

30
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS
ARAGÓN

**“REDES INDUSTRIALES CONTROLADAS
POR PLC.”**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**P R E S E N T A
SALVADOR HERRERA PASTEN**



ENEP ARAGÓN

MÉXICO, D.F. 1997.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis Padres:

Por haberme dado la oportunidad, de conocer el sentido de la vida, y quienes siempre me brindaron su apoyo total e incondicional.

A mis Hermanos, Cuñados y Suegros:

Quienes directa e indirectamente siempre me han brindado su apoyo y comprensión en todos los sentidos.

A mis Hijos:

Erick y Omar, por ser la razón principal que me motiva a superarme día a día, para poder guiarlos exitosamente en las diferentes etapas de su vida.

Y muy especialmente a mi esposa:

Paty, porque tienes mucho más que ver en este logro de lo que te imaginas. Porque compartir contigo la vida es exitante y hermoso por tu cariño, apoyo y comprensión, este logro lo dedico a tí.

Desde la meta se aprecian las cosas, como nunca las podrás ver desde el camino.

Noviembre 1997

REDES INDUSTRIALES CONTROLADAS POR P.I.C.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	
CAPÍTULO I. CONTROL DIGITAL.	
I.1. CONTROL DE PROCESOS POR COMPUTADORA.	2
I.1.1. ELEMENTOS DEL CONTROL DE PROCESOS POR COMPUTADORA.	3
I.1.2. TIPOS DE CONTROL.	4
I.2. COMPUTADORA DIGITAL PARA EL CONTROL DE PROCESO.	10
I.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.	11
I.2.2. CUANTIFICACIÓN Y VELOCIDAD DE OPERACIÓN.	14
I.2.3. ADQUISICIÓN DE DATOS.	16
I.3. COMUNICACIÓN MÁQUINA-MEDIO AMBIENTE.	18
I.4. REDES DE CONTROL DISTRIBUIDO.	24
I.4.1. VENTAJAS DEL CONTROL DISTRIBUIDO.	25
I.4.2. REDES DE CONTROL DIGITAL.	26
I.4.3. APLICACIÓN DE LAS REDES DE DATOS.	27

1.5. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.	29
1.5.1. MODULACIÓN.	34
1.5.2. MULTIPLEXACIÓN.	38
1.5.3. TRANSMISIÓN EN SERIE Y PARALELO.	39
1.5.4. PROCEDIMIENTOS DE SINCRONIZACIÓN.	42

CAPÍTULO II. AUTÓMATAS INDUSTRIALES.

2.1. TIPOS DE AUTOMATISMOS.	50
2.1.1. TECNOLOGÍAS DE LOS AUTOMATISMOS.	51
2.1.2. TRATAMIENTOS PARALELOS Y SECUENCIALES.	54
2.2. PROCESADOR PROGRAMABLE.	55
2.2.1. LOS API EN LA INDUSTRIA.	57
2.2.2. ENTORNO INDUSTRIAL DE LOS CONTROLADORES.	58
2.2.3. UTILIZACIÓN DE LOS API.	60
2.2.4. CAMPOS DE ACCIÓN DE LOS API.	61
2.3. ARQUITECTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES.	63
2.3.1. EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN.	65
2.3.2. LAS PILAS.	70
2.3.3. TECNOLOGÍA CABLEADA PROGRAMACIÓN Y MICROPROCESADORES.	71

2.4. LOS API MULTIPROCESADORES.	73
2.4.1. ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS MULTIPROCESADORES.	74

CAPÍTULO III. REDES INDUSTRIALES.

3.1. REDES INDUSTRIALES SIEMENS.	82
3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES SINEC.	83
3.1.2. SINEC L2 PROFIBUS.	85
3.1.3. SINEC L2/L2FO.	89
3.1.4. SINEC H1/H1FO	96
3.2. REDES ALLEN BRADLEY.	100
3.2.1. ESCÁNER REMOTO DE ENTRADAS Y SALIDAS.	101
3.2.2. RED DE ÁREA LOCAL DH-485 INDUSTRIAL.	102
3.2.3. RED DE ÁREA LOCAL INDUSTRIAL DATA HIGHWAY PLUS	104
3.2.4. RED DE ÁREA INDUSTRIAL DE PORTADORA DATA HIGHWAY PLUS II	105
3.3. REDES TELEMECANIQUE.	106
3.3.1. RED MAPWAY.	106

3.3.2. PRESTACIONES EN MONORED DE MAPWAY.	111
3.3.3. RED TELMAY.	113
3.3.4. RED BUS UNTELWAY (BUS INDUSTRIAL HETEROGÉNEO)	117
3.4. REDES FESTO.	120
3.4.1. SISTEMA DE BUS DE CAMPO (FIELD BUS).	120

CAPÍTULO IV. PLC-S.

4.1. AUTOMATIZACIÓN.	123
4.2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO.	125
4.2.1. ESTUDIO DE LA PARTE DE MANDO.	128
4.2.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN TECNOLÓGICOS Y ECONÓMICOS.	128
4.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA CONTROLADORES PROGRAMABLES.	131
4.3.1. TIPO DE CONTROL.	131
4.3.2. REQUERIMIENTOS DE ENTRADA/SALIDA.	133
4.3.3. TIPO DE CPU Y MEMORIA A UTILIZAR.	135
4.3.4. REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN	135
4.3.5. LOS DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS.	136

4.3.6. OTROS FACTORES QUE AFECTAN LA SELECCIÓN.	138
4.4. DOCUMENTACIÓN.	140
4.4.1. DOCUMENTACIÓN DEL HARDWARE.	140
4.4.2. DOCUMENTACIÓN DE SOFTWARE.	141
4.5. CABLEADO Y PROGRAMACIÓN.	141
4.5.1. INTEGRACIÓN DE LA PARTE OPERATIVA EN LA PARTE DE MANDO.	142
4.5.2. ETAPA DE EXPLOTACIÓN.	143

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

REDES INDUSTRIALES CONTROLADAS POR PLC.

Objetivo:

Describir la automatización de procesos, identificando sus ventajas y desventajas.

INTRODUCCION

La integración industrial por computadoras es uno de los conceptos que hoy día se presenta como la solución firme para todo tipo de empresas en busca del crecimiento económico y tecnológico, ya que esta permite una amplia coordinación industrial desde los propios niveles ejecutivos hasta la entrega del bien o servicio realizado.

Las tecnologías actuales están permitiendo altas técnicas industriales proyectadas décadas atrás, como lo es el control distribuido y aún más, el control jerárquico, el cual reúne todas las características necesarias para llevar a la realidad el concepto CIM (Manufactura integrada por computadora). El concepto CIM involucra todo tipo de acción de control realizada en un entorno industrial, involucrándose desde los aspectos propios de las líneas de producción o fabricación, hasta los niveles ejecutivos pasando por los operarios, líneas de empaquetado y aún en la entrega de los productos.

El control digital y los automatismos, se observan como puntos clave para el incremento en los niveles de producción, aunque estos son también consignados para el ahorro energético y de otras materias primas. Actualmente existe una gran variedad de equipos y dispositivos que hacen posible los muy complejos automatismos y el alto grado de control de los mismos, por lo que es necesaria la aparición de empresas dedicadas para realizar dichos equipos y dichas automatizaciones. Al efecto, segundas o terceras compañías acuden a la primera para solicitar el servicio de control y automatización. Como tal, los

equipos y dispositivos de control al estar presentándose como plataformas de producción demandan por sí mismos a aquellos involucrados, capacitaciones que permitan comprender los sistemas utilizados para aplicarlos y para mejorarlos cada vez más, punto clave para la realización de este trabajo.

El control, enormemente representado por los automatismos, presenta cada vez más bondades que permiten observarlo como una herramienta tan flexible, que incluso permite no invertir más de lo necesario (aspecto hardware) al momento de producir cierto automatismo. Es así, que el control digital está presente en la operación de un robot o algún otro elemento mecánico (por sencillo que sea, p.e. una cuchilla), en la supervisión interactiva de toda una planta industrial, o en la integración de un centro de control a través del cual se manejen todos los datos informaciones que se originen de todas las plantas o estaciones que conformen alguna empresa como pueden ser las plataformas marítimas.

En cuanto a los equipos introduciéndose en el terreno de las automatizaciones, se encontrará que generalmente se escuche hablar de controladores programables o PLC más que de cualquier otro equipo, podemos decir que son elementos principales en la materia y que por lo mismo, si se está interesado en el aspecto de la automatización, deben ser abordados tan pronto que, incluso ganan terreno al estudio inicial de sensores y actuadores.

CAPITULO I. CONTROL DIGITAL.

Objetivo:

Enumerar las ventajas que el Control Digital proporciona para la automatización de Procesos Industriales.

CAPÍTULO I. CONTROL DIGITAL.

La presencia de las computadoras es cada vez más común en las líneas de producción o fabricación de las diferentes plantas industriales. Las computadoras, hacen posible la reducción de los tiempos muertos al mantenerse operando de forma continua, permitiendo elevar así, la cantidad y calidad de los productos elaborados. El empleo del control digital, ingresado en los años 50, se ha revertido en un mejor uso de los recursos energéticos y de materias primas, con el subsiguiente aumento de índices de productividad, por ende, las computadoras se constituyen como un elemento energético hacia la maquinaria productiva a través del control y la supervisión de cada una de las etapas de los procesos.

La automatización, ampliamente favorecida por el control digital y a la vez vehículo principal de aplicación del mismo a un proceso (es decir, a una máquina, un conjunto de máquinas o más generalmente a un equipo industrial) consiste en asegurar el buen funcionamiento de un dispositivo tecnológico. Dicho sistema debe tener en cuenta las situaciones para las cuales ha sido proyectado su mando. La intervención de un operador es a menudo necesaria para asegurar un control del proceso, - especificación de consigna de funcionamiento - para vigilar las instalaciones y asumir el mando manual (no automático) total o parcial del sistema.

En este capítulo se presenta la teoría del control digital, así como también la correspondiente a la teoría de redes y otros sistemas de transmisión para

posteriormente orientar el estudio hacia los equipos que hoy día se presentan como alternativas de solución en el concepto de automatización.

1.1. CONTROL DE PROCESOS POR COMPUTADORA.

La Figura 1.1. representa en forma muy general una ilustración de un sistema de control por computadora. Las señales son monitoreadas y enviadas desde y hacia el proceso controlado. Los datos obtenidos son analizados en varios niveles para proveer los ajustes de control automático y/o para proveer información a los gerentes, ingenieros y operadores.

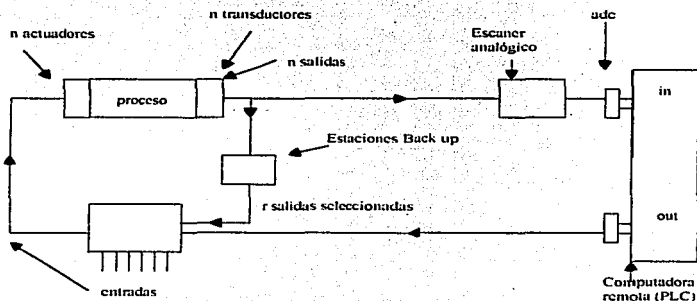


Figura 1.1.

En la Figura 1.1 se ilustran los siguientes conceptos:

1.1.1. ELEMENTOS DEL CONTROL DE PROCESOS POR COMPUTADORA.

SENSORES.

La operación de la planta es monitoreada usando transductores o sensores. Estos dispositivos generan señales eléctricas que son proporcionales a las cantidades físicas de la planta que van a ser medidas (temperaturas, presiones, flujos, densidades; etc.). Los transductores de señales son conectados a las interfaces de medición del sistema de computadora(s), mismas que son estandarizadas para aceptar señales de un tipo en particular (dentro de un rango analógico). Un estándar ampliamente adoptado es el que va de 0 al 100% del rango de valores de alguna medición en particular se convierte a 4 o 20 mA o a 1 o 5V. Por ejemplo, si un transductor en particular monitorea flujos en el rango de 10 a 50 litros/hora entregará de 4mA a 20mA respectivamente.

Otra variedad de medidas toma en cuenta el status de varios aspectos del proceso controlado, por ejemplo: válvulas abiertas o cerradas, depósito lleno o no, bomba encendida o apagada, etc. dicha información es introducida a la computadora en formato digital, quizás por el abrir o cerrar reveladores o switches o por niveles de voltajes TTL.

La computadora también podría monitorear datos digitales originados directamente de los sensores, como es el caso de algunos analizadores de concentración de líquidos. La tendencia es entonces hacer que dichos transductores entreguen por sí mismos los datos en formato digital, permitiendo así disminuir el número de bloques en el análisis de conversiones digitales analógicas. Se observa entonces que los sensores entregan a las computadoras señales de tipo analógico cuyos rangos dependen de la naturaleza del dispositivo y de la variable a medir, analógicas de dos estados y digitales.

ACTUADORES.

El control de la planta es usualmente realizado ajustado a los actuadores tales como: bombas neumáticas, servomotores, motores paso a paso, cilindros de avance, etc. La puesta en marcha de un actuador indica que éste alcanzará en algún momento determinado una posición final. Para activarlo, la señal puede ser representada como el cierre o la apertura de algún switch ya sea de tipo electrónico o analógico (electroválvulas), esta activación puede también ser producida por el cambio en el nivel de algún voltaje, etc. Dicha activación termina cuando los parámetros de referencia son alcanzados por las variables que alternadamente entrega dicho actuador al sistema de control.

1.1.2. TIPOS DE CONTROL.

El control digital o por computadora, involucra varios niveles de control. Se observará que cada uno de ellos presenta cierta complejidad y que por lo

tanto puede hacerse uso de uno u otro para obtener un mayor o menor control en los procesos.

El control digital presenta los siguientes niveles o esquemas:

CONTROL SUPERIOR

Las funciones de este nivel son, entre otras, responder a condiciones de emergencia, coordinar algunas funciones de la planta, proporcionar una comunicación adecuada hombre-máquina, generar diagnósticos, etc.

CONTROL DIGITAL DIRECTO.

En este esquema de control una computadora sustituye las funciones de los controladores analógicos, los mismos son parametrizados a través de la computadora con el fin de obtener operaciones de control más precisas. Dicho sea de paso, que la selección de los controladores se realiza vía multiplexión.

CONTROL CENTRALIZADO

Este concepto se orienta al aumento en la velocidad de operación de los sistemas de cálculo. El mismo, toma los aspectos del control supervisor y el control digital directo (CDD). Al centralizar las operaciones de supervisor y del CDD, se requirió de mejores compiladores y mejores lenguajes de alto nivel, así como de la eliminación de problemas de ruido, aumentó en la confiabilidad del

sistema, mayor poder de procesamiento, mayor cantidad de memorias. Todo esto presentó desventajas en el terreno económico y técnico, las cuales se redujeron con la aparición del microprocesador en los años setenta.

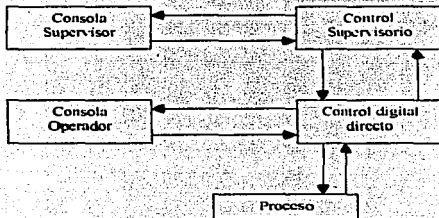


Fig. 1.2. Control Centralizado

Como se observa en la figura 1.2, todo el control se realiza en el bloque denominado control digital directo, este bloque recibe datos y a la vez envía acciones a los bloques de proceso y supervisión.

CONTROL DISTRIBUIDO.

Como un producto del rápido desarrollo de la microelectrónica y la aparición del microprocesador, el control distribuido presenta ventajas adicionales a cada uno de los esquemas de control anteriores. En un sistema de control distribuido (SCDD) se hace uso de controladores programables y de

microcomputadoras de supervisión, dichos elementos, quienes contienen en su hardware interno al menos un microprocesador, son los que se encargan de manejar por sí mismos varios lazos de control. Todos los controladores se interconectan a través de un canal de comunicaciones para el intercambio de datos. A su vez, el canal permite la conexión de una computadora de operador en la que se centraliza toda la información para la buena operación del proceso. El despliegue de la información, así como la toma de decisiones en un nivel superior, es realizado normalmente por otra computadora (HOST), quien desde luego se halla también conectada al canal de comunicaciones. Fig. 1.3.

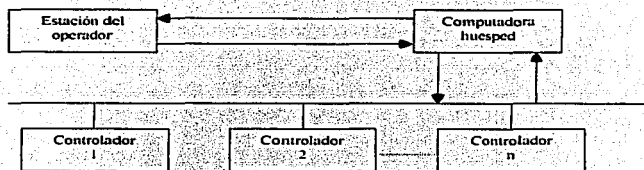


Fig. 1.3 Sistema de control distribuido.

La figura 1.3 muestra el paralelismo de los controladores, dividiendo la tarea del control entre ellos.

Características de un SCD.

➤ Entre las características de un SCD se pueden mencionar las siguientes:

- Una estructura modular que permite configurar el sistema a las necesidades estrictas del usuario, con la posibilidad de incrementar su sistema inicial cuando las necesidades así los justifiquen.
- Una interfaz hombre-máquina basada en monitores a color, donde se presenta la información del estado (presente y pasado) del proceso, en una variedad de formas que elige el operador (gráficas de barra, evolución temporal, etc.)
- Configuración del sistema por menú.
- Una gran variedad de funciones y algoritmos de control, seleccionables desde la consola del operador.
- Transmisor de datos a alta velocidad, lo que permite una comunicación eficiente y confiable entre las diferentes partes del sistema, así como sistemas en un nivel jerárquico superior.
- Pruebas de diagnóstico que simplifican el trabajo de mantenimiento del equipo y permiten aumentar su confiabilidad.

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SCD.

- Los controladores que ejecutan las funciones de adquisición de datos, síntesis de acciones de control y envío de éstas al proceso.
- La interfaz hombre-máquina que proporciona los medios adecuados de despliegue de información y de actuación del operador.
- El sistema de comunicaciones entre los componentes del SCD.

CONTROL JERÁRQUICO.

Este esquema de control en el que además de integrar la parte directa de control y supervisión, se adiciona los bloques operativos de producción, de administración, de informes directivos, con el fin de buscar una máxima integración entre la línea productiva y la directiva. Fig. 1.4.

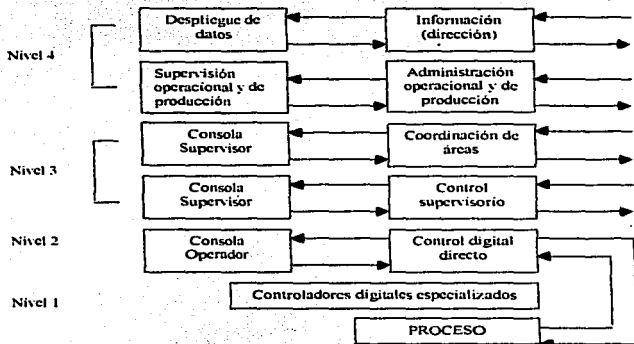


Fig. 1.4. Estructura operacional de un esquema de control jerárquico.

En la figura 1.4 se pueden distinguir cuatro niveles de control. En el nivel uno, generalmente se encuentran equipos que realizan la operación que antes ejercían elementos analógicos (paros de emergencia, alarmas y aparatos de

comutación), están conectados directamente al proceso. El nivel dos es el control primario, dividido en control automático (control digital directo) y manual (consola del operador). El nivel tres interactúa con los niveles dos y cuatro enlazando las áreas de producción y administración, hasta este nivel se lleva a cabo el control distribuido. Con el último nivel se complementa el control jerárquico, siendo factible utilizar un sistema SCADA.

Se observa entonces que la organización de un control jerárquico es más eficiente al contemplar aspectos que van desde el mismo proceso hasta las ordenes de venta (cantidades demandadas). Por lo mismo, el control jerárquico solicita un elemento de control mucho más poderoso y complicado, por lo que su realización se mantiene todavía distante, sobre todo en el aspecto tecnológico.

I.2. COMPUTADORA DIGITAL PARA EL CONTROL DE PROCESO.

Todo sistema de cómputo consta de tres partes fundamentales:

- unidad central de procesamiento
- unidad de memoria
- Unidad de entrada y salida.

UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO:

Esta se encuentra compuesta de las unidades lógica-aritmética y de la unidad de control. Contiene además toda la circuitería necesaria para controlar

los canales por donde se transfiere la información a todo el sistema (buses de datos, de direcciones de control).

UNIDAD DE MEMORIA:

La unidad lógico-aritmética realiza todas las funciones de procesamiento que involucren operaciones lógicas y aritméticas. La unidad de control se encarga por su parte de coordinar la operación de las demás unidades. Esta recibe instrucciones en una secuencia lógica desde la unidad de memoria, la cual define un programa que se ejecutara en la máquina. El control de todo el sistema se realiza por medio de circuitos lógicos y de temporización.

UNIDAD DE ENTRADA/SALIDA:

A través de esta la computadora se comunica con el exterior. Esta unidad es el enlace entre el operador y la máquina y permite el intercambio de información forma ordenada, en forma secuencial o paralela.

1.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El requerimiento esencial de una computadora para el control de procesos es que debe operar en "tiempo real". Esto significa que el sistema debe muestrear continuamente su ambiente y responder a cualquier emergencia en un tiempo mucho menor a la dinámica del proceso al cual esta conectado. En consecuencia, el funcionamiento de un sistema automático presenta dos características fundamentales:

- El intercambio de información entre los procesos a controlar y la computadora.
- El procesamiento de la información que se recibe, con el objetivo de generar las ordenes de acción sobre el proceso.

