



UNIVERSIDAD LA SALLE

9
2ej

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

" INTERFAZ HOMBRE - MAQUINA PARA UN
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS "

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
FERNANDO CRUZ SOTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA PARA UN
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS**

INDICE	Pag. 1
INTRODUCCION.....	Pag. 4
1 GENERALIDADES.....	Pag. 7
1.1 Aspectos de modernización en el control industrial.	
- Un panorama del control moderno.	
- Controladores Programables.	
- Gráficos en color para CLP's (Controladores logicos programables).	
1.2 Sistemas de adquisición de datos.	
1.3 El uso de la PC (Personal Computer) en sistemas de control.	
2 ESTRUCTURA DEL 'HARDWARE' DEL SISTEMA.....	Pag. 27
2.1 Estructura básica de la microcomputadora.	
- Clasificación de computadoras.	
2.2 Estudio comparativo sobre computadoras personales existentes en el mercado.	
2.3 Estructura de la línea SAC.	
- Tarjeta de procesamiento SAC-1100.	
- Tarjeta de comunicaciones SAC-820.	
- Tarjeta de entradas digitales SAC-0410.	
- Tarjeta de salidas digitales SAC-0157	
- Tarjeta de entradas analógicas SAC-710\10\11.	

3 ESTUDIO DE UN CASO PRACTICO.
ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE ALARMAS
DE LA UNIDAD 4 CTE VALLE DE MEXICO..... Pag. 53

- 3.1 Especificaciones del sistema.
- 3.2 Configuración del sistema.
- 3.3 Sistema de alarmas.
 - Proposito y función de un sistema de monitoreo y de alarmas.
 - Categorización y asignación de prioridades de alarmas.

4 INTERFAZ HOMBRE - MAQUINA..... Pag. 70

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Relación de la estructura jerárquica del sistema de computadoras con la estructura organizacional humana de la planta.
 - Modelo del pensamiento humano.
 - Requerimientos de la interfaz hombre/máquina para sistemas de control industrial.
- 4.3 Aplicación de criterios de ingeniería humana al sistema.
 - Introducción a la ergonomía.
 - Principales consideraciones en la aplicación de la ergonomía.
- 4.4 Desplegados e información.
 - Tipos de desplegados.
- 4.5 Interfaz gráfico.
 - 4.5.1 Producción de gráficos.
 - Técnicas de graficación.
 - Especificación de colores.
 - Comparación de equipos para la entrada de señales.
 - 4.5.2 Desplegados de gráficos.
 - Despliegue de datos numéricos.
 - Codificación gráfica.
 - Uso general de colores.
 - Tercera dimensión y textura.

- Animación.
- 4.5.3 Manipulación de gráficos.
- Ventanas multiples.
- Imágenes.
- Manipulación dinámica.

5 ESTRUCTURA DEL 'SOFTWARE' DEL SISTEMA..... Pag. 104

5.1 Programación en la Computadora Personal.

- Paquetes de 'software' aplicados a control de procesos.
- Estudio comparativo de paquetes de 'software' de adquisición de datos en control de procesos para computadoras personales.
- ONSPEC.

5.2 Programación en el Controlador.

- Programación en la tarjeta de procesamiento.
- Programación en la tarjeta de comunicaciones.

CONCLUSIONES..... Pag. 127

BIBLIOGRAFIA..... Pag. 130

INTRODUCCION

La gran evolución de la tecnología electrónica en los últimos años se ha basado en el desarrollo de poderosos microprocesadores así como en la habilidad para utilizarlos.

Los sistemas computarizados se utilizan cada vez más en la industria para el manejo de procesos trayendo con esto la automatización.

Una característica esencial de estos sistemas es la rapidez con que manejan grandes cantidades de información que para el ser humano conscientemente es imposible de procesar. La parte de interfaz hombre-máquina del sistema es precisamente la forma de comunicación que hay entre el sistema y el hombre.

Esta tesis parte de la propuesta del proyecto del sistema de alarmas para la unidad 4 de la CTE Valle de México y se centraliza en la búsqueda de mayor eficiencia de la interfaz hombre-máquina basándose en estudios hechos de diferentes equipos y paquetes de programación existentes en el mercado, así como en la aplicación de la ergonomía. Un aspecto importante de este trabajo es el uso de una computadora personal en vez de los grandes sistemas de computación utilizados tradicionalmente en sistemas de adquisición. Esto le dará una mayor eficiencia al

sistema y por lo mismo una mayor funcionalidad. El objetivo del trabajo es pues, proponer un sistema realmente eficiente a un bajo costo.

La organización esta dada como sigue:

En el capítulo 1 se muestran diferentes aspectos de modernización en el control industrial, tales como controladores programables, el uso de pantallas gráficas computerizadas, así como el uso de la PC (Computadoras Personales) en los sistemas de control.

El capítulo 2 trata del equipo utilizado en el sistema, dividiendolo en dos partes; la primera habla sobre la microcomputadora, su estructura básica. Se hace un estudio comparativo sobre computadoras existentes en el mercado en el que se incluyen características importantes y costo. La segunda parte trata sobre la estructura del controlador o unidades de adquisición que estan formadas por la línea SAC, desarrollada por el Instituto de Investigaciones Electricas.

En el capítulo 3 se describe el sistema de alarmas propuesto para la unidad 4 de la CTE Valle de México. Se muestran las especificaciones del sistema, se proponen dos configuraciones diferentes y son analizadas cada una de ellas. Por último se describe el propósito y funcionamiento de un sistema de alarmas.

El capítulo 4 es la parte central de la tesis. Se refiere a la interfaz hombre-máquina. Comienza con un análisis de la

estructura organizacional humana de la planta y se compara con la estructura jerárquica de un sistema de computadoras. Se presenta un modelo del pensamiento humano, para entender la función de la ergonomía en el diseño de la interfaz. Se presentan asimismo los diferentes tipos de desplegados y técnicas de graficación en pantalla en base a consideraciones ergonómicas tales como el uso de colores, manipulación de gráficos o cantidades de información en una pantalla, codificación y desplegado de datos. También se hacen consideraciones en el uso de tercera dimensión y se muestran estudios comparativos sobre equipos de entrada de datos para el manejo mas eficiente del sistema.

El capítulo 5 muestra la estructura del 'software' del sistema. Al igual que el capítulo 2 se divide en la parte que corresponde a la computadora personal y la parte del controlador. En la primera parte se propone para este sistema el uso de un paquete de programación comercial configurable a necesidades específicas. Para esto se realiza un estudio comparativo sobre diferentes paquetes existentes en el mercado del cual la información se obtuvo directamente de sus fabricantes. A partir de este estudio se recomienda el ONSPEC y se describe. La segunda parte trata de la estructura de programación que tendrán los controladores, que en este caso funcionan como unidades de adquisición.

Las conclusiones del trabajo se encuentran al final.

CAPITULO 1 - GENERALIDADES.

1.1 Aspectos de modernización en el control Industrial.

- Un panorama del control moderno.

Desde poco más de un decada a la fecha, la tecnología de microprocesadores ha ejercido una fuerte influencia en la manera en la cual los sistemas de control son diseñados y configurados.

La fuerza tecnológica detrás de esta revolución industrial fueron las compañías de control secuencial Allen Bradley, Square D, Siemens y algunas más, quienes utilizaron tecnología digital (TTL) y rápidamente aprovecharon las ventajas que los microprocesadores les dieron para reducir los costos y extender la capacidad de los sistemas de control programables. En esta forma, el Controlador Programable, el cual se ha convertido en el mayor avance en la parte electrónica de la arquitectura de control de procesos, fue desarrollado.

Indudablemente que son los usuarios finales, los que se han beneficiado con el incremento en integridad de los equipos de control, así como de su flexibilidad y reducción de costos, que

se ha dado en la última década.

La tecnología actual nos permite poner sistemas de computación poderosos sobre comparativamente pequeñas tarjetas. La mayor disponibilidad de partes VLSI (Very Large Scale Integration) en componentes de baja potencia CMOS, significa que es posible empaquetar la fuente de poder en el mismo módulo que el controlador, o aun en la misma tarjeta. La disponibilidad de microprocesadores de bajo costo con interfaz series internas de alta velocidad hacen posible que sean más baratas (y más rentables) conectar módulos usando una conexión serie, que usar arneses de conexión de 'buses' paralelos y un trasplano de alto costo.

El factor limitante a considerar en el tamaño de la caja, es ahora determinado por las terminales de tornillos usados para conectar el módulo del control alambrado de campo, y no por la complejidad de la electrónica dentro del módulo.

Para el usuario de Controladores Programables quien está al tanto de lo que la tecnología moderna le puede dar, éstos deben de tener por lo menos tres ventajas principales:

- + Primero, todas las unidades, ya sea el procesador o el equipo I/O (input/output), serán instalados en compactos módulos metálicos fácil de montar.

- + Las interconexiones entre esos módulos será por conexión

serie de alta velocidad.

+ Cuando una nueva función es adicionada al sistema de control, éste puede simplemente ser integrada al sistema conectándola al puerto de comunicaciones en el módulo que está junto.

El avance en esta tecnología ha hecho posible, en favor del campo eléctrico, el poder llevar a cabo un estrecho control de procesos de plantas de generación de energía, permitiendo obtener los beneficios asociados con una unidad de alta eficiencia y disponibilidad. Un aspecto clave en el diseño de una planta, es que todos los controles e indicadores usados para operación normal y emergencia estén localizados en un cuarto de control central.

Un sistema de computadoras de una planta es usado para condensar y presentar el gran monto de información de proceso requerido por los operadores. El uso de desplegados gráficos e historial de alarmas simplifica la interfaz del operador.

- Controladores Programables.

Desde mediados de los años sesentas, los controladores programables han evolucionado de ser un simple equipo de reemplazo de reelevadores, a ser una minicomputadora en poder y sofisticación. Al mismo tiempo el número de maneras en la cual

los controladores programables están instalándose para trabajar en procesos de manufactura y operación es también creciente.

