

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“Automatización vía PLC de una maquina extrusora de polietileno para la fabricación de bolsas, así como implementación de indicadores de fallas en la misma, para la Empresa Plásticos y Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I.”

Realizado en

“Empresa Plásticos y Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I.”

Presentan

Marco Antonio Hernández Olvera
Francisco Javier Pérez Díaz
Luis Lenin Sánchez López

Carrera

Ingeniería Electrónica

Asesor

M. en C. Arnulfo Cabrera Gómez

Revisor

Ing. Odilio Magdaleno Orozco

TUXTLA GUTIÉRREZ CHIAPAS, ENERO DEL 2010

Plásticos y Bolsas del Sureste S. de RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C.P. 29050

**SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.**

**ATN' DR. DANIEL SAMAYOA PENAGOS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN.**

POR MEDIO DE ESTE OFICIO FECHADO CON EL DÍA 21 DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2009. HACEMOS DE SU CONOCIMIENTO LO SIGUIENTE.

EL ALUMNO: MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ OLVERA.

QUE CURSA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE ESE INSTITUTO TECNOLÓGICO Y QUE REALIZO, EL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL (AUTOMATIZACIÓN VÍA P. L. C. A MAQUINA EXTRUSORA DE POLIETILENO, PARA LA FABRICACIÓN DE BOLSAS), EN ESTA EMPRESA PLÁSTICOS Y BOLSAS DEL SURESTE S. DE R. L. DE C. V. MI.

INFORMAMOS QUE EL TRABAJO QUE REALIZO FUE TOTALMENTE SATISFACTORIO Y BENEFICIOSO PARA ESTA EMPRESA, ASÍ MISMO EL ALUMNO ANTES MENCIONADO DEMOSTRÓ SU PROFESIONALISMO CUMPLIENDO CON ESE OBJETIVO Y CON LOS HORARIOS ESTABLECIDOS QUE COMPRENDIERON LOS MESES DE AGOSTO HASTA DICIEMBRE DEL AÑO EN CURSO.

POR LO QUE LA EMPRESA NO TIENE NINGÚN INCONVENIENTE EN EXTENDER LA PRESENTE PARA LOS FINES QUE CONVENGAN AL INTERESADO.



ATENTAMENTE

[Handwritten signature]

**ING. MARIO RENÉ PADRÓN MARTÍNEZ
GERENTE GENERAL**



Plásticos y Bolsas Del Sureste S. De RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C. P. 29050



Plásticos y Bolsas del Sureste S. de RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C.P. 29050

SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

ATN' DR. DANIEL SAMAYOA PENAGOS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN.

POR MEDIO DE ESTE OFICIO FECHADO CON EL DÍA 21 DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2009. HACEMOS DE SU CONOCIMIENTO LO SIGUIENTE.

EL ALUMNO: FRANCISCO JAVIER PÉREZ DIAZ.

QUE CURSA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE ESE INSTITUTO TECNOLÓGICO Y QUE REALIZO, EL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL (AUTOMATIZACIÓN VÍA P. L. C. A MAQUINA EXTRUSORA DE POLIETILENO, PARA LA FABRICACIÓN DE BOLSAS), EN ESTA EMPRESA PLÁSTICOS Y BOLSAS DEL SURESTE S. DE R. L. DE C. V. M. E.

INFORMAMOS QUE EL TRABAJO QUE REALIZO FUE TOTALMENTE SATISFACTORIO Y BENEFICIOSO PARA ESTA EMPRESA, ASÍ MISMO EL ALUMNO ANTES MENCIONADO DEMOSTRÓ SU PROFESIONALISMO CUMPLIENDO CON ESE OBJETIVO Y CON LOS HORARIOS ESTABLECIDOS QUE COMPRENDIERON LOS MESES DE AGOSTO HASTA DICIEMBRE DEL AÑO EN CURSO.

POR LO QUE LA EMPRESA NO TIENE NINGÚN INCONVENIENTE EN EXTENDER LA PRESENTE PARA LOS FINES QUE CONVENGAN AL INTERESADO.



ATENTAMENTE
[Handwritten Signature]
ING. MARIO RENE PADRÓN MARTÍNEZ
GERENTE GENERAL



Plásticos y Bolsas del Sureste S. de RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C.P. 29050

Plásticos y Bolsas del Sureste S. de RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C.P. 29050

SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

ATN' DR. DANIEL SAMAYOA PENAGOS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN
TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN.

POR MEDIO DE ESTE OFICIO FECHADO CON EL DÍA 21 DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2009. HACEMOS DE SU CONOCIMIENTO LO SIGUIENTE.

EL ALUMNO: LUIS LENIN SÁNCHEZ LÓPEZ.

QUE CURSA LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE ESE INSTITUTO TECNOLÓGICO Y QUE REALIZO, EL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL (AUTOMATIZACIÓN VÍA P. L. C. A MAQUINA EXTRUSORA DE POLIETILENO, PARA LA FABRICACIÓN DE BOLSAS), EN ESTA EMPRESA PLÁSTICOS Y BOLSAS DEL SURESTE S. DE R. L. DE C. V. MI.

INFORMAMOS QUE EL TRABAJO QUE REALIZO FUE TOTALMENTE SATISFACTORIO Y BENEFICIOSO PARA ESTA EMPRESA, ASÍ MISMO EL ALUMNO ANTES MENCIONADO DEMOSTRÓ SU PROFESIONALISMO CUMPLIENDO CON ESE OBJETIVO Y CON LOS HORARIOS ESTABLECIDOS QUE COMPRENDIERON LOS MESES DE AGOSTO HASTA DICIEMBRE DEL AÑO EN CURSO.

POR LO QUE LA EMPRESA NO TIENE NINGÚN INCONVENIENTE EN EXTENDER LA PRESENTE PARA LOS FINES QUE CONVENGAN AL INTERESADO.



ATENTAMENTE

ING. MARIO RENE PADRON MARTÍNEZ
GERENTE GENERAL



Plásticos y Bolsas del Sureste S. de RL de CV MI
RFC: PBS 900731 N12
2ª. Oriente Sur No. 679- B Col. Terán
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel. 61 53434 Fax. 61 50223
C. P. 29050

ÍNDICE

Pág.

CAPITULO 1.- ASPECTOS GENERALES.....	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	
1.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	
1.3 ÁREA RELACIONADA AL PROYECTO.....	
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	
1.5 NOMBRE DEL PROYECTO.....	
1.6 OBJETIVO.....	
1.6.1 Objetivo General.....	
1.6.2 Objetivos Específicos.....	
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	
1.8 HIPÓTESIS.....	
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO DELIMITACIÓN.....	
1.8 IMPACTO ÉTICO, AMBIENTAL, ECONÓMICO, TECNOLÓGICO Y SOCIAL.....	
1.9 ASEGURAMIENTO TÉCNICO-MATERIAL.....	
CAPITULO 2.- FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 MARCO TEÓRICO.....	
2.1 La extrusora.....	
2.2 El PLC.....	
2.3 Sensores.....	
2.4 Interfaz de usuario.....	
CAPITULO 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 DESARROLLO.....	
3.2 METODOLOGÍA A UTILIZAR.....	
3.3 CRONOGRAMA.....	
3.4 CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA EXTRUSORA A CONTROLAR....	
3.4.1 La alimentación.....	

3.4.2	Interruptor Termomagnético.....
3.4.3	El Cableado.....
3.4.4	Motores.....
3.4.5	Pirómetros.....
3.4.6	Termopar de control de temperaturas de rango amplio.....
3.4.7	Variadores de Velocidad.....
3.4.8	Contactores.....
3.4.9	Resistencias abrazaderas de chapa.....
2.5.10	Ubicación de la extrusora a controlar.....
3.5	DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA EXTRUSORA.....
3.6	REDISEÑO Y ADITAMENTOS DE LA EXTRUSORA A CONTROLAR.....
3.6.1	Alimentación.....
3.6.2	Motores.....
3.6.3	Sensores a incorporar.....
3.7	AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA.....
3.7.1	Arranque general.....
3.7.1.1	Modo automático.....
3.7.1.2	Modo manual.....
3.7.1.3	Características dentro del proceso a considerar.....
3.8	COTIZACIÓN
3.8.1	PLC.....
3.8.1.1	Opción 1.....
3.8.1.2	Opción 2.....
3.8.1.3	Opción 3.....
3.8.2	Sensores capacitivos.....
3.8.3	Sensores fotoeléctricos.....
3.8.4	Interfaz hombre maquina táctil.....
3.9	ANÁLISIS DE COSTOS.....
3.10	CARACTERÍSTICAS DE LA EXTRUSORA PROTOTIPO A CONTROLAR...
3.10.1	La alimentación.....
3.10.2	El Cableado.....
3.10.3	Motores.....

3.10.4	Pirómetros.....	.....
3.10.5	Termopar de control de temperaturas de rango amplio.....	.....
3.10.6	Variadores de Velocidad.....	.....
3.10.7	Contactores.....	.....
3.10.8	Resistencias abrazaderas de chapa.....	.....
3.10.9	Sensor.....	.....
3.10.10	Interfaz hombre maquina táctil.....	.....
3.11	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	.....
3.11.1	Programación del PLC en Kop.....	.....
3.11.2	Diagrama de conexionado.....	.....
3.12	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR 16F877A.....	.....
3.12.1	Tabla de datos.....	.....
3.12.2	Programación del microcontrolador.....	.....
3.12.5	Simulación.....	.....
3.13	RESULTADOS.....	.....
3.13.1	Estructura.....	.....
3.13.2	Pirómetros.....	.....
3.13.3	Variadores de Velocidad.....	.....
3.13.4	Resistencias abrazaderas de chapa.....	.....
3.13.5	Termopar.....	.....
3.13.6	Sensor.....	.....
3.13.7	El microcontrolador.....	.....
3.13.8	Fuente de voltaje.....	.....
3.13.9	Panel de control.....	.....
CONCLUSIÓN.....		.....
ANEXOS.....		.....
ANEXOS A.- Observación E Investigación.....		.....
ANEXOS B.- Extrusoras A Controlar.....		.....
ANEXOS C.- Partes De La Extrusora.....		.....
ANEXOS D.- Data Sheet De Elementos Electrónicos.....		.....
FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS.....		.....



CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCIÓN

El plástico es considerado un material polimérico orgánico (compuesto por moléculas orgánicas gigantes) que puede deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. La fabricación de los plásticos y sus manufacturados implica cuatro pasos básicos: obtención de las materias primas, síntesis del polímero básico, obtención del polímero como un producto utilizable industrialmente y moldeo o deformación del plástico hasta su forma definitiva.

Los plásticos son los polímeros más importantes en el mercado, más que los hules, las fibras y las pinturas, por lo que la fabricación de este producto se da por el tonelaje de producción y por los productos que genera.

En la industria del plástico, es importante el fortalecimiento de los diferentes procesos de producción. La reducción del tiempo de ciclo requiere el control de los procesos industriales, donde es necesario enfocar el proceso mecánico o manipulado por el hombre a sistemas automatizados. La automatización es un sistema de control con el fin de usar la mayor capacidad de las máquinas y llevar a cabo tareas anteriormente realizadas por el hombre. En la actualidad podemos aplicar la automatización en cualquier campo industrial teniendo el completo control de parámetros específicos para la producción de cualquier producto, teniendo como resultado una óptima interacción con las máquinas utilizadas en los procesos. Todas las etapas de un proceso pueden ser manejadas, desde el encendido de un motor hasta el empaque del producto.

En la empresa Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I., es una empresa que se dedica principalmente a la manufactura del polímero, el cual mediante el proceso de extrusión obtienen bolsas de plásticos en diferentes medidas y para usos diversos, como son: bolsas para vivero, de supermercado, para basura, etc.

Sin embargo, la maquinaria que se utiliza es casi obsoleta, por consecuencia la producción de bolsas, es muy lenta y presenta muchos errores, tanto para la producción como en la maquinaria, lo cual genera muchas pérdidas económicas y se requiere mucho personal para el cuidado y reparación de estas, es por ello que en esta empresa implementaremos la automatización para minimizar los problemas y aumentar la eficacia en la producción.

Para esto presentamos en el siguiente reporte, una solución a la gran problemática que se tiene en esta empresa, considerando puntos estratégico de monitoreo y control, para tener un mejor desempeño, reduciendo los tiempo muertos en cada maquinaria y obteniendo una mayor productividad, así como una considerable reducción en gastos de mantenimiento y de refacciones, ya que con este sistema, pretendemos alargar la vida útil de cada parte de la maquinaria; aprovechando al máximo al personal laboral en otras actividades para la manipulación del producto final.

INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I., se localiza en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en el estado de Chiapas; con dirección en la calzada Aeropuerto núm. 645 en la colonia Terán. Fundado y dirigido por el Ing. Mario René Padrón Domínguez en 1987, bajo el concepto de “**Escobas y Pásticos de Chiapas**”, comenzó siendo una empresa que fabricaba escobas, sin embargo debido a un giro de mercado, pronto empezaron a fabricar bolsas de polietileno, por lo cual fue adquiriendo maquinaria de la época, es por ello que debido a la demanda del polietileno, las maquinarias trabajan a su máxima capacidad, reduciendo con el tiempo su funcionalidad.

Actualmente la empresa se dedica al procesamiento del polietileno, obteniendo como producto final bolsas de plástico para usos varios, generalmente para basura, de mandado, de alimentos, etc.; siendo estos distribuidos a lo largo del estado de Chiapas.



Fig. 1.1 La distribución de la empresa se muestra en el siguiente plano.

La maquinaria con que cuenta la empresa son 5 extrusoras, 4 cortadoras de polietileno, 2 maquinas para el compactado de material reciclable, 3 maquinarias para fabricacion de escoba, 1 maquinaria para rotular bolsas de polietileno y una maquina para generar materia prima a partir de material reciclado. Ademas de que cuenta con una sub estacion, para suministrar la corriente necesaria.

La empresa cuenta con 3 turnos laborales, el primer turno es de 6:00 am a 2:00 pm contando con 10 trabajadores, el segundo turno es e 2:00 pm a 10:00 pm contando con 8 trabajadores, y el tercer turno es de 10:00 pm a 6:00 am contando con 6 trabajadores.

ÁREA RELACIONADA AL PROYECTO

La automatización y el control de procesos, es el área de conocimiento en el cual se relaciona nuestro proyecto, ya que en esta área de automatización desarrollamos diferentes actividades educativas tales como la investigación, de desarrollo y de extensión, así como también en el área de sistemas dinámicos y sus aplicaciones al control automático, teoría de señales, identificación, modelamiento e Instrumentación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las diferentes partes del proceso se presenta un problema con el control de las extrusoras de polietileno, ya que no se pueden estar supervisando con frecuencia su funcionamiento y por lo tanto cuando suceden fallas durante el proceso no existen indicadores que alerten al operador, dando como resultado daños parciales o totales en la maquinaria y por lo tanto genera grandes costos en la reparación.

En la Empresa Plásticos y Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I. se necesita reducir el número de problemas que existen en la elaboración de bolsas de plásticos, además de optimizar a la maquinaria para que el operador pueda controlarlo fácilmente. Los problemas a solucionar son:

1. La existencia de hoyos en el globo de plástico.
2. Descompostura de las resistencias en la extrusora
3. Paro automático de los motores por alguna descompostura
4. Falta de indicadores de fallas de la extrusora
5. En caso de fallos graves que pueden dañar la extrusora no hay un sistema que haga el paro automático del proceso.

NOMBRE DEL PROYECTO

Automatización vía PLC de una maquina extrusora de polietileno para la fabricación de bolsas, así como implementación de indicadores de fallas en la misma, para la Empresa Plásticos y Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema que Automatice y controle una maquina extrusora de polietileno por medio de un PLC, así como la implementación de sensores para monitorear su proceso y funcionamiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar, construir e implementar circuitos que censen el giro de los motores que maneja la extrusora.
- Diseñar, construir e implementar circuitos que censen la cantidad de material existente en la tolva.
- Diseñar, construir e implementar circuitos que detecten el estado del globo de polietileno.
- Programar el PLC de acuerdo a las necesidades de la maquina extrusora de polietileno.
- Tablero de monitoreo de fallas.
- Reducir los tiempos muertos en cada paro por cuestiones técnicas.

JUSTIFICACIÓN

En la empresa Bolsas y Plásticos del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I. ha tenido problemas serios con el control de sus extrusoras, no cuentan con personal especializado y como resultado no tienen un monitoreo frecuente de su funcionamiento, además se presentan fallas que no se solucionan con el tipo de control que tienen y como resultado las consecuencias son económicamente costosas.

HIPÓTESIS

Es posible el control automático de una maquina extrusora por medio de un PLC, controlando el proceso a partir de parámetros establecido, para su fácil manejo, además es posible diseñar, construir e implementar circuitos que nos ayuden a pensar las partes de la extrusora para monitorear su funcionamiento y en donde pueden ocurrir los errores, tanto en el proceso de extrusión como en cada una de las partes de la maquinaria, permitiéndonos así avisar oportunamente cuando se registren fallas dentro del proceso o en la maquinaria.

ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

Los alcances que tendrá el proyecto se verán reflejado en lo económico, ya que existirá mas producción y menos gastos en mantenimiento, La automatización vía PLC se realizara solo a una maquina extrusora, nombrada maquina núm. 1, y solo se realizara para la empresa Bolsas y Plásticos del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I.

IMPACTO ÉTICO, AMBIENTAL, ECONÓMICO, TECNOLÓGICO Y SOCIAL

Dentro de lo tecnológico, el impacto no será de mucha relevancia, sin embargo dentro de la empresa se verá reflejado ya que se hace un cambio del sistema analógico a uno digital, donde obtenemos un control más eficaz y eficiente, utilizando tecnología nueva permitiendo agregar más tiempo de vida útil de la maquinaria.

En lo económico, la empresa se verá favorecida, ya que se reducirán los tiempos muertos de cada maquinaria, permitiéndoles producir en un 10 a 15 % más de producto, además de que los avisos que generemos, permitirán cuidar más la maquinaria, aumentado la vida útil de cada parte de la maquinaria, además de que existirán menos desperdicios de materia prima,

Además gracias al control que se tendrá con el PLC se evitara fallas seguidas que ocasionen gastos en la compra de nuevos componentes, así como reducción de gastos por mantenimiento correctivo.

En el impacto ambiental, podemos decir que se reduciría en gran manera, el desperdicio de energía, ya que toda la energía eléctrica que se transforma en mecánica será posible aprovecharlo en un 90 % con respecto al consumo general, además de que a tener cada parte con una mayor vida útil, reduciremos el descacharro e piezas que pueden contaminar al medio ambiente, además de que se reducirá el desperdicio de la materia prima.

En lo laboral, no pretendemos desplazar al personal que trabaja en la empresa, si no que por lo contrario, pretendemos ayudar a mejorar el monitoreo de cada maquinaria, para que los trabajadores puedan realizar la manipulación correcta del producto final, sin tener que interrumpir las diversas actividades en la empresa.

ASEGURAMIENTO TÉCNICO – MATERIAL

Para la realización del proyecto se utilizaran materiales y sensores que están disponibles en el mercado y en el aspecto económico será cubierto por completo por la empresa ya antes mencionada. El aporte técnico correrá por cuenta de los residentes.



CAPITULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

Para la fabricación de bolsas, se utiliza como materia prima al polietileno, el cual es un derivado del petróleo siendo este el termoplástico más usado actualmente, se trata de un plástico barato que puede moldearse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas.

Dentro del polietileno encontramos dos productos, uno de alta densidad y otro de baja densidad. El producto que se utiliza es El **Polietileno de Baja Densidad**.



Fig. 2.1 Gránulos de polietileno

El Polietileno de Baja Densidad es un polímero cuya estructura es altamente ramificada; esto hace que tenga una densidad más baja, el cual se caracteriza por

- Buena resistencia térmica y química.
- Buena resistencia al impacto.
- Es translúcido.
- Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- Es más flexible que el Polietileno de alta densidad.
- Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.

Este material puede ser reciclado, al igual que los demás termoplásticos.

LA EXTRUSORA

Para la fabricación de bolsas de plástico, se hace uso de uno de los métodos más comunes en la manufactura del polímero, el cual es el de Extrusión de Película Soplada (también conocida como Película Tubular). La extrusora lleva a cabo un proceso continuo, en el cual el material de polietileno es fundido por la acción de temperatura y fricción, se utiliza un transportador de tornillo helicoidal o también llamado husillo. El polímero es transportado desde la tolva a través de la cámara de

calentamiento llamado barril o cañón, hasta la boca de descarga en una corriente continua. A partir de gránulos sólidos el polímero emerge de la matriz de extrusión en un estado blando a la abertura de la boca de la matriz a la cual se le llama dado y posee la forma del producto que se desea obtener, como paso final el polímero es enfriado para evitar deformaciones permanentes. Se fabrican por este proceso: tubos, perfiles, películas, manguera, láminas, filamentos, etc.