Los elementos que distinguen entonces a las computadoras para control de procesos, particularmente para los tres niveles más bajos del control jerárquico son los siguientes (fig. 1.5):

- Manejo de interrupciones externas.
- Reloj de tiempo real.
- Interfaz hombre-máquina o interfaz lógica.
- Interfaz proceso-máquina o interfaz física.
- Comunicación con otros elementos del sistema de cómputo (por ejemplo otras computadoras o controladores programables).

Además de los elementos anteriores es común agregar las características siguientes: protección de memoria, detección de errores en la transferencia de datos y protección contra fallas.

En la Figura 1.5 se ilustra todos los elementos para realizar un control de procesos por computadora, obsérvese que el manejo de las interrupciones externas se encuentra subordinada a las salidas de los sensores.

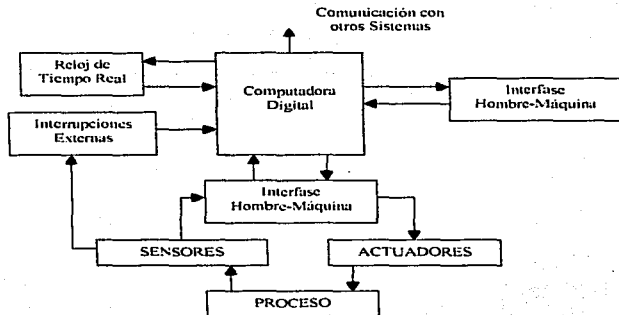


Fig. 1.5. Sistema de Control de procesos por computadora.

El uso de las computadoras digitales en el control de procesos origina problemas técnicos importantes como son: la síntesis de algoritmos de control, la cuantificación, y el muestreo causado por el hecho de que cualquier algoritmo de generación de señales de control requiere de un cierto tiempo para realizarse, lo que impone un cierto límite en la frecuencia con la que se muestrea la señal del proceso.

1.2.2. CUANTIFICACIÓN Y VELOCIDAD DE OPERACIÓN.

CUANTIFICACIÓN.

La cuantificación se efectúa tanto en el momento de la conversión analógica digital, como durante los cálculos hechos por la computadora y aun cuando se realiza el posicionamiento numérico de ciertos actuadores.

Debido a la naturaleza intrínseca de la representación digital, la conversión A/D de una señal analógica solo es una aproximación, ya que dicha señal puede tomar un número de valores infinito que deben representarse con palabras digitales de longitud finita.

En relación con los cálculos, el efecto de la cuantificación por redondeo puede reducirse, si fuera necesario, con el uso de cálculo de doble y triple precisión. Esto provoca, entre otras cosas, un aumento en el tiempo de cálculo.

Por último, el error introducido en el nivel del funcionamiento numérico de ciertos actuadores es generalmente insignificante, comparado con las fuentes de error anteriores, por lo que puede tomarse como un ruido de pequeña amplitud.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN (MUESTREO).

La computadora necesita un cierto tiempo para efectuar cálculos y por ello no puede tratar información de manera continua; de ahí el requerimiento de realizar un muestreo de la señal cada determinado tiempo.

Uno de los aspectos más importantes en el control digital de procesos es la selección adecuada del período de muestreo. Existe un período de muestreo máximo, arriba del cual la deformación de la señal muestreada es grande, comparada con la señal analógica original.

Si el período de muestreo es pequeño, la deformación es mucho menor. No obstante, sea necesario que el procesamiento de la señal sea muy rápido, a fin de que la relación tiempo de cálculo del algoritmo-período de muestreo sea lo más pequeña posible.

En consecuencia, debe elegirse un período de muestreo que sea un compromiso entre la exactitud de la señal, la rapidez, la capacidad y el costo del sistema de control.

Existen diferentes tipos de muestreo. El más común es el que toma una muestra de la señal a intervalos iguales de tiempo y la salida del muestreador es proporcional a la amplitud de dicha señal.

1.2.3. ADQUISICIÓN DE DATOS.

Como se mencionó anteriormente, para que una señal analógica sea procesada por una computadora digital, es necesario muestrearla y convertirla a un código adecuado reconocido por la máquina. A la inversa, una vez procesada dicha señal, antes de aplicarla al proceso debe ser decodificada.

INTERRUPCIONES.

Una computadora es básicamente una máquina secuencial que ejecuta, una por una, las instrucciones de un programa almacenado en la memoria. Aunque la ejecución sea muy rápida, se resuelve solo un problema o parte de un problema a la vez. En computadoras muy pequeñas, dedicadas únicamente a una sola tarea, el programa se desarrolla sin interrupción. Esto es, la computadora ejecuta las instrucciones desde el inicio de un programa particular y continúa hasta que se obtiene la solución y/o hasta que el programa mismo cede el control al operador o a otro programa. En general, este modo de operación no satisface los requerimientos para el control de un proceso, ya que en este tipo de aplicaciones es necesario interrumpir la secuencia normal del programa en curso con el propósito de realizar otras tareas más importantes y después regresar al programa original. A esta secuencia se le denomina "interrupción de un programa" y es una característica básica de las computadoras de control para la detección y reconocimiento de eventos en el proceso. La lógica que permite esta capacidad se denomina sistemas de interrupción.

En general, las interrupciones representan un medio eficiente de comunicación entre la unidad central de procesamiento (CPU) y dispositivos lentos que demandan atención en forma asincrónica.

Por otro lado, si existen varios dispositivos a los cuales hay que atender y todos utilizan la opción de interrupción, se pueden establecer prioridades entre ellos y atenderlos en función de su importancia.

ACCESO DIRECTO A MEMORIA (ADM).

La transferencia de información entre dispositivos de entrada/salida y la CPU pueden efectuarse, principalmente, a través de tres métodos:

- Con el uso de instrucciones de entrada/salida (I/O).
- Por medio de interrupciones.
- Mediante el acceso directo a la memoria.

La ventaja que tiene este último sobre los anteriores, es que por ADM se logran transferencia de bloques grandes de información a una velocidad mayor que la que se alcanza con las otras opciones.

La opción de ADM es una característica importante y alguna vez fundamental para una computadora dedicada al control de procesos. Sin embargo, es necesario contar con circuitos especializados capaces de acceder a memoria para realizar operaciones de lectura y escritura, pero estas operaciones

deben efectuarse sin que intervenga la CPU. Por supuesto, la memoria involucrada en este tipo de transferencia debe trabajar a velocidades altas, pues de otra manera no se podría mejorar la velocidad que ofrecen las otras opciones de transferencia de datos.

1.3. COMUNICACIÓN MÁQUINA-MEDIO AMBIENTE.

La operación y uso eficiente de un sistema de cómputo para el control de procesos industriales requiere de adecuada comunicación, con el medio ambiente. Los elementos principales que forman parte de este medio, anteriormente mencionados, son los siguientes:

1. COMUNICACIÓN CON EL OPERADOR

Un operador de proceso, específicamente de los niveles 1a y 3, necesita realizar las siguientes funciones:

- Monitoreo continuo de las variables importantes del proceso para detectar cualquier desviación anormal de su valor nominal.
- Monitoreo del equipo de proceso y de los elementos del sistema de control para detectar un mal funcionamiento.
- Detección e interpretación de alarmas.
- Inducir accesos, despliegues y control de datos pertinentes en condiciones de funcionamiento anómalo.

- Ejecución adecuada de los procedimientos de emergencia.
- Realización adecuada de los procedimientos de arranque y paro.
- Vigilancia especial de los sistemas afectados por operaciones de mantenimiento.
- Dirección y guía de operadores de campo durante el recambio de equipo.
- Comprobación en líneas de la calibración y desempeño de los sistemas.

La realización de las funciones anteriores es posible mediante la recolección de datos de planta y los sistemas de control. Dichos datos, así como los elementos que permiten manejar los diferentes sistemas de control se concentran en un panel (o tablero) de instrumentos.

DESPLIEGUE GENERAL.

Lo constituye el despliegue de las variables principales del proceso, que permiten al operador tener un panorama general del estado de la operación del mismo. Aquí se tiene información instantánea sobre las desviaciones de las variables con respecto a sus valores nominales, y una indicación de los límites máximos permitidos.

DESPLIEGUE DE DETALLE.

Este puede presentar, de manera gráfica (diagrama de barras y/o alfanumérica) información de todas las variables asociadas a un lazo de control.

pudiendo mostrar también una gráfica con la evolución de las variables de proceso y de control. Los cambios de consigna son realizados en este nivel.

Los sistemas comerciales agregan un conjunto de características de gran ayuda para el operador. El diálogo se realiza por medio de menús, o por medio de la activación de teclas específicas en la consola.

El despliegue de detalle puede incluir también un resumen de las alarmas activadas, con el objetivo de que el operador tenga siempre presente aquellos lazos de control a los que debe prestar especial atención.

2. COMUNICACIÓN PROCESO-MÁQUINA.

Cuando se discute acerca de los sistemas de control por computadora, es necesario tomar en cuenta al menos tres aspectos:

- Una computadora digital solo puede atender mediciones en instantes bien definidos, y no de manera continua. La adquisición de un dato sobre el proceso controlado está determinada, entonces, por un reloj que define el instante preciso de medición.
- El segundo aspecto que debe considerarse es que, dada la longitud finita de la palabra utilizada por toda la computadora digital (4, 8, 16, o 32 bits), no es posible representar exactamente todos los valores comprendidos dentro del rango de variación de las variables del proceso.

- El tercer aspecto que debe tomarse en cuenta es la naturaleza electrónica de una computadora. Esto significa que la señal del proceso, cualquiera que sea su naturaleza, debe convertirse en una señal eléctrica que la computadora pueda utilizar en sus cálculos.

3. ESTRUCTURAS DE COMUNICACIÓN ENTRE MÁQUINAS.

A parte de la comunicación que una computadora para control de procesos debe tener con el proceso controlado, el sistema debe poder comunicarse también con otros sistemas de cómputo presentes en la estructura jerárquica, así como con el equipo periférico asociado.

En una primera etapa, la conexión entre el conjunto de actuadores y sensores con el sistema de control por computadoras puede esquematizarse como en la fig. (1.6)

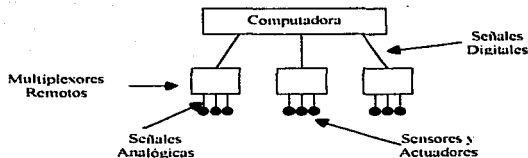


Fig. 1.6. Uso de multiplexores en el Sistema de Comunicaciones.

Esta estructura se vuelve complicada y el cableado costoso cuando el número de lazos se incrementa y la distancia entre sensores, actuadores y sistema de cómputo es grande. En este caso, una estructura como la de la fig. 1.7 podría ser la más adecuada. En esta estructura se tiene multiplexores remotos, con su equipo propio de conversión y transmisión de señales. Cada multiplexor concentra la información de las variables correspondientes a un área específica de la planta.

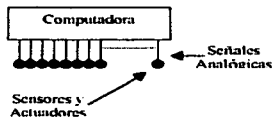


Fig. 1.7. Comunicación con estructura en árbol.

Una mejora del sistema puede lograrse si se conectan los multiplexores remotos a un canal de comunicaciones de alta velocidad, como se muestra en la fig. 1.8. Esto reduce drásticamente la longitud total del cableado y, en consecuencia, sus costos.

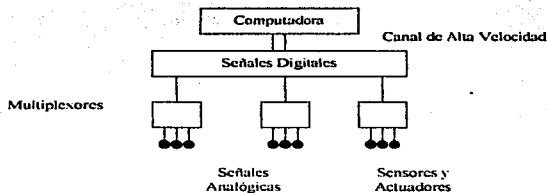


Fig. 1.8. Sistema de Comunicación con canal de alta velocidad.

Cuando se utiliza esta estructura es necesario considerar los siguientes aspectos:

- La velocidad de transmisión debe ser, cuando menos, tres veces mayor que en la estructura anterior (Fig. 1.7)
- Debe establecerse un control de línea (line master), que decida quien tiene el control del ducto común para transmitir mensajes en un momento específico.
- Debe presentarse un protocolo para indicar cual de los multiplexores o la computadora está enviando un mensaje y a quien se le envía este. Obsérvese que en este sistema cualquier multiplexor puede comunicarse directamente con cualquier otro, sin necesidad de hacerlo por medio de la computadora. Lo que vuelve más complicado el protocolo de comunicación.
- La confiabilidad del ducto debe ser muy alta, pues una falla del mismo puede afectar varios multiplexores, y en consecuencia repercutir en el funcionamiento de un área grande de la planta.

La mayoría de los sistemas actuales de control distribuido utilizan una estructura de comunicación más general que la anterior, tal como se muestra en la fig. 1.9.

Debe observarse que cualquiera de las estructuras de comunicación puede utilizarse tanto para comunicar multiplexores como una computadora, como para comunicar varias computadoras con una computadora central.

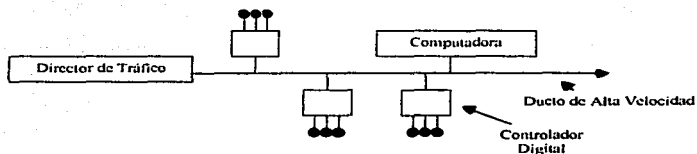


Fig. 1.9. Sistemas de Comunicaciones para Control Distribuido.

El control digital presenta varias alternativas o si se prefiere, diferentes grados de control, comenzando por aquél que solo nos permite conocer el estado del o los procesos, hasta llegar al que plantea una integración digital total de todo proceso (aún de tipo ejecutivo y administrativo), por lo mismo hacemos énfasis en el siguiente capítulo al control distribuido a través del estudio de las redes de área local.

1.4. REDES DE CONTROL DISTRIBUIDO.

El control distribuido (CD) se presenta actualmente como una vía principal de acceso hacia el terreno productivo en el sector industrial, un sistema de control distribuido es aquél en el que múltiples equipos digitales y analógicos cooperan entre sí (vía RED) para realizar un objeto en común el control integral de los procesos físicos en una planta. Dichos equipos, pueden estar físicamente adjuntos a la planta controlada e intercambiar información vía sistema de comunicación para coordinar sus actividades. Estos dispositivos de

control pueden ser usados para realizar las siguientes actividades, ya estudiadas anteriormente.

- Control de sensores y actuadores.
- Implementar algoritmos de control las microcomputadoras aquí se utilizan para cerrar los lazos entre actuadores y sensores, reemplazando el cableado de controladores PID, etc. lo que aporta la optimización de lazo.
- Interacción con el operador.
- Comunicaciones con otros procesadores.

1.4.1. VENTAJAS DEL CONTROL DISTRIBUIDO:

➤ Costos

Obtenido principalmente a través del empleo de comunicaciones tipo serie, permitiendo ahorros considerables, sobre todo cuando los actuadores y sensores se mantienen a distancias considerables de las computadoras.

➤ Modularidad

Ya que los procesadores pueden operar en forma independiente o conjunta (formando una red), el número de procesadores estará acorde a la complejidad del proceso a controlar. Además, una vez que el sistema ha sido integrado, resulta fácil la adición o sustracción de dichos elementos sin interrumpir al sistema por completo.

➤ **Desempeño**

Al contar con tareas específicas (fracciones de procesos), los tiempos de procesamiento se reducen (milisegundos) aumentando la eficiencia a nivel global con respecto al control centralizado.

➤ **Fiabilidad**

Es posible diseñar el sistema para continuar trabajando (posiblemente con capacidad reducida) aún después de que los componentes hayan fallado. El costo de incluir redundancia dentro del sistema de control o teniendo computadoras de respaldo no es muy alto.

➤ **Desarrollo y mantenimiento.**

La inclusión de inteligencia dentro de los componentes del sistema de control (controladores, procesadores o microcomputadoras) hace fácil incrementar los sistemas aislados. Además, las secciones del sistema de control pueden ser fácilmente aisladas del resto para examinarse o reemplazarse.

1.4.2. REDES DE CONTROL DIGITAL.

Aunque un tanto distantes de la gran complejidad que involucra una computadora personal o una main frame (excepto las computadoras industriales), los controladores también operan como estaciones (Maestras y/o esclavas) al contener inteligencia de comunicación, por lo que una red de controladores. Opera bajo los mismos principios que las redes de área local "comunes" en cuanto a aspectos de:

- Modelo de referencia.
- Topologías.
- Protocolos.
- Interfaces (entre los diferentes niveles).
- Conectividad, etc.

Sin embargo, una de las principales desventajas es la falta de un estándar común para la interconexión de los diferentes equipos dedicados al control digital.

Arquitectura de la red es el término que se usa para describir la forma en que se organiza la interconexión entre más de dos usuarios. Puede aplicarse a una conexión relativamente sencilla, como en el caso de un edificio de oficinas, o a conexiones más complejas que abarquen continentes enteros.

1.4.3. APLICACIÓN DE LAS REDES DE DATOS.

En la actualidad, todas las actividades que se desarrollan requieren de una óptima organización y administración de recursos materiales o información, lo cual puede realizarse por medio de una red de computadoras. Algunas de las aplicaciones más frecuentes en la comunicación de datos se mencionan a continuación:

- Distribución de noticias e imágenes.
- Transmite de fotografías e imágenes.

- Transacciones, inventario y control en el punto de venta.
- Transacciones de tarjetas de crédito y débito.
- Sistemas de reservaciones para aerolíneas, hoteles, y alquiler de automóviles.
- Redes de datos para empresa.
- Redes de datos financieros, cajeros automáticos, mercados de valores.
- Videoconferencias y correo electrónico.
- Redes para negociación electrónica de valores.
- Redes para la industria petrolífera.
- Redes de servicios de información meteorológica y ambiental.
- Redes de monitoreo del estado de salud de los pacientes en un hospital
- Redes de monitoreo del estado de las instalaciones de cualquier institución, etc.

Las redes de datos para empresas, no solamente se emplean para la administración de la misma, ya que son empleadas en toda la línea de producción que abarca desde el diseño del producto, hasta el control de calidad y estadísticas de productividad. En el proceso de manufactura, se realizan en muchas ocasiones, operaciones que llegan a ser peligrosas para que se lleven a cabo por una persona y tienen que ser autorizadas, el equipo que se encarga de esto es controlado por algún nodo de la red.

Para mayor eficiencia de la comunicación entre redes, son utilizados otros sistemas de transportes de información. Para ello, se presenta enseguida la descripción de los más comunes.

1.5. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Un sistema de comunicación, en su forma más simple, consta de cinco elementos: Información a ser transmitida, transmisor, canal de comunicación, receptor y finalmente el destino. La fuente o sistema de información produce una secuencia de mensajes para ser comunicados hacia su destino; el transmisor opera sobre este para producir una señal adecuada, por medio de un codificador para su transmisión por el canal, el cual conduce la señal desde el transmisor hasta el receptor. El receptor efectúa ordinariamente la operación inversa de lo hecho por el transmisor, reconstituyendo el mensaje desde la señal por medio de un decodificador. Un factor muy importante al considerar cualquier sistema de comunicación es un ruido, que está formado por perturbaciones o sonidos indeseados que tienden a interferir la recepción normal o el proceso de una señal deseada. En electrónica, son variaciones aleatorias de las corrientes de salidas de dispositivos electrónicos, no poseer una frecuencia determinada, sino que está distribuido sobre una amplia banda de frecuencias.

Para transportar información a través de la mayoría de los medios de comunicación se usan señales ópticas o eléctricas. Para la transmisión de datos, es posible usar técnicas que procesan señales tanto analógicas como digitales. Los sistemas de comunicación digital han tenido gran auge desde la década pasada, ya que cuentan con grandes ventajas que los hacen superiores a los sistemas analógicos. Actualmente, los sistemas digitales se consideran como una norma dentro de las comunicaciones.

Los sistemas digitales ofrecen un multiplexaje más sencillo que los analógicos, pues mientras éstos tienen que usar un equipo multiplexor por división de frecuencia, los digitales requieren de un multiplexor por división de tiempo, con un costo inferior y menor complejidad; además, las señales de control pueden multiplexarse con las de información, puesto que son también digitales. Las operaciones de comunicación y conmutación pueden ingresarse en una sola, y a diferencia de la señal analógica, la señal digital puede regenerarse, reduciendo así la probabilidad de error. Una desventaja de los sistemas digitales es que requieren de un mayor ancho de banda que los sistemas analógicos; si usamos canales de comunicación con un gran ancho de banda, como las fibras ópticas queda solucionado este problema. Otro factor que debemos considerar en los sistemas digitales es la sincronización, ya que debe existir un tiempo común que controle la transferencia de datos. Para esto, deben establecerse procedimientos de sincronización para que los subsistemas individuales interactúen adecuadamente. A continuación se mencionan algunos sistemas de comunicación.

Sistema Telefónico. Fue diseñado para transmitir voz humana, aunque en la actualidad, también se utiliza para la transmisión de datos.

El sistema telefónico está organizado como una jerarquía de nivel múltiple. De cada teléfono salen dos alambres de cobre que se dirigen directamente a la oficina terminal más cercana de la compañía telefónica (estación local). Cada una de las oficinas terminales, cuenta con varias líneas de salida hacia uno o más centros de conmutación cercanos llamados centrales interurbanas.

A las líneas respectivas se les conoce como troncales de conexión interurbana.

En México, el sistema telefónico ha tenido cambios desde los últimos años de la década pasada, pues ha ido integrando al sistema la digitalización. Se pretende, digitalizar por completo la red telefónica para después añadir otros servicios (RDSI- Red Digital de Servicios Integrados). También se cuenta con otras compañías que dan servicio de Telefonía celular.

