

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**"DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS
PARA EL CONTROL AUTOMATIZADO DE LA
CANTIDAD DE UNIDADES PRODUCIDAS EN TIEMPO
REAL DE LA FÁBRICA DE ENVASES DE HOJALATA
GLORIA"**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRONICO**

CRISTIAN EDUARDO RIVERA LINDO

PROMOCIÓN 2010 I

LIMA-PERÚ

2 014

DEDICATORIA

Dedico este informe a mi madre quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba rendir.

A mi padre y a mi amigos quienes me apoyaron en todo momento.

A mis maestros por brindarme los conocimientos que se reflejan en este informe.

A todos mis seres queridos que me apoyaron para concluir este informe.

Para ellos es esta dedicatoria, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

PROLOGO	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 OBJETIVOS GENERALES	5
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 ALCANCES	6
1.6 LIMITACIONES	6
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO PRODUCTIVO	
2.1 PRESENTACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	7
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	17
2.2.1 Descripción General Del Proceso	17
2.2.2 Descripción Detallada Del Proceso	19
CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	
3.1 ESTUDIO DEL PROBLEMA A RESOLVER	24

3.2 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA	26
3.3 SOLUCIÓN PROPUESTA	27
CAPÍTULO IV: FUNDAMENTOS PARA REALIZAR LA AUTOMATIZACIÓN	
4.1 COMUNICACIONES DIGITALES	29
4.1.1 Red De Comunicación	30
4.1.2 Topologías De Redes	30
4.1.3 Medios De Transmisión	33
4.1.4 Modos De Comunicación	37
4.2 INTERFACE RS-232	38
4.2.1 Comunicación Serial Síncrona	38
4.2.2 Comunicación Serial Asíncrona	38
4.2.3 Circuito Integrado Max-232	39
4.3 INTERFACE RS-485	40
4.3.1 Requerimientos De Voltaje	40
4.3.2 Ventajas Sobre La Comunicación Rs-232	41
4.3.3 La Comunicación Rs-485 En Modo Half Duplex	42
4.3.4 La Comunicación Rs-485 En Modo Full Duplex	43
4.3.5 Circuito Integrado Max-485	44
4.4 MICROCONTROLADOR 16F877A	45
4.4.1 Configuración De Pines	45
4.4.2 Descripción De Los Pines	46
4.4.3 Arquitectura Del Pic	48
4.5 SENSORES DE PROXIMIDAD	49

4.5.1 Sensores Inductivos	49
4.5.2 Sensores Capacitivos	50

CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1 COMPONENTES PARA EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1.1 Descripción De Los Componentes Que Conforman El Sistema De Adquisición De Datos.	52
---	-----------

5.1.2 Distribución De Los Componentes Del Sistema Dentro De La Línea De Producción.	53
--	-----------

5.1.3 Representación en Proteus de los componentes del sistema	55
---	-----------

5.2 DISEÑO DE LAS TARJETAS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS	56
--	-----------

5.2.1 Descripción De La Tarjeta Maestra	56
--	-----------

5.2.2 Esquema En Proteus De La Tarjeta Maestra:	57
--	-----------

5.2.3 Descripción De La Tarjeta Esclava	58
--	-----------

5.2.4 Esquema En Proteus De La Tarjeta Esclava:	59
--	-----------

5.2.5 Esquema De Las Señales De Entrada A Las Tarjetas Esclavas	59
--	-----------

5.2.6 Elaboración De Las Tarjetas Electronicas	60
---	-----------

5.3 PROGRAMACIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRONICAS	64
--	-----------

5.3.1 Diagrama De Flujo De La Tarjeta Electronica Maestra	64
--	-----------

5.3.2 Programa De La Tarjeta Electronica Maestra	67
---	-----------

5.3.3 Diagrama De Flujo De La Tarjeta Electronica Esclava	70
--	-----------

5.3.4 Programa De La Tarjeta Electronica Esclava	73
---	-----------

5.4 COMPONENTES PARA LA DETECCIÓN DE ENVASES	79
---	-----------

5.4.1 Selección De Los Sensores A Usar	79
5.4.2 Ubicación De Los Sensores	80
5.4.3 Sistema De Optoacoplación De La Señal Del Sensor	80

CAPITULO VI: COSTOS

6.1 COSTOS DE MATERIALES	84
6.2 COSTO DE INSTALACIÓN	84
6.3 COSTO TOTAL	85

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APENDICE

PROLOGO

La Fábrica de envases de Gloria ubicada en Lima cuenta con cinco líneas de producción pero no cuenta con un conteo exacto de envases producidos por línea lo cual no permite tener un buen control de producción. Actualmente la documentación de producción es realizada en forma manual a través de reportes de producción físicos basados en paneles de conteo.

Se observa en el proceso que este conteo puede tener errores ya que no es exacto, existe la necesidad en la fábrica de poder monitorear en tiempo real el control de producción, es decir saber en cualquier instante cuantos envases va produciendo y a su vez saber la cantidad de merma que se genera entre estaciones de cada línea.

El presente informe consiste en diseñar un sistema que permitirá almacenar la cantidad de las unidades producidas en una PC para el monitoreo y la documentación de producción. Está organizado de la siguiente forma:

CAPITULO I: Se menciona los antecedentes, los objetivos generales y específicos, justificación, alcances, y limitaciones.

CAPITULO II: Se realiza la descripción de la planta así como la descripción del proceso productivo.

CAPITULO III: Se identifica el problema y se describe el planteamiento para la solución.

CAPITULO IV: Se detalla los fundamentos teóricos que usaremos para poder realizar nuestro sistema de adquisición de datos.

CAPITULO V: Se describe a detalle el diseño del sistema de adquisición de datos.

CAPITULO VI: Se muestra una relación de costos que permite al cliente tener un estimado de inversión del proyecto en forma global.

Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas del informe y las recomendaciones correspondientes.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la Actualidad, donde priman la competitividad, eficiencia y calidad de los productos, es necesario tener el control de todas las variables del proceso en tiempo real. La adquisición de datos y la documentación de los mismos son las herramientas más efectivas para el control de los procesos en línea. En este trabajo se realizará la adquisición de datos para el control automatizado de la cantidad de unidades producidas en tiempo real de la fábrica de envases de hojalata Gloria.

El Sistema de Adquisición de datos se basa en la toma y lectura de datos de los sensores que están presentes en la línea de producción para poder realizar un conteo de la producción en la fábrica de envases a su vez el conteo será visualizado en una PC, con lo cual se tendrá un control visual de la producción por cada línea de producción de la fábrica de envases.

Este sistema está desarrollado usando protocolos de comunicación a grandes distancias para poder transportar la data, todo el sistema está desarrollado usando microcontroladores de MICROCHIP el cual nos va permitir adquirir y tomar los datos de los sensores ubicados en la línea de producción y procesarlos para realizar un conteo y enviar la información (dispositivo esclavo) a un dispositivo maestro

que será el intermediario para transportar la información de la línea de producción y el ordenador (PC)

Una vez obtenida la información en el ordenador (PC), aquí se podrá visualizar el conteo de cada línea de producción.

1.1 ANTECEDENTES

El Grupo Gloria alimentos se divide en tres áreas Fábrica de envases, Fabrica de leche y Derivados lácteos. En cada área cuenta con un Superintendente, un jefe de producción y sus respectivos supervisores. El área de Fábrica de Envases se divide a su vez en Fábrica de Cuerpos, Fábrica de Corte y Barnizado y Fábrica de Cabezales.

Sus líneas de producción no tienen un buen control de las unidades producidas, esto se evidencia cuando se realizan los inventarios, las cantidades registradas en los formatos de producción y los valores reales que se obtienen luego de este son distintos. Debido a esto siempre se ha deseado un control automático del registro de la producción.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es poder tener un control exacto y en tiempo real de las unidades producidas en la fábrica de tal manera que no involucre una gran inversión ya que es un piloto para su implementación en toda la Planta.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Entre los objetivos específicos se tienen:

Automatizar el control de producción, logrando reducir costos en mano de obra y reducción de tiempos.

Supervisar de una manera más general, permitiendo que las jefaturas puedan visualizar la producción en tiempo real.

Digitalizar el formato de control de producción, dejar de llenarlo en hojas para que automáticamente se genere en la PC.

1.4 JUSTIFICACIÓN

A través de un control automático y en tiempo real el supervisor y el jefe de producción podrán saber en cualquier momento cuantos envases han producido y esto contribuirá en un mejor control del TVC, que es el indicador principal de producción usado en Fábrica de Envases.

Se sabrá la merma exacta que se genera entre las estaciones de soldadura y conformado de cada línea de producción.

1.5 ALCANCES

El proyecto considera el control de unidades producidas de 5 líneas de producción de Envases, dentro de las cuales están sus 3 subsistemas, es decir por cada línea de producción realizaremos 3 conteos ya que por cada línea se tienen 3 controles en cada estación. Todo el sistema se realizara a través de tarjetas electrónicas con microcontroladores y comunicación RS485 y serial RS232 entre estas. El desarrollo del proyecto abarca la adquisición de datos, que son los envases producidos, el conteo para la acumulación de estos, la comunicación entre tarjetas esclavas, tarjeta maestra y Ordenador.

1.6 LIMITACIONES

El proyecto se limitara a adquirir la data, procesarla, comunicarla entre tarjeta esclava y tarjeta maestra, a través de protocolo de comunicación RS485 y entregarla a través de la comunicación serial RS232 al ordenador, la interfaz visual con el operador la desarrollara un ingeniero de sistemas a través del software que el crea conveniente.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO PRODUCTIVO

El Grupo Gloria S.A. división alimentos cuenta con tres Plantas en su complejo industrial ubicado en Huachipa que son Fabrica de Envases Metálicos, Fábrica de Leche y Fábrica de Derivados Lácteos. Cada Planta cuenta con sus respectivas áreas, en el caso de la Planta de Envases Metálicos se divide en Fábrica de Envases, Fábrica de Cabezales y Fábrica de Corte y Barnizado.

2.1 PRESENTACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

Organización

Las áreas de la Planta de Envases Metálicos cuentan con las siguientes líneas de producción, de acuerdo a la ubicación en planta:

Tabla 2.1 Líneas de producción de cada área de la Planta

Área	Línea
ENVASES	Tall 1
	Tall 2
	Tall 3
	Baby 1
	Baby 2
CORTE Y BARNIZADO	LITTLE & LTG
	BILLHOFFER
CABEZALES	END O MAT 209
	PRENSA 214
	PRENSA 300

Nos enfocaremos en describir el área donde se desarrolla nuestro proyecto, que es Fábrica de Envases. Fábrica de Envases cuenta con 5 líneas de Producción:

- Línea Baby 1 (B1)
- Línea Baby 2 (B2)
- Línea Tall 1 (T1)
- Línea Tall 2 (T2)
- Línea Tall 3 (T3)

Las líneas con denominación baby son las que producen los envases de 170 gramos y las de denominación Tall son las que producen envases de 410 gramos. Cada una de ellas cuenta con estaciones de trabajo en las cuales se ubica una respectiva máquina con su determinada función.

Detallaremos cada estación y su respectiva función.

Alimentador de Láminas

En esta estación el montacarguista deja los paquetes de hojalatas, estos ingresan en el alimentador y a través de unas ventosas son alimentadas para ser cortadas, como se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2 Alimentador de láminas

Cortadora de láminas Ocsam

Una vez que las planchas de hojalata entran son cortadas en pequeñas chapas dependiendo del formato ya sea Baby o Tall. A continuación se muestra la vista lateral y frontal en las figura 2.3 y 2.4.



Figura 2.3 Vista lateral de la cortadora



Figura 2.4 Vista frontal de la cortadora

Transportador de Chapas TPM

En esta estación se transportan las chapas que salen de la cortadora Ocsam a la soldadora Soudronic.



Figura 2.5 Transportador de láminas

Soldadora Soudronic

En esta estación se encarga de recibir las chapas provenientes del transportador de chapas metálicas y le dará la forma de cilindro (envase) y la soldará a través de un electrodo de cobre. El módulo de Control de polvo electrostático toma del Depósito de polvo una sustancia comúnmente llamada polvo, y controla la cantidad de polvo que se agrega en el sitio

soldado, esto para evitar que se oxide, operación conocida como barnizado interno.



2.6 Soldadora de envases soudronic

Horno de Curado

Este se encarga de fijar los barnices de la lámina, el interno que se aplica en la soldadora y el externo que se aplica al ingreso del horno de curado. El barnizado externo se da a través de un polvo que queda adherido a la lata por las propiedades electrostáticas de las partículas. La temperatura de trabajo de este horno es de 500°C y trabaja con unos quemadores a base de gas.



Figura 2.7 Horno de curado

Trasporte de cadenas

Son los transportes que desplazan las latas de la salida del horno de curado a la conformadora o cerradora, cabe mencionar que estos transportes tienen que tener la longitud suficiente para poder enfriar los envases ya que salen calientes a la temperatura del horno. Estos transportes tienen por lo general longitudes de 50 metros.



Figura 2.8 Transporte de cadenas

Conformadora de Envases Can –o-mat

Es la máquina que se encarga de conformar en un solo cuerpo las chapas soldadas en forma de cilindro y las tapas, uniéndolas y dando por concluido así la formación del envase a la espera de ser trasladado a condensaría para su respectivo llenado de producto.



Figura 2.9 Conformadora de envases

Alimentador de tapas

Esta estación está al costado de la conformadora, es aquí donde se almacenan las tapas en varias columnas y a través de un automatismo y un transporte son alimentadas a la conformadora, como se muestra en la siguiente figura 2.10.



Figura 2.10 Alimentador de Fondos

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.2.1 Descripción general del proceso

El proceso de fabricación del envase de hojalata se inicia con la planificación de producción para determinar por un tiempo cuanto, cuando y donde producir, generando así las solicitudes de pedido de compra de los insumos necesarios por parte del área de Logística.

Con el MPS (Master Production Schedule) y en base a la capacidad instalada y al estimado de recepción de materia prima, ventas y reporte de stock se

genera las órdenes de fabricación y se realiza traslados de los almacenes correspondientes insumos y materiales, para elaborar el envase con sus diversos sub-procesos.

Programa Mensual de Producción. El Superintendente de Fábrica de envases recibe el MPS, el cual es entregado a los supervisores de producción de cada área por parte del Jefe de Producción, para que se establezca el programa de producción y designan al personal en el rol semanal de turnos.

Se realiza un constante seguimiento del cumplimiento del MRP y se realiza el ajuste semanal del programa de producción, este ajuste es realizado por el supervisor de cada área en coordinación con la Jefatura de producción. A continuación se muestra el diagrama del proceso de Producción en la figura 2.11.

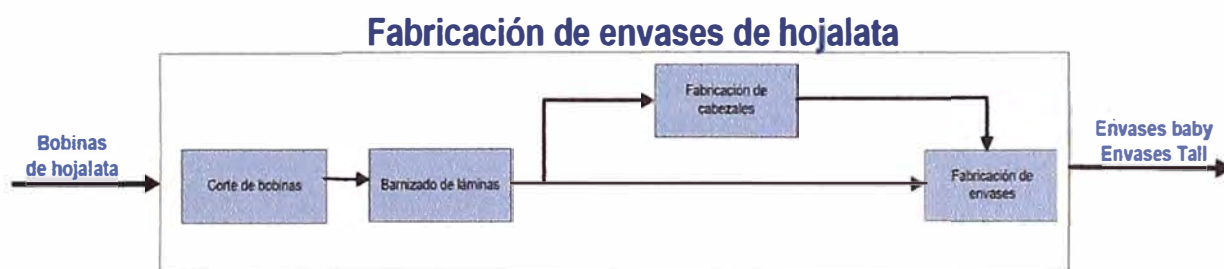


Figura 2.11 Diagrama del Proceso de Producción

Responsabilidades

Superintendencia y Jefatura de Fábrica de envases.- Planificar, dirigir y controlar los procesos y los recursos productivos de la Fábrica de envases de hojalata, a fin de cumplir con los programas de producción, dentro de los parámetros de calidad, cantidad, oportunidad y costos establecidos.

Supervisor de las diferentes áreas.- Dirigir, supervisar y controlar la ejecución de los procesos productivos, con fines de satisfacer en cantidad, calidad y oportunidad necesarias la demanda de los mismos para las áreas supervisadas.

2.2.2 Descripción Detallada proceso

Corte de bobinas de hojalata

Recepción de Bobinas.- El operador de montacargas descarga las bobinas y la almacena, ubicándolas por Ítem en los lugares previamente señalados.

Volteado de Bobinas.- El operador de montacargas, coloca la bobina previamente desembalada sobre la plataforma del volteador de bobinas. Deberá previamente coordinar con el operador de la cortadora sobre las bobinas a ser cortadas (Ítem y proveedor).

Debobinado.- El operador de la cortadora (zona de corte) se encarga de la disposición final de la bobina para su correspondiente corte.

Corte.- El operador de la cortadora (zona de corte) se encarga de ejecutar el corte de la bobina y realiza los controles en la mesa de escuadra.

Apilado de láminas cortadas en paquetes.- El operador de la cortadora (zona de apilado) se encarga de preparar, controlar y verificar el correcto apilado de láminas en paquetes.

Identificación y embalado de paquetes.- El operador de la cortadora (zona de apilado) se encarga del correcto llenado de los registros GLFE00001: Identificación del paquete, GLFE00002: Identificación de Saldo, GLFE00003: Identificación paquete apilador N° 2, según sea el caso, señalado del tope fijo y su embalado respectivo para su posterior almacenamiento.

Almacenamiento de paquetes.- El operador del montacargas se encarga de trasladar los paquetes cortados, identificados y embalados a sus respectivas zonas de almacenamiento por Ítem y estado de inspección y ensayo.

Barnizado de láminas de hojalata

Carga de la línea.- El Montacarguista traslada los paquetes desde su Almacenamiento hasta la zona de operación. Alimenta los paquetes de lámina al alimentador de la barnizadora teniendo en cuenta la ubicación de la marca del tope fijo de Corte. El operador de la barnizadora (zona de ingreso) verifica las condiciones del paquete y lo carga al alimentador.