La extrusora de polietileno resulta un equipo de transformación, responsable del transporte, la compactación, la fusión, el mezclado, la homogeneización, la plastificación y el conformado de las resinas plásticas en él procesadas. Entre los diferentes tipos de extrusoras las de tornillo (extrusoras continuas), resultan las más frecuentemente utilizadas. Estas se encuentran constituidas por uno o múltiples tornillos según los requerimientos propios del proceso.

El diámetro de la extrusora es uno de los parámetros de peso para la determinación de su capacidad en el procesado de resinas. Las extrusoras comerciales suelen tener diámetros de 1 a 12 pulgadas (3), 24 L/D (relación longitud/diámetro) o más, con lo cual es posible procesar hasta 10 ton/hrs de polímero.

En el siguiente esquema se presentan los elementos más importantes de una extrusora:

- Tolva
- Barril o cañón
- Husillo o tornillo
- Dado
- Calentadores y termopares

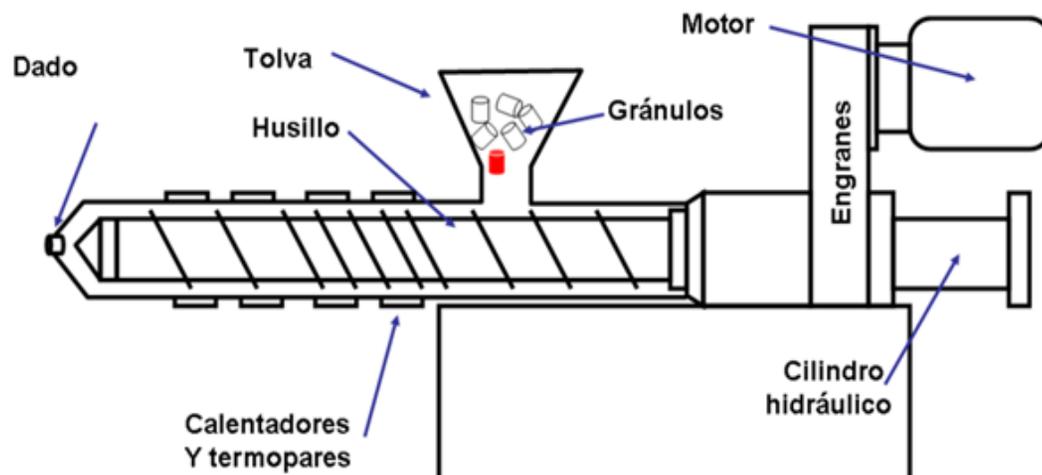


Fig. 2.2 Diagrama general de una extrusora

La Tolva: Es el reservorio encargado de la alimentación de la resina a la extrusora. Aunque muy sencillo su diseño, este resulta de suma importancia; la tolva es el

componente de la línea de extrusión de mayor simpleza pero no por esto su diseño debe menospreciarse.

La fase de alimentación repercute directamente en la efectividad del proceso. Una alimentación inapropiada puede ocasionar mermas en la productividad de la línea, generadas por inestabilidades en el flujo. Generalmente, el volumen de la tolva debe ser proporcional a la capacidad de producción de la extrusora garantizando en todo momento una alimentación constante. En toda alimentación se debe buscar eliminar la posibilidad de formación de "puentes de resina" en la tolva (ver figura) ya que esto resulta una fuente generadora de inestabilidades de flujo en el proceso.

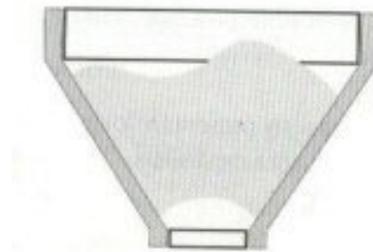


Fig. 2.3 Tolva de donde se ha formado un puente de alimentación de resina.

Como regla práctica el diámetro de salida de la tolva suele tener un ancho equivalente al diámetro del tornillo de la extrusora, y un largo de 1.5 a 2.0 veces el diámetro.

La mayor parte de las tolvas de alimentación incluyen una trampa magnética; la cual no es más que una rejilla formada por barras imantadas. Esta trampa se coloca con el propósito de impedir el paso al tornillo de elementos metálicos que puedan dañarlo, como por ejemplo: grapas, tuercas, tornillos, arandelas, etc.

Barril o Cañón: El barril o exterior de la extrusora es un cilindro metálico que conforma, junto con el tornillo de extrusión, la cámara de fusión y bombeo de la extrusora. En pocas palabras es la carcasa que envuelve al tornillo. El barril debe tener una compatibilidad y resistencia al material que esté procesando, es decir, ser de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste.

En el diseño de todo cilindro de extrusión se busca:

- Máxima durabilidad.
- Alta transferencia de calor.
- Mínimo cambio dimensional con la temperatura.

El cañón cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias, en algunos casos va complementado con un sistema de enfriamiento que puede ser flujo de líquido o por ventiladores de aire. Todo el sistema de calentamiento es

controlado desde un tablero, donde las temperaturas del proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado.

Para la mejor conservación de la temperatura a lo largo del cañón y prevenir cambios en la calidad de la producción por variaciones en la temperatura ambiente, se acostumbra aislar el cuerpo del cañón con algún material de baja conductividad térmica como la fibra de vidrio o el fieltro.

Husillo: Es el elemento mecánico responsable de las operaciones de transporte, fusión y bombeo o dosificación de la resina a través del cañón y enviarlo de la tolva hasta el dado. Los tornillos de extrusión más largos proporcionan un calentamiento más uniforme del material obteniendo así mayores rendimientos ya que el tornillo calienta el material por fuerzas de fricción. El desgaste mecánico y la corrosión puede hacer variar las dimensiones de el tornillo, esto se agrava cuando se trabaja con plásticos compuestos, reforzados con fibra de vidrio el cual es un material bastante abrasivo. En muchos casos los tornillos son en acero templado, rectificado y nitrurado.

Los alabes o Filetes son los que recorren el husillo de un extremo al otro, siendo los verdaderos impulsores del material a través del extrusor. Las dimensiones y formas que éstos tengan, determinará el tipo de material que se pueda procesar y la calidad de mezclado de la masa al salir del equipo.

El tornillo de extrusión puede seccionarse de la manera siguiente:



Fig. 2.4 Esquema de un tornillo simple de extrusión.

Zona de Transporte: Buscando maximizar la alimentación de resina a la extrusora y con ello su productividad, el diseño de los tornillos de extrusión presenta en la zona de transporte la mayor profundidad de canal (mayor volumen).

Uno de las características más importantes es la de tener una superficie sumamente lisa e incluso pulida de ser necesario, pues de esta manera se favorece la adhesión de la resina a la superficie del barril o cilindro de la extrusora y no al tornillo, permitiendo así un transporte de resina más eficiente. En la medida que el material avanza a lo largo de la zona de alimentación, comienza a ser compactado y calentado.

Dos mecanismos son responsables de este calentamiento. El primero de ellos es debido a los efectos de fricción, mientras que el segundo es debido a la conducción de calor desde las resistencias de calentamiento del barril. Se ha determinado que

de un 80 a 90% del calor transmitido al polímero proviene de los efectos de fricción, o calentamiento por conversión de la energía mecánica.

Zona de Fusión: El inicio de la fusión evidencia el paso de la resina a la segunda zona del tornillo de extrusión (zona de fusión). Debido a que durante la fusión del material se produce un incremento de su densidad aparente, (producto de la reducción de los intersticios entre partículas sólidas presentes), en la zona de fusión el tornillo presenta una progresiva reducción del canal (menor volumen). Generalmente el inicio de la fusión ocurre a poca distancia de la tolva y se extiende hasta aproximadamente el 50-60% de la longitud de la extrusora.

Zona de Dosificación: El diseño del tornillo en la zona de bombeo debe garantizar además de un buen mezclado, la generación de la presión necesaria para que la masa líquida de polímero pueda atravesar las restricciones del cabezal y la boquilla, a una velocidad constante. Generalmente la zona de dosificación o bombeo tiene un volumen de canal constante.

Dado: A través del dado fluye el polímero fuera del cañón de extrusión y gracias a éste toma el perfil deseado. De forma detallada, los principales componentes de un Dado para la extrusión son:

Plato rompedor y filtros: Constituyen el punto de transición entre la extrusora y el cabezal. A estos componentes les corresponde una parte importante de la calidad del material extrudado. El plato rompedor es el primer elemento del cabezal destinado a romper con el patrón de flujo en espiral que el tornillo imparte; mientras que la función de los filtros es la de eliminar del extrudado partículas y/o grumos provenientes de impurezas, carbonización, pigmentos y/o aditivos, etc. En lo que respecta a su diseño, el plato rompedor no es más que una placa cilíndrica horadada. Por otro lado, las mallas deben ser fabricadas con acero inoxidable, ya que las compuestas con cobre o bronce tienen un efecto catalítico sobre las reacciones termo-oxidativas.

Torpedo: Algunos cabezales de extrusión suelen presentar en el ducto de acople entre la extrusora y el cabezal, un elemento que contribuye con la función del plato rompedor (modificar el patrón de flujo en espiral a uno longitudinal). Por su geometría, a este dispositivo se le suele denominar torpedo (ver figura siguiente).

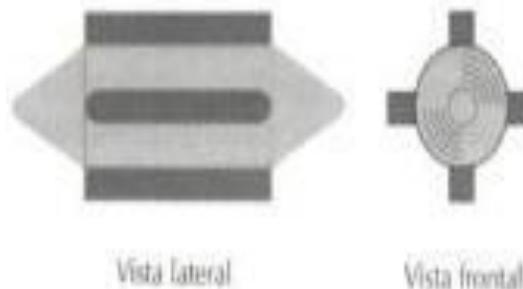


Fig. 2.5 Esquema del torpedo de un Cabezal de extrusión de película tubular.

Boquilla: La boquilla de extrusión es el componente del cabezal encargado de la conformación final del extrudado. Se debe velar por que el polímero fluya, con volumen y velocidad de flujo uniforme, alrededor de toda la circunferencia de la boquilla, de manera de lograr espesores uniformes. Los diseños actuales de boquillas presentan dos secciones claramente definidas. La primera de estas secciones es conocida como: cámara de relajación; mientras que la segunda puede ser llamada cámara de salida (die land). La cámara de relajación de la boquilla tiene como propósito producir la desaceleración del material e incrementar el tiempo de residencia en la boquilla de manera tal que el polímero relaje los esfuerzos impartidos por el paso a través de los paquetes de filtros y el plato rompedor. La cámara de descarga (Die land) produce el formado del perfil deseado con las dimensiones requeridas.

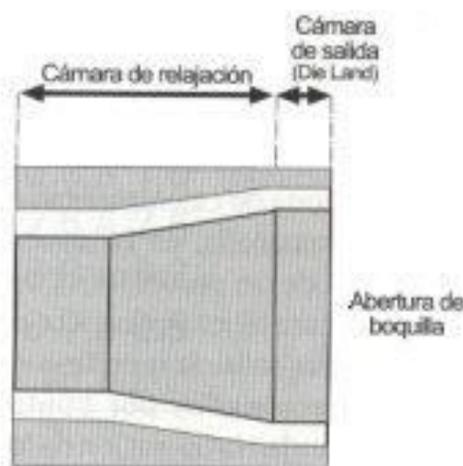


Fig. 2.6 Sección de una boquilla circular de extrusión.

Los parámetros básicos para la especificación de una boquilla son: el diámetro y la abertura de la salida.

Calentadores: El calentamiento del cilindro se produce, casi exclusivamente, mediante resistencias eléctricas. El sistema de calentamiento de la extrusora es responsable de suministrar entre un 20-30% del calor necesario para fundir la resina. Para suministrar el calor requerido, el calentamiento suele ser de 150 a 180 °C.

Siguiendo el proceso, después que el material pasa a través del dado, este es seguido por una expansión tipo burbuja en forma tubular en una sola operación, donde se regula el ancho y el espesor de la película controlando el volumen de aire en la burbuja, la salida del extrusor y la velocidad del husillo.

El proceso de película soplada contiene los siguientes elementos:

- Anillo de aire
- Estabilización y Colapsado
- Bobinado de bolsa

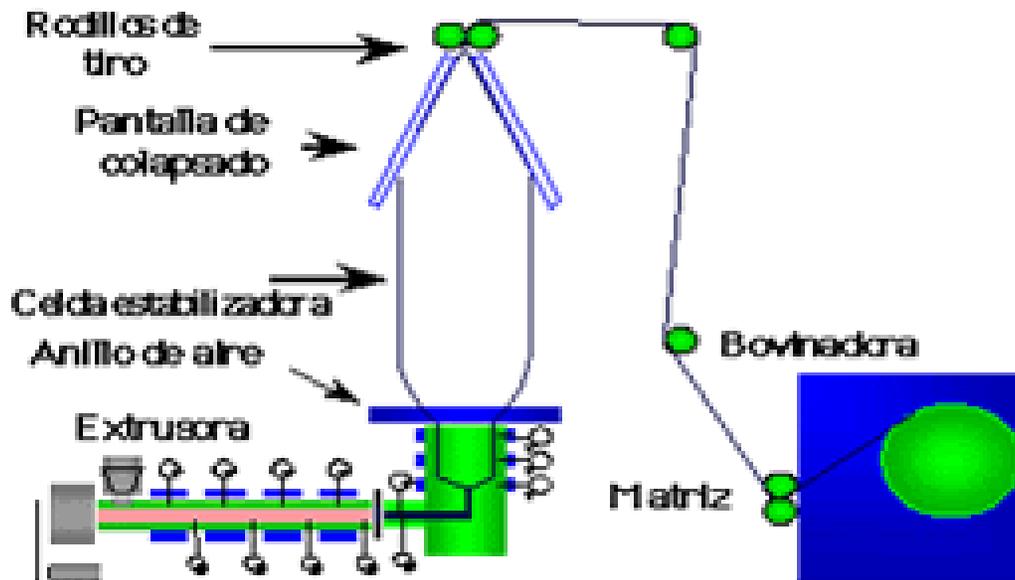


Fig. 2.7 proceso de extrusado

Anillo de aire: Una vez que el polímero derretido sale del Dado, adquiere sus dimensiones finales y se enfría. Estirar el polímero derretido mediante la expansión de la burbuja con presión de aire en su interior y expandir el tejido hacia abajo con los rodillos de tiro (nip rolls) reduce la película hasta el grosor deseado. Anclado al dado, fluye una corriente de aire, siendo este el que proporciona uniformidad y enfriamiento del tejido de polímero derretido, lo cual se muestra en la sig. Figura.



Fig. 2.8 Anillo de enfriamiento

Estabilización y Colapsado: Una vez que el polímero derretido se solidifica, el tubo se estabiliza y se dirige hacia una pantalla que se encuentra debajo de los rodillos de tiro (nip rolls).

Luego de transformarse en un tejido chato, se pueden desarrollar cualquiera de los procesos auxiliares, como por ejemplo: tratado, corte, sellado o impresión.



Fig. 2.9 Salida del dado, se solidifica y se dirige a los nip rolls.

Bobinado o fabricación de bolsas: La película terminada se puede transformar en rollos utilizando una bobinadora para su posterior procesamiento, o se le puede conectar a una máquina en línea y transformarla en bolsas.



Fig. 2.10 Saliendo de los nip-rolls al Embobinador



Fig. 2.11 Embobinador de película

EL PLC

El término PLC proviene de las siglas en inglés para Programmable Logic Controller, que traducido al español se entiende como “Controlador Lógico Programable”. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación.

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores, procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales sin ser necesario dibujar el esquema de contactos ni la necesidad de simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande y además que la lista de materiales queda sensiblemente reducida.

Por otra parte, Sus reducidas dimensiones y su mantenimiento de bajo costo, permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos introduciendo modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos, aumentar la fiabilidad del sistema, eliminar contactos móviles y donde los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

También es empleado en maquinaria de procesos variables, en instalaciones de procesos complejos y amplios. Sin olvidar que se puede realizar un chequeo o de programación centralizada de las partes del proceso.

Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLCs, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento. El coste inicial también puede ser un inconveniente.



Fig. 2.11 El plc

El PLC está diseñado para trabajar en ambientes industriales y ejecutar su programa de forma indefinida. Para ello, un PLC consta de las siguientes partes:

CPU – UNIDAD CENTRAL DE PROCESO: Es el cerebro del sistema, usualmente es un microcontrolador, antiguamente se usaban microcontroladores de 8bits, hoy en día, son más usados en aplicaciones robustas microcontroladores de 16 y 32 bits.

Bueno, como es un microcontrolador, ya se imaginan todas las ventajas que se pueden tener, como temporizadores, interrupciones, conversiones ADC y DAC, comunicaciones seriales sincrónicas y asincrónicas, etc.

MEMORIA: Usualmente se incluye una memoria externa al microcontrolador que puede ser EEPROM y/o FLASH, que hace las veces de banco de datos para la lecto/escritura de datos. En esta memoria, se utiliza para almacenar el programa (funciones, variables, estados, tiempos) desarrollado que se encargará de controlar las entradas y las salidas del PLC. Ojo, en esta memoria no se almacena la programación del microcontrolador. Es decir, el microcontrolador viene programado de fábrica, pero con un programa que permite administrar las entradas, las salidas y los temporizadores del PLC.

FUENTE DE ALIMENTACIÓN: No podía faltar el poder, porque sin esto, no funciona nada. El PLC tiene una entrada análoga de 220VAC o 110VAC eso es si estamos en Europa o en América. Adicionalmente tiene salidas de 24VAC o DC para alimentar sensores.

RELOJ EN TIEMPO REAL: Para todo proceso automatizado, es necesario que se establezca una variable tiempo, siendo esta indispensable para poner en marcha TEMPORIZADORES Y CONTADORES.

PUERTO DE ENTRADAS: Las entradas de un PLC son optó asiladas, para proteger al microcontrolador de altos voltajes y algunas marcas permiten ajustar la intensidad de la entrada. Adicionalmente, las entradas de un PLC ser análogas o digitales y esto se debe en gran medida a la cantidad impresionante de instrumentos que se pueden integrar con los PLC.

PUERTO DE SALIDAS: Como en las entradas, las salidas pueden ser análogas o digitales, y pueden ser de cualquiera de los siguientes tipos:

- 120 V AC
- 24 VDC
- 12 – 48 VAC
- 12 – 48 VDC
- 5V DC (TTL)
- 230 VAC

Esto se debe a que sus circuitos internos permiten convertir niveles lógicos TTL a niveles de voltaje externos, y efectivamente, también suelen utilizarse optó acopladores para proteger el micro.

COMUNICACIONES: El PLC, es un sistema autónomo, sin embargo, no puede programarse solito. Para ello es necesaria una interfaz con el humano, y esa la provee el puerto RS232, un cable serial y un computador o un programador portátil.

En un proceso industrial, muchas veces es necesario utilizar más de un PLC o establecer comunicación con diferentes dispositivos inteligentes como termostatos, captadores de radiación solar, sistemas de control de fluidos (agua, gas, aire), motores, detectores de intrusión, cámaras frigoríficas, sistemas de ascensores, calefacción, etc. Para ello se inventaron el Bus de campo o de terreno dedicado a la GTB (gestión técnica del edificio) lo cual ofrece la posibilidad de cablear o precablear números equipos inteligentes a bajo costo. Protocolos, hay como fabricantes de dispositivos, muchos.

SOFTWARE: Indispensable tanto para programarlo, como para monitorearlo. Aquí es el punto cuando se unen la informática, las redes y los PLC. Sistemas SCADA.

Los elementos importantes en un programa para **PLC** (en este caso utilizaremos como base el siemens) al igual que un alambrado lógico con elementos eléctricos como relevadores son:

- Contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados.
- Bobinas.
- Temporizadores (Timers).
- Contadores.

A continuación se muestran los símbolos de cada elemento a través de siemens:

SIMBOLO	ELEMENTO
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO	
BOBINA	
TIMERS	
CONTADORES	

TABLA 2.1 simbología en la programación del PLC

SENSORES

Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable censada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.[cita requerida]

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

Sensores capacitivos: Los sensores capacitivos pueden detectar materiales conductores y no conductores, en forma líquida o sólida. Existen distintas

aplicaciones, incluso control de niveles en depósitos, también para detectar el contenido de contenedores, o en máquinas empaquetadoras. Otras aplicaciones incluyen el posicionado y contaje de materiales en sistemas de transporte y almacenaje, por ejemplo cintas transportadoras y mecanismos de guía.