SISTEMA DE MICROONDAS.

Aunque muchos de los sistemas de comunicación de datos utilizan cables de cobre o fibras para realizar la transmisión, algunos simplemente emplean el espacio como medio para hacerlo. La transmisión de datos por rayos infrarrojos, láser (Light Amplification by Stimulate Emission of Radiation- Amplificación de la luz mediante emisión estimulada de radiaciones), microondas o radio, no necesita ningún medio físico.

Se ha utilizado ampliamente la transmisión por microondas. Las antenas parabólicas se pueden montar sobre torres para enviar un haz de señales a otra antena que se encuentra a decenas de kilómetros de distancia.

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencias que van desde 2 a 40 GHz, correspondiendo a longitudes de onda de

15 y 0.75 cm. respectivamente. Estas frecuencias se han dividido en bandas de portadoras comunes para aplicaciones de tipo gubernamental, militar y otras.

SISTEMA SATELITAL.

El sistema satelital está constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales escuchan una parte del espectro, amplificando la señal de entrada y transmitiéndola a otra frecuencia para evitar los efectos de interferencia con las señales de entrada. El flujo hacia abajo puede ser muy amplio y cubrir un área de cientos de kilómetros.

SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA.

Los recientes desarrollos en el campo de la tecnología óptica, han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1; la ausencia del pulso indicará la existencia de un bit de valor 0. El medio de transmisión es una fibra ultradelgada de vidrio o silicio fundido. La fuente de luz puede ser un LED (Light Emmitter Diode - Diodo emisor de luz) o un diodo láser. El detector es fotodiodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz. Los sistemas de láser más potentes pueden llegar a excitar fibras de 100 Km. de longitud sin necesidad de utilizar repetidores, aunque la velocidad es más lenta. Las fibras proporcionan un ancho de banda extremadamente grande y tienen una pérdida de potencia muy pequeña, razón por la que se emplean para distancias muy largas entre repetidores. Los enlaces de fibras ópticas están

siendo empleados en diferentes países en la instalación de líneas telefónicas de larga distancia, y esta tendencia seguramente continuará en las siguientes décadas, y será cada vez mayor la sustitución del cable coaxial por fibra, en un número más grande de rutas.

Un elemento muy importante en cualquier sistema de comunicación es el medio físico de transmisión de datos o canal de transmisión, pues gracias a él se transmite el mensaje hasta su destino. Hay diversos tipos de medios de transmisión: Líneas telefónicas, radio enlaces, cable coaxial (banda base y banda ancha), fibra óptica (mono y multi modal), enlaces satelitales y enlaces de microondas.

Se ha mencionado que los sistemas de comunicaciones son muy complejos. El desarrollo de la electrónica y la optoelectrónica ha permitido una creciente capacidad, rapidez y economía de las transmisiones. Generalmente transmisión significa transporte de energía. En un sistema de telecomunicaciones se transmite energía electromagnética. La cantidad de energía transmitida es un factor de interés, pero lo más importante es la variación de la energía en forma de señales que conlleven información.

La información puede ser la voz de una persona transmitida mediante un sistema telefónico, o una imagen transmitida mediante un sistema de televisión, o datos (palabras binarias codificadas) comunicados entre dos o más computadores. En esta sección se expone las técnicas de modulación.

multiplexación y transmisión serie/paralelo de señales para la comunicación de datos.

1.5.1. MODULACIÓN.

Por razones de eficiencia en el uso de los canales de comunicación se utilizan ciertas técnicas denominadas modulación de señales. La modulación consiste en que la señal que contiene la información se combina con otra señal llamada portadora y cuyo resultado de la combinación es una señal modulada que se transmite. Hay varias técnicas de modulación, las cuales pueden ser clasificadas en dos grandes grupos:

- Modulación analógica.
- Modulación digital.

Dentro de cada una de estas técnicas hay cierto número de métodos posibles de modulación, de los cuales, se hará mención de los más importantes para la transmisión de datos.

MODULACIÓN ANALÓGICA.

El sistema telefónico fue el primer medio utilizado para transmitir datos entre computadoras. Sin embargo, estaba diseñado para manejar señales analógicas con un ancho de banda limitado por el equipo telefónico entre 300 y 3400 Hz. Para poder usar la Red Telefónica Pública Conmutada, como el

medio de transmisión, fue necesario convertir las señales eléctricas digitales enviadas desde la computación, a una forma analógica adecuada al equipo usado en este canal de comunicaciones. Lo anterior se puede lograr mediante las técnicas de modulación analógica.

Se transmite una onda portadora (señal senoidal con una frecuencia dentro del rango de 300 a 3400 Hz), a la cual se le modifica alguna de sus características para representar los ceros y unos de la transmisión digital deseada. En la recepción de la señal será modulada, para recuperar la señal digital original transmitida. El circuito para efectuar la modulación de la señal en el extremo transmisor es conocido como modulador y aquel para efectuar la función inversa (demodulación) en el extremo receptor es un demodulador. Dado que en cada extremo de una línea de transmisión usualmente se envían y también se reciben datos, entonces se utiliza un dispositivo que efectúa ambas funciones, el cual es conocido como módem (modulador-demodulador).

Las características de una forma de onda continua son su amplitud, su frecuencia y su fase. Así existen tres técnicas de modulación analógica llamadas modulación en amplitud (AM), modulación en frecuencia (FM) y modulación en fase (PM).

1. Modulación en Amplitud. Consiste en variar la amplitud de la onda portadora entre dos niveles específicos, correspondientes a los ceros y unos. Es una técnica muy sensible al efecto del ruido en la línea de transmisión y por ello no es muy usada en la transmisión de datos.

2. Modulación en Frecuencia. En esta técnica, se mantiene constante la amplitud de la señal portadora, pero su frecuencia cambia entre dos valores fijos, correspondientes al código binario, este principio se aplica para la modulación.

FSK

(Frequency Shift Keying). Es menos sensible al ruido que la amplitud modulada, por lo tanto su utilización es mayor.

3. Modulación por Fase. En esta modulación, la fase de la portadora es cambiada para representar cada bit transmitido. En principio, el esquema más simple de modulación por fase PSK. (Phase Shift Keying), usará dos señales portadoras para representar el 0 y 1 binario con un cambio de fase de 80 grados entre ellas. Esto requiere una señal portadora de referencia en el módem receptor contra la cual pueda ser comparada la fase de la señal entrante. En la práctica esto es muy sensible a los cambios de fase aleatorios por ruido, y la circuitería de demodulación es compleja. De aquí que una modulación por fase alternativa conocida como llaveo de cambio de fase diferencial es usada más a menudo.

Con todas estas técnicas de modulación diferentes, debe recordarse que el uso de la red telefónica conmutada impone aún un límite en la rapidez de la transmisión debido al ancho de banda impuesto por el equipo de conmutación localizado en las centrales telefónicas. Esto puede ser superado mediante la renta de la línea privada a la compañía telefónica con un ancho de banda mayor y con un nivel de ruido menor que el presente en una conexión conmutada.

MODULACIÓN DIGITAL.

Cuando la línea de transmisión es larga y la atenuación se vuelve grande, la señal recibida puede llegar muy distorsionada, de modo que la señal tendrá que ser regenerada en posiciones intermedias sobre la línea. Con una señal analógica la reconstrucción exacta de la señal es muy difícil, mientras que con una señal digital que tiene solo dos valores discretos, esto es más fácil. De aquí que la transmisión digital sobre distancias largas tenga ventajas significativas para la transmisión de datos.

Los tipos de modulación digital son los siguientes:

1. Modulación en Amplitud de Pulsos (PAM - Pulse Amplitude Modulation). Esta técnica consiste en combinar un tren de pulsos de igual amplitud con la señal que conlleva la información, la señal resultante de la combinación es transmitida y en el otro extremo es demodulada para recuperar las señales de información.
2. Modulación por Pulsos Codificados (PCM - Pulse Code Modulation). Se realiza siguiendo tres pasos, muestreo, cuantificación y codificación. El muestreo consiste en tomar fracciones de información periódicas de las señales presentes a la entrada del sistema, el segundo paso consiste en comparar los valores de los pulsos con una escala de valores discretos estandarizados; a cada pulso se le asigna el valor estándar más cercano, lo cual origina un ruido de cuantificación en la señal original.

Finalmente, por cada pulso cuantizado se genera un tren de pulsos codificado, cuyo código es el valor de la cuantificación anterior.

1.5.2. MULTIPLEXACIÓN.

Es la técnica usada para compartir un canal de comunicación y permite así que varios usuarios se comuniquen simultáneamente ocupando una misma línea de transmisión. Hay esencialmente dos técnicas para compartir el uso de un canal, la multiplexación por división de frecuencia y la multiplexación por división de tiempo las cuales se explicarán a continuación.

1. Multiplexación por división de Frecuencia (FDM - Frequency Division Multiplexing). Esta técnica es usada principalmente por la Red Telefónica Pública Conmutada analógica. Consiste en dividir el rango de frecuencias (rancho de banda) de la línea de transmisión de ancho de banda amplio en un cierto número de canales de rango de frecuencias más angosto o subcanales. Entonces las señales que provienen desde fuentes diferentes modulan a las ondas portadoras dentro de los rangos de frecuencias asignadas a cada subcanal. Debido a que es importante que las frecuencias no se traslapen, la desventaja principal de la FDM es que no utiliza la capacidad completa de la línea. Además si un subcanal particular no este en uso en ningún momento, ese rango de frecuencia particular esta siendo desperdiciado. Sin embargo, esta técnica es útil para sistemas donde los subcanales estén en uso continuo, tal como es en la comunicación entre centrales telefónicas.

2. Multiplexación por división de tiempo (TDM - Time Division Multiplexing). Consiste en la transmisión secuencial de bloques de caracteres a través de la modulación por los pulsos codificados.

1.5.3. TRANSMISIÓN EN SERIE Y PARALELO.

La transmisión de señales digitales entre un ETD y otro ETD, se puede realizar de dos maneras: en serie o en paralelo.

1. Transmisión en paralelo. En esta transmisión, cada una de las posiciones de bit de una palabra binaria o un carácter son transmitidos simultáneamente, se requiere, por lo tanto, un número grande de líneas separadas y, aunque mediante esta técnica se transmite los datos muy rápidamente, su uso es limitado generalmente a conexiones de distancia muy corta. Para la transmisión sobre distancias largas, el costo de proporcionar estas líneas múltiples es muy alto. Otro problema que limita la distancia es el de error de transmisión, debido a que recibe un cero lógico en vez del uno lógico enviado. El retardo de propagación no es idéntico en cada línea (bit) y, entre mayor es la distancia, mayor es la diferencia en tiempo de arribo de los diferentes bits, produciéndose el error. Los sistemas de computación usan generalmente interfaces paralelas para conectarse a sus dispositivos periféricos localizados a distancias cortas, tal como el de una impresora.

Un equipo de transmisión necesita siempre de una cierta sincronía para poder llevar a cabo una buena transmisión, de otra manera los datos enviados

podrían tomar "intervalos de tiempo incorrectos" a la hora de ser recibidos por el receptor para que en el momento en que se presenten los datos en formato binario (después de la etapa de modulación), cada uno de los bits tengan una longitud de tiempo equivalente a la longitud de las ranuras del sistema de recepción.

De otra forma, de no existir la sincronía o coordinación entre emisor y receptor habrá sin dudas alguna pérdida de la información.

2. **Transmisión Serial.** En este tipo de transmisión, se usa una sola línea de comunicación por la cual se envían uno tras otro los bits que forman un carácter o palabra. Para que el dispositivo receptor pueda decodificar adecuadamente un carácter, debe saber cuando atender una señal y cual es el primer bit de información.

Este problema es llamado sincronización, y tiene dos formas de resolverse:

1. **Transmisión serial asíncrona.** Consiste en el empleo de constantes bits de sincronía los cuales se intercalan entre cada byte de información, con el objetivo de estar dotando al receptor de la sincronía necesaria, solo que aquí, la información de sincronía no ocurre solo al principio, sino a través de toda fase de transferencia de datos. Es adecuada para la comunicación en baja rapidez. Cada carácter transmitido está precedido por un bit de arranque y es seguido de al menos un bit de paro. Por medio del bit de arranque el

receptor sabe que van a seguir ciertos bits de datos, con el bit de paro, los dispositivos se preparan para transmitir o recibir el carácter siguiente.

2. Transmisión serial sincrona. Se cumple a través de un previo diálogo entre los equipos transmisor y receptor, que son los equipos que posteriormente entablarán una comunicación, para la transferencia mutua de datos; para lo cual, deberán primero coordinarse, de tal manera que cada uno de ellos, conozca de manera correcta la longitud en tiempo que tendrá cada bit en recibir. En este proceso, se emplean canales separados de reloj, o los denominados códigos autosincronizados. En cuanto al "previo diálogo", se le da el nombre de bytes de sincronización, o banderas (flaga). Al proceso de alertar al receptor a un posterior arribo de datos, haciendo uso de las banderas se le atribuye el nombre de entramado (framing). Es usada en dispositivos más rápidos que envían bloques de datos en vez de caracteres individuales. El transmisor y el receptor están sincronizados mediante la transmisión de un tren de bits de sincronía a intervalos periódicos, en medio del tren irán bloques de datos. Para que los bits de sincronía sean distinguidos de los bits de datos, ellos deben ser enviados en un orden predeterminado y usualmente habrá un número de tales caracteres temporizadores (bits de sincronía) de modo que uno de ellos no puede ser generado como resultado del ruido aleatorio en la línea. Los caracteres de control del mensaje deben ser transmitidos, con una secuencia definida a la cual se le conoce como "saludo" o protocolo.

1.5.4. PROCEDIMIENTOS DE SINCRONIZACIÓN.

Los procedimientos de sincronización para que el receptor pueda reconocer una sucesión especial de caracteres que delimiten la información en el nivel de enlace de datos se clasifican de la manera siguiente:

1. SÍNCRONOS:

- Orientado a carácter (Bisíncrono, ARPANET, DLC)
- Orientado a Conteo de Byte (BSC)
- Orientado a Bit (HDLC, ADCCP, LAPB, LAPD, IEEE802, SDLC, UDLC, NCRDLC)

2. ASÍNCRONO (START - STOP).

Se emplean bits de sincronía, a través de toda la transmisión de datos, intercalados en cada byte de información, así pues, cuenta con un bit de inicio y un bit de parada, transmitiendo un grupo de 7b bits que conforman un carácter, al finalizar, se transmite un bit de parada (nivel alto) con una duración de 1, 1.5 o 2 veces la duración del bit de información, los bits se transmiten en el orden siguiente: bits de inicio (cuya duración es un bit de información), bit de información y bit de parada. En este protocolo cuando la línea está desocupada se transmite el nivel uno lógico y un bit de inicio (nivel cero lógico), su encabezado es el DLC (Data Link Control) con bits para sincronía y bits para manejo de errores, su control de error es rudimentario, su velocidad de

transmisión es de hasta 1200 bps, este protocolo es lento ya que requiere de una activación de conexión antes de empezar una transmisión y cuando está termina, se requiere de una terminación de conexión, también es necesario identificar el transmisor y el receptor y se presenta una segmentación del mensaje. En la recepción de datos, cuenta con bits de paridad y utiliza la interfaz USART.

El protocolo HDLC (High Data Link control – Protocolo de Enlace de Alto Nivel), es un protocolo orientado a bits y publicado por ISO en la década de 1980. La trama es delimitada por cadenas de bits llamados banderas al inicio y final de ella.

El protocolo admite transmisores semiduplex y dúplex, configuraciones punto a punto o multipunto y canales conmutados y no conmutados. Una estación HDLC puede funcionar de tres formas:

1. Estación primaria.- Controla el enlace de datos (canal), envía tramas de comando y mantiene una sesión independiente con cada una de las estaciones conectadas al canal cuando el enlace es multipunto.
2. Estación secundaria.- Funciona como esclava de la estación primaria. Mantiene la sesión en curso con la estación principal y no interviene en el control del enlace.
3. Estación combinada.- Transmite comandos y respuestas, también recibe comandos y respuestas de otras estaciones combinadas. Mantiene una estación con otra estación combinada.

Las estaciones se combinan entre sí a través de los siguientes estados lógicos:

- Estado de desconexión lógica.- Prohíbe a una estación transmitir o recibir información.
- Estado de inicialización.- Depende de cada fabricante y no entra en las especificaciones del HDLC.
- Estado de transferencia de información.- Permite a las estaciones principal, secundaria y combinadas enviar y recibir información de usuario.

En lo que se refiere a los modos de operación, HDLC define los tipos siguientes:

- Modo de respuesta normal no balanceado (NRM – Unbalanced Normal Response Mode)
- Modo asíncrono:
- ARM (Asynchronous Response Mode).
- AMB (Asynchronous Balanced Mode).

HDLC permite configurar el canal para funcionar con estaciones primarias, secundarias y combinadas de la siguiente forma:

- Configuración no equilibrada.
- Configuración simétrica.
- Configuración equilibrada.

En HDLC existen tres clases de trama, estas son:

1. Tramas con formato de información. Las tramas con formato de información sirven para transmitir datos de usuario entre dos dispositivos.
2. Tramas con formato de supervisión. Realizan funciones como aceptar o confirmar tramas, pedir que se transmitan tramas, o solicitar una interrupción temporal de la transmisión de las mismas.
3. Tramas con formato no numerado. Realizan funciones de control tales como iniciar y terminar un enlace.

Una trama consta de cinco y seis campos, estos campos de la trama HDLC son:

Bandera, dirección, control, información, CRC, bandera en donde CRC es el campo de redundancia cíclica.

El protocolo LAP (Link Access Procedure), es una modificación del CCITT que adoptó a HDLC, ALPB (B- balanceado) es una modificación de LAP para actualizarlo con la última versión de HDLC con 13 comandos subconjuntos, sus conexiones son punto a punto, sus estaciones y su modo de respuesta son equilibrados y su modo de transmisión es full duplex LAPD es el procedimiento de acceso a enlace para un canal tipo D de RDSI (red de servicios integrados) con una velocidad de transmisión de 64 Kbps.

El sistema MAP (Manufacturing Automation Protocol- Protocolo de Automatización de fábricas) es uno de los primeros estándares significativos de red local más importantes a nivel industrial.

Fue diseñado por General Motor para satisfacer las necesidades de conexión de los numerosos y distintos fabricantes que construyen los enormes sistemas de automatización. El nivel físico del MAP está basado en el estándar de testigo en bus referido en la norma IEEE 802.4, como nivel de enlace, emplea el estándar IEEE 802.2 (LIC), el tercer nivel de transporte es el ISO 8473 para el acceso a la red en modo sin conexión, el nivel de transporte es el ISO 8073/clase 4, en el nivel de sesión es el ISO 8327, el sexto nivel, presentación, no es incluido, la capa de aplicación emplea el ISO FTAM 8571.

FDDI (Fiber distributed Data Interface). El instituto Americano de Normalización (ANSI) ha desarrollado una especificación para redes locales con fibra óptica. Se conoce como FDDI, y es obra del Comité X3T9 del ANSI. El empleo de fibras ópticas en redes locales presenta una serie de ventajas, y existen bastantes razones que aconsejan la instalación de ETD sobre fibra óptica.

En primer lugar, los nodos trabajan a velocidades muy elevadas. Cuando dos nodos se interconectan, la lentitud del enlace puede constituir un cuello de botella, la fibra óptica de alta velocidad es el complemento ideal para los veloces nodos modernos, por otra parte, los avances en la tecnología de los discos están

permitiendo unas velocidades de lectura/escritura de 40 a 50 Mbps, esta extraordinaria capacidad puede verse obstaculizada por la lentitud del enlace que une al disco con el nodo. Las fibras ópticas pueden resolver este problema. Y en tercer lugar, las conversaciones con voz digitalizada exigen un ancho de banda mayor que el que ofrecen los canales telefónicos habituales, sobre todo si se trata de diálogos interactivos y en tiempo real. Las fibras ópticas pueden hacer frente a esta necesidad.

Estas son las especificaciones de la FDDI. El canal de fibra óptica trabaja a 100 Mbps. Un anillo de fibra óptica puede incluir hasta 1000 nodos. Los nodos pueden estar separados hasta 2 Km, y la circunferencia del anillo puede llegar hasta 200 Km.

FDDI especifica una topología en la que existen dos anillos de fibra óptica independiente y de rotación inversa, que proporciona una velocidad global de 2000 Mbps, 100 Mbps para cada uno de los canales.

Digital Equipment Corporation (DEC) también ha producido un conjunto de programas y protocolos para utilizarlos en sus sistemas como herramientas de comunicación, como es el caso de DNA/DECNET, por medio de este conjunto de programas pueden crearse sistemas de cómputo distribuido, para la implementación de alguna automatización en la cual se requiera hacer uso del control distribuido, desde luego, los equipos que pueden conectarse a la red deben estar equipados con el sistema DNA/DECNET de Digital.

La interface serial estándar RS232 es utilizada para la conexión entre un ETD y un ETCO, que emplean intercambio de datos binario serialeo. También es empleado para conectar un ETD a dispositivos periféricos. El estándar completo define las características de la señal eléctrica, características mecánicas de la interface y la descripción funcional de los circuitos de intercambio. A continuación se analizará dicha interfaz, así como también aquellas otras utilizadas para la transmisión de datos en ambientes industriales.

CAPITULO II. AUTÓMATAS INDUSTRIALES.

Objetivo:

Analizar los distintos tipos de automatismos existente en el mercado, así como sus características y ventajas.

