

No. Adq. H69085

No. Título \_\_\_\_\_

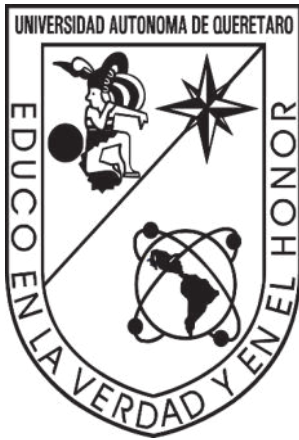
Clas TS

670.42

M516i

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CAPTURA DE DATOS PARA  
INTEGRACION DE UN CIM EN LINEA DE ENSAMBLE”**

TESINA

Que para obtener el título de:

Ingeniero en Instrumentación y Control de Procesos.

PRESENTA

Alfonso Mejía Zavala

DIRIGIDA POR:

M. en Sergio Eduardo Cervantes Pérez

Querétaro, Qro 2004

## CONTENIDO

### **Capítulo 1. Que es CIM**

1.1 Antecedentes históricos.....	1
1.2 Definición de CIM.....	2
1.3 Tecnologías aplicadas al desarrollo del CIM.....	4
1.4 Tipos de procesos industriales. ....	4

### **Capítulo 2. Control computarizado en el proceso de fabricación.**

2.1 Niveles de la fabricación automatizada.....	8
2.2 La computación como necesidad para el control de los procesos.	9
2.3 Arquitectura de los sistemas computacionales.....	10
2.4 Redes de control.....	12
2.5 Transmisión de datos y protocolos de comunicación.....	14
2.6 Controlador lógico programable (PLC).....	21
2.7 Sistema de captura de datos.....	33

### **Capítulo 3. Información para el proceso de fabricación y programación para la captura de datos desde el proceso.**

3.1 Características del producto.....	36
3.2 Proceso de fabricación.....	39
3.3 Descripción de la línea de ensamble.....	42
3.4 Principales parámetros a monitorear durante el ensamble.....	45
3.5 Desarrollo de la captura de información .....	48
3.6 Procesamiento de la información .....	51

### **Capítulo 4. Descripción y configuración del sistema de adquisición de datos.**

4.1 Sistema de Adquisición para la información de proceso.....	53
4.2 Funcionamiento del sistema.....	54

<b>Conclusiones</b> .....	62
---------------------------	----

<b>Bibliografía</b> .....	63
---------------------------	----

<b>Apéndices</b> .....	64
------------------------	----

## Capítulo 1. Que es CIM

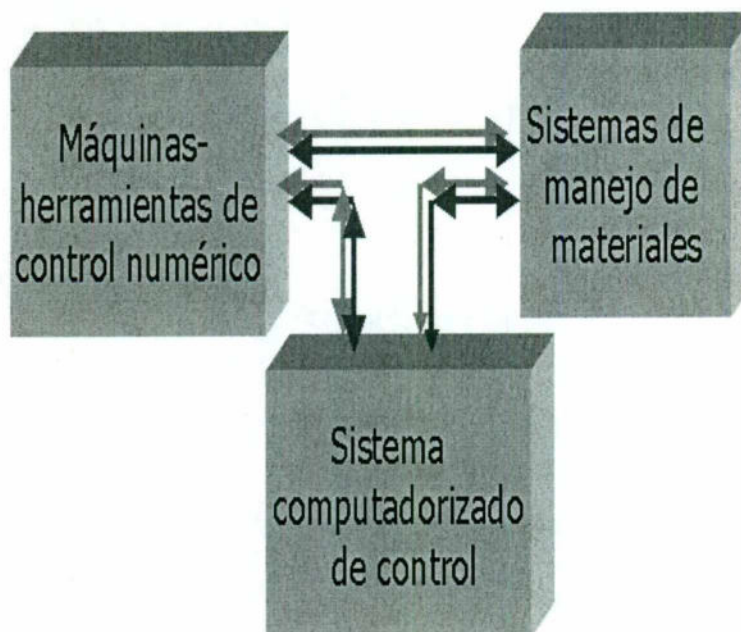
### 1.1 Antecedentes históricos.

A finales de los años 50's y principios de los 60's las industrias automotrices impulsaron la mejora continua de sus procesos de fabricación que para ese entonces eran demasiado ostentosos, poco prácticos y basados en mecanismos de control sumamente complicados. A mediados de los 70's con la introducción del Controlador Lógico Programable (PLC) toda la maquinaria a partir de relevadores empezó a ser sustituida minimizando así el costo por mantenimiento y contribuyendo a procesos más esbeltos y funcionales capaces de ejecutar secuencias con un mayor grado de complejidad. En los 80's con el desarrollo de los microprocesadores se le dio al PLC mayor capacidad de procesamiento de datos al mismo tiempo que las computadoras eran introducidas a la industria. Las aplicaciones industriales que se le dieron a la computadora fueron evolucionando en función de las necesidades de los procesos hasta llegar a lo que tenemos hoy en día.

Al comienzo el concepto de CIM fue utilizado solo para operaciones simples de fabricación y fue introducido a mediados de los años 70. Con el avance en las técnicas de manufactura CIM fue involucrando aspectos además de ingeniería, control de calidad y producción el manejo de materiales, administración y ventas.

## 1.2 Definición de CIM

El término CIM por sus siglas en inglés Computer Integrated Manufacturing (Manufactura Integrada por Computadora) es un concepto que ha ido evolucionando favorablemente en los últimos años en la industria y en pocas palabras significa la integración de computadoras digitales en varios aspectos de un proceso industrial. En el transcurso de los últimos 15 años las computadoras pasaron a ser sumamente poderosas y económicas como para controlar la comunicación entre diferentes tipos de operaciones. El término se expandió gradualmente hasta significar la interconexión e integración de computadoras dentro de todos los aspectos de las operaciones industriales capaces de manejar información esencial para los procesos. Figura 1.1



MANEJO DE LA INFORMACIÓN COMPUTARIZADA  
DE LOS PROCESOS DE FABRICACION

Figura 1.1

Algunos conceptos utilizados dentro del CIM son:

CAD: Diseño asistido por computadora (Incluye el modelo, dibujo técnico y presentación).

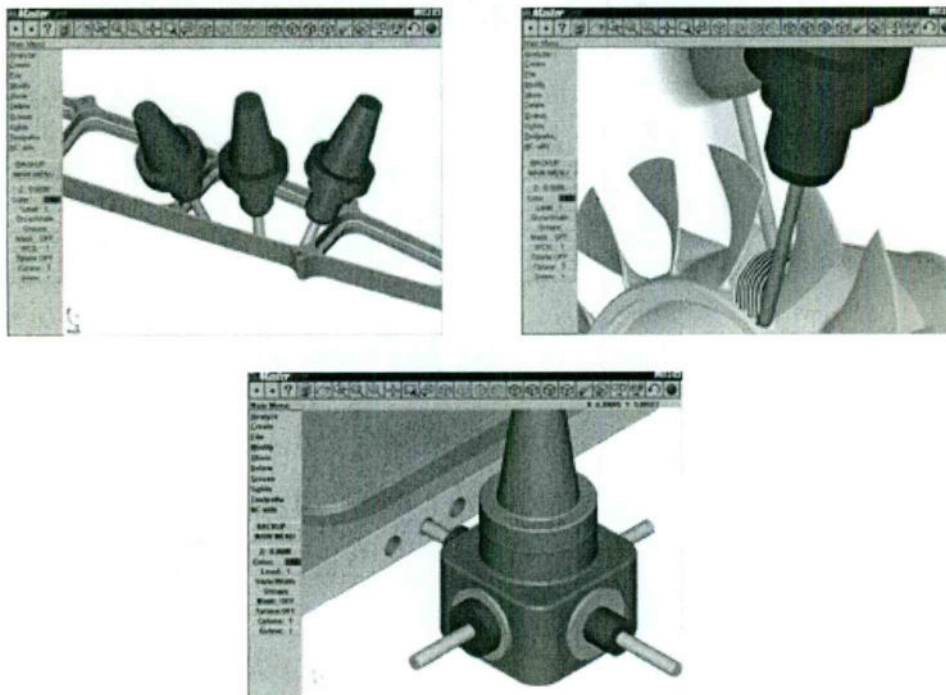
CAI: Ingeniería asistida por computadora (análisis de propiedades y elementos finitos).

CAP: Planeación de la producción asistida por computadora (conversión de datos del diseño a instrucciones de manufactura).

CAM: manufactura asistida por computadora (programación del equipo, producción y ensamble).

CAI: Inspección asistida por computadora (medición y validación del producto).

CAAD: Administración de datos asistida por computadora (inventarios, adquisición, materiales, contabilidad etc).



DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

CAD

Figura 1.2

### **1.3 Tecnologías aplicadas al desarrollo del CIM.**

Automatización Industrial es una aplicación de la electrónica y de la computación a los procesos de fabricación y manejo de materiales en industrias de manufactura. Hay dos grupos de tecnologías que son claves para lograr la integración del CIM estas son:

➤ **Tecnologías de fabricación:**

La aplicación del CIM esta basada en las tecnologías de fabricación utilizadas en la planta de producción. Las computadoras pueden facilitar ciertamente muchas de las aplicaciones utilizadas en algunas operaciones del proceso, este es el motivo por el cual muchas personas relacionan estrechamente la fabricación asistida por computadora (CAM) con el CIM.

➤ **Tecnologías de información:**

Las computadoras digitales son utilizadas en las fabricas modernas en una vasta gama de aplicaciones como: la adquisición de datos, sistemas de control en los que está implícita el control de la información, la administración de recursos materiales y hasta el manejo de toda una planta. Las tecnologías de información tales como el Control Lógico Programable, CAD/CAM, redes de comunicación multi-usuario, lenguajes de programación y otras, han contribuido al desarrollo del CIM.

### **1.4 Tipos de procesos industriales.**

El entendimiento de las operaciones de fabricación se facilita segmentando los procesos de fabricación de acuerdo al flujo de materiales, los tipos principales de segmentación son los siguientes:

➤ Operaciones Continuas.

Se llama Operación Continua al proceso que fluye de manera constante iniciándose con las materias primas, componentes, productos intermedios, etc. hasta llegar al producto final.

Las operaciones continuas son utilizadas por extensos periodos de tiempo sin detenerse. Las industrias que típicamente utilizan este tipo de procesos son:

- Generadoras de Energía
- Tratamiento de agua y residuos
- Industrias químicas
- Petróleo y gas

➤ Operaciones discontinuas.

En su operación son similares a las operaciones continuas, con la excepción de que frecuentemente cambian de un producto a otro. Este exige frecuentes detenciones y reiniciaciones de proceso a intervalos determinados o la modificación de una condición de una operación a otra.

Para hacer que estos procesos sean prácticos y económicos en su operación, se utiliza automatización adicional de las condiciones operacionales. Las industrias que típicamente utilizan este tipo de proceso son:

- Industrias metal-mecánicas
- Alimentos
- Ensambladoras



➤ Operaciones basadas en lotes.

Estos procesos, si bien se utilizan en forma discontinua, la diferencia radica en que son ejecutados utilizando una secuencia especificada de recetas dentro de la propia maquinaria especializada para dichos procesos, posteriormente el producto se canaliza de acuerdo a una cierta trayectoria de condiciones operacionales, tales como la presión, temperatura, tiempo, etc.

Los controles y la automatización son utilizados para seguir la secuencia de operaciones de acuerdo a la receta especificada para cada producto deseado. Las tecnologías de control digital con su capacidad inherente de lógica y memoria, han mejorado mucho el control de estos procesos, a fin de obtener un aseguramiento de la calidad, productividad y mejor desempeño.

Los procesos basados en lotes son aplicados generalmente en industrias como:

- Mineral
- Farmacéutica
- Textil
- Electrónica
- Madera
- Plásticos
- Química

➤ Operaciones discretas

Las operaciones discretas son aquellas que manufacturan un producto a la vez. Tales procesos pueden ser utilizados para fabricar por ejemplo una pieza de metal para una línea de montaje donde el producto atraviesa por diversas etapas y operaciones. Una basta cantidad de productos es fabricada utilizando operaciones discretas:

- Equipamiento eléctrico y electrónico
- Maquinaria e instrumentos
- Vehículos
- Utensilios electrodomésticos.

La mayoría estos productos se caracterizan por la necesidad de utilizar hardware, esto puede dificultar mucho la automatización completa del proceso. La introducción de robots, sistemas de visión, maquinas-herramientas, así como los sistemas de inspección controlados por computadora, proveen la automatización industrial a las operaciones de fabricación discreta.

## Capitulo 2. Control computarizado en los procesos de fabricación.

### 2.1 Niveles de la fabricación automatizada.

En la industria de hoy en día la mayor parte de los procesos son automatizados, en los sistemas automatizados la decisión, así como la inteligencia que realiza las acciones de fabricación no las realiza el ser humano, la inteligencia del proceso esta contenida en la unidad o control de mando de la unidad de fabricación. El desarrollo tecnológico de esa inteligencia ha adoptado diferentes formas o implementaciones a lo largo de la historia industrial, estos se jerarquizan de la siguiente forma:

- a) Nivel inferior: En este nivel se controla la secuencia de movimientos de una maquina especifica en el espacio, este tipo de control es llevado a cabo por el sistema de control residente en la maquina.
- b) Nivel medio: El nivel medio de control sirve para coordinar un conjunto de maquinaria y maquinas-herramienta para poder generar operaciones. Esta parte se refiere al control lógico o control secuencial de las maquinas. Este nivel es utilizado en muchas industrias de procesamiento de operaciones continuas y la sincronización entre las mismas.
- c) Nivel superior: El nivel superior de control es utilizado en las plantas para optimizar la producción de ciertas variedades y cantidades de los productos durante una jornada de trabajo en el se involucran aspectos tecnológicos mas avanzados como buses de campo, redes computacionales que incluso pueden estar ligadas al proceso desde lugares remotos, un ejemplo de ello son los sistemas SCADA (Sistemas de Control y Adquisición de Datos).

## 2.2 La computación como necesidad para el control de los procesos.

Los requerimientos necesarios para el desarrollo un CIM se basan basar en los siguientes puntos:

### a.-Ejecución de actividades y tareas.

Se requiere un sistema computacional que sea capaz de responder a señales de entrada provenientes del proceso. Dependiendo de su importancia relativa, estas pueden exigir al proceso que interrumpa la tarea para realizar otra de mayor prioridad.

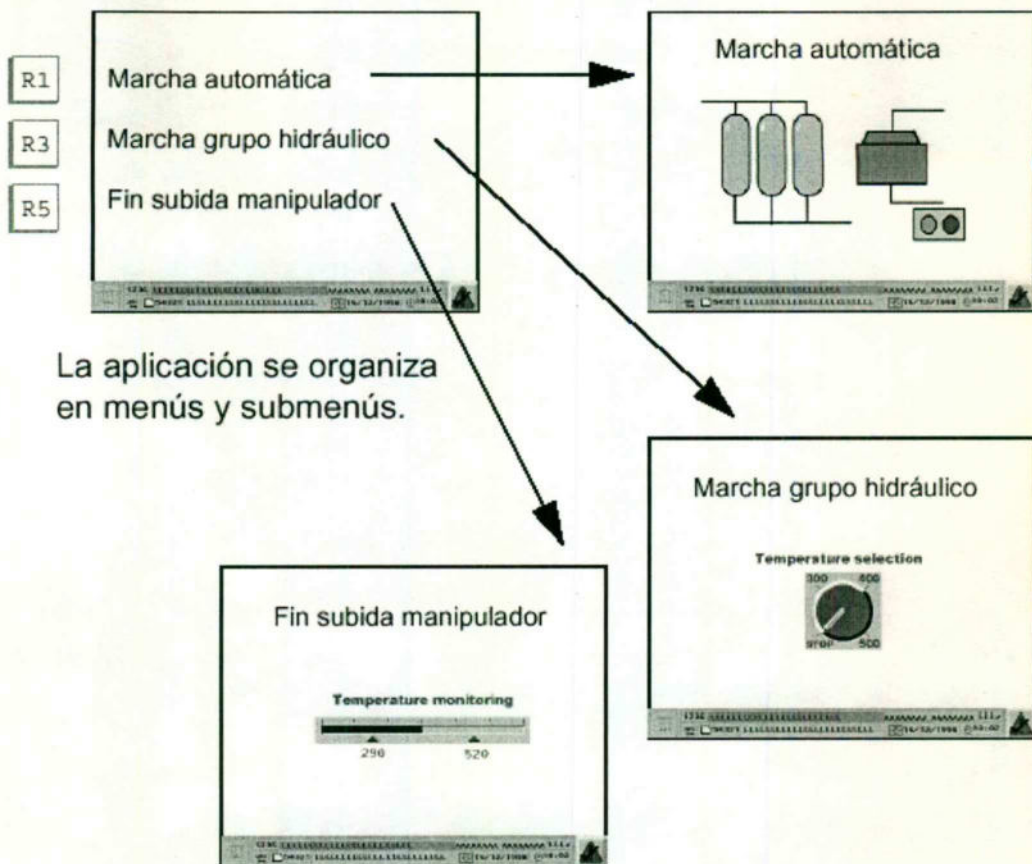
Para controlar el proceso se debe de contar con el software e interfaces con capacidad de dirigir los dispositivos existentes para llevar a cabo las tareas determinadas. Así como la computadora de control estará conectada a otras computadoras debe ser capaz de operar actividades como transferencia de datos, conexiones de red, almacenamiento de información, etc.

