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

A G R A D E C I M I E N T O

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.

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. Holger Cevallos	Ing. Alberto Larco G
Subdecano de la FIEC	Director de TOPICO

Ing. Alberto Manzur	Ing.Holger Cevallos
Miembro del Tribunal	Miembro del Tribunal

D E C L A R A C I O N E X P R E S A

"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 capitulo 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 800ºC 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 1400ºC 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 ultimo 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 capitulo 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 capitulo 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
2.3.1Proceso 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 ....

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

FIGURA 2.1 BOBINA DE PARO ACCIONADA POR I2.....24

FIGURA 2.2 ACTIVACION DEL MOTOR DE TRITURADORA

FIGURA 2.3 ENCENDIDO DE TRITURADORA SECUNDARIA.....26

FIGURA 2.4 ACTIVACION DE TRITURADORA TERCIARIA.....27

FIGURA 2.5 ACTIVACION DE BANDA

FIGURA 2.6 ENCENDIDO DE BANDA TRANSPORTADORA GIRATORIA.....29

GURA 2.7 ENCENDIDO DEL RASCADOR DE PIEDRA CALIZA.....

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.....

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

FIGURA 2.17 RANGOS DE TEMPERATURA PARA LOS SENSORES DESDE N2-N7.....42

FIGURA 2.18 INICIO DE LA MOLIENDA DEL CEMENTO.....

FIGURA 2.19 ENCENDIDO DE LA BOMBA DE LLENADO DEL

FIGURA 2.20 COMPARACION DEL NIVEL ACTUAL DEL KLINKER CON EL NIVEL MAXIMO.....

FIGURA 2.22 COMPARACION DEL NIVEL ACTUAL DEL YESO CON EL NIVEL MINIMO.....46

FIGURA 2.23 ENCENDIDO DEL MOTOR DE CEMENTO Y

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

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 2.31PROGRAMACION 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 2.35PREGUNTO 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 TERCIARIA 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

FI

FIGURA 3.8 BOTONES Y SWITCHES.....115

FIGURA 3.9 PANEL DE CONTROL.....115

□ 115

FIGURA 3.11 PANEL DE FUNCIONES.....115

FIGURA 3.14 TIPOS DE DATOS.....117
FIGURA 3.15 ESTRUCTURAS.....118

FIGURA 3.16 OPERACIÓN DEL CICLO WHILE.....119

FIGURA 3.18 ESTRUTURA CASE DE TIPO

FIGURA 3.19 ESTRUCTURA CASE DE TIPO BOOLEANO

FIGURA 3.20ESTRUCTURA CASE DE TIPO NUMERICO 121

FIGURA 3.21CASE DE TIPO STRING.....122
FIGURA 3.22 CONTROLES DE TIPO SERIAL.....123

FIGURA 3.24 VISA WRITE.....124

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

FIGURA 4.5 ENVIO DE LOS CARACTERES QUE ENCIENDEN

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

FIGURA 4.8 VISUALIZACION DE LA SALIDA DE 0

VOLTIOS.....153

FIGURA 4.9 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA
.....154

FIGURA 4.10 VISUALIZACION DE LA SALIDA

FIGURA 4.11 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 3.75 VOLTIOS 155

FIGURA 4.12. VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA DE 5

FIGURA 4.13 ADQUISICION DE DATOS POR MEDIO ...157

FIGURA 4.14 ENVIO DE CARACTERES DE LAS SALIDAS

FIGURA 4.15. INTERFASE DE COMUNICACIÓN

FIGURA 4.16. VISUALIZACION DE LAS ENTRADAS ANALOGICAS

FIGURA 4.17 VISUALIZACION DE LAS ENTRADAS

FIGURA 4.18 VISUALIZACION DE LOS SWITCHES

FIGURA 4.19 ENCENDIDOS DE LOS LEDS EN LA TARJETA DE

FIGURA 4.20 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL

FIGURA 4.21VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL

FIGURA 4.22 VISUALIZACION DE LA SALIDA ANALOGICA REAL

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 4.31FOTOS 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 DISENO DE LA TARJETA HECHA EN EAGLE 5.1.....ANEXO B.3

FIGURA 4.38 DISENO DE LA TARJETA DE CONTROL CON LOS ELEMENTOS HECHA EN EAGLE 5.1.....ANEXO B.3

FIGURA 4.39 DISENO DE LA TARJETA DE ENTRADA REALIZADA EN EAGLE 5.1.....ANEXO B.3

FIGURA 4.40 DISENO DE LA TARJETA DE ENTRADA CON LOS ELEMENTOS HECHA EN EAGLE5.1.....ANEXO B.3

FIGURA 4.41 DISENO DE LA TARJETA DE SALIDA HECHA EN EAGLE 5.1.....ANEXO B.3

FIGURA 4.42 DISENO 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

FIGURA 5.4 ESQUEMATICO DEL DOBLADOR DE

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

FIGURA 5.8 CAPACITOR EN SERIE C6 CON EL

FIGURA 5.9 VOLTAJE MAXIMO DE CARGA EN EL CAPACITOR

FIGURA 5.10 VOLTAJE PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR

FIGURA 5.11 VOLTAJE PRIMARIO MEDIDO CON EL MULTIMETRO DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL.....191

FIGURA 5.12 VOLTAJE TOTAL DEL SECUNDARIO DEL

FIGURA 5.13 ESQUEMATICO DE LA SALIDA DE 5 VOLTIOS.....

FIGURA 5.14 SIMULACION DE LA SALIDA DE 5

FIGURA 5.15 ESQUEMATICO DE LA SALIDA DE 12 VOLTI

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.

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 ï emisor.
PC	Computador.
KVA	Kilo Voltios Amperios.
Ic	Corriente de colector.
nF	Nano faradios.
s	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.

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 Adquisition) , 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.

- 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 , Protel 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.

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 gigantescas 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 los 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 gigantescos de 3500 caballos de fuerza (el equivalente a 100 suzuki forza).

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 mas 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 volúmen.

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

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

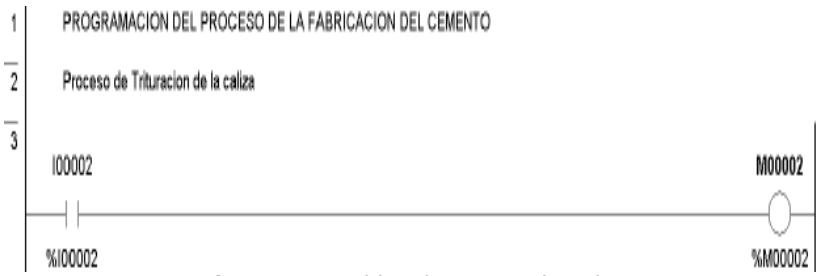

Figura 2.1.- Bobina de paro accionada por I2

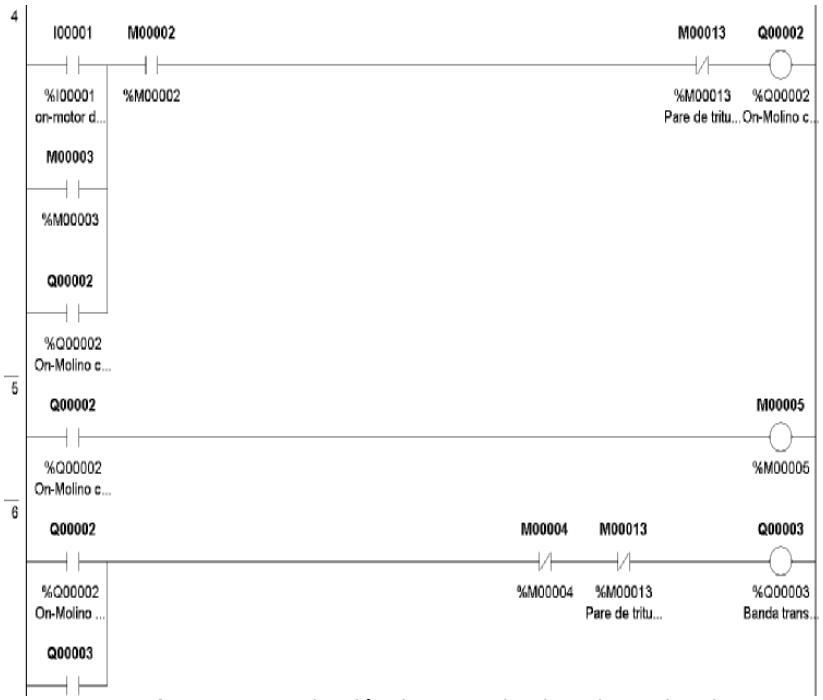

Figura 2.2.- Activación de motor de trituradora primaria

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.