Aplicación y curado de barniz.- El operador de la barnizadora (zona de ingreso) de acuerdo al ítem programado procede a ejecutar el barnizado de láminas y realiza los controles correspondientes.

Apilado de láminas barnizadas.- El operador de la barnizadora (zona de salida) realiza los controles necesarios y se encarga de preparar, controlar y verificar el correcto apilado de láminas en paquetes.

Identificación y embalado de paquetes.- El operador de la barnizadora (zona de salida) se encarga del correcto llenado de la tarjeta de identificación de cada paquete, señalando el tope fijo y su embalado respectivo para su posterior almacenamiento.

Almacenamiento de paquetes.- El operador del montacargas se encarga de trasladar los paquetes de lámina barnizada identificados y embalados a sus respectivas zonas de almacenamiento por Ítem y estado de inspección y ensayo.

Entrega de paquetes a las líneas de cabezales y envases.- El supervisor de corte y barnizado coordina el traslado de los paquetes barnizados a la zona de almacenamiento de la fábrica de Envases con los supervisores de envases y/o cabezales según sea el caso.

Fabricación de cabezales

Corte de tiras.- El montacarguista coloca en la máquina cortadora de tiras los paquetes de hojalata que van a ser cortadas. El operador de prensa / cortadora de tiras se encarga del corte de las tiras.

Conformado de cabezales.- El operador de la prensa / cortadora de tiras, alimenta las tiras a la conformadora (prensa) para que se realice el conformado de los cabezales.

Aplicación de compuesto.- El operador de la embaladora se encarga de verificar y controlar el correcto aplicado del compuesto sellador sobre el rizo del cabezal.

Empacado de cabezales.- El operador de la embaladora / aplicador de compuesto se encarga del empacado de cabezales.

Almacenamiento y curado.- El montacarguista se encarga del almacenamiento de los cabezales.

Fabricación de envases

Corte de cuerpos.- El montacarguista traslada la hojalata desde el almacén hasta la zona de operación. Alimenta los paquetes de hojalata al alimentador de la cortadora.

El operador de la cortadora de cuerpos alimenta las planchas de hojalata, se encarga de su corte y alimenta los cuerpos al almacén de la soldadora y realiza los controles necesarios.

Formado del cuerpo.- El operador de la soldadora es responsable del soldado de los cuerpos planos y realiza los controles necesarios.

Aplicación barniz de costura y curado de barniz.- Durante la aplicación y curado del barniz el operador de la soldadora realiza los controles necesarios.

Conformado del envase.- Para las líneas Tall y Baby los cabezales son alimentados manualmente al alimentador de tapas. El envase pasa

automáticamente a la conformadora. El operador de la conformadora-cerradora se encarga del conformado o del partido de envases dependiendo de la línea. El doble cierre también es controlado.

Codificado.- El operador de la conformadora se encarga de verificar el correcto funcionamiento del codificador de envases.

Entrega de envases a Condensería.- Luego del codificado, los envases son transportados a través de fajas transportadoras a Condensería y el excedente es paletizado. La liberación se realiza en línea de acuerdo a las especificaciones del Plan de calidad.

Paletizado.- Los envases son enviados a través de fajas al paletizador. El operador paletizadora / depaletizadora, se encarga del paletizado de los mismos y retira los envases defectuosos, desechos.

Enzunchado y plastificado.- El montacarguista se encarga del enzunchado de paletas y de plastificar las paletas.

Almacenamiento.- Los envases paletizados son depositados en la zona de almacenamiento de paletas de envases.

Depaletizado.- Cuando la demanda de envases de Condensería es mayor a la producción de envases en la fábrica, se procede a depaletizar los envases paletizados. El Operador del paletizador / depaletizador se encarga de ello.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

3.1 ESTUDIO DEL PROBLEMA A RESOLVER

Como ya mencionamos anteriormente la Planta de Envases Metálicos se divide en tres áreas, Fábrica de Envases, Fábrica de Cabezales y Fábrica de Corte y Barnizado. Todas las áreas cuentan con registros de las unidades producidas para poder llevar así un control adecuado de la producción. El área de Fábrica de Envases que será el área piloto para la implantación del sistema, inicia su proceso en la Soldadora la cual se encarga de tomar el producto de entrada (lámina metálica), darle forma de cilindro (envase) y soldarla. Luego se le aplica polvo al sitio soldado para evitar cualquier tipo de oxidación. El polvo queda adherido a la lata por las propiedades electrostáticas de las partículas; el envase pasa a través de un horno el cual se encarga de fijar los barnices a la lámina, posteriormente la lata es trasladada sobre fajas magnéticas hasta la pestañadora las cuales son máquinas encargadas de formar pestañas en los bordes del envase. Una vez que se da este proceso el envase se transporta hasta las “conformadoras” las cuales se

encargan de ponerles fondo agregándole la tapa, el envase cerrado es transportado hasta las fajas de envío de lata a condensería donde es llenado de producto, leche evaporada. De no haber mucha demanda de lata una desviación del transporte lo conducirá a los paletizadores, que son máquinas que paletizan a los envases para su almacenamiento y posterior uso.

Para este proceso se cuenta con 3 operadores en los tres turnos de producción mañana, tarde y noche, quienes se encargan de controlar las maquinas del proceso y además de llenar los registros o formatos de producción. Un operador de Soldadora, un operador de conformadora y un operador de paletizado. Dentro de los formatos de producción están los de Cantidad de unidades producidas, en la soldadora, conformadora y paletizado. Estos formatos son llenados cada hora y en cada turno. Con la cantidad de unidades producidas el área puede realizar indicadores de producción, siendo el más importante el TVC (Tiempo, Velocidad y Calidad) o también llamado OEE (Overall Equipment Efficiency o Eficiencia General de los Equipos).

Para el cálculo de OEE se necesita la merma, o cantidad de producto desperdiciado en el proceso y para esto el cálculo que se hace es:

$$\text{Merma} = \text{CE Soldadora} - \text{CE Conformadora}$$

Donde CE (Cantidad de envases)

En el proceso de producción entre la soldadora y conformadora siempre hay pérdidas de envases ya sean por atracos o separaciones, por eso se dice que

los envases que salen de la formadora son la cantidad bruta de envases y los que salen de la conformadora son los netos o los que van para producción.

Los formatos llenados por los operadores son transcritos en digital a la computadora por el supervisor de producción. Debido a que el registro de unidades producidas es llenado por el operador en unas hojas impresas, este registro no suele ser exacto debido a que en ocasiones los operadores suelen apuntar a deshora, y en distintos momentos y está sujeto a errores de tipéo por parte del supervisor.

3.2 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA

Por las razones antes expuestas el área de Fábrica de Envases necesita un control automático de la producción, sabemos que en una planta de producción es una necesidad y una obligación tener un control exacto de esta, entonces surgió la necesidad de implementar un Sistema Automático de Adquisición de datos para el control de producción.

Dicho sistema debe contar con las siguientes características:

- Control exacto de las unidades producidas en la estación soldadora en cada turno de producción.
- Control exacto de las unidades producidas en la estación conformadora en cada turno de producción.
- Control exacto de las unidades enviadas a condensaría en cada turno de producción.

- Los valores de unidades producidas en cada estación tienen que ser leídas por una PC.
- Bajo costo para la implementación del proyecto.

Bajo estos requerimientos tenemos que plantear una solución para un mejor control de unidades producidas en cada turno.

3.3 SOLUCIÓN PROPUESTA

Como ya mencionamos el área seleccionada como piloto para la implementación del Sistema de adquisición de datos para el control automatizado de la cantidad de unidades producidas es Fábrica de Cuerpos, que es el área de mayor prioridad de toda la Planta de Envases Metálicos ya que esta provee directamente a condensería los envases que serán llenados de leche para su comercialización, dicha área cuenta con 5 líneas, cada una de estas tiene tres estaciones soldadora, conformadora y condensería.

En base a los requerimientos del Área de envases se pueden plantear soluciones usando un controlador que almacene la data de cada estación las acumule y mediante un determinado protocolo de comunicación la envíe a la PC. El número de entradas que manejamos en nuestro sistema son diecinueve señales digitales, Cinco provenientes de las soldadoras, cinco provenientes de las conformadoras y nueve de los transportes que envían latas a condensería (nueve son las líneas de producción en condensería que son el destino de las latas). Debido a que tenemos que buscar la opción más económica optamos

por el uso de un microcontrolador que es una alternativa barata y no muy compleja.

Usaremos el esquema de redes Maestro - Esclavo, donde las tarjetas esclavas serán las que capturen la información de los sensores y la tarjeta maestra será la que solicite dicha información y la envíe a la PC. Para la comunicación entre tarjetas esclavas usaremos la interface RS-485 y para la comunicación entre la tarjeta maestra y la PC la interface RS-232. El esquema que plantearemos se muestra en la figura 3.1.

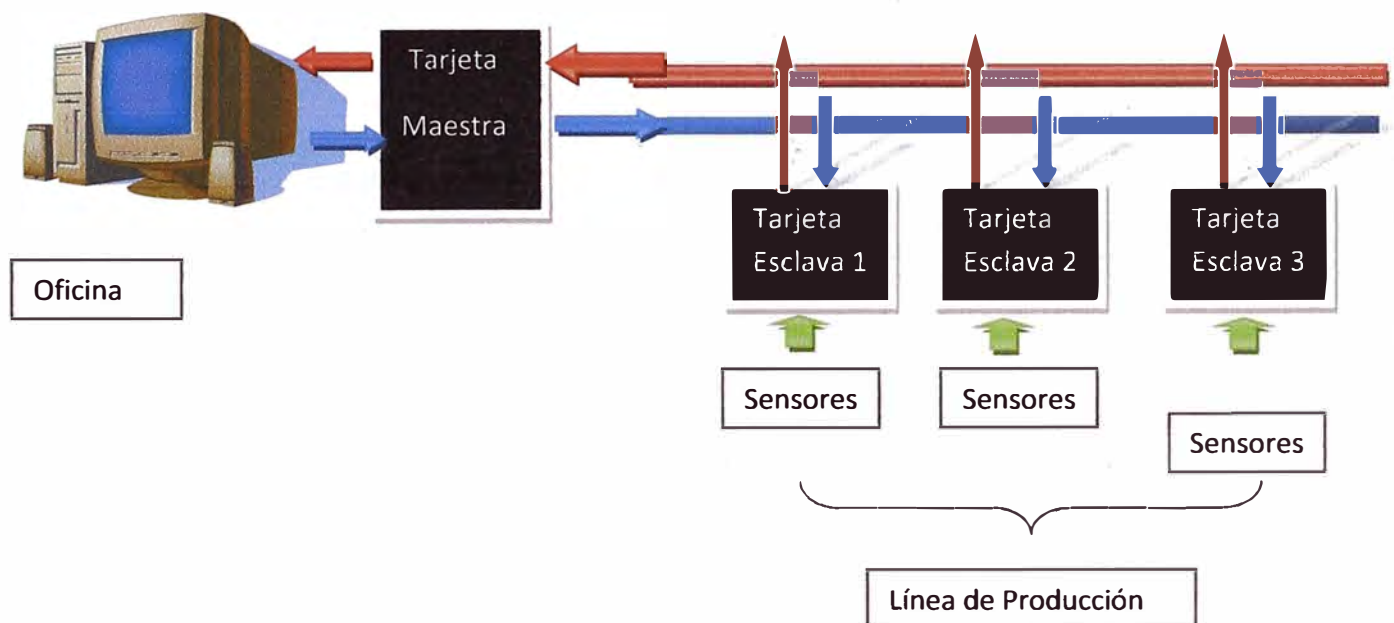


Figura .3.1 Esquema para solución del problema

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTOS PARA LOGRAR LA AUTOMATIZACIÓN

Gracias a la automatización podemos racionalizar costos ya sean operativos, energéticos, control de calidad y esto conllevará a un incremento de la productividad.

4.1 COMUNICACIONES DIGITALES

La comunicación es el proceso mediante el cual la información es transferida desde un punto a otro en el espacio y en el tiempo, es decir, la transmisión de un mensaje desde una fuente a un destino. Desde este punto de vista, un sistema de comunicación ha de proporcionar en el destino una réplica aceptable del mensaje ofrecido por la fuente.

La comunicación digital permite transmitir información por señales binarias, es decir, mediante dos únicos niveles de señal, con lo que la posibilidad de error del receptor se minimiza porque hay que decidir solo entre uno u otro nivel de señal.

4.1.1 Red de comunicación

Una red es la conexión de dos o más elementos a través de algún medio de transmisión. Esos elementos pueden ser computadoras, PCs y otros dispositivos conectados para compartir alguna información.

Las redes de comunicaciones están compuestas por nodos, estos son los puntos de conexión en la red que contienen las fronteras comunes entre las diferentes computadoras y terminales de usuarios dentro de una red

4.1.2 Topologías de redes

Topología Estrella.-Es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste.

Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco.

Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes.

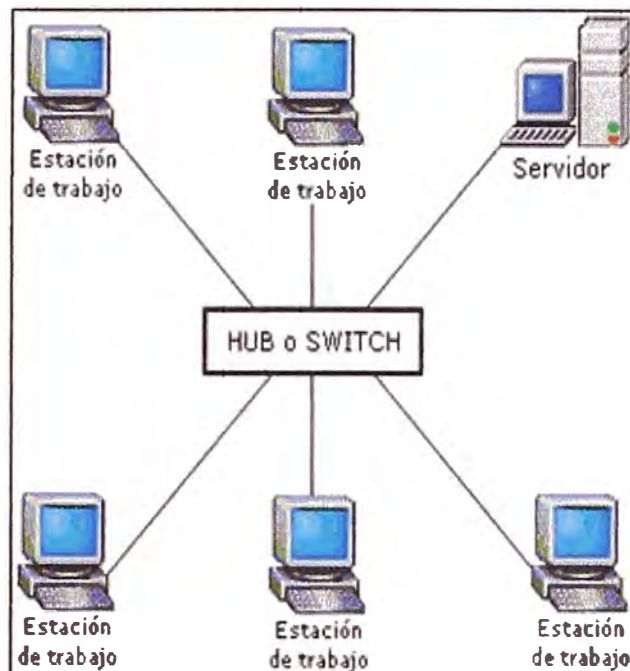


Figura 4.1 Topología tipo estrella

Topología tipo anillo.- Es una de las tres principales topologías. Las estaciones están unidas una con otra formando un círculo por medio de un cable común. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.

Entre sus ventajas esta que los cuellos de botellas son muy pocos frecuentes y sus desventajas esta que al existir un solo canal de comunicación entre las estaciones de la red, si falla el canal o una estación, las restantes quedan incomunicadas.

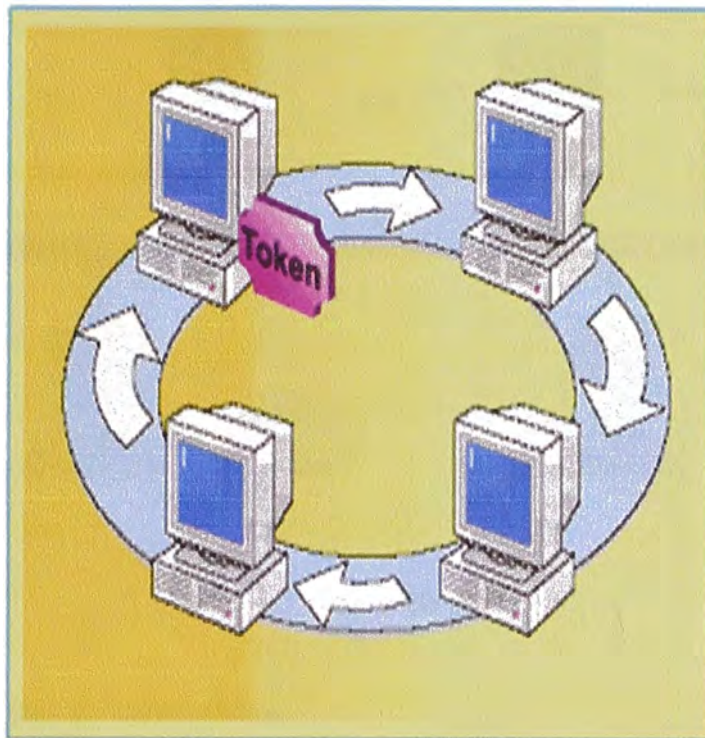


Figura 4.2 Topología tipo anillo

Topología tipo Bus.- Red cuya topología se caracteriza por tener un único canal de comunicaciones (denominado bus, troncal o backbone) al cual se conectan los diferentes dispositivos. De esta forma todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

Es la tercera de las topologías principales. Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable. A diferencia de una red en anillo, el bus es pasivo, no se produce generación de señales en cada nodo o router.

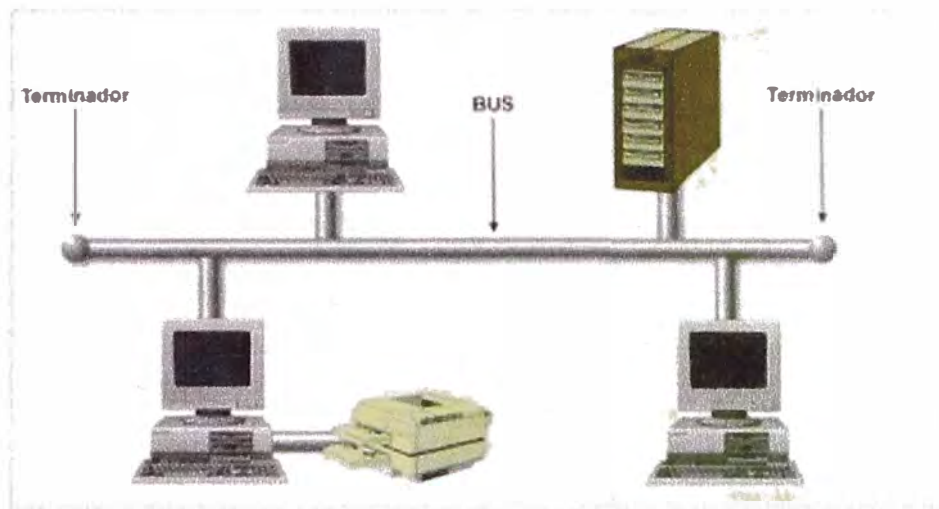


Figura 4.3 Topología tipo Bus

4.1.3 Medios de transmisión.

Es el soporte que permite conectar físicamente las estaciones y el medio por donde viajan las señales que representan los datos que se transmiten de una estación a otra.

