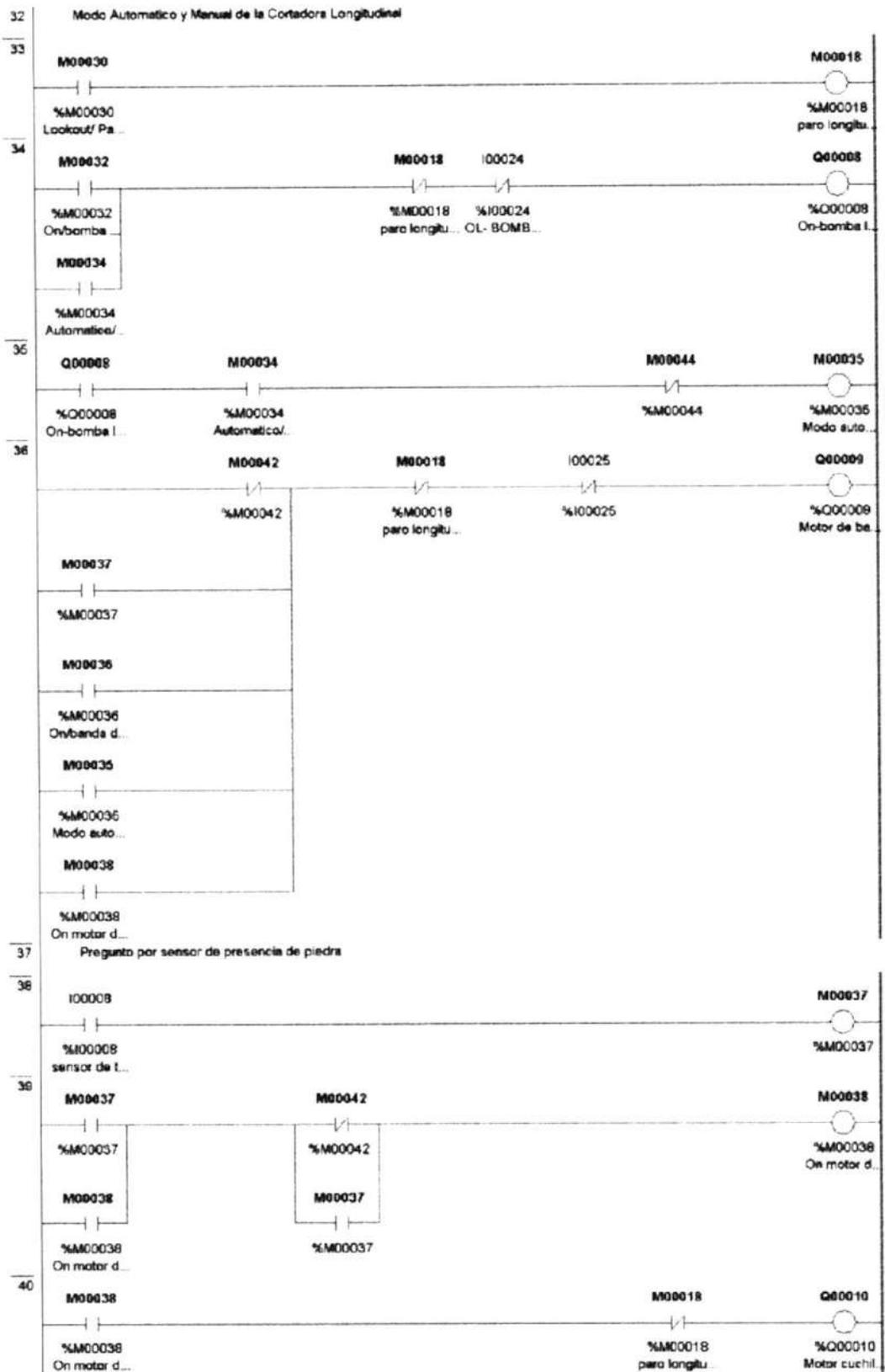
ANEXO A.2

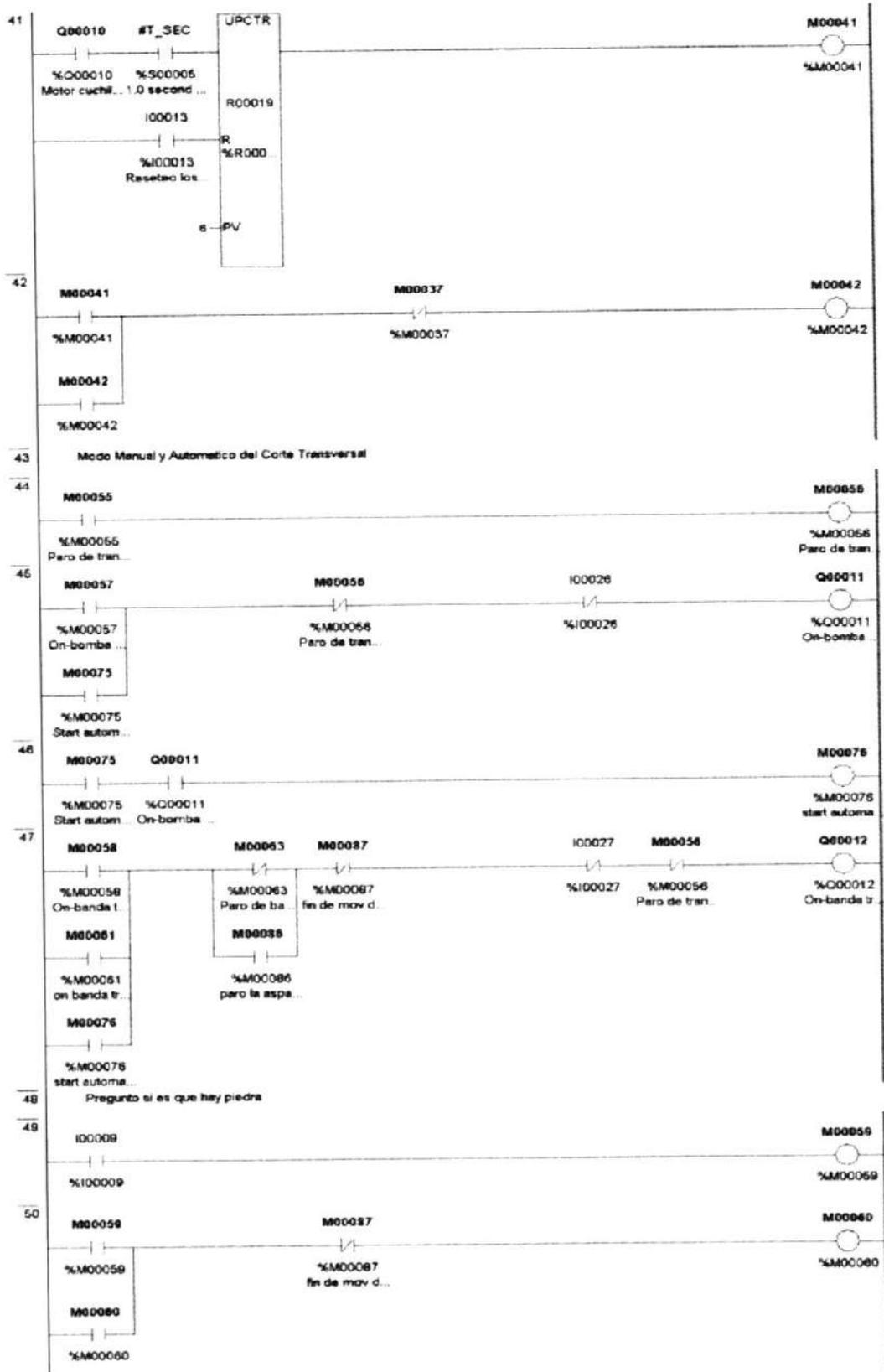
**PROGRAMACION EN SIMPLICITY
DE LA FABRICACIÓN DE LAS
BALDOSAS.**

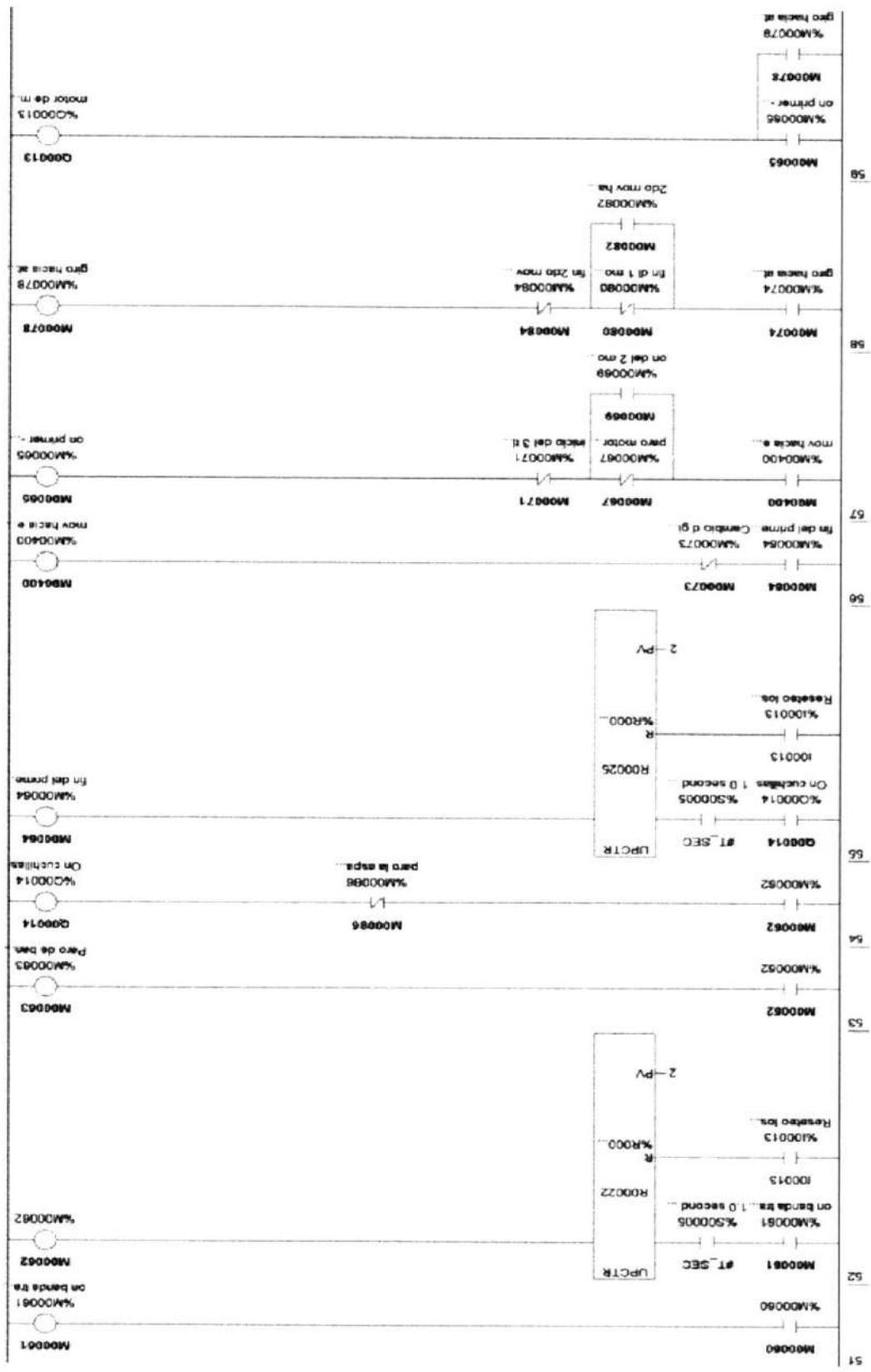


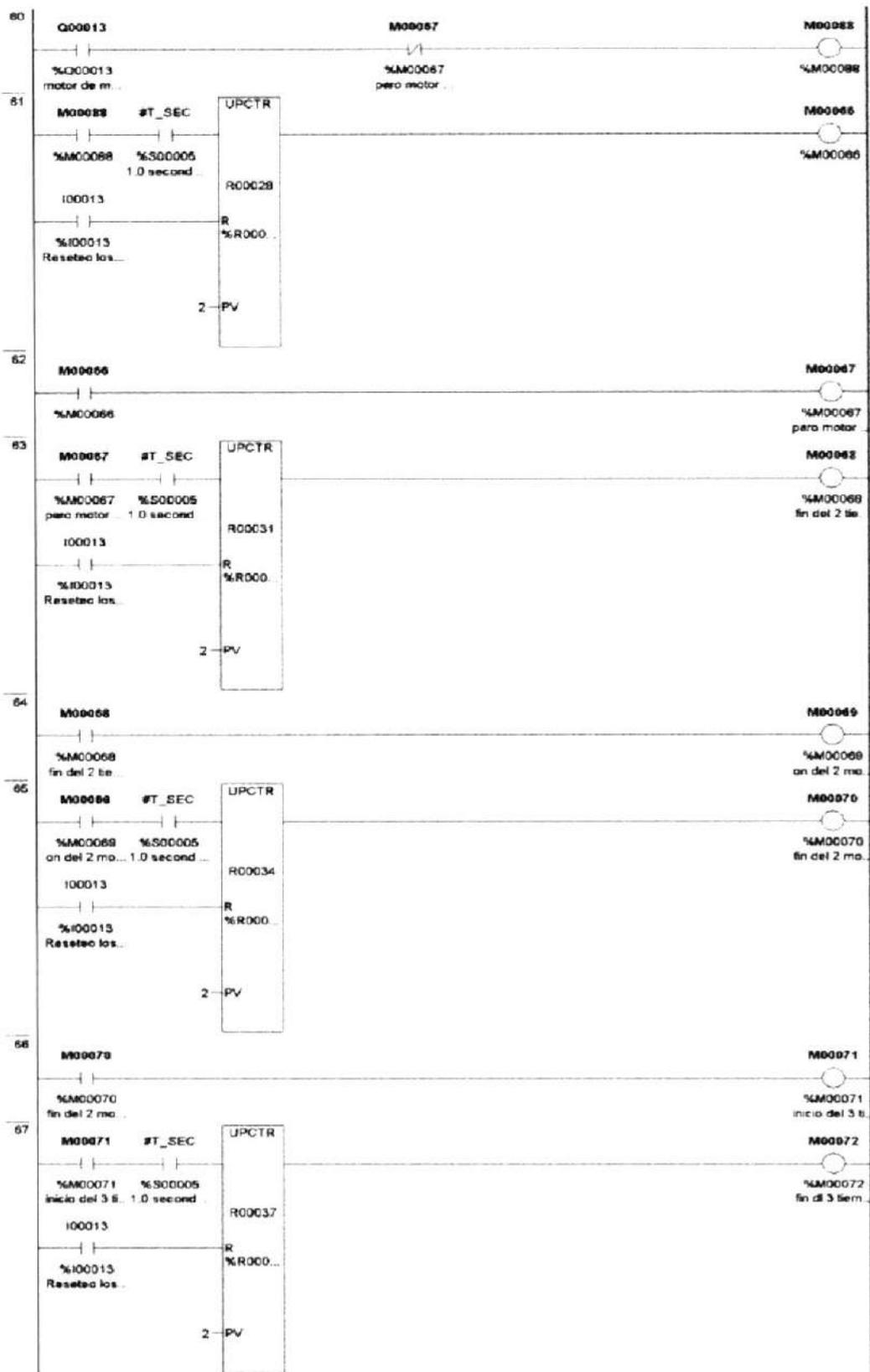


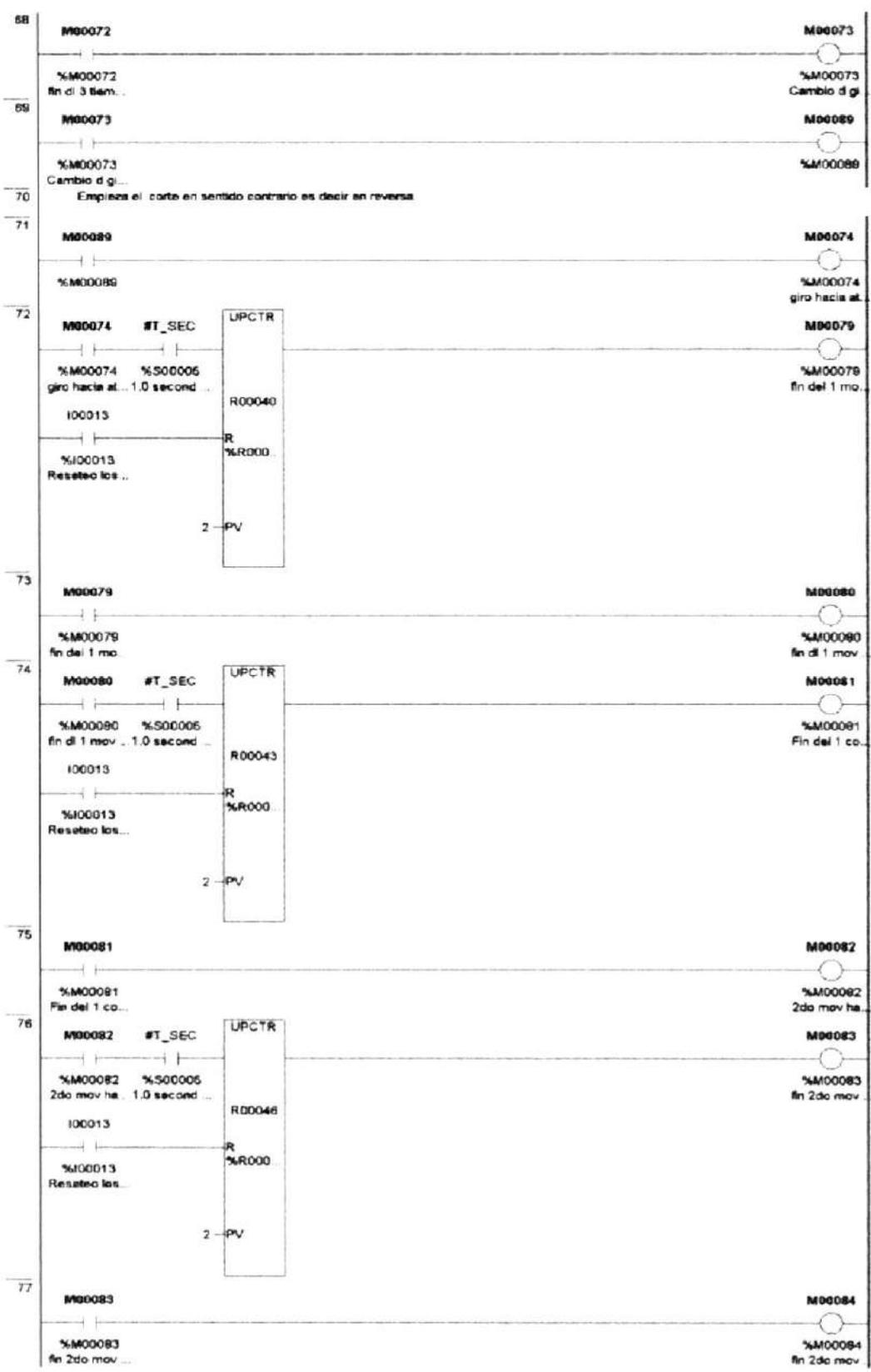


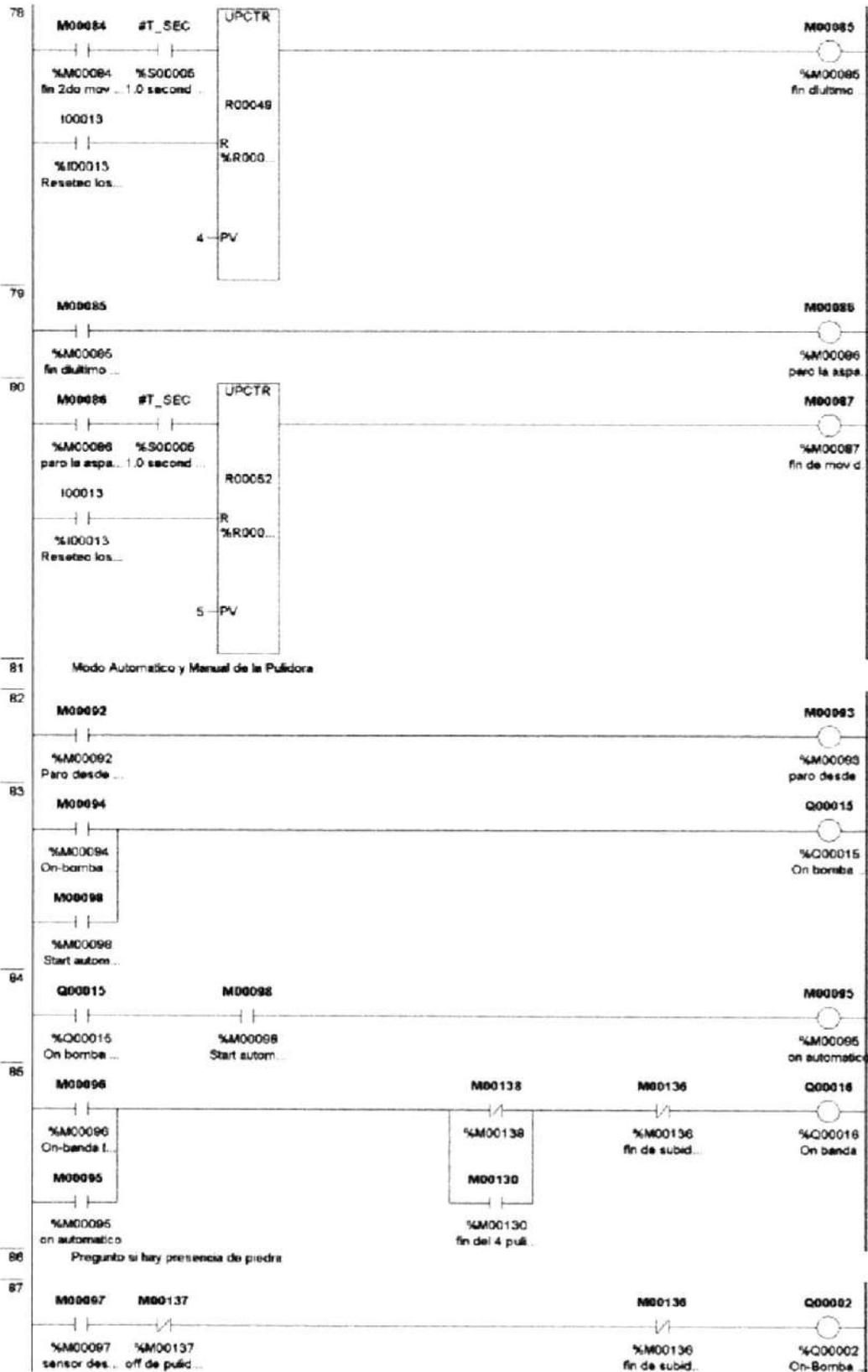


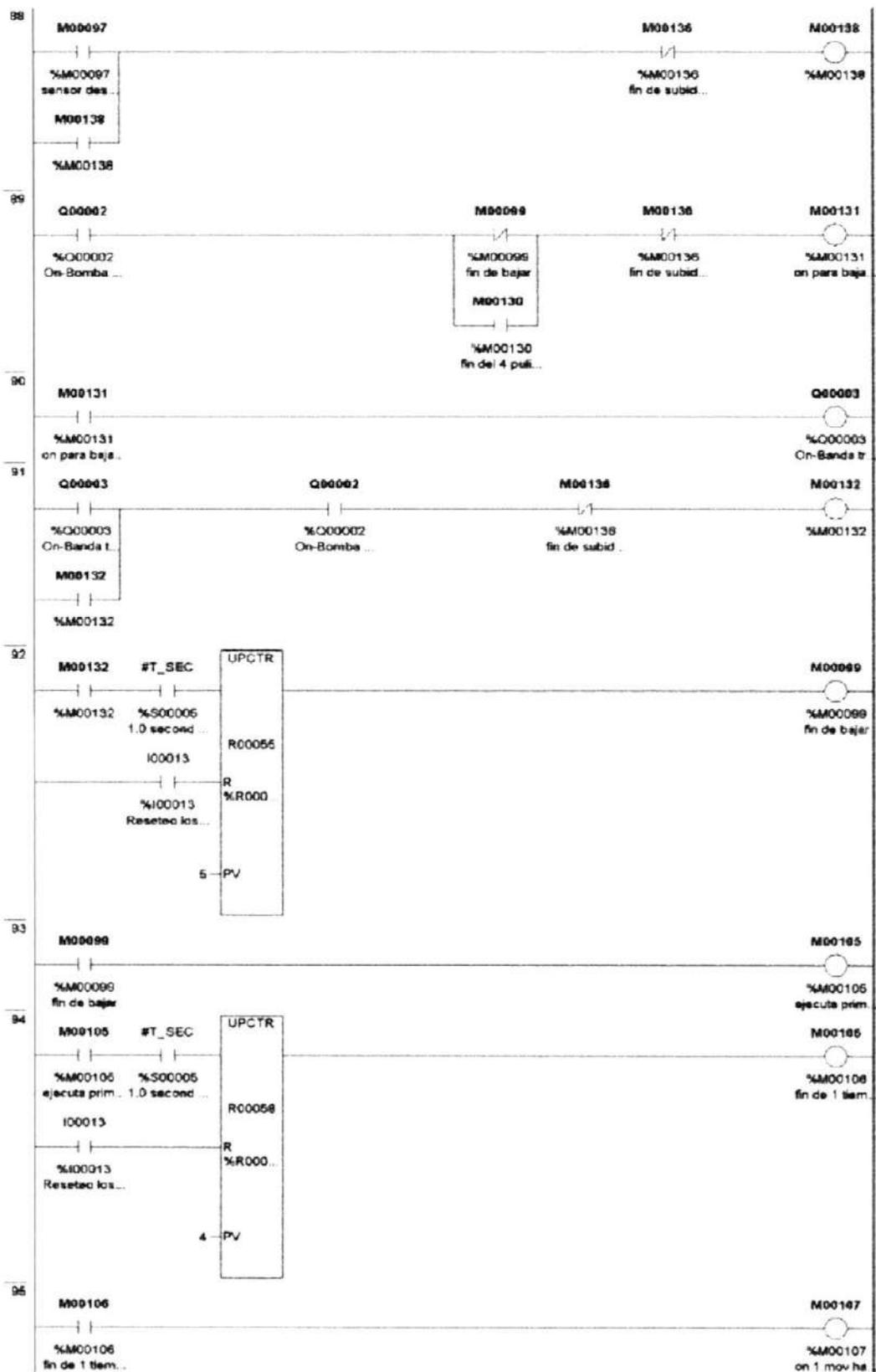


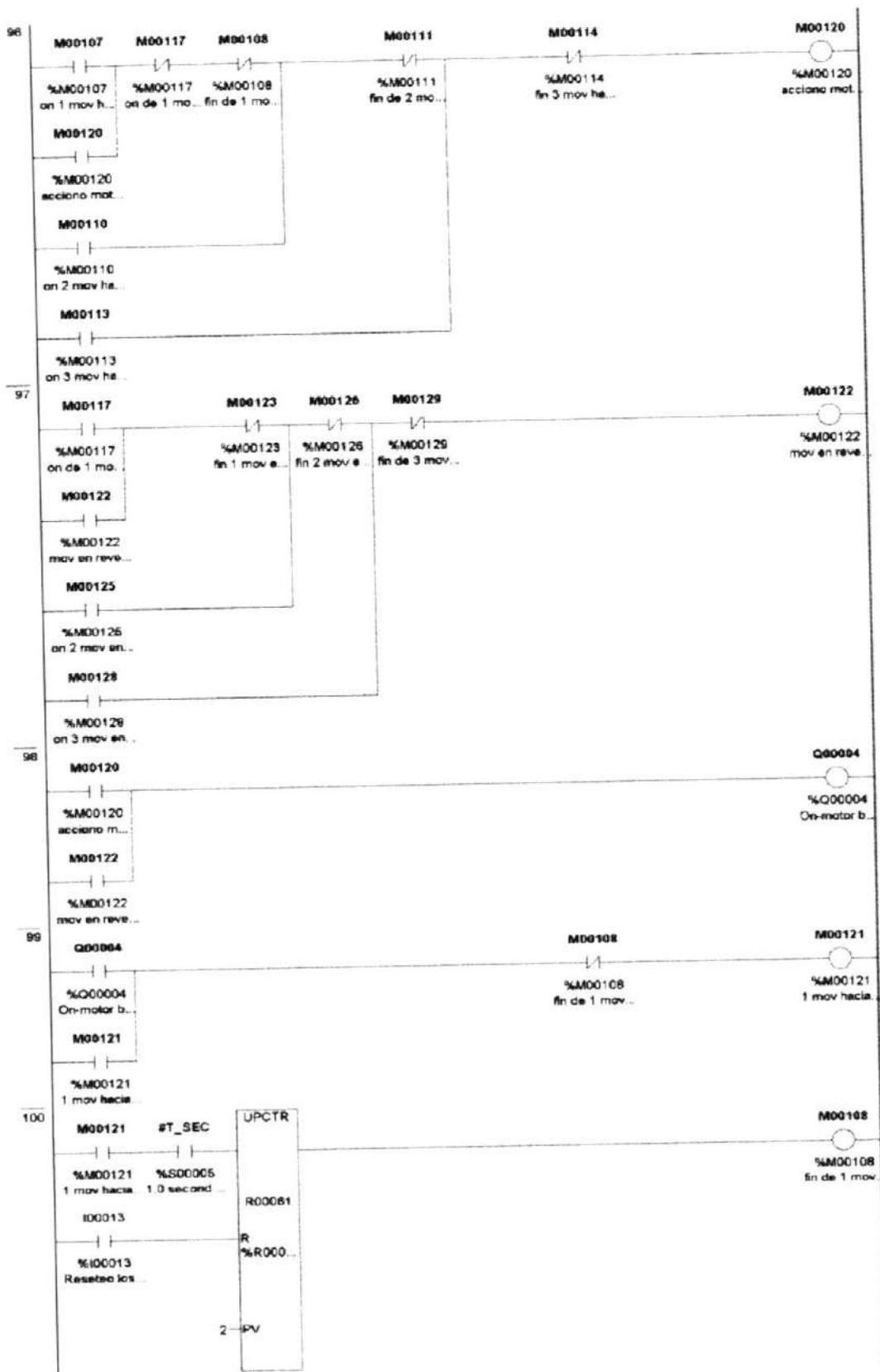


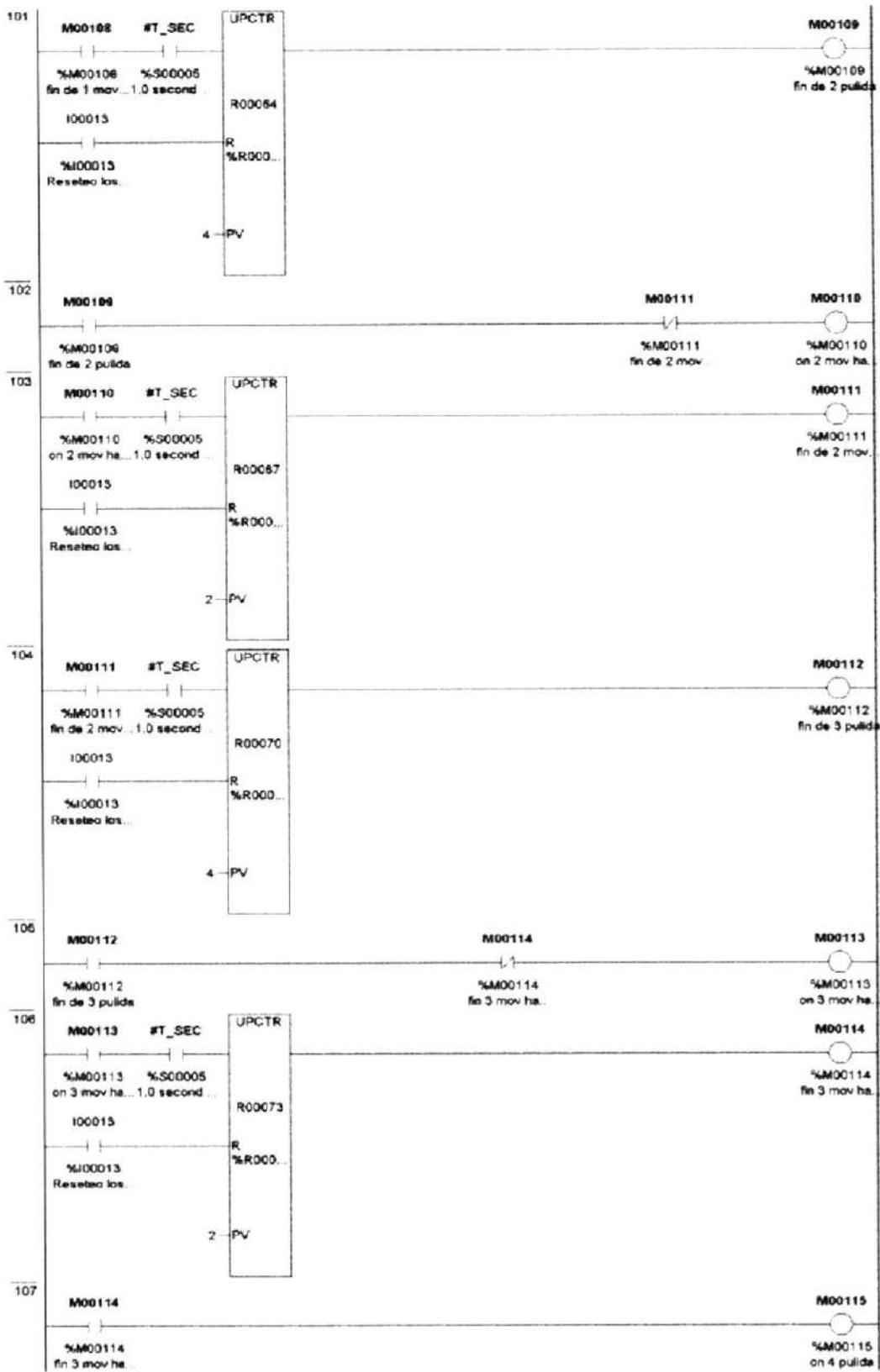


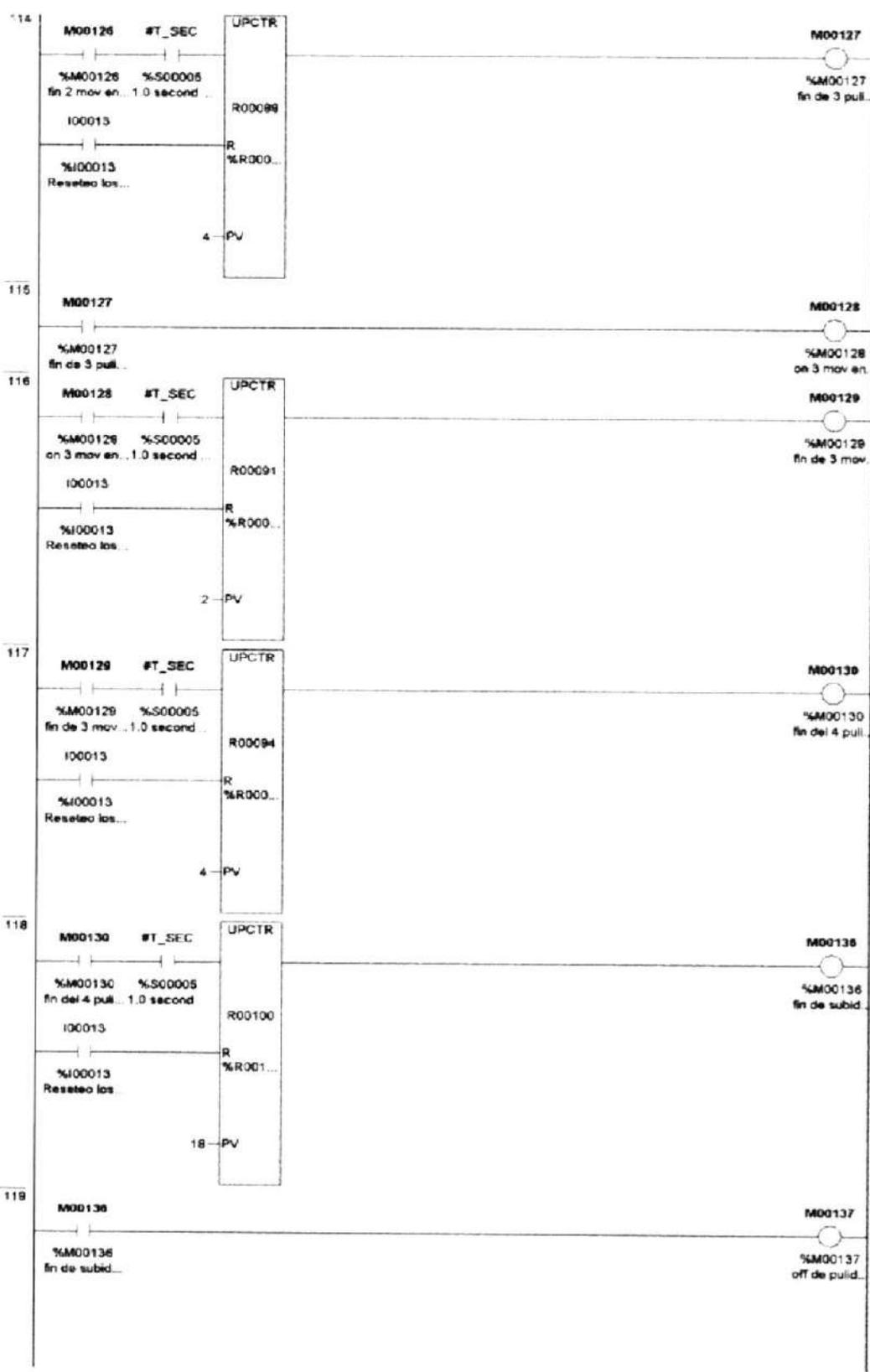












ANEXO B.1

PROGRAMACION DEL PIC 16F877

Programa del pic 16f877

La siguiente programación maneja 3 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 8 salidas analógicas y una salida analógica real.

```
list p=16f887a
#include "P16f877a.inc"

#define on0 PORTD, 0
#define on1 PORTD, 1
#define on2 PORTD, 2
#define on3 PORTD, 3
#define on4 PORTD, 4
#define on5 PORTD, 5
#define on6 PORTD, 6
#define on7 PORTD, 7
#define off0 PORTD, 0
#define off1 PORTD, 1
#define off2 PORTD, 2
#define off3 PORTD, 3
#define off4 PORTD, 4
#define off5 PORTD, 5
#define off6 PORTD, 6
#define off7 PORTD, 7

_r0 equ 0x30
_r1 equ 0x31
_r2 equ 0x32
_count equ 0x33
_temp equ 0x34
_L_byte equ 0x35
_H_byte equ 0x36
_mH_byte equ 0x37

banco0 macro
    bcf STATUS, RP0
    bcf STATUS, RP1
endm
banco1 macro
    bsf STATUS, RP0
    bcf STATUS, RP1
endm
canal0 macro
    bcf ADCON0, CHS0
    bcf ADCON0, CHS1
    bcf ADCON0, CHS2
```

```

endm
canal1 macro
    bsf ADCON0, CHS0
    bcf ADCON0, CHS1
    bcf ADCON0, CHS2
endm
canal2 macro
    bcf ADCON0, CHS0
    bsf ADCON0, CHS1
    bcf ADCON0, CHS2
endm
org 0x00
goto start
org 0x04 ;vector de interrupcion
banco0
movf STATUS, W
movwf 0x20
btfss PIR1, RCIF
goto f10
clrf PIR1
movf RCREG, W
movwf 0x21
movlw '*'
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
bsf 0x22, 0
movlw 'A':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
bsf on0