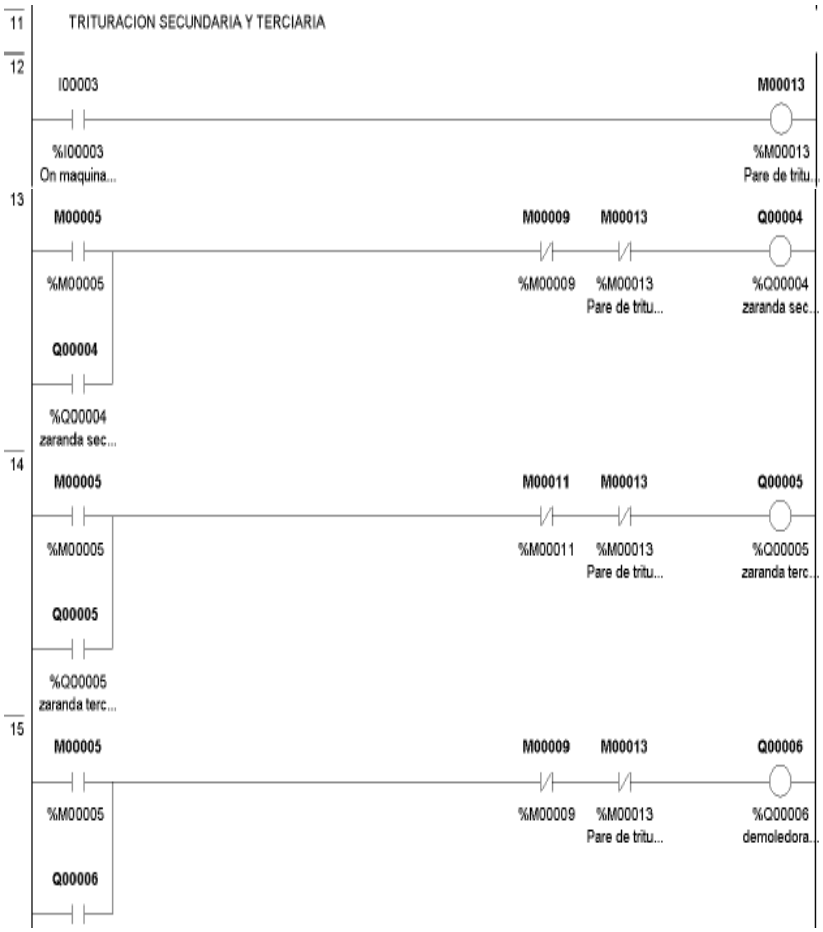

Figura 2.3.- Encendido de trituradora secundaria Q6

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.

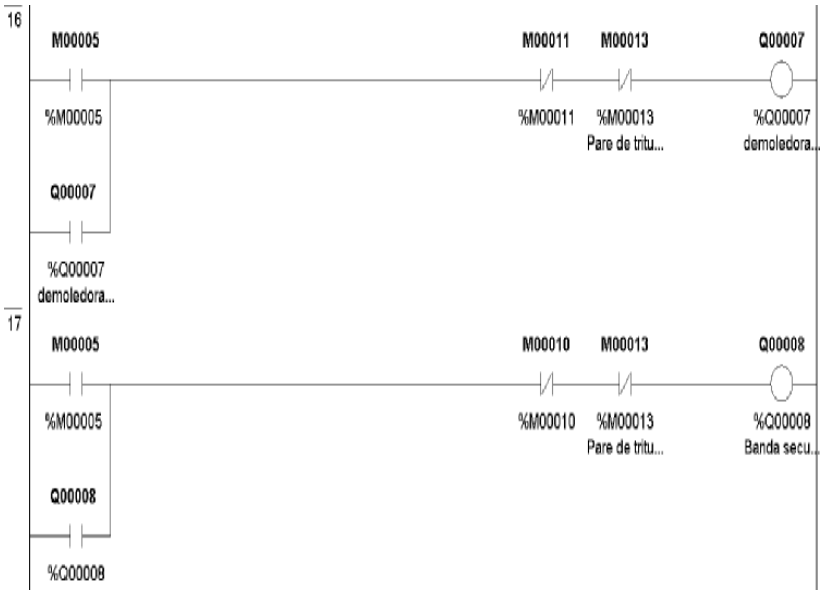

Figura 2.4.- Activación de Trituradora Terciaria

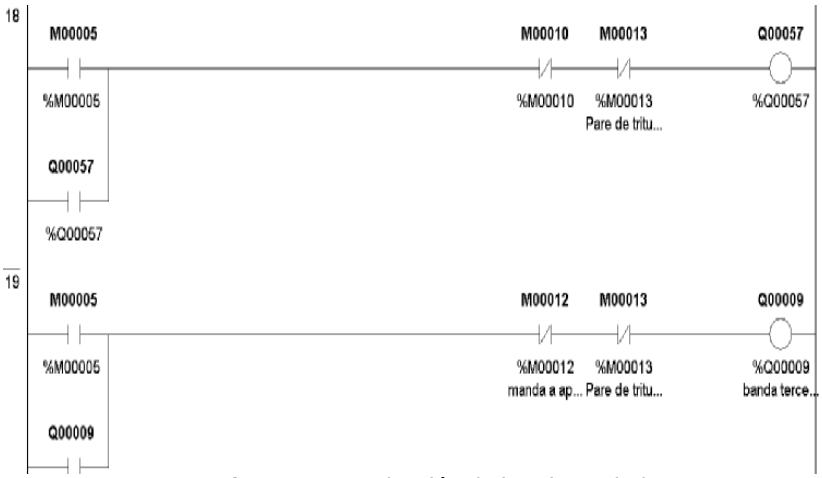

Figura 2.5.- Activación de banda terciaria.

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.

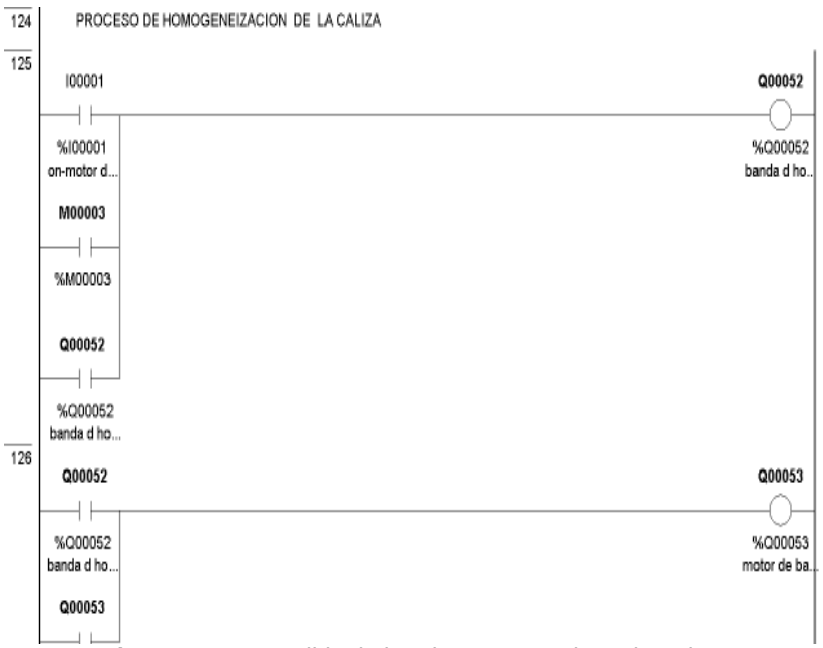

Figura 2.6.-Encendido de banda transportadora giratoria Q53

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 .