CAPÍTULO II. AUTÓMATAS INDUSTRIALES.

El controlador programable es un dispositivo de estado sólido para el control de maquinaria y la automatización de procesos. Estas funciones las realiza a través de un programa almacenado internamente y es retroalimentado por dispositivos de entrada y salida. La Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico "NEMA" define como un controlador programable, a un aparato electrónico digital que cuenta con una memoria para el almacenamiento de instrucciones que realizan funciones específicas de tipo lógico, secuencial, temporización, conteo y aritméticas, para el control y automatización de maquinaria y procesos.

El controlador programable realiza funciones manipuladas anteriormente por sistemas de control implementados con tecnologías cableadas.

El controlador programable monitorea continuamente la condición de los dispositivos conectados como entradas y gobierna sus salidas basado en instrucciones programadas por el usuario (automatista) y almacenadas en su memoria.

A continuación se lleva a cabo una descripción más amplia del Controlador Programable. Los primeros puntos tiene como finalidad el analizar la tecnología del Controlador.

2.1. TIPOS DE AUTOMATISMOS.

El grado de automatización de un sistema es extremadamente variable según la naturaleza del proceso, su complejidad, el conocimiento que se trata de él y los objetivos asignados al proyecto.

Se presentan tres tipos de automatización:

1. LA VIGILANCIA.
2. EL MODO GUÍA OPERADOR.
3. EL MANDO.

1. La vigilancia se encarga únicamente de capturar información de los sensores para mostrarla ya sea en forma visual o auditiva de acuerdo a parámetros establecidos demandados principalmente por el proceso en cuestión.

2. El modo guía operador, en donde además de lograr la adquisición de datos se lleva a cabo un procesamiento o tratamiento de los mismos para llegar a proponer acciones a los operarios para conducir de la mejor forma el control en progreso.

3. El mando propiamente dicho tiene una estructura de bucle cerrado. A la automatización completa de ciertas funciones corresponde, el tratamiento y adquisición de las funciones, con el fin de llegar a una acción sobre el proceso. El hombre aquí excluido de la ejecución, está encargado de las funciones de

vigilancia para intervenir en caso de algún incidente para asumir el control manual del proceso, ayudado eventualmente por un modo "guía operador" correspondiente a un funcionamiento degradado del sistema. La siguiente tabla resume estas consideraciones:

Tipo de	Alcances			
	Captura	Procesamiento	Acción	Tipo de ctrl
Automatismo	.			Lazo abierto
Vigilancia	.			Lazo abierto
Guía operador	.	.		Lazo abierto
Mando	.	.	.	Lazo cerrado

2.1.1. TECNOLOGÍAS DE LOS AUTOMATISMOS.

Para realizar una automatización se dispone de numerosas herramientas tecnológicas para realizar el órgano de mando de su sistema (fig. 2.1) que se agrupan habitualmente en dos categorías fundamentales: Las soluciones cableadas y las soluciones programadas. Las herramientas cableadas se caracterizan por una realización que requiere únicamente, establecimiento de uniones materiales (cableadas) según un esquema provisto por la teoría o por la experiencia.

En la electricidad o en electrónica las uniones se hacen por cable eléctrico. En fluidica se trata de canalizaciones que unen los diferentes componentes. Cada operador de las ecuaciones de mando booleanas esta representado físicamente por un circuito.

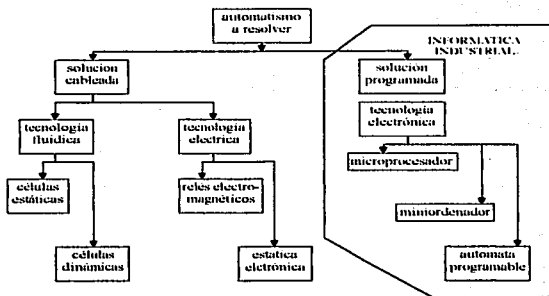


Fig. 2.1. Soluciones tecnológicas para los automatismos.

Estas representaciones son en efecto imágenes de la solución del problema, de la misma manera que la ecuación booleana correspondiente. Ciertamente, no prejuzgan la realización tecnológica que finalmente será adoptada y que por ejemplo puede ser de naturaleza neumática.

En la industria son empleadas profusamente herramientas cableadas de todas las tecnologías (50% del mercado de órganos de mando) en que se aprecian sus calidades probadas. Sin embargo, ofrecen un cierto número de limitaciones entre las cuales se consideran:

- Espacio que ocupan.
- La falta de flexibilidad.
- La dificultad de dominar problemas complejos.
- El coste de reutilización de los componentes.
- La complejidad del mantenimiento.
- Una rentabilidad financiera.

Precisamente las lógicas cableadas se distinguen por un umbral de rentabilidad constantemente decreciente, hasta el punto de que, en lo sucesivo, su empleo solo puede ser considerado conveniente para sistemas muy pequeños que contienen una veintena de reles.

La informática ofrece una alternativa tecnológica al automatista y le abre nuevas posibilidades vinculadas a la potencia de tratamiento y a las facilidades de memorización de la información.

Sin embargo, durante veinte años, el automatista ha tenido que transformarse en informático para acceder a esta tecnología. Desde aproximadamente 1970, dispone por fin de una herramienta especializada: El Automata Programable Industrial (API), o controlador lógico programable (PLC).

Un automata programable industrial es una máquina electrónica, programable por un personal no informático, destinada a pilotear o gobernar procedimientos lógicos secuenciales en ambiente industrial y en tiempo real.

2.1.2. TRATAMIENTOS PARALELOS Y SECUENCIALES.

Se dice que un tratamiento es paralelo cuando todas las señales concernidas a un instante dado son tenidas en cuenta simultáneamente por el órgano de tratamiento. Este es precisamente el caso de las lógicas cableadas por construcción. (fig. 2.2).

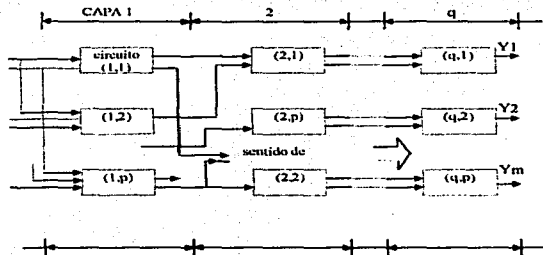


Figura 2.2. Tratamientos paralelos

Un tratamiento es secuencial cuando las señales concernidas a un instante dado son tratadas sucesivamente, en un orden previamente definido. Todas las realizaciones de lógicas cableadas permiten tratar en paralelo las ecuaciones que representan una ley de mando por una sollicitación caso simultánea del conjunto de las operaciones lógicas que actúan. Se puede representar un cableado complejo, en una primera aproximación, por un conjunto de capas de circuitos.

La primera capa es la atacada directamente por las señales de las entradas, la segunda es la conectada a las salidas de la primera, estando la última unida directamente a las salidas. Se desprecia está haciendo que los numerosos casos de señales transmiten directamente desde la capa i hasta la capa j . Adoptando esta representación simplificada, se observa que el tratamiento paralelo entra en un cierto grado de secuencialidad provocada por las transiciones de capa a capa que son tantas como las etapas. Por esto la sollicitación ha sido calificada de caso simultáneo.

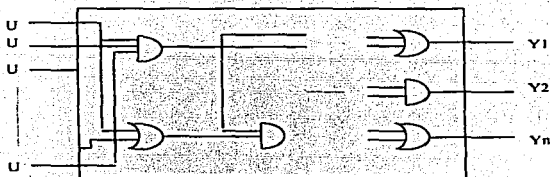
En lógica secuencial síncrona, estas transiciones de capa a capa están regidas o mandadas por el reloj. La naturaleza mixta paralela-secuencial es entonces evidente.

Entonces porqué no constituir una capa única, dotada de funciones generales y a la cual se presentarían en cada impulso de reloj las señales apropiadas directamente adquiridas del procesamiento o emitidas por etapas anteriores.

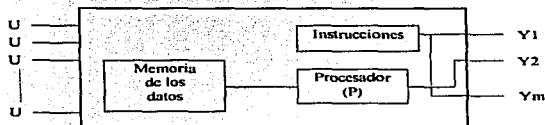
2.2. PROCESADOR PROGRAMABLE.

El principio de lógicas programables (fig. 2.3) consiste en sustituir a las diferentes capas de una lógica secuencial síncrona por una sola capa lógica, llamada procesador, capaz de realizar las funciones requeridas de todas las capas. Este procesador simula las diferentes funciones de las diversas capas

ejecutando las instrucciones apropiadas que le indican la función que debe realizar en un instante dado y sobre que señales.



a) Solución cableada: tratamiento



b) Solución programada: tratamiento

Fig. 2.3 tratamientos cableados y programados

El procesador funciona con una lógica secuencial asincrónica. Su realización ha sido tradicionalmente cableada, y en la actualidad está cada vez más materializada por un microprocesador análogo a los que constituyen los ordenadores domésticos o los profesionales.

En cada impulso o señal de reloj el procesador P ejecuta una instrucción. Los datos deben ser memorizados con el fin de que estén disponibles cuando les llegue el turno en el tratamiento. La demanda de tratar estos datos, o las instrucciones o conjuntos de las órdenes que rigen las funciones del procesador, se conserva igualmente en memoria. Estas instrucciones son presentadas sucesivamente a P. Las lógicas programables se denominan secuenciales porque tratan secuencialmente las instrucciones memorizadas y por tanto, las señales representadas por los datos, contrariamente al tratamiento paralelo de las lógicas cableadas antes mencionadas. Después de la ejecución de una instrucción, el resultado está contenido en una memoria interna del procesador que recibe el nombre de registro acumulador (A) o de pila su modo de realización. Entonces puede ser utilizado por la instrucción siguiente, transferido ya sea a la memoria si es un resultado intermedio que servirá interiormente, o ya sea al exterior de la máquina.

2.2.1. LOS API EN LA INDUSTRIA.

Los API aparecieron en los Estados Unidos hacia 1969 respondiendo a los deseos de los industriales del automóvil de desarrollar cadenas de fabricación automatizadas que pudieran seguir la evolución de las técnicas y de los modelos fabricados. El API sustituyó así a los armarios con relés a causa de su flexibilidad (puesta en acción, evolución) pero también porque en los automatismos de mando complejo, los costes de cableado y de la puesta a punto eran muy elevados.

Estos mercados dieron origen a los productos de dos de las más grandes empresas: Modicon y Allen-Bradley.

En Francia, excepción hecha de ciertos materiales especiales (CIT-Alcatel de E.D.F.), los primeros API aparecieron en el mercado hacia 1971: Merlin-Gerin y Alapa.

El pliego de condiciones de estas nuevas máquinas comprendía también especificaciones de las condiciones de utilización en un medio industrial perturbado, sobre la variedad y el número de entradas/salidas industriales, sobre la simplicidad de su manejo por el personal y naturalmente sobre el coste del desarrollo de los automatismos. Se descartan así las otras soluciones programadas tradicionales: miniordenador, etc.

2.2.2. ENTORNO INDUSTRIAL DE LOS CONTROLADORES.

Las agresiones de lo que se ha convertido en llamar entorno o ambiente industrial perturbado pueden ser de tres tipos:

1. Ambiente físico y mecánico. Los cuatro parámetros principales que le caracterizan son las vibraciones, los choques, la humedad y la temperatura. Así, la proximidad de hornos, de reactores, de altos hornos, o de condiciones climáticas difíciles pueden dar lugar a funcionamientos limitados en lo que respecta a tolerancias admitidas por los componentes (de aquí la necesidad

de los sistemas de ventilación natural o forzada de los API). Una tasa de humedad elevada (más de 80%) provoca condensaciones y acelera la corrosión. Por el contrario, una tasa inferior al 35% favorece la creación de potenciales electrostáticos que entorpecen la aparición de situaciones aleatorias en los sistemas lógicos. Finalmente, la proximidad de aparatos generadores de vibraciones y de choques somete a aceleraciones peligrosas a los contactos, a las soldaduras y a los componentes. Lo mismo ocurre con los dispositivos embarcados o de abordo.

2. **Polución química.** Esta palabra se aplica a un importante número de factores particularmente destructivos, tales como los gases corrosivos (Cl_2 , H_2S , SO_2), los vapores de hidrocarburos, los polvos metálicos (fundiciones, acerías) o minerales (fabricas de cemento). Las corrosiones estropean los contactos y los microcircuitos. Los dos medio de protección más frecuentemente utilizados por los constructores son el barnizado de los circuitos impresos y a la instalación de filtros que eliminan los polvos o los gases contaminantes. También se utilizan a veces aparatos que representan una estanqueidad total (módicos).
3. **Perturbaciones eléctricas.** Clásicamente, los parásitos industriales pueden alcanzar 100 micro J. Ahora bien, la energía de transacción de un circuito TTL, alimentado a 5 V consumiendo 2 mA y que se conmuta en 10 ns de $10E-4$ micro J, hace una relación de $10 E 6$, por lo que es necesaria una atenuación o debilitamiento de 120 dB del medio parasitado. Las principales perturbaciones son:

- La f.e.m. termoelectricas (efecto Peltier) de algunos milivoltios.
- Los potenciales voltaicos de unión, creados en el contacto de metales químicamente diferentes.
- Los parásitos de origen electrostático.
- Las interferencias electromagnéticas resultantes de acoplamientos inductivos o capacitivos (proximidad de transformadores, de estaciones de soldadura, de contactos de arranque), efecto del rayo.

Si los dos primeros tipos pueden perturbar las medidas analógicas de bajo nivel, o engendrar procesos de corrosión, los dos últimos fenómenos imponen una realización cuidadosa de las entradas/salidas, usando un aislamiento galvánico eficaz (optoelectrónico, reles, transformador de aislamiento).

2.2.3. UTILIZACIÓN DE LOS API.

1. En el plano concepción- instalación. El propósito del API consiste en que sea una herramienta manejable por el usuario de facilidad. En efecto, está dotado de un dispositivo de diálogo, el dispositivo de programación (tipo calculadora o vía computadora). Su estructura, el simbolismo a menudo próximo a las representaciones tradicionales de la lógica cableada, hacen de él una herramienta directamente accesible. Los dispositivos auxiliares asociados: impresora, memoria, etc., son otros tantos medios que el usuario puede emplear adjuntos con estos dispositivos.

2. En el plano de explotación- mantenimiento. La explotación de las automatizaciones secuenciales concebidos a base de un API puede ser particularmente adaptada, al contexto de la empresa por la potencia de las funciones ofrecidas por estas máquinas. Se puede organizar el diálogo- operador en diferentes niveles de responsabilidad gracias a dispositivos normalizados. La posibilidad de cambiar programas para hacer frente a las nuevas condiciones de explotación y las de registrar en una impresora un diario de servicio son particularmente valiosas.

2.2.4. CAMPOS DE ACCIÓN DE LOS API.

Por las razones que acaban de exponerse, los API se utilizan en la mayoría de sectores industriales. Actualmente estas máquinas funcionan en los principales sectores y también en el campo de la enseñanza en que tienen un valor pedagógico seguro.

- **Metalurgia y siderurgia.** Los imperativos de seguridad son aquí fundamentales. También citaremos las aplicaciones de manutención en fábricas de coque, cargamento de altos hornos, y automatizaciones en fundición. Se encuentra igualmente API para la solución de problemas de análisis de gas, del control de calidad y de la colada continua.
- **Mecánica y automóvil.** Este es un sector en el cual el API tiene una gran aplicación: se encuentra en las líneas de fabricación y montaje, en los bancos de ensayos de motores y en muy diversas máquinas: prensas, tornos

automáticos, rectificadores, máquinas transferidoras, máquinas de soldar, robots de manutención. Ciertos estudios descubrieron que en 1986, el 50% de los mandos numéricos de máquinas herramientas estaban pilotadas por API o por miniordenadores. Actualmente son el 95% y no el 50%. Los ciclos son cada vez más rápidos, la tecnología cableada envejece prematuramente y se ha convertido en inadecuada para este uso.

- **Industrias químicas.** Las aplicaciones potenciales en ellas son numerosas; actualmente los API se utilizan en el pilotaje de unidades de producción, dosificación y mezcla de productos, y depuración de los afluentes. Se encuentran igualmente en unidades de transformación de plásticos, o en ciertas máquinas de la industria del caucho.
- **Industrias petrolíferas.** Además de aplicaciones analógicas a las del sector precedente, los API pueden estar presentes en las estaciones de bombeo en el mando y vigilancia de los oleoductos, o asignados a los parques de cargamento y a la distribución de gas y de líquidos.
- **Industrias agrícolas y alimentarias.** Aquí se encuentran los API principalmente en las estaciones de mezclas en las líneas de productos y materiales pulverulentos, de secado y de control de los productos. Una utilización importante es igualmente la de los sistemas de acontecimiento de alimentos o de productos diversos.

- **Transportes y manufacturación.** Aquí tenemos toda una gama de procedimientos secuenciales en los cuales los API son susceptibles de rendir valiosos servicios: Selección de paquetes, correos, gestión mecanizada de paquetes de almacenamiento, embalajes, paletización, ascensores, montacargas, gestión de los aparcamientos urbanos.
- **Aplicaciones diversas.** Sin pretensiones de exhaustividad se pueden citar otras utilizaciones de los API. La industria textil puede tener que recurrir a ellos para las operaciones de corte automático del control de fibra, o para cadenas de manufacturación. Asimismo, las vitrieras o cristalerías con procedimientos secuenciales de fabricación, corte o embalaje. Ciertos problemas de vigilancia (edificios, fábricas) y de seguridad (industria nuclear) son muy adecuados para recibir una solución del tipo automático. Asimismo se dispone de un mando para producción de nieve artificial en una gran estación de esquí francesa, regida y piloteada completamente por API. Finalmente, las posibilidades y la facilidad de puesta en acción de los API hacen que sean muy valiosos por sus notables cualidades pedagógicas en las aplicaciones potenciales de ayuda a la enseñanza (lógica secuencial y combinatoria).

2.3. ARQUITECTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES.

El API, está constituido por un procesador y una memoria. Un conjunto de otros dispositivos forman el API y aseguran funciones esenciales tales como la circulación interna de la información, la comunicación con el exterior, la

sincronización o encadenamiento de las tareas, las adaptaciones físicas de las señales, etc.

La unidad central (UC) es el conjunto de los dispositivos necesarios para el funcionamiento lógico interno del API. Las entradas/salidas son el conjunto de los componentes que permiten el intercambio de información entre el API y el mundo exterior.

El mundo exterior puede ser el sistema o proceso, entonces las E/S son industriales; el equipo de desarrollo de las aplicaciones o bien de otras lógicas programables.

El ambiente o entorno del API es pues multiforme (Fig. 2.4).

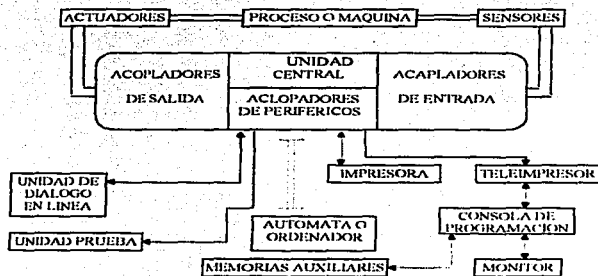


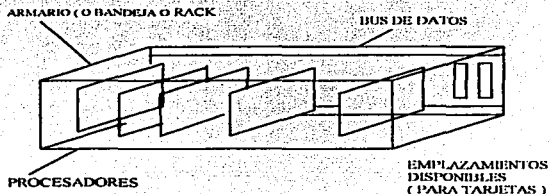
Fig. 2.4 el API y su entorno.

2.3.1. EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN.

Para asegurar sus cometidos, la UC debe tratar numerosa información. Estos tratamientos consisten en transferencias, puestas en forma (transcodificación, conversión), los cálculos, sincronización e interpretación.

La información concerniente es simbólica significativa en el sentido del automatismo regido por API o información de servicio que es utilizada por el API para su propio funcionamiento o el de los medios auxiliares con los que está conectado.

La UC es pues la sede o el lugar de flujos permanentes de información. Estos flujos recorren un camino común, el bus que une entre sí todas las unidades funcionales: memoria, procesador, acopladores de E/S. Materialmente, el bus un circuito impreso situado en el fondo del compartimento o caja. (fig. 2.5).



Esta organizado por dos subconjuntos de vías de transmisión en paralelo reservadas a la información tratada, por una parte, e información de servicio (direcciones, sincronización, control del bus y otras señales de control), por otra. La capacidad del bus está adaptada a la información que circula por él: Longitud de las palabras, direcciones, número de señales de control, etc. su flujo (típicamente, 10 MBps) debe permitir intercambio rápido y no conflictivo de la información. Las prestaciones generales de la UC. Cuando la máquina no está dotada más que de un solo bus, por el cual transita las información, se dice que la arquitectura es unibus. Sin embargo, ciertos sistemas, para acrecentar sus prestaciones, disponen de una arquitectura multibus; el caso más frecuente consiste en reservar un bus de E/S para los intercambios con el exterior (5 Mbps, por ejemplo).

➤ El procesador.

El procesador es la inteligencia de la U.C. Es el conjunto funcional encargado de asegurar el control de la máquina y de efectuar los tratamientos requeridos o demandados por las instrucciones de los programas.

➤ Los registros.

Un registro es una memoria rápida de semiconductores complementadas con dispositivos que permiten la manipulación de la información que contiene, o de su combinación con información exterior.

Es una buena memoria activa y especializada que permite la ejecución de ciertas funciones de tratamiento o de servicio.