Materiales típicos que pueden ser detectados:

Sólidos: Madera, cerámica, vidrio, apilamientos de papel, Plástico, piedra, goma, hielo, materiales no férricos, y Materias vegetales.

Líquidos: Agua, aceite, adhesivo y pinturas.

Granulados: Granulados plásticos, semillas, alimentos, y sal.

Polvos: Tintas, polvo de jabón, arena, cemento, fertilizantes, Azúcar, harina y café.

INTERFAZ DE USUARIO

Las interfaces básicas de usuario son aquellas que incluyen cosas como menús, ventanas, teclado, ratón, los "beeps" y algunos otros sonidos que la computadora hace, en general, todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el hombre y la computadora.

La idea fundamental en el concepto de interfaz es el de mediación, entre hombre y máquina. La interfaz es lo que "media", lo que facilita la comunicación, la interacción, entre dos sistemas de diferente naturaleza, típicamente el ser humano y una máquina como el computador. Esto implica, además, que se trata de un sistema de traducción, ya que los dos "hablan" lenguajes diferentes: verbo-icónico en el caso del hombre y binario en el caso del procesador electrónico.

De una manera más técnica se define a Interfaz de usuario, como conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse con las computadoras. El usuario dirige el funcionamiento de la máquina mediante instrucciones, denominadas genéricamente entradas. Las entradas se introducen mediante diversos dispositivos, por ejemplo un teclado, y se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por la computadora. Estas señales se transmiten a través de circuitos conocidos como bus, y son coordinadas y controladas por la unidad de proceso central y por un soporte lógico conocido como sistema operativo. Una vez que la UPC ha ejecutado las instrucciones indicadas por el usuario, puede comunicar los resultados mediante señales electrónicas, o salidas, que se transmiten por el bus a uno o más dispositivos de salida, por ejemplo una impresora o un monitor.

Resumiendo entonces podemos decir que, una interfaz de software es la parte de una aplicación que el usuario ve y con la cual interactúa. Está relacionada con la subyacente estructura, la arquitectura, y el código que hace el trabajo del software,

pero no se confunde con ellos. La interfaz incluye las pantallas, ventanas, controles, menús, metáforas, la ayuda en línea, la documentación y el entrenamiento. Cualquier cosa que el usuario ve y con lo cual interactúa es parte de la interfaz. Una interfaz inteligente es fácil de aprender y usar. Permite a los usuarios hacer su trabajo o desempeñar una tarea en la manera que hace más sentido para ellos, en vez de tener que ajustarse al software. Una interfaz inteligente se diseña específicamente para la gente que la usará.



CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

DESARROLLO

La elaboración de este trabajo consiste en la automatización de una máquina extrusora de polietileno de baja densidad, donde tendrá como objetivo optimizar los recursos disponibles y evitar tiempos excesivos de espera, así mismo que haga la verificación automáticamente de ciertas condiciones de la instalación (Control Principal, Control de Temperaturas, Control de Velocidades de Rodillos, Funcionamiento del Proceso, Indicadores, Alarmas, etc.); donde se podrá tener un monitoreo constante del desarrollo del proceso y también llevar un control exhaustivo de los diferentes parámetros mediante visualizaciones u otras tendencias e informes de las diferentes variaciones que se presente adoptando las medidas necesarias para evitar desperfectos, y emita señales de aviso para el personal encargado.

Dentro del proceso para la automatización de la extrusora consideraremos los siguientes puntos:

- Control de Sistema automático y manual
- Presencia de material en la tolva
- Control de temperatura desde el husillo hasta el dado
- Reloj para un arranque automático de los calentadores.
- Descompostura de las resistencias en la extrusora
- Control de todos los motores mediante arquitecturas máster/esclavo (start/stop, aumento/disminución de la velocidad de un motor o de varios en sincronismo)
- La existencia de hoyos en el globo de plástico.
- Ventiladores de enfriamiento
- Alarmas activas y listado completo de alarmas.
- Indicadores de fallas de la extrusora

Para realizar estas actividades de la automatización, nuestro controlador lógico programable (PLC) debe cumplir ciertos requerimientos:

- Elaboración y envío de acciones presentes en el sistema.
- Lecturas de señales.
- Interfaz Hombre-Máquina para un mejor control exhaustivo de los parámetros presentes en el sistema.
- Programación de la aplicación automática.
- Comunicación en tiempo real e intercambio de información de las diferentes etapas de control presentes en el sistema.
- Sistemas de Supervisión.
- Entradas y salidas distribuidas en el campo para la comunicación mediante cable red del autómatas principal con los autómatas secundarios (Maestro-Esclavo).

METODOLOGÍA A UTILIZAR

Se hará una investigación y se documentará todo lo relacionado con el modelo de la extrusora de polietileno en la cual se va a trabajar.

Se hará una investigación y se documentará los tipos de PLC candidatos para el proyecto y se elegirá el más adecuado.

Se hará una investigación y se documentará los errores relacionados con el proceso de realización de bolsas de polietileno, en base al modelo de la extrusora.

Se realizara una Investigación donde se valoraran el tipo de sensor más óptimo para detectar las anomalías y controlar la extrusora de polietileno

Se realizara el Diseño y la construcción de circuitos para mejorar los datos arrojados por los sensores y así determinar los parámetros a controlar.

Se realizaran las Pruebas, Correcciones de errores y ajustes del funcionamiento de cada censado.

Se ejecutara la evaluación y análisis de resultados, permitiéndonos conocer el avance y los errores emergentes.

Se realizara el Diseño del Conexionado de la extrusora y de los circuitos de censado al PLC, determinando cuantas conexiones de entrada y salida utilizaremos.

Se realizara la Programación del PLC, para posteriormente hacer la simulación virtual del proceso, determinado fallas y evaluarlas, realizando las correcciones correspondientes.

Se realizará la Conexión física de los circuitos de censado al PLC, donde seguidamente llevaremos a cabo las pruebas, para poder registrar posibles errores.

Se realizara la Evaluación para determinar el buen funcionamiento del sistema y se realizaran las correcciones de errores pertinentes.

Se Acoplará los circuitos de censado y el PLC a la extrusora de polietileno, donde se realizaran pruebas para detectar posibles errores

Se hará la evaluación y análisis de resultados para determinar las soluciones a los errores o mejoramientos en el sistema.

Se realizará el Diseño y la construcción del un tablero que me permita controlar y monitorear a la extrusora para detectar fallas.



Se hará el Conexionado del tablero de control y monitoreo al PLC para posteriormente realizar las pruebas que determinaran el funcionamiento de dicho tablero.

Se hará la evaluación y análisis de resultados para determinar las soluciones a los errores o mejoramientos que se requieran al sistema armado.

Se realizara la Implementación del sistema en conjunto, en la Empresa Plásticos y Bolsas del Sureste S. de R. L. de C. V. M. I., para satisfacer las necesidades planteadas por la empresa.

CRONOGRAMA PROPUESTO

Tabla 3.1 cronograma de actividades

Actividad	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Investigación del funcionamiento de la extrusora.	█	█																					
Investigación de los diferentes problemas en el proceso de fabricación		█	█																				
Investigación de sensores más óptimos			█	█																			
Diseño, construcción y mejoramiento para el censado					█	█	█																
Prueba, Corrección de errores y ajustes del funcionamiento de cada etapa.							█	█															
Diseño del conexionado de la extrusora, Programación y simulación del PLC							█	█	█	█													
Conexión y prueba de los circuitos de censado al PLC										█	█												
Acoplamiento y											█	█											

pirómetros, etc.

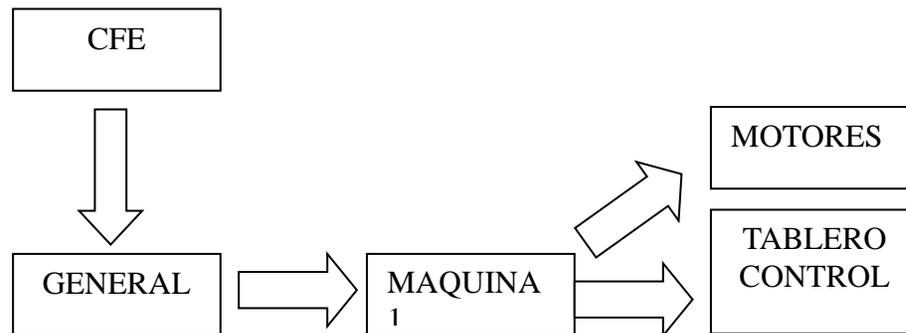


Fig. 3.1 Diagrama de alimentación

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

Las protecciones para la empresa son los **Interruptor Termomagnético**, un interruptor Termomagnético, o disyuntor Termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico, provoca la apertura del contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la

palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor Termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo. (Por ejemplo, Interruptor Termomagnético C-16A-IV 4,5kA).



Fig. 3.2 interruptores Termomagnético de 1, 2 y 3 fases

EL CABLEADO

El cableado de la extrusora se conforma de diferentes calibres, que a continuación se mencionan:

Tabla 3.2 Tipos de cableados

CABLEADO A	CALIBRE	TIPO
motores	10	CABLE
contactores	10	CABLE
amperímetros	10	CABLE
Pirómetros	12	CABLE
Interruptor	10	CABLE

MOTORES

Dentro del proceso de fabricación de bolsas de plástico, interviene 4 tipos de motores, los cuales están en funcionamiento las 24 horas, conteniendo las características que a continuación se mencionan.

Tabla 3.3 Tipos de motores

Motor	Función	Alimentación	Tipo de alimentación	Capacidad	Revoluciones por Minuto
Motor 1	Mueve el husillo	C. A.	Trifásico	7.5 Hp	1750 RPM
Motor 2	Manda Aire al dado	C. A.	Monofásico	1 Hp	
Motor 3	Jala el globo	D. C.		½ Hp	1750 RPM
Motor 4	Enrolla la película obtenida	D. C.		½ Hp	1750 RPM



Fig. 3.3 Motor de cd de ½ Hp.

Resulta inevitable que parte de la energía se pierda en forma de calor, ya que la resistencia eléctrica de un conductor nunca es nula, es por ello que se utiliza cable calibre 10, en el motor del husillo y del aire, ya que estos al encender llegan a consumir 4 A. Para los motores de jalador y embobinador, se utiliza cable calibre 12 polarizado tipo uso rudo.

PIRÓMETROS

Un pirómetro es un dispositivo electrónico capaz de medir y controlar la temperatura de una resistencia. El término se suele aplicar a aquellos instrumentos capaces de medir temperaturas superiores a los 600 grados Celsius. El rango de temperatura de un pirómetro se encuentra entre -50 grados Celsius hasta +4000 grados Celsius.

Los pirómetros utilizados son análogos, el término análogo implica la lectura de la temperatura programada mediante una aguja que se encuentra sobre una regleta marcada con divisiones en grados centígrados. Estos se regular para tener una temperatura aproximada a los 180 °C.



Fig. 3.4 Pirómetro analógico

TERMOPAR DE CONTROL DE TEMPERATURAS DE RANGO AMPLIO

Es un cable que conecta al pirómetro con las resistencias de latón de la extrusora, sirviendo como “termómetro”, es decir, detecta la temperatura de la resistencia y transmite la señal al pirómetro para que este suministre o corte la energía para el calentamiento de dicha pieza. Se considera de rango amplio pues su variación en la medición de la temperatura es de $\pm 3^{\circ}\text{C}$.



Fig. 3.5 Termopar

VARIADORES DE VELOCIDAD

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o casi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc. Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo.

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). De igual manera, en ocasiones es denominado mediante el anglicismo Drive, costumbre que se considera inadecuada.

Estos variadores se utilizan para variar las velocidades de los motores de D.C. ya que son estos donde se necesitan, como en el rodillo que jala el globo se regula para que no la película de bolsas no salga ni muy grueso ni muy delgado, en el embobinador se presenta para que regule el embobinado de la película y no la estire

demasiado para que puedan cortarlo y no rompa fácilmente. Para ambos motores tienen los mismos variadores de las siguientes características.

Tabla 3.4 Variador

Variador tipo	Capacidad	Marca	Alimentación
Dc src control	1/50 a ¾ Hp	Nema 1	230 V



Fig. 3.6 Variador de velocidad con control analogico

CONTACTORES

Un contactor es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos, por los que se recomienda su utilización: automatización en el arranque y paro de motores, posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones, se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas, seguridad para personal técnico, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños, control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares (como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.), y un ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

A estas características hay que añadir que el contactor:

- es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.

- se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima).
- funciona tanto en servicio en termitente como en continuo.

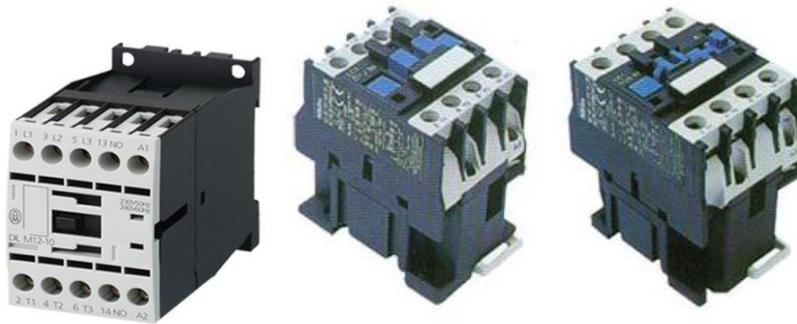


Fig.3.7 Diferentes modelos de Contactores

RESISTENCIAS ABRAZADERAS DE CHAPA

Este tipo de resistencias se utiliza, mayormente, en máquinas inyectoras, extrusión de plásticos, prensas de goma, moldeo y donde haya que calentar superficies cilíndricas. En la industria del plástico (máquinas de inyección) para el calentamiento de los husillos. Estas resistencias son fabricadas con blindaje de bronce, hojalata, o acero inoxidable, pueden llevar cualquier tipo de perforaciones y vienen provistas con distintos tipos de terminales, enchufes y cajas de conexión, Se proveen en el formato y medidas de su necesidad.

En la empresa se utiliza resistencias con las siguientes características

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Funda chapa AISI - 430.
- Alma y aislamiento mica.
- Cinta calefactora Ni Cr 80 / 20.
- Posibilidad de llevar taladros (sonda).

TIPOS DE CONEXIÓN

- Cables. Mod. 5
- Tornillos. Mod. 1-2
- Cajetín recto (C/R). Mod. 3
- Cajetín curvo 90° (C/C). Mod. 4

CONTROL DE CALIDAD

- Aislamiento: 5 Mega ohmios a 500 V cc en frío (mínimo).
- Rigidez dieléctrica: 1500 V 1 segundo.
- Potencia: + 5% - 10%.

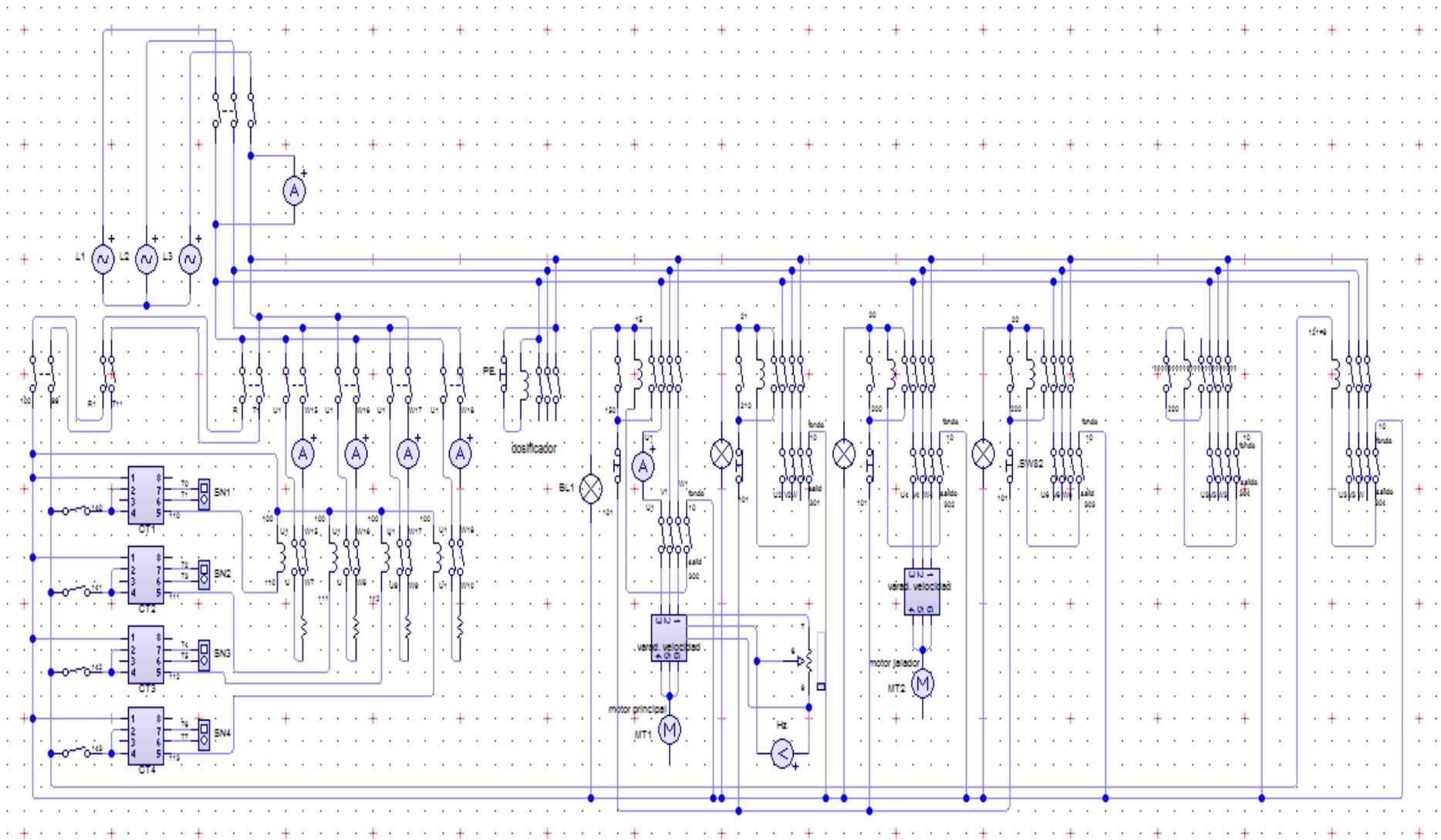
Tabla 3.5 Valores de Resistencias

Localización	Watts de cada resistencia	Cantidad de resistencias localizadas	Alimentación
Resistencias del husillo	1000w	6	220 V C.A
Resistencias del dado	400w	1	220 V C.A
Resistencias del dado	900w	1	220 V C.A
Resistencias del dado	1000w	1	220 V C.A



Fig. 3.8 resistencias abrazaderas de chapa

DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA EXTRUSORA A CONTROLAR DE LA MAQUINA 1



REDISEÑO Y ADITAMENTOS DE LA EXTRUSORA A CONTROLAR.

La extrusora que controlaremos, se pretende utilizar completamente todas las partes iniciales, anexando los siguientes aditamentos que me permitirán automatizarlo y controlarlo, estos son los siguientes:

ALIMENTACIÓN

La alimentación de la maquinaria se pretende realizarlo a través del PLC, siendo este quien dará las órdenes para que se active y/o se detenga por completo o parcialmente la maquinaria.

Además se pretende agregar un circuito que detecte el voltaje general, protegiendo de posibles picos altos que pudieran dañar la maquinaria en general, y permitiendo inicializar al PLC, para poder accionar la maquinaria siempre y cuando tengamos el voltaje necesario para su óptimo funcionamiento.

MOTORES

Para el control de motores, se pretende acoplarle sensores que detecten la variación de la velocidad, siendo este un parámetro que me permitirá anticipar cuando exista alguna falla que este repercutiendo al husillo, el jalador o embobinador, y así evitar el forzamiento del motor reduciendo los daños a estos.

SENSORES A INCORPORAR

- a) **Sensor de tolva:** se pretende realizar un sensor e incorporarlo a la tolva, el cual funcionara detectando material, en caso de que no exista el suficiente material, este mandara una señal al PLC y este activara una alarma y un dosificador para poder rellenar nuevamente de materia prima a la tolva.
- b) **Sensor de globo:** se pretende realizar un sensor e incorporarlo a una altura media entre el dado y los jaladores, el cual me servirá para detectar si tengo el globo de polietileno, caso contrario este mandara una señal al PLC y este activara una alarma indicando la ruptura del globo y parando parcialmente la maquinaria para evitar desperdicios innecesarios.
- c) **Sensor medidor:** Este sensor permite, controlar el ancho de la bolsa, detectando las variaciones, avisándole al PLC y este permitiéndolo accionar la válvula de aire interna.
- d) **Sensor de distancia:** Este medirá la distancia de los royos, avisando cuando se tenga un rollo con un radio determinado, para evitar que sea muy pesado tanto para el trabajador como para el motor, evitando lesiones que pudieran causar bajas económicas.