La National Electric Manufacturers Assn, define a un Controlador Programable como : Un equipo electrónico digital que usa memoria programable para guardar instrucciones tales como funciones lógicas, secuencias, timers (temporizadores), contadores y funciones aritméticas para el control de las máquinas y procesos. En la función que desempeñan actualmente los controladores, es más apropiado describirlo como un centro de operación. La interfaz con el mundo real de operación se hace a través de la aceptación de entradas analógicas y digitales que reflejan el equipo actual o estado del proceso, y guarda estos datos para su uso en su propia lógica de circuitos. Basado en una decisión generada por esa lógica interna, envía datos de salida y/o señales de control, a uno o mas equipo de este control. Además, esta lógica es fácilmente reprogramable, de tal forma que no limita al controlador para adaptarse a cualquier cambio de requerimientos.

En el campo de la generación de la electricidad, se han encontrado muchas aplicaciones para controladores programables, así como en la industria en general, ya que están diseñados para requerir un mínimo de habilidad en su uso, aplicación, mantenimiento y reprogramación.

Aunque pudiera parecer que los controladores programables

comparten características de la microcomputadora, existen diferencias básicas; Posiblemente la gran diferencia es que un controlador está diseñado para ser alabrado directamente a las entradas y salidas del mundo real y no así la típica microcomputadora. Otra característica que los diferencia es que están diseñados para trabajar en un ambiente industrial, en el cual los factores de temperatura, humedad y ruido eléctrico crean un medio hostil para las computadoras.

- Gráficos en Color de Controladores Programables.

Un controlador programable tiene la capacidad de controlar un conjunto de equipo de proceso, es decir puede estar "mirando" las entradas, tomar decisiones y generar una decisión. Este sólo hace lo que le fue dicho por el ingeniero quien configuró el control lógico.

El operar una planta, sin embargo, requiere de un amplio rango de intervención humana para las acciones correctivas, en respuesta de condiciones anormales, ya que existen toda clase de problemas que afectan la calidad y la productividad.

Para conocer estas necesidades, necesitamos un ventana hacia el controlador programable. Progresivamente esta ventana toma la forma de gráficos en color.

Cuando los primeros controladores aparecieron, hubieron pequeños cambios en el tablero de control, fueron físicamente

localizados dentro del equipo de control con el mismo equipo de interfaz humano conectado a través de directos I/O.

Ha habido una gran proliferación de montajes de instrumentos en el tablero de control diseñadas para trabajar con controladores programables, suministrando por ejemplo desplegados de indicadores de barras. Se ha visto un incremento aceptable de productos graficadores a color en pantallas (CRT) usados como únicas herramientas humanas en un sistema. Algunas de las razones principales son el reducido tamaño físico, simple mantenimiento, bajo costo y mas legible presentación de datos. Este tipo de equipo fué aceptado más rapido en industrias de proceso que en manufacturas discretas.

Una razón de esto puede ser la circunstancia económica en que se encuentran las áreas de la industria del petroleo, del gas y la química. Para el manejo de una producción eficiente se requieren facilidades modernas que den un fácil acceso a información y no sólo a los datos.

Podemos definir tres categorías de sistemas de gráficos en color para controladores programables:

- 1.- Terminales gráficas no integradas.- En esta categoría está la base de cualquier tipo general de sistema gráfico. Se requiere de un significativo desarrollo en 'software' y comunicaciones. Estos sistemas son usualmente diferenciados por el tipo de mercado en el que se encuentran tal como:

- + Graficadoras mercantiles.
- + Computadoras generadoras de gráficos.
- + Procesamiento de imágenes.
- + Animación.

Con la apropiada selección de la terminal, un sistema no esta completo mientras no es integrado a una computadora o sistema de procesamiento para el manejo de algunas tareas de los controladores y de la terminal de comunicaciones.

2.- Sistemas gráficos integrados.- Las compañías manufactureras han tomado como base de la integración de una terminal gráfica a un controlador, que, como un sistema, provee el uso de herramientas necesarias para formar un puerto de vista del proceso de aplicación.

Los sistemas en esta categoría, generalmente carecen de una computadora extensa y una amplia capacidad de base de datos. Históricamente, estos sistemas han proveído suficiente integración hombre/máquina.

3.- Controladores de células integradas (Cell).- La adaptación de desplegados gráficos y procesamiento de datos de alto rendimiento requieren herramientas de 'software' de programación, lenguajes, bases de datos, memoria en masa y comunicaciones flexibles acopladas con subsistemas de gráficos de alta funcionalidad.

Los controladores de células integradas proveen un

intercambio de información hacia niveles o capas superiores e inferiores entre el piso de la planta, controladores, y la computadora principal de la planta. El sistema asimila datos en tiempo real para retroalimentación al proceso, manteniendo una base de datos histórica, y realizando la adquisición de información o consolidación de datos para el manejo del nivel superior. Los gráficos a color son aun la ventaja mas notable del sistema, pero el contenido de los gráficos ha cambiado de datos a información manejable.

La capacidad de procesamiento de información que tienen este tipo de sistemas de controladores abren un nuevo campo de desarrollo para los sistemas de gráficos en color. La información recolectada por los controladores pueden ser usadas no sólo para generar cartas estadísticas de control de calidad, sino también anunciar el resultado de análisis SDC (statical quality control) del operador como alarmas y todo lo relacionado con el envío de comandos a los controladores.

Para el controlador celular integrado, una computadora con un multipuerto de comunicaciones flexible, de alta velocidad, así como un proceso ininterrumpido flexible es esencial para la interfaz con los controladores programables. Una terminal gráfica optimizada para rápido despliegue y firmemente integrada al ambiente de 'software' del sistema es también un requerimiento importante. El avance que han tenido los tableros de control

usando sistemas gráficos se ha realizado aproximadamente en 10 años, y el decremento de los costos de computación (Hardware y Software) se continua dando.

Los gráficos a color continuarán siendo la herramienta primaria para un sistemas de comunicaciones con el operador, pero el contenido de información se volverá más refinada, más usable y como consecuencia más fácil de utilizar.

La integración de controladores celulares dentro de la esquematización de la planta se verá beneficiada por la ya necesaria estandarización de comunicaciones.

1.2 Sistemas de adquisición de datos.

En la actualidad, la necesidad de optimizar la eficiencia de los complejos procesos industriales hace necesario el tener acceso a toda la información disponible para ser estudiada en gran detalle, y tomar decisiones de operación adecuadas.

Estas necesidades, han generado un incremento en la demanda de equipos de adquisiciones de datos. En general las funciones que realizan estos sistemas, consideran no sólo la adquisición y la validación de datos sino también sistemas de control, y sobre todo ofrecen una interfaz hombre-máquina adaptada a las funciones

que deben realizar los operadores.

Un sistema de adquisición de datos debe contemplar tanto las características intrínsecas del proceso como las necesidades y el ambiente de trabajo de los operadores, para poder definir las características informáticas y ergonómicas del sistema. Las funciones generales que realiza un sistema de adquisición de datos son:

- + Instrumentación y acondicionamiento de señales.
- + Detección y registro de toda secuencia de eventos.
- + Muestreo y validación de señales analógicas y digitales.
- + Adquisición periódica de valores analógicos y digitales.
- + Preprocesamiento de señales.
- + Cálculo de variables elaboradas.
- + Supervisión de proceso.
- + Monitor de secuencia de eventos.
- + Registro de evolución de variables.
- + Interfaz hombre - máquina. (Diálogos).

Para mostrar la estructura típica de un sistema de adquisición de datos, pondré como ejemplo la estructura del SADRE (Sistema de Adquisición de Datos y Registro de Eventos) desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Como se puede ver en la figura 1, el sistema de adquisición de datos se compone de las siguientes partes:

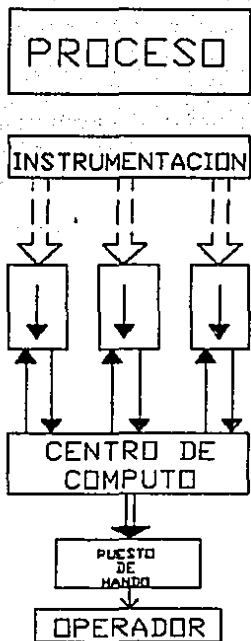


Figura 1. Estructura material del SADRE.

Instrumentación - Representa la interfaz entre el proceso y las unidades de adquisición. Este nivel esta constituido por sensores, multiplexador, y acondicionadores de señales. Los niveles de señal que entrega son de tipo normalizado (4 a 20 mA., 1 a 5 V., y 0+ a 10 V.).

Unidades de adquisición - Cada unidad de adquisición se presenta como un sistema inteligente y modular implantado a base de microprocesadores, controladores, convertidores programables y tarjetas de entrada/salida. Además, cada unidad tiene capacidad de reconfiguración, cuenta con mecanismo de autodiagnóstico, que permiten evaluar el estado de operación de los elementos (equipo + estructura de datos) que la constituyen y, finalmente, cuenta con un mecanismo inteligente de comunicación con el procesador central de computo.

Son dos las funciones que realiza cada unidad de adquisición principalmente: La obtención y el registro de toda secuencia de eventos y la adquisición y validación de señales analógicas y digitales.

Centro de computo - Este nivel reagrupa los diferentes dispositivos y mecanismos dedicados a la ejecución e interpretación de los algoritmos de las funciones dedicadas a la adquisición periódica de valores obtenidos en las unidades de adquisición, preprocesamiento, cálculo de variables elaboradas, supervisión de proceso, elaboración de informes de

autodiagnóstico, registro de la historia de variables y finalmente, interpretación de los diálogos hombre-máquina. En el caso del SADRE de la CTE de Manzanillo constituyen básicamente la estructura de este nivel una minicomputadora de 32 bits, 1 MB de memoria principal, una unidad de disco de 32 MB, una unidad de cinta de 45 Pulg./S., una impresora de 50 líneas por minuto, un dispositivo dedicado al manejo de las pantallas, teclado del puesto de mando y módems (RS-232 fibra óptica) para la comunicación con las unidades de adquisición.

Puesto de Mando - Este nivel lo representa la interfaz con el operador, lo constituyen físicamente un mueble que contiene cuatro pantallas gráficas a color, un teclado (alfanumérico más 45 teclas dedicadas), dos registradores de papel, una impresora para alarmas y un generador de alarmas sonoras.