Algunos registros son utilizados por la máquina únicamente; otros son accesibles al usuario, implícita o explícitamente, según las herramientas de programación de que dispone y emplea.

Los registros internos, accesibles únicamente a la máquina, aseguran las funciones de gestión interna y de control; su número y sus funciones dependen de las opciones asumidas por el diseñador.

➤ **El contador ordinal.**

Denominado también puntero o pointer, contiene permanente la dirección de la instrucción en curso de ejecución. Describe pues la zona de memoria donde está almacenado el programa actualmente activo. Su evolución es automática; incremento en +1 al final de una instrucción de salto en que se le impone la dirección de la nueva instrucción.

➤ **El registro de instrucciones.**

Recibe de la memoria central el código de operación (C.O.) de la instrucción a ejecutar, designado por el contador ordinal. Interpreta o decodifica el C.O. y posiciona las entradas de validación o de invalidación de los circuitos lógicos y registro que, al producir el impulso del reloj, ejecutarán la instrucción de transferencia de información desde la memoria central hasta un registro general o recíprocamente; paso a+n del contador ordinal si la instrucción es un mandato de salto a+n etc.

➤ El registro de direcciones.

Recibe paralelamente con el registro de instrucciones, la parte Dirección de Operando (A.O.) de la instrucción cargada desde la memoria central. Esta información es, en general, la dirección del operando en cuestión. En el caso de una transferencia de información, el registro de direcciones designa el camino por el cual circulará la información, cuando el registro de instrucción dará validez al sentido y ordenará la transferencia. En el ejemplo de la instrucción de salto $a+n$, este registro contendrá en dato $+rr$, la ejecución de la instrucción hará entonces un incremento de n al contenido del contador ordinal.

➤ El registro de estado.

Es un conjunto de posiciones binarias que describen en cada instante la situación en que se encuentra precisamente la máquina. Ciertos bits condicionan la capacidad del procesador para tener en cuenta o no los eventos: Inhibición o enmascaramiento de las interrupciones prioritarias.

Los registros generales son los accesibles al usuario. Algunos son muy especializados, y otros no lo son en absoluto. Su número y organización dependen, como los precedentes, de las opciones de arquitectura de la máquina.

➤ El registro de índice (index).

Contiene la base del direccionamiento eventual. La técnica de direccionamiento indexado consiste en acceder a información cuya dirección, indicada en la instrucción en la parte A.O., tiene un valor relativo con respecto a una base de dirección absoluta, cargada previamente en un registro de índice.

Esta técnica extiende considerablemente el campo de direcciones alcanzables con una longitud fija desaccelera o retarda un poco la velocidad de ejecución.

➤ **El registro acumulador A.**

Es el registro donde se efectúan las operaciones del juego de instrucciones de la UC.

Típicamente en los API estas instrucciones pueden ser ejecutadas sobre bit o sobre palabra. Se encuentran sistemas en que todo es tratado por un solo acumulador, siendo el bit un bit de palabra, o por el contrario, casos en que los operadores lógicos y numéricos están separados.

➤ **A veces existe una extensión del registro acumulador B.**

Principalmente cuando el API permite tratar cadenas de bits o de operaciones aritméticas. En este caso, B debe ser considerado como la prolongación de A, por ejemplo en los desplazamientos lógicos circulares, o sea, mediante instrucciones apropiadas permite cambiar fácilmente su contenido en A y recíprocamente.

➤ **Los registros generales.**

Si existen, tienen la facultad de realizar operaciones simples o bien, permiten intercambiar rápidamente su contenido con A o con B o contener resultados intermedios útiles temporalmente, pero que no es necesario transmitir a la memoria central para conservarlos y recordarlos ulteriormente.

Una alternativa en la organización en registros generales es la de la pila.

2.3.2. LAS PILAS.

Una pila está constituida por un conjunto ordenado de información y una técnica de su adquisición (apilamiento) y de su restitución (desapilamiento).

Puede estar realizada por registros cableados de manera apropiada o estar formada por palabras de memoria administradas por un sistema de programación especializado.

En la técnica LIFO (último que entra primero que sale), el apilamiento se hace desde arriba y desplaza la información en la pila hacia abajo. El desplazamiento se efectúa por arriba con el desplazamiento correspondiente.

En la técnica FIFO (salida en el orden de adquisición o primero que entra primero que sale), la información, apilada desde arriba, es amontonada sobre el fondo de la pila de donde se le extrae.

Los flujos de información circulan en la UC o son intercambiados con el exterior según esquemas especializados. La validación o habilitación de las rutas está condicionada por el contenido de los registros internos, por las señales de servicio emitidas y por el reloj.

Las transferencias se efectúa en paralelo. Su gestión es concebida (sincronización, memoria) para evitar la colisión de la información y su degradación y, por consiguiente, su pérdida.

2.3.3. TECNOLOGÍA CABLEADA, PROGRAMACIÓN Y MICROPROCESADORES.

En lo que se ha admitido implícitamente se acaba de exponer que la tecnología del procesador era cableada. Esto no quiere decir que su realización sea discreta, es decir, que esté compuesta de circuitos lógicos que ejecuten las operaciones booleanas básicas.

La integración tecnología permite, desde hace unos 20 años, disponer de entidades funcionales complejas bajo la forma de circuitos integrados: Registros, acumuladores, índice, contador ordinal. La unidad de tratamiento (UT) se presenta bajo la forma de una tarjeta de circuitos impresos que materializan el cableado, en la cual están insertados los componentes o circuitos integrados. La integración importante permite disponer, en un volumen reducido de funciones cada vez más elaboradas.

Esto hace que la concepción de las UC sea a la vez más simple (menos componentes elementales) y más compleja (multiplicidad de funciones). En particular la puesta a punto, la corrección y también el añadido adicional de funciones pueden plantear ciertos problemas.

Por eso, puede ser interesante suprimir una etapa suplementaria en el concepto de lógica programable.

La ejecución de una instrucción máquina, en lugar de ser física, por la puesta en acción directa de los circuitos integrados, es entonces realizada por una sucesión de instrucciones todavía más elementales, que constituyen un microprograma. Las microinstrucciones que lo constituyen son ejecutadas en el microprocesador. Una memoria particular, llamada memoria de mando o mandato asociada al microprocesador, contiene el conjunto de microprogramas que simula el juego deseado de instrucciones. El triplete: Microprocesador, memoria, microprograma completo con los dispositivos asociados — medios internos de comunicación, reloj — simula el procesador de un APL.

La memoria de mando es programada por el diseñador. Esta reservada a la máquina y es inaccesible a su usuario. Aquí se utiliza una tecnología particular: las memorias ROM (memoria de solo lectura).

Los microprocesadores de los API son en general de 8 ó 16 bits, también pueden ser de 32 bits en el futuro. Como se ha visto, la longitud de una palabra define el número de códigos y, por tanto, la riqueza del juego de instrucciones, la extensión de la dirección memoria y la precisión de los cálculos.

Los API de gama alta recurren cada vez más a los procesadores microprocesadores (bit-álice), cuyas prestaciones son superiores, o a técnicas rápidas equivalentes. Así el Gould Modicon 984, de palabras de 16 bits, está

concebido a base de bit-slice de 4 bits, lo que permite ejecutar sus instrucciones en 200 ns. Este es el caso igualmente del PLC-3 de Allen Bradley.

Estas técnicas permiten realizar más fácilmente el juego de instrucciones elegido, así como ganar tiempos de desarrollo y de puesta a punto. Además, la reproducción de los procesadores resulta facilitada y económica, por copia de los microprogramas puesta a punto una sola vez. Otra es la facilidad de la evolución de las funciones. El constructor dispone así de una herramienta potente para realizar una gama de sistemas.

La contrapartida de estas ventajas es una cierta pérdida de prestaciones, aunque sea poco perceptible por el usuario.

Por esto la gran mayoría de los API, está construida a base de microprocesadores; los sistemas cableados que utilizan circuito cada vez más integrados se reservarán en lo sucesivo a funciones cuya velocidad puede llegar a ser crítica.

2.4. LOS API MULTIPROCESADORES.

En su origen el API era monoprocesador. La necesidad a la cual estaba destinado a satisfacer lo permitía; la tecnología y los costes lo imponían. La mayoría de estos sistemas son todavía actualmente monoprocesadores y proveen ampliamente las prestaciones que de ellos esperan sus usuarios.

La distribución de la inteligencia se efectúa progresivamente para participar del progreso de la microelectrónica y acrecienta las posibilidades de las máquinas de alta gama. En un primer tiempo se ha asumido dos direcciones: Las entradas-salidas y los procesadores especializados.

Después de 1985 ha aparecido una forma de generalización de las estructuras de los multiprocesadores en un contexto de multitarea y multilenguajes.

2.4.1. ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS MULTIPROCESADORES.

Los API multiprocesadores tienen arquitecturas integradas que disponen de recursos especializados encargados de tratar, al más bajo nivel compatible con su misión, la información a ellos destinada.

El punto fundamental de esta definición es que los recursos especializados, que son esencialmente unidades de tratamiento especializadas, deben (en la medida de lo posible) estar situadas cerca de su fuente de información a tratar. Esta limitación está destinada a salvaguardar la máxima potencia interna, la disponibilidad de las estructuras de intercambio (bus) y la integridad de información que, una vez captadas y pretratadas, son vigiladas por los mecanismos elaborados dentro de la UC.

1. Organización general.

Las concepciones del SMC 600 y el PB 400, similares, se basan en una estructura de un solo bus a la cual son acoplados los procesadores y las entradas/salidas.

La unidad central tiene un doble misión. Está como en las arquitecturas clásicas, encargada de la parte secuencial de la aplicación, pero su misión se extiende al conjunto de la arquitectura por su función de supervisión: la unidad central está en la parte superior de la estructura jerárquica cuyo funcionamiento ordena y vigila.

Las unidades de tratamiento (UT) especializadas trabajan bajo su responsabilidad.

Están organizadas de una manera autónoma. Su sincronización con la UC se basa en un procedimiento de intercambio de interrupciones prioritarias: principio, fin de tarea o de comunicación, con la iniciativa de una o de otra. El reparto de información se deriva de una parte de la memoria central, accesible directamente a las UT o bien más comúnmente, del de una zona de la memoria local de la UT accesible a la UC. Para garantizar la coherencia de la información deben ser implantados mecanismos de protección, si hay riesgos de acceso simultáneo.

La UT (también conocidas como procesadoras) especializadas son de tres tipos:

- Los procesadores destinados a una función interna: Módulo de tratamiento aritmético, módulo de cálculo científico (como flotante), eventualmente módulo especializado de vigilancia de la configuración (tráfico en el bus, defectos, etc.).
- Los procesadores de entradas-salidas: E/S industriales, ficha de posicionamiento del eje, mando de motores de corriente continua, mando impulsional (motores paso a paso), regulación, servosistemas, diagnóstico del proceso.
- Los procesadores de comunicación: módulo RS 232 C para la unión de los periféricos o la interconexión de los API, o la ramificación de equipos diversos (lector de código de barras, balanzas electrónicas, etc.); procesos especializados (redes).

Además de estos módulos inteligentes pueden existir E/S clásicas.

2. Los procesadores especializados.

Estos módulos inteligentes están constituidos a base de un microprocesador, de su memoria y de su lógica asociada. La gama TSX 7 de Telemecanique contiene según sus modelos 8 (TSX 67) o 31 (TSX 87, de

gama alta) módulos inteligentes, tomados entre un conjunto de una decena de módulos.

Otros constructores (Siemens: ab-135U, Festo FPC 404) pueden conectar 10 ó 6 procesadores respectivamente.

Como este número es importante, conviene estructurar la arquitectura de los procesadores para alcanzar prestaciones óptimas, tanto desde el punto de vista del diseñador como del usuario.

Contiene una parte especializada (equipos y programas) en función del destino del módulo: Cálculos, E/S, comunicación; la parte común (soporte equipos y programas) es denominada así porque se reproduce en todos los módulos, cualquiera que sea su destino. En efecto, asegura la coherencia y la eficacia interna por la adopción de idénticos procedimientos.

El microprocesador dispone de una memoria privada (RAM) que le es necesaria para asegurar las funciones técnicas (especializadas) de que esta encargada, por ejemplo, un pretratamiento de las magnitudes analógicas, y que le sirve para almacenar la información elaborada. Una vez obtenidas éstas, son encaminadas hacia la memoria común y entonces quedan disponibles para la UC.

La actividad del procesador especializado es autónoma y asíncrona con respecto a la UC y al ciclo del autómata.

Los intercambios entre la UC y los procesadores se efectúa bajo la iniciativa de la UC y bajo la responsabilidad del sistema y, por tanto, son transparentes para el usuario. Corresponde a la información TOR o numéricas (aquí llamadas registros).

Por el contrario, la transmisión de mensajes (tablas de palabras) se efectúa bajo la iniciativa del programa usuario.

Esta gestión de los intercambios es organizada por la tarea interrupción del sistema de explotación, lo que tiene por efecto minimizar los tiempos de ocupación del bus y de intercambio entre UC y el procesador.

Los módulos de Telemecanique funcionan según los diferentes modos operativos definidos por el usuario o impuestos por el estado presente del sistema: marcha automática, manual bajo la guía del operador, funcionamiento de seguridad, completamente manual, etc. La gestión de los modos es dinámica, puesto que la aplicación del usuario puede acceder por programa a toda la información de estado del modo.

La disposición de una inteligencia local es utilizada para acrecentar la seguridad de la configuración por la realización de pruebas en la puesta bajo tensión. Sirve también para detectar, localizar, analizar y señalar los incidentes. Una estructura jerárquica de bits asignada a diferentes estaciones es tratada y transmitida a la UC. La liberación indica que se ha tenido en cuenta el incidente.

3. Los procesadores compartidos.

Una variante importante de las arquitecturas de los multiprocesadores es aquella en que se encuentran a la vez procesadores no asignados a una misión por su propio destino. Este sistema es, por ejemplo, el de Festo, de Allen Bradley y de Siemens.

El FPC 404 y FPC 405 de Festo pueden comprender un máximo de 6 UC generales conectados a un bus. Cada UC utiliza (404) un microprocesador $\mu 80$ con 8 KB de EPROM y de 2 a 32 KB de memoria de usuario (programas y datos) RAM, EPROM o EAPROM. Dispone en la cara anterior de 8 entradas TOR (filtradas de 250 microseg.) para generar interrupciones. La UC dispone de una interfaz RS 232 C.

Siemens propone su SS-135 U al igual que el SS-155 de una arquitectura mixta o procesadores especializados a elección del usuario. El carácter adaptable y evolutivo de esta máquina está marcado por su capacidad de adición de procesadores (de 1 a 8). En estas condiciones es necesario confiar la misión de supervisor a un procesador especializado.

Los procesadores generales son indistintamente del tipo secuencial o de regulación. Cada uno dispone de una memoria de 36 Kbytes de 16 bits para sus programas y de 2048 bits internos remanentes. El periodo del procesador secuencial de 1 ms y el del procesador de regulación es de 20 ms. Globalmente el ciclo del SS-135 no será inferior a 0,25 ms.

Allen-Bradley también ofrece una estructura mixta. Su PLC3 comprende una UC que trata de la función secuencial y supervisa la arquitectura de un gran número de procesadores de E/S especializados. Su originalidad consiste en un coprocesador, verdadera UC informática, encargada de los cálculos, de los balances y de los diálogos.

Una vez analizada la teoría de los controladores programables, se presenta a continuación información técnica de algunos autómatas disponibles por las compañías SIEMENS, ALLEN BRADLEY, TLEMECANIQUE y FESTO. El objetivo de este análisis es conocer las características de estos equipos para llevar a cabo una correcta elección en la automatización de cualquier proceso.

CAPITULO III. REDES INDUSTRIALES.

Objetivo:

Enumerar los distintos tipos de redes industriales integradas que existen en la actualidad, así como sus características principales.

CAPÍTULO III. REDES INDUSTRIALES.

La teoría hasta aquí analizada, muestra que una red de transmisión de datos se presenta tan compleja como el proceso mismo que la requiera, así como también del grado de control que requiramos. Derivado de esto se presentan varios tipos de redes; ciertamente, cada tipo de red tendrá un fundamento en el tipo de interconectividad que desee realizarse entre los diversos componentes que las redes deban contener en algún momento dado. Dicho de otra forma, la red se verá autoconfigurada a través del conocimiento de los tipos de estaciones que se conectarán a la misma, del tipo de comunicación que se requiera, de la velocidad de transmisión de datos, de protocolos, etc.

El estudio realizado de las redes de las diferentes compañías, muestra que cada una de ellas puede enmarcarse en una de cuatro categorías:

1. Bus maestro - esclavos (Bus - Un controlador maestro y varios esclavos)
2. Red maestros - esclavos (Red compuesta principalmente de controladores interconectados entre sí y cada uno de ellos con sus respectivos elementos esclavos)
3. Red de interconexión (A redes de transmisión de datos existentes)
4. Redes de alta velocidad

Así, por citar algunos ejemplos, la compañía Allen-Bradley llama al grupo número 1 Remote I/O, la cual es una red de nivel uno, dedicada al comando directo de elementos sensores y actuadores en tandem a través de un solo

controlador, como dato adicional, un bus del mismo tipo recibe los nombres de BUS DE CAMPO (FESTO), SINEC L2 (SIEMENS) y UNITELWAY (TELEMECANIQUE).

Las problemática de los protocolos de comunicación entre los productos de las distintas compañías, representa un problema constante a resolver cada vez que se desea hacer uso de los equipos ofrecidos por las diferentes compañías, sin embargo, actualmente se están creando protocolos que prontamente resolverán dicho problema. Uno de estos protocolos es el denominado HART (HYWAY ADDRESSABLE REMOTE TRANSMITER), el cual es ya utilizado por compañías importantes como son SIEMENS, ALLEN BRADLEY, QEI Y ROSEMOUNT principalmente.

A continuación se lleva a cabo el análisis técnico de algunas de las redes de transmisión de datos más importantes existentes en el mercado.

3.1. REDES INDUSTRIALES SIEMENS.

La compañía SIEMENS se presenta como una de las empresas líderes en cuanto a elementos de control se refiere; la misma se ha encargado de producir redes de control que sean operables a niveles tan profesionales como lo son las redes de alta velocidad, cuenta con cuatro tipos de redes, enlistadas a continuación:

NOMBRE DE LA RED	DESCRIPCIÓN
SINEC L1	Red en la que solo puede existir un elemento maestro comandando otros en modo esclavo
SINEC L2/L2FO	Red en la que existen dos o más dispositivos maestros comandando sus respectivos esclavos
SINEC H1/H1FO	Red a través de la cual puede realizarse interconexiones a redes existentes p. eje. ETHERNET (IEEE 802.3)
SINEC H3	Red a través de la cual pueden interconectarse varias redes (denominadas también celdas) de control.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES SINEC.

Las características de una RED SINEC permiten empleo de estas en diversas compañías, las cuales pueden pertenecer a una gran variedad de ramas, se incluyen:

- Industria automotriz.
- Industria Química
- Industria alimenticia
- Industria de papel y edición
- Sistemas de transporte
- Tratamiento de aguas
- Ingeniería mecánica

Las redes SINEC son diseñadas para operar en grandes variedades de aplicaciones, tantas como las pueda haber. Son redes que realizan complejas interconexiones en todos los niveles de automatización, además de contar con la capacidad de interconectar celdas individuales (redes locales).

En automatización, existe una tendencia creciente hacia el control distribuido de la planta. Esto significa que el control de procesos pueden distribuirse de manera que resulte más fácil operarlos, permitiendo que la información sea procesada en mayores velocidades y en forma directa (acciones de tiempo real). La viabilidad del sistema es también incrementada, ya que cuando una parte de control se pierde, otras quedarán operando.

El desempeño de un sistema de automatización depende no solamente de las capacidades de sus componentes individualistas (controladores programables), éste también depende de la potencialidad del mismo de comunicaciones. Los buses tipo LAN se presentan como una buena solución a este problema.

➤ Comunicaciones internodo

Un bus tipo LAN habilita comunicaciones inrestrictivas entre los nodos de la red (comunicaciones internodales). Una red de área local es entonces un medio de transmisión universal para todos los datos que proviene de la automatización de procesos.

➤ **Gastos de cableados bajos**

Todos los nodos intercambian información a través de un canal compartido de datos, por lo que las redes con topologías en malla no son indispensables para las comunicaciones internodales.

➤ **Fácil expansión**

Nuevos nodos pueden ser fácilmente adicionados al bus tipo LAN sin tener que alterar la estructura actual de la planta.

Otra característica de las redes SINEC es que ofrecen especificaciones estandarizadas de redes LAN a niveles nacionales e internacionales para así crear sistemas de comunicaciones industriales. Una ventaja de esta independencia de manufactura es que el usuario puede elegir de una gran elección de componentes de red de un número de fabricantes. Esto también se aplica a los sistemas de comunicación los cuales pueden ser conectados a la red.

El grupo de automatización provee varios componentes y sistemas.

3.1.2. SINEC L2 PROFIBUS.

SINEC tipo LAN como redes abiertas para comunicaciones heterogéneas, SINEC L2 (SIEMENS PROFIBUS), SINEC H1 (Ethernet área network) y las correspondientes redes de fibra óptica SINEC L2FO y SINEC HIFO. La documentación técnica para la red SINEC H3 red de alta velocidad opera en concordancia con el estándar FDDI.

Los medios de comunicación empleados por este tipo de redes se muestran en la figura 3.1.