movlw 'B':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
bsf on1

movlw 'C':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on2
movlw 'D':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on3
movlw 'E':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on4

```

```
movlw 'F':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on5
```

```
movlw 'G':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on6
movlw 'H':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bsf on7
```

```
.....
movlw 'a':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off0
movlw 'b':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off1
```

```
movlw 'c':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off2
movlw 'd':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off3
movlw 'e':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off4
movlw 'f':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off5
```

```
movlw 'g':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
    bcf off6
movlw 'h':recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, Z
```

bcf 0ff7

movlw 0x29;recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfss STATUS, C
goto fl1
movlw 0x3a;recibo si hay que enviar dato
subwf 0x21, W
btfsc STATUS, C
goto fl2

movlw 0x00;recibo si hay que enviar dato
subwf 0x23, W
btfss STATUS, Z
goto fl2;recibo la salida analoga
movf RCREG, W
movwf 0x24
movlw 0x30
subwf 0x24, f
bcf STATUS, C
rlf 0x24, W
andlw 0xf0
movwf 0x25
incf 0x23, F
goto fl1

fl2

bcf STATUS, C
movf RCREG, W
sublw 0x39
btfss STATUS, C
goto fl1
movf RCREG, W
movwf 0x24
movlw 0x30
subwf 0x24, W
andlw 0x0f
iorwf 0x25, F
bsf 0x22, 1
CLRF 0x23

fl1

```

f0
    banco0
    movf 0x20, W
    movwf STATUS
    ;;habilito interrupcion
    bsf INTCON, GIE
    bsf INTCON, PEIE
    RETFIE
start
;inicialiso
banco1
    movlw 0xff
    movwf TRISA
    movwf TRISB
    movlw 0x89
    movwf TRISC
    movlw 0x00