Podemos clasificar la arquitectura de los sistemas de adquisición de datos en cuatro categorías básicas:

- Tarjetas Insertadas :

Son los sistemas más simples basados en la conexión de una tarjeta directamente en el 'bus' de la computadora. Las señales analógicas y/o digitales se conectan directamente por la parte de atrás de la computadora. Este tipo de tarjetas es de bajo costo, el número de señales I/O no es muy grande y existe un convertidor

A/D razonablemente rápido en la misma tarjeta. Manejan de 3000 a 50000 muestreos por segundo aunque éste rango se reducirá grandemente si la PC (Computadora Personal) es requerida para linealizar o desarrollar alguna conversión de señal inmediatamente.

La disponibilidad de un disco duro con alrededor de 40 - 60 Mb de memoria en una computadora personal, es una razón poderosa para utilizar PC's en sistemas de adquisición de datos. Los datos guardados en disco pueden ser organizados, analizados y esquematizados usando hojas de calculo estandar. Sin embargo las tarjetas insertadas de adquisición de datos tienen grandes limitaciones como lo son ruidos de acoplamiento dentro de los circuitos analógicos. La potencia disponible en el 'bus' es otra limitante ya que la computadora es el punto de terminación de todas entradas del sistema.

- Módulos de expansión :

Los módulos de expansión son una extensión en el 'bus' principal de la computadora. Consisten en un 'chasis' adicional con una fuente de alimentación y tal vez algun equipo de acondicionamiento de señales. Este 'chasis' ofrece mayor aislamiento al ruido, más capacidad de expansión y más potencia. Debido a que son conectadas directamente en el 'bus' principal, las tarjetas de expansión permiten la misma alta velocidad de

muestreo que las tarjetas insertadas. Sin embargo éste también comparte la principal desventaja: El sistema de adquisición depende directamente de el funcionamiento del microprocesador de la computadora.

Módulos de expansión inteligente :

En gran escala, los módulos de expansión son más independientes de la computadora que los sistemas anteriores. Consisten básicamente de un 'chasis' separado el cual contiene un microprocesador, fuente de poder, convertidores A/D, equipo de acondicionamiento de señales y numerosos 'slots' (ranuras) de expansión.

Estas unidades se comunican con la computadora por medio de un 'bus' de alta velocidad, tal como IEEE - 488, RS-232, RS 422/485, etc. Los módulos típicos pueden ser encadenados entre sí en un gran sistema. Una desventaja, sin embargo, es el hecho de que el usuario debe de elegir las tarjetas de entrada suministradas por el fabricante. La mayoría de los sistemas de adquisición de datos industriales están en esta variedad.

1.3 El uso de la PC (Personal Computer) en sistemas de control.

La disponibilidad del alto desarrollo alcanzado por las computadoras personales, a un bajo costo, prometen una gran proliferación de sistemas de control automatizado así como de sistemas de adquisición basados en PC's. Estos productos pueden ser caracterizados por el tipo de comunicaciones usado. Los sistemas de comunicaciones de 'bus' externo permiten enlazarse con casi cualquier computadora via RS - 232, RS - 422 ó IEEE - 488. Un sistema interno hace posible la conexión directa a el 'bus' de la computadora, en la mayoría de las aplicaciones, este se conecta a una ranura disponible dentro de la Computadora Personal. Estas unidades ofrecen la mejor relación desarrollo/costo.

Con este tipo de sistemas, altas velocidades de adquisición de señales analógicas y digitales son fácilmente logradas. Voltajes, corrientes, termocoples, RTD's, pulsos, etc., son sólo unos ejemplos de las posibles entradas. Salidas analógicas y digitales así como pulsos pueden ser generados en aplicaciones de lazos abiertos o cerrados, tales como señales de proceso, detección de alarmas, desplegados y generación de reportes.

El advenimiento de las modernas computadoras personales PC (Personal Computer), hace posible aprovechar la flexibilidad,

potencia y eficiencia en el desarrollo de sistemas de adquisición de datos y control.

Existen dos posibles maneras de interconectar el 'hardware' de adquisición y control con la computadora: Una es la conexión directa al 'bus' de la PC o la conexión vía un canal de comunicación serie standard como los ya mencionados anteriormente (RS-422 etc.). Cada posibilidad ofrece ventajas y desventajas.

- Equipo fuera del 'bus' de la PC.

Las ventajas asociadas con este tipo de productos (usando RS-422, etc.) incluyen :

- + Virtualmente cualquier tamaño de sistema puede ser configurado.
- + El sistema de adquisición de datos y control puede ser puesto en un lugar lejano a la computadora principal. Así el sistema puede ser localizado cerca de las señales de campo.
- + Puede ser interconectado a cualquier tipo de computadora.

La disponibilidad de tener equipo de adquisición y control remoto permite la construcción de sistemas distribuidos. Así, un gran número de parámetros pueden ser monitoreados o controlados

aunque ellos se generen lejos de la computadora, o muy separados unos de los otros.

- Equipo conectado al 'bus' interno de la PC.

Las principales ventajas de hacer conexión directa al 'bus' de la PC incluyen:

- + Alta velocidad.
- + Bajo costo.
- + Tamaño reducido.

Los costos son reducidos en esta clase de sistemas por que usualmente no se requiere una fuente de alimentación aparte. La energía es usualmente obtenida de la microcomputadora. Cuando el 'hardware' del sistema de adquisición se encuentra en el interior de la computadora nos genera ventajas en tamaño y utilización del espacio. Altas velocidades son llevadas a cabo, eliminando la relativamente lenta comunicación externa. Como ejemplo, el rango de adquisición de datos usando RS-232 a 9600 bauds es limitado a cerca de 20 canales analógicos por segundo. En contraste, algunos productos directamente conectados al 'bus' de la PC, pueden tomar datos a aproximadamente 100 000 canales por segundo. La limitante en este tipo de equipo, es el espacio físico disponible para tener acceso a tantos canales de datos.

- Técnicas de 'Software'.

La parte de 'software' de los sistemas de adquisición y control basados en computadoras hace que estos sean realmente operacionales.

Un sistema de adquisición basado en una PC ha sido diseñado tal que los usuarios tengan la oportunidad de escribir programas especializados para adquirir datos, almacenamiento, desplegados, y control, en lenguajes de alto nivel. Cuando el 'software' es suministrado con un sistema, este debe hacer estas tareas tan simple como sea posible para el usuario.

Generalmente hay tres clases de 'software' disponible para sistemas de adquisición y control basados en PC (Personal Computer).

- + Herramientas para el desarrollo de programas y menús.
- + Funciones de librerías de subrutinas.
- + Paquetes completos de aplicación.

Las herramientas de desarrollo de programas y funciones de librerías son paquetes diseñados para permitir a los usuarios sus aplicaciones específicas. Ellas usualmente incluyen direccionadores (Drivers) que proveen la comunicación con el equipo I/O.

Estos paquetes hacen muy sencillo el escribir programas en un lenguaje de alto nivel tales como Basic, C, Turbo-Pascal y Syst. Este tipo de programación es muy flexible y de propósito

general. Los paquetes de completa aplicación son diseñados para poner a funcionar el sistema inmediatamente. Usualmente no requieren programación, sin embargo, algunos de estos paquetes ofrecen al usuario facilidades para configurar o modificar el 'software' de acuerdo a sus necesidades específicas.

La mayoría de aplicaciones de adquisición de datos y control dependen de el tiempo de ejecución de operaciones de lectura/escritura.

CAPITULO 2 - ESTRUCTURA DEL HARDWARE DEL SISTEMA.

2.1 Estructura general de la computadora personal.

Un sistema de computadora consiste de tres subsistemas principales: Procesador, memoria y puertos de entrada/salida (I/O).

El procesador es el corazón de la computadora.

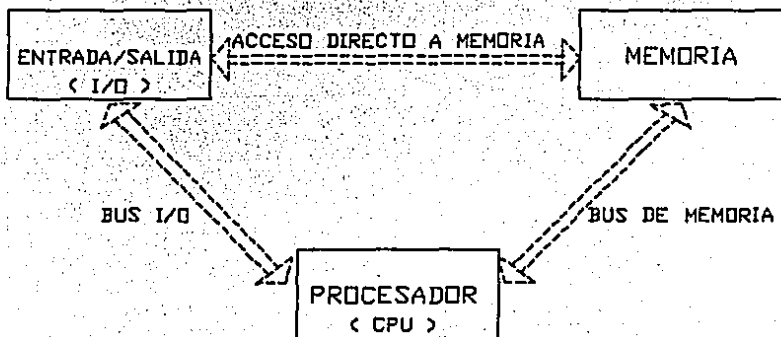


Fig. 2 Diagrama de bloques de una computadora típica.

Como se muestra en la figura 3, un procesador simple contiene circuitos de control para buscar y ejecutar instrucciones, una unidad lógica aritmética para manipular datos, y registros para guardar el estado del procesador y un pequeño monto de datos. Este también tiene circuitos interfaz para control y comunicación con la memoria y subsistemas entrada/salida.

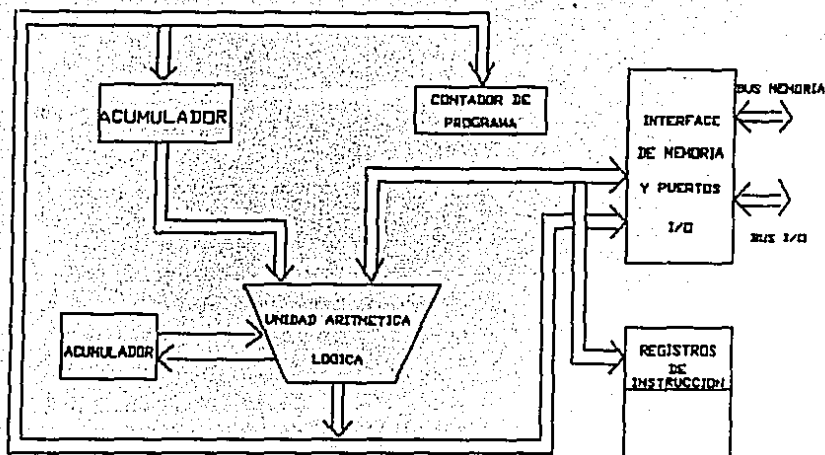


Fig.3 Diagrama de bloques de un procesador simple.

El diagrama de bloques es más bien una incompleta descripción de un procesador. Una descripción a nivel de transferencia de registros de un procesador indica el nombre y funciones de registros y unidades de computación, y describe las operaciones e interacciones de esas unidades para cada instrucción que el procesador pueda ejecutar.