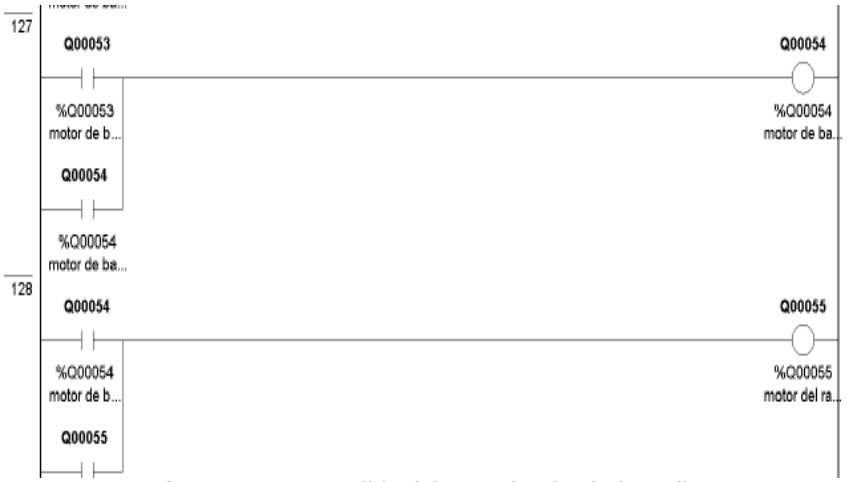

Figura 2.7.- Encendido del rascador de piedra caliza Q55

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.

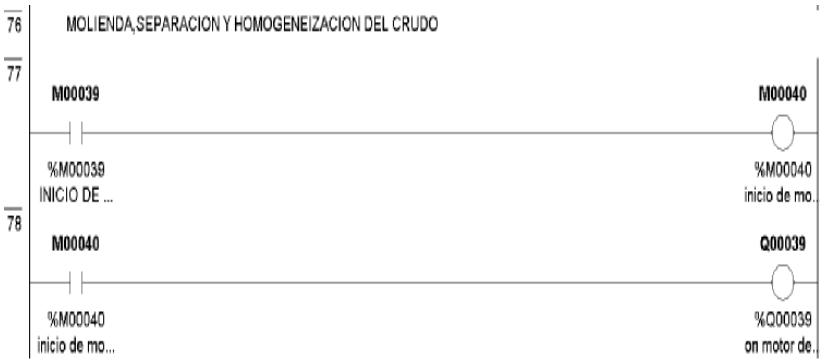

Figura 2.8.- Inicio de la molienda del crudo.

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.

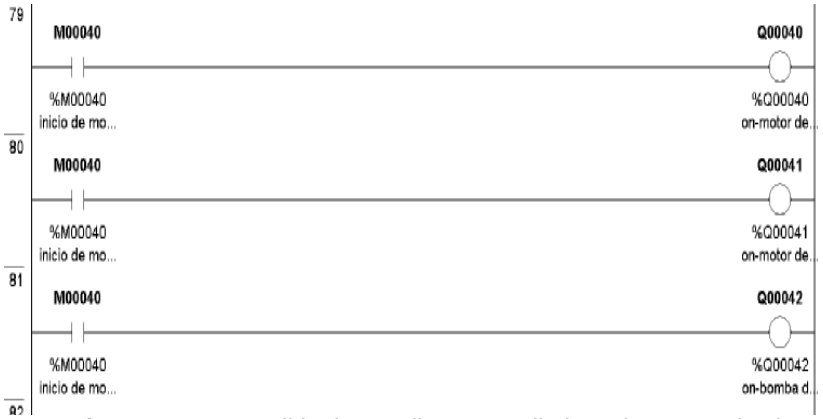

Figura 2.9.- Encendido de cangilones, ventilador y homogeneizador

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.

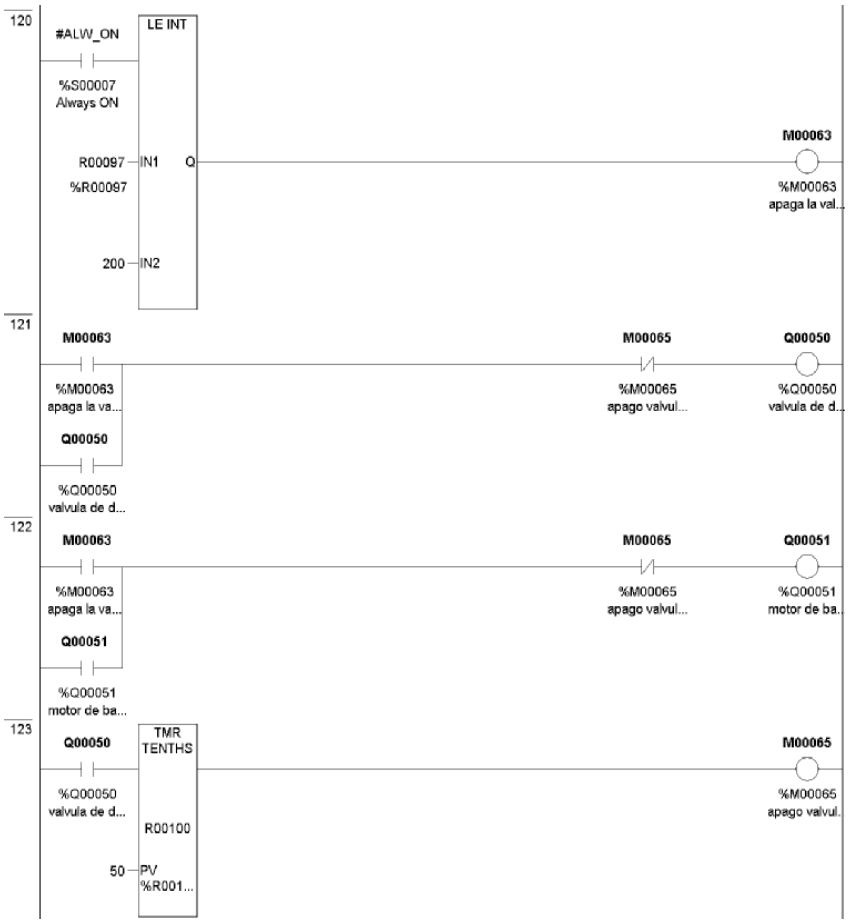

Figura 2.10.-Control de la válvula de descarga hacia el pre calentamiento.

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 800ºC y continuará su deslizamiento hasta ir entrando al horno de calentamiento donde se encuentra una temperatura máxima1400ºC.

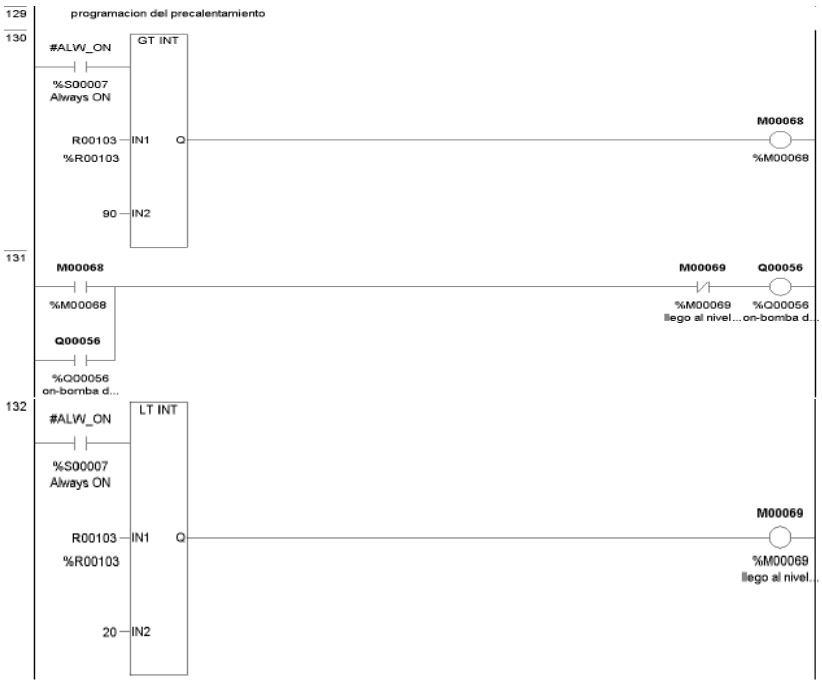

Figura 2.11.- Programación del pre calentamiento.