- e) **Interfaz Hombre-Máquina:** También se pretende integrar un interfaz hombre maquina, el cual estará conformado por una pantalla táctil, siendo este el panel del control para nuestra extrusora, además mostrara gráficamente el funcionamiento y la localización del de las fallas.

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA

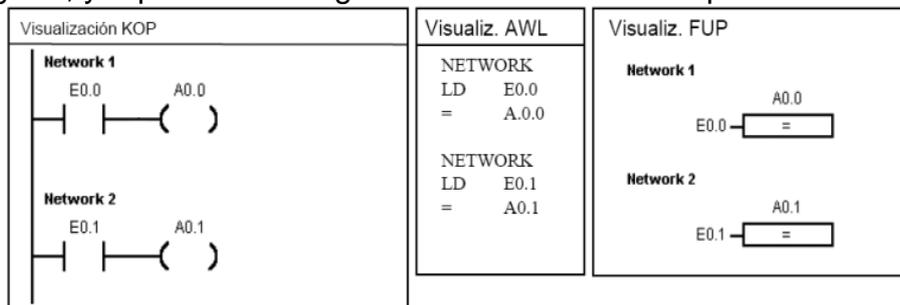
La gran mayoría de los procesos industriales requieren algún tipo de control. La necesaria automatización de estas funciones de control puede ser llevada a cabo de muy diferentes formas: a base de cuadros de relés, contactores, etc.

Lamentablemente, cualquier modificación en este tipo de sistemas de control supone un gran esfuerzo técnico y económico, y más todavía si estos cambios son frecuentes. Además debemos tener en cuenta que la mayoría de estos elementos son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada que requiere una estricta manutención. Por otra parte, estos sistemas suponen un conexionado complejo cuando existen gran cantidad de elementos, lo que implica un enorme esfuerzo de diseño, mantenimiento.

Con el objetivo de solucionar, o al menos reducir estos inconvenientes se elaboraron los autómatas, que permiten cambiar la funcionalidad del control del proceso industrial sin más que cambiar el programa, ya que gran parte de los componentes necesarios como relés auxiliares, temporizadores, etc. Se encuentran implementados en la programación interna de él. Este automatismo fácilmente programable para tareas de control, es lo que se conoce como PLC, acrónimo de Programmable Logic Controller, es decir, Controlador Lógico Programable.

Los lenguajes gráficos y textuales definidos en el estándar son una fuerte base para entornos de programación potente en PLCs. Los lenguajes más significativos son:

- Lenguaje de contactos (KOP): es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos.
- Lenguaje por lista de instrucciones (AWL): consiste en elaborar una lista de instrucciones.
- Plano de funciones lógicas (FUP): resulta especialmente cómodo de utilizar cuando estamos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.



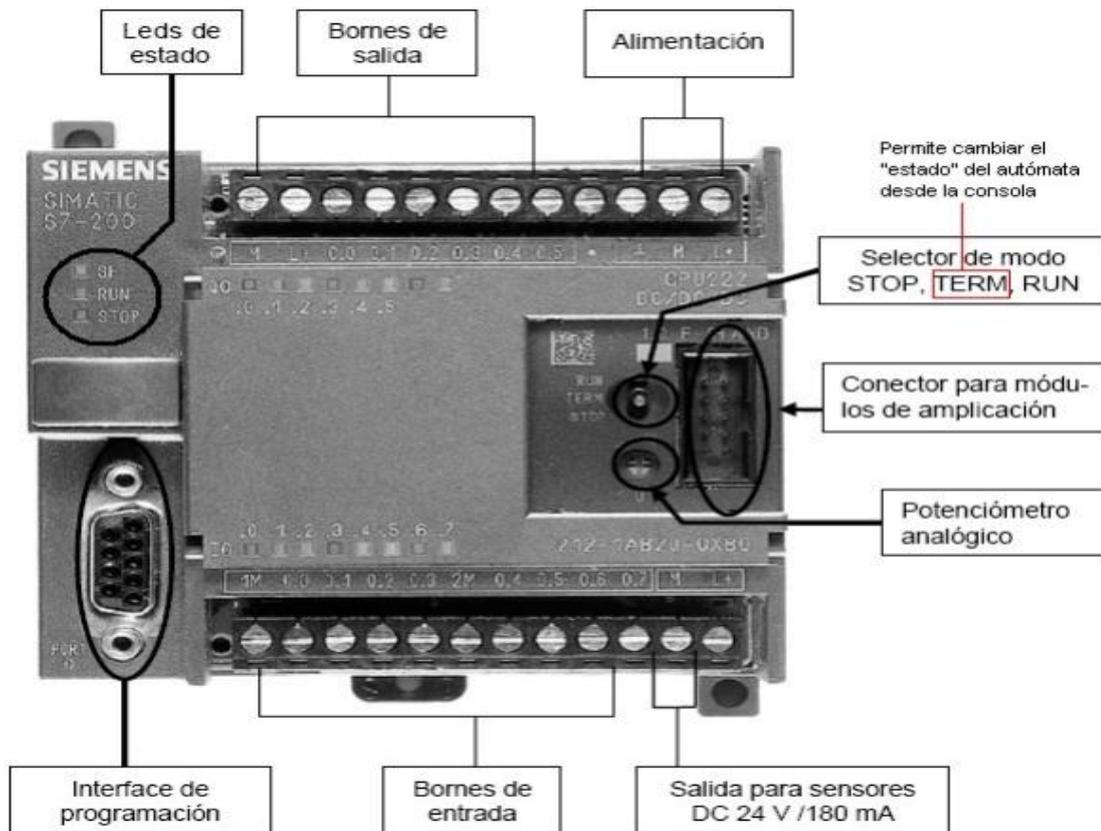


Fig. 3.9 Constitución Física del PLC S7-200

Para la automatización del sistema, se realizara mediante los siguientes pasos y características que a continuación se mencionan:

ARRANQUE GENERAL

Selección automático/manual

Modo automático:

- Encienden pirómetros, estos encenderán uno a uno dejando pasar un tiempo determinado (enciende zona 1, pasa de 3 a 5 segundos y enciende zona 2, pasa de 3 a 5 segundos y enciende zona 3, pasa de 3 a 5 segundos y enciende zona 4) los cuales al llegar a la temperatura marcada mandaran un aviso que esa parte se encuentra listo.
- Al detectar los 4 avisos, procederemos a encender el motor del husillo.
- Después de encender el motor del husillo se espera un tiempo de 5 a 10 segundos y se procede a encender el motor del aire.
- En la distancia entre el rodillo y dado, se encontrara un sensor, el cual tiene la función de detectar si esta el globo, una vez que la detecte este dejara pasar un tiempo (5 a 10 segundos) procederá a encender el motor del rodillo.

- Una vez encendido el rodillo, se dejara pasar un tiempo (5 a 10 segundos) para proceder al encendido del embobinador.

Modo manual

En este modo, todos los pirómetros tendrán su encendido individual, pero el apagado será general para todos los pirómetros.

En cuanto al motor del husillo, el motor de aire, encenderán independiente, pero tendrán un paro compartido; el motor de los rodillos y el motor de embobinado, tendrán su encendido independiente, pero su paro será general para ambos.

Características dentro del proceso a considerar

Debe de considerarse los siguientes puntos, donde son condicionantes para que opere eficientemente el sistema, que sepa el tipo de respuesta correcto ante los errores que se producen. Estos son:

Se monitoreara el encendido de los pirómetros por zonas una sola vez, donde registraremos que llegaron a su temperatura ideal para poder encender el siguiente aparato.

Entre la etapa del calentamiento del husillo y en encendido del motor deberá dejarse un tiempo para que se caliente la maquina, ya que de lo contrario puede sufrir lesiones a la hora de arrancar la maquinaria.

Tendrá un sensor que detectara el globo, en el momento en que el globo se rompa, mandara una señal para que automáticamente todos los motores se apaguen, y mandado a activar una alarma para que el personal esté al tanto.

La reactivación del proceso en pausa se realizara de manera manual, ya que depende del operador para que reajuste la materia prima y corrija errores para el buen funcionamiento de la maquinaria.

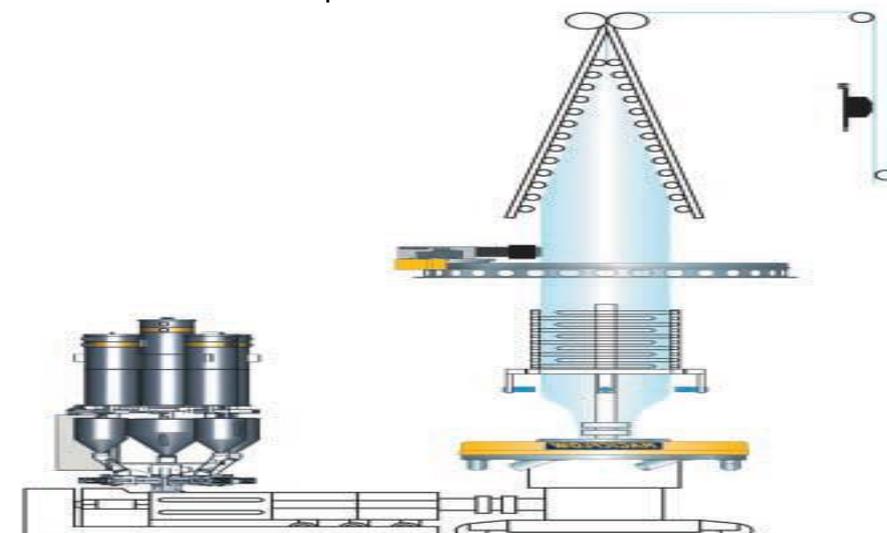


Fig. 3.10 automatización del sistema

COTIZACIÓN

Opciones de PLCs a utilizar:

OPCIÓN 1

Autómata Programable Siemens S7-200,

Modelo	Características	Precio en dólares
712836ES7212-1BB23-0XB0CPU222	CPU 214 -110/220VAC, ENTRADAS 24 VDC, SAL RELÉ, MEM 4KBYTE, 8DI/6DO	\$ 850
96ES7223-1PL22-0XA0	Expansión 0XA0EM223 CON SEP. GALVANICA 16DI 24 VDC/16DO RELÉ	\$700
6ES7307-1BA00-0AA0	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PS307 2AMP ENTRADA AC 120/230 V; SALIDA DC24V	\$95



3.11 PLC 7-200 SIMENS

OPCIÓN 2

Siemens SIMATIC S7300

6ES73136CE010AB0 CONTROLLER
CPU313C-2DP

CPU que consta de las siguientes características:

- Interface MPI para comunicaciones con otros controladores y paneles de control.
- 2 puertos con posibilidades de comunicación tanto por PTP (interface serial RS485/RS422) o Interface Profibus.
- 3 Contadores rápidos de hasta 30 KHZ, con capacidades de conteo, medición de frecuencias y generación de PWM para control directo de válvulas y actuadores.
- 16 entradas digitales y 16 Salidas digitales.



- Incluye Micro Memory Card (MMC) de 32KB.
- Se puede programar con Step 7 Lite Software o superiores.

6ES73340CE010AA0 I/O MODULE ANALOGY USE W/S7-300 SM334

- Módulo de expansión con 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas:
- Tanto entradas y salidas poseen:
- Resolución de 8 bits.
- Rango de trabajo 0-10 V y 0-20 mA.
- Sin aislamiento eléctrico (no están opto-acopladas).

Precio: \$859 Dólares

OPCIONAL 3 (KIT LOGO.)

Características:

Modelo: 230RC
 No. de CATALOGO: 6ED10521FB000BA
 Voltaje de alimentación: 115 A 230V C.D. O C.A.
 Entradas y salidas: 8 Entradas Digitales y 4 salidas a relé



Módulos de expansión:

No. de CATALOGO: 6ED10551FB100BA0
 Voltaje de alimentación: 230VCA/VCC
 Entradas y Salidas: 8 Entradas Digitales y 8 salidas a relé



No. de CATALOGO: 6ED10551MM000BA0
 Tipos de salidas: 2 SALIDAS ANÁLOGAS 0-10V



NÚM. DE PARTE	DESCRIPCIÓN	PZAS	PRECIO	TOTAL	T. ENTREGA
6ED10521FB000BA	PLC SIMATIC LOGO	1	144	144	INMEDIATO
6ED10551FB100BA0	Modulo de expansión 8 Entradas Digitales y 8 salidas a relé	3	125	250	INMEDIATO

6ED10551MM000BA0	Modulo de expansión 2 salidas analógicas de 0-10 V	2	133	266	INMEDIATO
			TOTAL	660	USD
			IVA	99	USD
			GRAN TOTAL	759	USD

SENSORES CAPACITIVOS



Precio en dólares: \$99

SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Un "Sensor fotoeléctrico" es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que "ve" la luz generada por el emisor.

Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.



Precio en dólares: \$ 120

INTERFAZ HOMBRE MAQUINA TÁCTIL



PANEL TÁCTIL TP170 MICRO MONOCROMÁTICA PARA S7-200, CONFIGURABLE CON SIMATIC WINCC FLEXIBLE. Precio \$ 318 dólares.

PANEL TÁCTIL TP170A MONOCROMÁTICA CON INTERFACE MPI Y PROFIBUS DP, CONFIGURABLE CON PROTOOL/LITE Y WINCC FLEXIBLE. Precio \$ 415 dólares.

PANEL TÁCTIL TP170B A COLOR CON INTERFACE MPI Y PROFIBUS DP, CONFIGURABLE CON PROTOOL/LITE Y WINCC FLEXIBLE. Precio \$ 835 dólares.

ANÁLISIS DE COSTOS

Debido al análisis realizado en cuanto a costos, la automatización de la extrusora núm. 1, se realizara un gasto de aproximadamente \$ 25,000.00, siendo este un gasto fuerte al inicio, a la larga se recupera la inversión como lo muestra el siguiente análisis.

Actualmente la maquinaria produce 400 kg, de bolsas al día, y al automatizarlo, tenemos un estimado de que se producirá alrededor de 500 kg al día, ya que se reducen tiempos muertos y se personaliza la atención oportuna del equipo.

Cantidad de Materia prima entrante: 400kg
Precio por kilogramo de materia prima: \$ 24.00
Cantidad de dinero entrante: \$ 9600.00

Cantidad de producto producido \$ 400kg
Precio por kilogramo del producto final: \$25.00 + IVA=\$28.75
Cantidad de dinero en producto total: \$11, 500.00

Consumo de luz por cada maquinaria mensual: \$ 4500.00 aproximadamente.
Consumo de luz por cada maquinaria diaria: \$ 150.00 aproximadamente.
Pago de operador de maquinaria: \$ 300.00 x 2 trabajadores= \$600.00

Otros gastos mensuales = \$10 000.00 (etiquetadores, rollos, refacciones consumibles) / 30 días = 333.33 pesos diarios.

Gasto total entrante= \$ 10,683.33
Valor del producto final= \$ 11, 500.00

Total en ganancias diarias= \$ 816.67
Total en ganancias mensuales= \$ 24,500.00
Gastos mensuales por otros conceptos= \$ 15,000 (pago de hacienda, IVA, mantenimiento, refacciones, pago de trabajadores, camión, traslado, etc.)
Ganancia final de mes de la maquina núm. 1= \$ 9 500.00

Costo de la automatización de la maquina 1= \$ 25 000.00
Ganancia diaria con automatización= 1291.67
Total ganancias mensuales con la automatización = \$ 31750.01
Total de ganancia neta (descontando gastos mensuales varios)= \$ 23750.01

Observando el análisis podemos concluir que aportando \$ 5 000.00 mensuales, podemos recuperar la inversión en un tiempo de 5 meses, agregándole que entraría más ganancias cuando este automatizado la maquinaria.

Sin embargo debido a la crisis económica que atraviesa el país, la empresa Bolsas y Plásticos del Sureste S. A. de C. V. de M. I., se ve en la necesidad de retirar el presupuesto destinado a este sistema y emplearlo en el rescate de la empresa, dejando en entre ver la necesidad de implementarlo en un futuro

próximo.

Es por esto que decidimos realizar un prototipo, donde se observara a grandes rasgos la automatización del sistema, el cual se implementara las variables que podamos controlar, y otras simularlas por ser de gran costo que nuestros bolsillos no pueden soportarlo.

Debido a esto, se sustituye a la maquinaria real con un prototipo de la siguiente manera:

CARACTERÍSTICAS DE LA EXTRUSORA PROTOTIPO A CONTROLAR.

La extrusora que controlaremos se compone de las siguientes características:

ALIMENTACIÓN:

La alimentación con que contaremos será de solo una fase, es decir, solamente manejaremos el voltaje convencional de 110 VCA. Teniendo en cuenta la siguiente alimentación:

Alimentación general: este es la parte principal de la alimentación, es la que baja directamente de las líneas de CFE, para nuestro caso será tomarlo directamente de un toma corriente, seguido de un Termomagnético para la protección de nuestro sistema quien se encargara de ser el interruptor para suministrar/cortar la alimentación a nuestro prototipo.

Alimentación de motores: esta alimentación la derivaremos de la alimentación general, siendo individual para cada motor, ya que tiene sus interruptores de seguridad sin interferir en el de maquinaria.

Alimentación maquina: en la alimentación interna del tablero de control, manejaremos voltajes menores a 24 vcd. Y una línea de 110 vca.

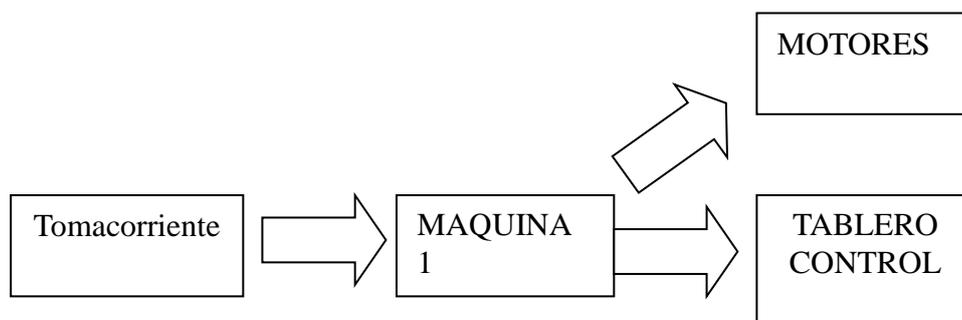


Fig. 3.12 Alimentación prototipo

Las protecciones para la empresa son los **Interruptor Termomagnético**, en nuestro caso solo tendremos uno, será nuestro general para protección del prototipo.

CABLEADO

El cableado de la extrusora se conforma de diferentes calibres, que a continuación se mencionan:

Tabla 3.6 cableado de la extrusora

CABLEADO A	CALIBRE	TIPO
Motores	10	CABLE
Contactores	10	CABLE
Amperímetros	10	CABLE
Pirómetros	12	CABLE
Interruptor	10	CABLE

Para el prototipo, el cableado que necesitamos será:

Tabla 3.7 Cableado de la extrusora

CABLEADO A	CALIBRE	TIPO
Motores	14	CABLE
Interruptor	14	CABLE

MOTORES

Como interviene 4 tipos de motores, los cuales están en funcionamiento las 24 horas, conteniendo las características que a continuación se mencionan.

Tabla 3.8 Motores de la extrusora

Motor	Función	Alimentación	Tipo de alimentación	Capacidad	Revoluciones por Minuto
Motor 1	Mueve el husillo	C. A.	Trifásico	7.5 Hp	1750 RPM
Motor 2	Manda Aire al dado	C. A.	Monofásico	1 Hp	
Motor 3	Jala el globo	D. C.		½ Hp	1750 RPM
Motor 4	Enrolla la película obtenida	D. C.		½ Hp	1750 RPM

Para nuestro prototipo emplearemos los siguientes motores:

Tabla 3.9 motores del prototipo

Motor	Función	Alimentación	Tipo de alimentación	Capacidad	Motor de
Motor 1	Mueve el husillo	C. A.	Monofásico	½ Hp	Lavadora
Motor 2	Manda Aire al dado	C. A.	Monofásico	¼ Hp	Ventilador
Motor 3	Jala el globo	C. A.	Monofásico	¼ Hp	Licadora
Motor 4	Enrolla la película obtenida	C. A.	Monofásico	¼ Hp	Ventilador

PIRÓMETROS

En el caso de los pirómetros, los cambiamos por un circuito que tuviera la misma función, controlar en un rango especificado la temperatura, donde en el diseño se considero de tal manera que abarcara un rango de temperatura de 35 a 43 grados centígrados por ser un sistema demostrativo, minimizando los riesgos que pudiera presentar, mediante la técnica llamada histéresis, quedando el circuito de la siguiente manera:

El pirómetro se divide en 2 partes; La primera parte se trata de un amplificador, donde el sensor utilizado será el lm35 de orden comercial y fácil de conseguir, siendo este sensor que da voltajes del rango de los mili-volts, se le introdujo un amplificador no inversor de ganancia 10, utilizando el Op-Amps UA741.