La memoria principal de una computadora contiene el almacenamiento de instrucciones y datos, y es enlazado al procesador vía el 'bus de memoria', como se ve en la figura 2. Un 'bus' es simplemente un manojo de cables ó cualquier otro medio físico para transferir información.

Una memoria de computadora tiene algunos números de localización, cada uno de los cuáles guarda una cantidad de bits. Asociados con cada localización en la memoria, hay un número binario único llamado 'dirección'. Si hay n localizaciones, entonces el rango de direcciones es de 0 a $n-1$.

La característica principal que distingue a la memoria principal de otras formas de almacenamiento es el acceso aleatorio (Random Access) - El procesador tiene la misma rapidéz de acceso a todas las localizaciones en memoria. La memoria de acceso aleatorio es análoga a una pared de gabetas en una oficina postal, donde el dependiente puede depositar correspondencia en cualquier caja con igual facilidad.

Comparando esto con el metodo de acceso serie, un cartero

que visita localizaciones secuencialmente, en función del orden de su ruta, cintas magnéticas proveen memoria de acceso serio en un sistema de computadoras.

La figura 4, muestra como el procesador accesa la memoria principal en un pequeño sistema de computadora. La memoria es un arreglo de n localidades de b bits cada una.

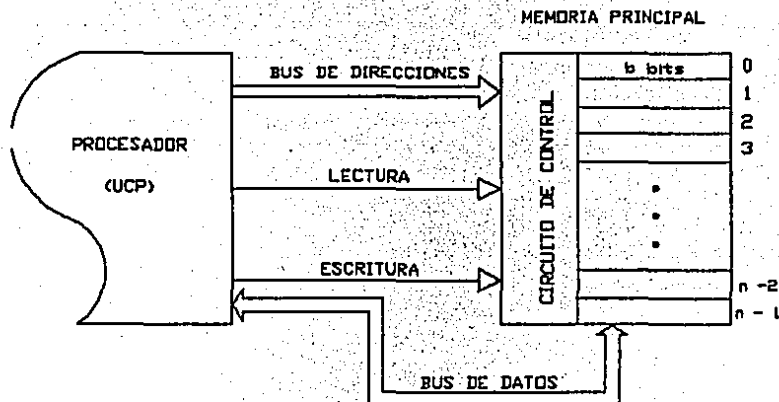


Fig. 4 Memoria principal en una computadora típica.

Para leer los datos guardados en la dirección X, el procesador pone el número X, sobre el 'bus' de direcciones, y activa una señal de control de lectura. La memoria responde colocando el contenido de la dirección X sobre el 'bus' de datos. Para escribir un valor V en la dirección X, el procesador pone X sobre el 'bus' de direcciones y V sobre el 'bus' de datos y activa la escritura. La memoria inmediatamente escribe el valor V en la localidad especificada, subsecuentemente leyendo de direcciones X ahora volverá el valor V.

El subsistema entrada/salida (I/O) contiene equipo periférico para comunicación con el mundo exterior de la computadora.

El equipo periférico incluye terminales, impresoras, equipo de comunicaciones y sensores mecánicos y actuadores. También incluido en el subsistema de entrada salida esta el equipo de almacenamiento en masa tal como cinta magnética, y disco. Estos equipos son usados para guardar información no necesitada en la memoria principal todo el tiempo, tal como aplicaciones de programas y archivo de textos. No todas las computadoras tienen equipo de almacenamiento en masa, pero todas las computadoras de uso corriente tienen al menos un equipo periférico. Por definición, un periférico es sólo un medio de comunicación de la computadora con el mundo exterior.

El procesador escribe y lee información hacia/y de los

periféricos por medio de instrucciones de entrada/salida que colocan comandos y datos sobre el 'bus' I/O. En muchas computadoras tanto la memoria como los periféricos comparten el mismo 'bus' físico.

Viendo hacia el futuro, algunas computadoras ya se comunican con sus periféricos usando registros como si estos fueran localidades de memoria. En tales sistemas, el 'hardware' no hace distinción entre el acceso a la memoria principal y el acceso a periféricos.

En un simple sistema de computadoras, no hay trayectoria directa de los periféricos a la memoria principal. La única manera de transferir datos entre un periférico y una memoria es por el procesador quien lee los datos de los periféricos y los guarda en memoria y viceversa. Sin embargo, los sistemas que requieren un alto rango de transferencia de datos, incorporan acceso directo a memoria (Direct Memory Access DMA), un enlace entre un controlador de periféricos y una memoria especial para leer y escribir en memoria sin intervención del procesador.

- Clasificación de computadoras.

Las computadoras pueden ser examinadas de muchos y diferentes puntos de vista y clasificadas de acuerdo a criterios diferentes.

Para este estudio se han clasificado como supercomputadoras, maxicomputadoras, midicomputadoras, minicomputadoras y microcomputadoras de acuerdo al tamaño del sistema.

- + Supercomputadoras.- Computadora de muy alto rendimiento. Sistema de computadora de propósito general costando arriba de un millón de dolares. Ejemplo Cyber76, IBM 3033.
- + Midicomputadora.- Una computadora de uso general estando entre minis y maxis en cuanto a rendimiento y precio. Ejemplo: VAX-11/780.
- + Minicomputadora.- Computadora de propósito general, usualmente para una aplicación específica y dedicada, costando entre 20000 y 200000 dolares. Ejemplos : HP 3000, PDP 11/70.
- + Microcomputadora.- Una computadora la cual el CPU (Central Process Unit) es un microprocesador, usualmente configurado para una aplicación específica y costando menos de 20000 dolares. Ejemplo: Apple II, IBM PC, Olivetti M28.

El término de computadora personal se ha sobrepuesto al de microcomputadora. En el desarrollo de esta tesis se referirá como 'Computadora Personal' o 'PC (Personal Computer)'.

2.2 Estudio comparativo sobre computadoras personales existentes en el mercado.

Este estudio se hizo con el fin de analizar los principales sistemas de computadoras personales que existen en el mercado, sus características y ventajas.

La aplicación que se le da al estudio es enfocado a una interfaz hombre-máquina de un sistema de adquisición de datos en una planta termoelectrica, como se verá más adelante.

Se ha generado una tabla comparativa en la que se incluyen sistemas que han desarrollado empresas dedicadas al campo del control como KAYE Instruments, Inc. y AYDIN Controls, así como las principales marcas comerciales.

Las características que se consideraron en la tabla fueron las siguientes:

- Resistente al medio industrial.- Esta característica se refiere a que el sistema tenga un amplio rango de operación en cuanto a la tolerancia de vibraciones y golpes. Gran protección contra transitorios de voltaje y una protección y filtro de contaminantes.

- Memoria RAM.- Capacidad de almacenamiento en memoria

principal (Random Access Memory). Esta dado en KB (Kilobytes) o Mb (Megabytes).

- Memoria en disco duro.- Capacidad del equipo de almacenamiento en masa en este caso disco duro, medida en M (Megabytes). En esta memoria se almacenan los programas que no tienen que estar siempre en la memoria principal y se llaman cuando son requeridos.

- Microprocesador.- Número de microprocesador. Como se puede observar todos estos son de la familia INTEL, por lo que existe una compatibilidad en todos los sistemas.

- Coprocesador.- Número de coprocesador numérico que puede ser adicionado a la PC para darle mas velocidad en la ejecución de sus tareas, ya que éste se dedica a procesar únicamente funciones matemáticas independientemente del microprocesador CPU.

- Puerto Serie/Paralelo.- Número de puertos que traen los equipos de fábrica.

- Tarjeta de desplegados gráficos.- Para el procesamiento de imágenes de alta resolución en color existen tarjetas dedicadas que son adicionadas al sistema por medio de las ranuras de expansión. En la tabla se muestra el tipo de tarjetas que existe para cada sistema. Tomese en cuenta que la aplicación del sistema es el desplegado de datos talos como mímicos y alarmas.

- Velocidad de reloj.- Esta velocidad se refiere al reloj que se encuentra en el microprocesador. Algunos le llaman velocidad de procesamiento; lo cual no significa que sea la velocidad a la que trabaja todo el 'hardware' del sistema. Como dato de comparación tenemos que los sistemas IBM PC/2, debido al 'hardware' en el microbus manejan velocidades muy superiores en este nivel.

- Memoria ROM.- Es la cantidad de información que se puede almacenar en la memoria ROM (Read Only Memory), en la que se encuentra el 'software' operativo que utiliza la máquina para el desarrollo de tareas tales como el manejo de puertos, carga de sistemas operativos, diagnósticos etc.

- Monitor.- Se muestra el tamaño del monitor en pulgadas y la resolución.

- Memoria disco Flexible.- El tamaño de los discos flexibles, así como su capacidad de almacenamiento han ido cambiando. Por su precio y practicidad siguen siendo ampliamente usados.

- Sistema operativo.- El sistema operativo es la herramienta principal en cualquier 'software' de aplicación. La compatibilidad depende en gran medida de este. Se ha visto un

grán desarrollo en sistemas operativos y aparecen constantemente nuevas versiones a un mismo sistema operativo. Este depende básicamente del tipo de microprocesador que se utilice.

- Ranuras de expansión.- Es la cantidad de ranuras que el sistema tiene para agregar tarjetas de expansión y es importante por que le da capacidad al sistema de crecer. Existen ranuras que funcionan a 8 o 16 bits. Esto es debido a que aun hay tarjetas de antigua generación que manejan 8 bits.

En el último renglón de la tabla encontramos los precios de los sistemas obtenidos en las fechas que se refieren.