    movwf TRISD
    movlw 0x24
    movwf TXSTA
        movlw 0x67
    movwf SPBRG
    movlw 0x82
    movwf ADCON1
    movlw 0xff
    movwf PR2
    bsf PIE1, RCIE
    banco0
        movlw 0x00
    movwf PORTA
    movwf PORTB
    movwf PORTC
    movwf PORTD
    movlw 0x90
    movwf RCSTA
    movlw 0x81
    movwf ADCON0
    movlw 0x04
    movwf T2CON
    movlw 0x0f
    movwf CCP1CON
    movlw 0x00
    movwf CCPR1L
        ;;habilito interrupcion
    bsf INTCON, GIE
    bsf INTCON, PEIE
        ;;reseteo variables

```

```

    clrf 0x23

buclei ;programa
    btfss 0x22, 0
    goto fl3 ;hay que enviar informacion
    bcf 0x22, 0
    ;////////////////////////////////////
;adc 0
    bsf ADCON0, 2
ladc0
    btfsc ADCON0, 2
    goto ladc0
    movf ADRESH, W
    movwf _H_byte
    banco1
    movf ADRESL, W
    banco0
    movwf _L_byte
    clrf _mH_byte
    call B2_BCD
    cana1
    ;.....
    movf _r1, W
    movwf 0x27
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, W
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF

lt4
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt4
    movf _r1, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF

lt2
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt2
;////////////////////////////////////

```

```

movf _r2, W
movwf 0x27
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, W
addlw 0x30
movwf TXREG
bcf PIR1, TXIF
lt5
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt5
    movf _r2, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt3
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt3
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt16
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt16
    bsf ADCON0, 2
ladc1
    btfsc ADCON0, 2
    goto ladc1
    movf ADRESH, W
    movwf _H_byte
    banco1
    movf ADRESL, W
    banco0
    movwf _L_byte
    clrf _mH_byte
    call B2_BCD
    canal2
.....