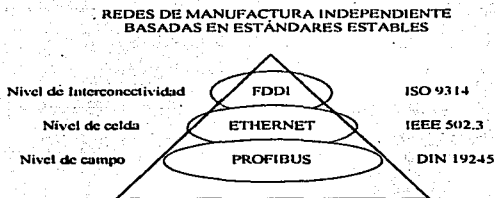


Fig. 3.1 Tendencias en las Comunicaciones Industriales.

SINEC L2, el PROFIBUS de SIEMENS (DIN 19245) ajusta en los desempeños inferiores y medios desde el nivel de campo al nivel de celda.

SINEC H1

Para estructurar redes en el nivel superior, se tiene aquí a SINEC H1 la cual permite estructurar celdas bajo los principios de Ethernet (IEEE 802.3). Los componentes de SINEC H1 compatibles con Ethernet tienen una velocidad de transmisión de 10 Mbit/s.

SINEC H3

La FDDI (Fiber distributed Data interface) abre una nueva dimensión de trabajo siendo el estándar internacional para redes LAN de alta velocidad

(ISO 9514). La FDDI presenta una estructura redundante de doble anillo, opera a una velocidad de transmisión de 100 Mbit/s y puede tener una circunferencia máxima de anillo de 100Km. El protocolo de acceso basado en el estándar token ring (IEEE 802.5), el protocolo de paso de testigo restringido por tiempo (TTP Timed Token Protocol), habilita altos niveles de transmisión de datos.

Modelo de las siete capas de ISO elemento básico para las comunicaciones abiertas.

Cuando un bus tipo LAN es utilizado en sistemas de automatización, es importante definir los medios de transmisión, así como los métodos de acceso. Otro tipo de información a especificar son los protocolos.

La acción llevada a cabo en cada una de las capas se encuentra analizada en el primer capítulo de este trabajo.

En la siguiente tabla se muestra las características de las redes SIEMENS.

SINEC L2/L2FO	
Métodos de acceso	Token Passing con subordinado maestro esclavo
Velocidad de transmisión	9.6 a 1500 Kbit/s
Modo de transmisión	Bit serial
Máximo número de nodos	127

Tamaño de red	SINEC L2 9.6 Km SINEC L2FO 28.5 Km
Tipo de red	Banda base
Aplicaciones	Celda y red de campo
Protocolos	SINEC L2-TF SINEC L2-FMS SINEC L2-DP
Medio de transmisión	SINEC L2: Par torcido Cable blindado SINEC L2FO: Cable de fibra óptica con: Fibra de vidrio y fibra de plástico
SINEC H1/H1FO	
Método de acceso	CSMA/CD
Velocidad de transmisión	10 Mbit/s
Modo de transmisión	Bit serial
Máximo número de nodos	1024
Tamaño de red	SINEC H1: 1.6 Km SINEC H1FO: 4.5 Km
Tipo de red	Banda base
Aplicaciones	Bus industrial, red LAN
Estándar	Ethernet IEEE 802.5
Protocolos	SINEC H1-TF SINEC H1-MAP
Medio de transmisión	SINEC H1: Cable coaxial Cable blindado SINEC H1FO:

	Fibra óptica de vidrio
SINEC H3	
Método de acceso	Token ring
Velocidad de transmisión	100 Mbit/s
Modo de transmisión	Bit serial
Máximo número de nodos	500 estaciones, con doble adhesión
Tamaño de red	Circunferencia de red: 100 Km
Tipo de red	Banda base
Aplicaciones	Enlace de redes
Estándar	FDDI (ISO 9514)
Medio de transmisión	Fibra óptica de vidrio

3.1.3. SINEC L2/L2FO.

SINEC L2 es la red donde se llevan a cabo las acciones de campo para SIEMENS (PROFIBUS), se encuentra basado en el estándar Alemán DIN 19245, SINEC L2 es la red de área local (LAN) para operaciones de rango bajo y medio en un ambiente industrial.

El estándar DIN 19245 comprende dos partes: La parte uno cubre las características de bus específicas y el método de acceso, mientras que la parte dos cubre los protocolos e interfaces de usuario.

La red cumple con los requerimientos DIN 19245, asegurando así estar abierta para el enlace de los componentes SIEMENS así como de otras compañías que cumplan con dicho estándar.

Los siguientes nodos, con estándar PROFIBUS, pueden ser conectados a SINEC L2.

➤ Nodos Activos

Por ejemplo, controladores programables, computadoras industriales (PC's), elementos de programación, controladores de robots y sistemas de control numérico.

➤ Nodos pasivos

Dispositivos de campo tales como actuadores, sensores, válvulas, multiplexores, etc.

Las versión de fibra óptica de esta red es insensible a interferencias electromagnéticas y es apta para manejar largas distancias de comunicación.

Existen varios protocolos disponibles para los usuarios de SINEC L2/L2FO:

- SINEC L2-FMS (Fieldbus Message Specification) definido por DIN 19245 2ª parte .
- SINEC L2-DP (Distributed I/O) es el protocolo para las unidades SIMATIC ET 200 (de SIEMENS).
- SINEC L2-TF (SINEC Tecnological Functions) es la interfaz de usuario definida por los servicios estandarizados internacionales MMS, éste fundamenta el estándar de interfaz de usuario para todas las redes SINEC.

La diferencia entre SINEC L2 y SINEC L2FO es el medio de transmisión empleado. SINEC L2 utiliza par trenzado blindado por línea, mientras que la red SINEC L2FO (red óptica) requiere cable de fibra óptica dúplex (de plástico y vidrio). La transmisión entre ambos medios es implementada con el repetidor SINEC L2 y el repetidor adaptador SINEC L2FO.

Los nodos L2 son conectados a la terminal de bus. Usando repetidores, pueden conectarse 32 nodos por segmento, permitiéndose el empleo de hasta 127 nodos en total. Los segmentos individuales son interconectados vfas repetidores.

La velocidad de transmisión es seleccionable en rangos de 9.6 a 500 según PROFIBUS, y adicionalmente hasta 1.5 Mbps. Todos los nodos deben ser pucatos a velocidades de transmisión iguales.

Las velocidades más bajas sirven principalmente para la conexión de dispositivos de campo. La máxima longitud de segmento depende en la velocidad de transmisión.

En función de sus propiedades de transmisión del cable óptico, SINEC L2 es configurada como red estrella. Las terminales de datos son conectadas a un acoplador de estrella pasivo AS 501 en conexiones punto a punto. La distancia máxima entre los acopladores estrella es de 1400 m. Pueden ser enlazados en cascada hasta 16 veces, dependiendo de la velocidad de transmisión.

El método de acceso de SINEC L2 utiliza los principios de token passing con operación maestro-esclavo DIN 192-45 parte 1 (PROFIBUS). Una distinción se realiza aquí entre los nodos de red pasivos y activos.

El token o testigo es recibido solo por nodos activos, la autorización de transmitir es pasada de un nodo activo a otro a tiempos definidos. El sistema automáticamente detecta si un nodo se ha caído o si alguno ha sido instalado en la red.

CONFIGURACIÓN DE SINEC L2/L2FO.

SINEC L2

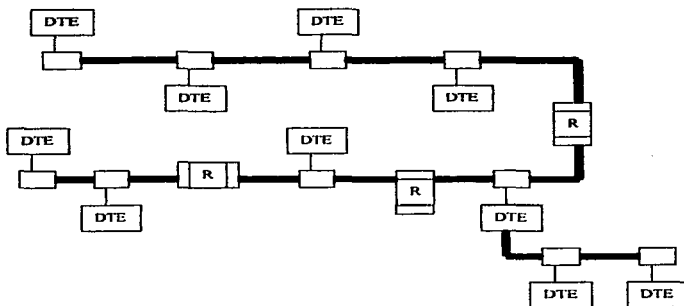


FIG. 3.2 RED SINEC L2 CON ESTRUCTURAS EN BUS Y ESTRELLA.

SINEC L2 puede ser configurada con topología bus y estrella.

Características:

- Método de comunicación RS-485 (para EIA)
- Estructura de bus con derivaciones (hacia los nodos) de 3Km máximo de distancia.

SINEC L2FO

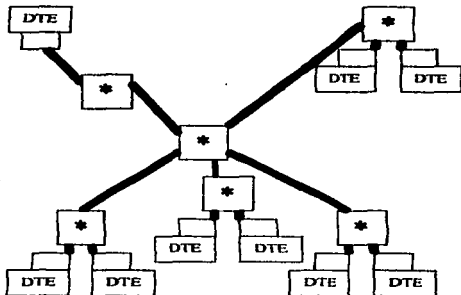


FIG. 3.3 SINEC L2FO: CONFIGURACIÓN ESTRELLA.

SINEC L2 es configurable como una red estrella.

Características:

Insensible a interferencia electromagnética

Aislamiento eléctrico

Elección de cable óptico de plástico o vidrio.

Tablas de distancias

redes eléctricas con empleo de estándar RS 485

En la siguiente tabla se encuentran las longitudes de segmentos en función de la velocidad de transmisión (estándar RS 485).

Velocidad de transmisión	Longitud máxima de segmento
9.6 Kbps	1200 m
19.2 Kbps	1200 m
93.75 Kbps	1200 m
187.5 Kbps	1000 m
500 Kbps	400 m
1500 Kbps	200 m

Con el repetidor RS 485 como elemento de estructuración, las redes SINEC L2 pueden ser configuradas como bus o estrella. Hasta un máximo de 7 repetidores pueden ser conectados en velocidades de transmisión de 500 Kbps y hasta 4 repetidores cuando se opera a 1.5 Mbps.

La siguiente tabla muestra las longitudes máximas cuando se utilizan cables ópticos en función de la velocidad de transmisión, incluyendo la profundidad de cascada de los acopladores estrella.

Velocidad de transmisión	Profundidad de cascada	Longitud máxima
1500 Kbps	2 max	4200 m
500 Kbps	5 max	8400 m
187.5 Kbps	16 max	23800 m

Las longitudes específicas para fibra óptica están relacionadas a fibras de 62.5/125 micro metro.

Redes SINEC L2/L2FO son eléctricas y ópticas.

Los repetidores son usados cuando se opera con redes SINEC L2/L2FO.

Enlace remoto utilizando SINEC L2/L2FO

En operaciones remotas, los repetidores son utilizados para la transmisión entre dos buses de segmento sobre líneas largas. Ninguno es conectado al segmento remoto. Pucato que el segmento remoto no tiene ningún nodo, los repetidores pueden medir largas distancias.

La siguiente tabla muestra las longitudes de segmento en función de las velocidades de transmisión para un segmento de transmisión (Con ningún nodo en el segmento).

Velocidad de transmisión seleccionable	Longitud máxima de cable por segmento remoto
9.6 Kbps	3500 m
19.2 Kbps	2800 m
93.75 Kbps	2000 m
187.5 Kbps	1600 m
500.0 Kbps	1200 m
1.5 Kbps	400 m

En este caso, también, hasta siete repetidores pueden ser conectados en línea (1.5 Mbps hasta 4 repetidores).

3.1.4. SINEC HI/HIFO

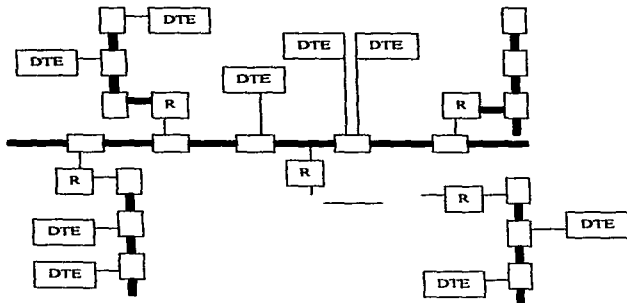


FIG. 3.4. SINEC HI

En SINEC, sistema de comunicación abierto para manufactura, las redes SINEC H1 y SINEC H1FO (fibra óptica) son redes que cumplen con la norma IEEE 802.3, en donde las aplicaciones principales son de tipo industrial 3.6

SINEC es el término global para los componentes de la red; está basado en el estándar internacional que cumple con el modelo de las siete capas de la ISO. SINEC H1 permite la implementación de redes abiertas extensas entre las áreas individuales de una compañía.

SINEC H1 es una red con estructura en bus con uso de cable triaxial de 50 Ohms como medio de transmisión eléctrico. Las configuraciones de red que cumplen con la norma IEEE 802.3 son posibles con extensiones de hasta 3 Km, incluyendo un repetidor remoto de 1 Km. (cable de fibra óptica).

SINEC H1FO es una red con estructura en estrella que utiliza fibra óptica como medio de transmisión. Aquí, es posible tener longitudes de red de hasta 4.6 Km.

Mayores distancias pueden ser manejadas a través de la interconexión de dos o más puentes de LAN's. La unión de esta red con una WAN es también posible con el empleo de un router.

Esta red (SINEC) puede tomar las siguientes configuraciones:

- Puramente eléctrica
- Puramente óptica
- Mixta

Las velocidades de transmisión de 10 Mbps usa el sistema de banda de base. La aplicación de varios protocolos es posible. Las redes H1 comprenden segmentos de bus individuales con longitudes máximas de 500 m.

Hasta un máximo de 100 transreceptores pueden ser conectados a un segmento de bus. Si la longitud de segmento de bus no es suficiente otros segmentos pueden ser adicionados vía repetidores. No más de dos repetidores (o cuatro si se emplea fibra óptica) deben ser colocados entre dos estaciones. Cualquiera de dos estaciones puede entonces ser conectada en una distancia de 3 Km con cable de fibra óptica.

Los siguientes componentes están disponibles para las redes SINEC H1.

- Cable triaxial de 50 Ohms como medio de transmisión.
- Transreceptores
- Transreceptores con dos interfaces
- Unidades de abanico (Fan-out units)
- Conectores de cable y resistores de terminación
- Cable para transreceptores (50 m max.)
- Repetidores para la unión de segmentos

SINEC H1FO es configurada como una red en estrella. El equipo terminal de datos es conectado en configuración estrella a un acoplador de estrella pasivo (vía cable de transreceptor 150 Ohms), ya sea directamente o adicionalmente con transreceptor óptico y cable dúplex. Los paquetes de datos entrantes desde el DTE son distribuidos simultáneamente con amplitud regenerada hacia todos los sistemas conectados vía acoplador.

En caso de alguna eventualidad del cable óptico, solo la estación conectada directamente es afectada y no la red total.

Los siguientes componentes se encuentran disponibles para las redes SINEC H1FO:

- Cable de fibra óptica de varios tipos como medio de transmisión
- Acoplador de estrella pasivo AS 101 (SIEMENS)
- Transreceptor óptico
- Módulo transreceptor
- Módulo de dos canales
- Módulo de un solo canal redundante
- Módulo Cheapernet
- Conectores a la línea

Las redes SINEC H1 LAN utilizan el protocolo CSMA/CD (Acceso múltiple por escucha de portadora con detección de colisiones) Método de acceso estandarizado por IEEE 802.3

3.2. REDES ALLEN BRADLEY.

Esta compañía al igual que la anterior tiene un gran reconocimiento en concepto de calidad de equipos de control y automatización. Cuenta con 5 niveles de red denominadas:

- Remote I/O Link
- DH-485
- Data Highway Plus Network
- Data Highway II
- Red Ethernet (conectividad).

La arquitectura central para los productos de las compañías Allen-Bradley como son: Controladores programables, Procesadores de información, Herramientas de programación, Interfaces de operador, Software, productos de comunicación, etc. son precisamente las redes enlistadas en el párrafo anterior, las cuales permiten intercambio de información entre todos los dispositivos, abarcando desde los controladores programables hasta las grandes computadoras (mainframe).

Instauración de Remote I/O Módulos (Módulos Remotos de entrada y salida). En éste un nivel en el que varios dispositivos o equipos electrónicos pueden ser conectados a un controlador, las características se presentan de la siguiente forma.

En primer lugar, tal característica puede ser llevada a cabo por controladores de mediana talla (Allen-Bradley), pues aquella es cubierta por una tarjeta especializada para tal función (escáner).

3.2.1 ESCÁNER REMOTO DE ENTRADAS Y SALIDAS.

El escáner remoto de entradas y salidas provee comunicación remota entre procesadores e interfaces de operador y dispositivos de control, todos ellos equipos ALLEN BRADLEY. El escáner provee conectividad de los autómatas SLC 5/02 o SLC 5/03 hacia dispositivos como son: dispositivos de visualización y módulos de entradas y salidas (extensiones).

Características:

- Velocidades posibles de transmisión (57.6, 115.2 y 230.4 Kbps)
- Longitud de cable para entradas y salidas remotas (RIO) de 3050 m (10,000 ft) (max.)
- Soporte de conexión de hasta 16 dispositivos físicos.

Especificaciones de la tarjeta que realiza el escaneo remoto.

Especificación	1747-SN
Consumo de corriente en reposo	000 mA a 5VDC
Inmunidad al ruido	Estándar NEMA ICS 2-250
Cable compatible	Balden 9-465

3.2.2. RED DE ÁREA LOCAL DH-485 INDUSTRIAL:

DH-485 es una red de área local (LAN) diseñada para aplicaciones industriales. Esta, permite conectar hasta 32 dispositivos incluyendo:

- Controladores programables SLC 500 (de Allen-Bradley)
- Sistemas gráficos a color
- Computadoras personales

Con ayuda de software (1747-PA2E) es posible programar los controladores SLC 500 a través de la red DH-485. Esto significa que una sola terminal (computadora) conectada a la red puede ser usada para programar todos los controladores SLC 500 sobre la red (fig. 3.5).

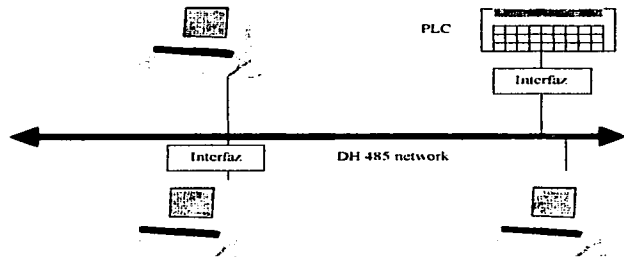


Fig. 3.5. Red data highway 485 (dh485 n)

Especificaciones:

Cableado (Belden 9842)	4000 pies máximo de longitud
Características de transmisión	Token Passing
Velocidad	hasta 19.2 Kbps

Interfase de comunicación DH-485

DH-485 es un enlace para programación de aplicación a aplicación (peer to peer) y enlace de adquisición de datos para una gran variedad de productos ALLEN BRADLEY. Provee una solución de red para pequeñas aplicaciones.

El módulo DH-485 contiene una interfaz RS-232 como puerto que provee conectividad a computadoras anfitrionas y a la red DH-485.

Características:

- Protocolo DF1 a DH-485 (full- o half-duplex)
- Velocidades de comunicación de hasta 19.2 Kbps
- Conectable a sistemas SCADA
- Configuraciones punto a punto o multipunto.

3.2.3. RED DE ÁREA LOCAL INDUSTRIAL DATA HIGHWAY PLUS

Data Highway Plus es una red de área local diseñada para soportar programación remota para aplicaciones industriales. Data Highway Plus permite conectar hasta 64 dispositivos (15 o menos nodos son recomendados por cada red) se incluye:

- Controladores programables PLC-5, PLC-3 y PLC-2
- Sistemas gráficos a color
- Computadoras personales
- Computadoras anfitrionas (host)
- Control numérico
- Dispositivos programables RS-232/RS-422

Con el empleo del software de la serie 6200 pueden programarse los controladores conectados a la red, esto es, pueden programarse en forma remota todos los controladores conectados a dicha red.

Especificaciones:

Cableado	(Belden 9463 coaxial bifilar)
Características de transmisión	Token passing
Velocidad	57.6 Kbps

3.2.4. RED DE ÁREA INDUSTRIAL DE PORTADORA DATA HIGHWAY PLUS II

La red Data Highway II es una red de área local de tiempo real que provee respuestas rápidas. Diseñada para aplicaciones de Manufactura Integrada por Computadora (CIM). Además, permite la comunicación con dispositivos síncronos y asíncronos.

- CNC: Control numérico por computadora
- DH+N: Data highway plus network
- Controladores programables PLC-5, PLC-3 y PLC-2
- Sistemas gráficos a color
- Computadoras personales
- Dispositivos programables RS-232/RS-422
- Terminales tontas e impresoras

Características:

- Existen switches en cada interfaz para fácil reconfiguración a medida que la red cambia.
- Cable opcional redundante permite reducir las fallas de cableado proveyendo cable de resguardo Data Highway Plus para cada interface.
- Diagnóstico de red para evitar tiempos muertos y mejorar la eficiencia de la red.

- Software de comunicación Iscriba 6006-NETD para proveer manejadores de red para muchas computadoras mainframe DEC.

3.3. REDES TELEMECANIQUE.

3.3.1. RED MAPWAY.

La adecuación al CIM, se presenta como un elemento clave en la estrategia del grupo TELEMECANIQUE que reconoce el modelo OSI como la base de toda comunicación y eje de su desarrollo de las normas en general, y de MAP en particular.

MAPWAY es una red de gran flujo que responde a las exigencias del mundo industrial:

- Sencillez de instalación
- Tiempo de respuesta garantizado
- Buen nivel de inmunidad respecto a parásitos

Para su red MAPWAY, TELEMECANIQUE ha elegido la arquitectura MINI-MAP propuesta por la norma (ISO 8802-4/8802-2), bus de anillo con portadora de 5 Mbit/s, y cable coaxial de 75 Ohms directamente ligado a los servicios de aplicación estándar TELEMECANIQUE UNI-TE y palabras COM.