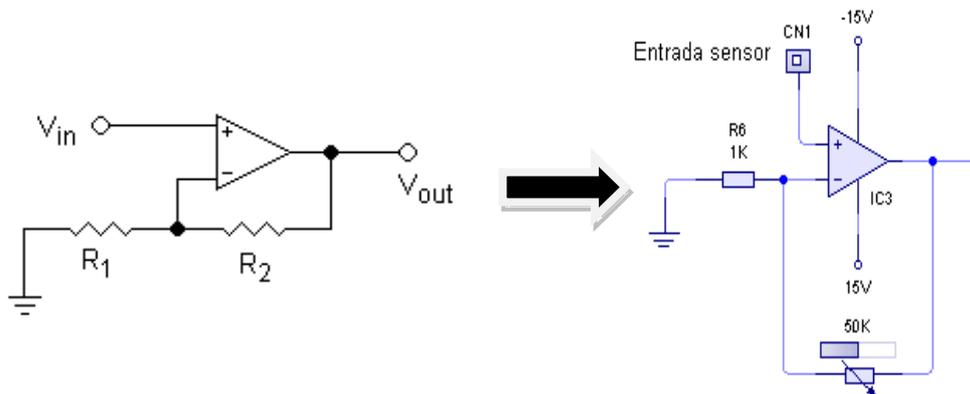


Fig. 3.13 Circuito diagrama y circuito simulado

Para la elección de las resistencias se realizaron los siguientes cálculos:

$$V_{out} = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

En donde con esta fórmula obtenemos una salida de x veces mayor que la entrada, por lo que si sustituimos por los valores que deseamos tener, obtenemos

las resistencias a utilizar:

$$\begin{aligned}\frac{R2}{R1} &= \left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right) - 1 \\ \frac{R2}{R1} &= \left(\frac{10}{1}\right) - 1 \\ \frac{R2}{R1} &= 9 \\ R2 &= 9R1\end{aligned}$$

Donde el valor de $R1=1\text{ K}\Omega$ y el de $R2=9\text{ K}\Omega$

Seguido de este amplificador, se le realizo un arreglo mediante Op-Amps UA741 llamado histéresis, donde se realizaron los cálculos de los rangos requeridos.

Teniendo un $V_{m\acute{a}x}$ y $V_{m\text{in}}$ definidos:

$$V_{max} = 4.3\text{ V}$$

$$V_{min} = 3.5\text{ V}$$

Sabiendo que $VH = V_{max} - V_{min}$ despejamos

$$VH = 4.3 - 3.5 = 0.8\text{ V}$$

$$VH = \frac{+V_{sat} - (-V_{sat})}{n}$$

$$n = \frac{+V_{sat} - (-V_{sat})}{VH}$$

$$n = \frac{+15 - 15}{0.8} = \frac{30}{0.8} = 37.5$$

Colocando un voltaje $V_{ref} = -15\text{ V}$, calculamos V_{ctr} y a m :

$$V_{ctr} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2} = \frac{4.3 + 3.5}{2} = \frac{7.8}{2}$$

$$V_{ctr} = 3.9$$

$$m = -\frac{V_{ref}}{V_{ctr}} = -\left(\frac{-15}{3.9}\right) = 3.846$$

Considerando una R de $265\ \Omega$ tenemos que para sacar los valores de las resistencias 2 y 3 se calcula de la siguiente manera:

$$m * R = (3.846)(256) = 1.61919\text{ K}\Omega$$

$$n * R = (37.5)(256) = 9.937\text{ K}\Omega$$

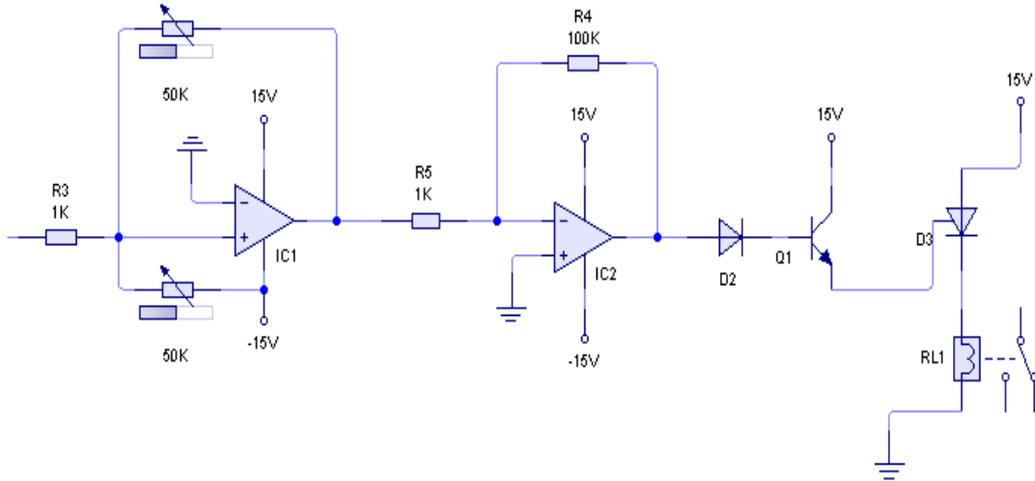


Fig. 3.14 Circuito simulado

Por lo que, uniendo al amplificador y el circuito de histéresis tenemos que:

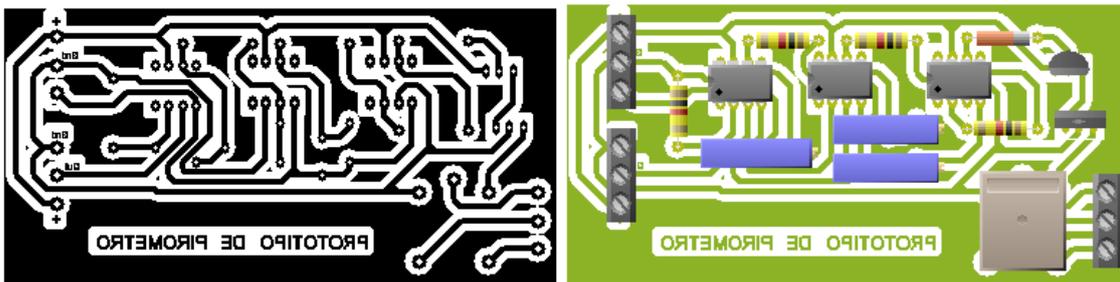
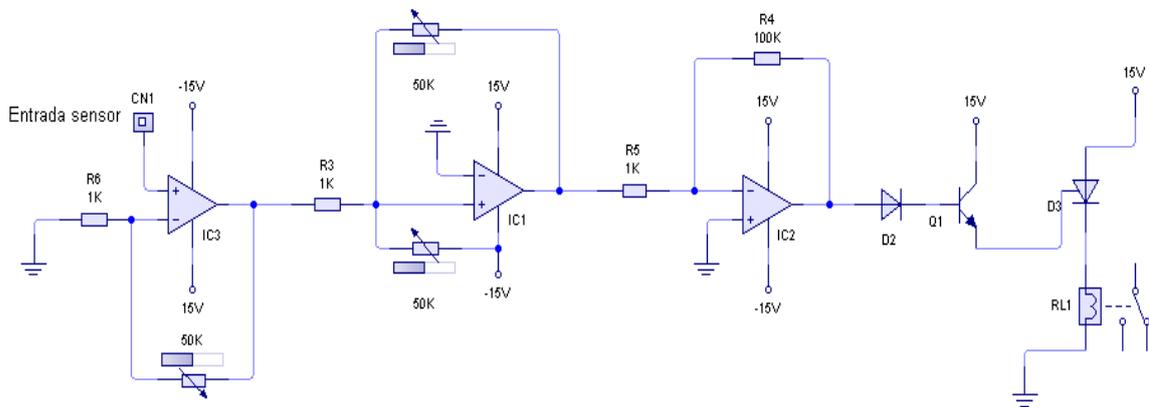


Fig. 3.15 Circuito simulado, Ruteado y placa virtual del pirómetro

TERMOPAR DE CONTROL DE TEMPERATURAS DE RANGO AMPLIO

Siendo este un cable que conecta al pirómetro con las resistencias de latón de la extrusora, sirviendo como “termómetro”, lo sustituimos por uno convencional, del cual me detecta de 0 a 100 grados centígrados. Es decir, detecta la temperatura de la resistencia y transmite la señal al pirómetro que diseñamos en el orden de mili-volts para que este suministre o corte la energía para el calentamiento de dicha pieza. Este sensor es el LM35

VARIADORES DE VELOCIDAD

Siendo los motores monofásicos, se optó por implementar un circuito reductor de corriente, el cual su funcionamiento precisa en regular la corriente para que pueda variar la velocidad del motor eléctrico. Siendo nuestro diseño el siguiente:

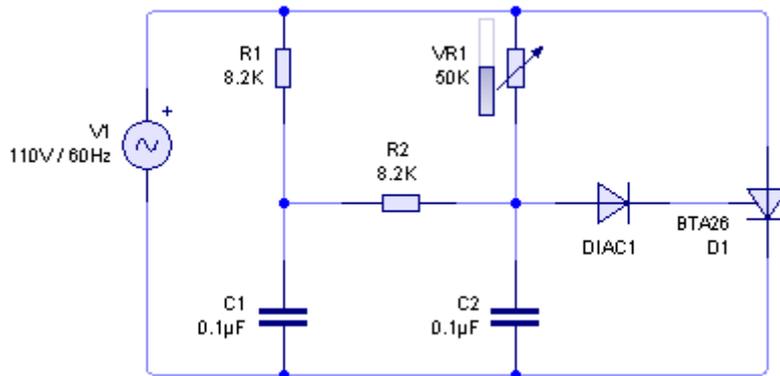


Fig. 3.16 Diagrama electrico de un variador de corriente

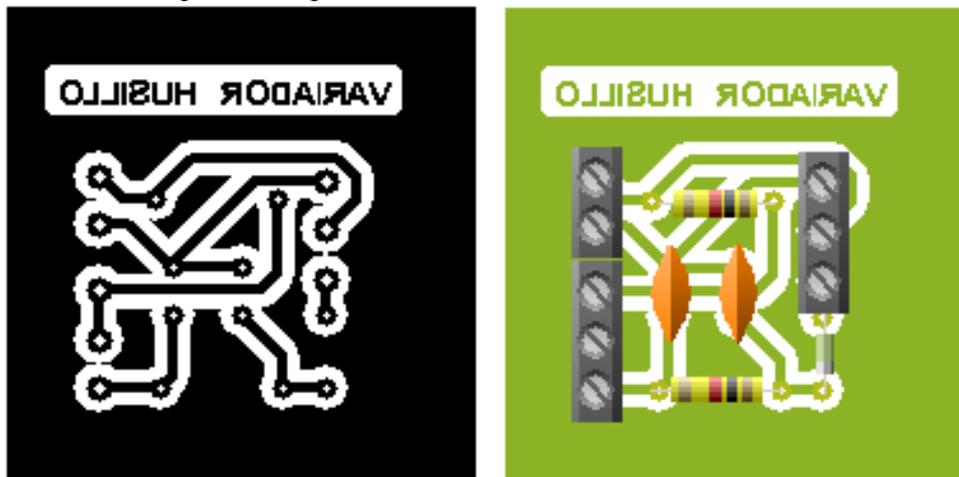


Fig. 3.17 Ruteado y placa virtual del variador de velocidad

CONTACTORES

Estos serán sustituidos por reles, el cual optan el mismo principio que los contactores, sin embargo son más fáciles de usar y generan un costo más bajo, además que es ideal para el sistema que estaremos usando, ya que no necesitamos interactuar con más voltaje que de una fase de 110 vca.

RESISTENCIAS ABRAZADERAS DE CHAPA

Para las resistencias, optamos por emplear resistencias de cafetera, ya que la mayor temperatura que pueden emitir es de 100 grados centígrados, se acopla perfectamente nuestro sensor de temperatura, y además maneja solo una fase de 110 vca.

Se utiliza resistencias con las siguientes características

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Funda chapa AISI - 430.
- Alma y aislamiento mica.
- Cinta calefactora Ni Cr 80 / 20.

TIPOS DE CONEXIÓN

- Cables. Calibre 14
- Tornillos para montaje
- forma tipo “U”

Tabla 3.10 Localización de resistencias

Localización	Cantidad de resistencias localizadas	Alimentación
Resistencias del husillo	6	110 VAC

SENSORES

Utilizaremos dos circuitos con sensores, los cuales uno tendra como funcion el detectar si existe material dentro de la tolva, y el otro sensor actuara como alarma en caso de que no exista el globo y este en funcionamiento la maquinaria.

El circuito del sensor consta de lo siguiente:

Funciona con un sensor optico, el cual es el CNY70, este es seguido hacia un Op-ams LM358 quien hace la funcion de detectar cuando el sensor este activado y compara, el cual su salida sera dirigido a un rele que nos dara la pauta para que mande la señal de activacion al pic.

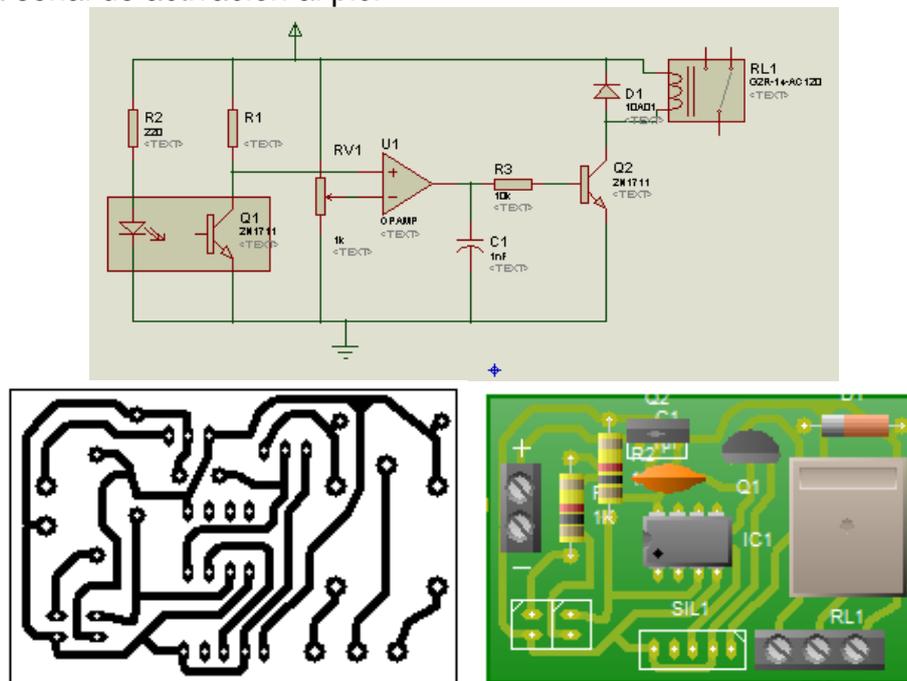


Fig. 3.18 Simulacion, Ruteado y placa virtual del sensor

INTERFAZ HOMBRE MAQUINA TACTIL

La idea de poner una pantalla donde interactue el sistema de maquinas con el hombre, es de gran utilidad tanto para el operador como para el dueño de la empresa, ya que permite visualizar en tiempo real el buen funcionamiento de la extrusora y localizar las fallas presentadas de una manera visual lo que permite revisar solo la parte afectada y no realizar un escaneo completo de la maquina, sin embargo no se implementara por cuestiones economicas, si no que se realizara un panel mas sencillo y economico.

Este panel a pesar de que su contruccion sera sencilla, nos indicara los tipos de errores que se presentes por medio de un zumbador y luces intermitente, con lo que podremos detectar inmediatamente que parte o partes se esten dañando. Ademas desde este, podremos controlar todo el sistema, desde el inicio de motores, hasta los paros de emergencia. La distribucion de estos estara como lo muestra la siguiente figura.

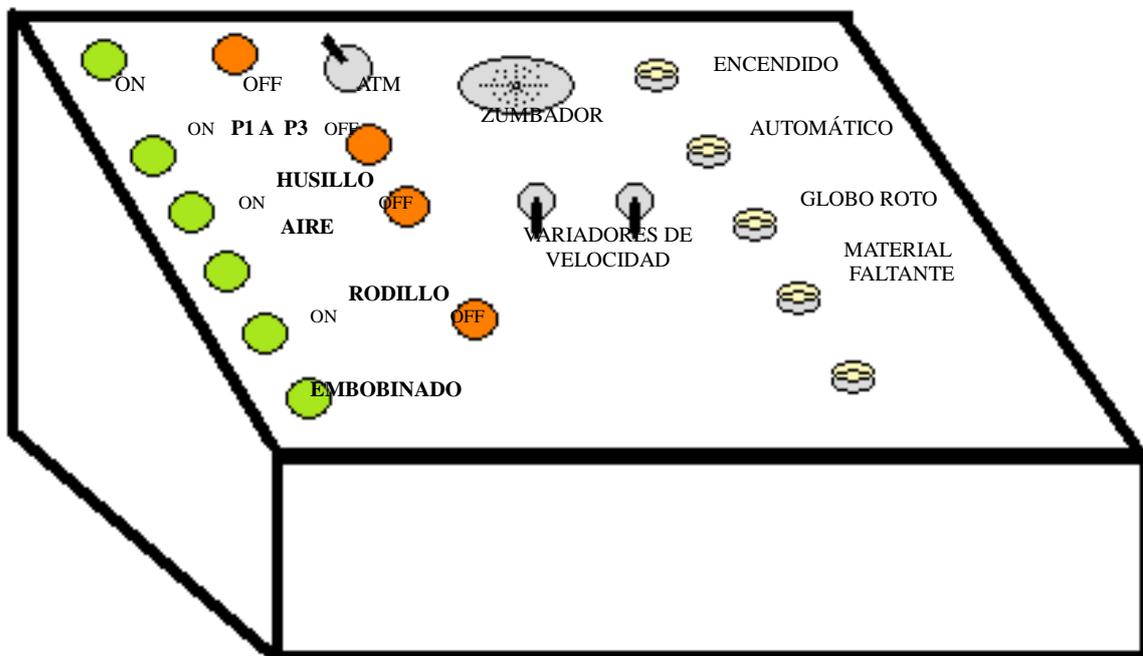
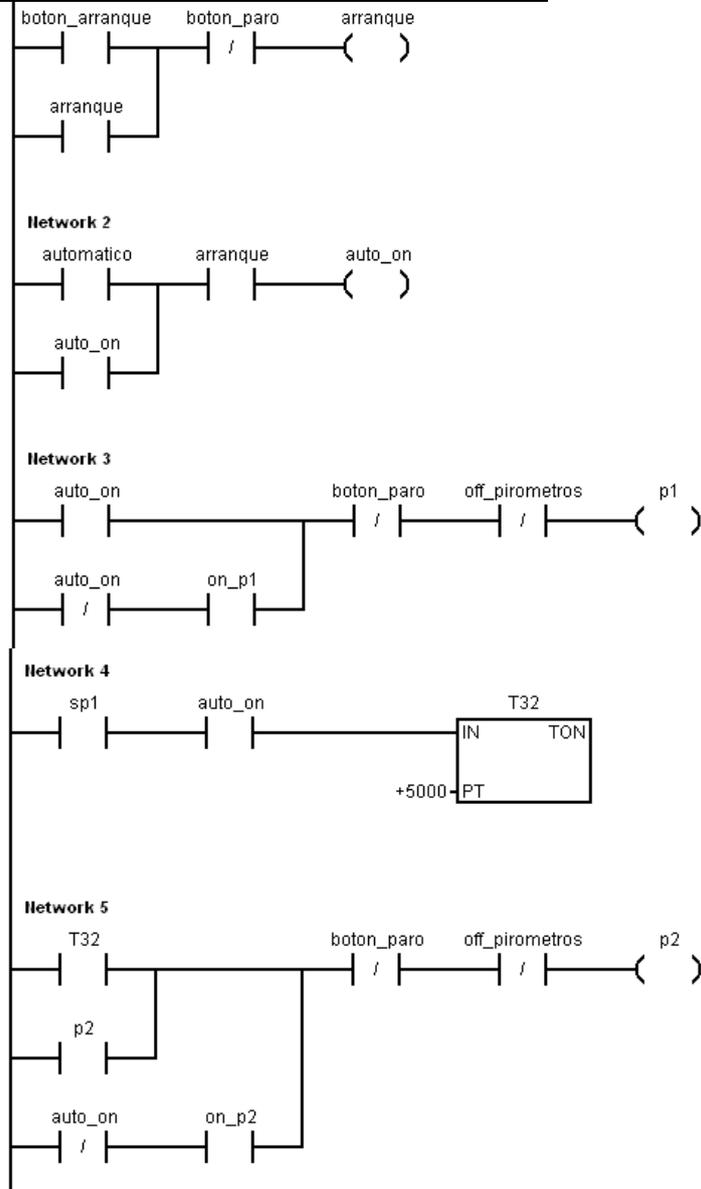