	(IBM) 7531/7532	(HP) VECTRA CS	(HP) VECTRA ES	(HP) VECTRA ES/12	(IBM) PC/2 50	(IBM) PC/2 60	(IBM) PC/2 80	OLIVETTI 808	TELESTATO-CAT-EGA	AVDII
CAPACIDADES DE UNIA FC										
- Resistente al medio industrial.	X									X
- Memoria RAM.	640 KB	640 KB 8 M	6540 KB 8 M	640 KB 8 M	1 M 7 M	1 M 10 M	1 M 16 M	1 M 7 M	1 M 15 M	1 M
- Memoria en disco duro.	20 M	20 M 40 M	20 M 40 M	40 M	20 M	40M+140M 70M+140M 115 M	40M+140M 70M+140M 115+115M	20 M + 20M + 27M		
- Microprocesador.	80286	80486	80286	80286	80286	80286	80386	80286	80286	80286
- Coprocesador.	80287	80287	80287	80287	80287	80287	80387	80287	80287	80287
- Puerto serie.	1+1=2 9500 b/s	1	1	1	1	1	1	1	1	2
- Puerto paralelo.	1+1=2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Tarjeta de video de delegados graficos.	EGA	EGA	EGA	EGA	VGA	VGA	VGA	VGA	EGA	EGA / VGA
- Velocidad de reloj.	6 MHz	7.16 MHz	8 MHz	6 MHz 12 MHz	10 M	10 M	16 MHz 20 MHz	8 MHz	6 MHz 8 MHz	8 M
- Memoria RAM.	64 KB	64 KB	64 KB	64 KB	128 KB	128 KB	128 KB	64 KB	64 KB	32 KB
- Monitor.	14" 640x350	12"	12"	12"	12"-16" 640x450	12"-16" 640x450	12"-16" 640x450	12"-14" 640x450	14" 640x450	15" 640x450
- Memoria disco flexible	5 1/4" 1.2 M	3.5" 1.4 M	3.5" 1.4 M	3.5" 1.4 M	3.5" 1.4 M	3.5" 1.4 M	3.5" 1.4 M	5 1/4" 1.2 M	5 1/4" 1.2 M	5 1/4" 1.2 M
- Sistema operativo.	MS DOS - VECTRA DOS 3.21	MS DOS - VECTRA DOS 3.21	MS DOS - VECTRA DOS 3.21	MS DOS - VECTRA DOS 3.21	DOS 2.21	DOS 2.21	DOS 3.21	MS DOS - VECTRA - DOS 3.21	MS DOS - VECTRA - DOS 3.21	MS DOS - VECTRA - DOS 3.21
- Ranuras de expansión.		7	7	7	7	7	7	5	6	7
- Precio (Dólares). (No contempla IVA)		3335	5000	7000	6554	8066 9751	11,743 13,793 17,174	4174		
	07-10-01	07-10-01	07-10-01	07-10-01	07-10-01	07-10-01	07-10-01	07-06-15		

2.3 Estructura de la línea SAC.

El sistema de adquisición y control (SAC) fue desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas. La unidad de control se compone de un módulo o canasta SAC que a su vez está formado por los siguientes componentes básicos:

- Fuente de Poder.
- CPU SAC-1100.
- Tarjetas de comunicaciones SAC-820.
- Tarjetas de entradas digitales SAC-0410.
- Tarjetas de salidas digitales SAC-0157.
- Tarjeta de entradas analógicas SAC-710/10/11.

Cada canasta es configurable a una aplicación específica. En la figura 3 se muestra la configuración básica de una canasta que es usada como controlador programable conectada a una red, por lo que se usa sólo un tarjeta de comunicaciones. Sin embargo el sistema es capaz de conectarse a otra red a la vez, usando otra tarjeta SAC-820.

El número de tarjetas tanto de entradas como de salidas dependen de la aplicación que se le va a dar a la canasta.

La canasta SAC cuenta con 17 ranuras disponibles de tarjetas (incluyendo CPU, comunicaciones, I/O). Para dimensionar el equipo, consideremos un sistema con 1 tarjeta de CPU (SAC-

1100), una tarjeta de comunicaciones (SAC-820), y 15 tarjetas I/O. Así tenemos una capacidad de 240 señales I/O digitales.

En el caso del sistema de alarmas de la CTE Valle de México, al cual se enfoca esta tesis, la configuración de las canastas será de tres tipos como se verá más adelante.

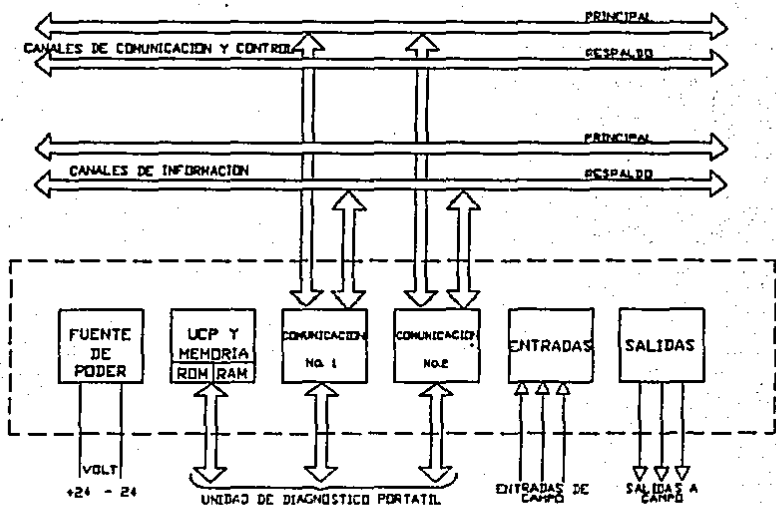


Fig. 5 Canasta básica de la línea SAC.

Las características de cada componente del sistema de adquisición y control (SAC) son:

- Módulo fuente de poder:

Este es una fuente de poder tipo conmutada, que trabaja usando 24 V C.D. y provee 5 V C.D. a todas las tarjetas de la canasta. Tiene la ventaja de operación ON/OFF remota.

- Tarjeta de procesador SAC-1100.

La tarjeta de procesamiento de 8 bits basada en el microprocesador 8085 con 32 KBytes de memoria interna configurable en rangos de 2 y 4 KBytes o 4 y 8 Kbytes simultaneamente; Dos temporizadores de propósito general programables, 1 temporizador programable para ciclos de espera, cuatro niveles de interrupciones, 2 indicadores luminosos de propósito general y un canal de comunicación serie con niveles CMOS.

Utilizada en un sistema con Ibus-II tiene la capacidad de direccionar 32 KBytes de memoria de selección por posición (PSP0) mas 128 bytes (PSP1).

Otras características principales además de las ya mencionadas son:

+ Operación con 5 V.

+ Ciclo de reloj de 500 ns.

+ Lógica HCMOS.

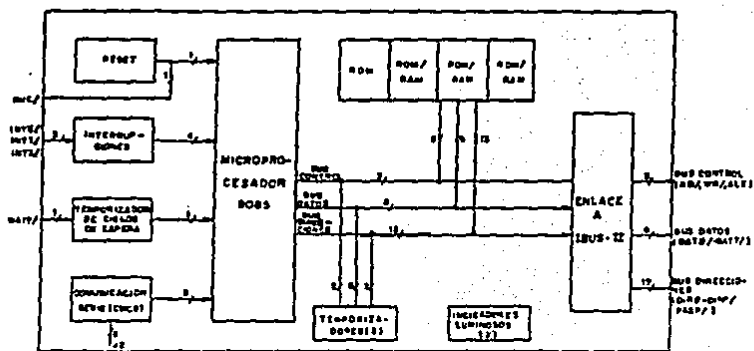


Fig. 6 Diagrama de bloques de SAC-1100.

- Tarjeta de comunicaciones SAC-820.

Esta tarjeta programable de comunicaciones esta provista de tres canales serie tipo UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter): dos 'full duplex' de alta velocidad (hasta 38.4 Kb/s) RS 485 y un 'half duplex' de baja velocidad (1200 Kb/s) HCMOS. Las características físicas y funcionales de sus UART's RS485 le permiten soportar los más comunes arreglos topológicos de redes de comunicaciones (estrella, lazo, etc.). También la hacen adaptable a esquemas de funcionamiento jerárquico o 'multidrop'. Su canal HCMOS proporciona la flexibilidad adecuada en funciones como diagnóstico local.

Para el enlace con módulos maestros a través del 'bus', cuenta con memorias tipo 'FIFO' (First In First Out) de 512 bytes de profundidad.

Adicionalmente cuenta con un reloj de tiempo real programable para el registro de décimas de segundo hasta decenas de año.

La tarjeta SAC-820 responde a una dirección base que depende del 'slot' (ranura) donde sea insertada. Con esta dirección base codificada por el comparador de 4 bits, 74HC85, se activan los buffers de direcciones, 74HC241, y de datos 74HC242, lo que permite el acceso a la tarjeta.

En la figura 7 se muestra un diagrama de bloques de la

tarjeta.

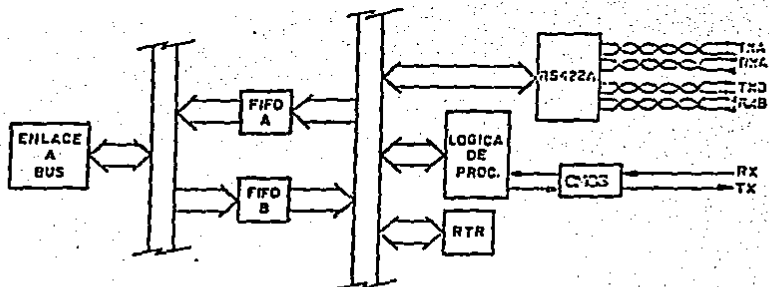


Fig. 7 Diagrama de bloques de la tarjeta SAC-820.

- Tarjeta de entradas digitales SAC-0410.

Provee 16 entradas C.D. direccionables en dos conjuntos de 8, ópticamente aisladas con el IBus-II. Las entradas aceptan voltajes de corriente directa en un rango de 21 a 58 Volts y cada una pasa a través de un filtro digital eliminador de rebotes.

La tarjeta tiene capacidad de diagnóstico de la parte digital, aplicable por programa en cualquier momento.

Sus características principales son:

- + Tarjeta direccionable por posición, dentro de la canasta de IBus-II.

- + Registro con la identificación de la tarjeta y el estado de la misma; incluyendo presencia de conector a campo.

- + Registro con 'Dip Switch' para permitir al usuario futuros códigos a cada tarjeta.

- + Tres modos de operación: reset, diagnóstico y normal, seleccionables por programa.

- + Tiempos de acceso a la tarjeta de IBus-II.

- + Bajo consumo y alta inmunidad al ruido característico de los dispositivos CMOS.

- + Bases en todos los circuitos integrados.

- + Operación de la tarjeta con 5 VCD.

- + Tiempo de respuesta de $5\sigma - 1.5$ ns.

- + Rango de voltaje de entrada de 21 a 58 VCD.

- + Protección contra voltajes inversos.
- + Corriente máxima por entrada de 15 ma.
- + Aislamiento de hasta 500 V entre entradas y entre una entrada y tierra del sistema.