La arquitectura MINI-MAP es un sistema de comunicación de tres capas, que minimiza simultáneamente el volumen del software, el tiempo de respuesta y el coste de la conexión. La modulación por portadora de la norma MINI-MAP acentúa aún más la reducción de los costos.

MAPWAY A través de esta red puede llevarse a cabo la conexión de los siguientes equipos:

- Automatas programables
- Puestos de supervisión
- Puesto de trabajo
- Mandos numéricos de máquina herramienta y robots NUM
- Robots ACMA
- Ordenadores DIGITAL micro VAX
- Microordenadores IBM PC

MAPWAY se dirige esencialmente a las aplicaciones:

- De nivel 1: coordinación entre autómatas y/o mandos numéricos de máquinas herramientas o de robots.
- De nivel 2: supervisión local o centralizada y comunicación con la informática de gestión de producción.

Servicios y simplicidad

La red MAPWAY arranca instantáneamente, sin necesidad de configuración: Codificación de dirección mediante el bome, diagnóstico local mediante pilotos y visualizadores.

MAPWAY es un soporte de base de datos distribuida de 256 palabras entre los equipos de la red, estas palabras comunes (COM) se intercambian cíclica y automáticamente sin que intervenga el programa de aplicación.

MAPWAY soporta también todos los servicios UNI-TE (bus) .
permite entonces:

- Acceder a las variables de distintos equipos
- Cargar el programa
- Diagnosticar y ajustar la aplicación.

MAPWAY permite enviar tablas de datos de 256 caracteres de programa de aplicación a programas de aplicación.

MAPWAY ofrece un servicio prioritario que se llama Telegrama y que está adaptado a los intercambios rápidos.

Existen softwares para responder a las diferentes etapas de instalación:

- Concepción: software PL7-NET
- Instalación/diagnóstico: software NET-DIAG

La compatibilidad MAP.

Se ha previsto una evolución de MAPWAY, respetando la norma MAP. Esta evolución va a dotar a los autómatas programables, a los mandos numéricos y a los puestos de supervisión de un doble perfil MAP/EPA.

Puesto que dispone de la arquitectura de comunicación completa (7 etapas ISO), y del servicio de mensajería industrial MMS, permite un interoperabilidad total con cualquier equipo conforme a la norma MAP 3.0. en estas nuevas configuraciones, los equipos TELEMECANIQUE siguen dialogando entre ellos gracias a la eficiencia de los servicios de aplicación UNITE y COM.

CARACTERÍSTICAS DE UNA RED MAPWAY

ESTRUCTURA:

Naturaleza	Red local industrial heterogénea de tipo MINI-MAP
Topología	Bus con derivaciones pasivas
Método de acceso	Paso de testigo en anillo virtual siguiendo las Normas MAP e IEEE 802.4

TRANSMISIÓN:

Modo	Banda portadora en modulación de frecuencia con base coherente según las normas MAP e IEEE 802.4
Velocidad	5 Mbit/s
Medio	Cable coaxial MAP 75 Ohms

CONFIGURACIÓN:

Número de estaciones	64 máximo (depende de la longitud de la red)
Derivaciones	50 máximo
Multired	Posibilidad de interconectar 127 segmentos

SERVICIOS:

COM	Base de datos distribuida; 256 palabras de 16 bytes para el conjunto de las estaciones de un segmento.
UNI-TE	Peticiones punto a punto con informe 128 bytes máxima Aplicación- Apliación Mensajería punto a punto; 256 bytes máximo. Mensajería prioritaria (telegrama) punto a punto 16 bytes (máximo).
Seguridad	Carácteres de control sobre cada trama y recepción de los mensajes punto a punto siguiendo MAP, IEEE 802.4 y IEEE

	802.3 (LLC tipo 3). Gestión de la red siguiendo las normas MAP e ISO 9595 y 0506.
Vigilancia	Estado de la red accesible mediante terminal.

PTX 507 equipadas con el software NETDIAG o el terminal TSX T407 (TELEMECANIQUE) y el cartucho de explotación TSX TS 1310.

3.3.2. PRESTACIONES EN MONORED DE MAPWAY.

Debido a su alto flujo, MAPWAY nunca supone un freno a las prestaciones de una aplicación. En el modo de funcionamiento normal, y para una aplicación tipo, la carga de la red no supone más del 5 al 10%.

Esto le permite absorber sin dificultad, y sin degradar las prestaciones, las ocasionales sobrecargas que se pueden producir debido a una avalancha de fallos o por cargar simultáneamente varios programas de aplicación voluminosos en autómatas programables o mandos numéricos.

En funcionamiento normal, cada estación no puede conservar el anillo más de 800 microsegundos, lo que supone un tiempo de ciclo de red máximo de 51 miliseg. restos 800 microseg. Son suficientes para permitir a la estación emitir por ejemplo 4 palabras COM, además de un mensaje (TXT) de 256 bytes con acuse de recibo, además de un telegrama (TLG) de 6 bytes.

El tiempo de respuesta de las aplicaciones, al que no le afecta el tiempo de ciclo de red, depende enteramente de las capacidades de tratamiento de los equipos conectados.

En el caso de los autómatas programables TSX modelos 40 (TELEMECANIQUE), y en una red cargada normalmente, se observan por lo general las siguientes prestaciones:

- COM actualiza el conjunto de las COM en todos los ciclos del autómata.
- TLG transfiere de programa de aplicación a programa de aplicación en menos de 30 ms.
- TXT transfiere de programa de aplicación a programa de aplicación en menos de 100 ms.
- Telecarga un programa de 50 K palabras en menos de un minuto (con un terminal conectado a la red).

Prestaciones en Multired de MAPWAY

El funcionamiento en Multired necesita que se consideren los tiempos de comunicación entre segmentos.

El tiempo de transmisión de un mensaje entre dos segmentos corresponde a la suma de los tiempos siguientes:

- Transmisión del mensaje entre dos segmentos corresponde a la suma de puente entre los dos segmentos.
- Encadenamiento del mensaje por el autómata puente (el tiempo de encadenamiento depende de la carga de su unidad central y de la relación entre el tiempo de ciclo y el tiempo de ejecución de su programa de aplicación). El tiempo es del orden de los 20 a 25 miliseg. para un mensaje de 128 bytes.
- Transmisión del mensaje del autómata puente hacia la estación destino.

3.3.3. RED TELMAY.

Integrada en varios miles de instalaciones, TELWAY es una de las redes locales industriales que más se utilizan.

La conexión o la desconexión de una estación no perturba en ningún modo el funcionamiento de la red; el recién llegado se incorpora automáticamente en el ciclo de escrutación.

El fallo de una estación cualquiera de la red TELWAY no interrumpe la comunicación entre las otras estaciones; el módulo averiado se desconecta automáticamente de la red.

El soporte que utiliza es un simple par trenzado blindado. La conexión puede efectuarse por encadenamiento o por derivación a partir del cable principal.

La red es dirigida por un maestro flotante que asigna sucesivamente la línea a cada una de las estaciones.

Red interautómata TELWAY permite dar comunicaciones hasta a 16 autómatas.

Servicio

TELWAY es el soporte de una base de datos distribuida en 64 palabras entre los equipos de la red. Estas palabras comunes (COM) se intercambian cíclica y automáticamente sin que inter venga el programa aplicación.

TELWAY soporta así todos los servicios UNI-TE:

- Acceder a las variables de distintos equipos
- Cargar el programa
- Diagnosticar y ajustar la aplicación

TELWAY permite enviar tablas de datos de 32 caracteres de programa a programa de aplicación.

Características de la red TELWAY:

ESTRUCTURA

Naturaleza	Red local interautomatas
Topología	Bus con derivaciones pasivas
Método de acceso	Dirección por maestro flotante, enlace en serie tipo BSC (Binary Synchronous Communications)

TRANSMISIÓN:

Modo	Modulación en amplitud
Velocidad	19200 bps
Medio	Par trenzado blindado
Frecuencia portadora	150 KHz.

CONFIGURACIÓN:

Número de estaciones	16 máximo
Longitud de la red	2000 m. máximo excluidas derivaciones
Derivaciones	30 máximos entre el bus y la estación
Multired	127 segmentos

SERVICIOS.

COM	Base de datos distribuida: 64 palabras de 16 bytes para el conjunto de las estaciones (0 a 4 palabras por estación)
-----	---

UNITE	Peticiones punto a punto con informe de 32 bytes máximo. Aplicación- Aplicación Mensajería punto a punto: 32 bytes máximo.
-------	---

Tiempos de ciclo y de transferencia

Los tiempos de transferencia de los distintos mensajes transferidos en la red TELWAY son tiempo garantizados para una configuración de red dada. Los diferentes parámetros son:

- El tipo de intercambio: intercambio solo de palabras comunes, intercambio de mensajes solo punto a punto o los dos tipos simultáneamente.
- El número de estaciones conectadas a la red.
- El número de ciclos del autómata que compone cada estación.

Tiempo de ciclo de red.

El tiempo de ciclo de red (TRC) correspondiente al número que separa dos interrogaciones de una misma estación. Este tiempo depende de la cantidad de estaciones conectadas, del número de estaciones que intercambian variables comunes, y de la emisión o no de mensajes punto a punto.

3.3.4. RED BUS UNITELWAY (BUS INDUSTRIAL HETEROGÉNEO)

UNI-TELWAY es el bus industrial que permite la comunicación entre todos los componentes de automatismo del grupo TELEMECANIQUE.

La difusión de los protocolos UNI-TELWAY a terceros, y una estrecha política de colaboración facilitan la comunicación con ciertos componentes de automatismos de otros constructores, a través de las redes con vocación heterogénea FACTOR o LAC, con los ordenadores de informática industrial BULL, DIGITAL, HEWLETT PACKARD o IBM, puesto que utiliza el modo de transmisión diferencial norma RS-485 esta particularmente adaptado para resistir a bajo coste, las perturbaciones del entorno industrial.

La gestión del enlace, de tipo Maestro Esclavo con recepción de mensaje y reiteración en caso de error hacen de el un sistema seguro.

Características y prestaciones del bus UNI-TELWAY

ESTRUCTURA:

Naturaleza	Bus industrial heterogéneo
Interface física	RS-485
Protocolo	Tipo maestro-esclavo

TRANSMISIÓN:

Enlace	Asíncrona en banda base
Velocidad	9600 bps, configurable en ciertos equipos
Medio	Doble par trenzado blindado

CONFIGURACIÓN:

Número de equipos	28 equipos máximo, 255 direcciones de enlace (un equipo puede ocupar varias direcciones)
Longitud del bus	1000 m. máximo.
Longitud de derivación	20 m. máximo

SERVICIOS:

UNI-TE	Peticiones punto a punto con informe (tipo pregunta/respuesta de 128 octetos máximo, datos no solicitados punto a punto, sin informe, de 128 octetos máximo mensajes en difusión de 128 octetos máximo.
Otras funciones	Transparencia de la comunicación con cualquier equipo de una arquitectura TSX a través del equipo maestro.

Prestaciones:

El tiempo de ciclo de bus UNI-TELWAY está ligado al número de equipos esclavos (direcciones de enlace), al flujo binario, al tiempo de retorno de cada equipo, a la longitud entre los equipos y la naturaleza de los mensajes.

TCB = Tiempo de ciclo de BUS, corresponde al tiempo que separa dos interrogaciones de un mismo equipo. Ver figura 3.17

La curva anterior da el tiempo del ciclo UNI-TELWAY en función del número de esclavos a 9600 bps con un tiempo de retorno típico de los equipos de 5 miliseg. (sin mensaje).

El cuadro siguiente indica los tiempos que hay que añadir (en miliseg.) para conocer el verdadero valor de TCB en función del tráfico (N = número de carácter útiles).

Maestro hacia esclavo	$24 + 1,2N (*)$	(*) N = Número de caracteres útiles que corresponden a los mensajes que se van a Intercambiar.
Esclavo hacia maestro	$19 + 1,2N (*)$	
Esclavo hacia esclavo	$44 + 2,3N (*)$	

El tiempo de respuesta de aplicación a aplicación en una arquitectura de automatismo distribuida no depende solo del sistema de comunicación; depende también:

- Del tiempo de tratamiento de los equipos emisor y destinatario del mensaje.
- Del asincronismo entre los ciclos de bus y las unidades de tratamiento.

Este tiempo de respuesta debe ser evaluado por el concepto de cada aplicación en función de los equipos conectados.

El tiempo de tratamiento de un equipo puede variar de uno a dos tiempos de ciclo en función de los asincronismos.

3.4. REDES FESTO.

3.4.1. SISTEMA DE BUS DE CAMPO (FIELD BUS).

Es un sistema de cable común para transmisión de datos entre módulos individuales en un sistema de control o computadora.

Una característica de esta estructura simple de bus, en la cual los datos, direcciones y señales de control son transmitidas serialmente en el mismo bus mientras que una estructura multibus es aquella en la cual cada uno posee su propio sistema independiente de bus y la transmisión se hace en forma paralela.

El sistema para el intercambio de información entre los varios componentes en un sistema de control o entre los participantes de una comunicación de red se pueden observar tres estructuras básicas (topologías de

red), las cuales son distinguidas por su colocación física de los participantes de la red y su naturaleza de conexión. Estas son:

1. Red estrella. Todos los participantes son conectados a una central de monitoreo. Si esta estación central falla la operación de todo sistema es interrumpida.
2. Red anillo. No es necesaria una central de monitoreo, pero cada estación deberá ser activada. Si la estación falla todo el anillo es interrumpido. La distancia entre dos estaciones es limitada.
3. Red bus. La red está formada por todas las estaciones conectadas; la falta de alguna de las estaciones no tiene efecto en la operación y las estaciones pueden ser interrumpidas en cualquier momento.

Acoplándose a las exigencias demandas de las compañías en la inauguración de redes de área local, FESTO ofrece también la capacidad de realizar redes LAN derivadas de la interconexión de sus autómatas programables. Para lo anterior, FESTO, a través de su controlador programable FPC 405 ofrece la capacidad de enlazar un total de 40 estaciones.

Cabe mencionar, que dentro de los equipos FESTO, se cuenta con terminales de válvulas inteligentes, las cuales se distinguen de las terminales de válvulas comunes por el hecho de contar con un PLC integrado. Adicionalmente, estas terminales se diseñan de forma que puedan ser

empleadas por otros controladores ofrecidos por otras compañías. Esto es llevado a cabo con el empleo de unidades nodales (denominadas como tales), cada una capaz de adaptar el terminal a los protocolos y velocidades de transmisión de otras compañías.

Hasta este momento se han estudiado algunos autómatas y sistemas de transmisión. A partir de estos datos podemos ahora comenzar a analizar los pros y contras que se contraen al utilizar uno u otro equipo o sistema. Como se menciona al inicio de este capítulo, la elección dependerá entonces de la configuración necesitada.

Al establecer un automatismo, muchas veces se debe prever (de no emplearse en ese momento) una capacidad de conexión a red, puesto que los automatismos con frecuencia presentan cambios a medida que el proceso requiere de modificaciones, y puesto que la tendencia es hacia el aumento de productos y la disminución de tiempos, es lógico pensar entonces en que los sistemas más recomendables son por lo tanto aquellos que puedan en un futuro cercano permitir su conexión hacia sistemas de comunicación para el intercambio de datos con otros elementos nodales de la misma red.

Cabe mencionar que no todos los automatismos requieren de un sistema de comunicaciones. Algunos bien pueden constituirse a base de uno o dos controladores programables. El siguiente capítulo establece un procedimiento para llevar a cabo el diseño de una automatización específica.

CAPITULO IV.PLC'S.

Objetivo:

Describir los procedimientos que se deben de tomar en cuenta a la hora de automatizar un proceso industrial con Controladores Lógicos Programables.

CAPÍTULO IV. PLC'S.

4.1. AUTOMATIZACIÓN.

Los problemas de automatización industrial toman formas muy variadas, por lo que para poder llegar a una realización racional y competitiva, las elecciones a tomar se dividen básicamente en dos partes: Parte Operativa y Parte de mando. En este capítulo se presentan más particularmente las diferentes tecnologías existentes para la realización de la Parte de Mando de máquinas y procesos, las cuales se pueden clasificar en dos grandes grupos.

Tecnologías cableadas

Son aquellas tecnologías en la que la unión física de los diferentes elementos, es la que determina la lógica o secuencia según la cual trabaja el control. Existen básicamente dos tipos de tecnologías cableadas: la constituida por Relevadores Electromagnéticos y la basada en Mando Neumático.

Tecnologías programadas.

En este tipo de tecnologías la lógica o secuencia según la cual trabaja el control se escribe en forma de programa en la memoria del elemento de control. Dentro de este tipo de tecnologías se encuentran: Las Tarjetas Electrónicas, Normalizadas y Especiales, las Micro y Minicomputadoras y los Controladores Programables.

Dentro de las Tecnologías Programadas se analiza, en este trabajo, especialmente el empleo de los Controladores Programables, dentro de Parte de Mando, en los sistemas automatizados.

Como se mencionó previamente, cada sistema automatizado comprende dos partes:

Elementos de un sistema automatizado

1.- Parte Operativa (PO)

Esta constituida por todos los elementos que actúan directamente sobre el proceso. En general comprende:

- a. Los útiles y medios diversos que se aplican en el proceso, por ejemplo: moldes, útiles de estampar, herramientas de corte, bombas, cabezas de soldadura, bandas transportadoras, etc.
- b. Los accionadores destinados a mover el proceso automatizado, por ejemplo: el motor eléctrico para accionar una bomba, el actuador hidráulico para cerrar un molde, el actuador neumático para mover una cabeza de marcado, etc.

2.- Parte de Mando (PM)

La parte de mando es la que emite las ordenes hacia la Parte Operativa y recibe las señales de retorno para coordinar sus acciones. Cada vez es más frecuente que se implemente con tecnologías de tratamiento programable y particularmente con Controladores Programables. En la figura 4.1 se esquematiza la relación entre la Parte Operativa y la Parte de Mando.

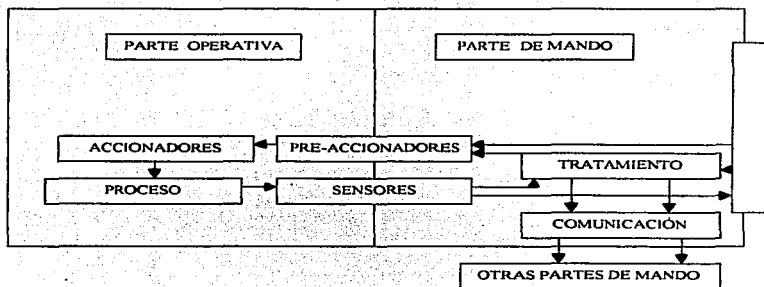


Fig. 4.1 Relación parte operativa y de mando.

4.2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO.

El buen diseño e implementación de un sistema automatizado comienza con el perfecto entendimiento del problema, es decir con la reflexión previa del proceso y la definición de los objetivos, así como una clara descripción del proceso o equipo a ser controlado. De esta forma se elabora un

ANTEPROYECTO DEL SISTEMA a automatizar por un solo equipo de trabajo (PO + PM), el cual da como resultado el PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES. Este es un documento que expresa las necesidades en términos de las funciones a realizar y de los acondicionamientos a respetar.

El pliego de condiciones funcionales esta constituido por:

- Definición de los objetivos de la Automatización
- Definición del proceso o secuencia de operación

una vez que se ha establecido el Pliego de Condiciones Funcionales, comienza la automatización propiamente dicha. Parte Operativa y Parte de Mando se estudia cada una por un equipo especializado, con un ligero avance de la PO sobre la PM. Los dos estudios se coordinan entre si en cada etapa de su progresión. La PO y PM se desarrolla de forma independiente, posteriormente la PM se integra con la PO, por lo que en la parte de mando se deben proveer todos los medios para facilitar su integración.

Por último se entra en el periodo de explotación que genera la amortización de las inversiones. La parte de mando debe facilitar entonces:

- Las operaciones de ajuste para optimizar la producción
- Las operaciones de mantenimiento

En la figura 4.2 se muestra la organización de las etapas de desarrollo de un sistema automatizado.

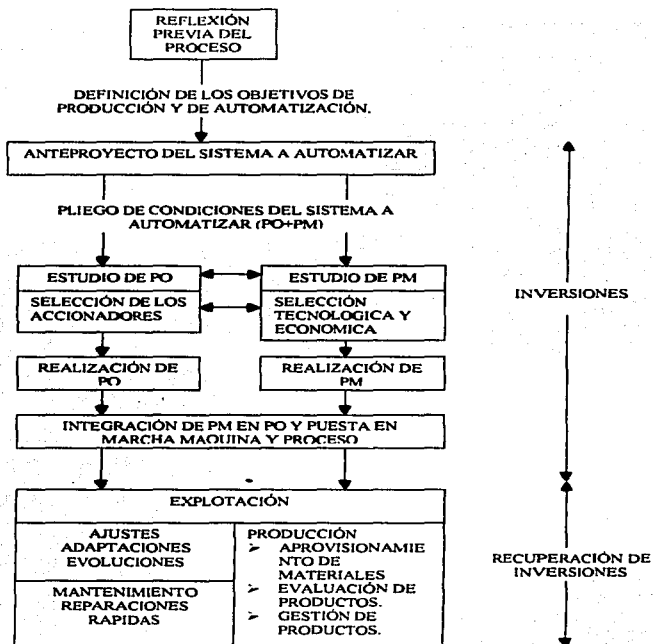


Fig 4.2. Etapas de desarrollo de un sistema automatizado.