Va depender del medio de transmisión seleccionado las características de velocidad de transmisión y cantidad de información.

Cable par trenzado.- Lo que se denomina cable de Par Trenzado consiste en dos alambres de cobre aislados, que se trenzan de forma helicoidal, igual que una molécula de DNA. De esta forma el par trenzado constituye un circuito que puede transmitir datos.

Esto se hace porque dos alambres paralelos constituyen una antena simple. Cuando se trenzan los alambres, las ondas de diferentes vueltas se cancelan, por lo que la radiación del cable es menos efectiva. Así la forma

trenzada permite reducir la interferencia eléctrica tanto exterior como de pares cercanos.

Un cable de par trenzado está formado por un grupo de pares trenzados, normalmente cuatro, recubiertos por un material aislante.

Cada uno de estos pares se identifica mediante un color, siendo los colores asignados y las agrupaciones de los pares de la siguiente forma:

- Par 1: Blanco-Azul/Azul
- Par 2: Blanco-Naranja/Naranja
- Par 3: Blanco-Verde/Verde
- Par 4: Blanco-Marrón/Marrón

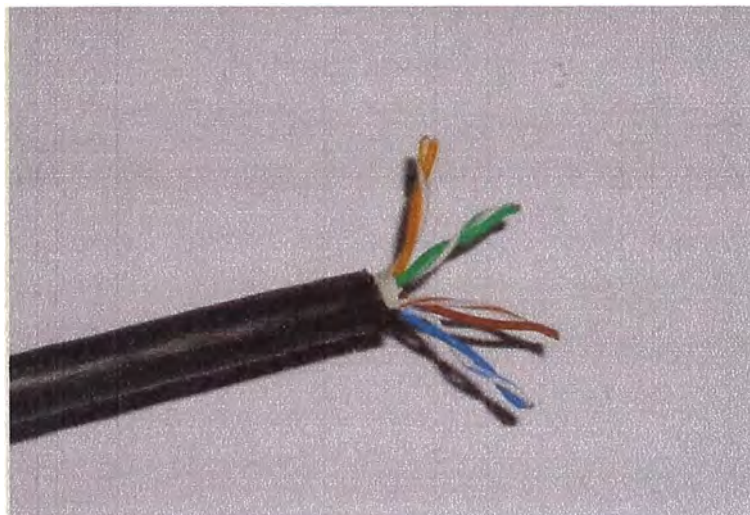


Figura 4.4 Cable par trenzado

Cable coaxial.- El cable coaxial es similar al cable utilizado en las antenas de televisión: un hilo de cobre en la parte central rodeado por una malla metálica y separados ambos elementos conductores por un cilindro de plástico, protegidos finalmente por una cubierta exterior.

La denominación de este cable proviene de que los dos conductores comparten un mismo eje de forma que uno de los conductores envuelve al otro.

La malla metálica exterior del cable coaxial proporciona una pantalla para las interferencias. En cuanto a la atenuación, disminuye según aumenta el grosor del hilo de cobre interior, de modo que se consigue un mayor alcance de la señal.

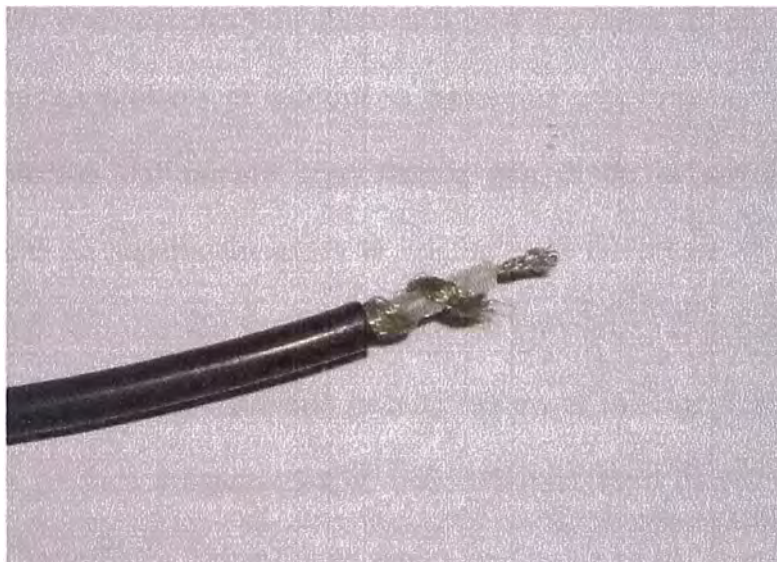


Figura 4.5 Cable coaxial

Fibra de Vidrio.- La fibra óptica está basada en la utilización de ondas de luz para transmitir información binaria.

Un sistema de transmisión óptico se compone de tres componentes:

- La fuente de luz: convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz un bit 0.
- El medio de transmisión: fibra de vidrio ultradelgada.
- El detector: genera un impulso eléctrico cuando la luz incide sobre él.

Al agregar una fuente de luz en un extremo de la fibra óptica y un detector en el otro extremo disponemos de un sistema de transmisión de datos unidireccional.

El medio de transmisión consiste básicamente en dos cilindros coaxiales de vidrios transparentes y de diámetros muy pequeños. El cilindro interior se denomina núcleo y el exterior se denomina envoltura, siendo el índice de refracción del núcleo algo mayor que el de la envoltura. En la superficie de separación entre el núcleo y la envoltura se produce un fenómeno de reflexión total de la luz. La envoltura, al poseer un menor índice de refracción mantiene toda la luz en el interior. Finalmente una cubierta plástica delgada impide que cualquier rayo de luz del exterior penetre en la fibra. Varias fibras suelen agruparse en haces protegidos por una funda exterior.

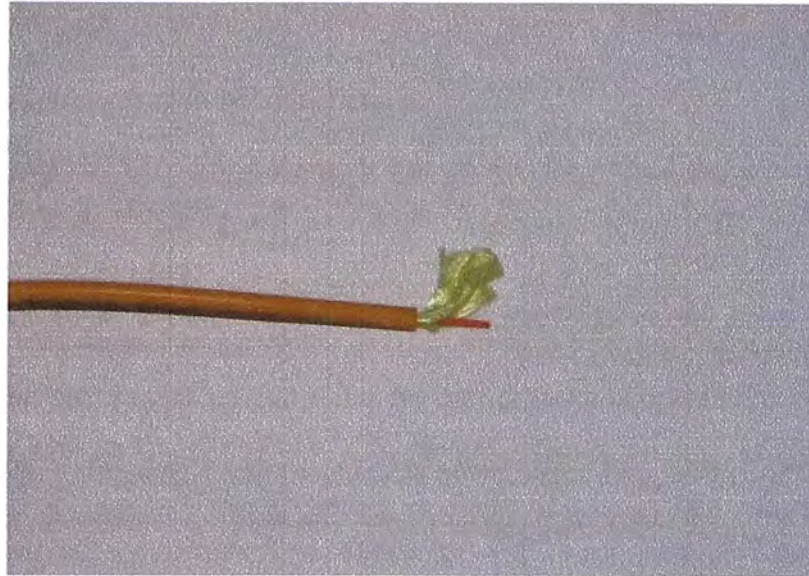


Figura 4.6 Fibra de vidrio

4.1.4 Modos de comunicación

El modo de comunicación es la manera como dialogan los diversos elementos conectados en una red.

Comunicación simplex.- La información fluye en un solo sentido. No es posible confirmar la recepción del mensaje.

Comunicación Half Dúplex.- La información fluye en ambas direcciones. Primero transmite un elemento y después que este ha finalizado, transmite el elemento que responde. Este es el modo de comunicación preferida para los elementos de campo en una red industrial

Comunicación Dúplex.- La información puede ser transmitida y recibida simultáneamente. Un claro ejemplo es la conversación telefónica entre dos personas. Pero para comunicaciones entre máquinas se requieren líneas

separadas para transmisión y recepción debido a que de otra manera la información no podría ser codificada.

4.2 INTERFACE RS-232

El puerto serial de las computadoras es conocido como puerto RS-232, la ventaja de este puerto es que todas las computadoras traen al menos un puerto serial, este permite la comunicaciones entre otros dispositivos tales como otra computadora, el mouse, la impresora y para nuestro caso con los microcontroladores.

4.2.1 Comunicación serial Síncrona

En la comunicación Serial sincrona, se necesitan 2 líneas, una línea sobre la cual se transmitirán los datos y otra la cual contendrá los pulsos de reloj que indicaran cuando un dato es valido.

Ejemplos: de este tipo de comunicación son los protocolos:

- I2C (Inter Integrated Circuit)
- SPI (Serial Peripheral Interface)

4.2.2 Comunicación serial Asíncrona

En la comunicación Serial asíncrona, no son necesarios los pulsos de reloj. La duración de cada bit esta determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos.

4.2.3 Circuito integrado MAX-232

Este circuito soluciona los problemas de niveles de voltaje cuando se requiere enviar unas señales digitales sobre una línea RS-232. Este chip se utiliza en aquellas aplicaciones donde no se dispone de fuentes dobles de +12V y -12V Volts. El MAX 232 necesita solamente una fuente de +5V para su operación, internamente tiene un elevador de voltaje que convierte el voltaje de +5V al de doble polaridad de +12V y -12V. Cabe mencionar que existen una gran variedad de CI que cumplen con la norma RS-232 como lo son: MAX220, DS14C232, MAX233, LT1180A. Sin embargo por el precio y su facilidad de obtención, se optó por el CI MAX 232 de la marca MAXIN.

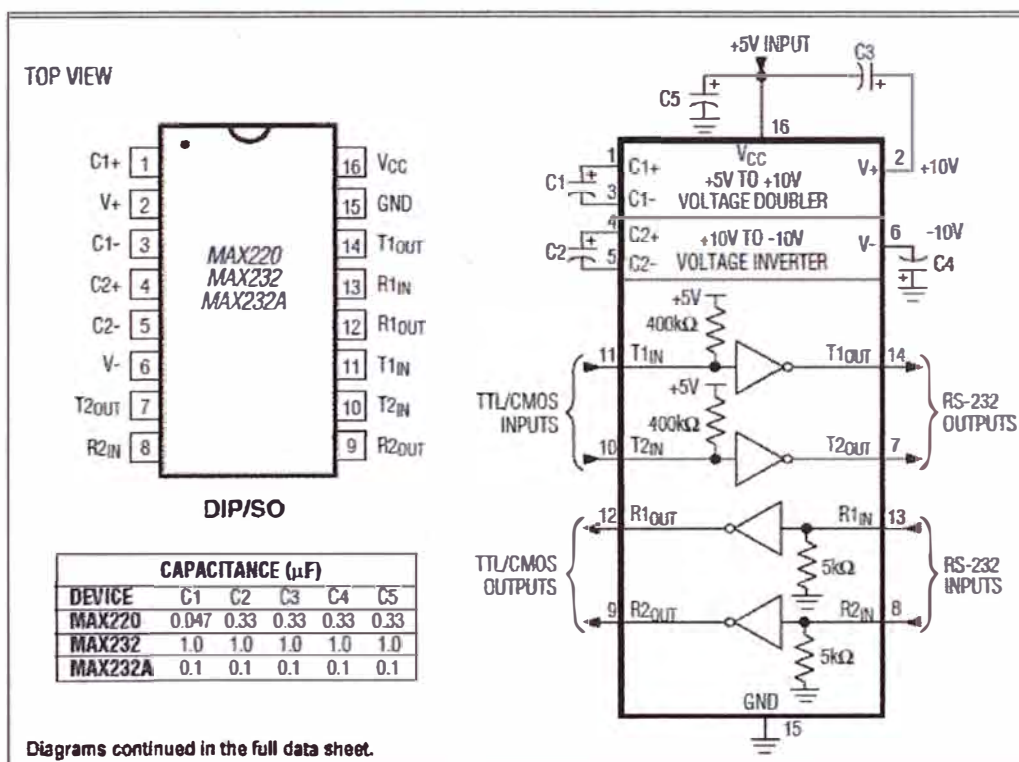


Figura 4.7 Circuito integrado Max 232

4.3 INTERFACE RS-485

Cuando se necesita transmitir a largas distancias o con más altas velocidades que RS-232, **RS-485** es la solución. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación a conectar tan solo dos dispositivos.

Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y los circuitos integrados que utilicemos, se pueden conectar hasta 32 nodos con un simple par de cables.

4.3.1 Requerimientos de voltaje

Las interfaces típicas RS-485 utilizan una fuente de +5 Volts, pero los niveles lógicos de los transmisores y receptores no operan a niveles estándares de +5V o voltajes lógicos CMOS. Para una salida válida, la diferencia entre las salidas A y B debe ser al menos +1.5V. Si la interface está perfectamente balanceada, las salidas estarán desfasadas igualmente a un medio de la fuente de Voltaje.

En el receptor RS-485, la diferencia de voltaje entre las entradas A y B necesita ser 0.2V. Si A es al menos 0.2V más positiva que B, el receptor ve un 1 lógico y si B es al menos 0.2v más positivo que A, el receptor ve un 0 lógico. Si la diferencia entre A y B es menor a 0.2v, el nivel lógico es indefinido. Si esto ocurre habría un error en la transmisión y recepción de la información.

La diferencia entre los requerimientos del Transmisor y el Receptor pueden tener un margen de ruido de 1.3V. La señal diferencial puede atenuarse o tener picos de largo como de 1.3v, y aun así el receptor vera el nivel lógico correcto. El margen de ruido es menor que el de un enlace RS-232, no hay que olvidar que RS-485 maneja señales diferenciales y que cancela la mayoría del ruido a través de su enlace.

El total de corriente utilizada por un enlace RS-485 puede variar debido a la impedancia de los componentes, incluyendo los Transmisores, Receptores, cables y la terminación de los componentes. Una baja impedancia a la salida del Transmisor y una baja impedancia en los cables, facilitan los cambios de nivel y asegura que el receptor vea la señal, no importa cuán larga sea la línea de transmisión. Una alta impedancia en el receptor decrementa la corriente en el enlace e incrementa la vida de la fuentes de voltaje.

4.3.2 Ventajas sobre la comunicación RS-232

Esta interface tiene muchas ventajas con respecto a RS 232, entre las cuales se mencionan:

Bajo costo: Los Circuitos Integrados para trasmitir y recibir son baratos y solo requieren una fuente de +5V para poder generar una diferencia mínima de 1.5v entre las salidas diferenciales. En contraste con RS-232 que en algunos casos requiere de fuentes dobles para alimentar algunos circuitos integrados.

Capacidad de interconexión: RS-485 es una interfase multi-enlace con la capacidad de poder tener múltiples transmisores y receptores. Con una alta impedancia receptora, los enlaces con RS-485 pueden llegar a tener a lo máximo hasta 256 nodos.

Longitud de Enlace: En un enlace RS-485 puede tener hasta 4000 pies de longitud, comparado con RS-232 que tiene unos límites típicos de 50 a 100 pies.

Rapidez: La razón de bits puede ser tan alta como 10 Mega bits/ segundo.

4.3.3 La comunicación RS-485 en modo Half Duplex

El término Half Duplex en un sistema de comunicación se refiere, a que solamente en un tiempo determinado, el sistema puede transmitir o recibir información, sin embargo no lo puede hacer al mismo tiempo. En muchos enlaces del tipo RS-485 se comparte el BUS.

Como se puede observar existe una línea de control, la cual habilita a los controladores en un solo sentido. Por lo tanto, se debe tener cuidado de no transmitir y recibir al mismo tiempo, ya que se podría crear una superposición de información. La siguiente figura muestra el esquema de una comunicación RS-485 en Modo Half Duplex.

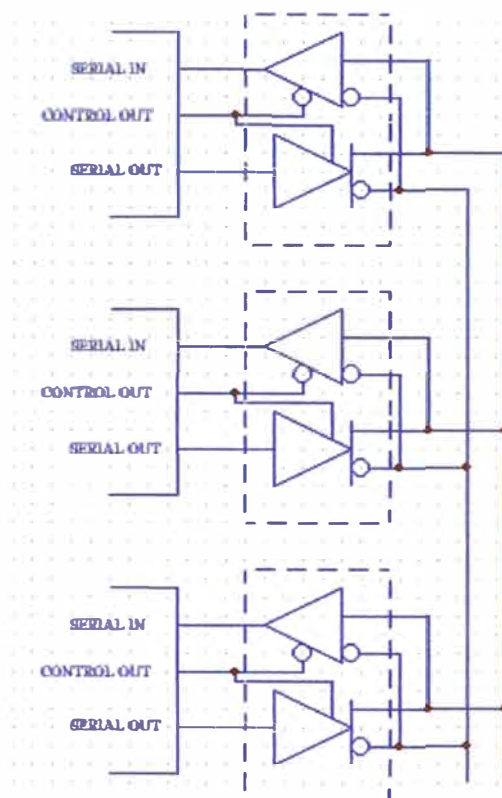


Figura 4.8 Esquema de comunicación Half - Duplex

4.3.4 La comunicación RS-485 en modo Full Duplex

Para este trabajo se utilizará la comunicación RS-485 en modo Full Duplex, ya que al contar con varios microcontroladores esclavos, se necesita que cada uno de ellos este reportando los datos obtenidos de cada proceso, sin embargo, como no se sabe cuándo se necesitará dicha información, se requieren de dos canales, uno independiente del otro, para poder transmitir y recibir al mismo tiempo la información.