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.

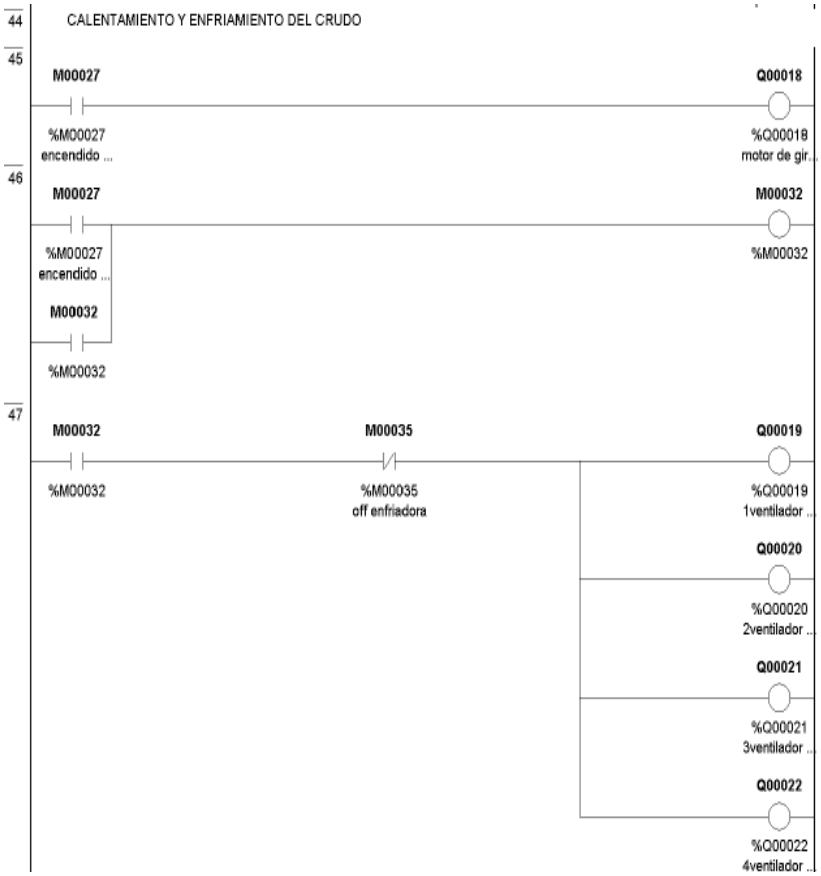

Figura 2.12.- Encendido del Horno y la Enfriadora

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.

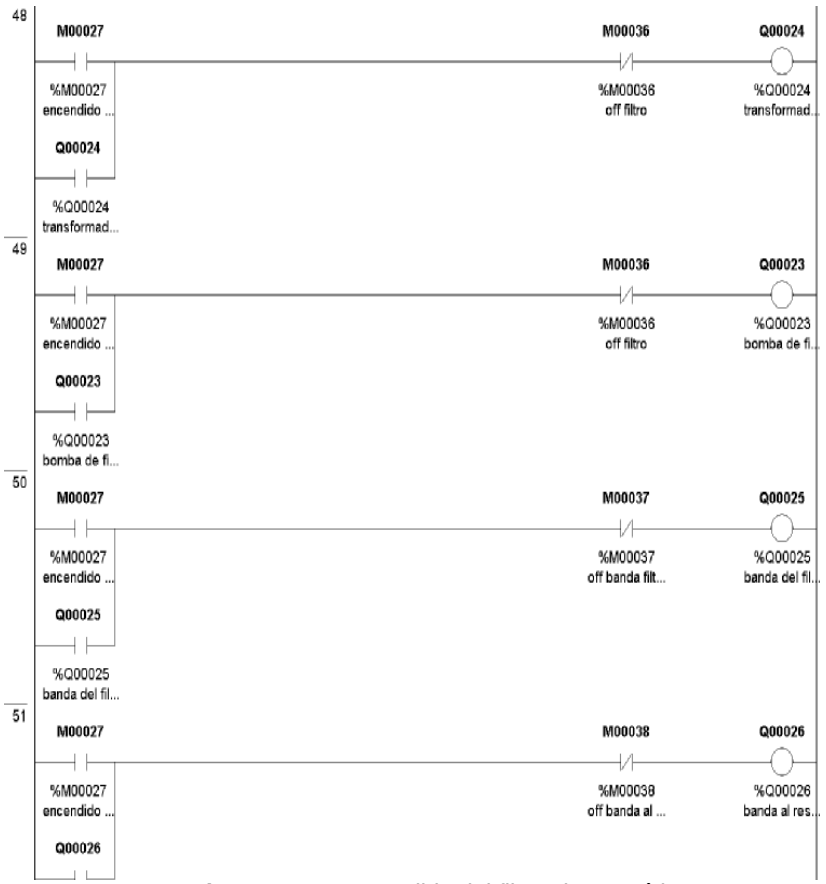

Figura 2.13.- Encendido del filtro electrostático.

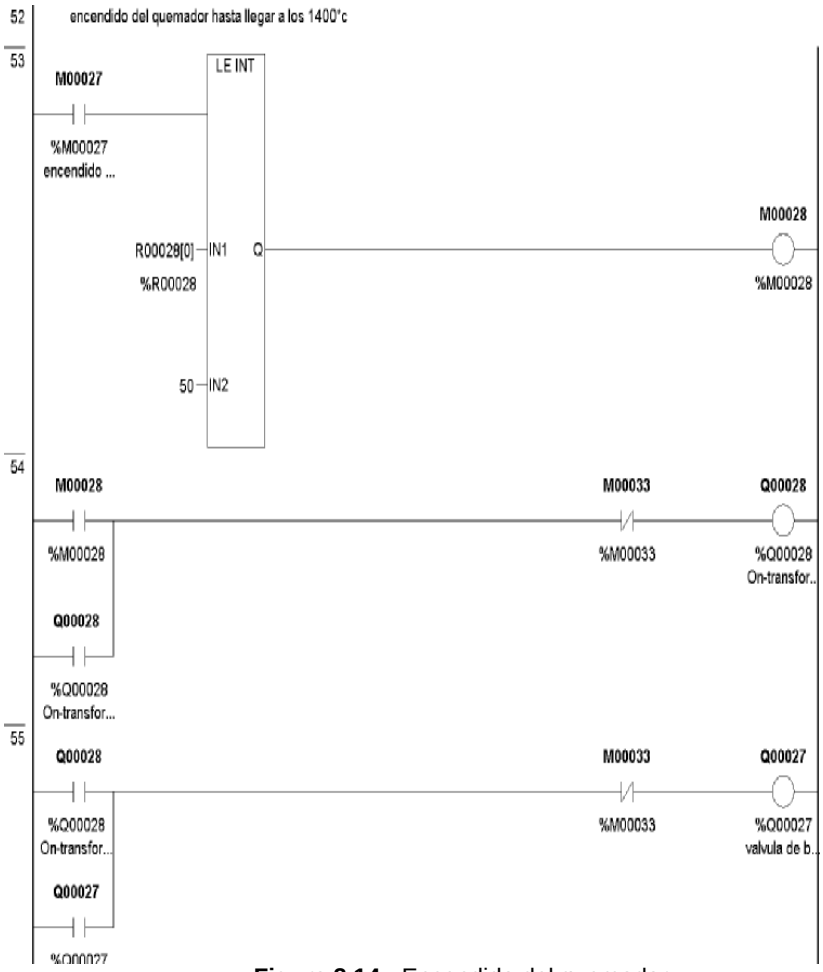

Figura 2.14.- Encendido del quemador.

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.