4.2.1. ESTUDIO DE LA PARTE DE MANDO.

Partiendo del anteproyecto del Sistema a Automatizar, el equipo dedicado al estudio de la Parte de Mando, se encarga de realizar las selecciones técnicas y tecnológicas, es decir elige los procedimientos y medios con los cuales implementar la Parte de Mando del sistema. Durante la selección se aplican dos criterios básicamente.

- Los criterios de factibilidad: Eliminan las tecnologías que no pueden cubrir satisfactoriamente el pliego de condiciones, ya que sus posibilidades no permiten hacer frente a las exigencias funcionales u operaciones.
- Los criterios de optimización: Permiten optimizar la selección entre las tecnologías no eliminadas por los criterios de factibilidad, con el objeto de minimizar el costo global de la instalación.

4.2.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN TECNOLÓGICOS Y ECONÓMICOS.

Criterios tecnológicos. Basándose en los criterios de factibilidad, se realiza una primera selección entre las tecnologías de posibles aplicación para la parte de mando del sistemas. Después de que se ha decidido el tipo de tecnología a utilizar, se seleccionan los constituyentes asociados al control, entre los cuales se encuentran: Los sensores o elementos de detección: mecánicos, inductivos, capacitivos, fotoeléctricos, etc. Los componentes asociados: relevadores,

amplificadores, interfaces, etc. . Los preaccionadores de la parte de mando: contractores, electroválvulas, actuadores neumáticos, etc.

Criterios económicos.

En un enfoque a corto plazo desafortunadamente muy extendido, la selección de los constituyentes de mando se hace frecuentemente sobre la única base de su PRECIO DE COMPRA. Un objetivo esencial del presente trabajo, es por el contrario dar las bases de una selección que conduzca a minimizar el COSTO GLOBAL del sistema automatizado a realizar, basándose en los criterios de optimización.

El Costo Global.

Es el conjunto de los costos ocasionados por la automatización, en todas las etapas, desde el estudio hasta la explotación. Este costo es difícil de calcular a priori, pero es esencial que todas las acciones tiendan a minimizarlo.

La Parte de Mando.

Tiene siempre una importante incidencia en el COSTO GLOBAL: La experiencia muestra que una PM realizada con economía aumenta considerablemente los costos de puesta en marcha y de explotación de la máquina.

En efecto una PM bien optimizada la que deberá facilitar cada etapa de la vida de la maquinaria o proceso y por lo tanto hacerla racional y rentable.

Por regla general, el equipo de mando de la máquina debe poder:

- Facilitar la puesta en marcha, permitiendo el mando separado de cada acción dentro de buenas condiciones de seguridad y brindado en todo momento a la persona que se ocupa de la puesta en marcha el estado de la máquina (acceso a la situación).
- Facilitar las operaciones rápidas, dando las mismas facilidades al personal de mantenimiento.
- Permitir adaptaciones y evoluciones, en numerosos, será necesario verificar que la solución seleccionada, cuente entre otros casos con las siguientes capacidades:
 - control de operador y monitoreo de procesos.
 - señalización y registro
 - interconexión entre máquinas, punto a punto o en redes locales.

Una parte de mando que sea concebida completamente al servicio de la maquinaria o proceso, será un poco más cara, pero conducirá a economías mucho más importantes sobre el COSTO GLOBAL del sistema a automatizar.

4.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA CONTROLADORES PROGRAMABLES.

Una vez que se ha decidido que la tecnología adecuada a utilizar en la automatización de un proceso o maquinaria es la de los Controladores Programables surge la pregunta de Cuál controlador programable elegir. Como se vio en el capítulo dos, los controladores programables se encuentran disponibles en gran variedad de tamaños y con un amplio espectro de capacidades. Desde simples sustitutos de la lógica cableada, con un mínimo de entradas y salidas discretas, hasta los controladores capaces de realizar tareas complejas de supervisión, y control. Como hemos visto, una adecuada selección conducirá a minimizar los costos globales del proyecto de automatización, de ahí la importancia de elegir el controlador adecuado para cada aplicación.

A continuación se establecen los diferentes pasos a seguir para la selección del Controlador Programable adecuado para la automatización de una a máquina o proceso.

4.3.1. TIPO DE CONTROL.

Con el advenimiento de nuevas y mejores Controladores Programables, la decisión de que tipo de control se va a utilizar, se ha convertido en una importante decisión. El conocimiento previo de la máquina o proceso a automatizar, así como los requerimientos a futuro, son la base para decidir el

tipo de control requerido. Las tres configuraciones básicas, estudiadas anteriormente (cap. 1), incluyen control, individual, control centralizado y control distribuido. En forma resumida.

El control individual es usado cuando un controlador programable gobierna una máquina únicamente con señales de entrada/salida locales, o con algunas señales remotas.

El control centralizado se emplea cuando varias máquinas o procesos son controlados por un procesador central. Este tipo de control puede contar con varios subsistemas en toda una planta o fábrica, los cuales cuentan con su respectiva interfaz de entradas y salidas y a su vez están comunicados punto a punto al controlador central.

El control distribuido implica dos o más controladores comunicados entre sí para realizar la tarea global de control. Este tipo de control generalmente emplea redes de área local (LAN's - analizadas en el capítulo tres de esta tesis), en las cuales los controladores gobiernan diferentes partes del proceso localmente y a su vez intercambian continuamente información concernientes al proceso.

El criterio que nos llevará a elegir entre una u otra red de las disponibilidades por las varias compañías, quedará establecido por los protocolos, velocidades de transmisión, topologías, etc. que demande el proceso mismo. En ocasiones, habrá de incrementarse algún automatismo ya establecido, por lo que

los parámetros de la red a diseñar se tomarán directamente de los utilizados en el sistema actual.

4.3.2. REQUERIMIENTOS DE ENTRADA/SALIDA.

La determinación del número de puntos de entrada y salida consiste en contabilizar la cantidad y determinar las características de los dispositivos discretos y analógicos (sensores y actuadores) que van a ser conectados al Control Programable. Esta contabilización permite identificar el tamaño y características del controlador requerido; sin embargo no se debe olvidar considerar las futuras expansiones y/o modificaciones, para lo cual típicamente se considera de un 10 a un 20% de margen sobre los requerimientos básicos.

Módulos digitales de entradas/salidas

Lo más importante a considerar para la elección de los módulos digitales de entrada/salida es su tensión de operación, los rangos de valores de voltaje de CA generalmente se encuentran entre los 24 y 240 VCA, mientras que en CD van desde 5 hasta 250 VCD. Otro factor a considerar es la velocidad, la densidad de señales de los módulos, la cual se encuentra generalmente en múltiplos de 4 (4, 8, 16 y 32 puntos de conexión).

Módulos analógicos de entradas/salidas

En estos módulos se debe identificar los rangos del transductor de entrada y/o salida, siendo los rangos más comunes +/- 10 VCD, y de 0 a 20 mA.

Algunos fabricantes proveen la posibilidad de usar módulos especiales para termopares y RTDs.

Módulos especiales de entrada/salida

Al efectuarse la selección de un controlador programable debe tomarse en cuenta si se requiere realizar el tratamiento de señales que no pueden ser manejadas con los módulos normales de entrada y salida, como: el posicionamiento, el conteo de señales de alta velocidad, el control de motores paso a paso, etc. En este caso se debe especificar si el controlador elegido provee la posibilidad de usar los módulos especiales requeridos, para contar con una solución más sencilla y flexible y reducir el tiempo de programación e implementación del control.

Señales remotas de entradas/salidas

En los sistemas grandes es conveniente considerar a distancia de la CPU y comunicarse a través de un par de cables, esto implica una considerable reducción en los costos de cableado. Otra ventaja que se tiene con los sistemas de entradas/salidas remotos, es que las señales pueden ubicarse estratégicamente para el control de máquinas separadas o para secciones de un determinado proceso de control. La mayoría de los controladores cuentan con la posibilidad de usar señales digitales de entrada salida remotas. Sin embargo, si se requiere el uso de módulos remotos analógicos o especiales, debe verificarse si el controlador ofrece esa posibilidad.

4.3.3. TIPO DE CPU Y MEMORIA A UTILIZAR.

Generalmente un mismo modelo de Controlador Programable ofrece la opción de usar diferentes tipos de CPUs. La elección de la CPU adecuada para la aplicación en particular está basada en el número de puntos (variables) de entrada/salida que se desean controlar, número de temporizadores internos y contadores a utilizar, opciones de programación, pero muy especialmente del tiempo de "scan" requerido (tiempo de ciclo de programa).

Estrechamente ligado a la elección de la CPU está la elección de la Memoria. En este sentido los dos aspectos básicos a considerar son el tipo de memoria requerido (RAM, EPROM o EEPROM) y la cantidad de memoria utilizar (2K, 4K, 8K, etc.)

4.3.4. REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE Y PROGRAMACIÓN

Una parte importante en la automatización de un sistema, basado en Controladores Programables, lo constituye la programación de los mismos, por lo que en la selección de los controladores se debe considerar a demás de los requerimientos de hardware la capacidad de software de programación. Se debe entonces verificar si el conjunto de instrucciones de software cubre los requerimientos de programación, si se requiere la utilización de funciones especiales, o el cálculo de operaciones complejas. Otro aspecto importante a

considerar dentro del software son las formas de representación que ofrece: escalera, lógica booleana, instrucciones, basic, etc.

La utilización de un software de programación que cuente con todas las opciones necesarias ahorra mucho tiempo de ingeniería y en consecuencia una buena elección en este sentido afecta directamente en el costo global del proyecto de automatización en forma significativa.

4.3.5 LOS DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS.

El primer dispositivo periférico a considerar es un dispositivo de programación. En general los programadores se encuentran disponibles en todo tipo de clases: Las pequeñas unidades de programación de mando de bajo costo (programador tipo calculadora), enfocadas a los controladores pequeños y a los dispositivos con pantalla CRT o LCD (en este caso es una computadora la que se utiliza para realizar la programación del PLC), que proveen una mayor flexibilidad.

Además del dispositivo de programación, el usuario puede requerir dispositivos periféricos locales o remotos que provean una interfaz remota entre la máquina o proceso y operador. Algunos de los más importantes dispositivos periféricos son los paneles de operación y monitoreo los cuales sirven para desplegar alarmas, indicar condiciones de operación y/o modificar parámetros del proceso. Otros periféricos comunes son las impresoras que se usan para la

obtención de reportes escritos, gráficas de operación modems, radiotransmisores, etc.

El tipo y número de variables totalizado es lo que finalmente permitirá una elección del Controlador a emplear. La información adicional (CONDICIONES ESPECIALES) proporcionará la indicación de si el PLC deberá tener capacidad para una comunicación presente o futura.

La evaluación de los requerimientos de hardware y software dirigen la selección de los Controladores Programables a unos cuantos candidatos posibles. Eventualmente, dos o más controladores llenaran los requerimientos de diseño preliminar del sistema, y finalmente se tiene que tomar una decisión. En ese punto, se elaboran una o varias configuraciones con todas las posibles soluciones y un precalculo de los precios de compra de los constituyentes, así como una estimación de los tiempos y costos asociados al desarrollo de software y la etapa de puesta en marcha. Este costo provisional de la Parte de Mando permite prever las inversiones y tomar la decisión para la continuación y realización del proyecto, siempre buscando obtener el sistema más eficiente al menor costo global.

4.3.6. OTROS FACTORES QUE AFECTAN LA SELECCIÓN.

Existen algunos otros factores que pueden llegar a la selección final de los componentes de mando, y en particular del controlador programable, que mejor satisfagan los objetivos y necesidades del proyecto de automatización.

Soporte Comercial. Seleccionar un proveedor que sea capaz de dar buen soporte comercial, hace que la utilización de los Controladores Programables sea mucho más fácil. Un soporte comercial de calidad comienza incluso antes de la venta de equipo. El proveedor debe ser capaz de responder cualquier pregunta que la literatura de venta y promoción no detalle.

Capacitación. Otra forma de soporte de venta es la de contar con la capacidad de poder ofrecer entrenamiento especializado sobre el producto que se vende. La comprensión de los elementos básicos de un sistema ayudaran al usuario a sacarle el mayor provecho al equipo, para así poder obtener mejores resultados. La mayoría de los proveedores ofrecen cursos de capacitación en sus propias instalaciones, sin embargo en ocasiones se pueden hacer arreglos para dar los cursos en las instalaciones del cliente.

Servicio. El tercero y probablemente el más importante soporte de venta es el servicio. Una vez que el controlador ha sido vendido, lo más seguro es que en algún momento se requiera de asistencia técnica. El programador requerirá probablemente auxilio en la etapa de programación, o el diseñado requerirá

aclearar las especificaciones de alguna interfaz o módulo. Servicio implica entre otras cosas el contar con auxilio telefónico de un ingeniero especializado o de un asistente técnico.

Algunos vendedores de Controladores Programables, cuentan con redes de ventas, servicio y distribución, mientras que otros pueden carecer de ellas. Una investigación de la calidad del servicio que se puede esperar de un vendedor potencial será de mucha ayuda para la realización de una adecuada selección.

Literatura técnica. La literatura técnica de soporte, como manuales de operación, programación y mantenimiento, son de una enorme ayuda para el desarrollo de cada una de las etapas de un proyecto de automatización. Un manual de usuario bien escrito y ordenado minimiza no solamente el tiempo de desarrollo, sino también la posibilidad de costosas malas aplicaciones.

Disponibilidad (tiempo de entrega). La naturaleza de los controladores programables permite que el sistema de control sea casi completamente instalado antes de que el producto se necesite. El resto del equipo puede ser instalado. A pesar de lo anterior, el diseño del sistema completo es mucho más eficiente si se conoce la disponibilidad del producto. La disponibilidad de arrancar a tiempo depende si el vendedor esta en la posibilidad de entregar el producto dentro de los márgenes de tiempo requeridos.

Confiabilidad del producto. La calidad de los Controladores Programables juega un papel muy importante en el rendimiento del sistema de

automatización. Se puede emplear en varios factores para investigar la calidad comprobada del producto como: El conocimiento de aplicaciones similares en las que el producto haya sido utilizado exitosamente con anterioridad, que cumpla con las normas que se requieren, etc.

4.4. DOCUMENTACIÓN.

4.4.1. DOCUMENTACIÓN DEL HARDWARE.

Los esquemas de hardware incluyen la elaboración de:

Planos de montaje. Una vez seleccionados el conjunto de los constituyentes y componentes, se especifica su disposición y repartición en el tablero, armario o pupitre donde se coloque el equipo de control; así como los elementos de adaptación necesarios (canales, elementos de fijación, etc.). Esto se hace tomando en cuenta los criterios de seguridad eléctrica (separación de los niveles de potencia) y de homogeneidad (agrupamientos funcionales).

Los diagramas eléctricos de potencia y suministro de energía. La síntesis de estos esquemas da como resultado los diagramas monofilares, los cuales precisan la estructura general de la distribución de energía según la naturaleza, la cantidad, la disposición geográfica, etc.; de las fuentes de energía requeridas y de las protecciones asociadas. Los diagramas multifilares proporcionan una descripción más detallada de las conexiones de los dispositivos de potencia: los controladores, electroválvulas, variadores, etc. y de la potencia: fusibles, relevadores, interruptores termomagnéticos, etc.

Los diagramas de mando. Dentro de estos esquemas se incluyen: los diagramas de alimentación y protección de los elementos de mando, así como los diagramas de conexión de los preaccionadores, sensores, módulos de entrada/salida del o los Controladores, etc.

4.4.2. DOCUMENTACIÓN DE SOFTWARE.

La elaboración del software de aplicación consiste en implementar la solución por programa de las diferentes tareas y subtareas, a través del controlador programable, para lo cual se generan los siguientes documentos.

- Diagrama de flujo o esquema de bloque, que plantea las tareas a programar.
- Listado de asignación de variables y direcciones de los diferentes módulos de entradas y salidas.
- Listado del programa de aplicación, ya sea en diagrama de escalera, a bloques funcionales, lista de instrucciones, o una combinación de todos ellos.

4.5. CABLEADO Y PROGRAMACIÓN.

La implantación y el cableado de los constituyentes de la parte de mando se realizan en el taller sobre una plantilla que posteriormente se coloca en el gabinete. La conexión de los constituyentes se lleva a cabo de acuerdo a los diagramas del cableado, recomendándose separar los conductores de señales de bajos niveles, de los conductores de alimentación y potencia. La programación propiamente dicha es la transcripción de las diferentes tareas en un lenguaje

ejecutable por los Controladores Programables. Por comodidad y para ganar tiempo de realización, la programación se realiza y simula en el departamento de diseño o proyecto, al mismo tiempo que la fase de montaje y cableado se hace en el taller.

4.5.1. INTEGRACIÓN DE LA PARTE OPERATIVA EN LA PARTE DE MANDO.

Una vez montada, cableada y programada la Parte de Mando puede entonces integrarse en la Parte Operativa, que ha sido realizada simultáneamente. A esta etapa en el desarrollo de proyecto de automatización se le conoce como puesta en marcha. En esta fase se revela el comportamiento real del proceso, lo cual conlleva a realizar algunas modificaciones y ajustes necesarios, no obstante que el desarrollo de la P.O. y la P.M. se haya desarrollado cuidadosamente y con método.

Con mayor frecuencia, es la Parte de Mando la que se adapta a las necesidades de la Parte Operativa (El control lógico se adapta al proceso a través de los actuadores), modificándose el ciclo o reprogramándose en el lugar. En ocasiones la P.O. también puede modificarse con accionadores o elementos adicionales. En todos los casos, las modificaciones y adaptaciones realizadas, se consignarán en los documentos de realización para permitir un expediente del proyecto actualizado.

4.5.2. ETAPA DE EXPLOTACIÓN.

Después de la puesta en marcha y ajuste, el sistema automatizado entra en la fase de retorno de inversiones, para responder a las expectativas de los usuarios. El sistema debe producir en las condiciones de cadencia, calidad, flexibilidad y seguridad de previstas.

Una de las claves de la rentabilidad de los sistemas automatizados es reducir el tiempo de inmovilización de las máquinas o procesos. Por lo tanto será necesario administrar el equipo para:

- Reducir los paros debidos a las fallas, por medio de un mantenimiento preventivo elaborado progresivamente.
- Reducir los tiempos requeridos para pasar de una fabricación a otra y los tiempos de reparación en caso de averías, gracias a procedimientos y medios de diálogo claros para todos los participantes.

CONCLUSIONES.

El estudio de los Controladores Programables y del Distribuido en general, muestra que son elementos totalmente fiables para realizar un Automatismo al grado que se requiera. De la experiencia obtenida se deriva el que no siempre lo menos costoso es lo más rentable. Actualmente, el hardware tiende a reemplazarse por software, de manera que una elección de controlador programable que tenga 10 ó 20% más de las capacidades requeridas, puede aportar mejores resultados que los que se obtendrían con un controlador muy ajustado a la necesidad.

Automatización es un término extenso. Tal es así que la electronumática es solo una de las tecnologías de apoyo al mismo. Sin embargo cabe recordar, que al introducirse en el estudio de los PLC's se cubre cerca del 60% en esta área, por lo que se presentan como excelente opción para iniciarse en la misma.

Se tiene la idea errónea de que un automatismo es caro, sin embargo, la amortización es tal, que se permite la recuperación de la inversión en periodos de tiempos cortos.

Sin duda alguna, quienes pueden y deben de inmediato obtener los beneficios que aporta la automatización, son precisamente las micro y mediana empresas. Como establecimos, la mayoría de sus procesos son muy sencillos, mismos que tal vez requirieran de tan solo un único PLC como elemento de control.

Conclusiones.

Es posible que de forma inicial se observe a la automatización como una nube oscura y sin forma, sin embargo cabe descartar que la elaboración de software y hardware es cada vez más amigable, permitiendo que incluso personal de mantenimiento puedan en algunos casos operar dichos Controladores Programables.

El Controlador Programable y la tecnología neumática, son temas que se observaron muy de cerca en la elaboración de esta tesis, sin embargo y debido a la amplitud de esta tecnología, el estudio se enfocó a la elección de los equipos, más no a la conexión física a los sistemas. Se señala que puesto que cada controlador presenta características muy propias, al igual que sensores y actuadores, el análisis de dichas conexiones fue omitido.

Las consideraciones a tomar en cuenta para la evolución del automatismo son las siguientes: Complejidad del sistema, señales de entrada y salida (digitales y/o analógicas), accionadores mayoritarios que conllevan a la elección del equipo.

BIBLIOGRAFÍA.

1. IEEE Control Engineering series 21
Computer control of industrial processes
Editors S. Bennett y D.A. Linkerns
 2. Joaquin Alvarez Gallegos
"Control Digital"
Informe Técnico CINVESTAV Dpto de Ingfa. Eléctrica
 3. R. Canales Ruiz y R. Barrera R.
"Análisis de sistemas dinámicos y control Automático"
Ed. Limusa 1980
 4. Redes de Ordenadores (segunda edición)
Andrew S. Tanenbaum
Editorial PHH 1991
 5. Redes de Computadoras protocolos normas e interfaces
UYLESS BLACK
Macrobot 1987
 6. Les API Architecture et applications des automates
Programmables industriels
 7. Expert systems A practical Introduction
Peter S. Sell 1993
 8. La inteligencia artificial y algunas de sus aplicaciones
Vol II.
 9. Procesamiento de la voz
Ana Martínez Enríquez
Hugo Sánchez Salguero
-