```

```

movf _r1, W
movwf 0x27
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, W
addlw 0x30
movwf TXREG
bcf PIR1, TXIF
lt7
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt7
    movf _r1, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt8
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt8
;////////////////////////////////////
movf _r2, W
movwf 0x27
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, F
bcf STATUS, C
rrf 0x27, W
addlw 0x30
movwf TXREG
bcf PIR1, TXIF
lt9
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt9
    movf _r2, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt10

```

```

    btfss PIR1, TXIF
    goto lt10
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt17
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt17
    bsf ADCON0, 2
ladc2
    btfsc ADCON0, 2
    goto ladc2
    movf ADRESH, W
    movwf _H_byte
    banco1
    movf ADRESL, W
    banco0
    movwf _L_byte
    clrf _mH_byte
    call B2_BCD
    canal0
.....
    movf _r1, W
    movwf 0x27
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, W
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt12
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt12
    movf _r1, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt13

```

```

    btfss PIR1, TXIF
    goto lt13
;////////////////////////////////////
    movf _r2, W
    movwf 0x27
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, F
    bcf STATUS, C
    rrf 0x27, W
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt14
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt14
    movf _r2, W
    andlw 0x0f
    addlw 0x30
    movwf TXREG
    bcf PIR1, TXIF
lt15
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt15
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt18
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt18
    ;;mandar datos de entradas digitales
    btfss PORTB, 0
    goto dp0
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt19
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt19
    goto dp1

```

```

dp0
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt20
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt20
dp1
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt21
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt21
    ;;1
    btfss PORTB, 1
    goto dp2
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt22
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt22
    goto dp3
dp2
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt23
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt23
dp3
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt24
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt24

```

```

;;2
    btfss PORTB, 2
    goto dp5
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt25
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt25
    goto dp4
dp5
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt26
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt26
dp4
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '.'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt27
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt27
;;3
    btfss PORTB, 3
    goto dp6
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt28
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt28
    goto dp7
dp6
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt29
    btfss PIR1, TXIF

```



```

    goto lt29
dp7
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt30
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt30
    ;:4
    btfss PORTB, 4
    goto dp8
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt31
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt31
    goto dp9
dp8
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt32
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt32
dp9
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt33
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt33
    ;:5
    btfss PORTB, 5
    goto dp10
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop

```

```

lt34
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt34
    goto dp11
dp10
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt35
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt35
dp11
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt36
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt36
    ;:6
    btfss PORTB, 6
    goto dp12
    movlw '0'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt37
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt37
    goto dp13
dp12
    movlw '1'
    movwf TXREG
    nop
    nop
lt38
    btfss PIR1, TXIF
    goto lt38
    nop
    nop
dp13
    banco0
    bcf PIR1, TXIF
    movlw '-'

```

```

movwf TXREG
nop
nop
lt39
  btfss PIR1, TXIF
  goto lt39
  ::7
  btfss PORTB, 7
  goto dp14
  movlw '0'
  movwf TXREG
  nop
  nop
lt40
  btfss PIR1, TXIF
  goto lt40
  goto dp15
dp14
  movlw '1'
  movwf TXREG
  nop
  nop
lt41
  btfss PIR1, TXIF
  goto lt41
dp15

fl3
  btfss 0x22, 1
  goto fl4 ;hay que cambiar ancho de pulso
  bcf 0x22, 1
  movlw 0x00 ;comparo 0
  subwf 0x25, W
  btfss STATUS, Z
  goto pwm0
  clrf CCP1L
  bcf CCP1CON, CCP1X
  bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm0
  movlw 0x01 ;comparo 1
  subwf 0x25, W
  btfss STATUS, Z
  goto pwm1
  movlw 0x0c
  movwf CCP1L
  bsf CCP1CON, CCP1X
  bsf CCP1CON, CCP1Y

```

```

pwm1
    movlw 0x02 ;comparo 2
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm2
    movlw 0x19
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y

pwm2
    movlw 0x03 ;comparo 3
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm3
    movlw 0x26
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y

pwm3
    movlw 0x04 ;comparo 4
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm4
    movlw 0x33
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y

pwm4
    movlw 0x05 ;comparo 5
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm5
    movlw 0x3f
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y

pwm5
    movlw 0x06 ;comparo 6
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm6
    movlw 0x4c
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y

pwm6
    movlw 0x07 ;comparo 7

```

```

subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z
goto pwm7
movlw 0x59
movwf CCP1L
bcf CCP1CON, CCP1X
bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm7
movlw 0x08 ;comparo 8
subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z
goto pwm8
movlw 0x66
movwf CCP1L
bcf CCP1CON, CCP1X
bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm8
movlw 0x09 ;comparo 9
subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z
goto pwm9
movlw 0x72
movwf CCP1L
bsf CCP1CON, CCP1X
bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm9
movlw 0x10 ;comparo 10
subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z
goto pwm10
movlw 0x7f
movwf CCP1L
bsf CCP1CON, CCP1X
bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm10
movlw 0x11 ;comparo 11
subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z
goto pwm11
movlw 0x8c
movwf CCP1L
bcf CCP1CON, CCP1X
bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm11
movlw 0x12 ;comparo 12
subwf 0x25, W
btfss STATUS, Z

```

```

    goto pwm12
    movlw 0x99
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm12
    movlw 0x13 ;comparo 13
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm13
    movlw 0xa5
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm13
    movlw 0x14 ;comparo 14
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm14
    movlw 0xb2
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm14
    movlw 0x15 ;comparo 15
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm15
    movlw 0xbf
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm15
    movlw 0x16 ;comparo 16
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm16
    movlw 0xcc
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm16
    movlw 0x17 ;comparo 17
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm17
    movlw 0xd9

```

```

    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm17
    movlw 0x18 ;comparo 18
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm18
    movlw 0xe5
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bcf CCP1CON, CCP1Y
pwm18
    movlw 0x19 ;comparo 19
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm19
    movlw 0xf2
    movwf CCP1L
    bcf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm19
    movlw 0x20 ;comparo 20
    subwf 0x25, W
    btfss STATUS, Z
    goto pwm20
    movlw 0xff
    movwf CCP1L
    bsf CCP1CON, CCP1X
    bsf CCP1CON, CCP1Y
pwm20
fl4
    goto buclei
B2_BCD
    bcf 0x03,0 ; clear the carry bit
    movlw 0x18
    movwf _count
    clrf _r0
    clrf _r1
    clrf _r2
loop16
    rlf _L_byte, f
    rlf _H_byte, f
    rlf _mH_byte, f
    rlf _r2, f
    rlf _r1, f
    rlf _r0, f

```

```
    decfsz _count,f
    goto adjDEC
goto fin
    adjDEC
```

```
movlw 3
    addwf _r2,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,3 ; test if result > 7
    movwf _r2
    movlw 0x30
    addwf _r2,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,7 ; test if result > 7
    movwf _r2 ; save as MSD
```

```
movlw 3
    addwf _r1,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,3 ; test if result > 7
    movwf _r1
    movlw 0x30
    addwf _r1,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,7 ; test if result > 7
    movwf _r1 ; save as MSD
    movlw _r0
    movwf 0x04
```

```
.....:call adjBCD
```

```
movlw 3
    addwf 0,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,3 ; test if result > 7
    movwf 0
    movlw 0x30
    addwf 0,w
    movwf _temp
    btfsc _temp,7
    movwf 0 ; save as MSD
```

```
goto loop16
```

```
fin
```

```
    return
```

```
#endasm
```

```
end
```

ANEXO B.2

**FOTOS DE LA TARJETA DE
ADQUISICIÓN DE DATOS.**

Fotos de la Tarjeta de adquisición de datos.

Entradas Digitales

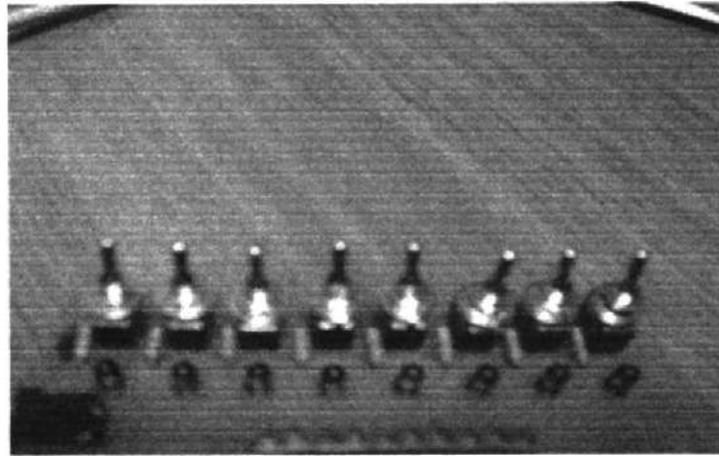


Figura 4.31.- Foto de las entradas digitales

Tarjeta Controladora y Entradas Analógicas

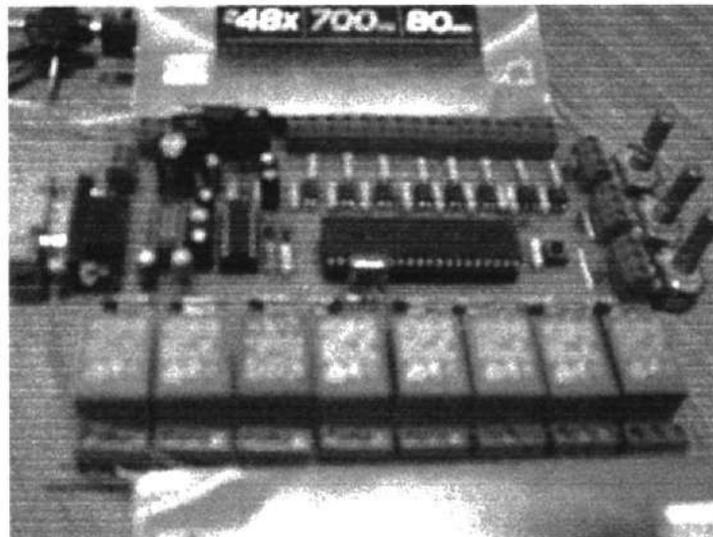


Figura 4.32.- Foto de la tarjeta controladora con el pic 16f877.

Tarjeta de las salidas digitales

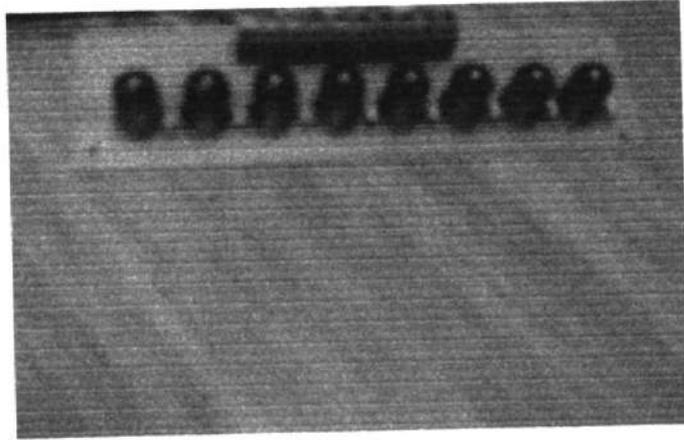


Figura 4.33.- Foto de las salidas digitales.

Vista Posterior de la tarjeta de salida digital

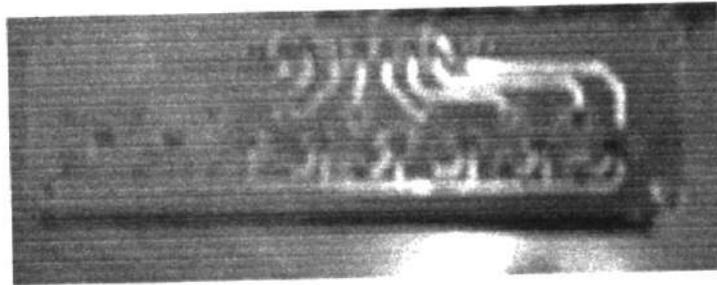


Figura 4.34.- Foto de la parte posterior de la tarjeta de salida digital.

**Vista Posterior de la tarjeta controladora y
entradas analógicas.**

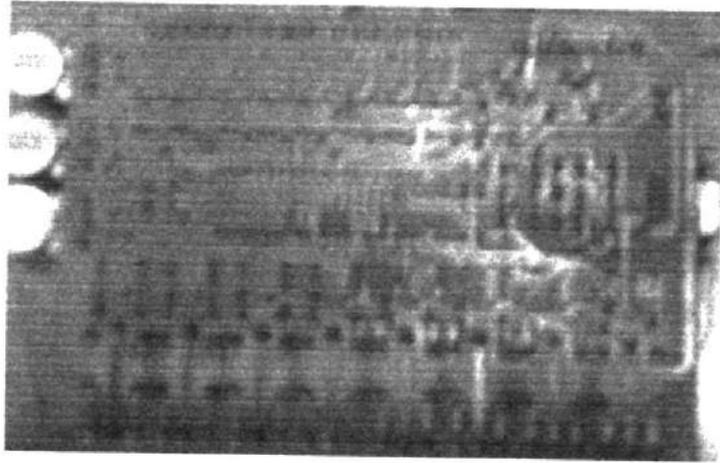


Figura 4.35.- Vista posterior de la tarjeta controladora y entradas analógicas

Vista Posterior de las Entradas Digitales

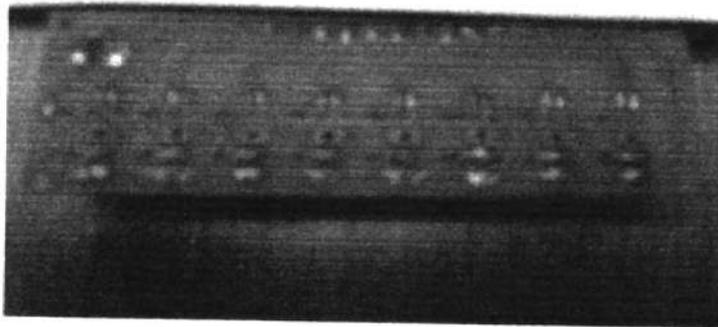


Figura 4.36.- Vista posterior de las entradas digitales.

ANEXO B.3

DISEÑO DE LAS PISTAS DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EAGLE 5.1

Pistas de la tarjeta de adquisición de datos
realizadas en eagle 5.1.

Tarjeta de control.