La tarjeta SAC-0410 de entradas digitales optoaisladas, convierte un voltaje directo de 21 a 58 Volts, a niveles digitales que pueden ser leídos por el IBus-II.

Como se muestra en la figura 8, la primera etapa consiste en el acoplamiento de la señal para obtener una corriente proporcional al voltaje de campo V_c a la entrada del optoacoplador. Existen también dispositivos para filtrar la señal de entrada y un diodo zener Z de protección contra sobrevoltajes inversos.

La segunda etapa consiste en el acoplamiento óptico de la señal y el filtrado digital, el cual elimina los rebotes y válida la información una vez que esta se estabiliza.

Finalmente, la tercera etapa consiste en la circuitería de lectura y diagnóstico que permite a la tarjeta trabajar en los tres modos: reset, diagnóstico y normal. Las señales marcadas con D1 y D2 son las encargadas de los cambios de modo, controlados por programa. La señal R1 es el comando de lectura en el byte direccionado y W1 es el de escritura para las funciones de diagnóstico.

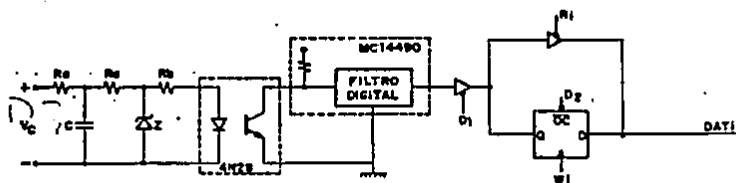


Fig. 8 Circuito típico tarjeta SAC-0410

- Tarjetas de salidas digitales con relevador SAC-0157.

Provee 16 salidas con relevador, direccionables en dos conjuntos de 8. La información es mantenida en la tarjeta dentro de registros y puede ser releída para mantener un diagnóstico de la parte digital.

El relevador es de un polo un tiro, normalmente abierto y soporta el contacto hasta 1 A. con carga resistiva.

Sus características principales son:

- + Tarjeta direccionable por posición, dentro de la canasta de IBus-II.
- + Registro con la identificación de la tarjeta y el estado de la misma, incluyendo presencia de conector a campo.
- + Registro con 'Dip Switch' para permitir al usuario futuros códigos a cada tarjeta.
- + Tres modos de operación: reset, diagnóstico y normal seleccionables por programa.
- + Tiempos de acceso a la tarjeta de IBus-II.
- + Bajo consumo y alta inmunidad al ruido característico de los dispositivo CMOS.
- + Bases en todos los circuitos integrados.
- + Tiempos de respuesta de 2 mseg. al cierre y 1.5 mseg. en apertura.
- + Máximo voltaje de conmutación de 100 VCD.

- + Trayectoria opcional para supresión de transitorios.
- + Trayectoria opcional para limitación de corriente.

La tarjeta permite manejar 16 relevadores en conjuntos de 8, desde el IBus-II.

Como se muestra en la figura 9, la primera etapa consiste de la circuitería de escritura y diagnóstico que permite a la tarjeta trabajar en tres modos: reset, diagnóstico y normal. Las señales marcadas con D1 y D2 son las encargadas de los cambios de modo, controlados por programa. La señal W1 es el comando de escritura en el byte direccionado (y mantenida en el flip-flop), y R1 es el comando de lectura para las funciones de diagnóstico.

La segunda etapa consiste en el manejo del relevador por medio de un arreglo Darlington y el diodo. En esta parte se utiliza la fuente de 24 VCD presente en el IBus-II.

Finalmente, la tercera etapa consiste en el acoplamiento opcional de la señal, tanto para la supresión de transitorios como para la limitación de corriente.

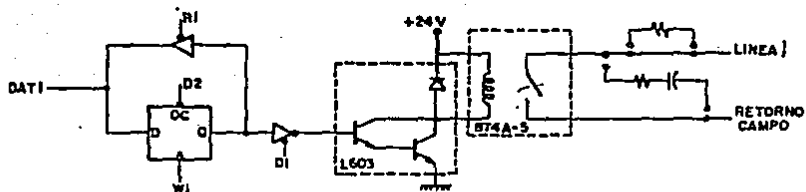


Fig. 9 Circuito típico de la tarjeta SAC-0157.

- Tarjeta de entradas analógicas SAC-710/10/11.

Las tarjetas SAC-710/10 y SAC 710/11 son sistemas que deben usarse junto con la tarjeta SAC 710/01 para lograr un esquema de adquisición de datos analógicos completa.

La tarjeta SAC 710/01 actúa como un controlador de la conversión A/D y puede operar junto con 16 tarjetas SAC 710/10/11 simultáneamente, teniendo así hasta 128 canales diferenciales o 256 canales simples de entrada analógica.

Las tarjetas toman las señales del campo en forma diferencial o simple, lo cual se selecciona por medio de puentes y enrutan estas a través de un multicanalizador a las etapas de amplificación de ganancia variable y muestreo que se proveen en la misma tarjeta para acondicionar la variable analógica en cuestión y poder convertirla a su equivalente digital por medio de un esquema de aproximaciones sucesivas 'distribuido'.

La tarjeta SAC 710/10 está diseñada para aceptar entradas de voltaje y la SAC 710/11 opera con lazos de corriente.

Entre las características sobresalientes de las tarjetas, se encuentran las siguientes:

- + Excelente rechazo y rango de nodo común.
- + Ganancia variable de 1,2,5,10,20,50,100,200 programable en forma independiente para cada canal.

- + Acceso aleatorio y secuencial.

- + Filtrado opcional de un polo.

Para la SAC-710/10. Entradas de voltaje:

- + Rangos de voltaje de entrada (al convertidor) unipolar 0 a 10 volts o bipolar -10 a 10 Volts seleccionable.

- + 8 canales diferenciales o 16 simples.

Para la SAC 710/11. Entradas de corriente :

- + Rango de corriente de entrada unipolar (4 a 20 ma.)

- + 8 Canales diferenciales.

El diagrama de bloques de esta tarjeta se muestra en la figura 10. En ella pueden observarse un 'DAC' y un comparador enmarcados en línea punteada. Estos elementos forman parte de un convertidor A/D de aproximaciones sucesivas 'distribuido' localizándose el registro de aproximaciones sucesivas (RAS) en la tarjeta controladora de conversión tipo 710/01. El objeto de lo anterior es efectuar el intercambio de información de la conversión A/D, vía IBus-II en forma digital exclusivamente, con la consiguiente mejoría en la susceptibilidad electromagnética del sistema.

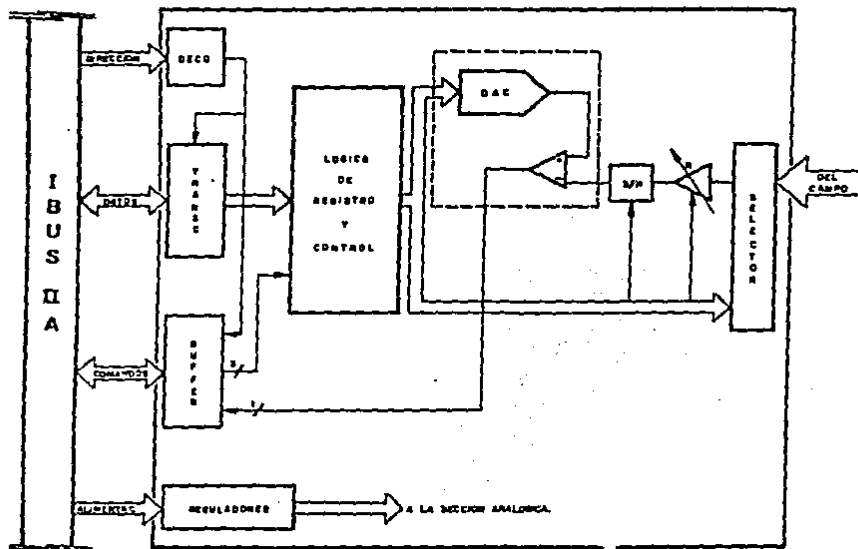


Fig. 10 Diagrama de bloques SAC 710/10/11.

CAPITULO 3 - ESTUDIO DE UN CASO PRACTICO.
ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE ALARMAS DE LA UNIDAD 4
CTE VALLE DE MEXICO.

3.1 Especificaciones del sistema.

El uso de una PC (Computadora Personal) integrada a un sistema de control de la línea SAC, debe de tener ciertas características básicas que justifiquen su utilización, en base a la funcionalidad que el sistema tenga dentro del cuarto de operación, a un bajo costo.

Una de estas características básicas es la velocidad con que el sistema trabaja. Requerimiento básico en un eficiente sistema de adquisición de datos.

Esta velocidad depende del manejo de la base de datos y despliega dos en pantalla vía sistema operativo y 'software', así como de una red de comunicaciones eficiente.

El sistema propuesto para la unidad 4 de la CTE Valle de México es un sistema modular de adquisición de señales binarias y analógicas con procesamiento de la información, accionamientos de anunciadores (cuadros de alarmas), desplegados de mímicos a

través de monitores y listados de señales.

El equipo a utilizar es el equipo modular SAC (Sistema de adquisición y control), el cual fue descrito en el capítulo 2, desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas; La integración de la 'PC' (Con monitor de alta resolución) y la impresora para desplegados y listados de señales de alarmas.

El alcance del sistema implica tres etapas. La primera, corresponde al acondicionamiento de las alarmas en el cuarto de control para el manejo de estas, y su lógica operativa por medio de canastas SAC sustituyendo todo el equipo actual. La segunda etapa es la integración de una computadora personal (PC) para el desplegado y el listado de señales de alarmas clasificadas por tiempo, prioridad y tipo. Al mismo tiempo, se integrará el control de quemadores (También desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas usando la SAC) y se desplegarán los mímicos para la lógica y protecciones de la caldera. La tercera etapa implica la integración de una canasta de adquisición de señales analógicas al sistema de las dos etapas anteriores, para el desplegado de mímicos en PC.

Una de las ventajas más importantes de esta arquitectura es que el equipo queda preparado para continuar expandiéndose en etapas posteriores hasta obtener un sistema completo de adquisición de datos, a un bajo costo; tanto en equipo como en ingeniería.