El sistema de control debe ser capaz de aceptar los comandos de entrada del operador por medio de una interfaz hombre-máquina (HMI), enviar comandos de salida para iniciar una actividad, en general ser capaz de interactuar con el operario y enlazar comunicación en general con los automatismos encargados de las secuencias de proceso. La estructura de estas actividades se muestra como sigue:

- Criterios relacionados con el sistema automático: Mando del automatismo, control de la producción, mantenimiento correctivo, etc.
- Criterios relacionados con el usuario: Ergonomía, nivel de intervención (protección de datos relevantes del proceso).

- Criterios relacionados con la aplicación del sistema automático:  
Estructura del programa, estructura de datos, puesta a punto, evolución de las secuencias de proceso.

Una aplicación de este tipo esta compuesta por un conjunto de paginas que se pueden organizar en menús como se muestra en la figura siguiente.

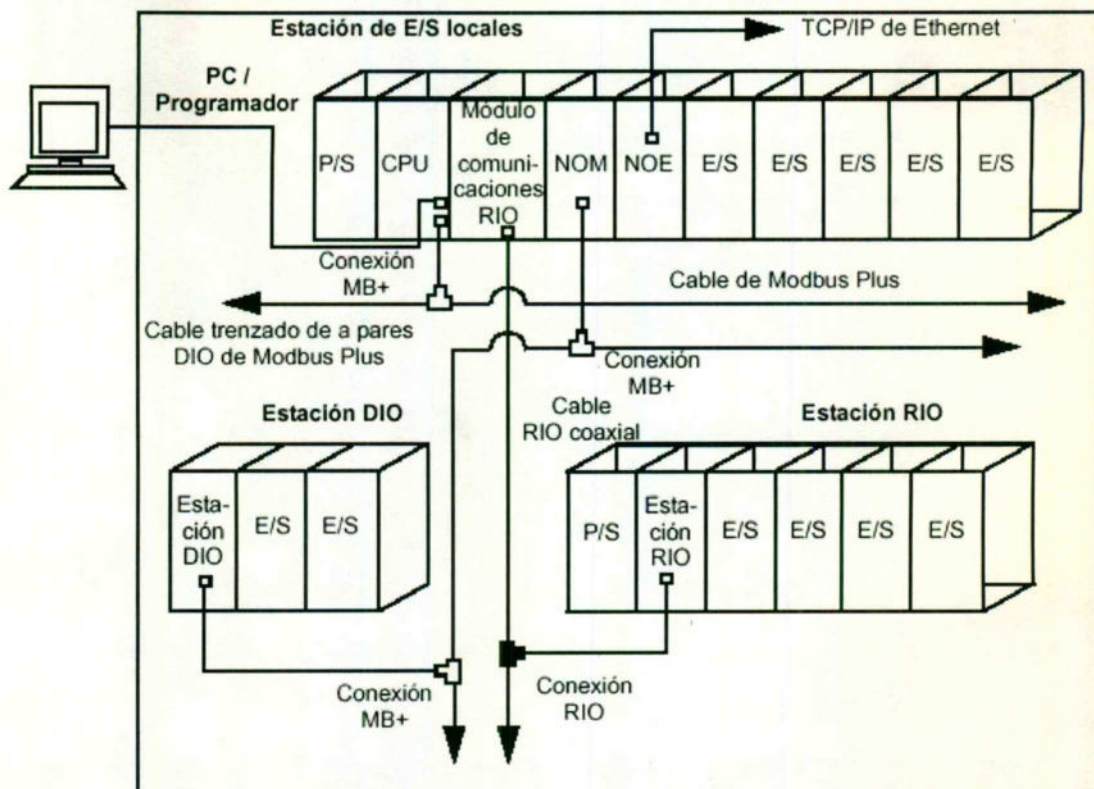


MENUS DE APLICACIÓN PARA CONTROL AUTOMATICO  
INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA "HMI"

Figura 2.1

b.-Modularidad y funcionalidad.

Desde el punto de vista de la informática el sistema debe ser de propósito especial, esto es, con funciones de procesamiento digital de señales provenientes del proceso, control en tiempo real, modulares y ampliables utilizando arquitecturas ampliables. En la siguiente figura se muestra un sistema modular de Schneider

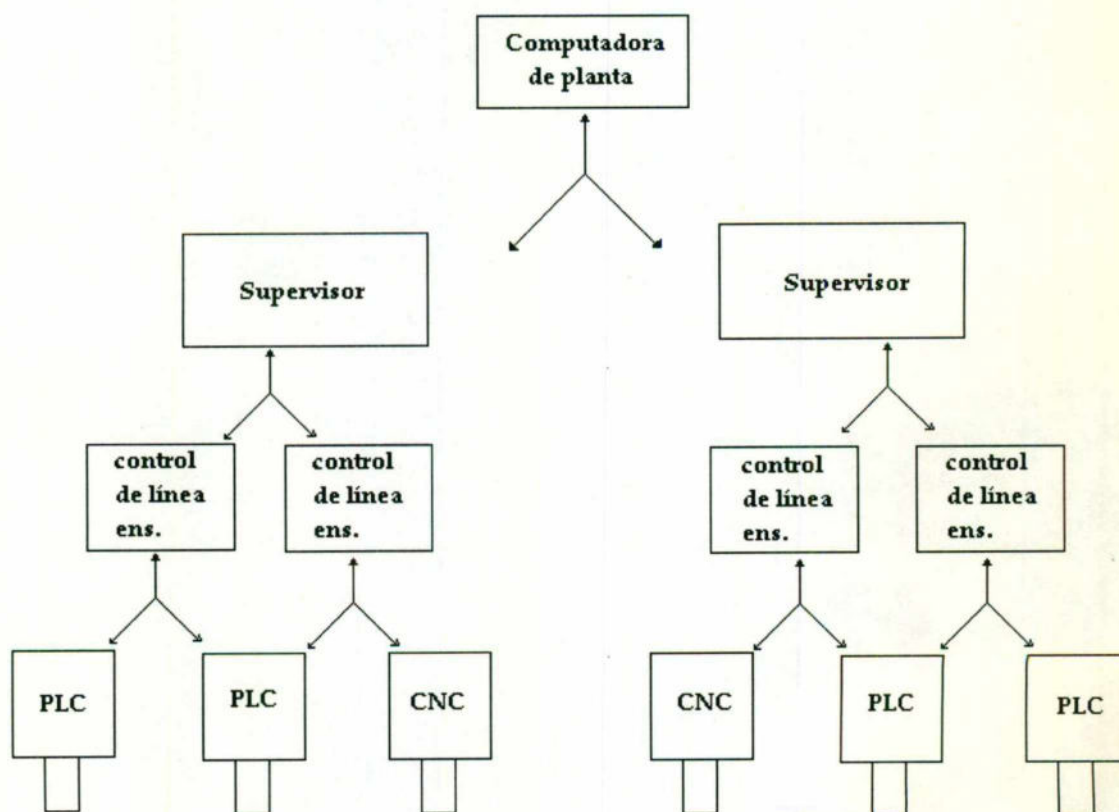


SISTEMA QUANTUM TIPICO

Figura 2.2

### 2.3 Arquitectura de los sistemas computacionales.

Las computadoras y los sistemas computarizados de control (CNC's, robots, herramientas automatizadas) en un sistema de manufactura tienden a tener una estructura de control piramidal, este término a veces se utiliza para describir como esta jerarquizado un sistema computacional. El arreglo jerárquico, es una estructura que indica varios niveles de responsabilidad, algunos de los cuales son subordinados de otros. La configuración mostrada en la figura 2.3 no se debe de interpretar como el arreglo de las líneas de comunicación o redes entre los diferentes dispositivos. Los conceptos referentes a redes y protocolos de comunicación se verán en el siguiente punto.



JERARQUIA DE LAS COMPUTADORAS EN UNA LINEA DE ENSAMBLE

Figura 2.3

El primer nivel de la arquitectura esta conectado directamente al proceso, en este nivel se ejecuta el control y monitoreo del proceso. Generalmente se procura incorporar a esta parte elementos de Control Numérico, robots, PLC's o algún otro dispositivo capaz de transferir y recibir información con el siguiente nivel jerárquico.

Las computadoras de la segunda etapa o nivel generalmente administran algunas funciones del proceso entre ellas la de transferir información relacionada con parámetros de control para las diferentes operaciones, además de monitorear el estatus del proceso en varias de sus etapas.

El tercer nivel de la arquitectura generalmente son computadoras que utilizan datos del proceso para generar reportes de producción y almacenar información clave de los diferentes procesos. Estos reportes pueden ser mensuales, semanales. Las computadoras de este nivel requieren una mayor capacidad de procesamiento de información.

El sistema de nivel mas alto en la jerarquía tiene la función de conjuntar el proceso, o sea, de manejar la información de todos los procesos. Esta tiene la capacidad de poder enlazarse con otras computadoras que no están relacionadas con el proceso para poder proveer de información a diferentes usuarios sin que estos estén directamente en piso. En muchos de los casos la creación de este nivel es para incorporar al proceso sistemas de CAD/CAM y que sirvan de interfaz a los diseñadores para poder modificar características de los productos. En otros casos este nivel sirve para entrelazar otros departamentos como ventas, marketing, compras, almacén. etc.



## 2.4 Redes de control.

### 2.4.1 Conceptos utilizados en las redes de control

El término de "redes" se refiere específicamente al concepto de conectar un grupo de computadoras y/o dispositivos que se comunican bajo el mismo protocolo y con el propósito específico compartir e intercambiar información. El concepto de redes envuelve algunos otros términos que son importantes y de los cuales se hace una breve explicación a continuación:

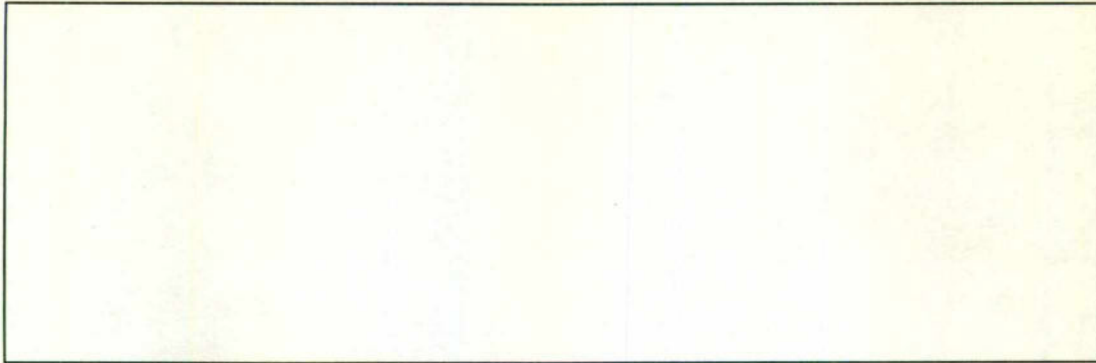
- a) Metodología de comunicación y protocolos: Es el medio por el cual los elementos de una red deben entender la comunicación de "otros" elementos, para lo cual ellos deben entender y seguir reglas específicas de comunicación, estas reglas son determinadas por protocolos de comunicación estandarizados.
- b) Topología y diseño: Es un punto importante ya que implica la forma en como se va a conectar la red. Existen diferentes tipos de topologías las cuales se explicaran a detalle mas adelante.
- c) Nodo: El termino de "nodo" representa cada entidad conectada a la red, estas pueden ser una computadora, impresora, PLC, transmisor, sensor o cualquier otro dispositivo capaz de comunicarse bajo el mismo protocolo.
- d) Direccionamiento: Este término describe la ubicación de cada uno de los nodos en la red asignándole un lugar dentro de la misma, esto es, una "dirección" única que describe exactamente dicha ubicación de este nodo dentro de la red.
- e) Ruteo: Este concepto esta relacionado ampliamente con el direccionamiento y consiste en la manera en que los datos son

transferidos de un sistema a otro a través de la red. El ruteo usualmente se ejecuta por unidades especiales llamadas ruteadores.

- f) Interoperabilidad: Se refiere al grado de compatibilidad que existe entre los diferentes equipos tanto software como hardware y su habilidad para poder comunicarse.
  
- g) Estándares: El desarrollo e implementación de redes se debe basar en reglas establecidas y regulaciones que deben ser seguidas, estas reglas reciben el nombre de estándares.

#### **2.4.2 Modelo OSI**

En las redes de control uno de los conceptos más importantes es el de la estandarización. Existen dos tipos de sistemas, el SISTEMA ABIERTO en el que los elementos que lo constituyen son de una misma marca basados en una misma tecnología y de características semejantes por lo que se vuelven limitados, en los SISTEMAS ABIERTOS los elementos que los conforman no son de un mismo fabricante por lo que existe una mayor tendencia a desarrollar mecanismos de comunicación, de estos sistemas se derivan los sistemas estandarizados. En 1970 surge la idea de crear un modelo de comunicación basado en estándares para los sistemas abiertos, este es llamado Modelo OSI (Open System Interconnection por sus siglas en ingles). Este modelo interconecta sistemas abiertos que cumplen con las características de redes (comunicaciones y transferencia de datos) y consta de 7 capas.



Algunas de sus ventajas son:

- Funciones bien definidas
- Protocolos normalizados internacionalmente
- Fácil arquitectura
- Flujo mínimo de información entre capas
- Independencia de los dispositivos
- Independencia de las comunicaciones
- Adaptabilidad a los cambios tecnológicos
- Simplicidad en el manejo de la red

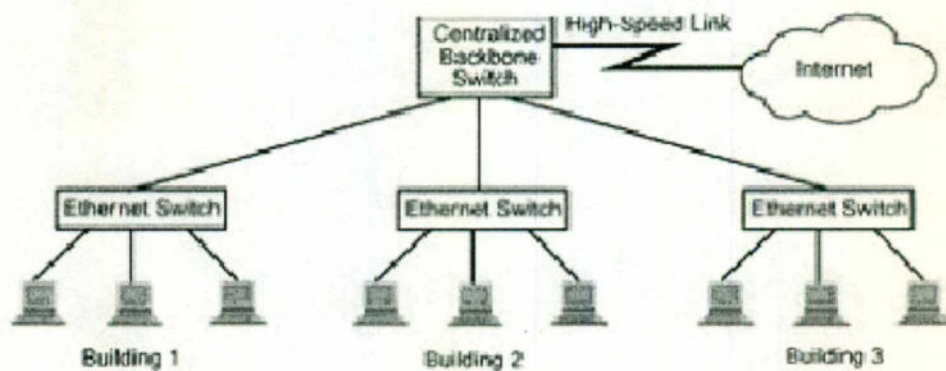
El objetivo fundamental del modelo OSI es el de proponer una solución a largo plazo al problema de la comunicación entre los diferentes equipos de computo, de manera que se puedan obtener productos basados en estándares internacionales. En donde las capas 1,2 y 7 son básicas para definir una red

### **2.4.2 Tipos de Redes**

Una de las clasificaciones son las redes de área local (Local Área Networks LAN), una LAN generalmente interconecta recursos computacionales de un área geográfica moderada. Esta área puede incluir una oficina, varias oficinas dentro de un edificio, o diferentes edificios interconectados. El estándar de la IEEE generalmente establece una área con un rango de 10Km o menos de alcance. En contraste las redes WAN (Wide Área Network) interconecta recursos separados

geográficamente por mas de 100 Km, esto incluye ciudades, estados e incluso países. En resumen, se puede decir que una WAN es una colección de redes LAN. A su vez lo que ahora conocemos como la Internet es un conjunto de redes LAN y WAN entrelazadas para conformar una gran red de comunicación. En la figura 2.3 se muestra un esquema comparativo entre una red LAN y una WAN.

a) Local Area Network



b) Wide Area Network



REDES LAN Y WAN

Figura 2.4

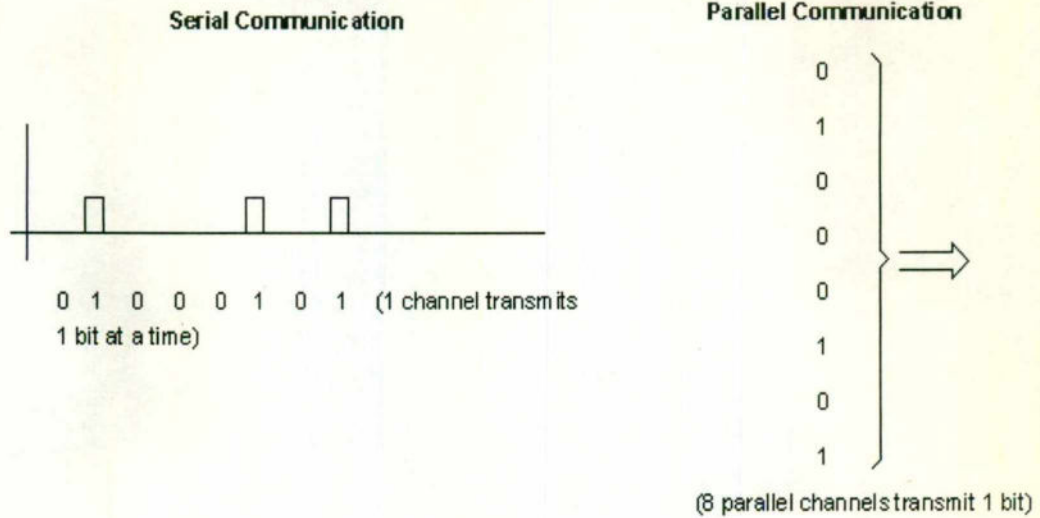
## 2.5 Transmisión de datos y protocolos de comunicación.