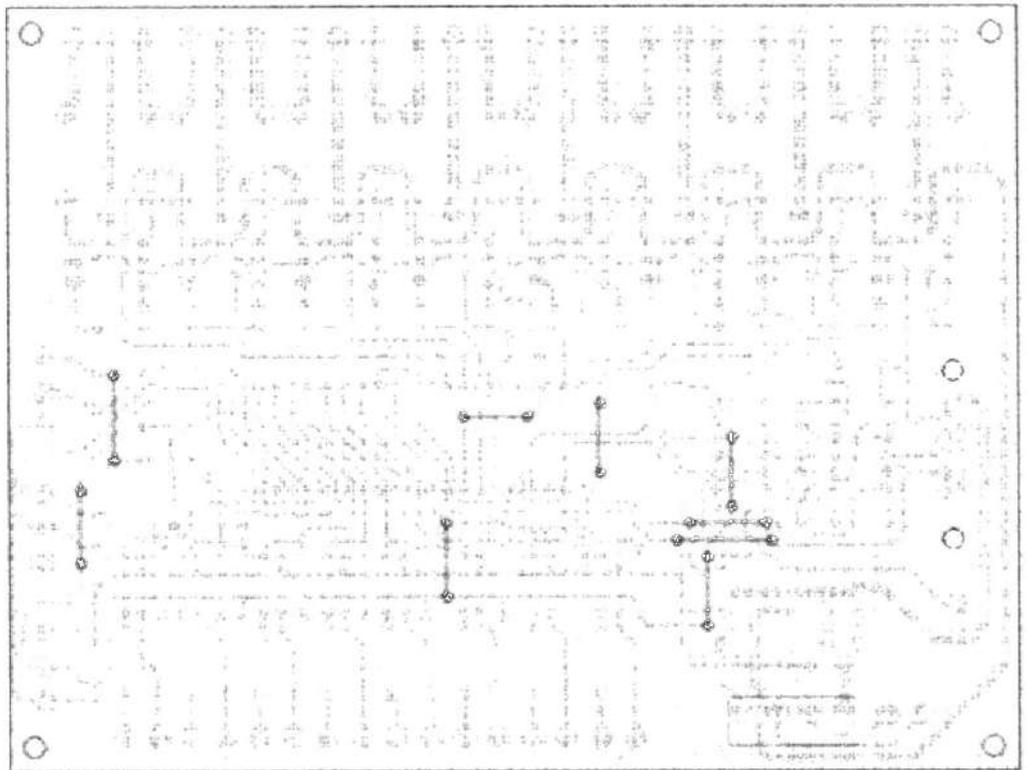


Figura 4.37.- Diseño de la tarjeta de control hecha en eagle 5.1

Tarjeta de control con los elementos

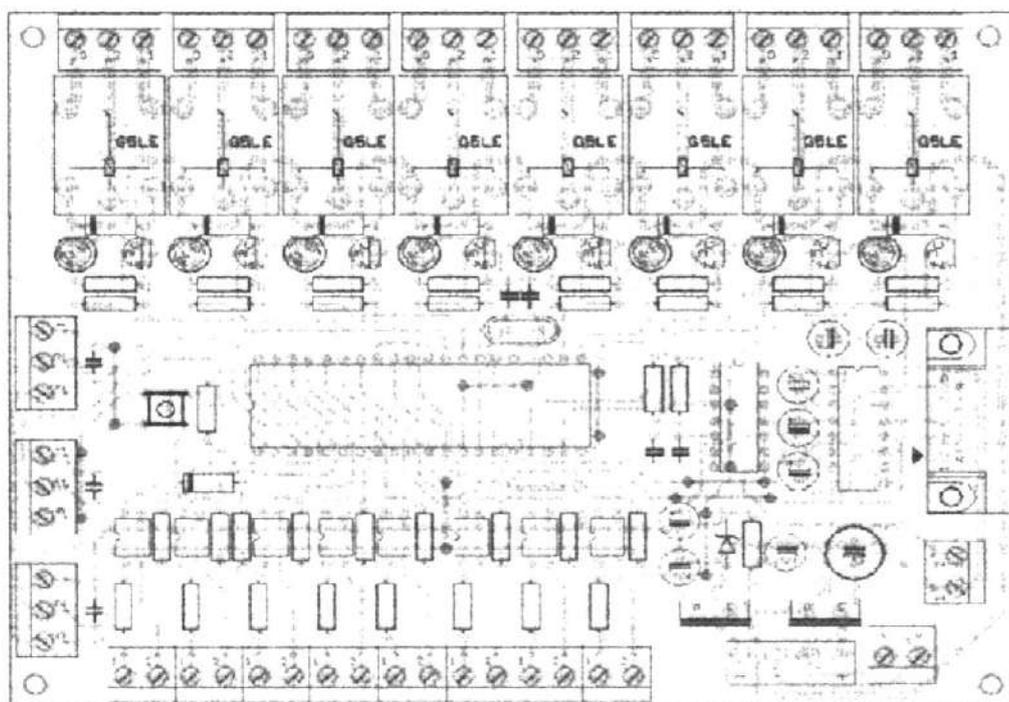


Figura 4.38.- Diseño de la tarjeta de control con los elementos hecha en eagle 5.1

Tarjeta de entrada

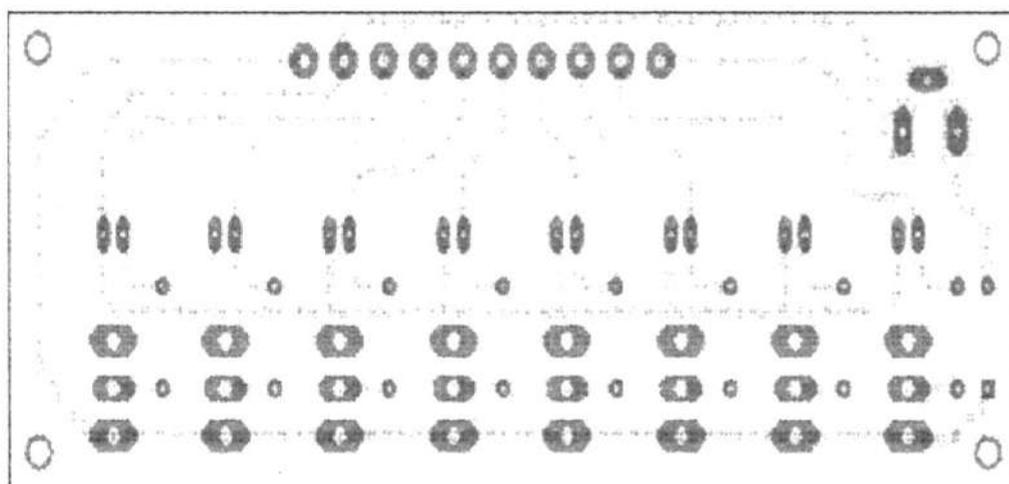


Figura 4.39.- Diseño de la tarjeta de entrada realizada en eagle 5.1

Tarjeta de entrada con los elementos

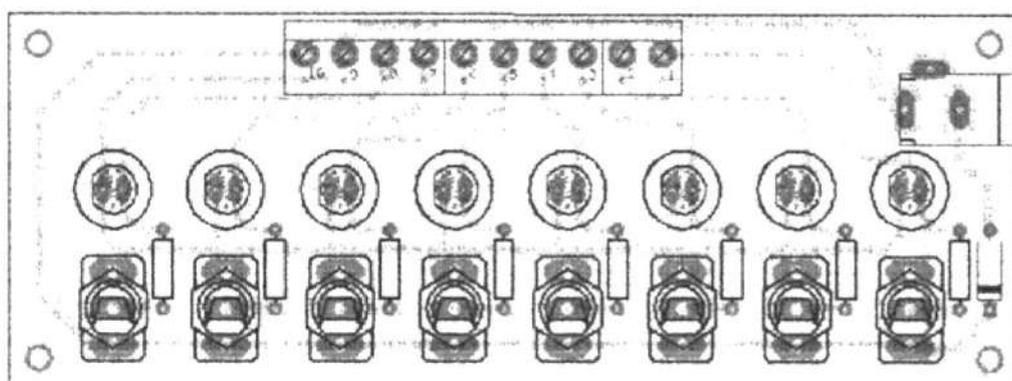


Figura 4.40.- Diseño de la tarjeta de entrada con los elementos hecha en eagle 5.1

Tarjeta de salida

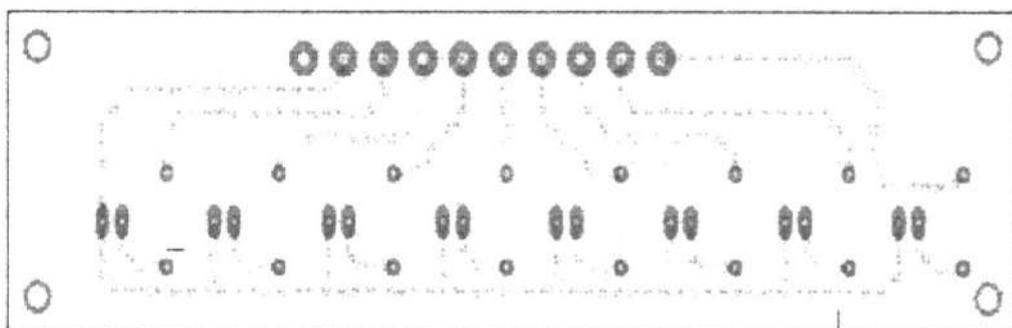


Figura 4.41.- Diseño de la tarjeta de salida hecha en eagle 5.1

Tarjeta de salida con los elementos

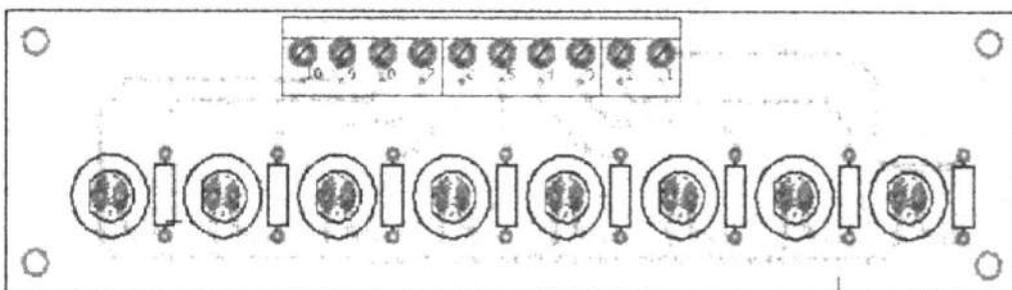


Figura 4.42.- Diseño de la tarjeta de salida con los elementos hecha en eagle 5.1

ANEXO B.4

ESQUEMATICOS DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS REALIZADOS EN P-SPICE

Esquemáticos de la Tarjeta de adquisición

Entradas

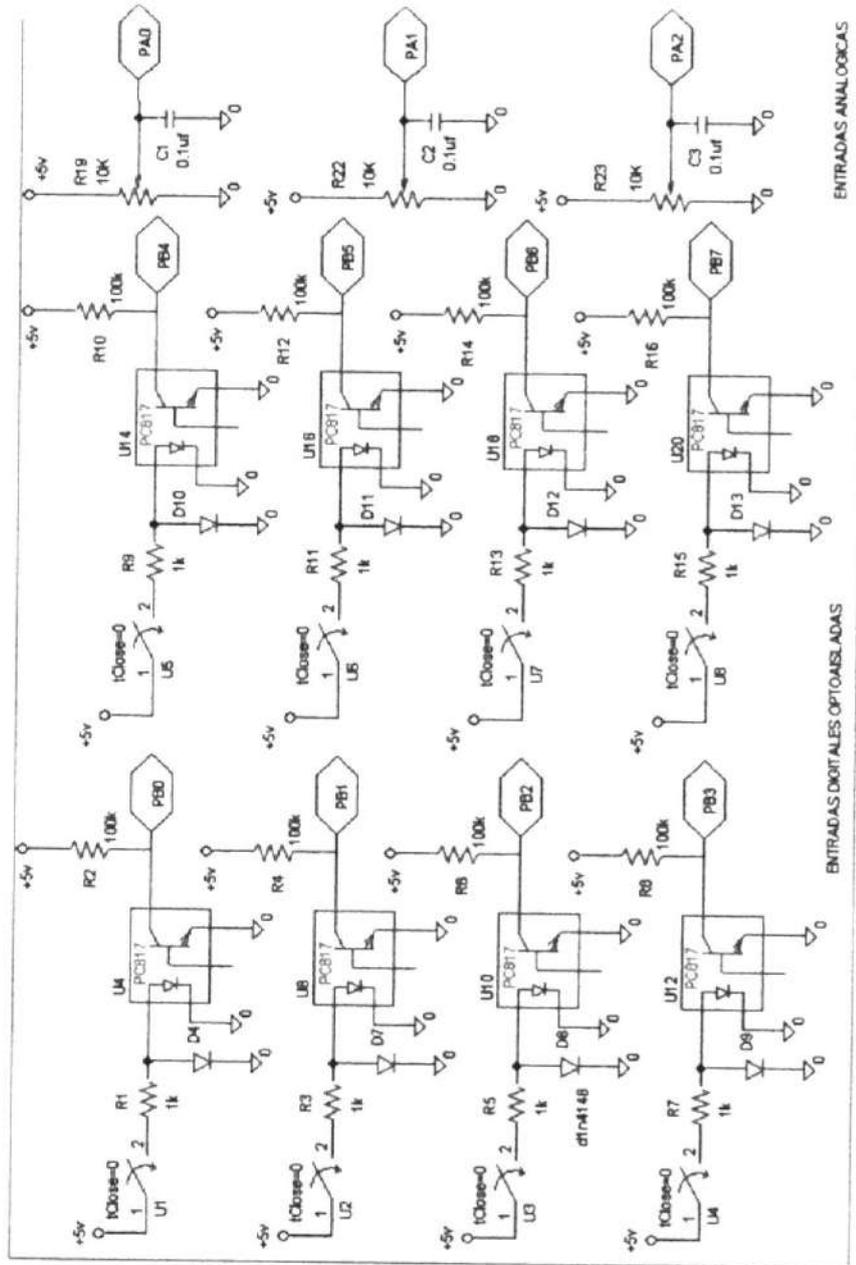


Figura 4.43.- Esquemático de las entradas digitales y analógicas.