En la figura 11 se muestra el diagrama de la arquitectura general del sistema contemplando las tres etapas. La red de controladores de la parte superior corresponde a la red de información del sistema de control de quemadores. En esta red encontramos una interfaz física RS-485, que se comunica con un protocolo de comunicaciones desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas similar al SDLC de IBM y un método de acceso 'Polling' o 'maestro esclavo' a través de un cable par-torcido. Este sistema ya está en operación y la información contenida en esa red son los estados de señales lógicas de elementos de campo, como por ejemplo una válvula abierta o cerrada.

El sistema de alarmas y adquisición, del cual es objeto esta tesis, es la red de controladores de la parte inferior del diagrama. La interfaz física de la red es RS-422, y al igual que el control de quemadores, el protocolo de comunicaciones es el desarrollado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas similar al SDLC de IBM y un método de acceso 'polling' donde el maestro será la microcomputadora a través de cable par-trenzado o telefónico. Ya que la 'PC' trae la norma RS-232C, existirá una interfaz RS-232C/RS-422 para normalizar la red en todos sus nodos. Esta red se compone de 6 módulos SAC y una microcomputadora 'PC'.

Un módulo SAC es usado como interfaz de comunicaciones entre

las dos redes ya que, como se ve en la figura, el control de quemadores trabaja con un standard RS-485. Esto nos dará una mayor eficiencia en el sistema ya que cada módulo SAC tiene la capacidad de procesamiento de señales, lo que significa que liberará a la 'PC' de tareas de procesamiento de datos reduciendo considerablemente el tiempo de respuesta del sistema.

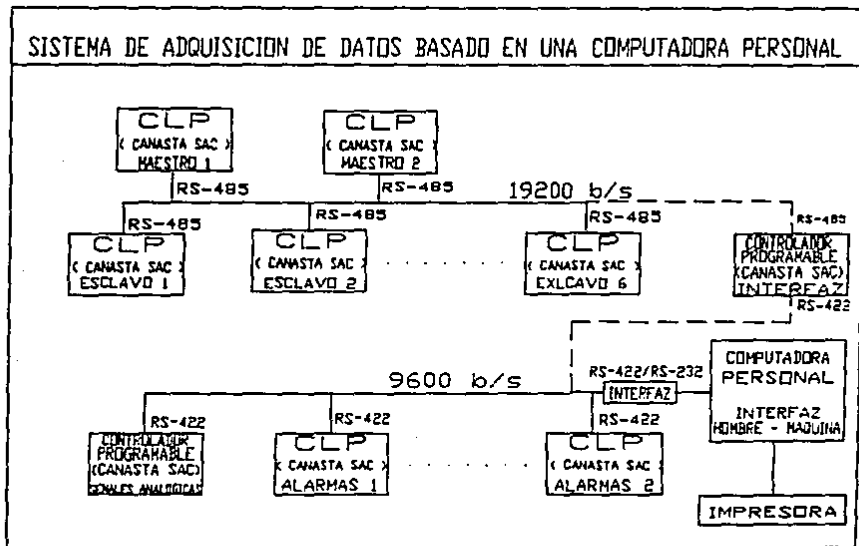


Fig. 11 Sistema de adquisición de datos basado en una computadora personal.

La etapa uno comprende la distribución física de 384 señales en cuatro canastas; cada una contendrá 96 entradas y su generación correspondiente de alarmas (salidas) de acuerdo con la norma antes mencionada. En la figura 11, estas corresponden a los PLC's marcados como Alármass1 a Alármass 4.

Cada canasta tendrá capacidad de autoinicio al encendido, el cual provee autonomía por cada grupo de señales y aumentará la confiabilidad del sistema de alarmas.

El arreglo de alambrado de contacto - tarjeta de entrada será:

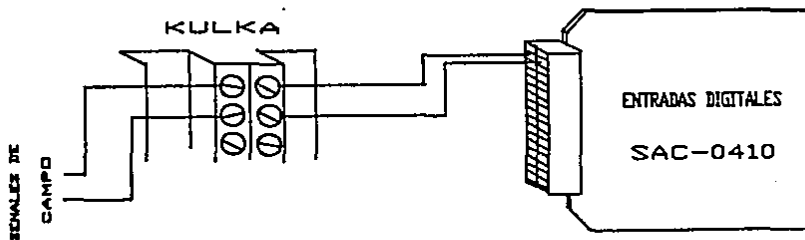


Fig. 12 Arreglo de alambrado de conexión de campo a tarjeta de entrada.

Las señales de campo deberán proveer contactos secos para utilizar las tarjetas de entrada digital SAC-410. Se requiere de alimentación externa (24 VCD) para sensar el evento.

Las señales de salida a tablero serán manejadas por medio de tarjetas a relevadores SAC-157 (hasta 1 AMP. nominal) y con un voltaje de 125 VCD.

El arreglo de alambrado del foco de alarma a la tarjeta de salida SAC-0157 será:

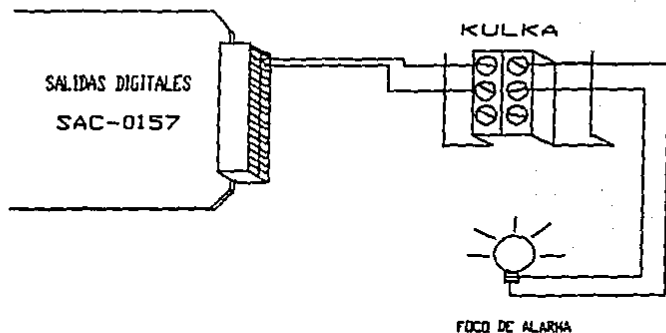


Fig. 13 Arreglo de tarjeta de salida a foco de alarma.

Considerando 384 señales que llegan de campo y la generación de 384 señales para el manejo de anunciadores, se requiere el siguiente equipo:

- + 4 Canastas SAC.
- + 4 Tarjetas de procesamiento SAC-1100.
- + 4 Tarjetas de comunicación SAC-820.
- + 24 Tarjetas de entradas digitales SAC-410
- + 24 Tarjetas de salida digitales SAC-157.

En la segunda etapa se integran las canastas del sistema a una red de comunicaciones adicionando una computadora personal como controlador maestro de la red. Para el listado de las alarmas se incluirá una impresora para los reportes de alarmas clasificadas por tipo, prioridad y ocurrencia.

Como se vé en la figura 10, se integrará el sistema de control de quemadores al sistema de alarmas a través de una canasta puente conectada a la red de información de quemadores y adquirirá el estado de todas las señales de campo para la generación de mímicos.

El equipo requerido es:

- + 1 canasta SAC.
- + 1 Tarjeta de procesamiento SAC-1100.
- + 2 Tarjetas de comunicación SAC-820.

- + 1 Computadora personal.
- + 1 Impresora.
- + 1 regulador de voltaje 120 VCA.

La tercera etapa comprende la adición de una canasta SAC para la adquisición de señales analógicas y su integración a la red. En la figura 10 corresponde al módulo de señales analógicas.

Se generará en la PC el mímico correspondiente para las siguientes señales:

- 3 bombas de aceite combustible (dentro-fuera).
- Presión de combustible antes de válvula de control.
- Presión de combustible en cabezal frontal.
- Presión de combustible en cabezal posterior.
- Temperatura de combustible.
- Presión de gas suministro a PEMEX.
- Presión de gas cabezal frontal.
- Presión de gas cabezal posterior.

El equipo requerido es:

- + 1 canasta SAC.
- + 1 Tarjeta de procesamiento SAC-1100.
- + 1 Tarjeta de comunicaciones SAC-B20.
- + 2 Tarjetas de entradas analógicas 710-01.
- + 1 Tarjeta convertidora analógica\digital SAC-710-10
- + 1 Tarjeta de entradas digitales SAC-0410.

3.2 Configuración del sistema.

La forma de configurar un sistema varía de acuerdo a las necesidades que se tengan, a su aplicación específica, al tipo de personal que va a operar el sistema y a la creatividad que tenga el ingeniero que lo diseña.

Existen muchos factores a considerar y muchos recursos disponibles en el mercado para hacer un sistema. La elección de estos recursos depende en gran medida del costo de los mismos y de su justificación en cuanto a una eficiente funcionalidad.

Un aspecto relevante en este proyecto es la implementación de una PC (Computadora personal) en el sistema. Esta se encargará de procesar los datos que se adquieren por medio de las canastas SAC y desplegarlos en pantalla ya sea en forma de reportes, de listados o mímicos. También se encargará de realizar tareas de comunicaciones, selección y clasificación de alarmas y demás tareas operativas.

Entre las propiedades de la computadora personal, se encuentra la de tener ranuras de expansión en las que se pueden insertar tarjetas dedicadas a funciones específicas o de expansión de memoria. Así podemos formar un poderoso sistema dedicado, a un bajo costo.

Para el caso del sistema de alarmas para la unidad 4 de la

CTE Valle de México se han propuesto dos esquemas de configuración en base a los dos tipos de computadoras personales que encontramos en el mercado actualmente.

En el capítulo 2 se hizo un estudio comparativo de computadoras personales que hay en el mercado. Como se ve todas ellas manejan el mismo microprocesador, es decir son compatibles ya que pueden ser manejados por el mismo sistema operativo. La diferencia está en el 'hardware' y la velocidad que éste maneje. Esta diferencia se da en las computadoras personales de IBM PC/2, estas microcomputadoras de nueva tecnología tienen la característica de tener un microbus interno en el cual las velocidades de funcionamiento son muy altas. En las demás marcas de computadoras encontramos una compatibilidad absoluta en cuanto al 'hardware' disponible para ellas.

En la figura 14 encontramos una configuración en la cual se usó una 'PC' (Computadora Personal) de "antigua" generación. Esto es, cualquiera de las marcas, fuera de IBM S/2, puede quedar dentro de esta clase.

Dentro de la configuración de la 'PC' encontramos cuatro tarjetas insertadas en las ranuras de expansión. Una tarjeta multipuertos por la cual se comunican en forma serie la computadora con las canastas, además de poder comunicarse con otras PC (Computadoras Personales) que sirvan como terminales remotas. Esta tarjeta multipuertos se adicionó debido a que un

sistema trae de fabrica solo un puerto serie. Una tarjeta que contiene un coprocesador matemático (80287), es también parte de la configuración. Esta es para darle una mayor velocidad de procesamiento al sistema ya que este se encarga de ciertas tareas tales como funciones matemáticas y algoritmos que permiten al microprocesador de CPU trabajar mas holgadamente.