El término Full Duplex se refiere a que un sistema puede transmitir y recibir información al simultáneamente. Bajo este concepto la interface RS-485 está diseñada para sistemas multipunto, esto significa que los enlaces pueden

llegar a tener más de un transmisor y receptor, ya que cada dirección o sea Transmisión y Recepción tienen su propia ruta. La siguiente figura muestra lo anteriormente dicho.

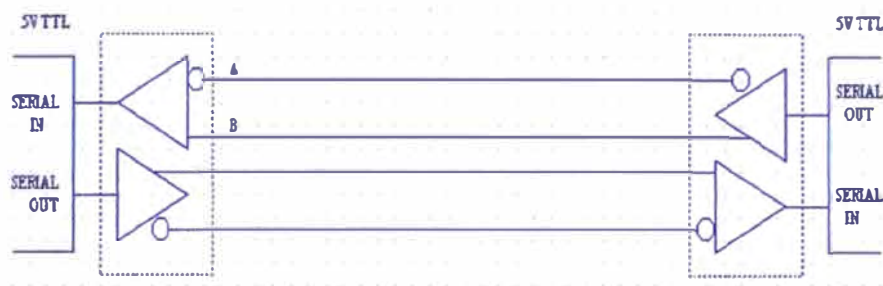


Figura 4.9 Enlace Full Duplex

4.3.5 Circuito integrado MAX-485

Para lograr la comunicación con el ordenador se elabora una interface del tipo RS-485, para su elaboración, se utilizan dos circuitos integrados con la matrícula SN75176 de Texas Instruments, uno es para la recepción de datos y otro para la transmisión.

Estos dispositivos se encargan de hacer la conversión entre los niveles TTL del microcontrolador y las señales del tipo diferencial que se utilizan el bus RS-485. Vale la pena decir que en el controlador de transmisión se agregó una línea de habilitación, esto se debe a que todas las salidas de los microcontroladores están conectadas a la línea de recepción del ordenador, así cada uno está siempre deshabilitado para enviar datos y solo se habilitará en el momento en que deba hacer una transmisión, evitando así conflictos o

choques de información en la línea o bus de datos, a continuación la sig. Figura hace una breve descripción de este circuito integrado.

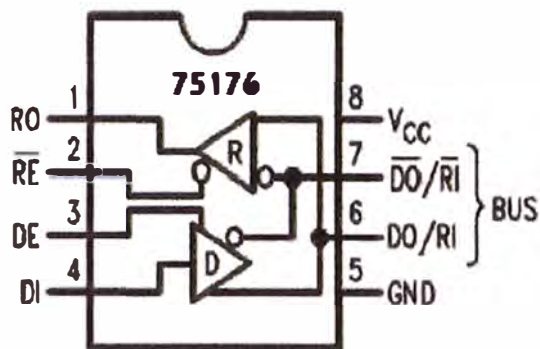


Figura 4.10 Circuito integrado Max 485

4.4 MICROCONTROLADOR 16F877A

El PIC16F877 es un microcontrolador de Microchip Technology fabricado en tecnología CMOS, su consumo de potencia es muy bajo y además es completamente estático, esto quiere decir que el reloj puede detenerse y los datos de la memoria no se pierden.

4.4.1 Configuración de pines

Los pines de entrada/salida de este microcontrolador están organizados en cinco puertos, el puerto A con 6 líneas, el puerto B con 8 líneas, el puerto C con 8 líneas, el puerto D con 8 líneas y el puerto E con 3 líneas. Cada pin de esos puertos se puede configurar como entrada o como salida independiente programando un par de registros diseñados para tal fin. En ese registro un bit en "0" configura el pin del puerto correspondiente como salida y un bit en "1"

lo configura como entrada. Dichos pines del microcontrolador también pueden cumplir otras funciones especiales, siempre y cuando se configuren para ello, según se verá más adelante.

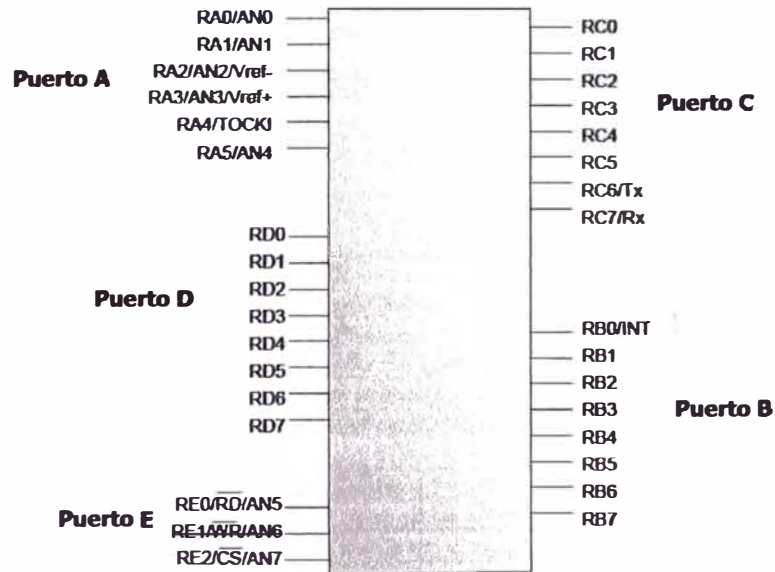


Figura 4.11 Puertos del microcontrolador

4.4.2 Descripción de los pines

En la siguiente tabla se describe los pines del microcontrolador:

Nombre pin	Pin	Descripción
RA0/AN0	2	E/S Digital o Entrada analógica 0.
RA1/AN1	3	E/S Digital o Entrada analógica 1.
RA2/AN2 V_{ref-}	4	E/S Digital o Entrada analógica 2.
RA3/AN3 V_{ref+}	5	E/S Digital o Entrada analógica 3.
RA4/T0CKI	6	Bit 4 del puerto A (E/S bidireccional). También se usa como entrada de reloj al temporizador/contador TMR0. Salida de colector abierto.
RA5/SS/AN4	7	E/S Digital o Entrada analógica 4. También lo usa el puerto serial síncrono.
RB0/INT	33	Bit 0 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL/ST. También se usa como entrada de interrupción externa (INT).
RB1	34	Bit 1 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL
RB2	35	Bit 2 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL
RB3/PGM	36	Bit 3 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL (Programación en bajo voltaje)
RB4	37	Bit 4 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL. Interrupción por cambio del pin.
RB5	38	Bit 5 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL. Interrupción por cambio del pin.
RB6/PGC	39	Bit 6 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL/ST. Interrupción por cambio del pin. Entrada de reloj para programación serial.
RB7/PGD	40	Bit 7 del puerto B (E/S bidireccional). Buffer E/S: TTL/ST. Interrupción por cambio del pin. Entrada de datos para programación serial.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	E/S Digital. Salida del oscilador Timer 1 o entrada de reloj Timer 1.
RC1/T1OSI/CCP2	16	E/S Digital. Entrada del oscilador Timer 1. Entrada Captura 2; Salida Compara 2; Salida PWM 2
RC2/CCP1	17	E/S Digital. Entrada Captura 1; Salida Compara 1; Salida PWM 1
RC3/SCK/SCL	18	E/S Digital. Línea de reloj serial asíncrono en el modo SPI y el modo I ² C
RC4/SDI/SDA	23	E/S Digital. Línea de datos en el modo SPI o en el modo I ² C
RC5/SDO	24	E/S Digital.
RC6/TX/CK	25	E/S Digital. Transmisión asíncrona (USART) o reloj síncrono (SSP).
RC7/RX/DT	26	E/S Digital. Recepción asíncrona (USART) o línea de datos (SSP).
V_{DD}	11,32	Voltaje de alimentación DC (+)
V_{SS}	12,31	Referencia de voltaje (GND).
MCLR	1	Entrada de RESET al microcontrolador. Voltaje de entrada durante la programación. En nivel bajo resetea el microcontrolador.
OSC1/CLKIN	13	Entrada oscilador cristal oscilador / Entrada fuente de reloj externa.
OSC2/CLKOUT	14	Salida oscilador cristal. Oscilador RC: Salida con un 1/4 frecuencia OSC1
RD0/PSP0	19	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD1/PSP1	20	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD2/PSP2	21	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD3/PSP3	22	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD4/PSP4	27	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD5/PSP5	28	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD6/PSP6	29	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RD7/PSP7	30	E/S Digital. Puede ser puerto paralelo en bus de 8 bits.
RE0/RD/AN5	8	E/S Digital. Puede ser pin de lectura (<i>read</i>) en modo microprocesador.
RE1/WR/AN6	9	E/S Digital. Puede ser pin de escritura (<i>write</i>) en modo microprocesador.
RE2/CS/AN7	10	E/S Digital. Puede ser pin de selección de chip (<i>chip select</i>) en modo microprocesador.

Figura 4.12 Descripción de los pines del microcontrolador

4.4.3 Arquitectura del PIC

Este término se refiere a los bloques funcionales internos que conforman el microcontrolador y la forma en que están conectados, por ejemplo la memoria FLASH (de programa), la memoria RAM (de datos), los puertos, la lógica de control que permite que todo el conjunto funcione, etc.

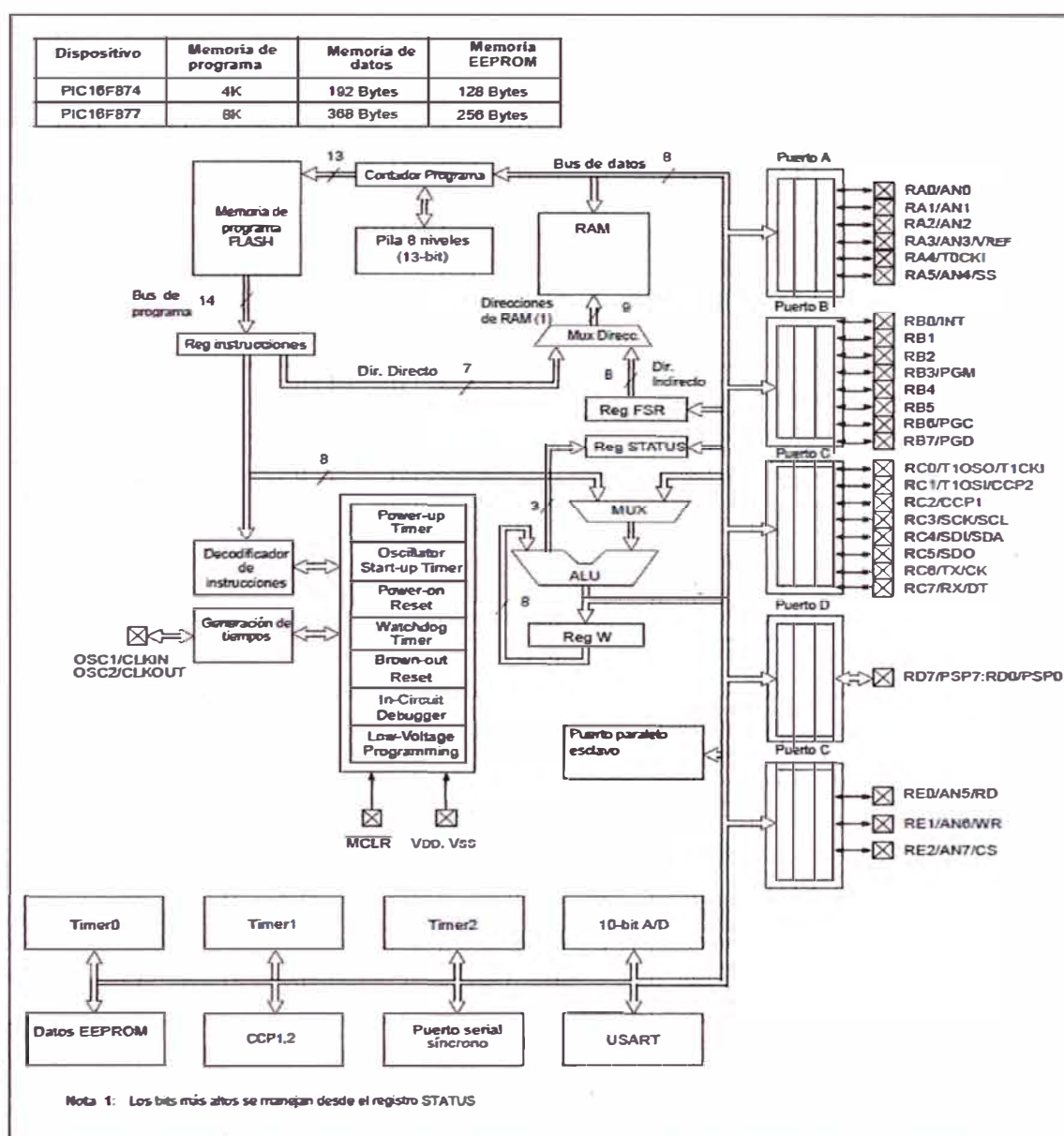


Figura 4.13 Arquitectura del microcontrolador

La figura muestra la arquitectura general del PIC16F877, en ella se pueden apreciar los diferentes bloques que lo componen y la forma en que se conectan. Se muestra la conexión de los puertos, las memorias de datos y de programa, los bloques especiales como el watchdog, los temporizadores de arranque, el oscilador, etc.

4.5 SENSORES DE PROXIMIDAD

Los sensores de proximidad suelen tener una salida binaria que indica la presencia de un objeto dentro de un intervalo de distancia especificado. En condiciones normales, los sensores de proximidad se utilizan en robótica para un trabajo en campo cercano para agarrar o evitar un objeto. Cualquier sensor para medir distancia se puede usar como sensor de proximidad.

4.5.1 Sensores inductivos.- Los sensores basados en un cambio de inductancia debido a la presencia de un objeto metálico están entre los sensores de proximidad industriales de más uso frecuente. El principio de funcionamiento de estos sensores puede observarse en la Figura

La figura muestra un diagrama esquemático de un sensor inductivo, que consiste fundamentalmente en una bobina arrollada, situada junto a un imán permanente empaquetado en un receptáculo simple y robusto. El efecto de llevar el sensor a la proximidad de un material ferromagnético produce un cambio en la posición de las líneas de flujo del imán permanente según se indica en la figura. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y, por consiguiente, no se induce ninguna corriente en la

bobina. Sin embargo, cuando un objeto ferromagnético penetra en el campo del imán o lo abandona, el cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de corriente, cuya amplitud y forma son proporcionales a la velocidad de cambio de flujo.

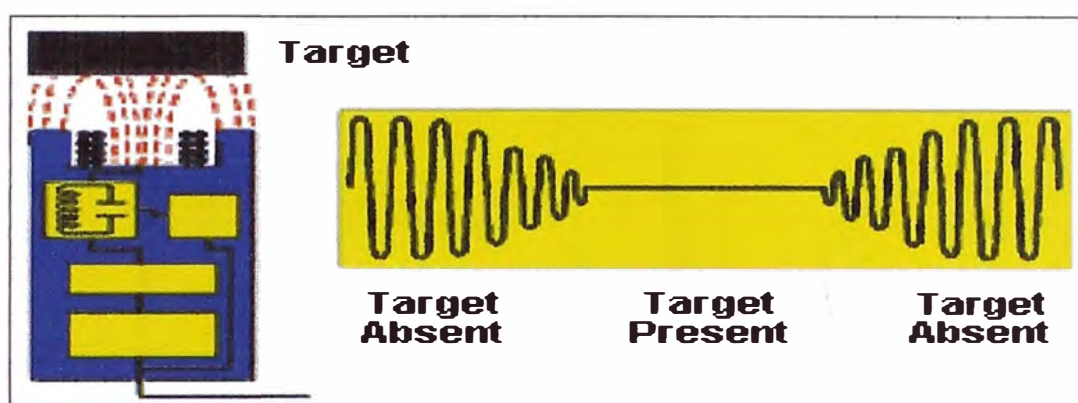


Figura 4.14 Principio de funcionamiento

4.5.2 Sensores capacitivos.- A diferencia con los sensores inductivos y de efecto Hall que detectan solamente materiales ferromagnéticos, los sensores capacitivos son potencialmente capaces (con diversos grados de sensibilidad) de detectar todos los materiales sólidos y líquidos. Como su nombre indica, estos sensores están basados en la detección de un cambio en la capacidad inducido por una superficie que se lleva cerca del elemento sensor.

El elemento sensor es un condensador constituido por un electrodo sensible y un electrodo de referencia. Estos electrodos pueden ser, por ejemplo, un disco y un anillo metálicos separados por un material dieléctrico. Una cavidad de aire seco se suele colocar detrás del elemento capacitivo para proporcionar aislamiento. El resto del sensor está constituido por circuitos electrónicos.

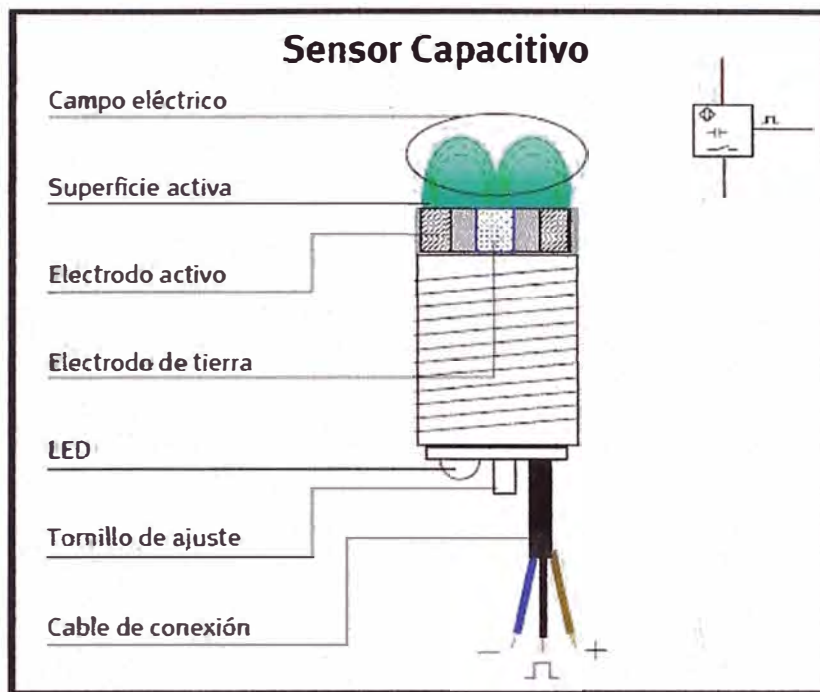


Figura 4.15 Descripción del sensor capacitivo

CAPITULO V

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1 COMPONENTES PARA EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1.1 Descripción de los componentes que conforman el sistema de adquisición de datos.