Se ha discutido con anterioridad la importancia de los modelos de comunicación estandarizados para la transferencia de información. Dos de los más antiguos modelos son la comunicación en SERIE y la comunicación en PARALELO.

La comunicación en serie es un método de transmisión en el cual los bits representan caracteres de datos que son transmitidos en secuencia uno a uno sobre un canal único de comunicación. La comunicación serial esta limitada a cierta velocidad que depende de la línea de comunicación.

La comunicación en paralelo se refiere a la transmisión simultanea, cada bit sobre un canal separado, donde todos los bits representan un carácter. En contraste con la comunicación serial, las conexiones en paralelo transmiten un grupo de bits en un instante de tiempo. Esto significa que si se necesita un mismo instante de tiempo para transmitir 8 bits que para transmitir uno, podemos decir que la comunicación serial es más lenta.

Aunque la comunicación en paralelo es mucho más rápida que la comunicación serial, no obstante tiene una serie de limitaciones. Por ejemplo, en una comunicación en paralelo, a medida que los nodos son más distantes se degrada mas la señal eléctrica, por lo que generalmente la comunicación en paralelo esta limitada solamente a periféricos (impresoras, teclados, etc) conectados relativamente cerca. Por otro lado la comunicación serial es mucho mas lenta pero puede ofrecer conexiones a largas distancias, como por ejemplo conexiones telefónicas o enlaces satelitales.



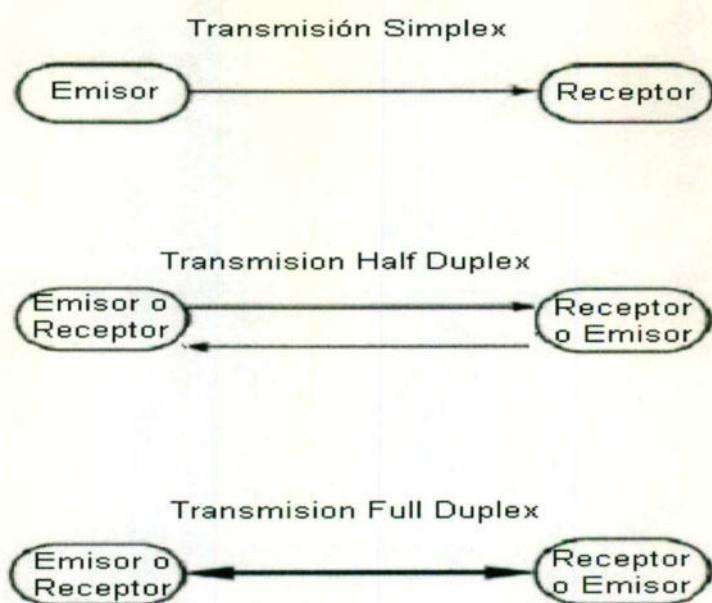
**COMUNICACIÓN SERIE -PARALELO**

Figura 2.5

Existen tres diferentes métodos de transferencia de información utilizados para propósitos de comunicación, estos son:

- Circuit-Simplex
- Half-Duplex
- Full-Duplex

La comunicación simplex solo implica métodos simples de comunicación. Este modo de comunicación solo permite a los datos fluir en una sola dirección (figura 2.5), un dispositivo asume el rol de emisor y el otro de receptor, además de que estos roles no son reversibles, un ejemplo de este tipo de comunicación son las transmisiones de TV. o radio, en donde las estaciones transmiten sin esperar respuesta de dicha transmisión.



MODOS DE COMUNICACION

Figura 2.6

La comunicación Half-Duplex implica comunicación en ambas direcciones, pero solo un dispositivo puede transmitir o recibir uno a la vez y no ambos, mientras un dispositivo esta en modo transmisión el otro se encuentra en modo recepción. Un ejemplo de ello es el uso de radios de banda civil.

La comunicación Full-Duplex permita comunicación simultánea entre sus elementos, permite mandar y recibir datos en el mismo instante de tiempo. Un ejemplo de ello es una conversación telefónica en la que puede existir comunicación en ambas direcciones al mismo tiempo.

Existen otros tipos de protocolos de comunicación comerciales propios de las empresas dedicadas al negocio de la automatización como por ejemplo Data Highway Plus de Allen Bradley o Modbus Plus de Modicon, los cuales respetan básicamente los principios de comunicación establecidos por el RS232 que es comunicación serial y que solo cuentan con algunas modificaciones para estandarizar entre equipos exclusivamente de esas marcas.

## **2.6 Controlador lógico programable (PLC).**

### **2.6.1 Antecedentes de los PLC's**

Los controladores lógicos programables (PLC, por sus siglas en inglés), son dispositivos electrónicos digitales que fueron desarrollados desde 1969 para reemplazar a los circuitos de relevadores (relés) electromecánicos, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas basados en lógica combinacional. En los sistemas de lógica combinacional, el estado de una salida queda determinado por el estado de una cierta combinación de entradas sin importar la historia de éstas.

Los PLC's resultaron muy atractivos ya que, a diferencia de los antiguos circuitos permiten reprogramación, ocupan comparativamente muy poco espacio, consumen poca potencia, poseen unidades de auto-diagnóstico y tienen un costo significativamente menor. Sin embargo, fueron las innovaciones tecnológicas en microprocesadores y memorias lo que a hecho tan versátiles y populares a los PLC's. Así, los PLC's ahora pueden realizar operaciones aritméticas, manipulaciones complejas de datos, tienen mayores capacidades de almacenamiento y pueden comunicarse más eficientemente con el programador y con otros controladores y computadoras en redes de área local. Además, ahora muchos PLC's incorporan instrucciones y módulos para manejar señales análogas y para realizar estrategias de control, más sofisticados que el simple ON-OFF, tales como el control PID, inclusive con múltiples procesadores.



### 2.6.2 Lógica de Estado

La lógica de estado es una metodología para el control de sistemas que no se basa en la lógica combinacional, sino en la teoría de la Máquina de Estado Finita. Los lenguajes de lógica de estado, son lenguajes de programación de muy alto nivel, cuyo poder y flexibilidad se derivan del ajuste fiel entre el problema a resolver y el modelo sobre el cual se basa. Con estos lenguajes, el desarrollo y modificación del sistema es mucho más fácil y rápida que con lenguajes de nivel más bajo. El programador puede olvidarse de los códigos simplemente concentrarse en la comprensión del sistema de control. Observemos primero que, cada proceso en un sistema real, atraviesa una secuencia de estados y cada máquina o proceso es una colección de dispositivos o componentes físicos. Además la operación de cualquiera de estos dispositivos, puede ser descrita como una secuencia de pasos con respecto al tiempo. Inclusive los procesos continuos pasan por estados, por ejemplo, fases de: arranque, manual (o automático), operación normal y parada. No resulta difícil, tampoco, expresar explícitamente las condiciones de prueba o eventos que causan que un dispositivo cambien de estado, por ejemplo: "si el nivel del tanque está por debajo del 50%, arranque la bomba # 1 y encienda la luz indicadora". Así, todas las actividades físicas pueden ser descritas en esta forma.

El modelo de lógica de estado, en el cual se basan estos lenguajes, es un modelo jerárquico. Éste consiste de tareas (tasks), subdivididas en estados (states), los cuales son descritos por enunciados (statements) o comandos.

- a) Tareas: Son el elemento estructural primario del modelo de lógica de estado. Una tarea es una descripción de una actividad del proceso, expresada secuencialmente y en relación al tiempo. Si estuviésemos describiendo el motor de un auto, las tareas serían: la tarea del sistema de arranque, la tarea del sistema de carga, la tarea del sistema eléctrico, etc., algunas de ellas pudiendo operar en forma paralela.

- b) ESTADOS: Describen la condición (status) o valor de una salida o grupo de salidas. Cada estado implica un conjunto de "tiempos" por los cuales pasa la tarea y cuya duración no es fijada en el modelo. Cada estado contiene también las reglas de transición de estados.
  
- c) ENUNCIADOS: Se usan para describir la actividad relacionada con la salida de cada estado. Es el conjunto de comandos que forman la descripción de los estados

### 2.6.3 Controlador 984 de Modicon

El PLC utilizado para el desarrollo de la línea de ensamble de dirección integral es un Compact 984 de Modicon. Los controladores de la familia 984 de Modicon pueden configurarse y programarse utilizando el paquete de programación ProWorX NxT, por medio del cual se pueden realizar, entre otras, las siguientes tareas:

- Configuración del controlador.
- Generación y depuración de un programa de control en lógica de escalera o utilizando lógica de estados.
- Carga de un programa hacia el controlador desde la PC.
- Respaldo del programa contenido en un controlador hacia la PC.
- Documentación de las referencias y símbolos utilizados en un programa.
- Edición e impresión de los diferentes listados relacionados con un programa.

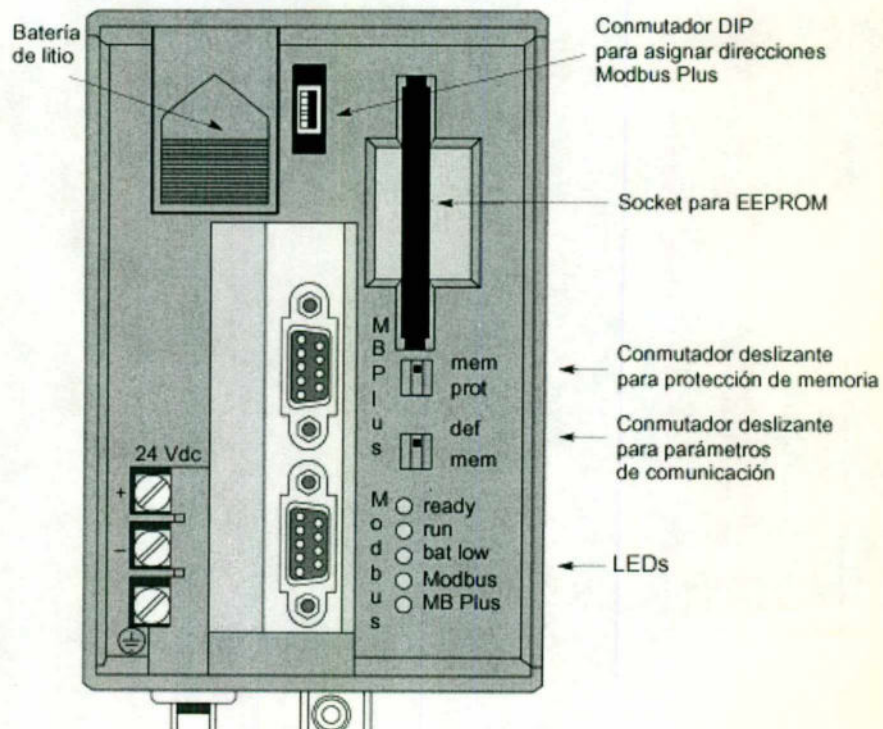
El paquete está diseñado para correr bajo el sistema operativo Windows. Incluye programación en línea y fuera de línea, capacidades completas de documentación, y además proporciona herramientas para desarrollo de programas tales como bloques de función macro. Estas herramientas reducen significativamente el tiempo de desarrollo y agilizan la depuración del programa.

### 2.6.4 Arquitectura de un controlador Modicon

Los controladores programables Compact de Modicon incorporan al mercado de los pequeños controladores las propiedades de alto rendimiento, flexibilidad de aplicación y compatibilidad de programación de la familia 984. Como parte de la familia 984, los controladores Compact implementan un conjunto de instrucciones comunes para el desarrollo de la lógica de aplicación, la funcionalidad estándar de comunicación Modbus y las funcionalidades opcionales de comunicación ModbusPlus.

Éste es el panel frontal.

Controladores A984-145 y E984-245/255



ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR 984

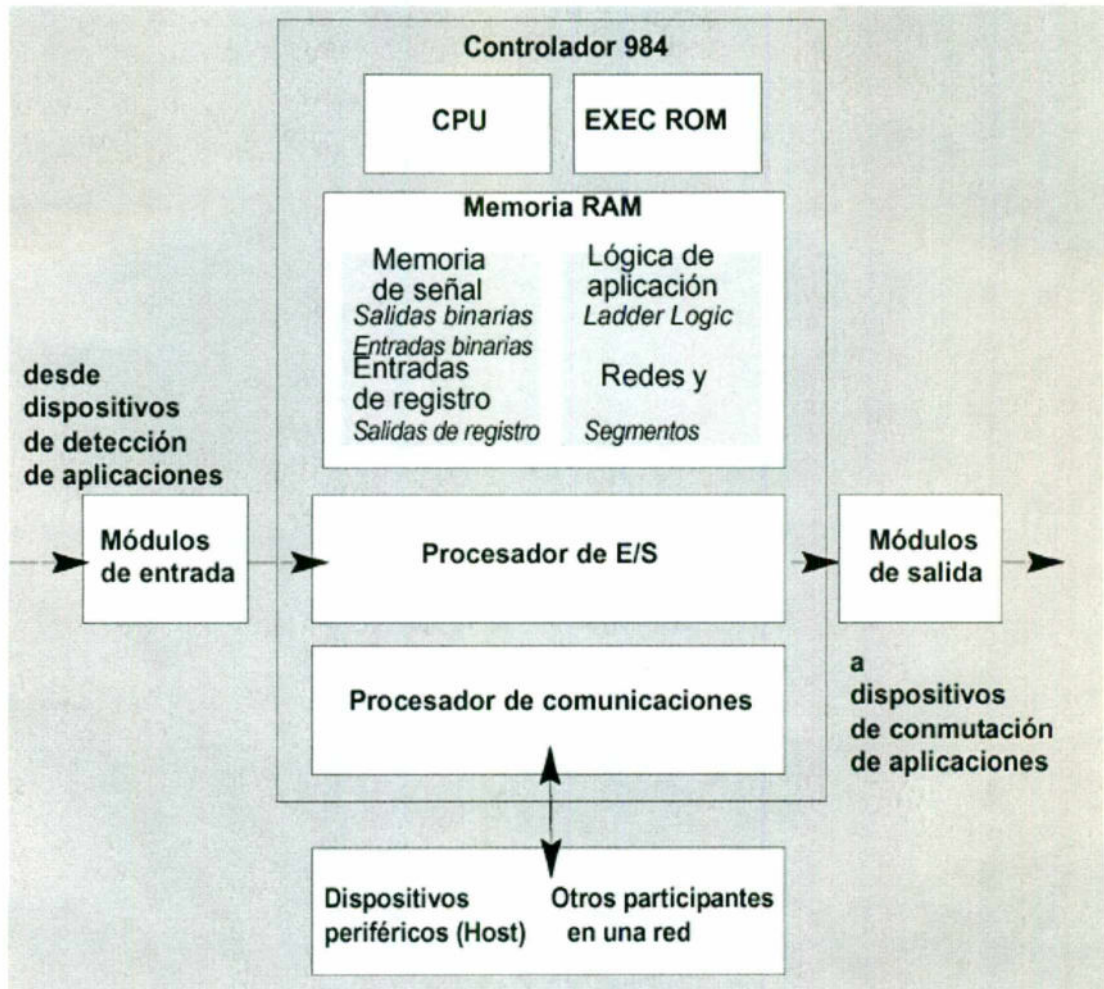
Figura 2.7

Los controladores Compact tienen en común las características de arquitectura de procesamiento 984 que se indican a continuación:

- a) Una sección de memoria que almacena lógica de aplicación, memoria de señal y administración del sistema en la CMOS RAM mantenida con baterías, y que guarda el firmware executive del sistema en la memoria no volátil PROM o FLASH RAM.
  
- b) Una sección de la CPU que resuelve el programa de lógica de aplicación basado en los valores de entrada actuales de la memoria de señal y, a continuación, actualiza los valores de salida de esta memoria.
  
- c) Una sección de procesamiento de E/S que controla el flujo de señales que va desde los módulos de entrada a la memoria de señal y proporciona una ruta de acceso mediante la cual se envían las señales de salida desde el ciclo lógico de la CPU a los módulos de salida.
  
- d) Una sección de comunicaciones que proporciona una o varias interfases de puerto. Estas interfases permiten al controlador comunicarse con los paneles de programación, equipos de programación, herramientas de diagnóstico portátiles y otros dispositivos principales, así como con controladores adicionales y otros participantes de una red Modbus (o Modbus Plus). Esta consistencia arquitectónica permite la compatibilidad de máquina entre los controladores Compact y los demás controladores de la familia. De este modo, las secuencias de lógica de aplicación creadas en un controlador de medio o alto rendimiento, como el controlador 984B o 984-685, se pueden trasladar a un controlador Compact. Además, se garantiza una alta compatibilidad entre la lógica de aplicación generada para este controlador pequeño y los 984 de mayor tamaño.

Así, un controlador Compact se puede integrar fácilmente en una red de varios controladores.

Los elementos que conforman se muestran en la figura 2.7.



ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR 984

Figura 2.8

### 2.6.5 Estructura de un programa

Para poder describir la estructura de un programa vamos a partir de los elementos básicos hasta llegar a formar un programa completo. Como parte del proceso de configuración del PLC, se especifican un cierto número de salidas discretas o bobinas, entradas discretas, registros de entrada y registros de almacenamiento

para aplicaciones de control. Estas entradas, salidas y registros se sitúan en una tabla de 16 bits en un área del sistema conocida como RAM de estado.

a) Salidas Discretas o Bobinas (0XXXX):

Los números de referencia 0XXXX se utilizan para relacionar una salida discreta de la RAM de estados con un elemento digital de programación. Las salidas discretas pueden ser utilizadas como elementos de lectura y escritura. Es decir, podemos utilizarlas para leer el estado de una señal digital o para escribir una orden digital que comande la lógica del PLC. Una salida digital puede utilizarse como referencia de escritura una sola vez en el programa, pero como referencia de lectura puede utilizarse cuantas veces sea necesario. Las salidas digitales sólo pueden ser generadas por el PLC y no todas las salidas digitales tienen que estar asociadas a un módulo de salidas físicas. A las salidas que no se encuentran relacionadas con un módulo las llamamos de "lógica interna". Las salidas digitales que se encuentran relacionadas a un módulo pueden controlar el encendido y apagado de elementos tales como válvulas solenoides, arrancadores para motores, lámparas de indicación, alarmas sonoras, etc.

b) Entradas Discretas (1XXXX):

Los números de referencia 1XXXX se utilizan para relacionar una entrada discreta de la RAM de estados con un elemento digital de programación. Las entradas discretas sólo pueden ser utilizadas como elementos de lectura. Es decir, podemos utilizarlas sólo para leer el estado de una señal digital. Las entradas *digitales* sólo pueden ser generadas por un módulo de entradas, y se utilizan para que el programa pueda saber el estado de un dispositivo de entrada.

c) Registros de Entrada (3XXXX):

Los números de referencia 3XXXX se utilizan para relacionar una entrada analógica de la RAM de estados con un elemento analógico de programación. Las entradas analógicas sólo pueden ser utilizadas como elementos de lectura. Es decir, podemos utilizarlas sólo para leer el estado de una señal. A diferencia de las

entradas digitales, en las que sólo se recibe un estado activado /desactivado, para estas señales se recibe un número que está dentro de un rango de valores. El rango de valores que puede tomar un registro de entrada varía de acuerdo a la configuración del módulo al que esté relacionado. Las entradas analógicas sólo pueden ser generadas por un módulo de entradas. Las entradas analógicas se utilizan para recibir la señal de los elementos de conversión analógico/digital.

d) Registros de Almacenamiento/Salida (4XXXX):

Los números de referencia 4XXXX se utilizan para relacionar una salida analógica de la RAM de estados con un elemento analógico de programación. Las salidas analógicas pueden utilizarse como elementos de lectura y escritura el número de veces que sea necesario. A diferencia de las entradas digitales en las que sólo se recibe un estado on/off, para estas señales se recibe un número que está dentro de un rango de valores. El rango de valores que puede tomar un registro de almacenamiento es de 0-9999. Al igual que las salidas digitales, las referencias 4XXXX pueden estar relacionadas con un módulo de salidas analógicas para controlar elementos como servo válvulas, elementos de posicionamiento, variadores de velocidad para motores, etc., pero no todas las referencias 4XXXX tienen que estar relacionadas con módulos de salida, a las que no lo están les llamamos "registros de lógica interna". Estos registros de lógica interna pueden utilizarse dentro del programa como una variable donde podemos almacenar resultados parciales de nuestras operaciones o para controlar el flujo del programa, etc.

e) Malla:

El diagrama de escalera es un lenguaje de programación gráfico y fácil de usar que se implementa mediante la simbología equivalente a un diagrama de relevadores. Sus componentes principales son instrucciones de uno o varios nodos. Estos elementos se programan en redes (Networks), que no son otra cosa que construcciones de lógica de escalera con un tamaño y estructura definidas. Un programa en lenguaje escalera consiste en una secuencia de redes unidas en uno o más segmentos.

Una malla es un diagrama de escalera delimitado a izquierda y derecha mediante líneas de energía. Por convención, se muestra la línea izquierda pero no así la derecha. Cada malla tiene un ancho máximo de once columnas y una longitud máxima de siete renglones. A la intersección de una columna con un renglón le llamaremos nodo. Podemos decir entonces que una malla está compuesta por 77 nodos.

Una red puede contener cualquier combinación de contactos relevadores, bobinas, contadores, temporizadores, bloques aritméticos, funciones de transferencia de datos y bloques de funciones especiales. Existen algunas restricciones que se deben de respetar al momento de organizar los elementos que vamos a incluir dentro de una red: primera, la columna once está reservada para las bobinas; segunda, no se puede colocar ningún elemento a la derecha de una bobina y tercera, ningún nodo puede ser ocupado por dos elementos simultáneamente.

La lógica que se incluye en una red puede ocupar el área completa de la red o sólo una porción de ésta. Es decir, no es necesario llenar una red para poder generar una nueva.

Puesto que la estructura de una red es fija, el programa requiere generalmente varias redes. A un grupo de redes contiguas, que desarrollan una rutina o subrutina, se les llama **segmento**. No existe un número predeterminado como límite para la cantidad de redes que constituyen un segmento, el único límite es la capacidad de memoria con que cuenta el usuario. Para aplicaciones sencillas, *un segmento* puede ser suficiente, pero para aplicaciones más complejas se hace uso, por lo general, de varios de ellos. Los segmentos se numeran de 1 a 32 según el orden en que fueron creados por el programador. El orden de resolución de los segmentos puede modificarse mediante el secuenciador de segmentos (SEGMENT SCHEDULER). Se puede crear también un segmento no secuenciado con una o más subrutinas y que se puede invocar mediante una instrucción JSR.



Línea de potencia.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											( )
2											( )
3											( )
4											( )
5											( )
6											( )
7											( )

### 2.6.6 Como resuelve el PLC la lógica de escalera.

El PLC barre la lógica del programa en una manera secuencial de acuerdo al siguiente orden:

Los segmentos se barren según el orden en que fueron introducidos por el programador en la tabla de orden de resolución llamada secuenciador de segmentos. Esta secuencia se puede modificar durante la configuración del sistema o se puede realizar de la manera predeterminada: el segmento uno seguido del segmento dos, seguido del segmento tres, etc.

De manera similar, dentro de cada segmento el barrido empieza resolviendo la primer malla, al terminar con la primera, se pasa a la segunda y así sucesivamente hasta encontrar la última. Cuando el barrido termina con la última malla del segmento en curso, pasa al siguiente segmento.

Dentro de cada malla el barrido empieza en la parte superior izquierda de la malla y va de la parte superior a la parte inferior de cada columna, de la columna izquierda a la columna derecha.

Al tiempo que va ejecutando la lógica del programa, el barrido también se encarga de actualizar las entradas y las salidas de tal forma que se garantice que en cada barrido se resuelve una vez cada instrucción de la lógica y se actualiza el estado de cada entrada y salida.

➤ Elementos e Instrucciones de Lógica de Escalera:

Existe un conjunto básico de elementos de programación (contactos, bobinas, conectores vertical y horizontal) y funciones presentes dentro del firmware de desarrollo. Existen además instrucciones adicionales que se presentan como "incluidas" o "transferibles". Se presentan a continuación algunas de las instrucciones presentes en un PLC. Para mayor detalle, refiérase a la guía del usuario de la librería de bloques lógicos.

Símbolo	Significado	Nodos
-   -	Contacto normalmente abierto.	1
-  /  -	Contacto normalmente cerrado	1
-  P  -	Contacto transicional positivo	1
-  N  -	Contacto transicional negativo	1
-( )-	Bobina normal	1
-( L )- -( M )-	Bobina retentiva, ambos símbolos significan lo mismo y el usuario puede utilizar la versión que prefiera en el editor gráfico.	1
—	Conector horizontal	1
	Conector vertical	0
Instrucción	Significado	
	Instrucciones de conteo /temporización.	
UCTR	Cuenta desde cero hasta un valor predeterminado.	2
DCTR	Cuenta desde un valor predeterminado hasta cero.	2
T1.0	Temporizador con incrementos de un segundo.	2
T0.1	Temporizador con incrementos de décimas de segundo.	2

T.01	Temporizador con incrementos de centésimas de segundo.	2
	Instrucciones de operación aritmética.	
ADD	Suma el nodo superior al nodo intermedio.	3
SUB	Resta el nodo intermedio del nodo superior.	3
MUL	Multiplica el nodo superior por el nodo intermedio.	3
DIV	Divide el nodo superior entre el nodo intermedio.	3
	Instrucciones de transferencia de datos.	
R->T	Transferir datos de una serie de registros a una tabla.	3
T->R	Transferir datos desde una tabla a una serie de registros.	3
T->T	Transferir datos de una tabla a otra.	3
BLKM	Mover un bloque de registros.	3
FIN	Establecer la primera entrada en un registro FIFO.	3
FOUT	Establecer la primera salida en un registro FIFO.	3
SRCH	Realizar una búsqueda en una tabla.	3
STAT	Desplegar los valores de los registros de estado.	1
	Instrucciones de operación lógica.	
AND	AND lógica entre dos registros.	3
OR	OR lógica entre dos registros.	3
XOR	OR exclusiva entre dos registros.	3
COMP	Complemento lógico.	3
CMPR	Comparación lógica de dos matrices.	3
MBIT	Modificación lógica de un bit.	3
SENS	Sensado lógico de un bit.	3
BROT	Rotación lógica de un registro.	3
	Instrucción de salto de redes.	
SKP	Ignora un número específico de redes en un programa.	1

### Capitulo 3. Información para el proceso de fabricación y programación para la captura de datos desde el proceso.

#### 3.1 Características del producto.

El producto a manufacturar es una dirección hidráulica del tipo Integral Gear Serie 600 (Dirección Integral Serie 600), este sistema de dirección es utilizado por los siguientes vehículos:

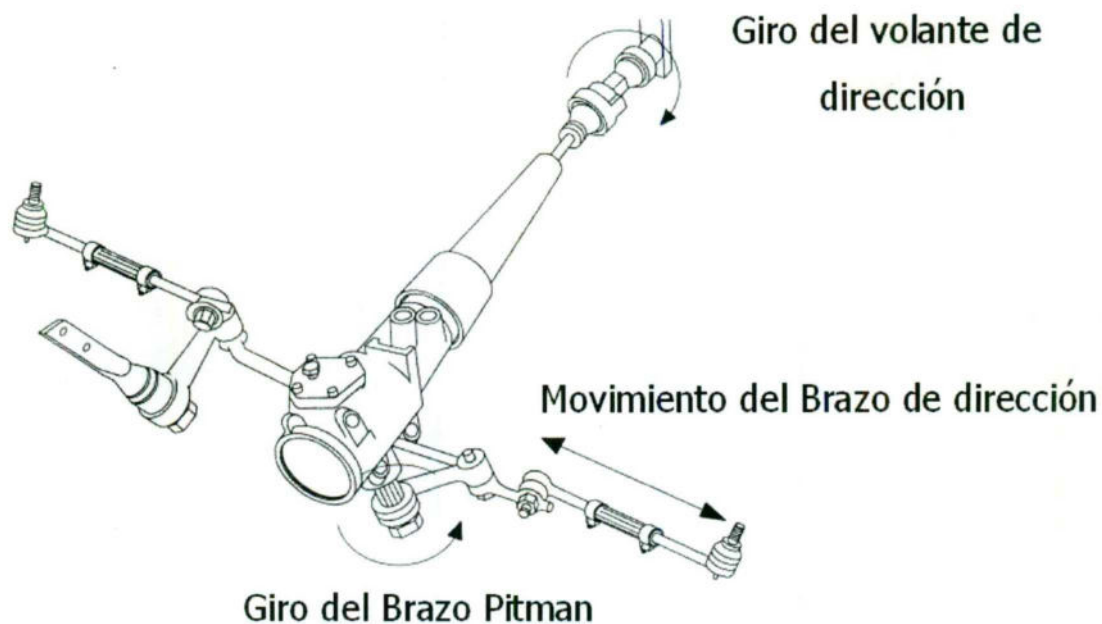
- Frontier de Nissan
- Xterra de Nissan
- Escalade de GM



GM ESCALADE

Figura 3.1

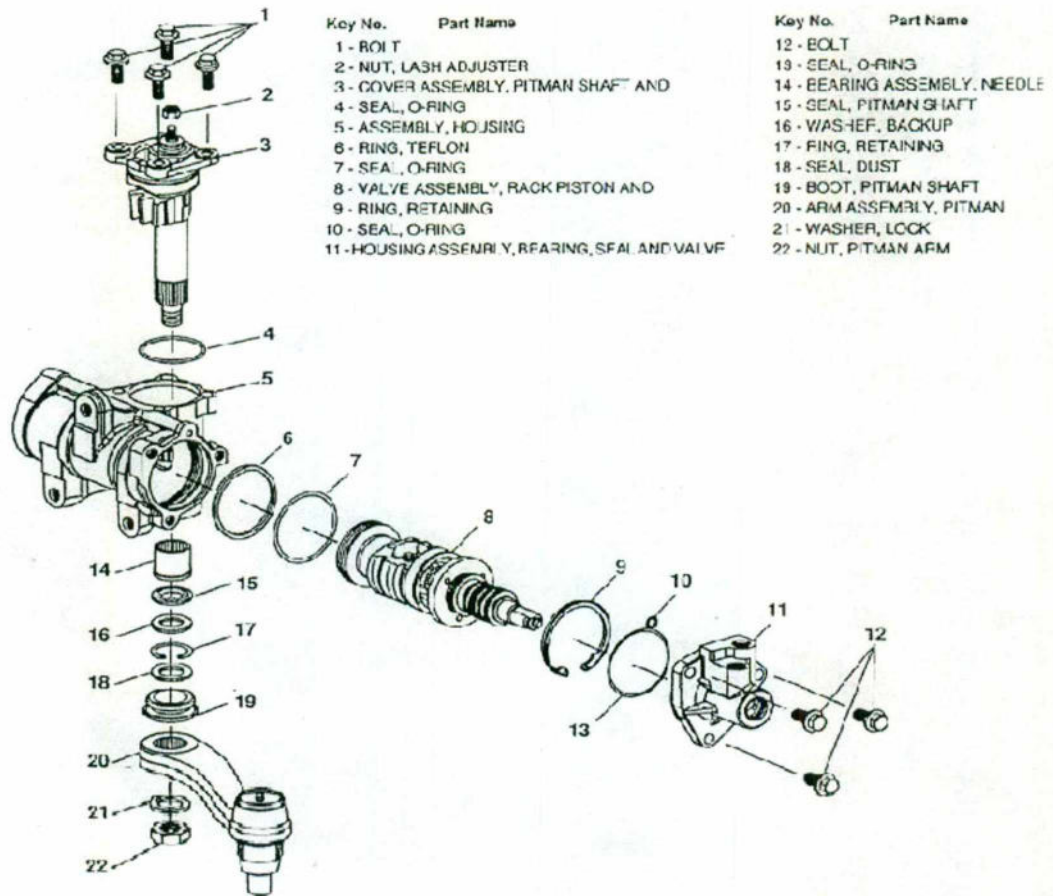
La operación básica del sistema consiste en trasladar mecánicamente el giro del volante al giro de un brazo llamado "pitman" y este a su vez se transforma en un movimiento lineal del brazo de dirección para dar movimiento a las llantas tal y como se observa en la figura 3.2.



SISTEMA DE DIRECCIÓN INTEGRAL

Figura 3.2

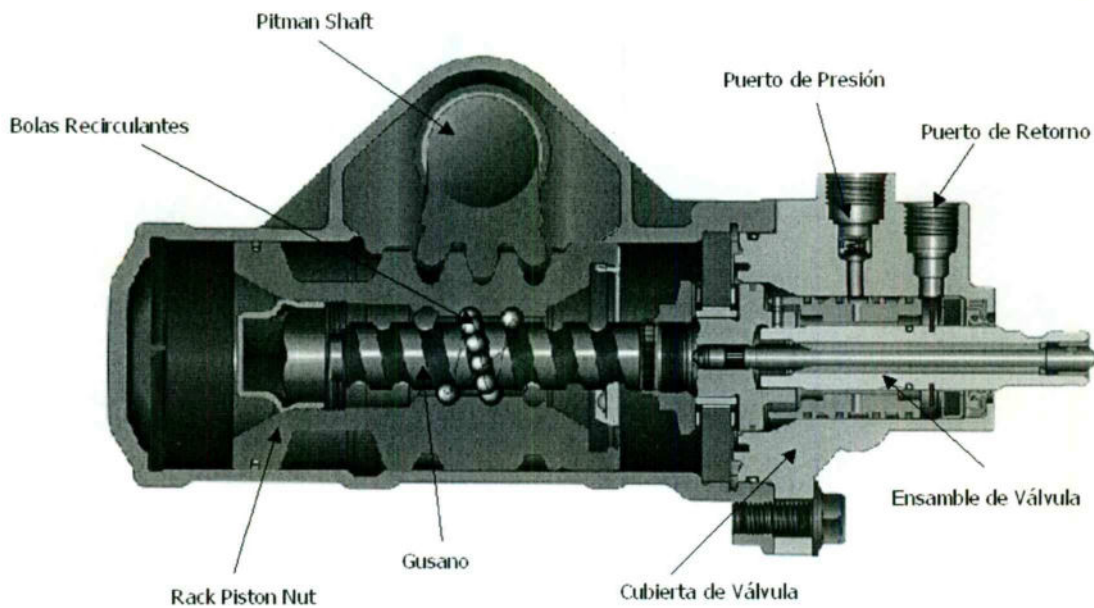
La dirección integral como producto terminado es embarcado sin las rotulas terminales y axiales que componen todo el sistema de dirección que se observa en la figura anterior. En la figura 3.3 se pueden observar los principales elementos que componen la dirección:



ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE DIRECCIÓN INTEGRAL

Figura 3.3

La dirección funciona como un cilindro hidráulico. Al aplicársele asistencia hidráulica y con el giro de la válvula al mover el volante se genera un movimiento del pistón cremallera (rack pistón), éste transmite el movimiento mecánico al pitman shaft lo que mecánicamente propicia la navegación del vehículo. Figura 3.4.