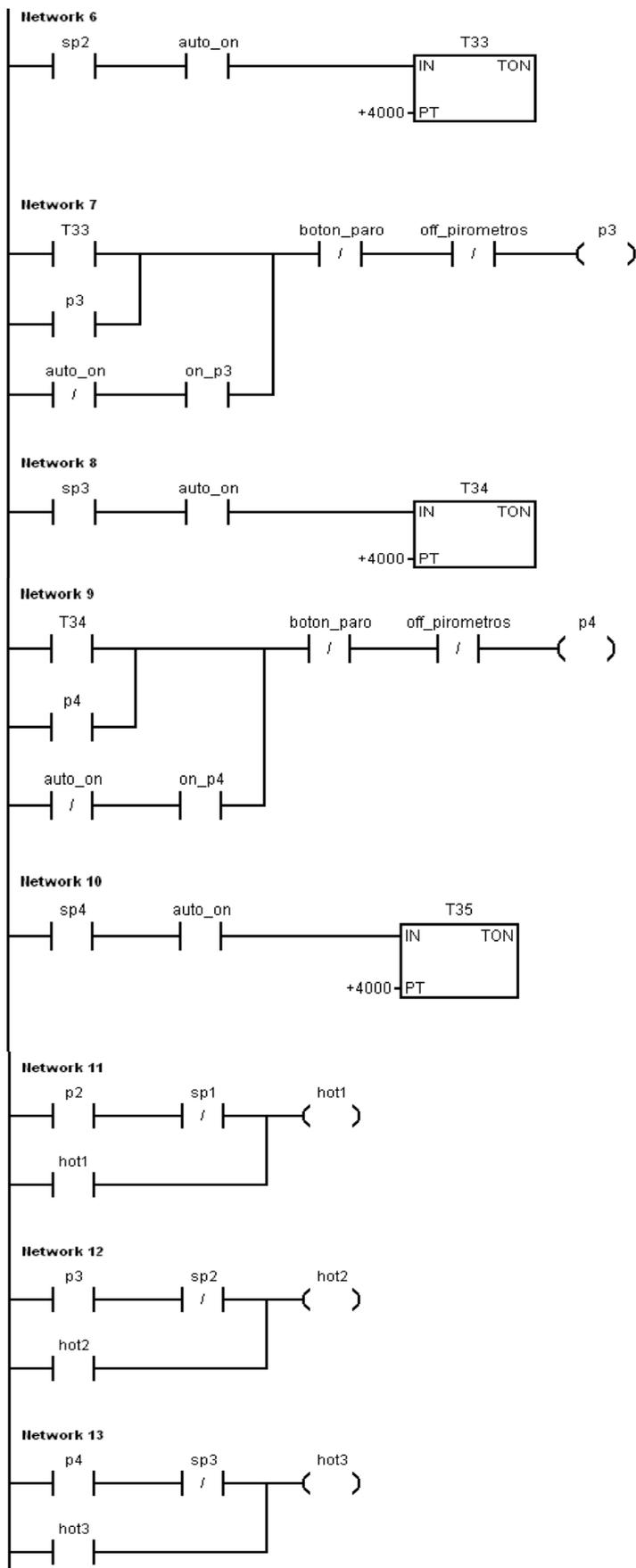
Fig. 3.19 Diseño del panel de control para el prototipo de extrusora

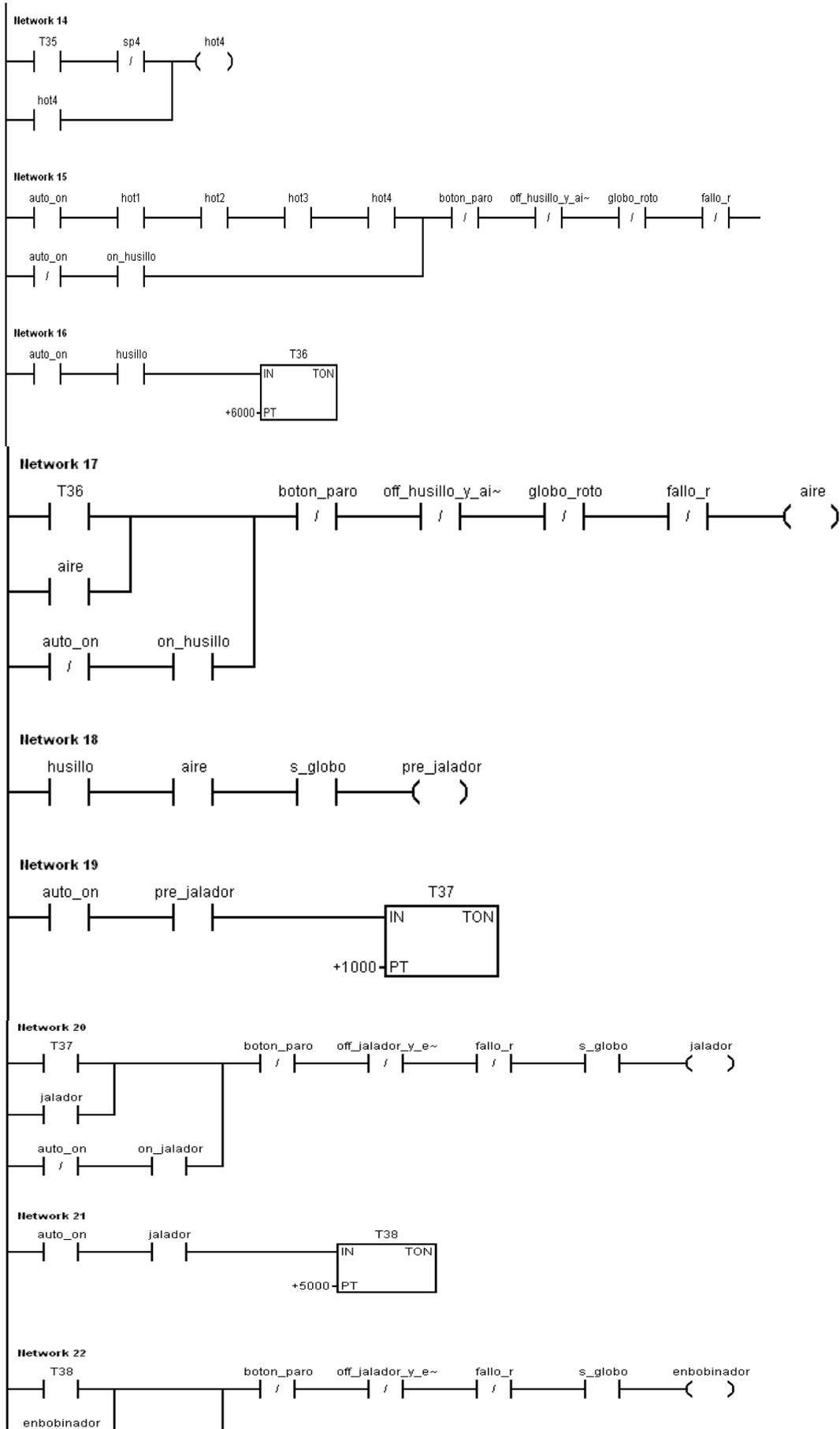
PROGRAMACION DEL SISTEMA

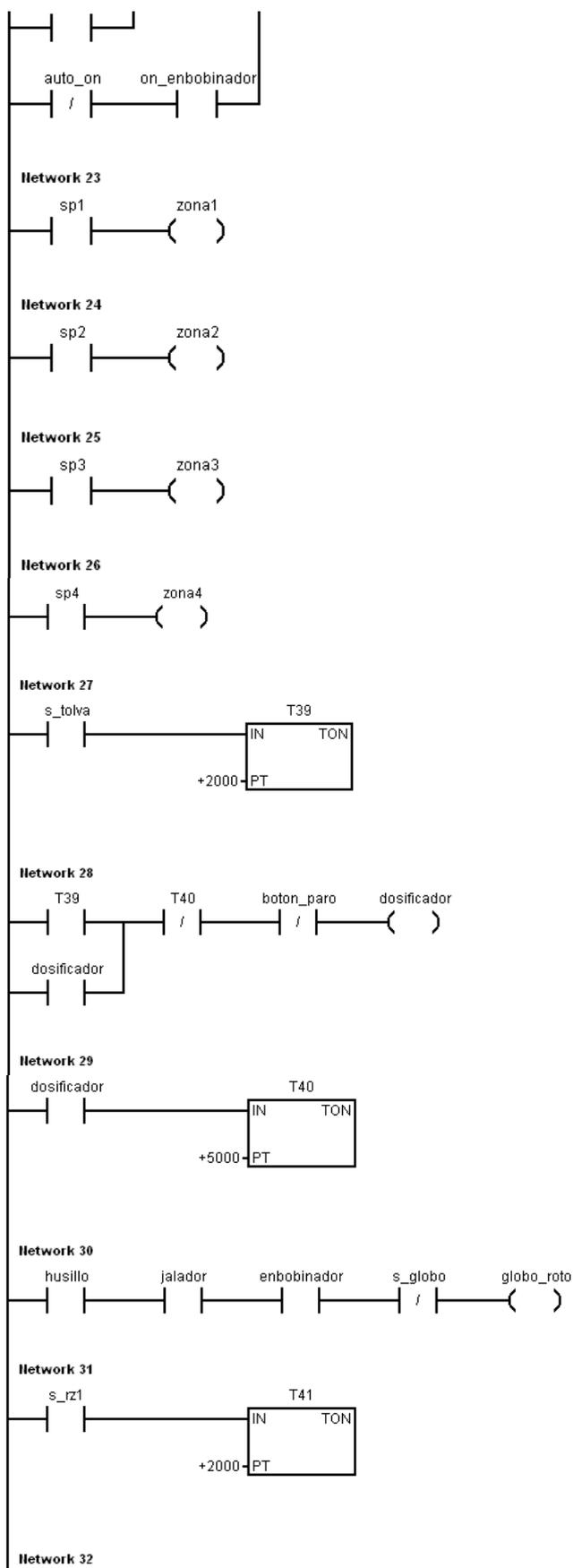
Para la programación del plc, se implementara en un microcontrolador, siendo este el PIC16F877A, ya que por razones de movilidad, técnicas y económicas, no podremos realizarlo en un plc, aun así se incluye programación y listado de códigos para un plc Siemens 7-200, con cpu 214.

PROGRAMACIÓN DEL PLC EN KOP









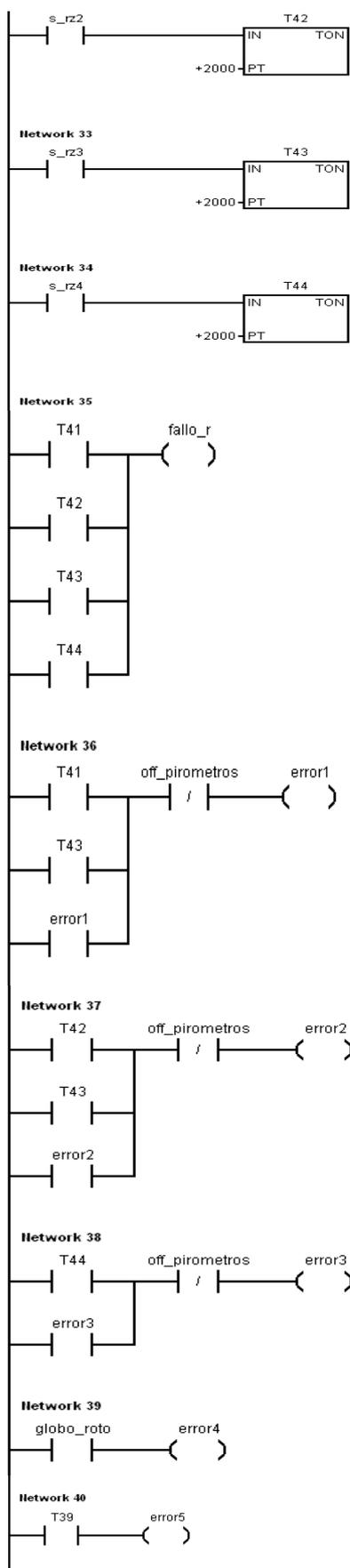
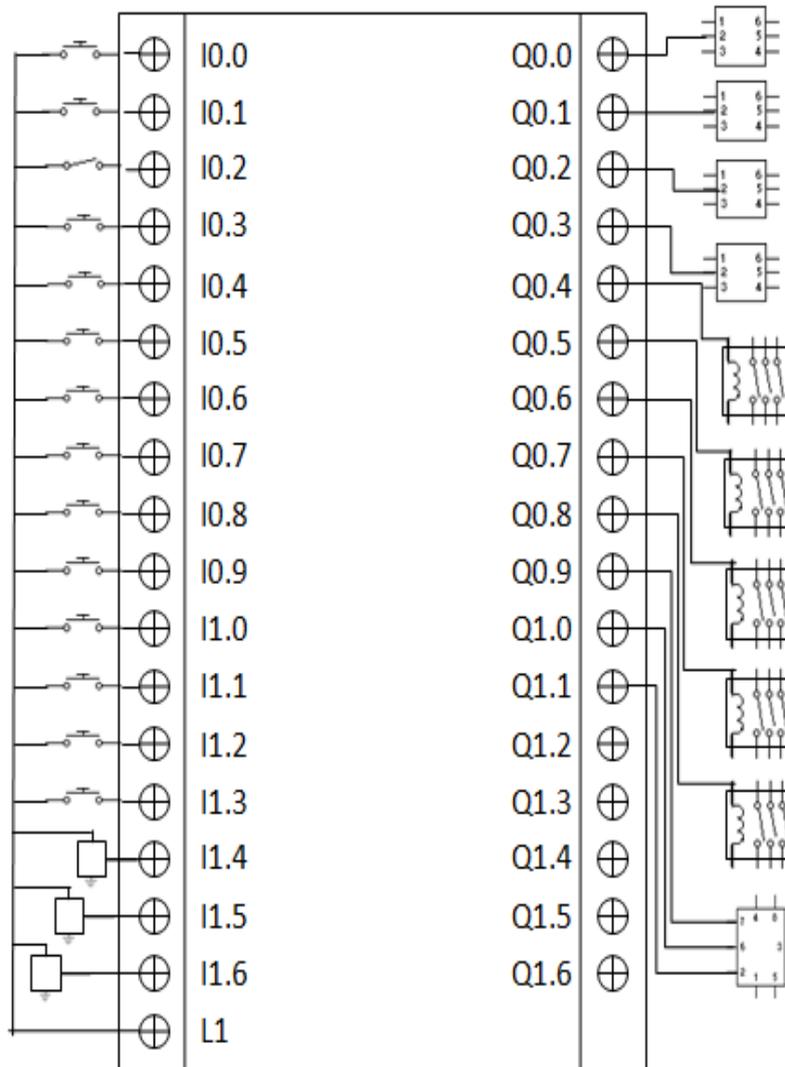


DIAGRAMA DE CONEXIONADO



De acuerdo a las especificaciones de entrada y salidas, se propone lo siguiente para la programación del PLC.

Tabla 3.11 Diagrama de conexionado

I0.0	Botón de arranque
I0.1	Botón de paro total
I0.2	Swich de automático/manual
I0.3	Botón para encender pirómetro 1
I0.4	Botón para encender pirómetro 2
I0.5	Botón para encender pirómetro 3
I0.6	Botón para encender pirómetro 4
I0.7	Botón para apagar los 4 pirómetro
I1.0	Botón para encender motor del Husillo
I1.1	Botón para encender motor de aire
I1.2	Botón para encender motor del jalador

I1.3	Botón para encender motor del en bobinador
I1.4	Botón para apagar motor del Husillo y aire
I1.5	Botón para apagar motor del en bobinador y jalador
I2.0	Sensor de la existencia del globo
I2.1	Sensor de material para la tolva
I2.2	Sensor de las resistencias de la zona 1
I2.3	Sensor de las resistencias de la zona 2
I2.4	Sensor de las resistencias de la zona 3
I2.5	Sensor de las resistencias de la zona 4
I2.6	Señal del pirómetro 1
I2.7	Señal del pirómetro 2
I3.0	Señal del pirómetro 3
I3.1	Señal del pirómetro 4
Q0.0	Alimentación del pirómetro 1
Q0.1	Alimentación del pirómetro 2
Q0.2	Alimentación del pirómetro 3
Q0.3	Alimentación del pirómetro 4
Q0.4	Activación del motor del Husillo
Q0.5	Activación del motor del aire
Q0.6	Activación del motor del jalador
Q0.7	Activación del motor del en bobinador
Q1.0	Activación del motor del dosificador
Q1.1	Zona 1
Q2.0	Zona 2
Q2.1	Zona 3
Q2.2	Zona 4
Q2.3	Señal del panel de errores 1
Q2.4	Señal del panel de errores 2
Q2.5	Señal del panel de errores 3
Q2.6	Señal del panel de errores 4

PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR 16F877A

Comúnmente llamados PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico).

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y

puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los microcontroladores son ampliamente utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas embebidos que controlan maquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

Al utilizar un microprocesador para nuestro prototipo, nos vemos en la necesidad de limitar nuestras entradas y salidas. Para la programación del microcontrolador, se utilizo el software Micro-c, donde a continuación se enlista la programación.