Como se mencionó antes, para poder realizar el proyecto se necesita diseñar tarjetas electrónicas que serán el soporte del envío de datos, tres tarjetas que adquieran datos y los envíen y otra que los reciba y los procese a la PC.

Esclavo 1	Proceso de soldar los cuerpos
Esclavo 2	Proceso de conformado
Esclavo 3	Proceso de entregar envases a condensaría

Tarjeta Maestra : Recepcionara la data de los esclavos y la enviara a la PC para su procesamiento.

La comunicación entre el maestro y los esclavos en mediante el protocolo de comunicación serial RS-485, que nos permite tener una comunicación entre dispositivos de 0 a 1300m a alta velocidad.

La comunicación entre el maestro y la computadora es mediante el protocolo de comunicación serial RS-232.

Ademas de diseñar tarjetas para el acondicionamiento de de la señal de los sensores, ya que estos envian señales de 24 voltios y nuestro microcontrolador acepta señales hasta de 5 voltios. En total seran tres tarjetas de acondicionamiento, ya que estan solo trabajan con las tarjetas La tarjeta esclava de la soldadora recibira cinco lecturas de sensores provenientes de las soldadoras de las cinco lineas, la tarjeta esclava de la conformadora recibira cinco lecturas de sensores provenientes de las soldadoras de las cinco lineas y en el caso de la tercera tarjeta que llamaremos tarjeta de condensaría recibira nueve señales ya que son nueve los carriles que envian a las nueve lines de llenado de condensaría.

Tambien seleccionaremos el sensor mas adecuado para realizar la detección del envases. En total seran 19 los sensores que usaremos para el conteo de envases, cinco de soldadoras, cinco de conformadoras y nueve de envio a condensaría.

5.1.2 Distribución de los componentes del sistema dentro de la línea de producción.

- Dispositivo Maestro.- Oficina de Envases
- Dispositivos Esclavos.- Líneas de producción

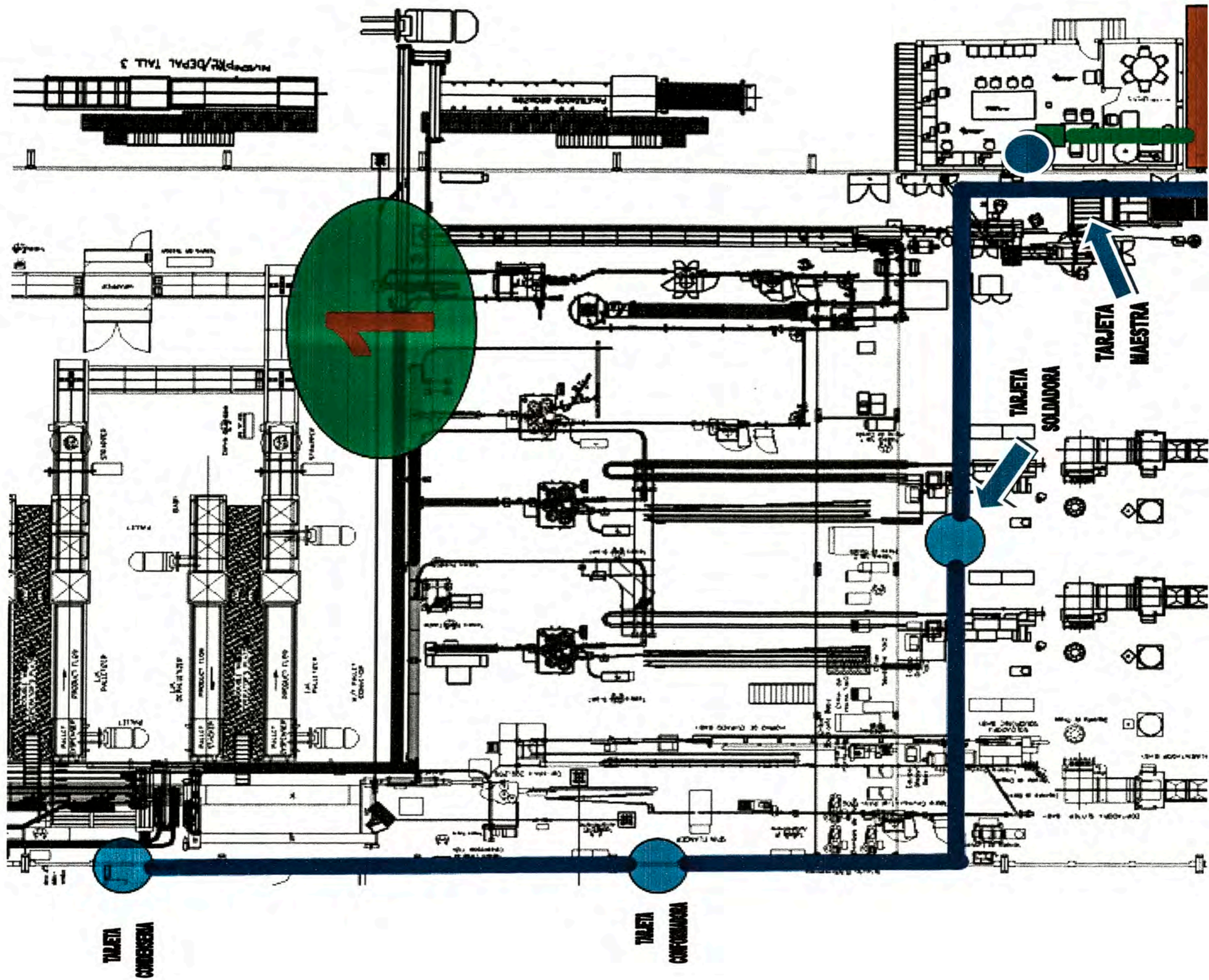


Figura 5.1 Ubicación de las tarjetas en las líneas de producción

5.1.3 Representación en Proteus de los componentes del sistema

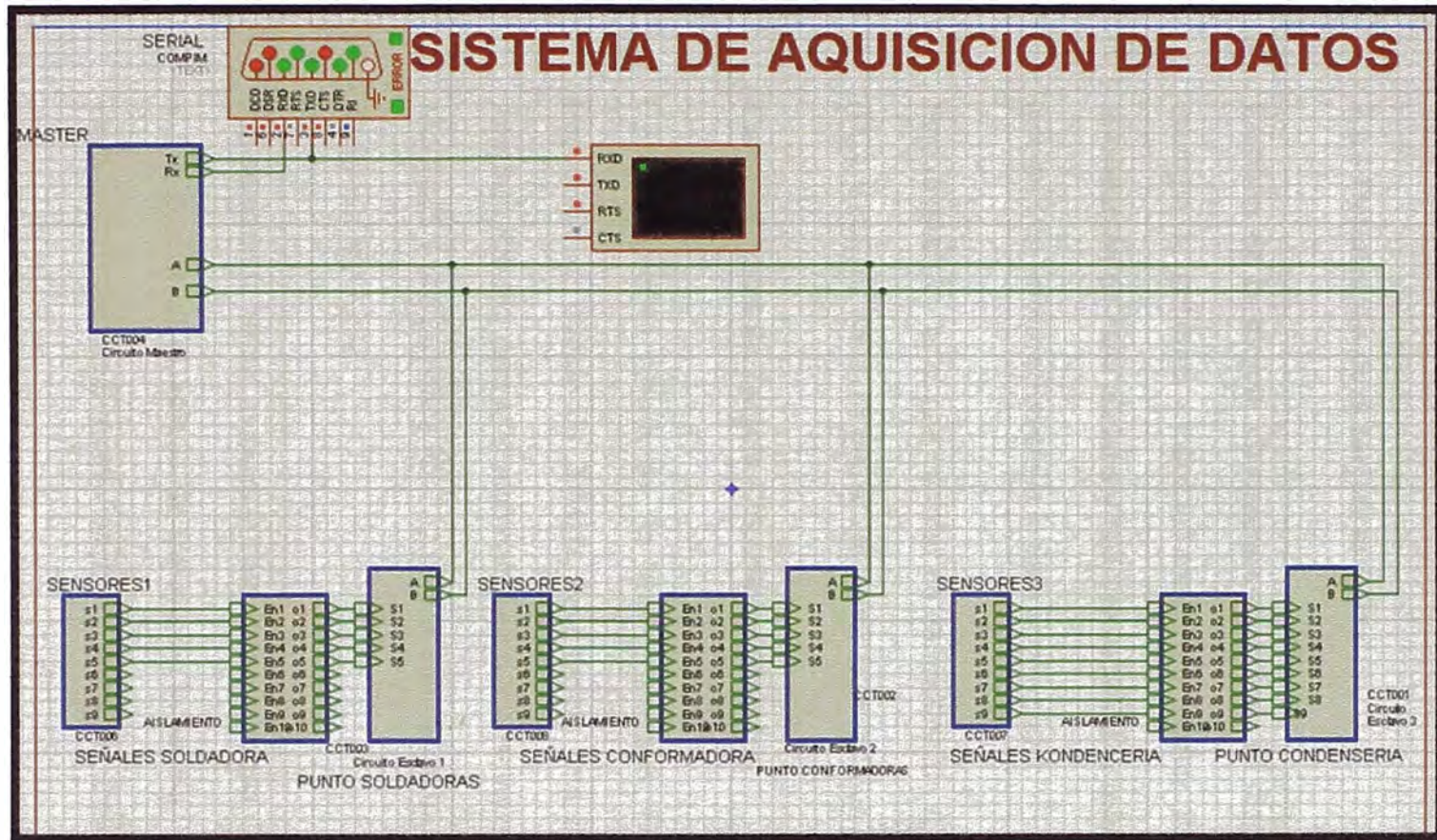


Figura 5.2 Sistema General del proceso.

5.2 DISEÑO DE LAS TARJETAS PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

5.2.1 Descripción de la tarjeta maestra

Función de la tarjeta electrónica maestra.- El dispositivo maestro se va encargar de gobernar a todos los esclavos presentes. Este dispositivo va pedir información de cada esclavo y una vez recibida la información del esclavo al que solicito información envía la data al ordenador.

Este dispositivo es el que va estar en comunicación directa con el ordenador (PC), y con los esclavos que se encontraran en la línea de producción.

Características de Tarjeta Electrónica Maestra

Circuito maestro consta de un microprocesador PIC 16f877A con una frecuencia de trabajo de 20MHz, esta tarjeta esta implementado con una interface RS-485 para la comunicación con los esclavos mediante el integrado MAX485 y una interface RS-232 para la comunicación con la PC mediante el integrado MAX232.

Así también la tarjeta maestra cuenta con un sistema de regulación de voltaje a 5V el cual es el voltaje de trabajo de la tarjeta. También presenta una entrada USB para la alimentación de 5V generada desde la computadora.

Las entadas y salidas del micro controlador están libres para cualquier modificación del programador por lo que los pines estas libres para ser conectado a otros dispositivos y por ultimo presenta un molex para la

programación del micro controlador así como también presenta un pulsador para un reset de la tarjeta.

El cableado que permite la transmisión de datos del maestro con los esclavos es mediante en bale RJ-45 de 8 Hilos.

El cableado que permite la transmisión de datos entre el maestro y la PC es mediante el cable serial cruzado RS232 de 9 Hilos con conector DB9.

5.2.2 Esquema en Proteus de la tarjeta Maestra:

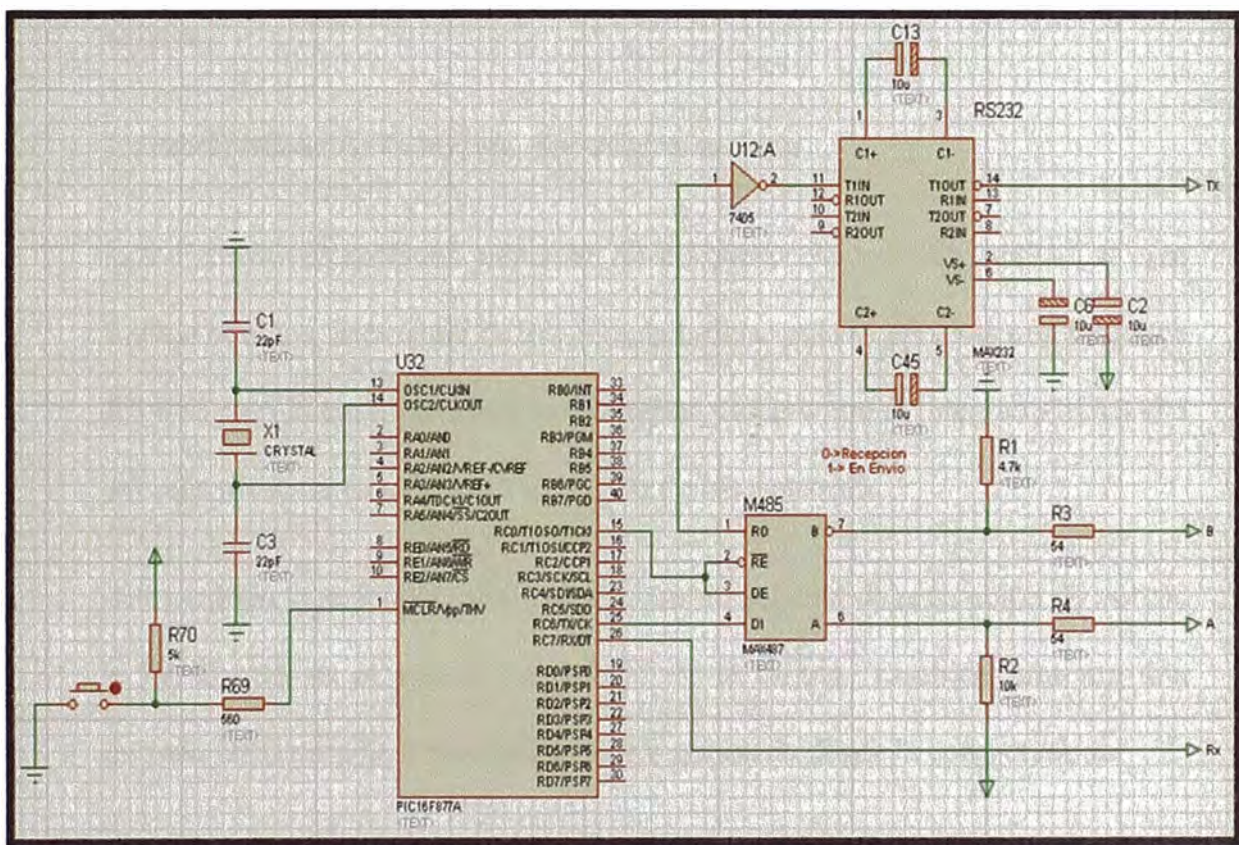


Figura 5.3 Circuito Maestro

5.2.3 Descripción de la tarjeta esclava

Función de la tarjeta electrónica esclava.-El dispositivo esclavo se va encargar que adquirir la data de los sensores que se encuentran en la línea de producción, después de tomar la data, el esclavo procesara la información brindada por el sensor en un contador el cual enviara al dispositivo maestro una vez solicitada.

Este dispositivo es el que está en comunicación directa con los sensores, y enviara información de los sensores cada vez que el dispositivo maestro lo solicite.

Características de la tarjeta electrónica esclava

Los dispositivos esclavos presentan un microprocesador PIC 16f877A el cual trabaja con una frecuencia de 20MHz, la tarjeta esclavo presenta una interface RS-485 para la comunicación con la tarjeta esclavo con el integrado MAX485 además presenta entadas para la lectura de los sensores.

Así también la tarjeta esclava cuenta con un sistema de regulación de voltaje a 5V el cual es el voltaje de trabajo de la tarjeta. También presenta una entrada USB para la alimentación de 5V generada desde la computadora.

Las entadas y salidas del micro controlador están libres para cualquier modificación del programador por lo que los pines estas libres para ser conectado a otros dispositivos y por ultimo presenta un molex para la

programación del micro controlador así como también presenta un pulsador para un reset de la tarjeta.

El cableado que permite la transmisión de datos del maestro con los esclavos es mediante en bale RJ-45 de 8 Hilos.