PARTES DE LA DIRECCIÓN INTEGRAL

Figura 3.4

### 3.2 Proceso de fabricación.

El proceso de fabricación se divide en dos partes:

#### a) Área de subensamble:

En esta área se ensambla la Válvula con el Gusano y el Rack Piston además de la carga de Balines o Bolas Recirculantes. En esta etapa la válvula se encuentra totalmente ensamblada y lista para cargarla en el Housing que es la "carcaza" de la dirección. Las máquinas constan de un dial con diferentes estaciones en donde se realiza el ensamble. La disposición y descripción de las operaciones de subensamble son las siguientes:

<b>MAQUINA</b>		
MS 3958	10	Prensado de balero a housing
	20	Prensado de sello pitman. Ensamble de arandela y anillo retén.
MS 3959	30	Inspección de presencia del anillo retén y prensado del sello pitman.
<b>SUB ENSAMBLE PITMAN SHAFT.</b>		
MS 3946	10	Subensamble de pitman.
<b>SUB ENSAMBLE DE RACK PISTON.</b>		
MS 3944	10	Subensamble de anillos y guía de balines en pistón.
<b>SUB ENSAMBLE BALINES</b>		
MS 3947	10	Cargo de balines a rack.
<b>ENSAMBLE DE TAPON A VALVULA.</b>		
MS 3948	20	Ensamble de tapón a válvula.
<b>SUB ENSAMBLE DE BULKHEAD A VALVULA.</b>		
MS 3945	10	Subensamble de bulkhead y rodamiento de agujas.



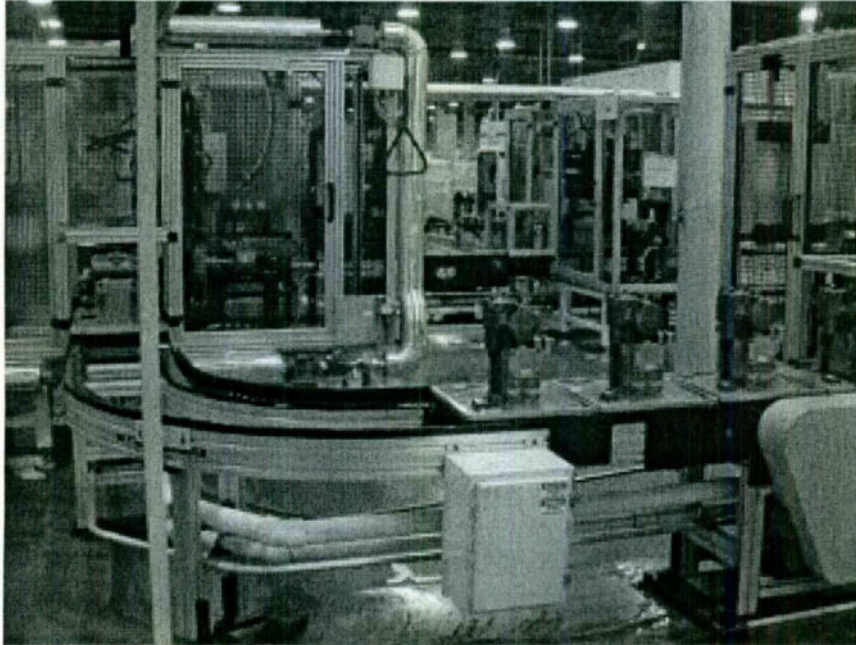
b) Área de ensamble final:

Esta area consta de operaciones automaticas de ensamble y prueba, estas ultims realizan pruebas una vez ensamblado el producto donde se analizan diferentes características y se obtienen datos que son indispensables para la mejora continua de los procesos. Las operaciones se describen a continuacion:

MAQUINA	OP.	DESCRIPCION
MS 3943	10	Carga de housing a montadura.
MS 3943	20, 25	Ensamble de subensamble rack piston a housing. Instalar anillo retén.
MS 3944	30	Autoinspección de presencia de anillo retén. Instalar suensamble pitman y 4 tornillos.
MS 3943	40	Engrasar, instalar subensamble de cubierta de válvula y colocación de tonillos.
MS 3960	50	Torque a 7 tornillos en housing.
MS 3962 MS 3963	60	Ajuste inicial de torque.
MS 3964	70	Prueba de fugas de aire.
MS 3971	80	Verificación de balanceo de válvula.
MS 3965	90	Llenado rápido y verificación de fuga interna.
MS 3967	100	Ajuste final de torque.
MS 3969	110	Prueba de funciones y recorrido total.
MS 3972	120	Estampado de fecha y purga.
MS 3976	150	Torque a tuerca pitman.
	S/N	Empaque e inspección final.

### 3.3 Descripción de la línea de ensamble.

Se trata de una línea del modo "palletizado" donde las piezas que pasan por el ensamble final son transportadas por medio de pallets que circulan en un conveyer o banda transportadora.



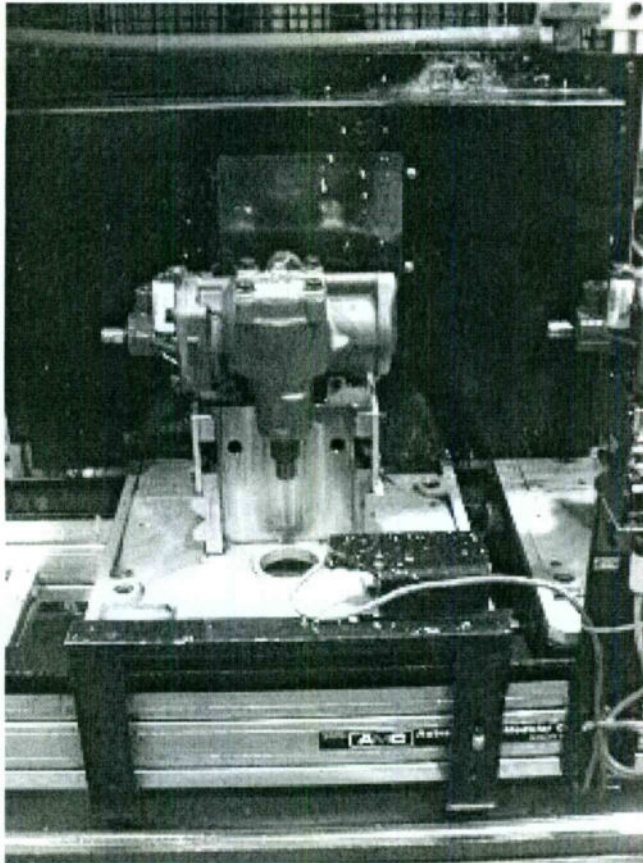
TRANSPORTE DE PIEZAS

Figura 3.5

Cada operación, de acuerdo a las características del proceso es controlada por un PLC además de un sistema por computadora para el control de servomecanismos que se encargan de ejecutar pruebas y medir parámetros fundamentales para el ensamble como lo son valores de fuga interna, fuga externa, balanceos, esfuerzos, torque, y posicionamiento medido en ángulos principalmente.

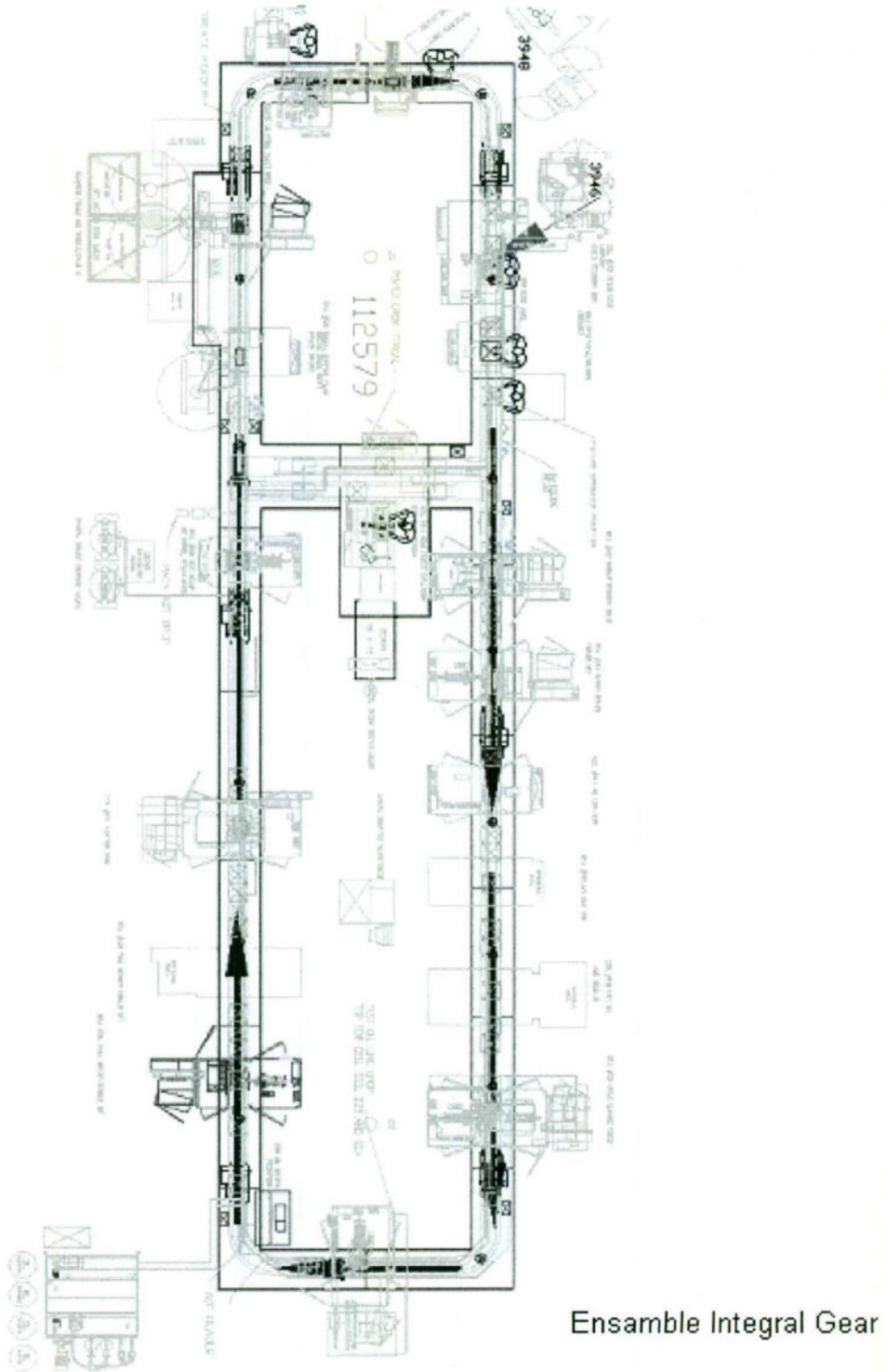
A excepción de las primeras cuatro operaciones del ensamble final, el resto son totalmente automáticas. La lógica del conveyer es administrada por medio de un PLC que utiliza sensores que detectan cuando las piezas están por llegar a una determinada estación, una vez que la pieza esta en posición de trabajo esta es ensamblada. Al terminar cada operación la máquina por medio de una antena "escribe" a una memoria de radio frecuencia un código que significa que la

operación ha sido concluida satisfactoriamente, esta información también es leída cuando la pieza llega a una nueva operación. La siguiente figura muestra la posición del pallet respecto a la antena al llegar a una estación



POSICIÓN DE PALLET Y ANTENA

Figura 3.6



LAYOUT DE LINEA DE ENSAMBLE DE DIRECCIÓN INTEGRAL

Figura 3.7

### 3.4 Principales parámetros a monitorear durante el ensamble.

Dentro del funcionamiento de la dirección integral existen diferentes parámetros que son indispensables para asegurar la calidad del producto. Actualmente algunos de estos parámetros son reportados a nuestro cliente para efectos de estudio del producto. Con la generación de un sistema de captura de datos por computadora los parámetros mas significativos son recopilados a lo largo del proceso en diferentes estaciones de ensamble y prueba para cada una de las piezas ensambladas y no solo para unas cuantas como actualmente se realiza. En la siguiente tabla se observa un ejemplo de los diferentes datos que son considerados de mayor importancia durante el proceso.

No. serial:	TNG2393Q0638	Modelo:	670
No. de parte:	15173571	Retrabajos:	0
		Código de falla:	0
<b>Operacion 70</b>		<b>Operacion 100</b>	
Valor final de fuga:	0.829	Código de rechazo AFS:	M1
<b>Operacion 80</b>		Valor final de torque sección 13:	0.79
Esfuerzo a la izquierda:	2.45	Valor final de torque sección 6:	0.09
Esfuerzo a la derecha:	2.23	Valor final de torque sección 7:	0.64
Desbalanceo:	-0.22	<b>Operacion 110</b>	
Flujo:	10.77	Código de rechazo AFS:	
Backpressure:	162	Valor final del ángulo sección 9:	50
<b>Operacion 90</b>		Valor final del ángulo sección 12:	56
Fuga interna CW:	0.65	Valor final de torque sección 13:	56
Fuga interna CCW:	0.60		
Código de rechazo AFS:	M1		

#### ➤ No. Serial:

Este número sirve para identificar cada una de las diferentes piezas. Al momento de escanear este número y registrarlo en el PLC se obtiene una "acta de nacimiento" para cada una de las piezas ensambladas ya que este numero permite asignarle a una y solo una pieza los diferentes parámetros obtenidos para ese ensamble en

especifico. Este número es colocado a la pieza mediante un código de barras impreso en una etiqueta adherida a la tapa de la dirección. Consta de 12 caracteres (ejemplo: **TN2393Q0638**) que incluyen la planta de ensamble (TNG), la fecha juliana de fabricación de esa pieza (día 239 del año 2003), el site (representados por la Q), y el numero consecutivo (0638) que representa el numero de piezas producido en el día.



ETIQUETA CON CODIGO DE BARRAS, NUMERO DE PARTE Y SERIAL

Figura 3.8

➤ No. Parte:

Este número al igual que el serial viene impreso en código de barras en la misma etiqueta (ejemplo **15173571**), este solo identifica el modelo del producto especificado por el cliente.

➤ Valor final de Fuga:

Este parámetro se obtiene al inyectar aire a la dirección ya ensamblada y es la caída de presión medida en tres segundos. Esta se mide en centímetros cúbicos.

➤ Esfuerzo a la izquierda y derecha

En esta prueba se mide el torque necesario para girar la dirección ya con asistencia hidráulica en un sentido y luego hacia el otro. A este parámetro se le denomina como esfuerzo.

➤ Balanceo

El balanceo se obtiene de la diferencia de esfuerzo hacia la derecha menos el esfuerzo hacia la izquierda.

➤ Flujo

Es el flujo de asistencia hidráulica medido al momento de realizar las pruebas de balanceo y esfuerzos.

➤ Backpressure

Es la presión de retorno del sistema, esto es, el flujo hidráulico de retorno hacia la unidad hidráulica.

➤ Fuga Interna CW-CCW

La fuga interna es la caída de presión en que se genera en las cámaras internas de la dirección al girar la válvula en sentido horario (CW) y posteriormente en sentido contra horario (CCW) manteniéndola en esas posiciones durante 3 segundos.

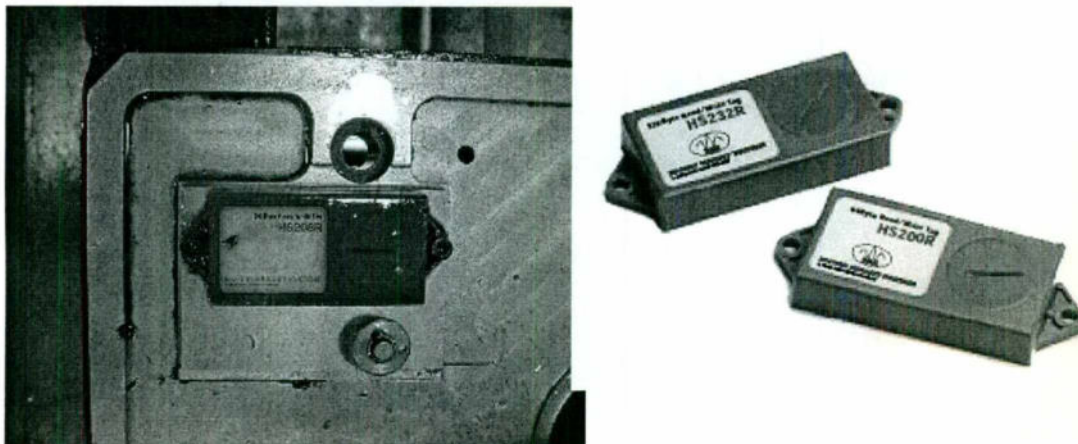
➤ Códigos de rechazo AFS

Estos códigos son generados por el sistema de servomecanismos que se controlan las pruebas de torque y ángulo que se aplican a la dirección, estos representan el estatus de ese equipo durante la prueba y son referencia para el diagnostico de fallas.

### 3.5 Desarrollo de la captura de información

Al inicio de turno el supervisor de la línea ingresa los datos de producción almacenados en una computadora central para que esta a su vez los comunique al PLC de la primera estación. En el punto 3.3 se comentó brevemente como es la estructura de la línea de ensamble, los pallets viajan a través del conveyor pasando por cada una de las estaciones de ensamble y prueba. Cada pallet tiene instalado un dispositivo de radio frecuencia de 8 KB de memoria encapsulado en material epoxico, figura 3.9, en la que se el PLC escribe por medio de una antena los parámetros de referencia ingresados al inicio del turno como son: el modelo, numero de parte, los límites para cada una de las pruebas y algunos otros datos de proceso siendo un total de 100 datos transferidos, de manera que cuando el pallet esta en posición de trabajo el PLC de la estación correspondiente "lee" las localidades de memoria que contienen la información que condiciona el inicio de la prueba.