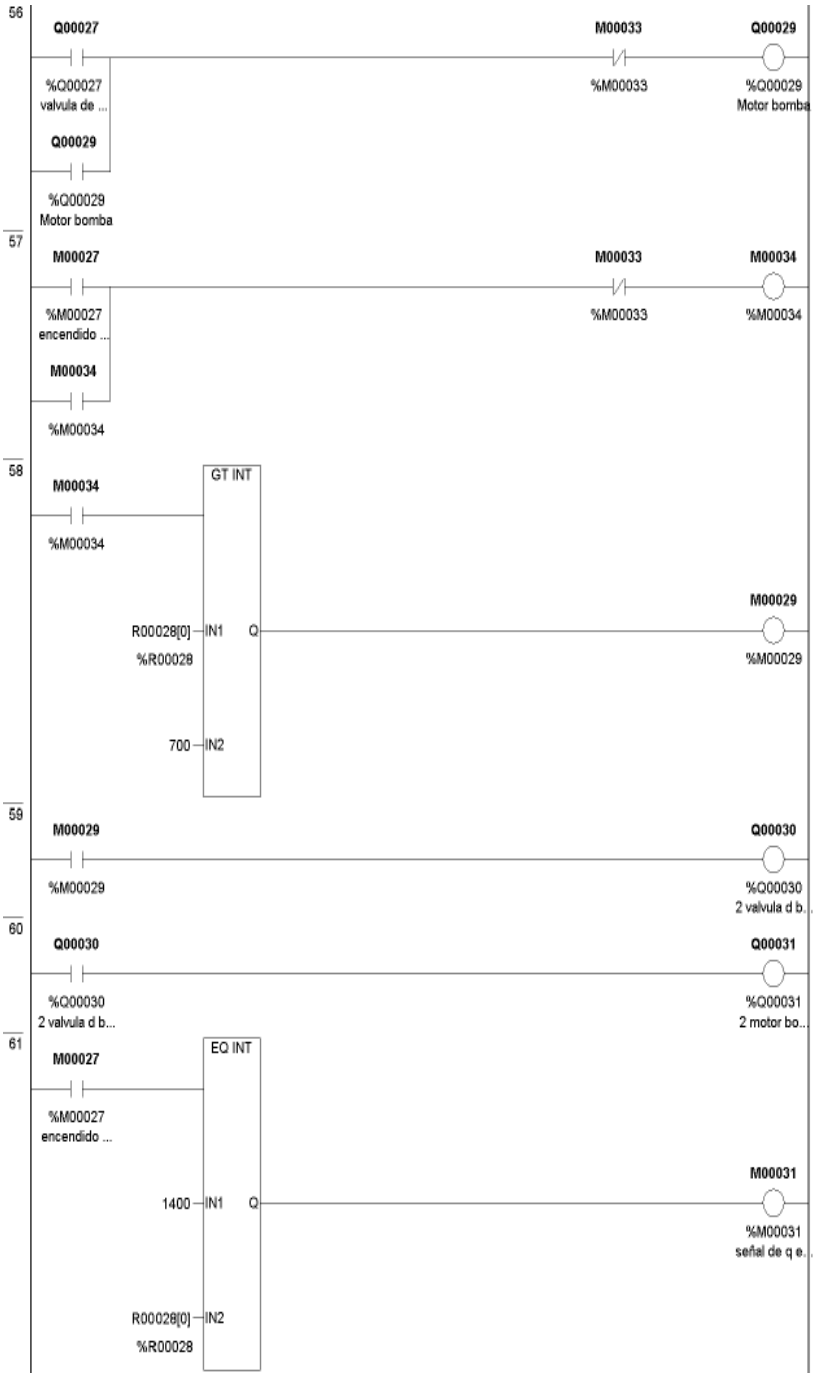

Figura 2.15.- Encendido del 2do motor bomba

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

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.

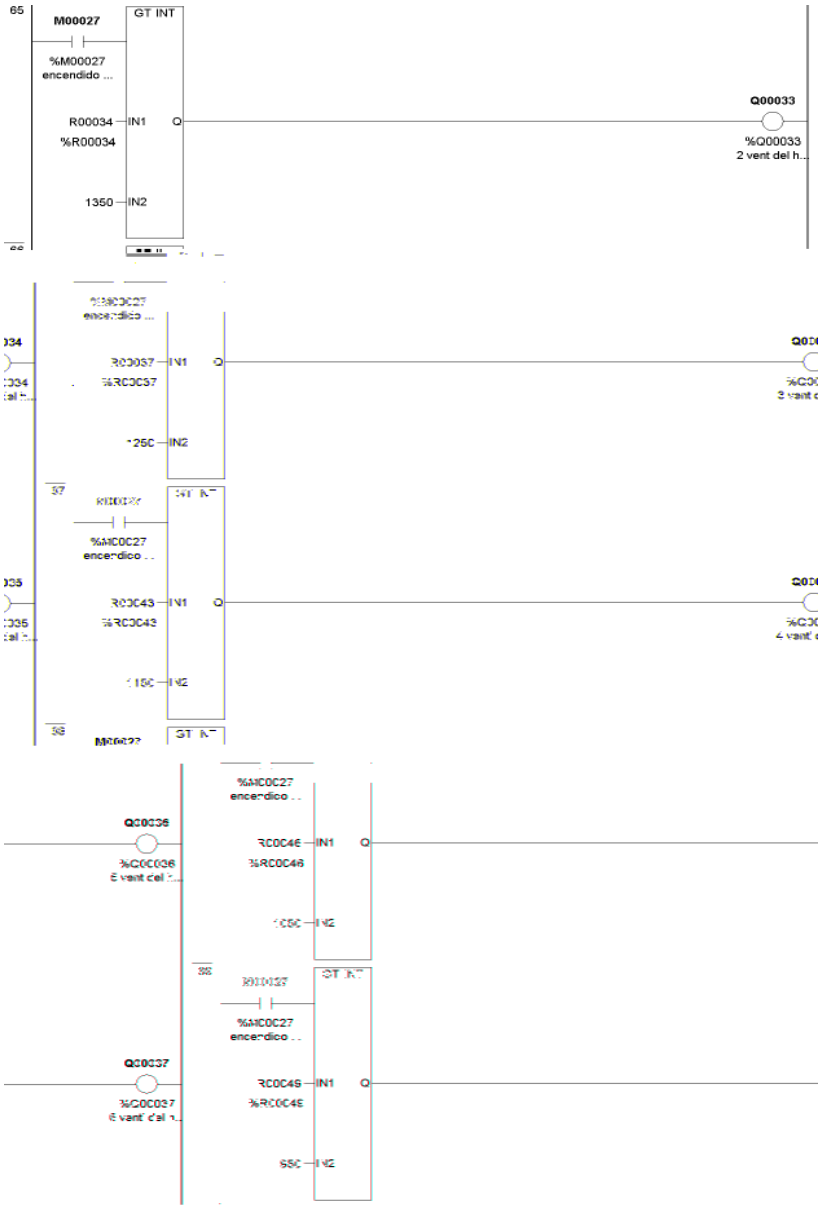

Figura 2.17.- Rangos de temperatura para los sensores desde N2-N7

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.

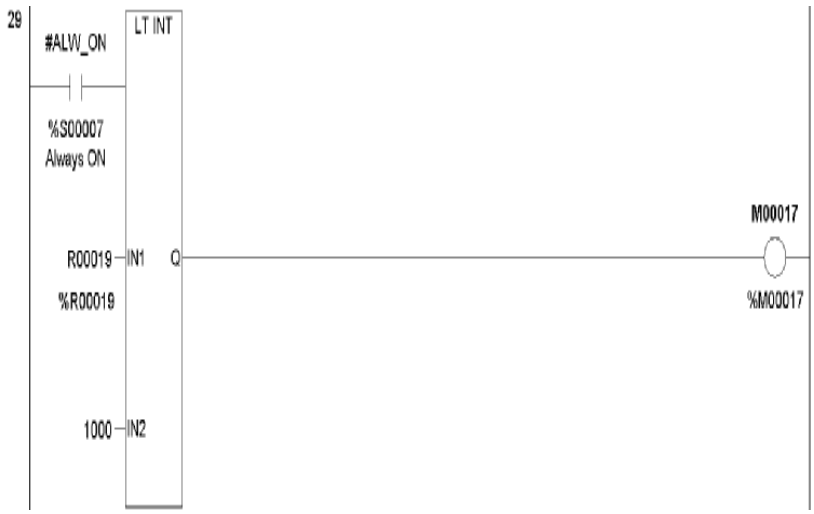

Figura 2.19.- Encendido de la bomba de llenado de klinker

Contactos que la apagan M19 y M21.