5.2.4 Esquema en Proteus de la tarjeta Esclava:

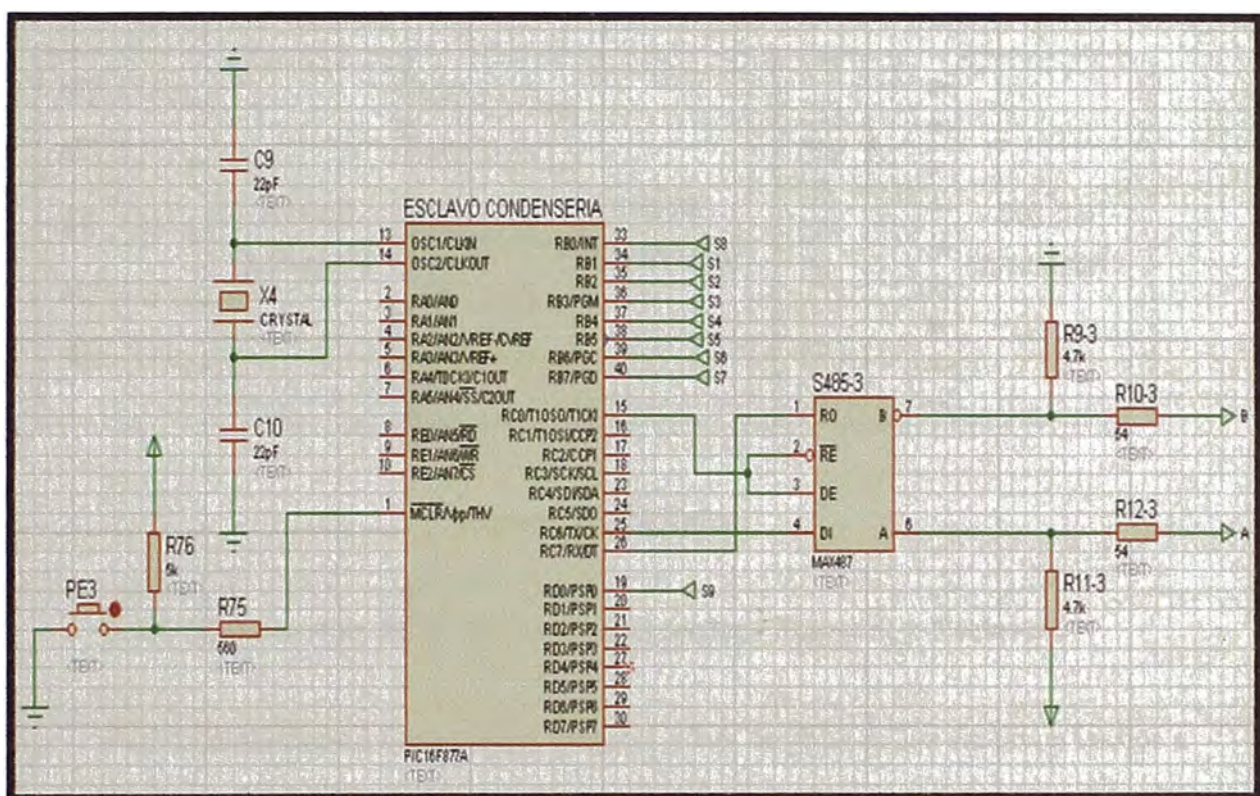


Figura 5.4 Circuito Esclavo

5.2.5 Esquema de las señales de entrada a las tarjetas esclavas

Las señales de salida de los sensores o los niveles lógicos son de diferente nivel entre 10 y 24 voltios, estos niveles dañarían al micro controlador si

realizamos una conexión directa para ello se opta por conectarlos un opto acoplador como circuito de protección a nuestro micro controlador.

Los niveles lógicos de un micro controlador son 5V para uno lógico y 0V para cero lógico estos datos son de gran importancia para de esa manera evitar quemar el micro controlador por voltaje fuera de rango o por exceso de voltaje.

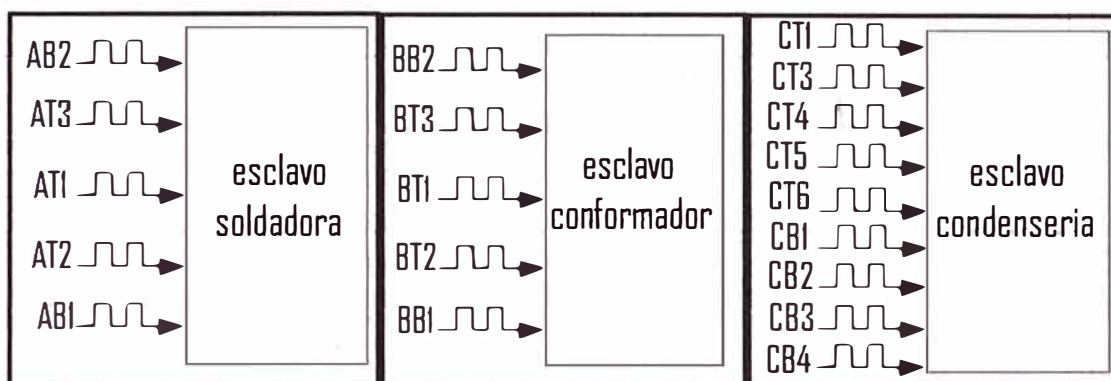


Figura 5.5. Señales

5.2.6 Elaboración de las tarjetas electronicas Maestra y Esclavas.

Para la elaboración de la tarjeta maestro y las tarjetas de los esclavos vamos a desarrollar una tarjeta que sea maestro y esclavo a la vez, simplemente con una configuración de jumper la tarjeta a desarrollar se comportara como maestro o como esclavo.

El circuito para la tarjeta es el siguiente:

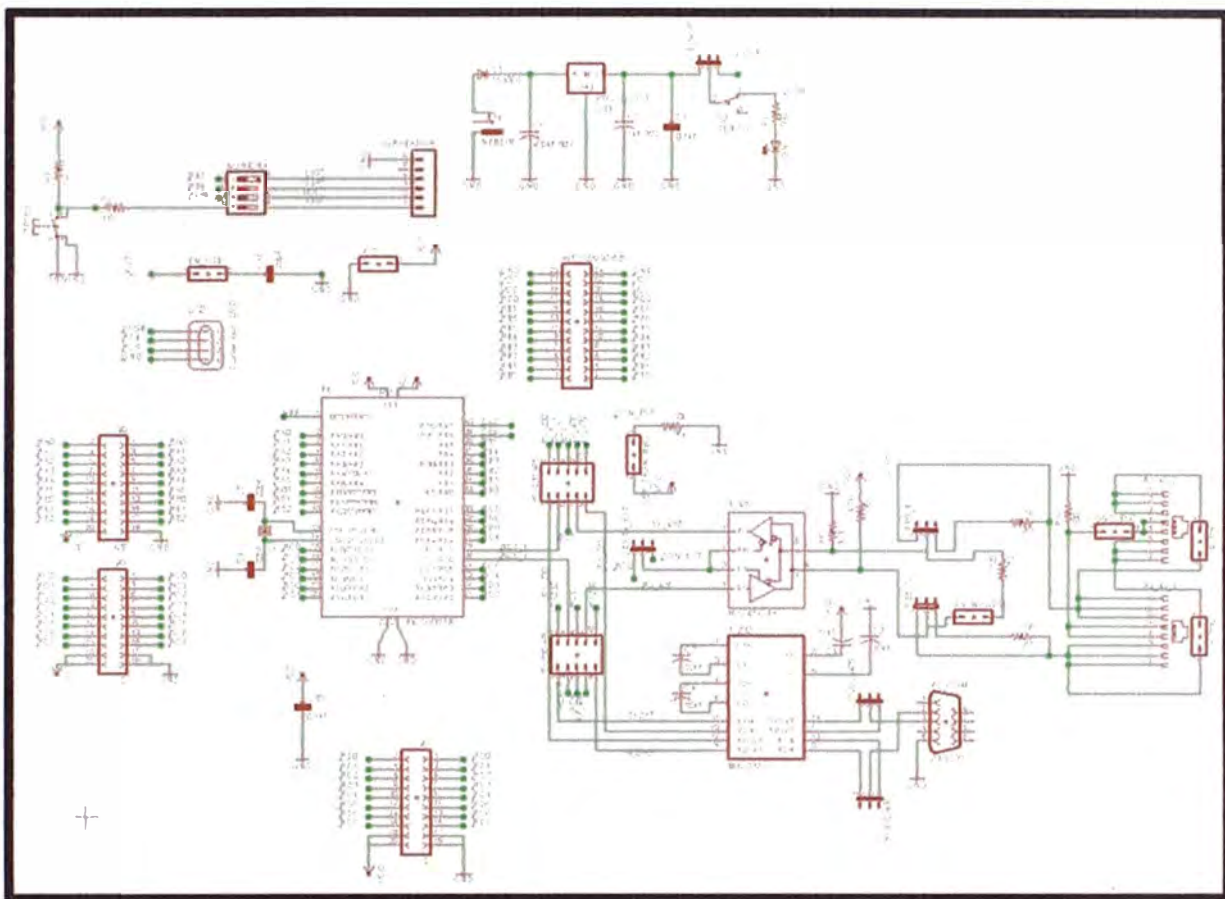


Figura 5.6 Circuito General de las Tarjetas

Las tarjetas (Esclavos y maestro) son las mismas, para que una tarjeta se comporte como esclavo necesita que este habilitada solamente la comunicación RS485 y para que la tarjeta se comporte como maestro necesita que este habilitada la comunicación RS485 para la comunicación con los esclavos y también la comunicación RS232 para la comunicación con la PC.

En el caso de las tarjetas esclavas necesita que este habilitado las conexiones con otro esclavos esto es para extender los esclavos.

Esquemático de las Tarjetas

Con toda la información brindada se realizó el esquemático de la tarjeta el cual se muestra en la siguiente figura:

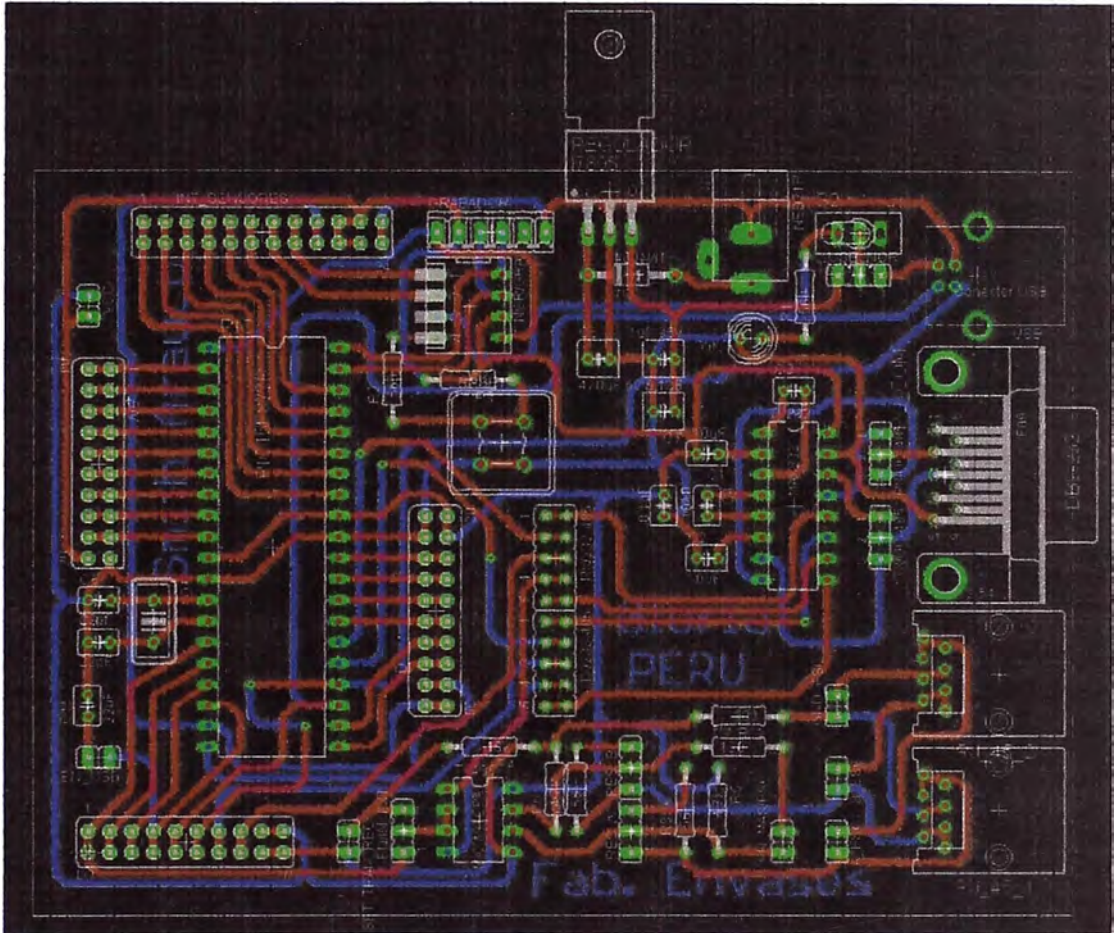


Figura 5.7 Esquemático de la Tarjetas de Adquisición

El diseño de la tarjeta de adquisición de datos se realizó en una tarjeta metalizada de doble cara en fibra de vidrio.

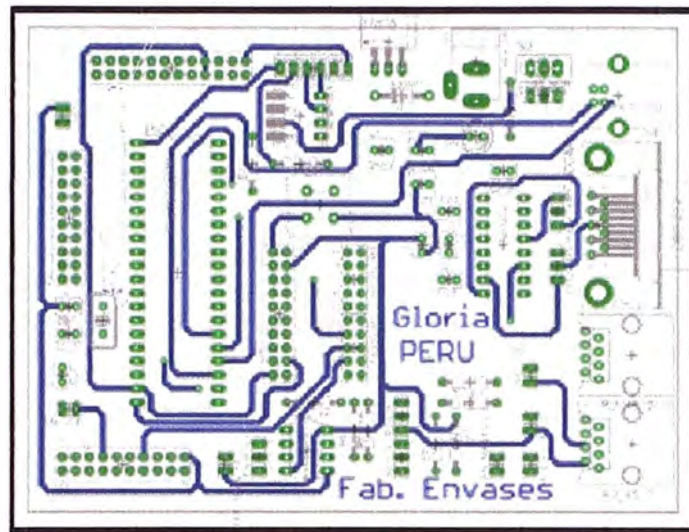


Figura 5.8 Cara posterior de la tarjeta

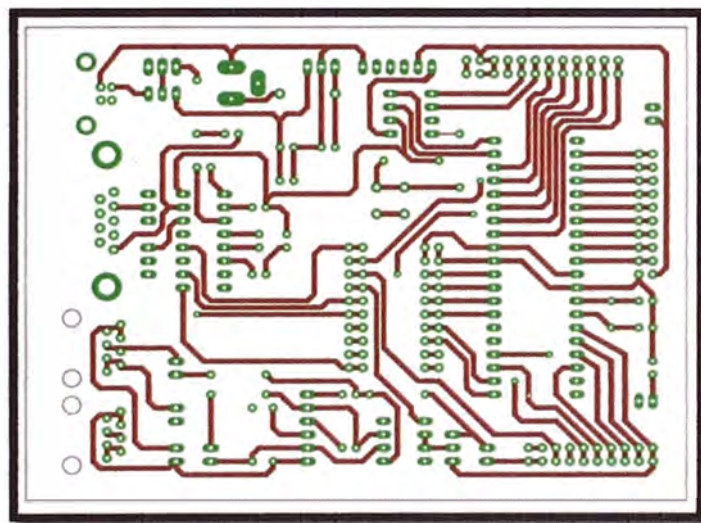


Figura 5.9 Cara delantera de la tarjeta

5.3 PROGRAMACIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRONICAS

5.3.1 Diagrama de Flujo de la Tarjeta electronica Maestra

Diagrama de Flujo de la tarjeta maestra.

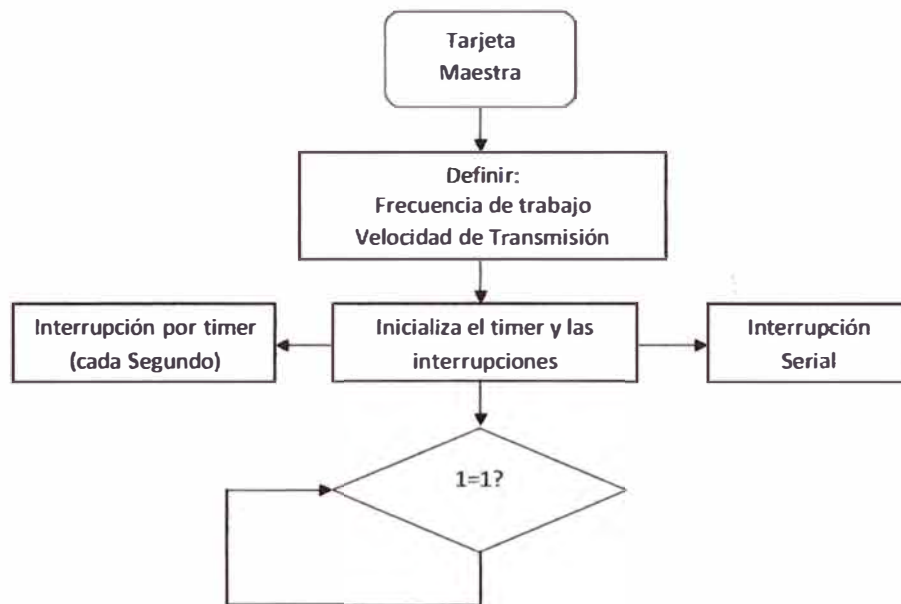


Figura 5.10 Diagrama de flujo de la tarjeta maestra

El programa se queda Haciendo un bucle infinito solo trabaja bajo las interrupciones la interrupción serial se produce cada vez que la PC envía información a la tarjeta y la interrupción por timer se produce cada segundo.

Diagrama de Flujo de la Interrupción Serial

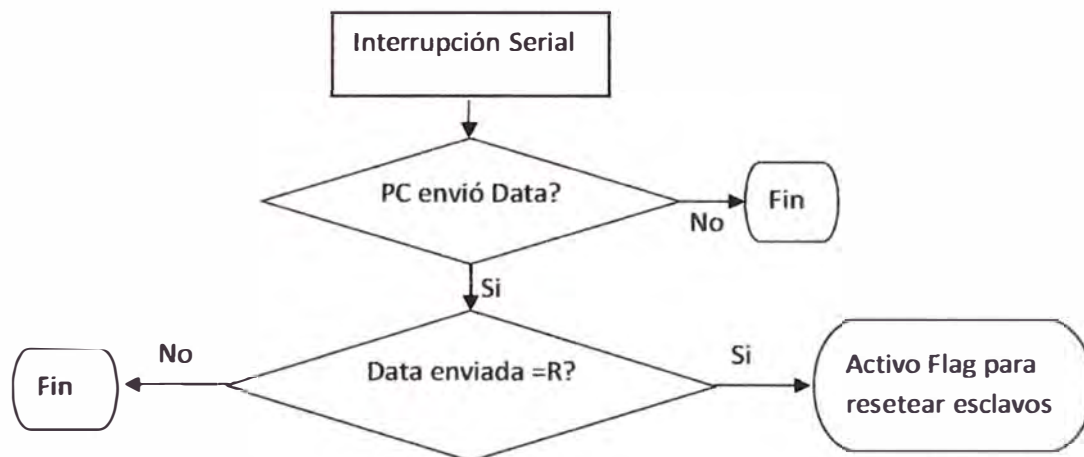


Figura 5.11 Diagrama de flujo de la interrupción serial

La función de interrupción serial espera que la PC envíe el carácter R para que este active una bandera el cual va permitir que la tarjeta maestra envíe información a los esclavos para que restablezca su contador.