TABLA DE DATOS

I0.0	Botón de arranque
I0.1	Botón de paro total
I0.2	Swich de automático/manual
I0.3	Botón para encender pirómetro 1-3
I0.4	Botón para apagar los 3 pirómetro
I0.5	Botón para encender motor del Husillo
I0.6	Botón para encender motor del aire
I0.7	Botón para encender motor del jalador
I1.0	Botón para encender motor del en bobinador
I1.1	Botón para apagar motor del Husillo y aire
I1.2	Botón para apagar motor del en bobinador y jalador
I1.3	Sensor de la existencia del globo
I1.4	Sensor de material para la tolva
I1.5	Señal del pirómetro 1
I2.0	Señal del pirómetro 2
I2.1	Señal del pirómetro 3
Q0.0	Alimentación del pirómetro 1
Q0.1	Alimentación del pirómetro 2
Q0.2	Alimentación del pirómetro 3
Q0.3	Activación del motor del Husillo
Q0.4	Activación del motor del aire
Q0.5	Activación del motor del jalador
Q0.6	Activación del motor del en bobinador
Q0.7	Activación del motor del dosificador
Q1.0	Zona 1

Q1.1	Zona 2
Q1.2	Zona 3
Q1.3	Señal del panel de errores 1
Q1.4	Señal del panel de errores 2
Q1.5	Señal del panel de errores 3
Q2.0	Señal del panel de errores 4

PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

```

void main()
{
int aut,arranque,hot,hot1,hot2,hot3,t1,rotg;
ADCON1=6;

TRISA=0xFF;
TRISC=0xFF;
TRISE=0xFF;
TRISB=0x00;

while(1)
{
if((PORTC.F0==1||arranque==1)&&(PORTC.F1==0))
{arranque=1;} // arranque
else arranque=0;
if((PORTC.F2==1||aut==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{aut=1;} // automatico
else aut=0;
if(((aut==1||((aut==0&&PORTC.F3==1)))||PORTB.F0==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{
PORTB.F0=1;
delay_ms(500);
if((PORTA.F5==1||PORTB.F1==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F1=1;}
else PORTB.F1=0;
delay_ms(500);
if((PORTE.F0==1||PORTB.F2==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F2=1;}
else PORTB.F2=0;
} //encender pirometros
else
{
PORTB.F0=0;
PORTB.F1=0;
PORTB.F2=0;
}

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F1==1)||((t1==1)))&&arranque==1&&PORTC.F4==0)
{t1=1;}

```

```

else t1=0;
if(((PORTA.F5==0&&PORTB.F2==1)||hot1==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot1=1;}
else hot1=0;

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F0==0)||hot2==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot2=1;}
else hot2=0;

if(((t1==1&&PORTE.F1==0)||hot3==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{hot3=1;}
else hot3=0;           // resistencias calientes

if(hot1==1&&hot2==1&&hot3==1)
{hot=1;}
else hot==0;
if(((aut==0&&PORTC.F5==1)||PORTB.F3==1)||aut==1)&&(arranque==1)&&(hot
==1)&&(PORTA.F1==0))
{PORTB.F3=1;}
else PORTB.F3=0;           // falta globo roto

TRISA=0xFF;
TRISC=0xFF;
TRISE=0xFF;
TRISB=0x00;

while(1)
{
if((PORTC.F0==1||arranque==1)&&(PORTC.F1==0))
{arranque=1;}           // paro
else arranque=0;
if((PORTC.F2==1||aut==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{aut=1;}           // manual
else aut=0;
if(((aut==1)||aut==0&&PORTC.F3==1)||PORTB.F0==1)&&(arranque==1)&&(POR
TC.F4==0))
{
PORTB.F0=1;
delay_ms(500);
if((PORTA.F5==1||PORTB.F1==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F1=1;}
else PORTB.F1=0;
delay_ms(500);
if((PORTE.F0==1||PORTB.F2==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F2=1;}
else PORTB.F2=0;
}           //apagar pirometros
else

```

```

{
PORTB.F0=0;
PORTB.F1=0;
PORTB.F2=0;
}

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F1==1)||((t1==1))&&arranque==1&&PORTC.F4==0)
{t1=1;}
else t1=0;
if(((PORTA.F5==0&&PORTB.F2==1)||((hot1==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot1=1;}
else hot1=0;

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F0==0)||((hot2==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot2=1;}
else hot2=0;

if(((t1==1&&PORTE.F1==0)||((hot3==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{hot3=1;}
else hot3=0;           //

if(hot1==1&&hot2==1&&hot3==1)
{hot=1;}
else hot==0;
if(((aut==0&&PORTC.F5==1)||((PORTB.F3==1)||((aut==1))&&(arranque==1)&&(hot
==1)&&(PORTA.F1==0))
{PORTB.F3=1;}
else PORTB.F3=0;           //
TRISA=0xFF;
TRISC=0xFF;
TRISE=0xFF;
TRISB=0x00;

while(1)
{
if((PORTC.F0==1||arranque==1)&&(PORTC.F1==0))
{arranque=1;}           // arranque2
else arranque=0;
if((PORTC.F2==1||aut==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{aut=1;}           // automatic-manual
else aut=0;
if(((aut==1)||((aut==0&&PORTC.F3==1)||PORTB.F0==1)&&(arranque==1)&&(POR
TC.F4==0))
{
PORTB.F0=1;
delay_ms(500);
if((PORTA.F5==1||PORTB.F1==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F1=1;}
}
}

```

```

else PORTB.F1=0;
delay_ms(500);
if((PORTE.F0==1||PORTB.F2==1)&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{PORTB.F2=1;}
else PORTB.F2=0;
} //enredado
else
{
PORTB.F0=0;
PORTB.F1=0;
PORTB.F2=0;
}

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F1==1)||((t1==1))&&arranque==1&&PORTC.F4==0))
{t1=1;}
else t1=0;
if(((PORTA.F5==0&&PORTB.F2==1)||((hot1==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot1=1;}
else hot1=0;

if(((PORTB.F2==1&&PORTE.F0==0)||((hot2==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4=
=0))
{hot2=1;}
else hot2=0;

if(((t1==1&&PORTE.F1==0)||((hot3==1))&&(arranque==1)&&(PORTC.F4==0))
{hot3=1;}
else hot3=0;
if(hot1==1&&hot2==1&&hot3==1)
{hot=1;}
else hot==0;
if(((aut==0&&PORTC.F5==1)||((PORTB.F3==1)||((aut==1))&&(arranque==1)&&(hot
==1)&&(PORTA.F1==0))
{PORTB.F3=1;}
else PORTB.F3=0; // comparacion
}
}
/*
PORTC.F0-----boton arranque
PORTC.F1-----boton paro
PORTC.F2-----swich automatico-manual
PORTC.F3-----boton encender pirometros 1-3
PORTC.F4-----boton apagar pirometros 1-3
PORTC.F5-----boton encender husillo
PORTC.F6-----boton encender aire
PORTC.F7-----boton encender jalador
PORTA.F0-----boton encender enbobinador
PORTA.F1-----boton apagar husillo y aire

```

- PORTA.F2-----boton apagar jalador y enbobinador
- PORTA.F3-----sensor existencia de globo
- PORTA.F4-----sensor existencia de material (tolva)
- PORTA.F5-----señal de pirometro 1
- PORTE.F0-----señal de pirometro 2
- PORTE.F1-----señal de pirometro 3
- */
- }
- }
- /*

SIMULACIÓN

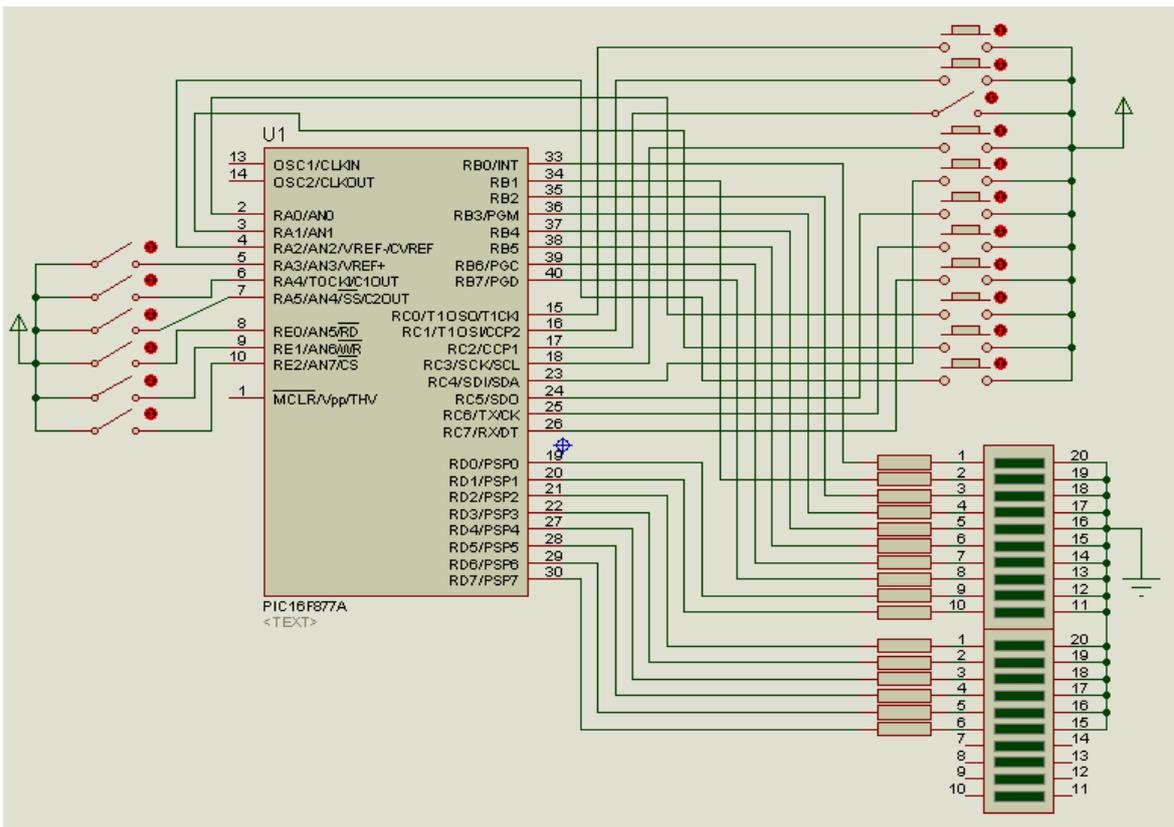


Fig. 3.20 simulacion del PLC

RESULTADOS

Considerando que la automatización se realiza bajo una maquina extrusora prototipo, mediante la programación del microprocesador PIC, se tiene el siguiente resultado desglosado de la siguiente manera:

ESTRUCTURA

El armado del prototipo de maquinaria se establece en las dimensiones: son de 1.40 m. de largo por 0.30 m de ancho con una altura de 0.85 m, esto es sin contar el anexo del embobinado que abarca una dimensión de 30 cm de largo por 20 cm de ancho con 40 cm de altura. Consta de una estructura de madera reforzada con resistol y clavos, para su fácil manejo y traslado, las paredes son de material Macopan adheridas con tornillos para su fácil armado y desarmado.



Fig. 3.21 Estructura de madera para el prototipo de extrusora. (Vista frontal)



Fig. 3.22 Estructura de madera para el prototipo de extrusora. (Vista aérea)

Para el husillo se obtuvo de un tubo de cobre de 90 cm de largo y 1½ pulgadas de diámetro, en el cual se le conectarán las resistencias calefactoras con separación de 10 cm entre ellas.



Fig. 3.23 Tubo de cobre con resistencias conectadas simulando el husillo

PIRÓMETROS

Dado que en el caso de los pirómetros, los cambiamos por un circuito que tuviera la misma función, controlar en un rango especificado la temperatura, donde determinamos un rango de temperatura de 35 a 43 grados, obteniendo en su salida un rango de 3.5 a 4.3 volts como se demuestra a continuación.

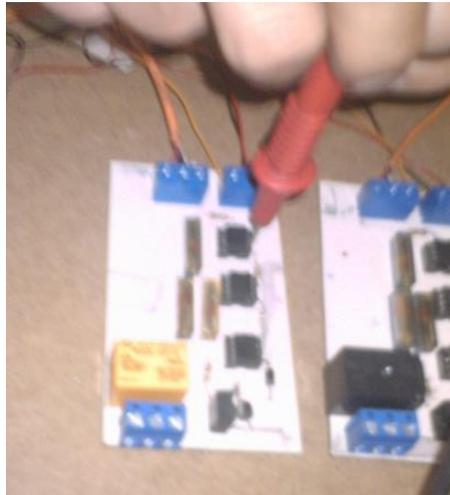


Fig. 3.24 Midiendo la salida del sensor



Fig. 3.25 Valores del sensor, abajo del límite inferior, en medio y arriba del límite superior de temperatura

VARIADORES DE VELOCIDAD

Se realizaron dos variadores de velocidad, uno fue colocado en el motor del husillo, circuito consiste en el de limitar la corriente para regular las RPM del motor quien regulara el proceso de calentado. El otro será implementado en los rodillos para regular la velocidad con la que jale el globo de plástico y no rompa

dicho globo.



Fig. 3.26 Circuito regulador de corriente para el motor del husillo



Fig. 3.27 Regulador de corriente del motor de los rodillos

RESISTENCIAS ABRAZADERAS DE CHAPA

Las resistencias fueron montadas a lo largo de un tubo de cobre de 90 cm de largo, que servirá como husillo, estas están a una distancia de 10 cm entre resistencia y resistencia, colocando 1 sensor por cada par de resistencias y cableandolas de par en par a un transformador de 12 vca, para que consuman la cantidad de corriente que necesiten en su funcionamiento.



Fig. 3.28 Resistencias colocadas en el tubo, conectadas de par en par con 10 cm de distancia entre ellas.

TERMOPAR

Para los termopares se sustituyeron por sensores más comerciales, los sensores utilizados fueron los LM35 descritos anteriormente, los cuales fueron colocados entre un par de resistencias, sujetos por una barra de aluminio para poder registrar la mayor temperatura posible, el cual registrará que se distribuye el calor uniformemente a lo largo del tubo,



Fig. 3.29 Sensor empotrado entre dos resistencias

SENSOR

Se realizaron dos circuitos, utilizando los sensores ópticos CNY70, quienes mediante un arreglo de circuitos, me permite saber cuándo ten que junto a un circuito me permite detectar cuando hay material en la tola y cuando se rompa el globo de plástico. Estos me darán un voltaje de 5v. Para que el microcontrolador pueda detectarlos.



Fig. 3.30 Sensor CNY70 activando la señal para el PIC 16F877A

EL MICROCONTROLADOR

Para el microcontrolador se realizó el diseño y armado de una tarjeta que contenga al PIC y el armado de dos tarjetas de salidas para la interacción de voltajes Vcd/Vac,

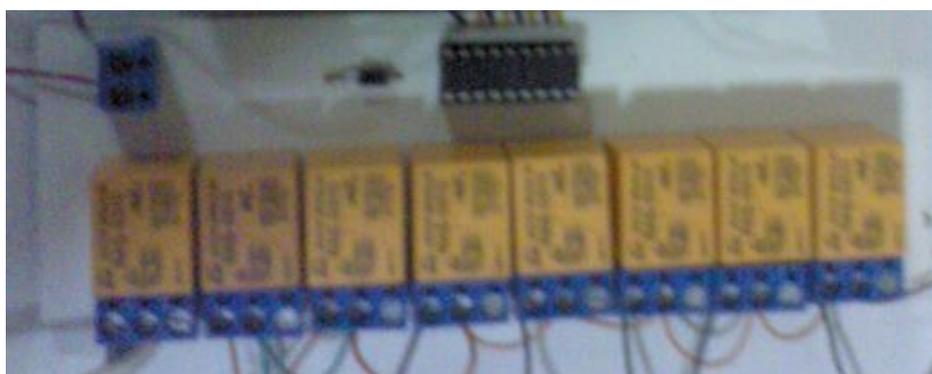


Fig. 3.31 Tarjeta de salida a relés para a interaccion de Vac Y Vcd

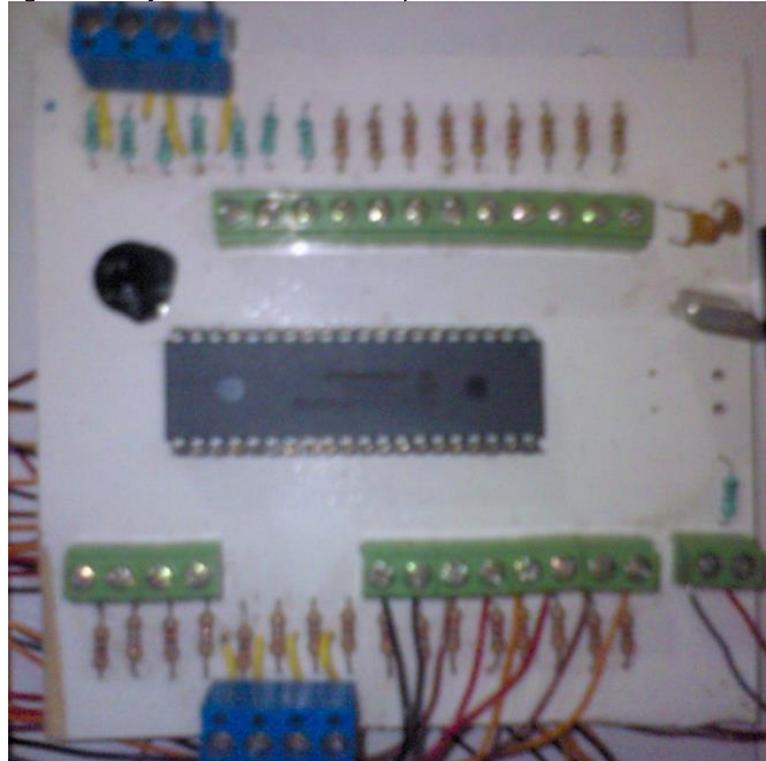


Fig. 3.32 Tarjeta del microprocesador con sus salidas y entradas direccionadas

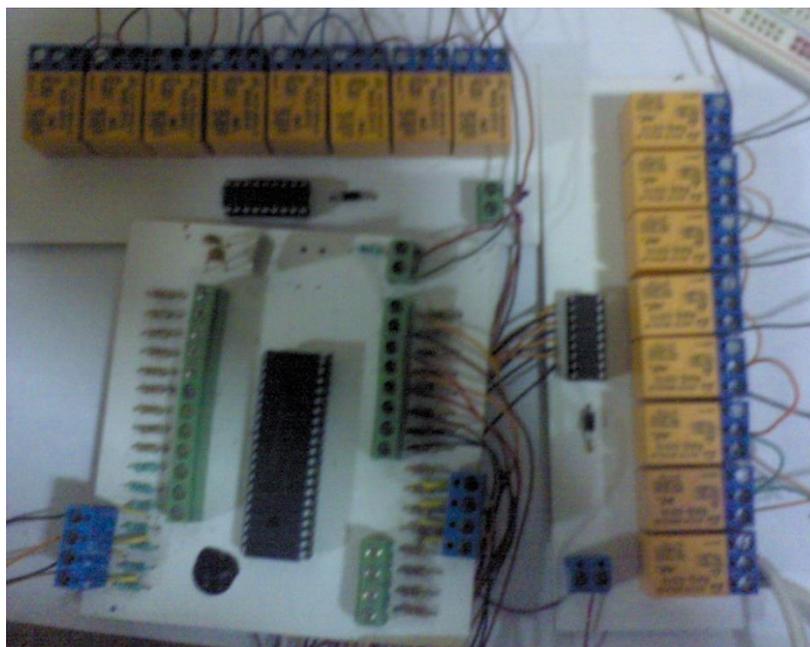


Fig. 3.33 Tarjeta del microprocesador con las tarjetas de salidas acoplados y funcionando

ALIMENTACIÓN DE CIRCUITOS

Se realizo una fuente de salida +- 15V. Esta fuente me permite alimentar a la placa del PIC, las placas del circuito de salida, pirómetros, y el tablero de control.



Fig. 3.34 Valores de la fuente simetrica construido

PANEL DE CONTROL

El panel de control constituye una parte importante del prototipo, ya que es aquí donde procesa la información entrante y ayuda al usuario a realizar más fácil su trabajo de monitoreo. Este se conforma de 3 partes, la primera consiste en una serie de botones de encendido para cada parte de la maquinaria, así como su apagado de estos, la segunda parte consiste en un par de potenciómetros, que realizarán el ajuste necesario para los motores, y la tercera parte es donde podremos visualizar los encendidos y errores que se presenten en la maquinaria.

Cabe destacar que se realizó este tipo de panel, ya que por cuestiones económicas, no pudimos realizarlo en un interfaz visual táctil, que facilitaría en gran manera la operación de control

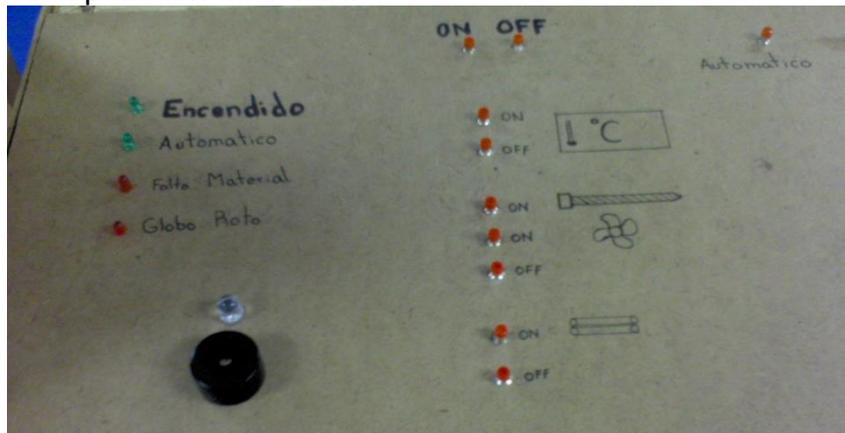


Fig. 3.35 Valores de la fuente simétrica construido



CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

Actualmente nos encontramos en la era de las tecnologías de la información (TI), las cuales surgen como nuestras aliadas para apoyarnos en diferentes aspectos de nuestras actividades productivas, siempre y cuando hagamos un buen uso de ellas; de lo contrario, pueden convertirse en nuestro principal enemigo.

En el campo de la Ingeniería, la Automatización y Control de procesos es un conocimiento que cada día se ve con mayor demanda en el ámbito industrial debido a que cada día los procesos de producción que tienen las empresas están en una constante carrera contra el tiempo debido a que los retardos en los procesos de producción en algunas empresas pueden incluso generar grandes pérdidas de carácter monetario.

Los Sistemas de Control y Automatización forman parte importante de la cadena del proceso, controlando y generando información crítica para el análisis y la validación de los procesos productivos; de ahí la importancia de una correcta integración de estos sistemas a las diferentes actividades dentro de la empresa, una de ellas: la Validación del proceso. Sin embargo, estos productos no pueden operar por sí mismos, siempre requieren de labores de configuración e implementación que se adecuen a las necesidades de éstas industrias; dichas labores son desarrolladas generalmente por los proveedores de sistemas de control y automatización; pero es muy importante que las empresas cuenten con proveedores, que además de tener una adecuada preparación técnica, hablen el mismo lenguaje del cliente; ya que sólo así se podrán agilizar los procesos de Validación, quedando fuera los problemas debidos a interpretaciones incorrectas de las normas o retrasos causados principalmente porque el prestador del servicio no está debidamente preparado.