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

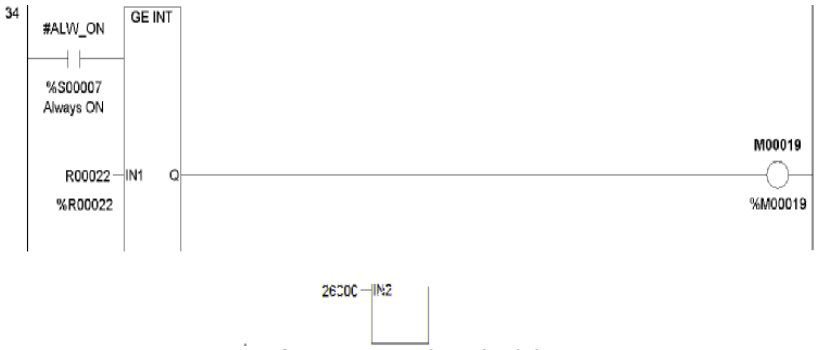

Figura 2.21.- Llenado del yeso.

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.

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

Cuando esta todo listo se espera la señal del sensor I7 que indica la presencia de piedra como se lo puede

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.

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

2.3.1.2 Extracción de la Piedra Caliza

En la figura 2.56 se pueden observar dos botoneras la primera colocada en la parte inferior izquierda que esta pantalla donde se muestra todo el proceso y el otro 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

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

ón

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.

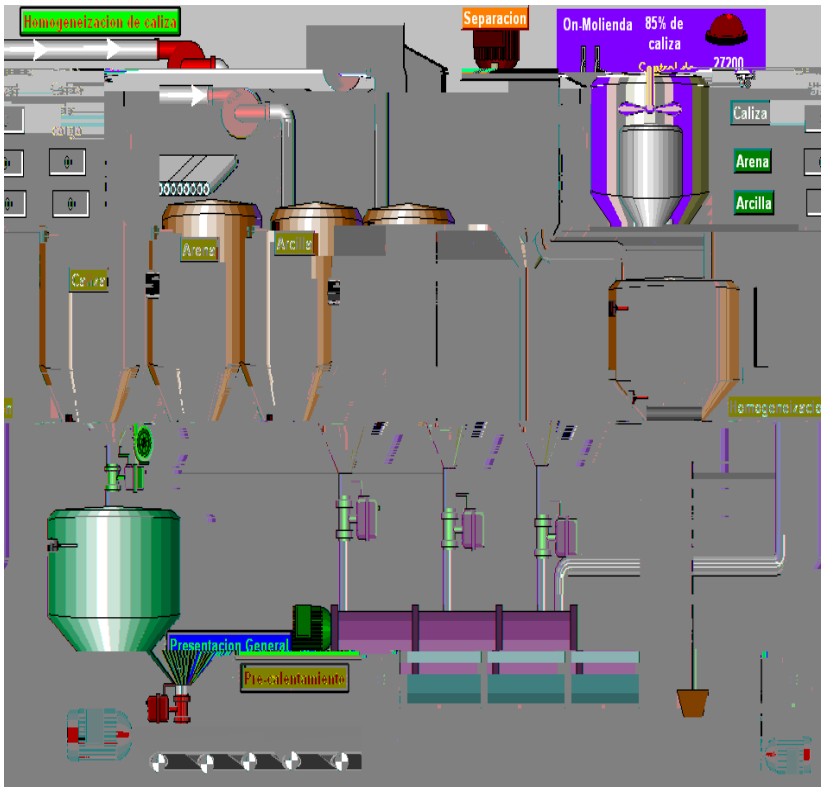

Figura 2.60.- Control de los niveles de llenado de caliza, arena y arcilla

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.

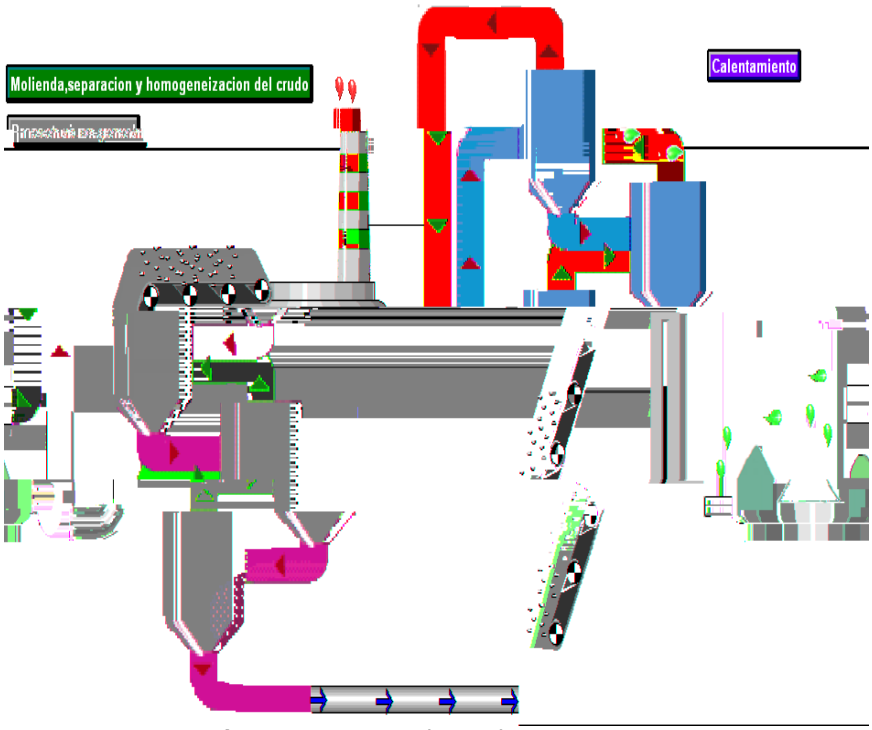

Figura 2.61.- Pre calentamiento.

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.

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.

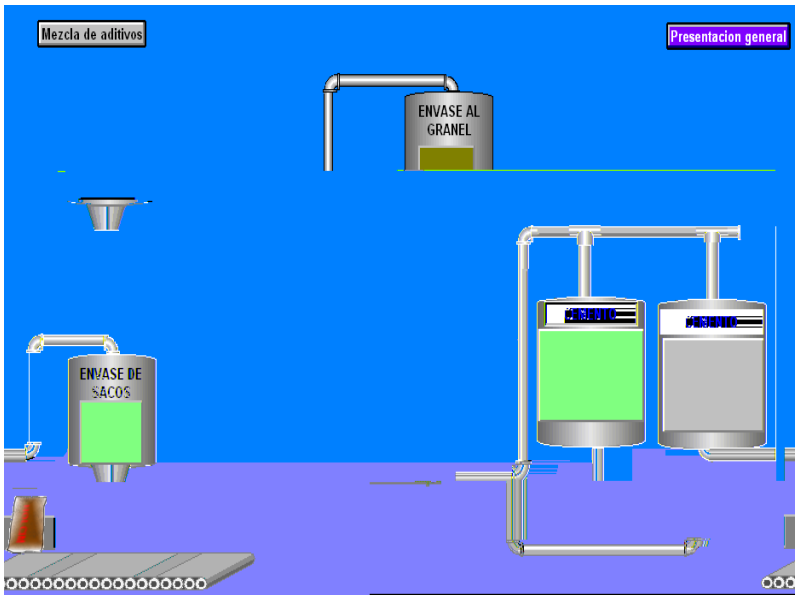

Figura 2.64.- Despacho del cemento.