Salidas

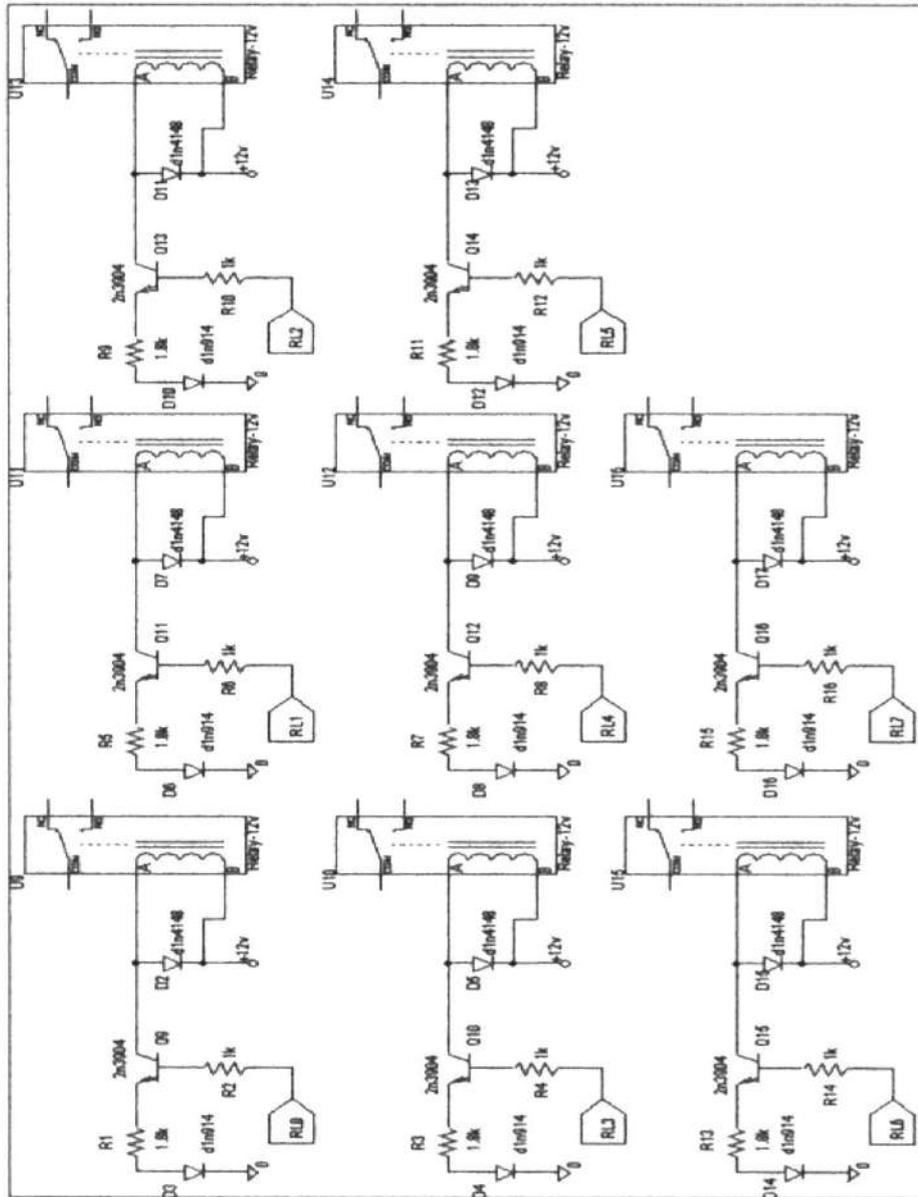


Figura 4.45.- Esquemático de las salidas digitales.

Fuentes de 5v y 12v

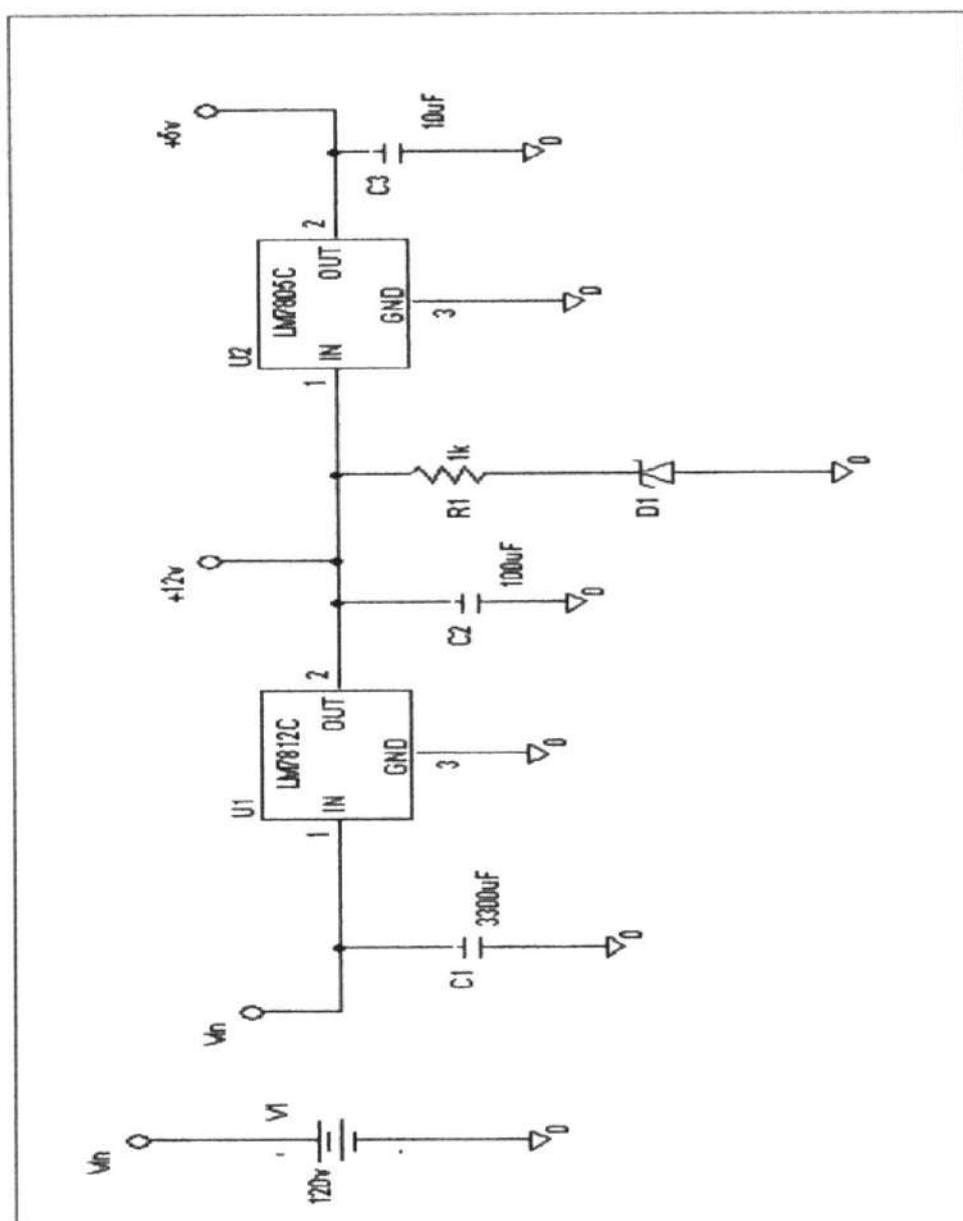


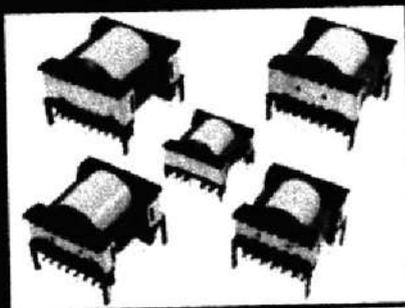
Figura 4.46.- Esquemático de las fuentes de alimentación de la tarjeta de adquisición.

ANEXO C.1

**TABLAS UTILIZADAS EN LOS
CALCULOS DE LOS ELEMENTOS DE
LA FUENTE DE CONMUTACION AT
DE 300W**

SWITCH MODE TRANSFORMERS

WCM 404 Series



PRODUCT DESCRIPTION

West Coast Magnetics' 404 series is ideal for use in switch mode power supply applications. These transformers extend the output power range available beyond the West Coast Magnetics' 401 and 402 series transformers up to 500 watts. The geometry of the 404 series core and bobbin provides a uniform winding area around the magnetic circuit which provides greater efficiency than other E-core designs. The material has also been designed to maximize inter-winding isolation, making the 404 series a good choice when safety agency compliance is important.

FEATURES - BENEFITS

Output power to 500 watts • More efficient than other E core designs • Adaptable to UL, CSA, VDE safety agency requirements • Standard gapped cores available from stock • Design assistance from West Coast Magnetics

DESIGN CONSTANTS

Size Code	A_l (ungapped, min.)	A_l (single gap)	A_e core area (mm ²)	l_e magnetic path length (mm)	V_e core volume (mm ³)	W_o bobbin winding area (mm ²)	$W_o A_e$ core area x winding area (mm ⁴)	Bobbin window width (mm)	Bobbin window height (mm)	Mean length per turn (mm)
ETD 29	1600	160	76	72	5500	95	7220	19.4	4.9	53
ETD 34	1900	160	97	79	7600	123	11930	21.0	5.9	60
ETD 39	2100	250	125	92	11500	177	22125	25.9	6.8	69
ETD 44	2600	250	173	104	17800	214	37022	29.7	7.2	77
ETD 49	3000	400	211	114	24000	273	57603	32.7	8.3	85

OUTPUT POWER VS FREQUENCY OF OPERATION (WATTS)

Size Code	25 KHz	50 KHz	100 KHz	250 KHz	500 KHz
ETD 29	73	98	131	185	221
ETD 34	115	153	204	287	344
ETD 39	198	264	352	495	593
ETD 44	311	415	554	778	932
ETD 49	460	612	817	1146	1374

Power Curve Assumptions:

1. Push/Pull circuit topology
2. Bobbin Window area utilization = 40%
3. Flux density (B) chosen so that core losses at all frequencies are 70mW/cm³.

Notes:

1. Reduce power rating in Table above by 50% for forward and flyback converter topologies.
2. Final sizing of the transformer will depend on a number of interrelated variables. The data in the above table should be considered a starting point only.
3. If safety agency is required, the final size may be significantly larger than the data in the table would indicate.

Table 2— Core Material Considerations

	Flux Density	Initial Perm.	Frequency* Range	Max. op. Temp.	Core Losses	Core Cost	Winding Cost	Temp. Stability	Mounting Flexibility
Ferrite Toroids MAGNETICS™ J Matl W Matl H Matl	4300 4300 4200	5300 10,000 15,000	to > MHz	100°C	lowest	low	high	fair	fair
Ferrite Shapes K Matl R Matl P Matl F Matl	4800 5000 5100 4700	1500 2300 2700 3000	to 2MHz to 200kHz to 100kHz to 100kHz	125°C 125°C 125°C 125°C	(1) (2) (3)	(see Table 3 below for geometry considerations)			
MPP Cores	7000	14-560	<1MHz	200°C	low	high	high	good	fair
50 Ni-50 Fe Powder Cores	15,000	60-200	<1MHz	200°C	low	high	high	good	fair
KDOL Mμ® Powder Cores	11,000	60-125	<1MHz	200°C	low	low	high	good	fair
Powdered Iron	9000	22-90	<1MHz	200°C	high	lowest	high	fair	fair
Silicon-Fe Laminations	16,000	4000	<1000Hz	300°C	highest	low	low	fair	good
NiFe Tape Cores NiFe Bobbin Cores	7,000 to 15,000	to 100,000	to 100kHz	200°C	low to medium	high	high	good	fair
Amorphous Tape Cores (iron-base)	16,000	10,000	to 500kHz	150°C	low	high	high	good	fair
Amorphous Tape Cores (cobalt-base)	5,000	to 100,000	to 500kHz	100°C	low	high	high	good	fair
Si-Fe Tape Cores	16,000	4000	<1000Hz	300°C	highest	medium	high	good	fair
Ni-Fe Cut Cores	15,000	15,000	to 100kHz	150°C	medium	high	low	good	fair

*Frequency depends on adjusting operating flux density to levels that keep core losses to acceptable limits.

(1) Core losses decrease up to 100°C.

(2) Core losses decrease up to 70°C, remain low to 100°C.

(3) Low core losses at lower temperatures.

Table 3 — Ferrite Core Comparative Geometry Considerations

	Core Cost	Bobbin Cost	Winding Cost	Winding Flexibility	Assembly	Mounting Flexibility**	Heat Dissipation	Shielding
Pot Core	high	low	low	good	simple	good	poor	excellent
Slab-sided Core	high	low	low	good	simple	good	good	good
E Core	low	low	low	excellent	simple	good	excellent	poor
EC Core	medium	medium	low	excellent	medium	fair	good	poor
Toroid	very low	none	high	fair	none	poor	good	good
PQ Core	high	high	low	good	simple	fair	good	fair

**Hardware is required for clamping core halves together and mounting assembled core on a circuit board or chassis.

Table 4 — Output Transformers

Ferrites*** (a) Pot Cores	Advantages	Disadvantages
	<ol style="list-style-type: none"> Shielding excellent Bobbin winding (inexpensive) Hardware availability good Mounting and assembly easy Low loss materials available Printed circuit mounting available Can be gapped for specific inductance 	<ol style="list-style-type: none"> Size limitation Heat confined More expensive than other ferrites Cannot handle large conductors

***See Table 3 on characteristics of various shapes.

TABLE 6-2 INDUCTANCE TABLE

Part no.,	Inductance per 1000 turns, mH									
	125 μ	14 μ	26 μ	60 μ	125 μ	147 μ	160 μ	173 μ	200 μ	300 μ
55140	NA	NA	NA	26	31	33	36	42	62	NA
55150	4	7	17	35	41	45	48	56	84	NA
55180	5	9	20	42	49	53	57	67	99	NA
55020	6	10	24	50	59	64	69	80	120	220
55240	6	11	26	54	64	69	75	86	130	242
55270	12	21	50	103	122	132	144	165	247	466
55030	6	11	25	52	62	66	73	83	124	229
55280	6	11	25	53	63	68	74	84	128	232
55290	7	14	32	66	78	84	92	105	159	290
55040	7	14	32	66	78	84	92	105	159	290
55130	6	11	26	53	63	68	74	85	127	NA
55050	6.4	12	27	56	67	72	79	90	134	255
55120	8	15	35	72	88	92	104	115	173	317
55206	7.8	14	32	68	81	87	96	109	163	320
55310	9.9	19	43	90	106	115	124	144	216	396
55350	12	22	51	105	124	135	146	169	253	NA
55930	18	32	75	157	185	201	217	251	377	740
55548	14	28	61	127	150	163	176	203	305	559
55585	9	16	38	79	93	101	109	126	190	348
55324	13	24	56	117	138	150	162	187	281	515
55254	19	35	81	168	198	215	233	269	403	740
55438	32	59	135	281	330	360	390	450	674	NA
55089	20	37	86	178	210	228	246	285	427	NA
55715	17	32	73	152	179	195	210	243	365	NA
55109	18	33	75	156	185	200	218	250	374	NA
55866	16	30	68	142	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Note: Relates Magnetics, Inc., MPP core number to inductance per 1000 turns at various permeability values.

Source: Courtesy of Magnetics, Inc.