Al finalizar la prueba el PLC "escribe" los resultados de la misma así como el NPC (Next Process to Complete) que funciona como una especie de estafeta a la siguiente operación indicando que la operación actual fue concluida satisfactoriamente.



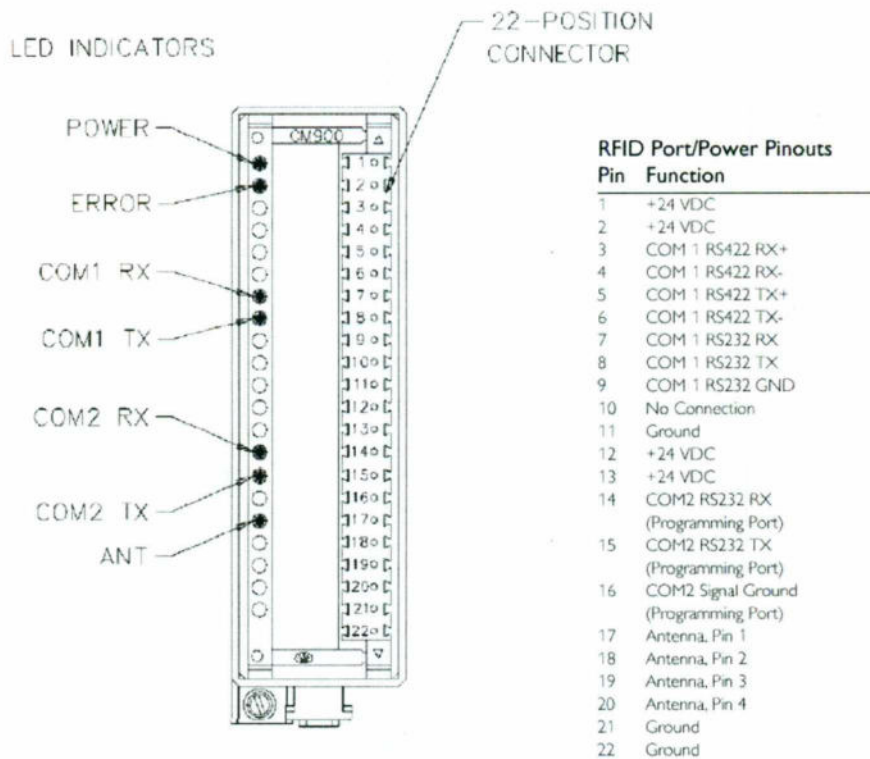
DISPOSITIVOS DE R.F INSTALADOS EN PALLETS

Figura 3.9



De esta forma se mantiene una comunicación desde las estaciones de ensamble hasta la última prueba realizada a la dirección.

La programación del PLC para las secuencias de lectura y escritura de datos hacia las localidades de memoria o TAGs se basa en la configuración de un módulo interfaz de comunicación RS232 especial diseñado para controladores Modicon 984 conectado a la antena que permite la transferencia de la información almacenada hasta los registros del PLC, figura 3.7 (Programa ver Apéndice A).



MODULO DE INTERFAZ DE COMUNICACION CM900

Figura 3.10

La programación del PLC requiere bloques de funciones que especiales que son dadas de alta en el software al momento de instalar la tarjeta, dichas funciones son:

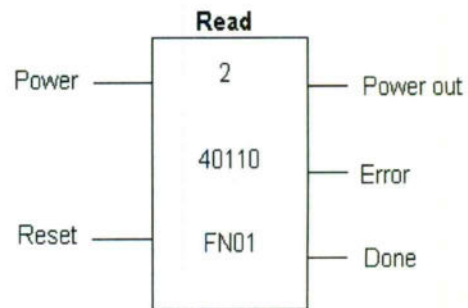
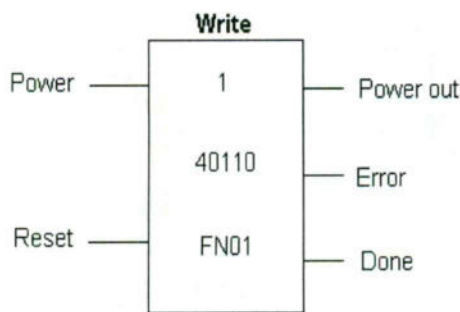
➤ FN01-1 Write (Enviar datos)

Es una función codifica los datos contenidos en los registros de memoria del PLC y los deposita en los buffers del módulo que son circuitos donde se puede depositar la información temporalmente al momento de ser transferida.

➤ FN01-2 Read (Recibir datos)

Esta función decodifica la información obtenida por la antena o dispositivo de lectura y deposita dicha información en los buffers del módulo para posteriormente depositarlos en localidades de memoria del PLC.

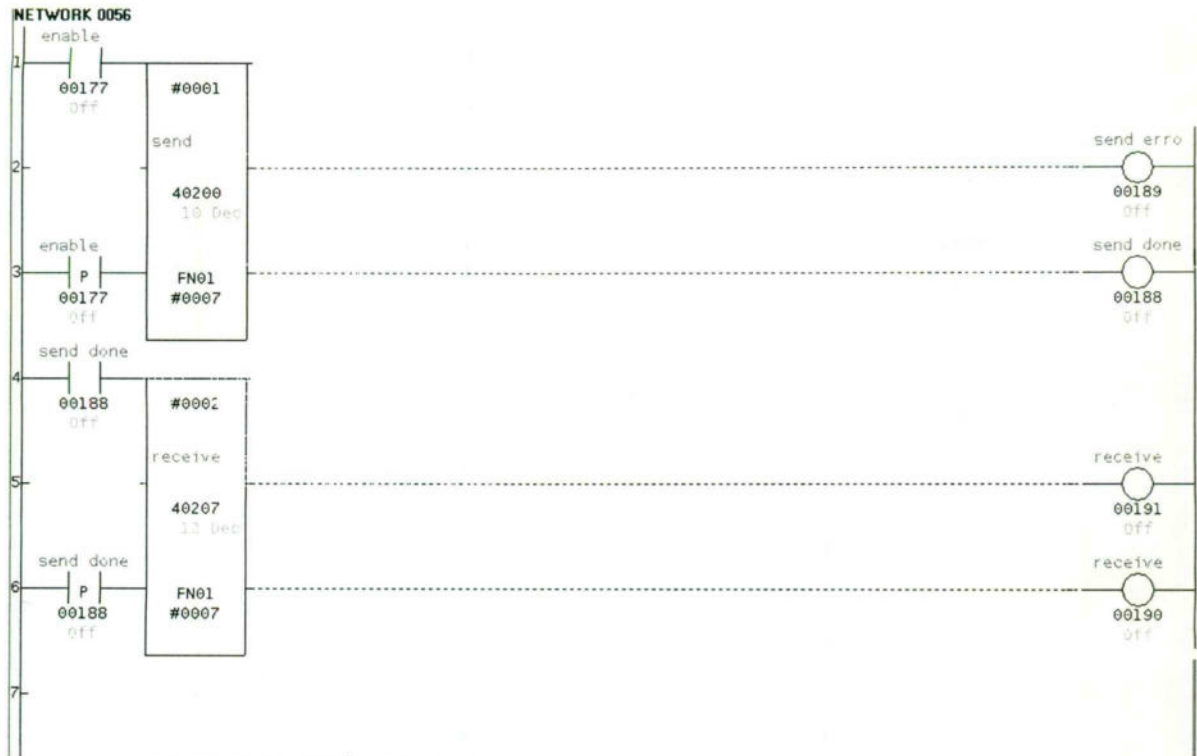
La forma de configurar los comandos de lectura y escritura del PLC a la CM900 es asignando localidades de memoria del PLC al FN01-1 y FN01-2 como se indica a continuación



40110 - 40 total de registros a transferir  
 40111 - 01 localización de registros en memoria del PLC  
 40112 - 01 localización de registros en memoria del PLC  
 40113 - 06 número de registros supervisados  
 40114 - 125 tamaño de buffer  
 40115 - 0 reservado como código de error  
 40116 - 9999 reservados para uso especial

40110 -100 total de registros a transferir  
 40111 -30 localización de registros en memoria del PLC  
 40112 -30 localización de registros en memoria del PLC  
 40113 -8 número de registros supervisados  
 40114 -250 tamaño de buffer  
 40115 -0 reservado como código de error  
 40116 -9999 reservados para uso especial

La programación en el PLC de los bloques de funciones especiales en el software del PLC se observa como en la figura.3.11.



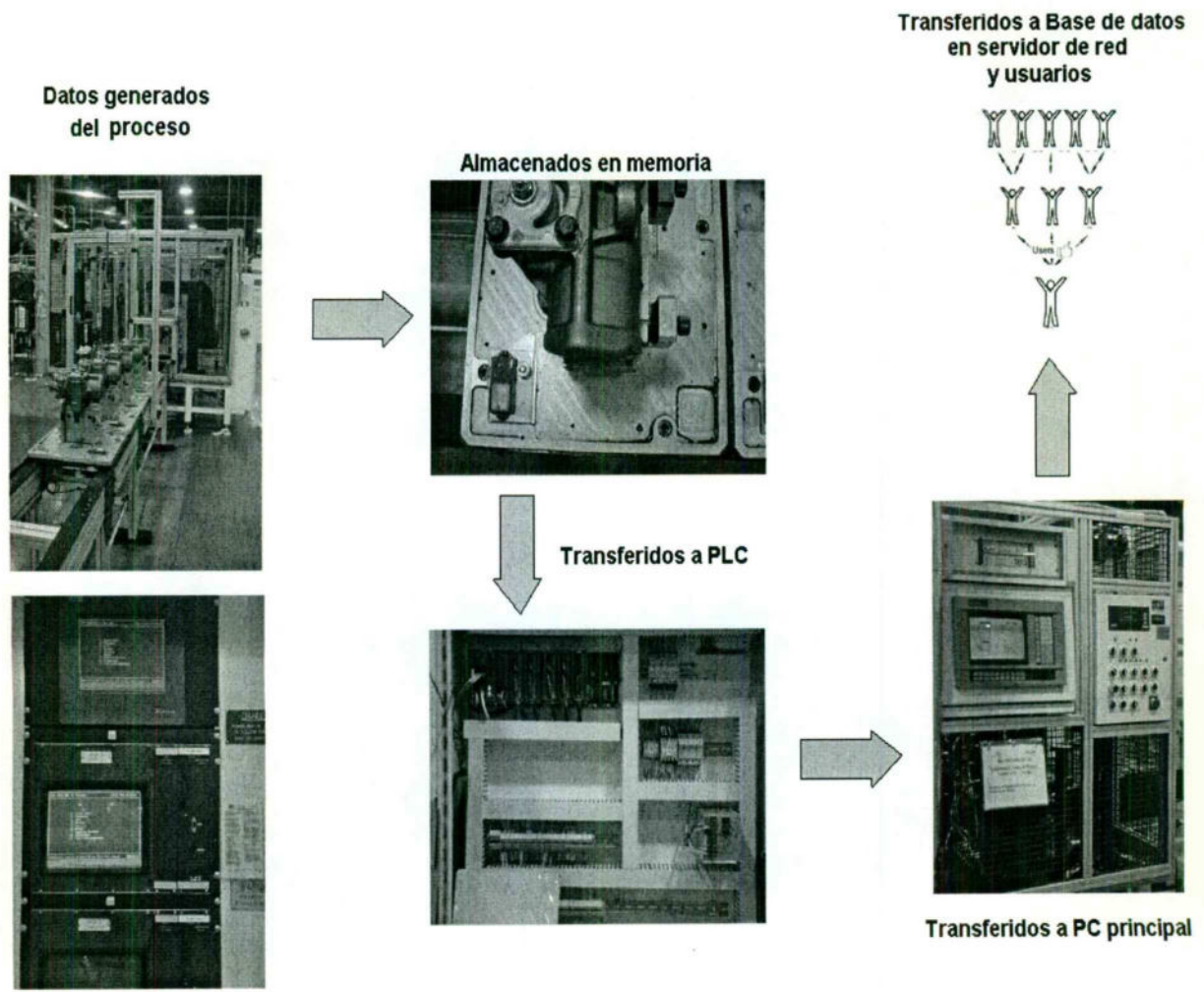
PROGRAMACIÓN PARA BLOQUES DE FUNCIONES ESPECIALES

Figura 3.11

La configuración detallada para cada una de las secuencias de lectura y escritura de cada estación, así como un ejemplo de las modificaciones a los programas para generar la adquisición de datos pueden observar mas a detalle en el apéndice B.

### 3.6 Procesamiento de la información.

Una vez que los datos obtenidos del proceso se encuentran en el PLC de la última estación, son procesados y transferidos a la computadora principal que se encuentra conectada por medio de una tarjeta de red a un servidor. La información es importada mediante una aplicación en "Wonderware" a una base de datos de donde se procesan para obtener gráficos detallados con los parámetros de cada pieza y reportes mensuales de producción de piezas aceptadas y rechazadas todo en formato .TXT para su manejo en excel.



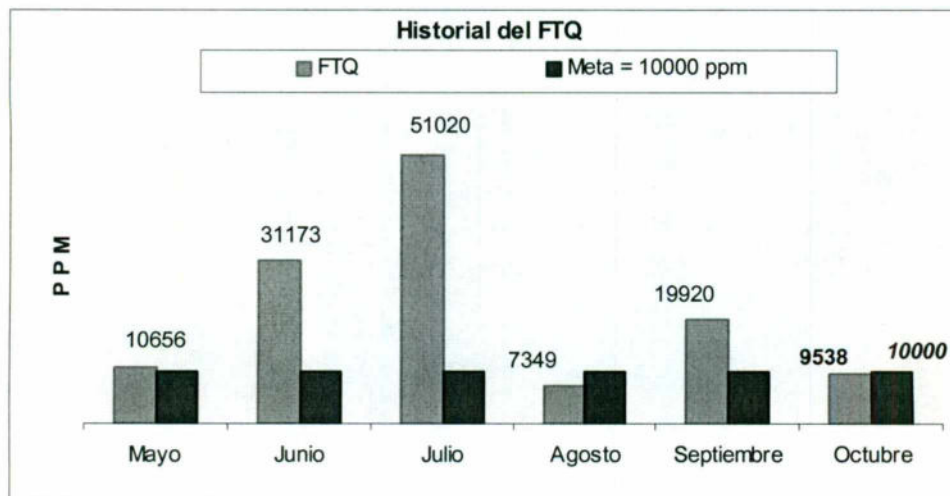
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Figura 3.12

## Capítulo 4. Descripción y configuración del sistema de adquisición de datos

### 4.1 Sistema para adquisición de información de proceso.

El sistema de adquisición de datos tiene por objeto facilitar el análisis de las diferentes pruebas durante el ensamble para agilizar la toma de decisiones, reducir tiempos muertos y errores de proceso. Así como la generación de reportes a los clientes informando el comportamiento tanto del proceso como de los productos que le son enviados.



COMPORTAMIENTO DEL FTQ (FIRST TIME QUALITY)

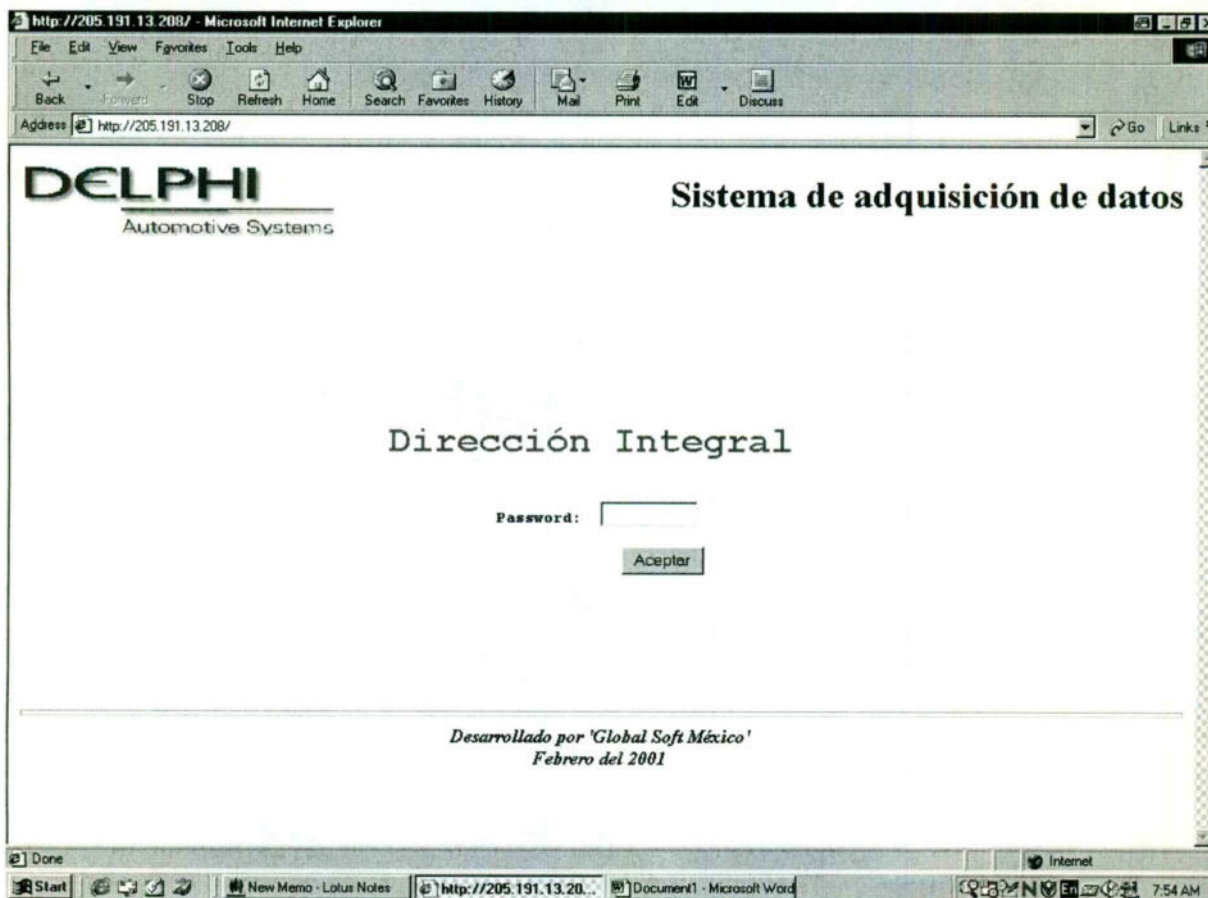
Figura 4.1

El sistema despliega información relativa del proceso para cada una de las piezas ensambladas y es capturada en tiempo real. La información es almacenada en una base de datos que reside en un servidor de red equipado con Windows 2000, SQL Server e Internet Information Server. La información que reside en la base de datos es procesada para generar reportes gráficos donde se representa el comportamiento de parámetros de prueba. El sistema hace uso extensivo de la red Ethernet que existe en la planta.