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

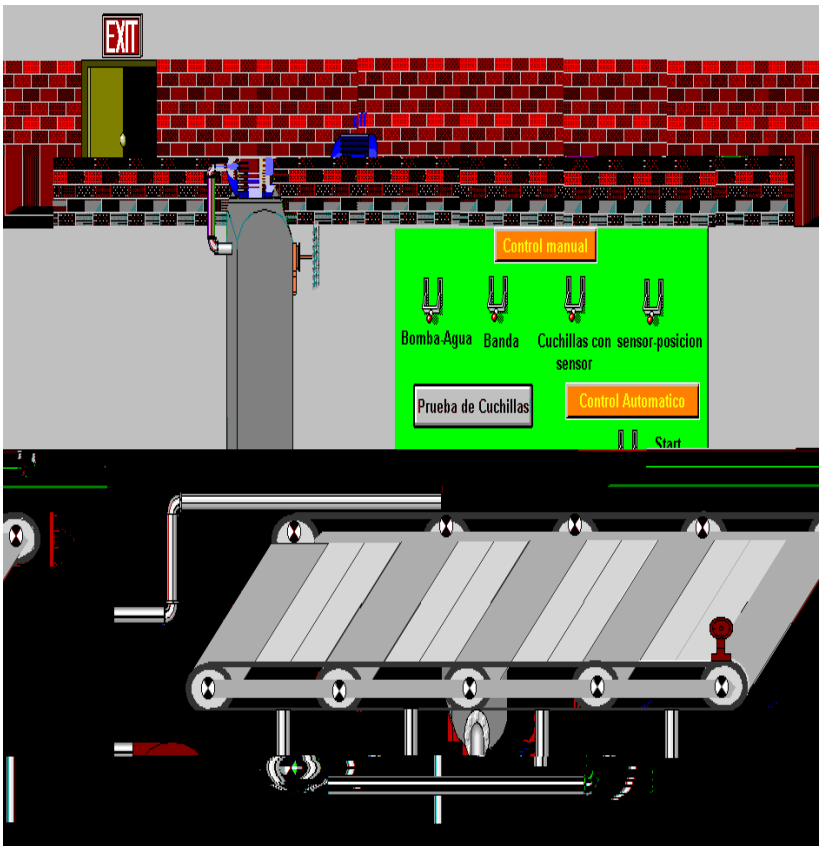

Figura 2.65.- Máquina bloqueadora y panel de control que la maneja.

.**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 ultima 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.

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.

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 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

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 Comunications 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.

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.

Para nuestro proyecto usamos un reloj de 16 MHz entonces el período de conversión es 2 u seg que es mayor que el mínimo período requerido de 1,6 useg 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.

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 4.4.- 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.

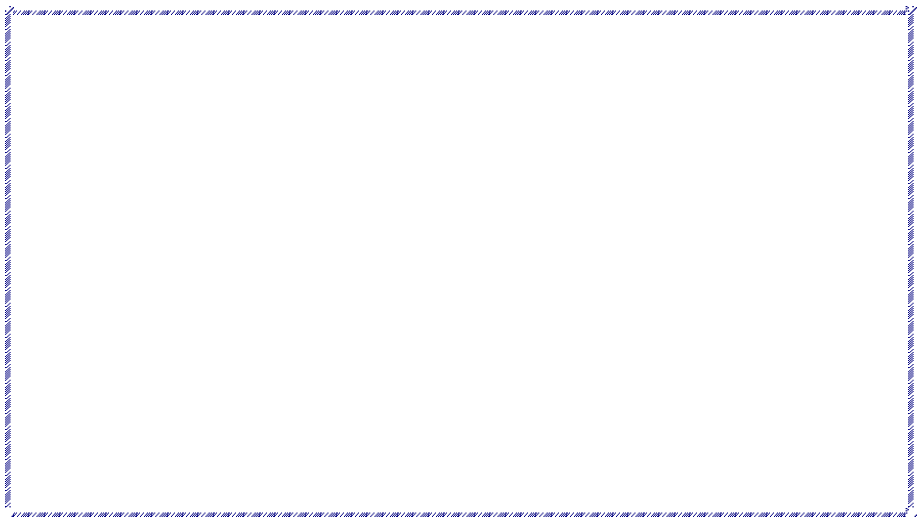

Figura 4.6.- Envío de los caracteres de apagado de todas las salidas digitales

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.

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.

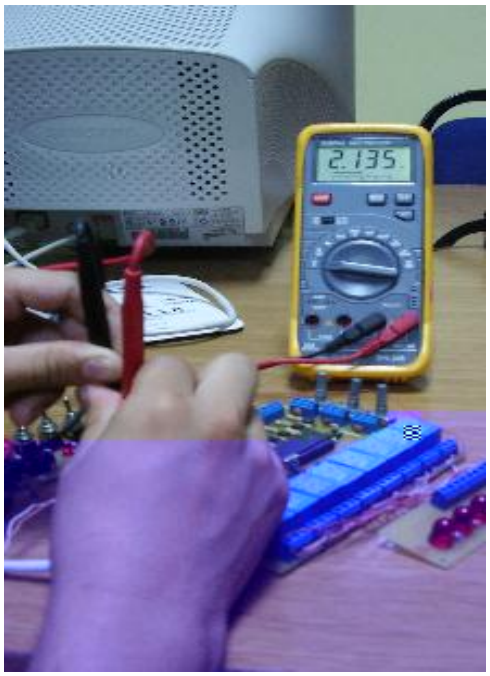

Figura 4.21.- Visualización de la salida analógica real de 2.13 voltios.

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 numero 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.

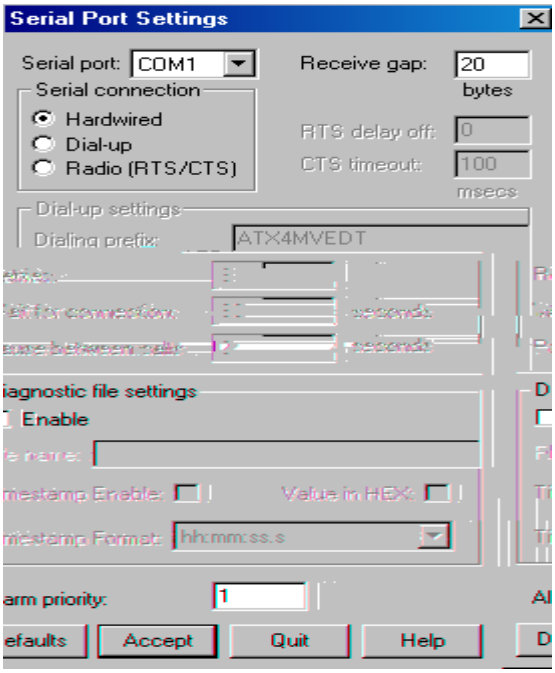

Figura 4.23.- Elección del puerto serial.

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 conecctions 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

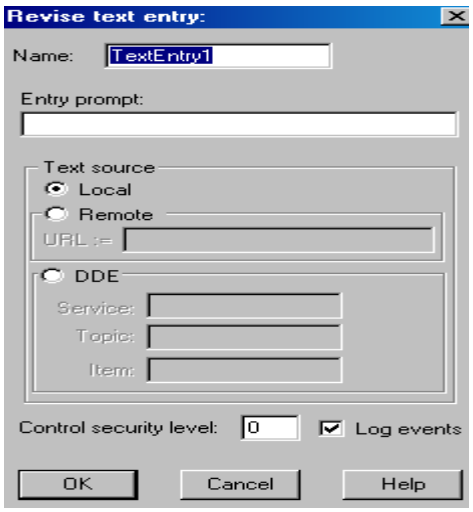

Figura 4.28.- Revise text entry.

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

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:

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 realizaran los cálculos respectivos para tratar de justificar la selección de elementos utilizados en la fuente de conmutación, en tercer lugar se mostraran las simulaciones de la etapa en estudio y por ultimo se encontraran gráficas reales tomada con una cámara digital que fueron hechas utilizando el multimetro 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

Salida: 5A-25 V

Pout= 300 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 C, voltaje alterno de Vac=115(v), se tiene $B \quad 1600G$ (gauss) el flujo $B \quad 3300G$.

El $Ip_{\max}$ (Corriente de trabajo del primario del transformador)

$$Ip \quad \frac{3 * Pout}{Vin} \qquad (5\text{-}14)$$

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

En la alimentación se tiene Vac= 115 voltios.