ANEXOS

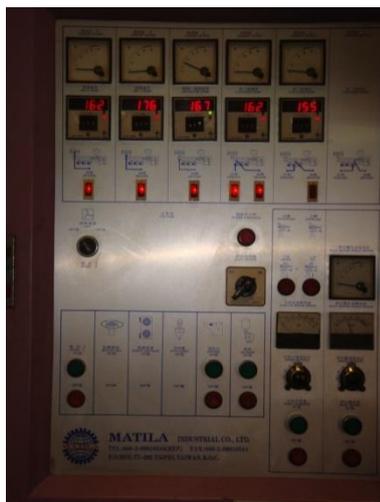
ANEXO A

OBSERVACIÓN DEL PROCESO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES QUE CONFORMAN UNA MAQUINA EXTRUSORA.



ANEXO B

Extrusoras a controlar



Tablero de control



Maquina analógica maquina semi-analogica

ANEXO C

PARTES DE UNA EXTRUSORA



HUSILLO



TOLVA



DADO



MOTOR DE HUSILLO



REBOBINADORES



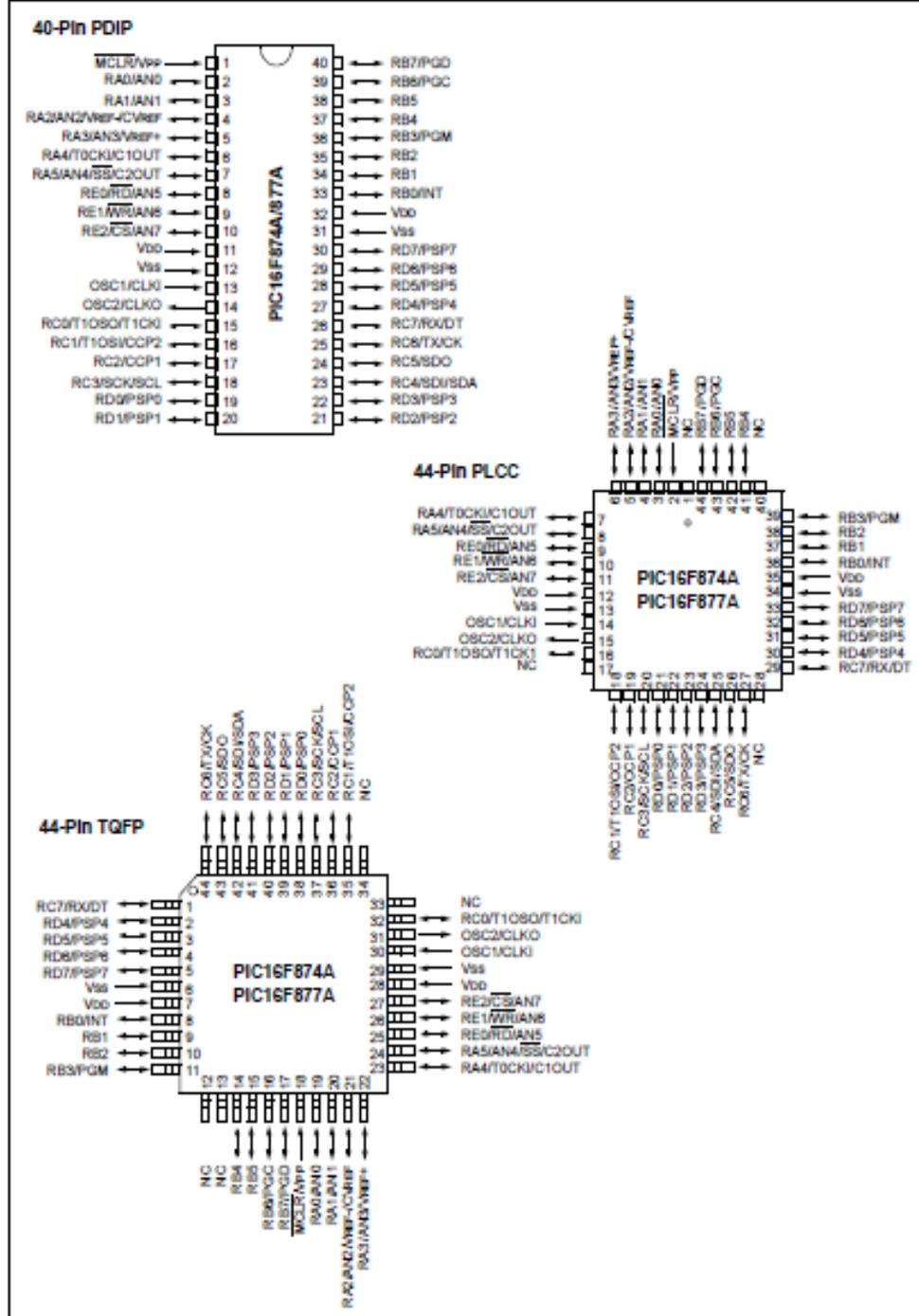
CONEXIONADO DE PIROMETROS Y AMPERIMETROS



ANEXO D

PIC16F87XA

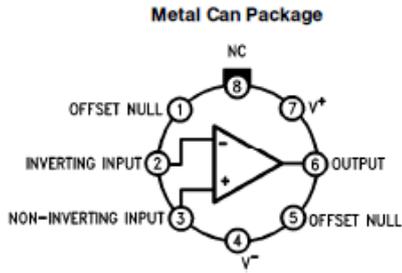
Pin Diagrams (Continued)



LM741

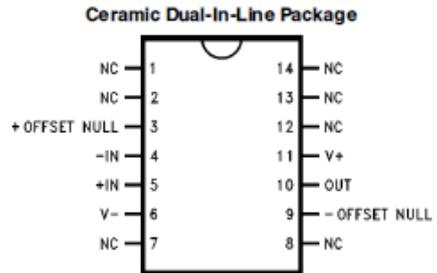
Absolute Maximum Ratings											
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 5)											
	LM741A	LM741E	LM741	LM741C							
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V							
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW							
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V							
Input Voltage (Note 2)	±15V	±15V	±15V	±15V							
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous							
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	0°C to +70°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C							
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C							
Junction Temperature	150°C	100°C	150°C	100°C							
Soldering Information											
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C	260°C							
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C							
M-Package											
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C							
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C	215°C							
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.											
ESD Tolerance (Note 6)	400V	400V	400V	400V							
Electrical Characteristics (Note 3)											
Parameter	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_B \leq 10\text{ k}\Omega$ $R_B \leq 50\Omega$		0.8	3.0		1.0	5.0		2.0	6.0	mV mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_B \leq 50\Omega$ $R_B \leq 10\text{ k}\Omega$			4.0			6.0			7.5	mV mV
				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Average Input Offset Voltage Drift				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_B = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_B = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M Ω
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $V_B = \pm 20\text{V}$	0.5									M Ω
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				±12	±13					V
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_B = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$ $V_B = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$	50									V/mV V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_B = \pm 20\text{V}, V_O = \pm 15\text{V}$ $V_B = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}$	32			25			15			V/mV V/mV V/mV
	$V_B = \pm 5\text{V}, V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV

Connection Diagrams



TL/H/9341-2

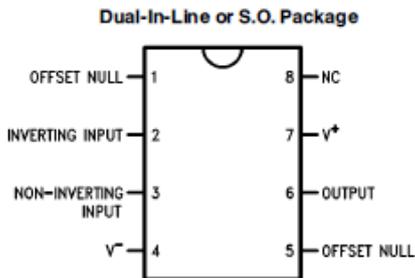
**Order Number LM741H, LM741H/883*,
LM741AH/883 or LM741CH
See NS Package Number H08C**



TL/H/9341-5

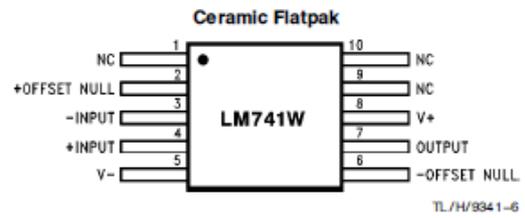
**Order Number LM741J-14/883*, LM741AJ-14/883*
See NS Package Number J14A**

*also available per JM38510/10101
**also available per JM38510/10102



TL/H/9341-3

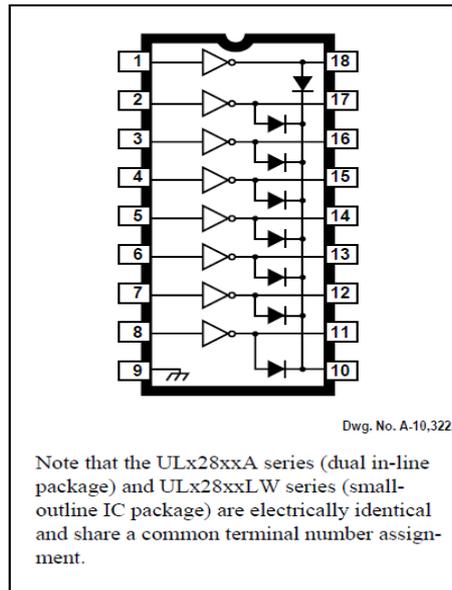
**Order Number LM741J, LM741J/883,
LM741CM, LM741CN or LM741EN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E**



TL/H/9341-6

**Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A**

ULN2803



Types ULx2803A, ULx2803LW, ULx2804A, and ULx2804LW ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			Units
					Min.	Typ.	Max.	
Output Leakage Current	I _{CEX}	1A	All	V _{CE} = 50 V, T _A = 25°C	—	< 1	50	μA
				V _{CE} = 50 V, T _A = 70°C	—	< 1	100	μA
		1B	ULx2804x	V _{CE} = 50 V, T _A = 70°C, V _{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	V _{CE(SAT)}	2	All	I _C = 100 mA, I _B = 250 μA	—	0.9	1.1	V
				I _C = 200 mA, I _B = 350 μA	—	1.1	1.3	V
				I _C = 350 mA, I _B = 500 μA	—	1.3	1.6	V
Input Current	I _{IN(ON)}	3	ULx2803x	V _{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULx2804x	V _{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V _{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	I _{IN(OFF)}	4	All	I _C = 500 μA, T _A = 70°C	50	65	—	μA
Input Voltage	V _{IN(ON)}	5	ULx2803x	V _{CE} = 2.0 V, I _C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V _{CE} = 2.0 V, I _C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V _{CE} = 2.0 V, I _C = 300 mA	—	—	3.0	V
		ULx2804x	V _{CE} = 2.0 V, I _C = 125 mA	—	—	5.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 200 mA	—	—	6.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 275 mA	—	—	7.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 350 mA	—	—	8.0	V	
Input Capacitance	C _{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t _{PLH}	8	All	0.5 E _{IN} to 0.5 E _{OUT}	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay	t _{PHL}	8	All	0.5 E _{IN} to 0.5 E _{OUT}	—	0.25	1.0	μs
Clamp Diode Leakage Current	I _R	6	All	V _R = 50 V, T _A = 25°C	—	—	50	μA
				V _R = 50 V, T _A = 70°C	—	—	100	μA
Clamp Diode Forward Voltage	V _F	7	All	I _F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes prefix to operating temperature range: ULN = -20°C to +85°C, ULQ = -40°C to +85°C and a suffix to identify package style: A = DIP, LW = SOIC.

CNY70



CNY70

Vishay Semiconductors

Reflective Optical Sensor with Transistor Output

Description

The CNY70 has a compact construction where the emitting light source and the detector are arranged in the same direction to sense the presence of an object by using the reflective IR beam from the object. The operating wavelength is 950 nm. The detector consists of a phototransistor.

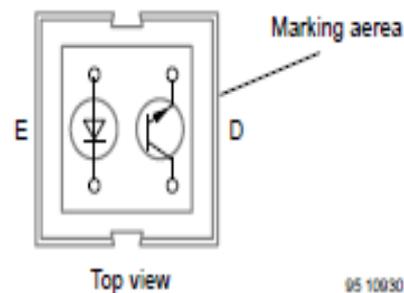


Applications

- Optoelectronic scanning and switching devices i.e., index sensing, coded disk scanning etc. (optoelectronic encoder assemblies for transmission sensing).

Features

- Compact construction in center-to-center spacing of 0.1"
- No setting required
- High signal output
- Low temperature coefficient
- Detector provided with optical filter
- Current Transfer Ratio (CTR) of typical 5%



Order Instruction

Ordering Code	Sensing Distance	Remarks
CNY70	0.3 mm	

CNY70

Vishay Semiconductors

**Absolute Maximum Ratings**

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	50	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ C$

Output (Detector)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Collector emitter voltage		V_{CEO}	32	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_j	100	$^\circ C$

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ C$	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	-55 to +85	$^\circ C$
Storage temperature range		T_{stg}	-55 to +100	$^\circ C$
Soldering temperature	2 mm from case, $t \leq 5 s$	T_{sd}	260	$^\circ C$

**CNY70**

Vishay Semiconductors

Electrical Characteristics ($T_{amb} = 25^\circ C$)

Input (Emitter)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward voltage	$I_F = 50 mA$	V_F		1.25	1.6	V

Output (Detector)

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector emitter voltage	$I_C = 1 mA$	V_{CEO}	32			V
Emitter collector voltage	$I_E = 100 \mu A$	V_{ECO}	5			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20 V, I_F = 0, E = 0$	I_{CEO}			200	nA

Coupler

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Collector current	$V_{CE} = 5 V, I_F = 20 mA, d = 0.3 mm$ (figure 1)	$I_C^{(1)}$	0.3	1.0		mA
Cross talk current	$V_{CE} = 5 V, I_F = 20 mA$ (figure 1)	$I_{CX}^{(2)}$			600	nA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 20 mA, I_C = 0.1 mA, d = 0.3 mm$ (figure 1)	$V_{CEsat}^{(1)}$			0.3	V

¹⁾ Measured with the 'Kodak neutral test card', white side with 90% diffuse reflectance

²⁾ Measured without reflecting medium

BC548C



Micro Commercial Components
 21201 Itasca Street Chatsworth
 CA 91311
 Phone: (818) 701-4933
 Fax: (818) 701-4939

**BC546,B
 BC547,A,B,C
 BC548,A,B,C**

Features

- Through Hole Package
- 150°C Junction Temperature



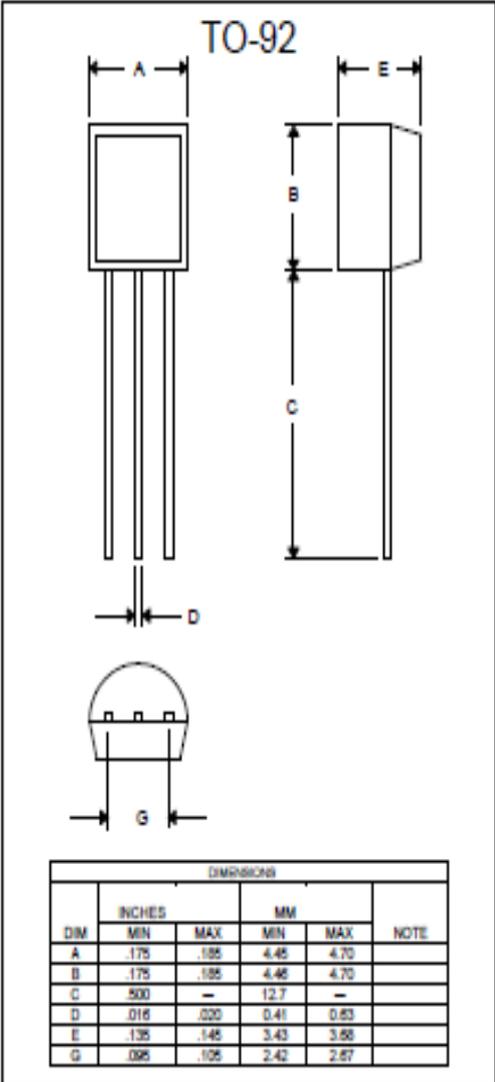
**NPN Silicon
 Amplifier Transistor
 625mW**

Mechanical Data

- Case: TO-92, Molded Plastic
- Polarity: indicated as above.

Maximum Ratings @ 25°C Unless Otherwise Specified

Charateristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	BC546 BC547 BC548	V_{CE0} 65 45 30	V
Collector-Base Voltage	BC546 BC547 BC548	V_{CB0} 80 50 30	V
Emitter-Base Voltage		V_{EB0} 6.0	V
Collector Current(DC)		I_C 100	mA
Power Dissipation@ $T_A=25^\circ\text{C}$		P_d 625 5.0	mW mW/°C
Power Dissipation@ $T_C=25^\circ\text{C}$		P_d 1.5 12	W mW/°C
Thermal Resistance, Junction to Ambient Air		$R_{\theta JA}$ 200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case		$R_{\theta JC}$ 83.3	°C/W
Operating & Storage Temperature		T_j, T_{STG} -55~150	°C



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS						
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $I_B = 0$)	BC546	$V_{(BR)CEO}$	65	—	—	V
	BC547		45	—	—	
	BC548		30	—	—	
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\ \mu\text{A}$)	BC546	$V_{(BR)CBO}$	80	—	—	V
	BC547		50	—	—	
	BC548		30	—	—	
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\ \mu\text{A}$, $I_C = 0$)	BC546	$V_{(BR)EBO}$	6.0	—	—	V
	BC547		6.0	—	—	
	BC548		6.0	—	—	

ON CHARACTERISTICS

DC Current Gain ($I_C = 10\ \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC547A/548A	h_{FE}	—	90	—	—
	BC546B/547B/548B		—	150	—	
	BC548C		—	270	—	
($I_C = 2.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC546	h_{FE}	110	—	450	—
	BC547		110	—	800	
	BC548		110	—	800	
	BC547A/548A		110	180	220	
	BC546B/547B/548B		200	290	450	
	BC547C/BC548C		420	520	800	
($I_C = 100\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	BC547A/548A	h_{FE}	—	120	—	—
	BC546B/547B/548B		—	180	—	
	BC548C		—	300	—	
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 5.0\text{ mA}$)		$V_{CE(sat)}$	—	—	0.3	V
Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 5.0\text{ mA}$)		$V_{BE(sat)}$	—	—	1.0	V
Base-Emitter On Voltage ($I_C = 2.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$) ($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)		$V_{BE(on)}$	0.55	—	0.7	V
			—	—	0.77	

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current-Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $f = 100\text{ MHz}$)	BC546	f_T	150	300	—	MHz
	BC547		150	300	—	
	BC548		150	300	—	
Output Capacitance ($V_{CB} = 10\text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)		C_{obo}	—	1.7	4.5	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5\text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)		C_{ibo}	—	10	—	pF
Small-Signal Current Gain ($I_C = 2.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	BC546	h_{fe}	125	—	500	—
	BC547/548		125	—	900	
	BC547A/548A		125	220	260	
	BC546B/547B/548B		240	330	500	
	BC547C/548C		450	600	900	
Noise Figure ($I_C = 0.2\text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $R_B = 2\text{ k}\Omega$, $f = 1.0\text{ kHz}$, $\Delta f = 200\text{ Hz}$)	BC546	NF	—	2.0	10	dB
	BC547		—	2.0	10	
	BC548		—	2.0	10	

FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

Las fuentes de información de las que nos apoyamos son los manuales técnicos de la extrusora, así como de información anexada por el fabricante disponible en su página web y demás información que encontremos en ese medio.

- <http://www.monografias.com/trabajos13/plasti/plasti.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Extrusi%C3%B3n_de_pol%C3%ADmero
- <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/Articulo.asp?A=5001>
- <http://www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado>
- http://www.quiminet.com/ar6/ar_%25FF%25FD%25DB%2593%25F9%2588%2582%250B.htm
- http://www.quiminet.com/ar3/ar_%259E%2501%250D%250E%25FE%25CB%25EE%25E6.htm
- <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietileno/articulos>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Plasticos>
- <http://www.tesisymonografias.net/automatizacion-de-una-extrusora/1/>
- www.oikos-tecnics.com/kuhne_extrusoras.html
- www.yoreparo.com/.../automatizacion/.../necesito-realizar-tab-ctrl-extrusora-temperatura-y-motor-t261915.html
- www.chili.com.mx/maquinas-extrusoras.html
- www.ryscontrol.cl/experiencia.html
- www.quiminet.com/cn/interacciones.php?n_pizarra...