## 4.2 Funcionamiento del sistema.

### 1. Ingreso al sistema:

Para que el usuario acceda al sistema es necesario que abra una ventana del navegador de Internet y teclear la siguiente dirección: : **http://205.191.13.208/** En ese momento deberá aparecer una pantalla de presentación del sistema así como una ventana para introducir un password que se le provee a los usuarios autorizados para analizar la información, figura 4.2

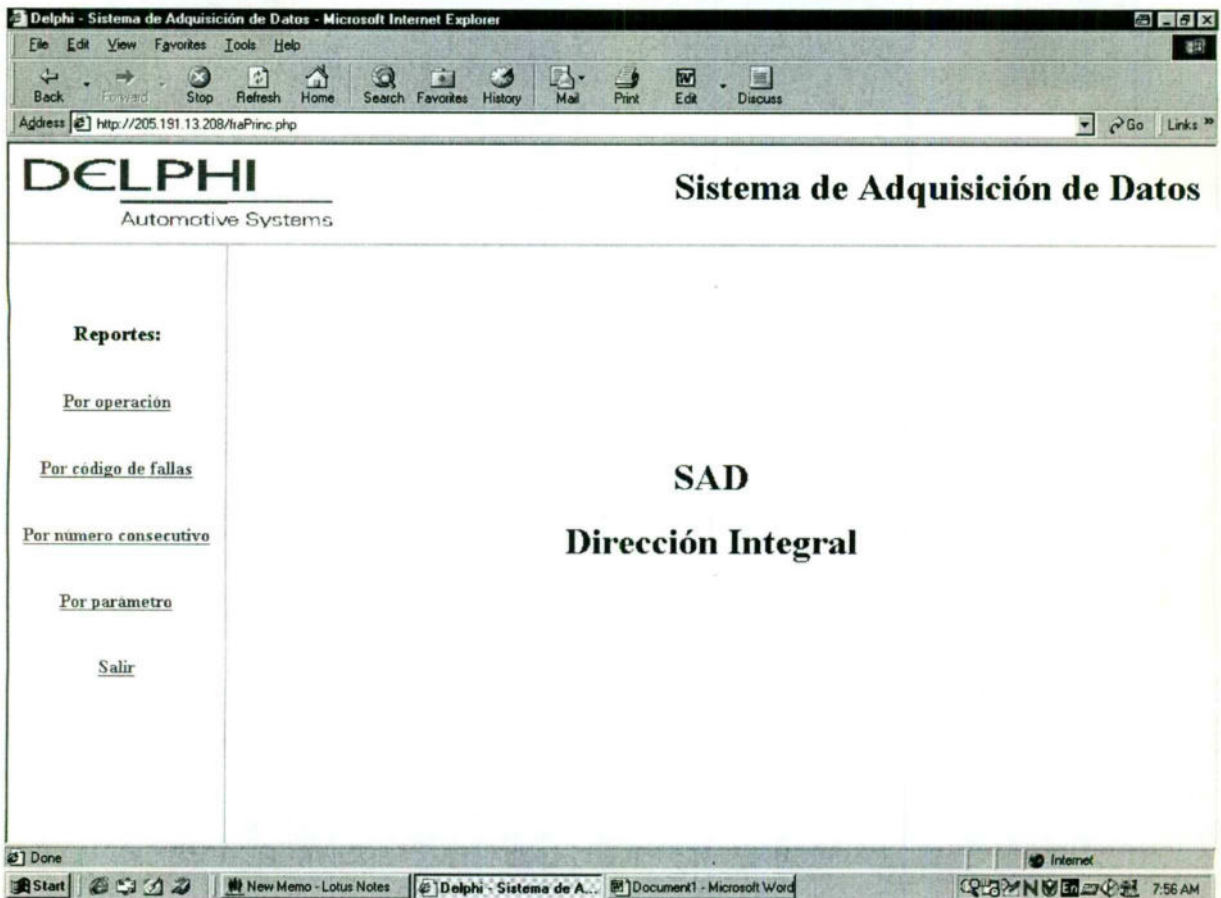


PANTALLA DE INICIO DEL SISTEMA

Figura 4.2

## 2. Password.

Cada uno de los usuarios autorizados posee un password que deberá ser ingresado al momento de aparecer la pantalla de inicio. Después de esto, aparecerá una pantalla con el menú de opciones para el usuario. Figura 4.3.



MENU DEL SISTEMA AL USUARIO

Figura 4.3

Cada opción despliega un reporte diferente el cual puede ser más específico dependiendo de las necesidades del usuario. Los reportes son:

## a) Por operación

Al seleccionar esta opción aparece un reporte que muestra el estatus del proceso en sus aspectos más significativos, así como el total de las piezas producidas, los retrabajos y rechazos. Si se quiere tener una imagen mas gráfica de lo mostrado en el reporte se pueden desplegar gráficas que así lo hacen por ejemplo para la cantidad de piezas rechazadas por cada operación y prueba realizadas en el ensamble, figuras 4.4.

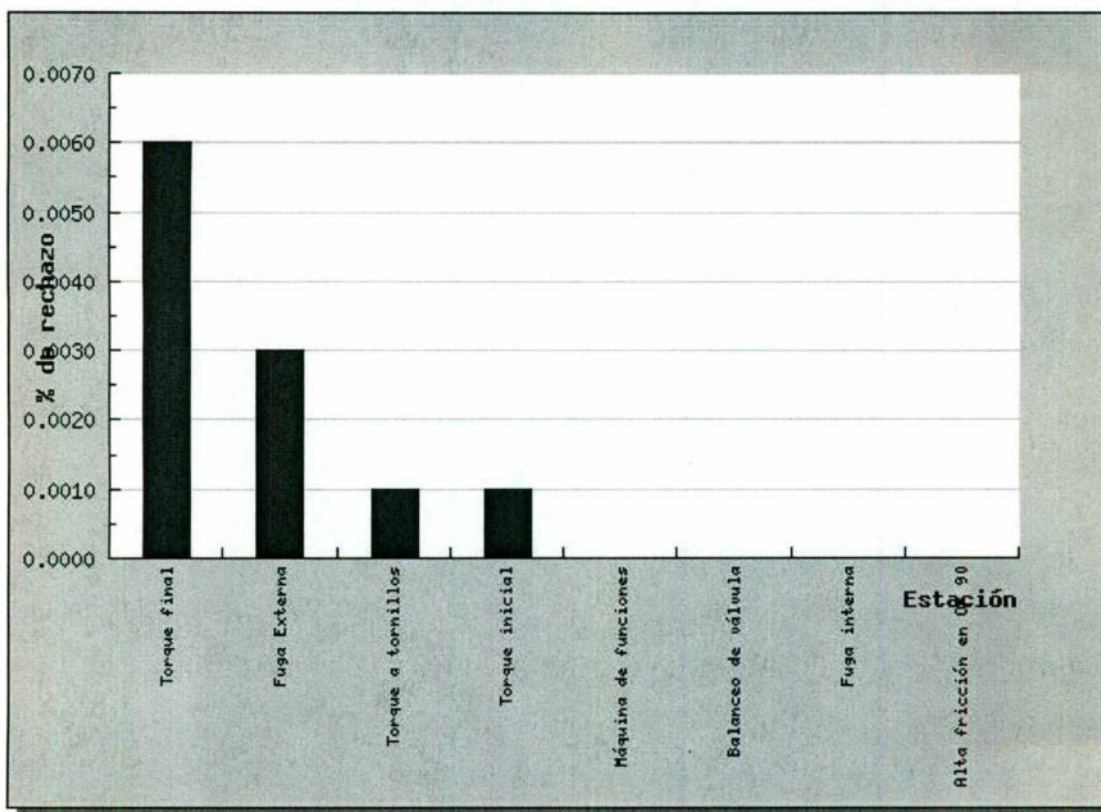
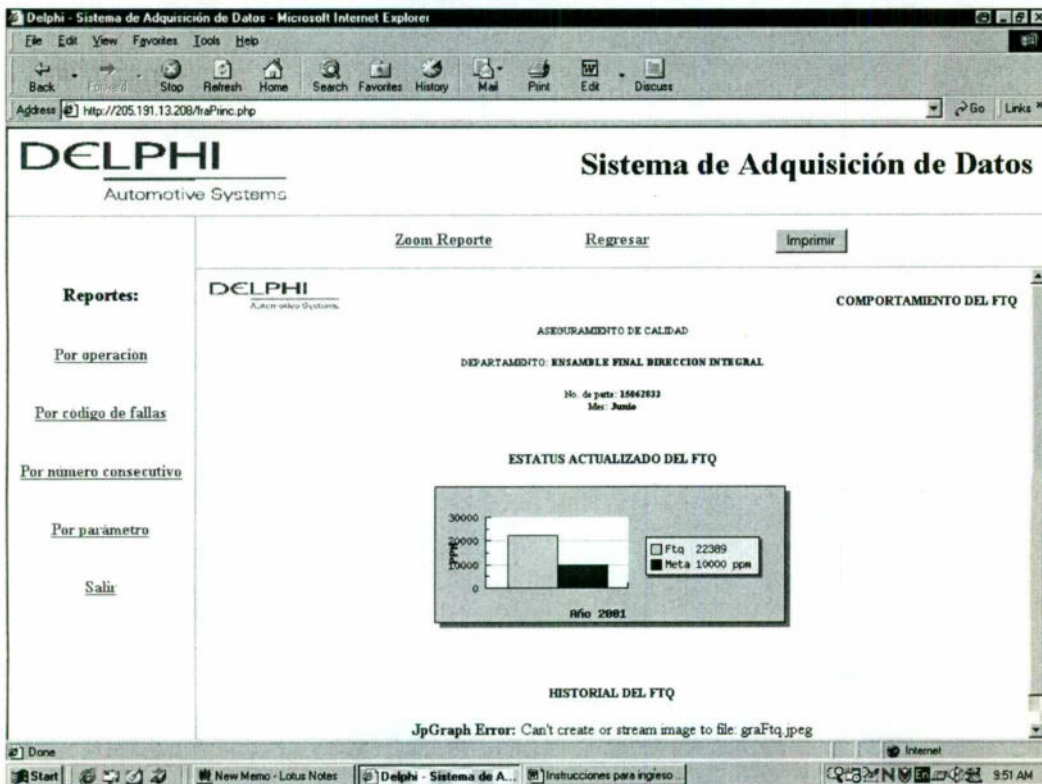
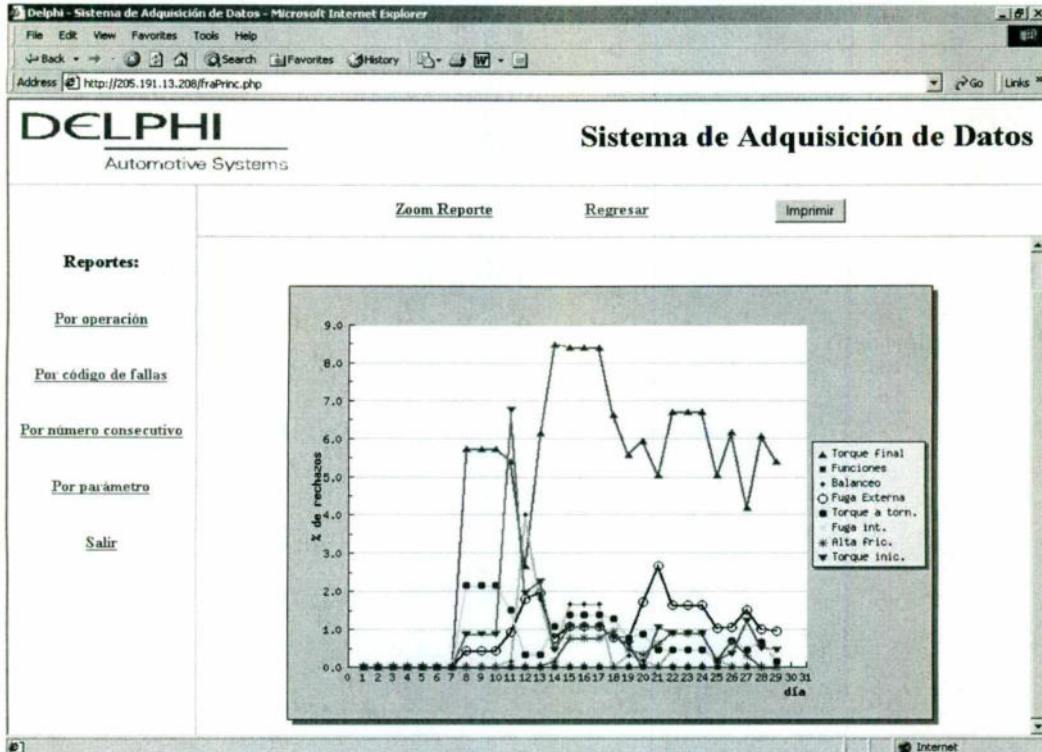


GRAFICO DE RECHAZOS POR OPERACION

Figura 4.4

Al final de cada mes el sistema genera otra gráfica que muestra el comportamiento mensual del FTQ. Con este parámetro se tiene un métrico para poder juzgar el comportamiento del proceso. Figura 4.5.





REPORTE DE FTQ POR PARAMETRO MENSUAL Y GENERAL

Figura 4.5

## b) Por código de fallas.

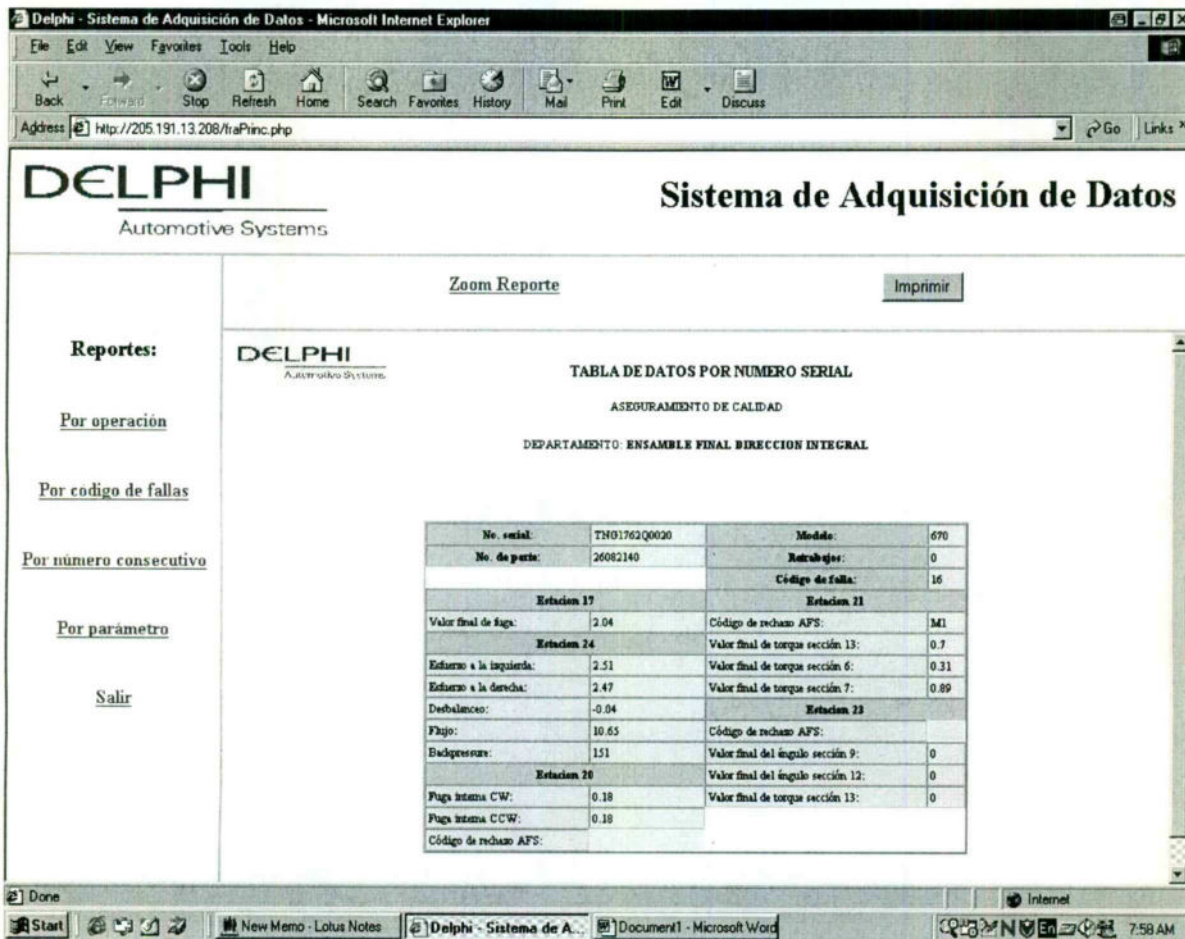
La opción por código de fallas despliega un reporte que muestra la cantidad de piezas rechazadas por cada operación

Defecto	% de rechazo por estación	Producido	Rechazado	Rechazado por op.
Torque final	0.006%	8499	1014	61
Fuga Externa	0.003%	8499	1014	30
Torque a tornillos	0.001%	8499	1014	13
Torque inicial	0.001%	8499	1014	17
Máquina de funciones	0%	8499	1014	0
Balaneo de válvula	0%	8499	1014	2
Fuga interna	0%	8499	1014	5
Alta fricción en Op 90	0%	8499	1014	0

## c) Por numero consecutivo

Al seleccionar esta opción aparecerá en pantalla una ventana que solicita al usuario el ingreso del número consecutivo o serial de la pieza que se desee analizar. Una vez introducido el dato se despliega un reporte que contiene información de cada una de las piezas producidas. El reporte es exclusivo de cada pieza ya que en éste se captura el número de parte y serial capturado al inicio del proceso. Figura 4.6.