Diagrama de Flujo de la Interrupción por Timer.

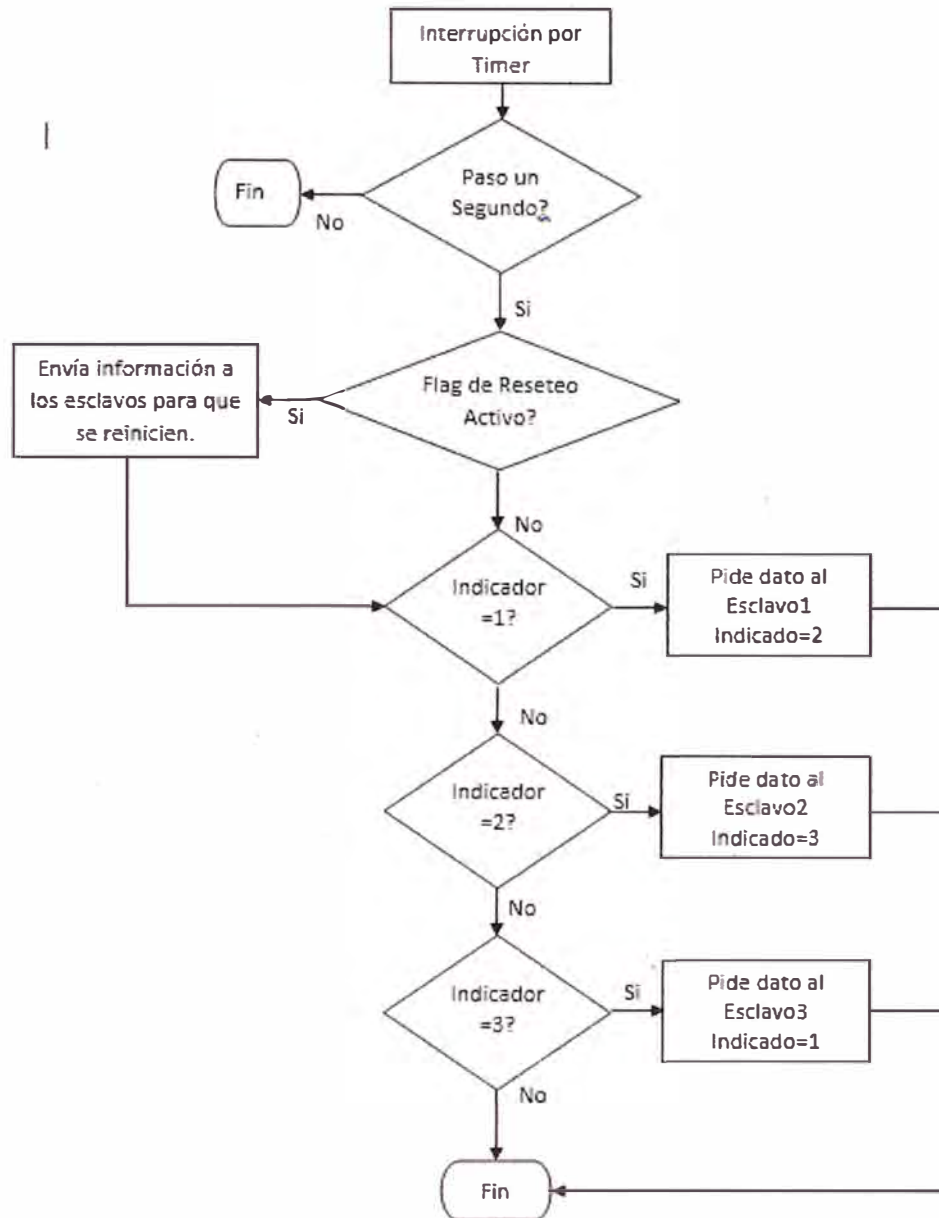


Figura 5.12 diagrama de flujo de la interrupción por timer

Cada segundo envía información a un esclavo para que el esclavo enviara la información que tiene en ese instante. Por otro lado si recibió la orden de para que se inicialice los esclavos envía esta información a los esclavos antes que pida un dato.

La respuesta del esclavo se envía directamente a la PC.

5.3.2 Programa de la Tarjeta electronica Maestra

Código de la programación de la programación del Maestro

```
#include <16f877A.h>//Declaracion del dispositivo del sistema a utilizar

#fuses HS, NOWDT, NOLVP, NOPROTECT,NOBROWNOUT

#use delay(clock=20000000)//Define la frecuencia de trabajo del sistema

#use rs232(STREAM=planta,baud=38400,xmit=pin_c6,rcv=pin_c7)

char letra;

int i=0;

int ban=0;

INT RESET=0;

#INT TIMER1

void int_timer()

{if(i==18)

{ output_high(PIN_C0); //Para Setear al Master en Modo de
Transmission.

IF(RESET==1)
```

```
        { fprintf(Planta,"R");  
  
        RESET=0;  }  
  
switch (ban)  
  
    { case 1:      fprintf(planta,"S");  
  
      break;  
  
      case 2:      fprintf(planta,"C");  
  
      break;  
  
      case 3:      fprintf(planta,"K");  
  
      ban=0;  
  
      break;  
  
      default :    ban=0;  
  
      break;}  
  
i=0;  
  
ban++;  
  
delay_ms(1);  
  
output_low(PIN_C0);    } //Para setear al Master en modo de  
recepción
```

```
else
```

```
i++;    }
```

```
#int_rda
```

```
void int_serial()
```

```
{letra=getc(planta);
```

```
if(letra=='R')
```

```
{ RESET=1; }
```

```
void inicializacion()
```

```
{set_tris_b(0x0f);
```

```
enable_interrupts(int_rda);
```

```
setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_4);
```

```
enable_interrupts(INT_TIMER1);
```

```
enable_interrupts(GLOBAL);
```

```
set_timer1(0x0000); }
```

```
void main()
```

```
{
```

```
inicializacion();
```

```
while(true)
```

```
{ }
```

```
}
```

5.3.3 Diagrama de Flujo de la Tarjeta electronica Esclava

Diagrama de Flujo de la tarjeta

Esclava

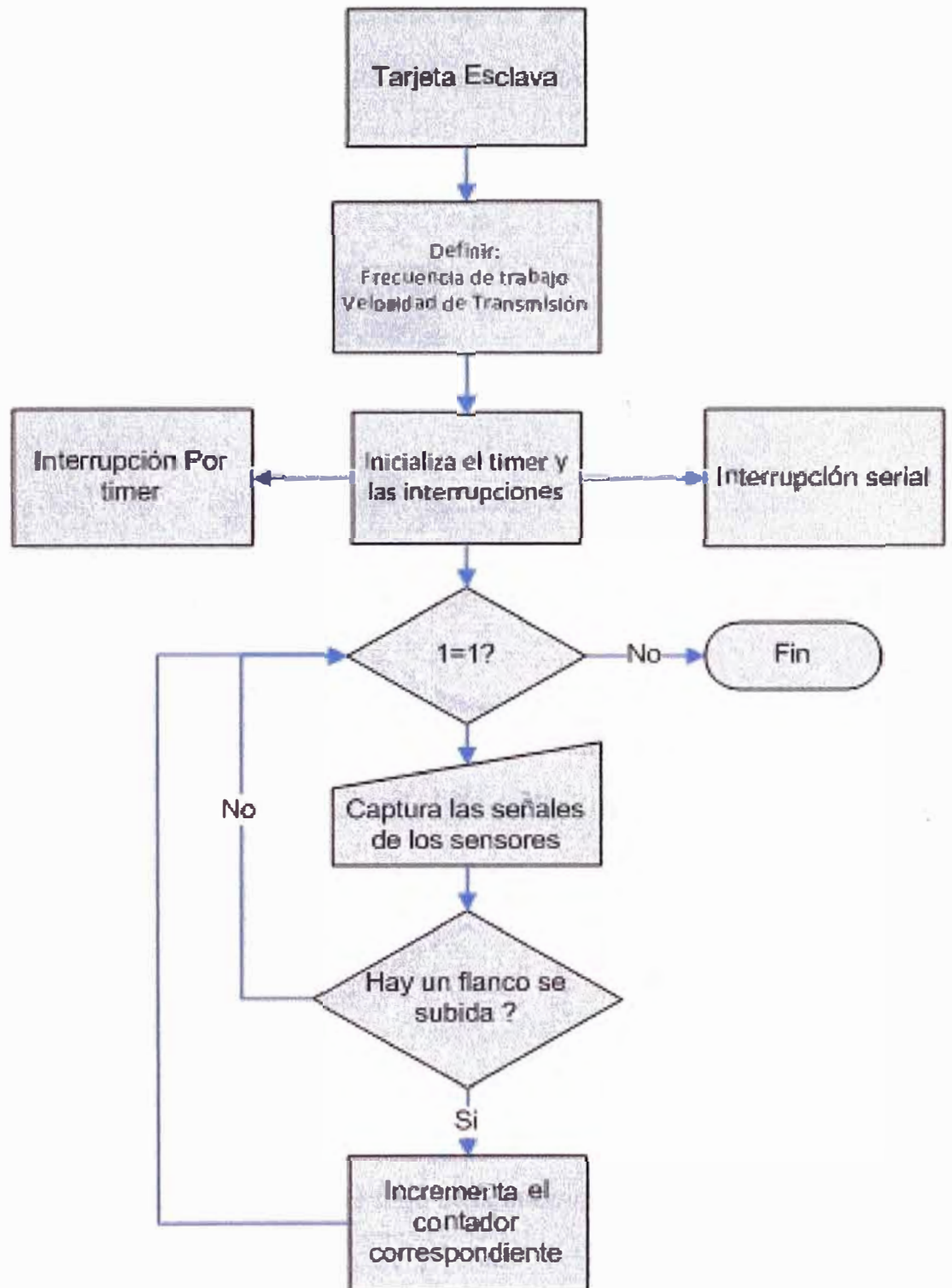


Figura 5.13 Diagrama de flujo del programa de la tarjeta esclava

La tarjeta esclava lee las señales de los sensores y almacena la información en un contador interno. Esta tarjeta espera una interrupción serial que genera el máster para que enviara la información de los contadores y también la interrupción por timer que permite la comunicación con el maestro solamente

Diagrama de Flujo de la Interrupción Serial

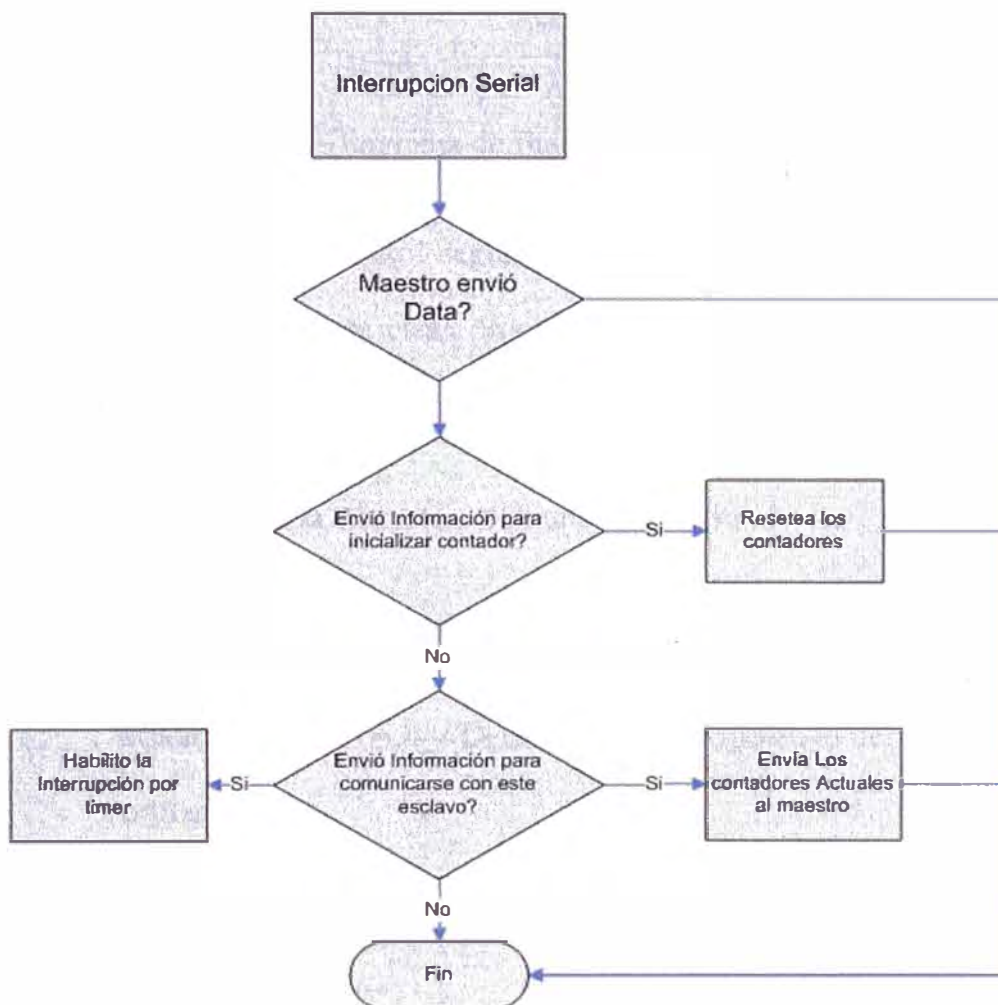


Figura 5.14 Diagrama de flujo de la interrupción serial

Esta función si recibe data del maestro realiza dos cosas o restablece los contadores o envía la información de los contadores al maestro.

Diagrama de Flujo de la Interrupción por Timer.



Figura 5.15 Diagrama de flujo de la interrupción por timer

Esta función sirve para que 1 segundo después que recibió la información del maestro para enviar data cierre la comunicación con el maestro para que el maestro pueda comunicarse con otros esclavos.

5.3.4 Programa de la Tarjeta electronica Esclava

Código de la programación de la programación del Esclavo.

```

#include <16f877A.h>//Declaración del dispositivo del sistema a
utilizar

#fuses HS, NOWDT, NOLVP, NOPROTECT,NOBROWNOUT

#use delay(clock=20000000)//Define la frecuencia de trabajo del
sistema

#use rs232(baud=38400,xmit=pin_c6,rcv=pin_c7)

int value=0;
  
```

```
float32 cs1=0;
```

```
float32 cs2=0;
```

```
float32 cs3=0;
```

```
float32 cs4=0;
```

```
float32 cs5=0;
```

```
int tvars1=0;
```

```
int tvars2=0;
```

```
int tvars3=0;
```

```
int tvars4=0;
```

```
int tvars5=0;
```

```
int vars1=0;
```

```
int vars2=0;
```

```
int vars3=0;
```

```
int vars4=0;
```

```
int vars5=0;
```

```
char fin='f';
```

```
char letra;
```



```
int i=0;

#INT_TIMER1

void int_timer()

{if(i==18)

{i=0;

disable_interrupts(INT_TIMER1);

output_low(PIN_C0);}

else

i++;}

#int_rda

void int_serial()

{letra=getc();

if(letra=='S')

{output_high(PIN_C0);

enable_interrupts(INT_TIMER1);

delay_ms(1);

printf("s1%f",cs1);
```

```
printf("%c",fin);

printf("s2%f",cs2);

printf("%c",fin);

printf("s3%f",cs3);

printf("%c",fin);

printf("s4%f",cs4);

printf("%c",fin);

printf("s5%f",cs5);

printf("%c",fin);}

if(letra=='R')

{cs1=0;

cs2=0;

cs3=0;

cs4=0;

cs5=0;}

}

void inicializacion()
```

```
{set_tris_b(0xff);

enable_interrupts(int_rda);

setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_4);

enable_interrupts(INT_TIMER1);

enable_interrupts(global);}

void main()

{inicializacion();

output_low(PIN_C0);

while(true)

{ value=input_b();

vars1=bit_test(value,1);

vars2=bit_test(value,2);

vars3=bit_test(value,3);

vars4=bit_test(value,4);

vars5=bit_test(value,5);

if(tvars1==0&&vars1==1)

{ cs1=cs1+1; }
```

```
if(tvars2==0&&vars2==1)

{   cs2=cs2+1;   }

if(tvars3==0&&vars3==1)

{   cs3=cs3+1;   }

if(tvars4==0&&vars4==1)

{   cs4=cs4+1;   }

if(tvars5==0&&vars5==1)

{   cs5=cs5+1;   }

tvars1=vars1;

tvars2=vars2;

tvars3=vars3;

tvars4=vars4;

tvars5=vars5; }

}
```

5.4 COMPONENTES PARA LA DETECCIÓN DE ENVASES

5.4.1 Selección de los sensores a usar.- Tomaremos como punto determinante para la selección del sensor la velocidad nominal de las líneas de producción. Las soldadoras y conformadoras tienen una velocidad nominal de 12 envases por segundo por ende el sensor que seleccionemos tiene que tener una mayor frecuencia.

Obtendremos por usar el sensor foto eléctrico BANNER MINI-BEAM SM312F, que según datos de fabricante tiene una frecuencia de 100 muestras por segundo.