Vin= 2*115v*1.4142

Vin= 325.26 v

Ip= 3* 300w/325.26v

Ip= 2.77 amperios

Cálculo del tamaño del núcleo

Teniendo como densidad 500 c.m/A

$$Ae.Ac \quad \frac{0.68 * Pout * D \ * 10^3}{f * B_{MAX}} \qquad (5\text{-}15)$$

Reemplazando los datos en la ecuación 5-15 tenemos:

Ae*Ac= (0.68 * 300 * 500)*10^3 / (60 Khz * 1600 G)

Ae*Ac= 1,0625 cm^4

Cuando escogemos los valores de Ae y Ac del catálogo debe ser el producto de (Ae*Ac) +50 %(Ae*Ac) .

Tenemos (Ae * Ac)=1.0625 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 Ae= 2.02 cm^2 y una área de bobina Ac= 0.748 cm^4 .

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

Vs= 2* 5 voltios

Vs= 10 voltios

Sabemos que el Vp=97.633 (v)

Reemplazando en la ecuación 5-17 tenemos:

Ns= 12 * (10/ 97.633)

Ns= 1,22 vueltas

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

Vs= 2 Vout

Vs= 2* 12 voltios

Vs= 24 voltios

Sabemos que el Vp=97.633 (v)

Reemplazando en la ecuación 5-17 tenemos:

Ns= 12 * (24/ 97.633)

Ns= 3 vueltas

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

Reemplazando en al 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 c.m/A *15= 7.500 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 c.m/A *15= 2.500 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 *(5-19)*

Reemplazando en la ecuación 5-19

T= 1 / 60.2 = 16.61 us

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

$$dr=\frac{Toff}{T} \qquad (5\text{-}20)$$

Reemplazando en la ecuación 5-20

$$dr \quad \frac{20useg}{16.61useg}$$

dr= 1.2

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

Ifdm= Iout(dc)* df (5-22)

df= 1- (0.5 Toff / T) (5-23)

Reemplazando en la ecuación 5-23

df= 1- (5 u seg / 16.61 u seg)

df= 0.7

y reemplazando este valor en la ecuación 5-22

Ifdm= (30 amperios) * (0.7)

Ifdm= 21 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

$$Toff \quad \frac{1}{2} * \frac{1 \quad (Eout / Ein)}{f} \qquad (5\text{-}24)$$

$$Toff \quad \frac{1}{2} * \frac{1 \quad (Ein \diagup 2 * Ein)}{f}$$

Reemplazando en la ecuación 5-24

Toff= (1/4)*(1/fs)

Toff= (1/4)* (1/60.4k)

Toff=4.139 useg.

Cálculo para 5 voltios

$$L \quad \frac{Eout * Toff}{0.25 * Iout} \qquad (5\text{-}25)$$

Reemplazando en la ecuación 5-25

$$L \quad \frac{5 * \ 4.139useg}{0.25 * 30}$$

L= 2.76 u H

$$L \quad \frac{12 * 4.139 useg}{0.25 * 12}$$

L= 16.55 u H

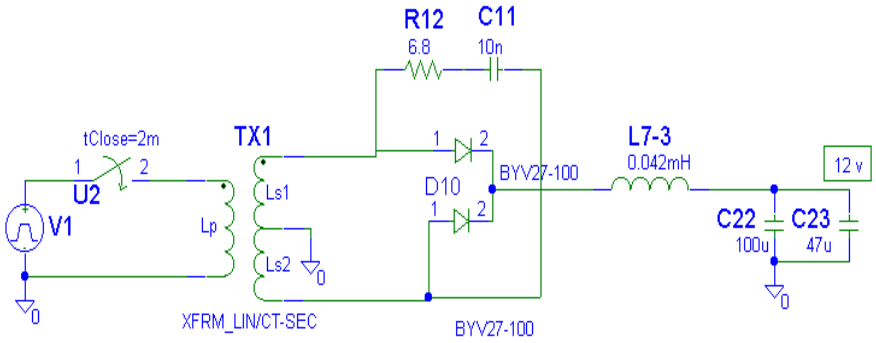

Figura 5.15.- Esquemático de la salida de 12 voltios

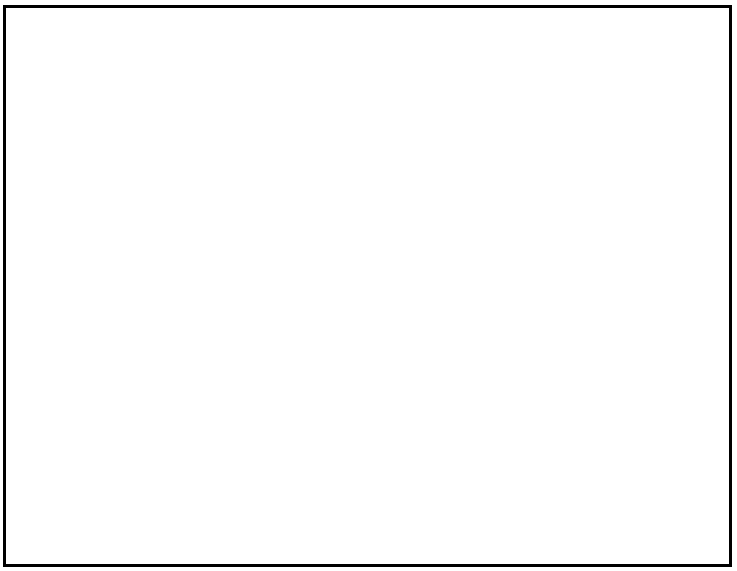

Figura 5.16.- Simulación de la salida de 12 voltios y -5 voltios

La señal amarilla representa la salida de 12 voltios.
La señal azul representa a –5voltios

Cálculo del entrehierro para la bobina

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

Pero primero se calcula la dimensión del alambre

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

Bmax= 400 cm

K=0.4 para toroide.

Densidad=500cm/A

I= 30 amp

Reemplazando en la ecuación 5-27

$$D \quad \frac{400cm}{amp} * 30amp$$

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

Reemplazando en la ecuación 5-29 tenemos:

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

$$N \quad 8$$

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

Cálculos para diseñar el toroide

Toff = 4.139 u seg

Cálculo de la inductancia

$$L \quad \frac{Eout * Toff}{0.25 * Iout} \qquad (5\text{-}30)$$

Reemplazando en la ecuación 5-30 tenemos:

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

Cálculo de L*Iout^2

$$L * Iout^2 \qquad (5\text{-}31)$$

Reemplazando en la ecuación 5-31 tenemos:

$$L * Iout^2 = (2.75uH) * (30amp)^2$$

$L * Iout^2$ = 2475 uH

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

$$N \quad 1000 * \frac{L}{L_{1000}}^{1/2} \qquad (5\text{-}32)$$

$$N \quad 1000 * \frac{2475uh}{28}^{1/2}$$

N 9

Sumo el 20% de N

N= 9+0.2 (9)
N= 11 vueltas

Cálculo del conductor

Densidad de corriente= 200cm/A

Iout= 30 amperios

Elección del conductor = B * Iout (5-33)

Reemplazando en la ecuación 5-33 tenemos:

Elección del conductor = 200 cm/a * (30 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 x 18= 72 vueltas

1 #18AWG= 1620 cm

12 x 1620 cm= 19440 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)

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

$$\text{Fd} \quad 33.65$$

$$Cout \quad \frac{30amp}{38.9v}$$

$$Cout \quad 0.77 \text{ uf}$$

CALCULOS A PLENA CARGA

$$\text{Re}lación\ de\ Número\ de\ vueltas \quad \frac{Vs}{Vp}$$

$$\text{Re}lación\ de\ Número\ de\ vueltas \quad \frac{40}{150}$$

$$\text{Re}lación\ de\ Número\ de\ vueltas$$

CALCULO DE EFICIENCIA

$$N \quad \frac{Pout}{Pin} * 100$$

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

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

N= 83.05%

Pin= Vin * Ient

Pin= 120 V * 3.01 Amp

Pin= 361.2 watts

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

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 mezlar 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 logicos 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 comunications interface) puede funcionar como un sistema de comunicación full duplex o bidireccional asíncrono, adaptandose 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 linea .

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

ASCII (siglas de american standart code for information interchange)
Código normalizado que utiliza en total 8 bits.