TABLE 6-1 ELECTRICAL, MECHANICAL, AND WINDING INFORMATION DATA ON MAGNETICS, INC., 55548 MPP FAMILY CORES

CORE DIMENSIONS AFTER FINISH						
DD (Max.)	1.332 in.	33.80 mm				
ID (Min.)	0.760 in.	19.30 mm				
HT (Max.)	0.457 in.	11.61 mm				
WINDING TURN LENGTH						
Winding factor	Length/turn					
100% (Unity)	0.1943 ft	5.93 cm				
60%	0.1668 ft	5.09 cm				
40%	0.1400 ft	4.27 cm				
20%	0.1282 ft	3.91 cm				
0%	0.1238 ft	3.78 cm				
WOUND COIL DIMENSIONS						
Unity winding factor						
DD (Max.)	1.840 in.	46.7 mm				
HT (Max.)	1.103 in.	28.0 mm				
MAGNETIC INFORMATION						
Part no.	Perm., μ	Inductance @ 1000 turns, MH $\pm 8\%$	Nominal dc resistance, Ω /MH	Finishes and stabilizations	Grading status, 2% bands	B/NI Gauss per amp. turn
55551-	14	14	0.335	A2	*	2.16 (<1500 G)
55550-	28	28	0.167	A2	*	4.00 (<1500 G)
55071-	60	61	0.0768	ALL	Yes	9.24 (<1500 G)
55548-	125	127	0.0369	ALL	Yes	19.3 (<1500 G)
55547-	147	150	0.0312	ALL	Yes	22.6 (<1500 G)
55546-	160	163	0.0287	ALL	Yes	24.6 (<1500 G)
55542-	173	176	0.0266	ALL	Yes	26.6 (<1500 G)
55545-	200	203	0.0230	ALL	Yes	30.8 (<600 G)
55543-	300	305	0.0153	A2 and L8	Yes	46.2 (<3500 G)
55544-	550	559	0.0083	A2	Yes	84.7 (<50 G)
WINDING INFORMATION for unity winding factor						
AWG wire size	Turns	Rdc Ω	AWG wire size	Turns	Rdc Ω	
8	32	0.00393	23	889	3.50	
9	40	0.00618	24	1100	5.49	
10	50	0.00976	25	1359	8.56	
11	63	0.01544	26	1699	13.53	
12	79	0.0244	27	2139	21.4	
13	99	0.0384	28	2625	33.3	
14	123	0.0604	29	3209	51.3	
15	154	0.0949	30	4011	81.1	
16	193	0.1504	31	4937	125.7	
17	239	0.234	32	6017	189.4	
18	298	0.370	33	7463	299	
19	370	0.579	34	9500	482	
20	462	0.909	35	11,788	758	
21	578	1.437	36	14,549	1173	
22	713	2.24				

Source: Courtesy of Magnetics, Inc.

ANEXO C.2

**ESQUEMATICOS, SIMULACIONES Y
FOTOS DEL INTEGRADO TL494.**

Circuito de Control con el Integrado TL 494

CIRCUITO INTERNO DEL INTEGRADO TL494

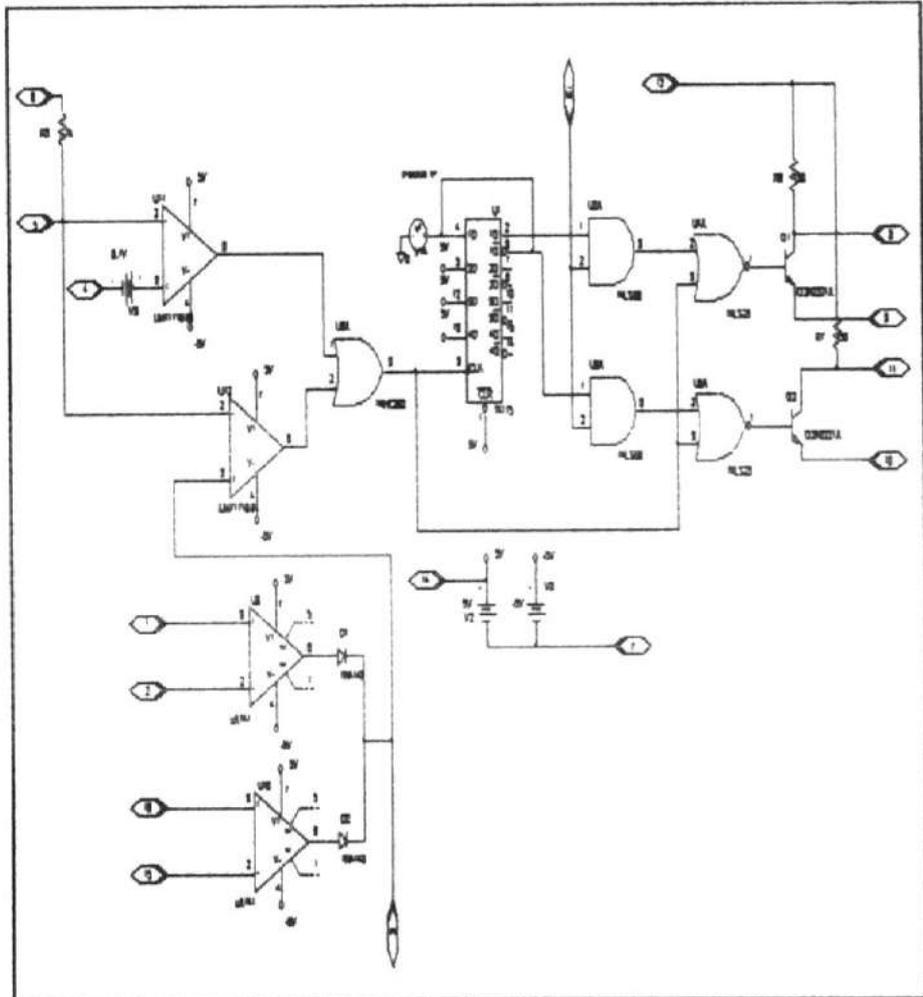


Figura 5.17.- Esquemático del circuito interno del TL494.

VISTA EXTERNA DEL INTEGRADO CONSTRUIDO
EN P-SPICE

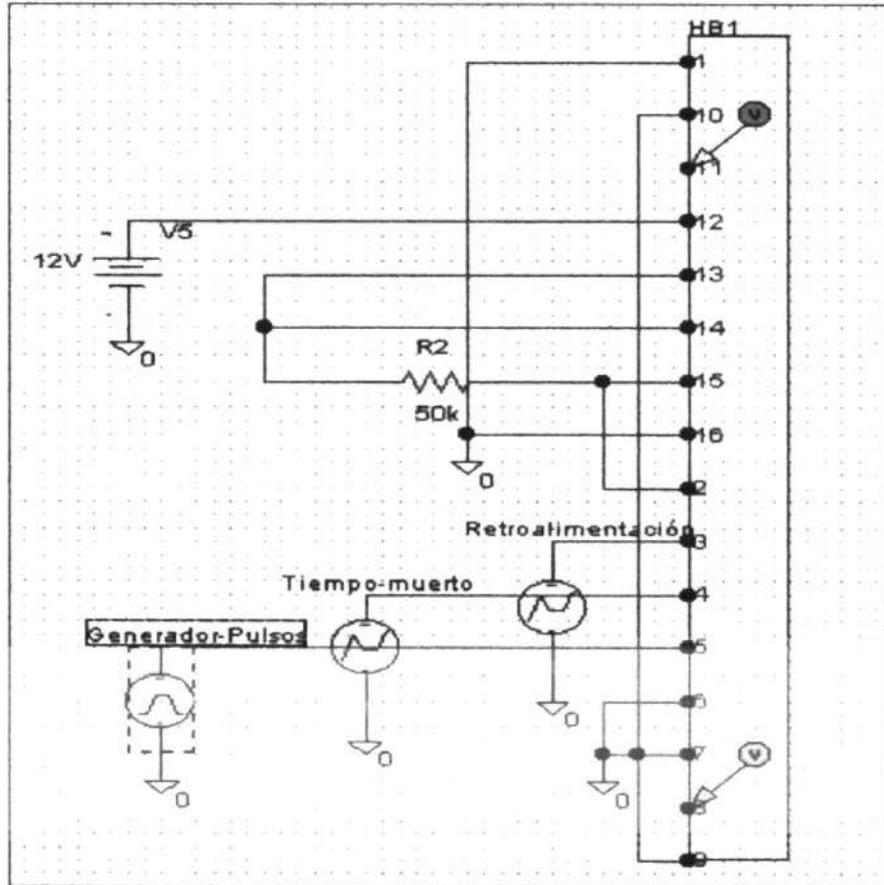


Figura 5.18.- Esquemático que muestra las señales externas de entrada al TL494

Conexión del circuito de control con el integrado TL494

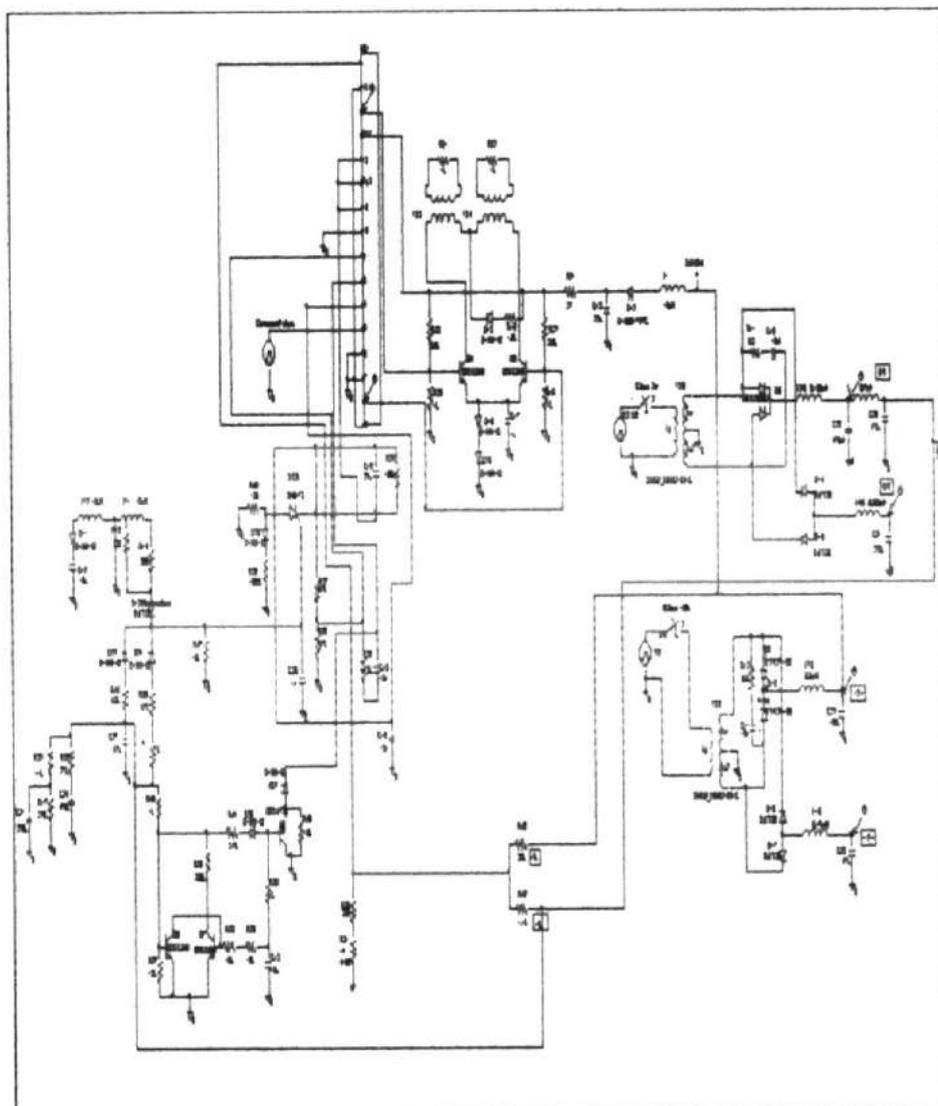


Figura 5.19.-Esquemático que muestra el circuito de control con el integrado.

- ROJO.- Señal del oscilador interno.
- AZUL.- Señal de Realimentación.
- VERDE.- Señal del tiempo muerto.

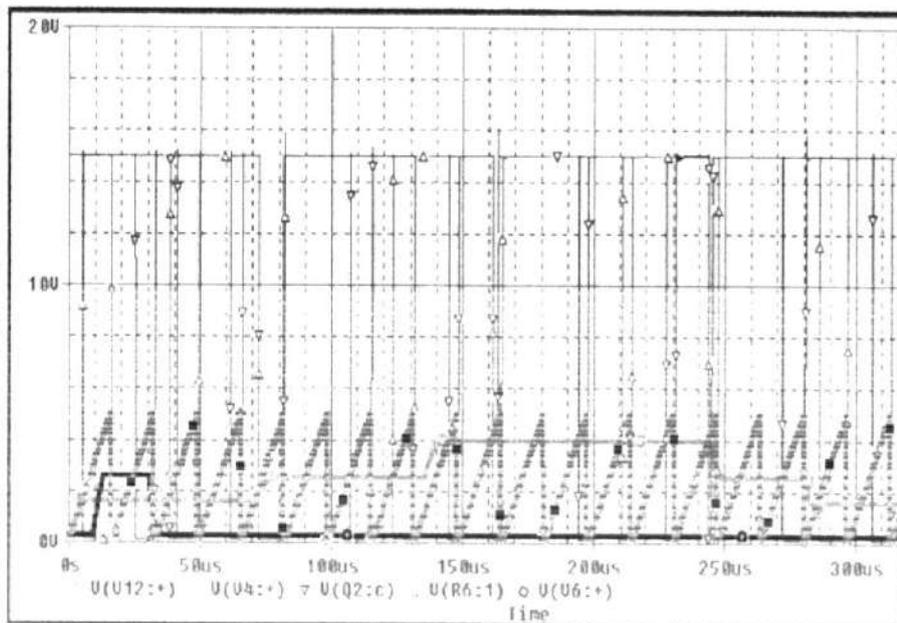


Figura 5.20.- Simulación del integrado TL 494

VOLTAJE DE OSCILACION DEL TL494



Figura 5.21 .- Fotografía que muestra la oscilación del TL 494

ANEXO C.3

**ESQUEMATICO REAL DE LA FUNTE
DE CONMUTACIO AT DE 300 W**

CIRCUITO DE FUERZA.

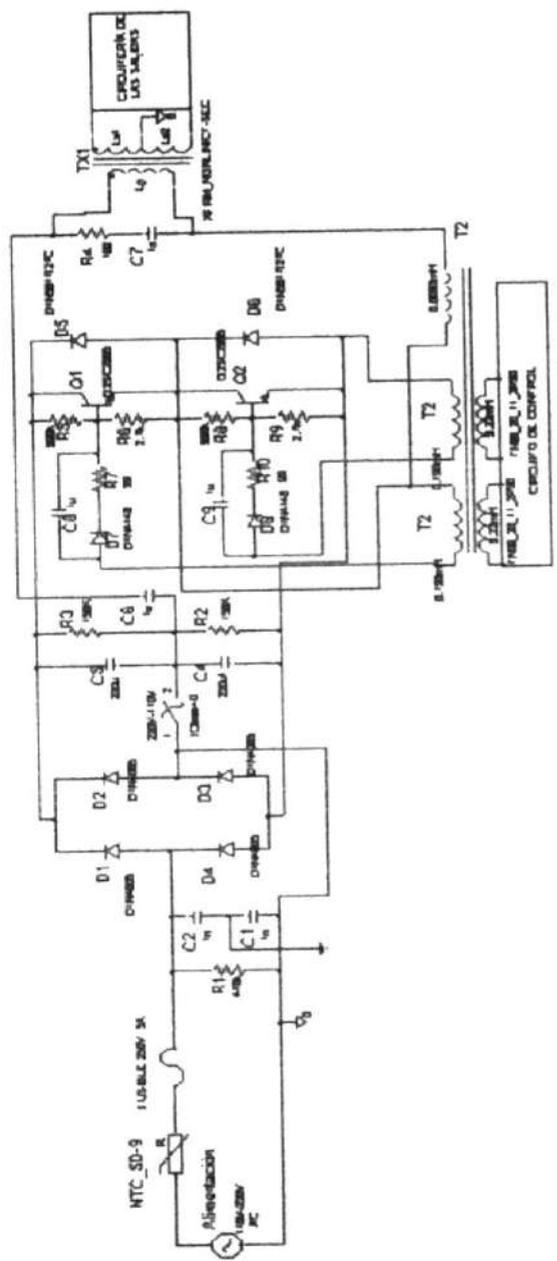


Figura 5.2.- Circuito real del sistema de fuerza.