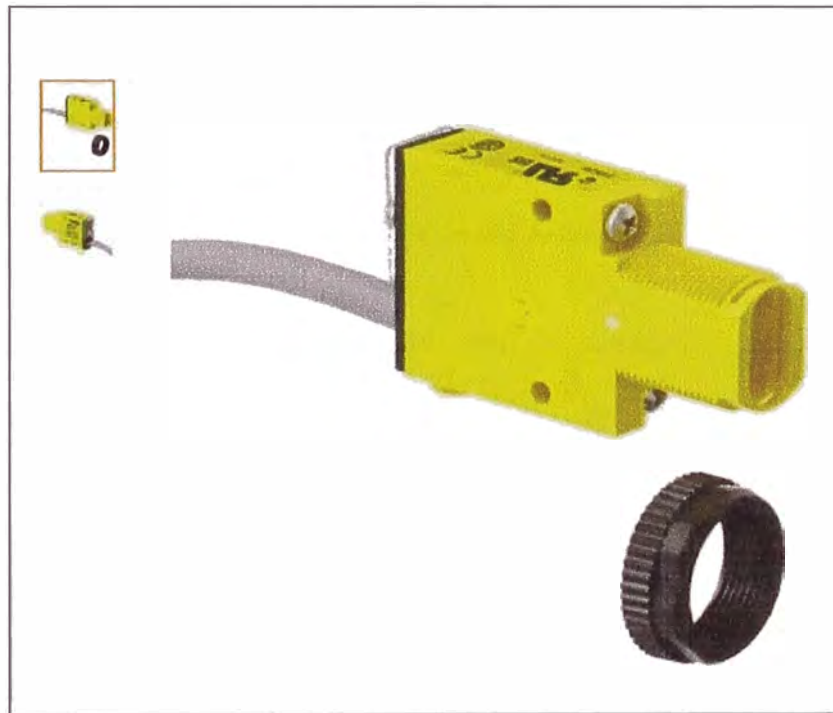


Figura 5.16 Sensor fotoeléctrico Banner 312F

5.4.2 Ubicación de los Sensores

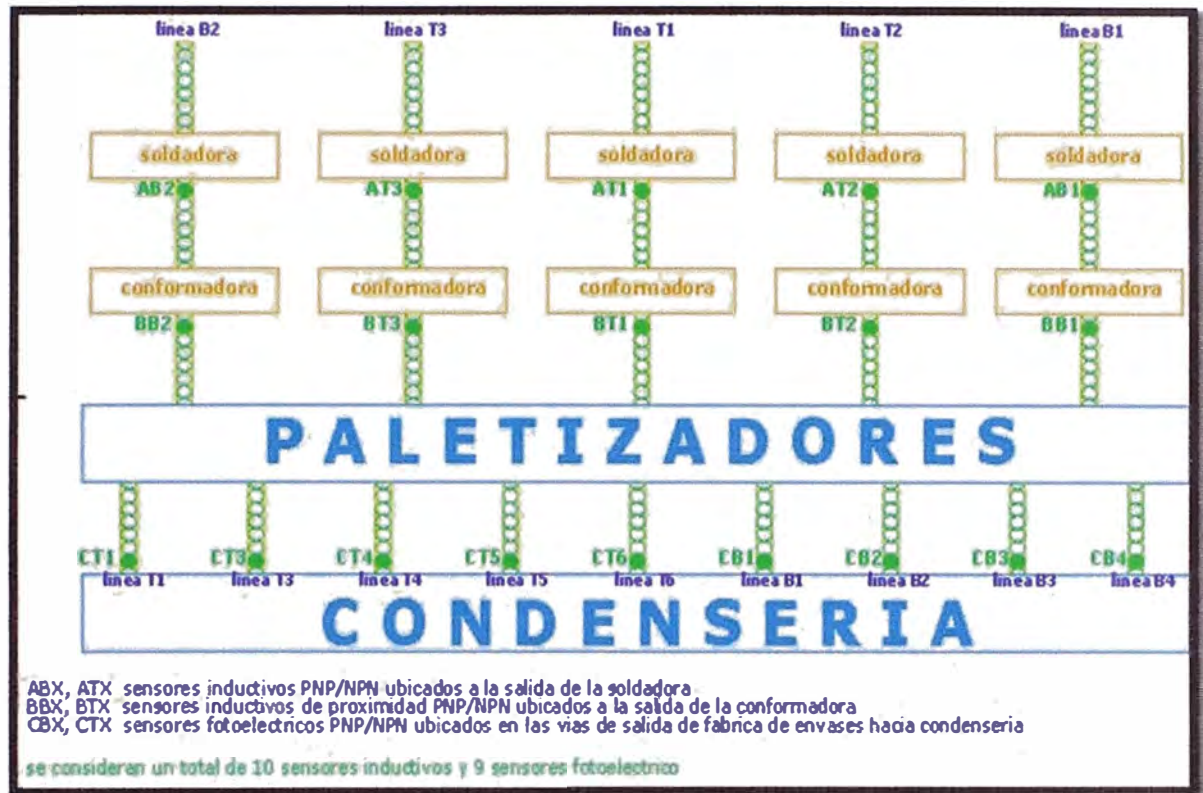


Figura 5.17 Ubicación de los Sensores

5.4.3 Sistema de optoacoplación de la señal del sensor

Como se mencionó la salida del sensor nos da una señal que no es admitida por el micro controlador por lo cual se necesita realizar una transformación de la señal. Por otro lado un sistema opto acoplado nos permite tener una protección contra corto circuito y picos de corriente.

La tarjeta de opto acoplación nos permite tener un aislamiento de las señales de los sensores y con las señales del micro controlador así como también realiza la transformación de las señal de los sensores a una señal admitida por el micro controlador.

En el proyecto se realizó el siguiente circuito para opto acoplar las señales.

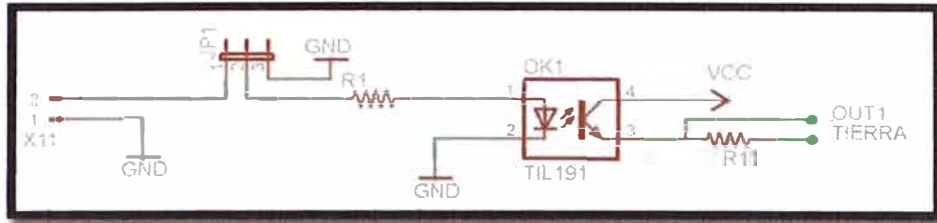


Figura 5.18 Opto acoplación.

Según el esquema anterior para cada señal del sensor se utiliza el circuito. La tarjeta nos permite la opto acoplación de 9 señales de sensores el cual se muestra en la siguiente figura.

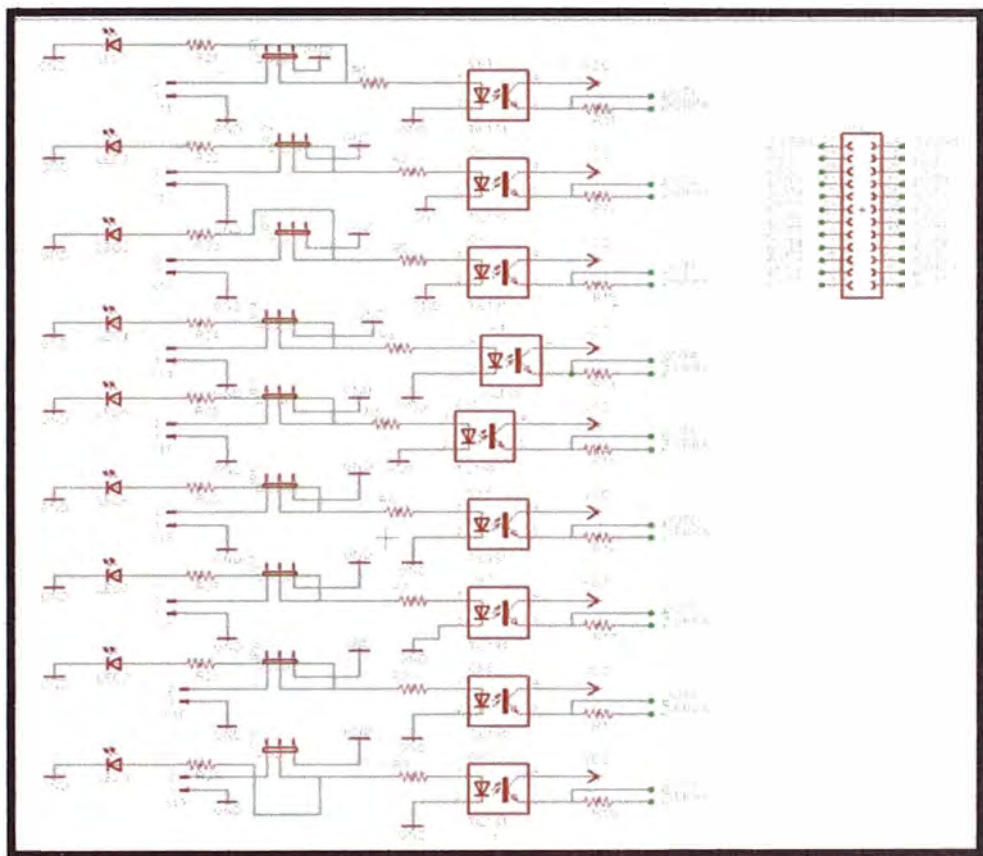


Figura 5.19 Opto acoplación para 9 sensores.

Con el cual se realizó el siguiente esquemático para poder realizar una tarjeta electrónica.

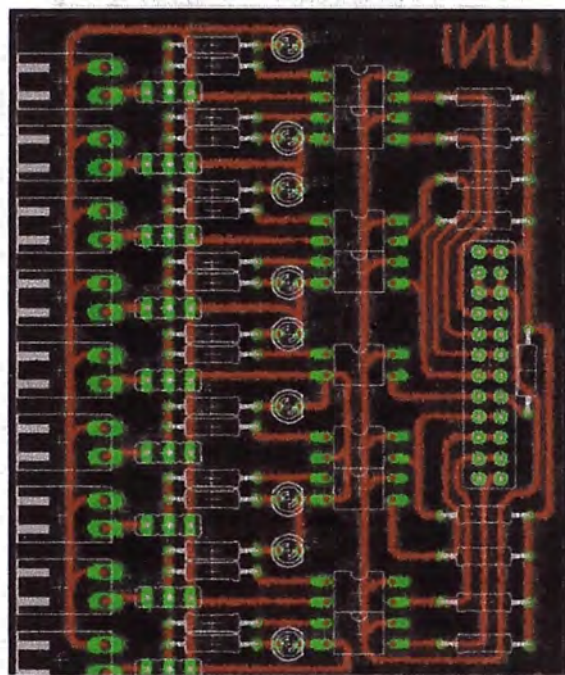


Figura 5.20 Esquemático de la Tarjetas de Opto-acoplación

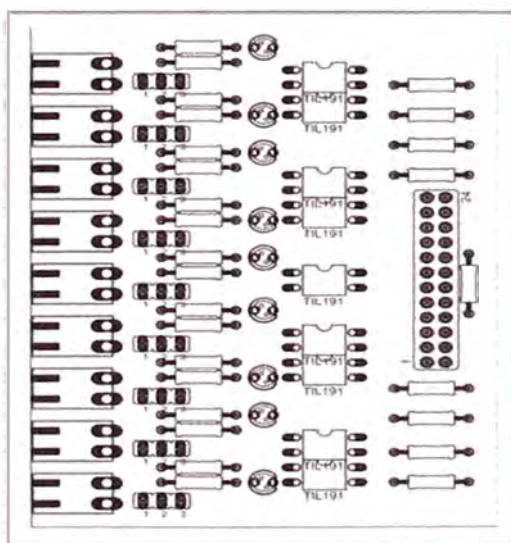


Figura 5.21 Cara posterior de la tarjeta

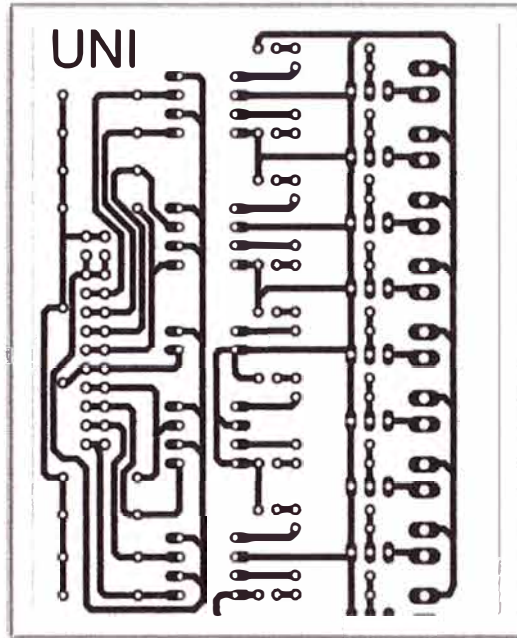


Figura 5.22 Cara delantera de la tarjeta

Características de la tarjeta

- Diodos Leds de visualización de activación del sensor.
- Capacidad para opto acoplar 9 señales de sensores.
- 9 entradas de 10V a 24V y 9 salidas de 5V.
- Frecuencia de trabajo de 60Hz.

CAPITULO VI

COSTOS

6.1 COSTOS DE MATERIALES

A partir de la lista de instrumentos, la lista de equipos y la lista de cables se elaboró una lista con la relación de precios unitarios que permitió realizar un estimado del costo por materiales (ver tabla 6.1.). Cabe mencionar que se está considerando la tasa de cambio a 2.8 soles el dólar de acuerdo a la fecha en que se elaboró el proyecto.

Tabla 6.1 Tabla de costo de materiales

	CANT.	UND.	P.Unitario (\$)	P.Unitario (S/.)	TOTAL (\$)	TOTAL (S/.)
Instrumentos					2890.00	8092.00
Sensor de presencia	19	UND.	120.00	336.00	2280.00	6384.00
Tarjetas Electronicas	4	UND.	100.00	280.00	400.00	1120.00
Tarjeta de Acondicionamiento	3	UND.	70.00	196.00	210.00	588.00
Cables					605.00	1694.00
Cable 16 AWG	250	m	0.50	1.40	125.00	350.00
Cable de par Trenzado	400	m	1.20	3.36	480.00	1344.00
Equipos				0.00	390.00	1092.00
Tablero eléctrico	3	UND.	130.00	364.00	390.00	1092.00
TOTAL					3885.00	10878.00

6.2 COSTO DE INSTALACIÓN

De la misma forma se elaboró una lista considerando las partidas de instalación de los diferentes equipos (Ver Tabla 6.2.).

Tabla 6.2 Tabla de instalación de materiales

	CANT.	UND.	P.Unitario (\$)	P.Unitario (S/.)	TOTAL (\$)	TOTAL (S/.)
Instrumentos					710.00	1988.00
Instalación Sensor de presencia	19	UND.	30.00	84.00	570.00	1596.00
Instalación Tarjetas Electronicas	4	UND.	20.00	56.00	80.00	224.00
Instalación Tarjeta de Acondicionamiento	3	UND.	20.00	56.00	60.00	168.00
Cables					390.00	1092.00
Tendido cable 16 AWG	250	m	0.60	1.68	150.00	420.00
Tendido cable de par Trenzado	400	m	0.60	1.68	240.00	672.00
Equipos					300.00	840.00
Montaje de tablero eléctrico	3	UND.	100.00	280.00	300.00	840.00
TOTAL					1400.00	3920.00

6.3 COSTO TOTAL

En las tablas 6.1. y 6.2. se muestran, en forma separada, los costos por materiales y los costos por instalación. En la tabla 6.3.se observa el resumen total del costo que demanda elaborar el proyecto.

	TOTAL (\$)	TOTAL (S/.)
Costo de Materiales	3885.00	10878.00
Costo de Instalación	1400.00	3920.00
TOTAL	5285.00	14798.00

Tabla 6.3 Tabla del total de costos

CONCLUSIONES

1. El óptimo funcionamiento del Sistema de Automatización de las líneas de Producción de Fábrica de Envases, no solamente depende del diseño, sino también de otros factores como son: El ruido eléctrico, el cableado eléctrico y los sensores instalados.
2. Se observa un correcto funcionamiento del sistema permitiendo realizar todos los requerimientos que fueron solicitados por la jefatura de Fábrica de Envases
3. El sistema se comunicara con la PC a través de una interfaz de comunicación RS-232 que es de fácil enlace con cualquier software que desee usar el programador para la interfaz con el usuario. .
4. Con el uso de microcontroladores se puede realizar el diseño del sistema y obtener un óptimo desempeño de este sin la necesidad de usar controladores más costosos y de desarrollo extranjero como son los PLCs.
5. La utilización de herramientas computacionales, es una ayuda en este tipo de proyectos, ya que con ella se brinda seguridad y confiabilidad, en este caso, el software de diseño de tarjetas fue vital así como para la programación.

RECOMENDACIONES

1. Tener en cuenta que el voltaje de trabajo de las tarjetas electrónicas tanto el maestro como los esclavos es de 5V DC y las salidas de los sensores son de 0a 24V DC por lo las entradas de los sensores no van directamente conectadas a las tarjetas, siempre se tienen que usar con la tarjeta de acondicionamiento.
2. La ubicación de las tarjetas debe ser un lugar donde no exista un campo magnético y ruido, debido a que ocasionan el mal funcionamiento de los μ C generando malas lecturas con caracteres no apropiados.
3. La capacidad de almacenamiento de información de cada esclavo es aproximadamente una semana de funcionamiento sin un reset ordenado desde la PC.
4. La velocidad del trabajo para la comunicación serial con la PC es de 38400 Baudios
5. Para la visualización de la data es necesario usar el Hyper terminal de Windows u otro programa que permita leer la data del puerto serial, la programación de los microcontroladores se realizó en el lenguaje C con el compilador PICC con la versión 4.014, la simulación del sistema se realizó en

Proteus 7.6, los esquemáticos para el desarrollo de las placas electrónicas se desarrolló en Eagle versión 5.6.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hackworth J.R. y Hackworth F. D. Jr. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications [Libro]. - [s.l.] : Prentice Hall, 2003.
2. Tecsup, Redes Industriales I. Especialización En Instrumentación Y Control Industrial. Lima, 2012.
3. Redes De Computadora, Cuarta Edición, Andrew S. Tenenbaum
4. Instrumentación Industrial, Octava Edición, Antonio Creus Solé

Paginas Web

<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>

<http://www.utp.edu.co/~eduque/arquitec/PIC16F877.pdf>