No. serial:	TNG2393Q0638	Modelo:	670
No. de parte:	15173571	Retrabajos:	0
		Código de falla:	0
<b>Operacion 70</b>		<b>Operacion 100</b>	
Valor final de fuga:	0.829	Código de rechazo AFS:	M1
<b>Operacion 80</b>		Valor final de torque sección 13:	
Esfuerzo a la izquierda:	2.45	Valor final de torque sección 6:	0.09
Esfuerzo a la derecha:	2.23	Valor final de torque sección 7:	0.64
Desbalanceo:	-0.22	<b>Operacion 110</b>	
Flujo:	10.77	Código de rechazo AFS:	
Backpressure:	162	Valor final del ángulo sección 9:	50
<b>Operacion 90</b>		Valor final del ángulo sección 12:	
Fuga interna CW:	0.65	Valor final de torque sección 13:	56
Fuga interna CCW:	0.60		
Código de rechazo AFS:	M1		



REPORTE DE FTQ POR PARAMETRO MENSUAL Y GENERAL

Figura 4.6

#### d) Por parámetro

Esta alternativa del menú despliega información mas específica para cada uno de los parámetros que se monitorean del proceso, en el se despliegan graficas así como tablas que contienen tanto el numero serial de la pieza en cuestión y el valor del parámetro deseado.

Para ingresar a este reporte es necesario ingresar datos como el parámetro a monitorear, la fecha en que fue producida la pieza (día, mes y año) y el número de parte para obtener datos de un modelo en específico, figura ,4.7.

**DELPHI**  
Automotive Systems

**Sistema de Adquisición de Datos**

**Reportes:**

- Por operación
- Por código de fallas
- Por número consecutivo
- Por parámetro
- Salir

**Por parámetro**

**Seleccione los parámetros**

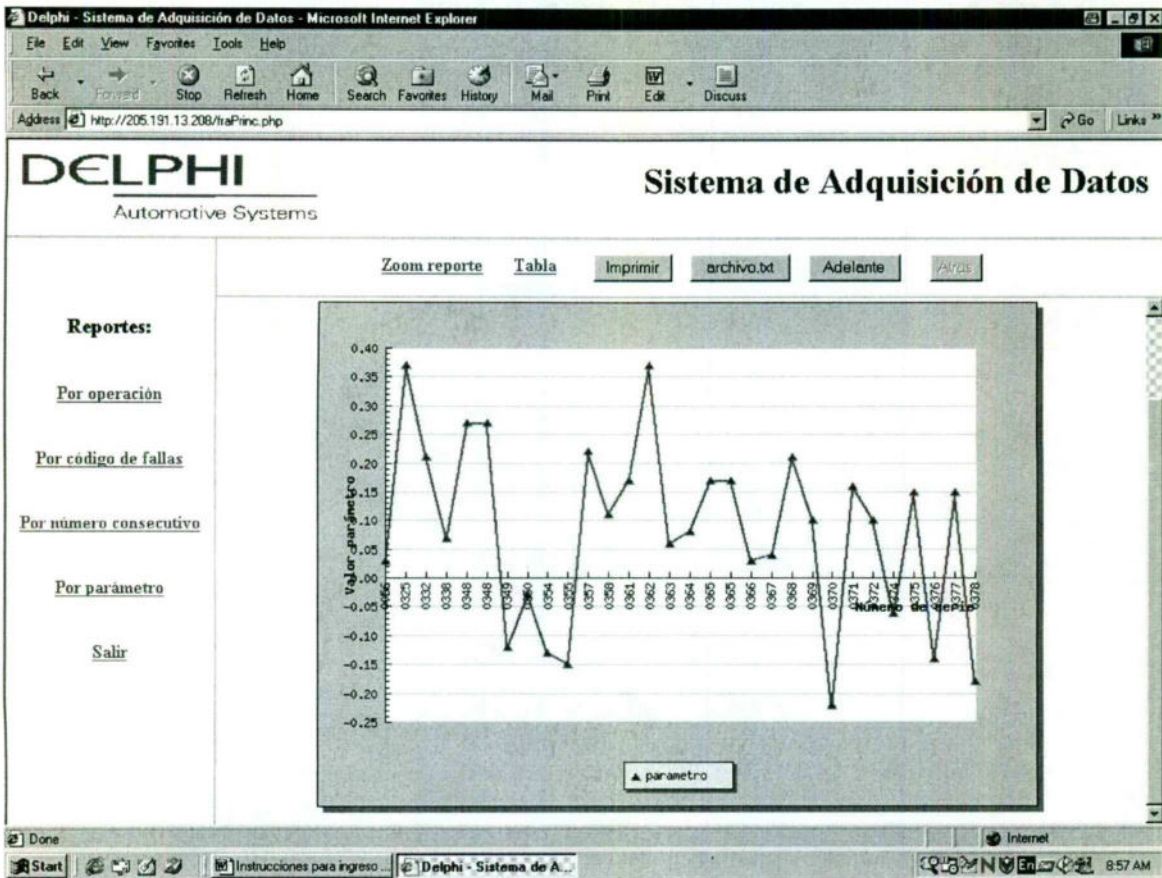
Parámetro: Valor final de fuga  
Día: 01  
Mes: Enero  
Año: 2003  
Número de parte: 15062833

Continuar

SOLOCITUD DE DATOS PARA INGRESO A REPORTE  
POR PARAMETRO

Figura 4.7

Al ingresar al reporte aparece un grafico que muestra el comportamiento de ese parámetro durante todo el turno del día que del cual se solicito información. Figura 4.7.



SOLOCITUD DE DATOS PARA INGRESO A REPORTE  
POR PARAMETRO

Figura 4.8

## CONCLUSIONES

Actualmente la tendencia hacia la automatización de procesos involucra no solo actividades relacionadas exclusivamente a la fabricación en piso, sino que abarca elementos anteriormente no considerados para la obtención de un producto, tales actividades como la administración y manejo de los recursos (humanos y materiales), estudios de mercado, diseño y control de la calidad, son ahora tomadas en cuenta por el CIM, aunado a sistemas como la adquisición de datos de proceso. Con el análisis de la información obtenida de ello se pueden realizar estudios que mejoren el desempeño de los productos durante su fabricación y pruebas así como su buen funcionamiento hacia el usuario final y todo ello monitoreado desde una terminal maestra.

Otro de los puntos de importancia a tratar acerca de la automatización y de la implementación de sistemas de manufactura integrados por computadora es que, desafortunadamente, en países subdesarrollados se le relaciona con el desempleo y aunque en mucho de los casos cierto, la intervención humana es prescindible, debido a que los sistemas involucran un desarrollo tecnológico cada vez más avanzado, son sumamente complejos y autónomos, una de las cosas que podemos fomentar para contrarrestar este fenómeno tecnológico-social es, preparar mejor nuestro personal, operarios de los sistemas así como de nuestros ingenieros para poder adquirir un poco más la cultura de autosuficiencia y no tener que depender de técnicos "calificados" (obviamente extranjeros) para uso, mantenimiento y reparaciones cuya mano de obra es costosa y con esto mejorar tanto económica como socialmente el desarrollo del rubro industrial y de servicios.

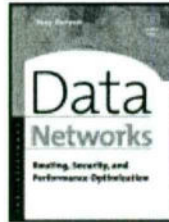
## BIBLIOGRAFIA

- **Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing**

**Autor:** Mikell P. Groover  
**Editorial:** Prentice Hall

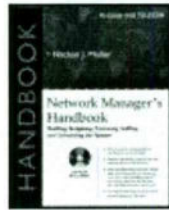
- **Data Networks, Routing, Security, and Performance Optimization**

**Autor:** Tony Kenyon  
**Editorial:** Digital Press 2002.



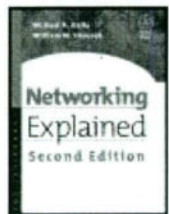
- **Networks Manager's Handbook**

**Autor:** Nathan J. Muller.  
**Editorial:** Mc. Graw Hill 2003.



- **Networks Manager's Handbook**

**Autor:** Nathan J. Muller.  
**Editorial:** Mc. Graw Hill 2003.



- **Manuales de Schneider**

**Autor:** Schneider.  
CD, archivos electrónicos

- **Información obtenida de la internet**

[www.tecdemonterrey.com](http://www.tecdemonterrey.com)

# **A P E N D I C E S**



**CONTENIDO DE APENDICES**

MODIFICACIONES A PROGRAMAS DE PLC (En ingles)..... I

PROGRAMAS DE PLC'S..... II

REPORTES DE FTQ (First Time Quality)..... III

# I MODIFICACIONES A PROGRAMAS DE PLC (En ingles)

INTEGRAL GEAR FINAL ASSEMBLY LINE MODIFICATIONS, PLC COMMANDS &  
COILS REFERENCES

**Station #13**

We need read the serial number for every pallet from the barcode on the thick. The thick contain both the part number and the serial number, that numbers are read them with a scanner in only one chance for every number.

The sequence in a PLC program has the follow structure:

1. Original sequence

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Step 1 raise lift/locate	0353
Step 2 read part number	0354
Step 3 lower lift/locate	0355

2. New sequence

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Step 1 raise lift/locate	0353
Step 2 read part & serial numbers	0354
Step 3 extended write	0355
Step 4 lower lift/locate	0356

3. CM900 card operations

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Read request	0178
Specific read request	0192
Write request	0183
Clear barcode reader request	0196
Read barcode reader request <sup>1</sup>	0199
Extended write request <sup>2</sup>	0210

• Clear barcode reader operation

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Clear barcode read reader request	0406
Enable clear barcode reader	0199
Clear barcode reader done	0200
Clear barcode reader error	0201
Clear barcode timeout	0407
Clear barcode reader from serial port done	0408

<sup>1</sup> Read barcode operation was modified only

<sup>2</sup> Extended write operation was inserted like new operation in the PLC program.

<u>CM900 Commands pointers</u>		<u>register value</u>
Command to CM900	40196	560
Command response	40197	580

40196 (CM900 card 1 barcode clear command pointer)

Register	hex	Description
40560	01 13	COM 1 port perform command 13
40561	01 90	command timeout
40562	FF FF	message terminator

40197 (CM900 card 1 clear buffer pointer)

Register	hex	Description
40580	01 13	port echo, command echo
40582	FF FF	message terminator

- Read barcode reader operation

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Read barcode read reader request	0406
Enable read barcode reader	0199
Read barcode reader done	0200
Read barcode reader error	0201
Read barcode timeout	0407
Read barcode reader from serial port done	0408

<u>CM900 Commands pointers</u>		<u>register value</u>
Command to CM900	40196	570
Command response	40197	650

40198 (CM900 card 1 barcode read command pointer)

Register	hex	Description
40570	01 11	COM 1 port perform command 13
40571	01 90	command timeout
40572	FF FF	message terminator

40199 (CM900 card 1 barcode read response)

Register	hex	Description
40650	01 11	port echo, command echo
40651		barcode read raw 1
40652		barcode read raw 2
40653		barcode read raw 3
40654		barcode read raw 4
40654		barcode read raw 5

40655	barcode read raw 6
40656	barcode read raw 7
40656	barcode read raw 8
40657	barcode read raw 9
40658	barcode read raw 10
40659	message terminator

- Extended write operation

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Extended write request	0210
Enable extended write	0211
Extended write done	0212
Extended write error	0213
Extended timeout	0214
Extended write to pallet done	0220

<u>CM900 Commands pointers</u>	<u>register value</u>
Command to CM900 40260	350
Command response 40261	380

40290 (CM900 card 1 barcode clear command pointer)

Register	hex	Description
40350	00 06	Write command
40351	00 66	start address
40352		part number, character #1
40353		part number, character #2
40354		part number, character #3
40355		part number, character #4
40356		part number, character #5
40357		part number, character #6
40358		part number, character #7
40359		part number, character t #8
40360		serial number, character #1
40361		serial number, character #2
40362		serial number, character #3
40363		serial number, character #4
40364		serial number, character #5
40365		serial number, character #6
40366		serial number, character #7
40367		serial number, character #8
40368		serial number, character #9
40369		serial number, character #10
40370		serial number, character #11
40371		serial number, character #12
40372	FF FF	message terminator

40291 (CM900 card 1 clear buffer pointer)

Register	hex	Description
40380	00 06	extended write command echo
40381	FF FF	message terminator

4. New messages for the PMD180 for the station # 13.

Coil	Eng msg. #	Spanish msg. #	English message	Spanish message
01338	49	349	"EXTENDED WRITE ERROR RF"	"ERROR EN ESCRITURA EXTENDIDA RF"
04xx	193	493	"SERIAL NUMBER NOT READ"	"NUMERO SERIAL SIN LEER"

INTEGRAL GEAR FINAL ASSEMBLY LINE MODIFICATIONS, PLC COMMANDS &  
COILS REFERENCES

**Station #14**

To complete the reject parts database we need write on the EMS device the "rework counter" and the "failure code" values.

The sequence in a PLC program has the follow structure:

1. Original sequence: In this case the station #14 don't have sequence whit steps due the in the stations not exist an operation only low the lift transfer to repair the part and raise again to send this part to other station.
2. CM900 card operations

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Read request	0486
Extended read request	0334
Write request	0489

- Extended read operation

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Extended read request	0334
Enable extended read	0335
Extended read done	0336
Extended read error	0337
Extended read timeout	0340
Extended read from pallet done	0508

<u>CM900 Commands pointers</u>	<u>register value</u>
Command to CM900 41420	730
Command response 41421	740

41420 (CM900 card extended read command pointer)

Register	hex	Description
40730	00 05	CM900 read command
40731	00 64	Start address
40732	00 46	Read block length
40733	FF FF	Message terminator

41421 (CM900 card extended echo response)

Register	hex	Description
40740	00 05	Read echo response
40741		Data #1
.		.
.		.
.		.
40809		Data #70
40810	FF FF	Message terminator

3. New messages for the PMD180 for the station # 14.

In this case the "extended read error" and the "extended read timeout" coils was inserted like conditions to enable 01362 coil. For this reason we don't have a new error messages for the PMD180.

4. Flag register to XYCOM computer.

The 40960 working like flag register to XYCOM computer, if the register value is "1" the data are ready to be reading by the XYCOM, in other wise if the value is "0" the data must be changed by the new part on the station.



INTEGRAL GEAR FINAL ASSEMBLY LINE MODIFICATIONS, PLC COMMANDS &  
COILS REFERENCES

**Station #17**

For the air leak final value extended write operation on the pallet's EMS device, first we need transfer the air leak final value from the Cincinnati Sentinel to the CM900 card using a RS232 communication, then, generate the clear and read serial port operations to read information from CM900 card and finally generate the extended write operation.

The sequence in a PLC program has the follow structure:

1. Original sequence

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Step 1 raise lift/locate	0353
Step 2 lower port couplers	0354
Step 3 start air test	0355
Step 4 raise port couplers	0356
Step 5 lower lift /locate	0357

2. New sequence

In this case we don't need change the original sequence, the read and write CM900 card operations are inserted into the steps with out changes in the original sequence.

3. CM900 card operations

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Read request	0178
Specific read request	0192
Write request	0183
Clear serial port request <sup>1</sup>	0210
Read serial port request <sup>2</sup>	0217
Extended write request <sup>3</sup>	0224

• Clear serial port operation

<u>Description</u>	<u>coil</u>
Clear serial port request	0210
Enable clear serial port	0211
Clear serial port done	0212
Clear serial port error	0213
Clear serial port timeout	0214
Clear serial port done	0215

<sup>1</sup> New CM900 operation in the PLC program

<sup>2</sup> New CM900 operation in the PLC program

<sup>3</sup> New CM900 operation in the PLC program

## II Programas de PLC's

### III Formato para reporte de FTQ (First Time Quality)