Esquemático real de la fuente de conmutación AT-300 W

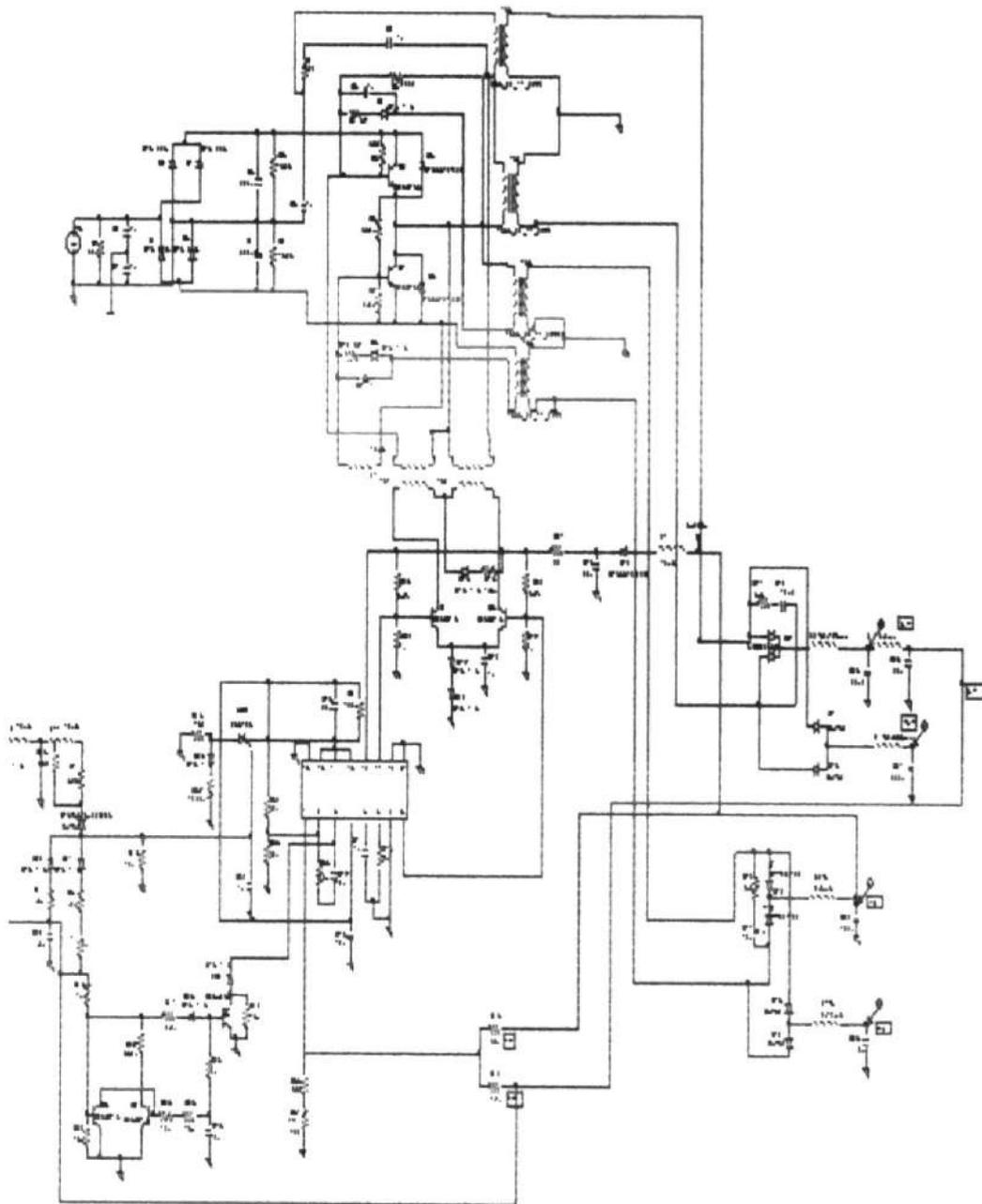


Figura 5.22.- Esquemático real de la fuente de conmutación.

ANEXO C.4

LISTA DE COMPONENTES DE LA FUENTE DE CONMUTACION AT DE 300W

LISTA DE COMPONENTES DE LA FUENTE DE CONMUTACION

TRANSISTORES	SERIE
Q1	E13007-2
Q2	E13007-2
Q3	C945
Q4	C945
Q5	A733P
Q6	C945
Q7	C945
SCR	BT1690(PH-7)
RESISTENCIAS	VALOR(KΩ)
R1	470
R2	150
R3	150
R4	0,1
R5	330
R6	2,7
R7	0,034
R8	330
R9	2,7
R10	0,039
R11	6,8Ω
R12	6,8Ω
R13	0,68
R14	0,39
R16	1,5
R17	0,22
R18	15
R19	1
R20	1
R21	0,022
R22	3,9
R23	3,9
R24	100
R25	1
R26	15
R27	18

R28	10
R29	330
R30	0,56
R31	4.1 con precisión de 1%.
R32	11
R33	27
R34	4,7
R35	0,33
R36	18
R37	4,7
R38	4,7
R39	100
R40	15
R41	2,7
R42	1100 con precisión 1%
R43	33 con precisión 1%
R44	4,3
R45	1
R46	0.18
R47	10
CAPACITORES ELECTROLITICOS	VALOR(uf,V)
C4	220-200V
C5	220-200V
C6	1-250V
C8	1-50V
C9	1-50V
C12	10-50V
C13	22-50V
C16	22-50V
C17	1-50V
C18	10-50V
C21	220-16V
C22	100-16V
C23	47-50V
C24	470-16V
C25	470-10V
C26	470-10V
C27	4.7-16V

ANEXO C.5

**PISTAS DE LA FUENTE DE
CONMUTACION AT DE 300 W**

PISTAS DE LA TARJETA DE LA FUENTE DE CONMUTACION AT DE 300W

En ésta parte se presentará la elaboración del circuito impreso de la fuente de conmutación, para lo cual se utilizó el software de PROTEL DESIGN EXPLORER 99.

Vista superior de la placa con los componentes

En ésta figura podemos observar todos los componentes que conforman nuestra fuente de conmutación AT de 300 Watts

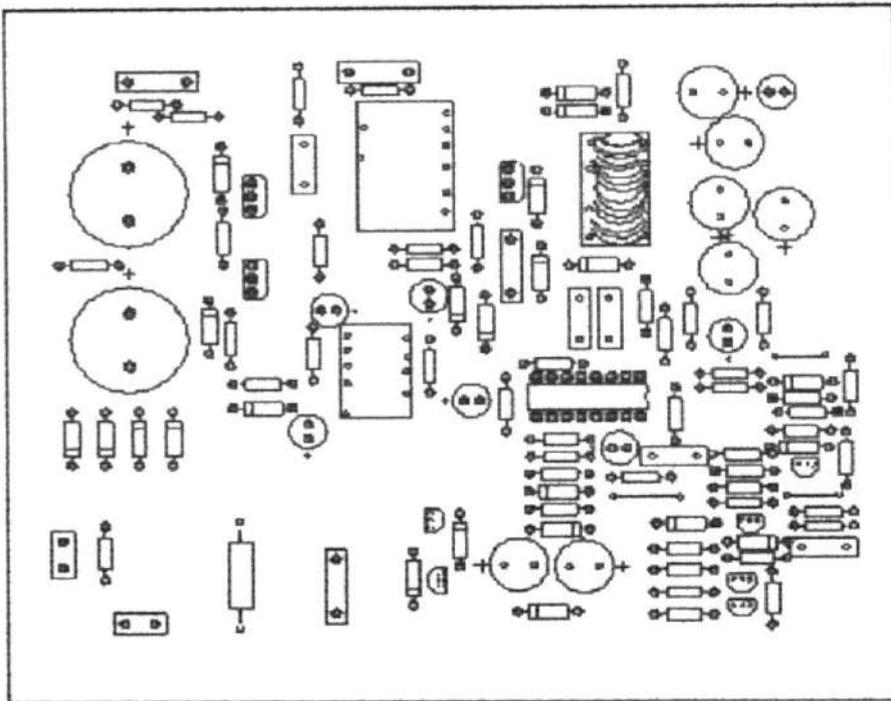


Figura 5.23.- Vista superior de la placa con los componentes

Vista posterior de la placa (pistas)

En la figura se observa, las pistas de cobre sin los elementos a escala 1:1.

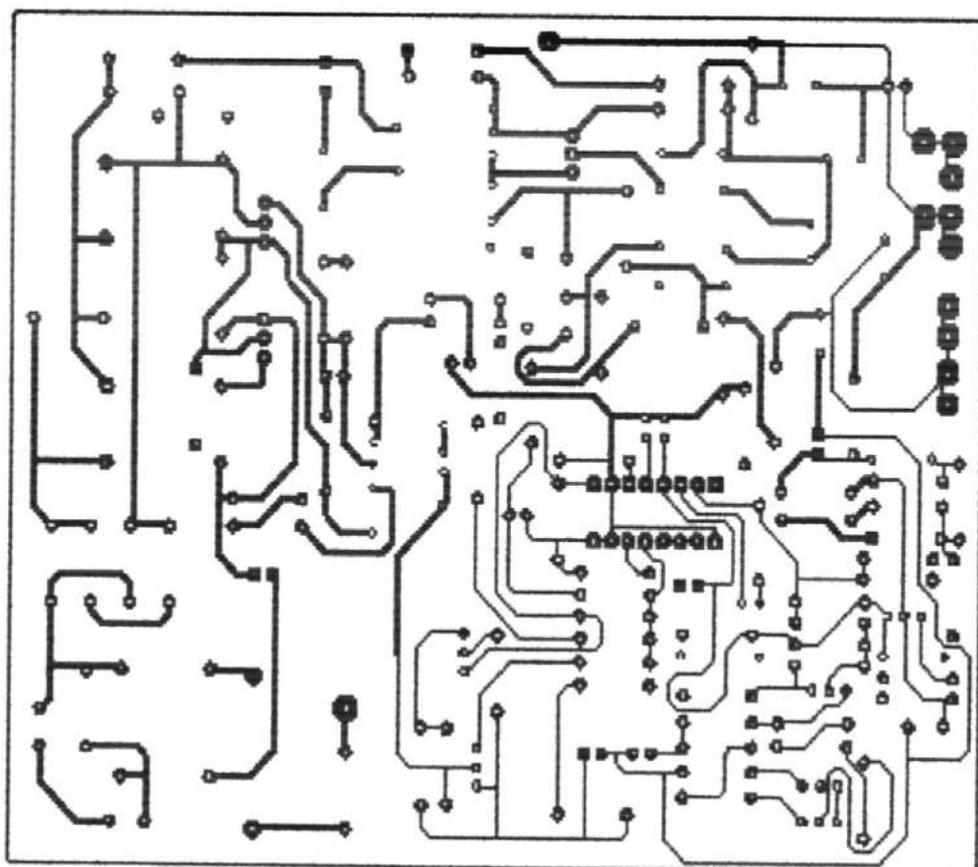


Figura 5.24.- Vista posterior de la placa

VISTA POSTERIOR DE LA PLACA CON LOS ELEMENTOS

En la figura se observa, las pistas de cobre con los elementos a escala 1:1.

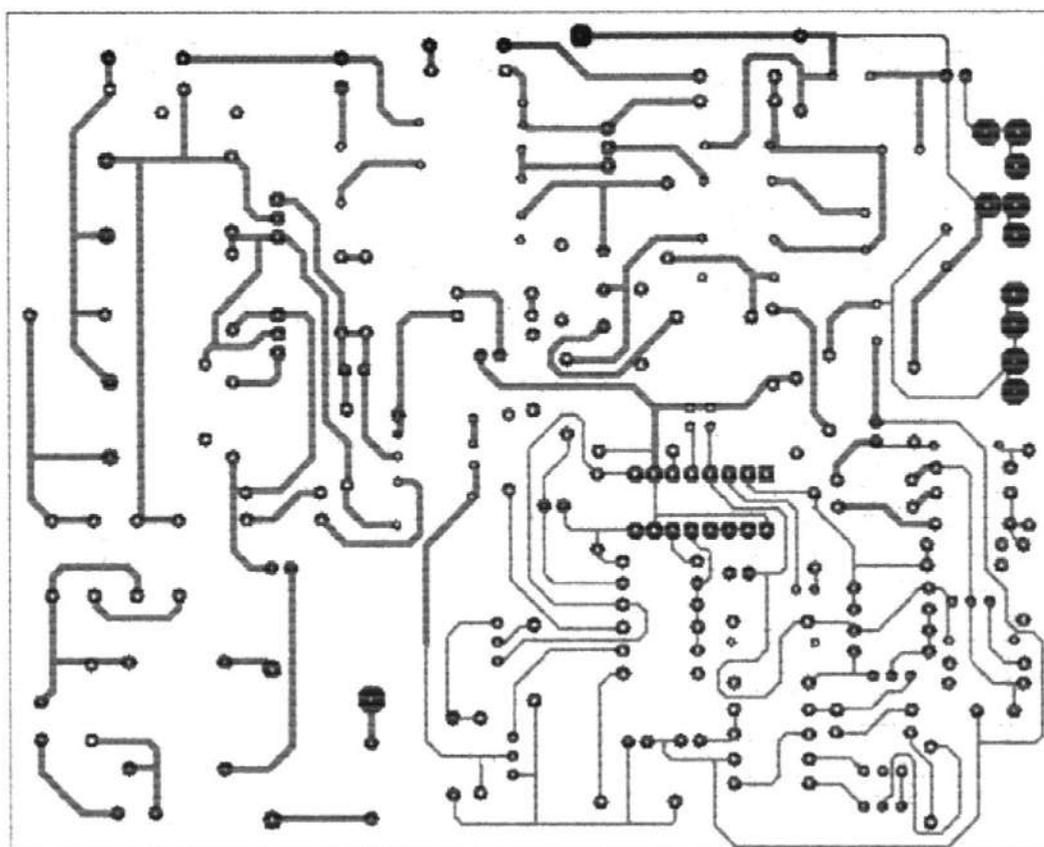


Figura 5.25.- Vista posterior de la placa con los elementos



A.F. 141972