La tarjeta de Expansión de memoria es usada para poder manejar una gran cantidad de bases de datos y programas en memoria principal y hacer más rápido y eficiente el sistema.

La cuarta tarjeta que encontramos es la que se encarga de comunicarse a otra PC a través de una red de alta velocidad. Con esta opción podriamos no usar terminales remotas, sino a través de una red de microcomputadoras ejecutar diversos programas y desplegarlos en cual quier otra microcomputadora de la red.

En la figura también podemos observar una impresora. La cual servirá para la generación de los listados de las alármas y repórtes.

La ventaja de esta configuración en cuanto a usar sistema de "antigua" generación es que existen un grán número de 'hardware' y 'software' desarrollado y disponible en el mercado para una variedad muy amplia de aplicaciones.

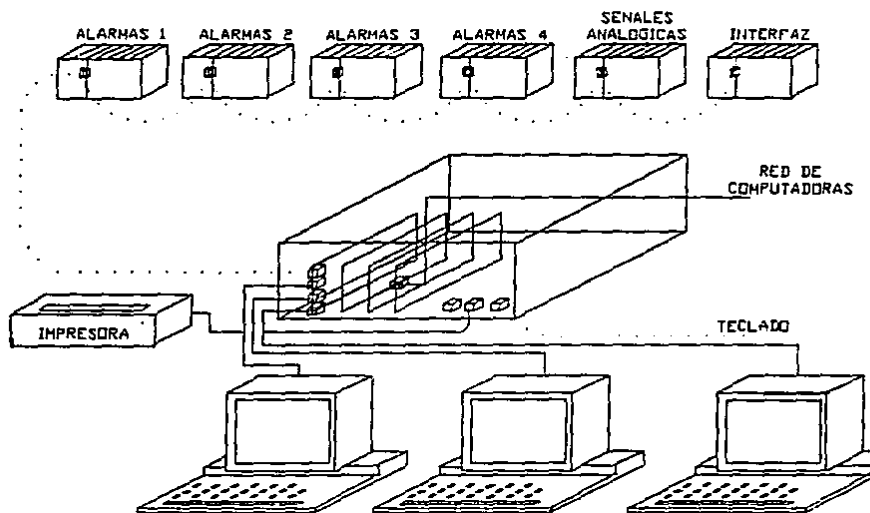


Fig. 14 Configuración del sistema 1.
(Antigua generación)

En la figura 15, tenemos la segunda configuración propuesta para el sistema de alarmas. Este se diferencia del primero por la utilización de computadoras IBM PC/2, las cuales como se ha mencionado ya, tiene características de 'hardware' que le dan ventajas como el manejo de muchos colores y la alta resolución en sus monitores. La velocidad a la que trabaja el 'bus' interno es también muy alta. Esta es tal vez la característica más sobresaliente en este tipo de equipo.

En esta configuración las computadoras se comunican a través de tarjetas de dedicadas al manejo de redes de microcomputadoras. Los controladores se pueden comunicar a través del puerto serie RS-232, o a través de tarjetas multiprotocolos, las cuales traen un procesador de comunicaciones que puede ser configurable al tipo de formato de mensajes de la tarjeta de comunicaciones de la línea SAC.

La desventaja que tienen estos equipos es que debido a que son nuevos en el mercado, no existen desarrollos comerciales para diferentes aplicaciones como tarjetas de usos específicos. Como comentario a este punto, el sistema operativo diseñado para estas máquinas (OS/2) no ha sido sacado al mercado. Al momento de hacer este trabajo se supone que faltan tres meses para que este sistema operativo se comercialice en los Estados Unidos.

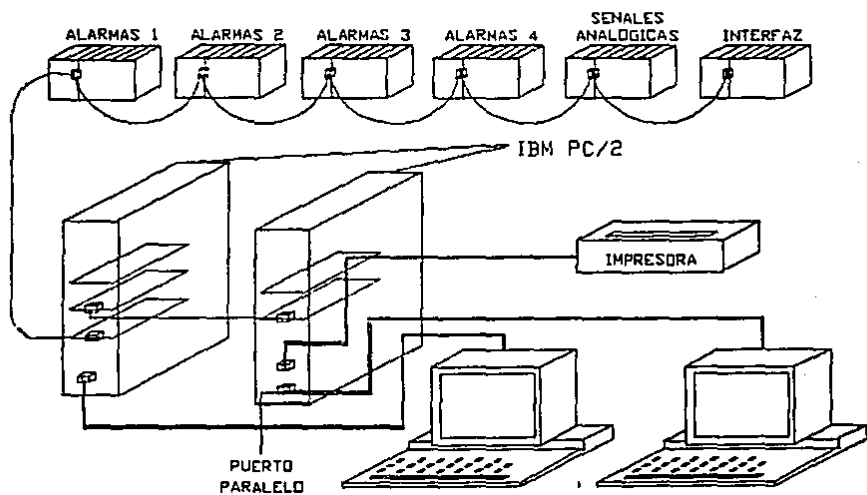


Fig. 15 Configuración del sistema 2.
(Nueva generación)

Para el proyecto de el sistema de alarmas se ha propuesto utilizar un sistema de computadora que he llamado de 'antigua generacion'. La razon de esto es, como se menciono anteriormente, la existencia de 'software' y 'hardware' existente en el mercado actualmente para este tipo de sistemas. Otro factor es el precio de los equipos asi como su compatibilidad para los futuros desarrollos en 'software', ya que estos sistemas podran soportar el sistema operativo OS/2 y los que se desarrollen para el microprocesador 80286 de INTEL.

3.3 Sistema de alarmas.

- Proposito y funcion de un sistema de monitoreo y reporte de alarma.

Un sistema de monitoreo y reporte de alarmas tiene como proposito:

- + Alertar, identificar, y localizar para el personal, eventos, actuales o inminentes, de variable importancia y diferente necesidad de tiempo de respuesta, para permitir la operacion segura de la planta.

- + Reducir o minimizar errores de el personal de operacion, con lo cual, aumentaremos la seguridad de la planta, su eficiencia, y su disponibilidad.

- + Proveer datos comprensivos para revisar y analizar como

una ayuda en la definición de problemas y la implementación de acciones correctivas.

- + Proveer un documento permanente para estadísticas históricas.

- + Proveer indicaciones de tiempos de condiciones que requieren mantenimiento.

Las funciones del sistema deben ser enfocadas a servir un una amplia variedad de necesidades. El sistema debe funcionar para monitorear y reportar:

- + Condiciones que pueden resultar peligrosas para el personal de la planta.

- + Condiciones que pueden causar un disparo de unidad, significativa reducción de la carga, o un modo alternado de operación de planta.

- + Información necesaria para la protección del equipo que representa significativa inversión de tiempo, o requerimientos de mantenimiento especializado.

- + Condiciones requeridas en la reparación del equipo antes de restablecer.

- + Suficiente información antes y después de un disparo para proveer ayuda en la definición de problemas.

- + Suficiente información para llevar a cabo el nivel deseado de operación de unidad.

- + Información que ha sido sincronizada en tiempo con todo lo

relacionado al sistema de monitoreo y reporte de la planta.

+ Datos sobre todas las estadísticas históricas.

- Categorización y asignación de prioridades de alarmas.

En la aplicación del sistema de monitoreo de y reporte de alarmas en plantas de generación de energía, el primer esfuerzo debe ser dirigido a la categorización de alarmas y la información relacionada con el monitoreo. El propósito fundamental de la categorización es el asistir a los operadores en el cuarto de control en el resolución de sus problemas. Alarmas, categorización de información, y priorización también sirven como ayuda en la apropiada selección de tipos de equipo de desplegados para las diferentes categorías.

De la categorización de alarmas y monitoreo de información resultan dos principales beneficios. Estos son:

1.- Establecer la relativa importancia de alarmas y monitoreo de información dentro del cuarto de control.

2.- Predeterminar la prioridad de la respuesta del operador a varias alarmas y la entrada de información.

CAPITULO 4 - INTERFAZ HOMBRE - MAQUINA.

4.1 Introducción.

La definición más formal de una interfaz está dada por sus raíces latinas inter (entre) y faz (rostro, cara). Es la frontera o límite entre dos facés.

Un interfaz hombre-máquina se puede definir como las funciones que se involucran en el enlace del sistema con el operador.

El sobreacelerado crecimiento de la aplicación del control computarizado trae consigo una urgente necesidad de reexaminar la interfaz entre el hombre, máquina, y proceso. Tanto como el sistema de datos de la planta se vuelva más grande y exista una mayor integración en cuanto a la relación de los parámetros de la planta con las estrategias de operación, la información base crecerá rápidamente. Al mismo tiempo, facilitará la reducción o limitación de recursos humanos obteniendo bajos costos de operación. Esto es el resultado de una creciente relación de datos por operador y una alta demanda de rápidas respuestas humanas y tomas de decisiones.

Hoy en día se le da una mayor área de importancia en el

diseño conjunto de un sistema de control, a lo que concierne a la interfaz hombre-máquina en términos de diseño de consola, presentación de datos, delegación de tareas, etc.

4.2 Relación de la estructura jerárquica del sistema de computadoras con la estructura organizacional humana en la planta.

La estructura y tareas en la organización del manejo y operación de una planta industrial puede ser esquematizada como se muestra en la figura 16. Si consideramos solo la estructura de la planta en cuanto a su estructura operacional basado en un sistema de computadoras como lo muestra la figura 17, y correlacionamos los niveles de cada estructura, podremos tener la correspondencia uno a uno entre la estructura de la organización del personal de la planta y el sistema de control computarizado para dar el mejor sinergismo entre hombres y máquinas en la operación de la planta.

Si el sistema de control de la planta presenta una gran correspondencia a la estructura de organización humana, el siguiente problema es asegurar la mayor facilidad de comunicación posible, es decir, la interfaz hombre-máquina entre ellos.

- Modelo del pensamiento humano.

Varios autores han estudiado al ser humano en relación con su capacidad para procesar, en forma congruente, la información. J. Martin y J. Rasmussen lo consideran como un procesador secuencial de posibilidades limitadas, capaz de tomar información al mismo tiempo de lo que ellos llaman memoria de acceso lento y memoria de acceso rápido.

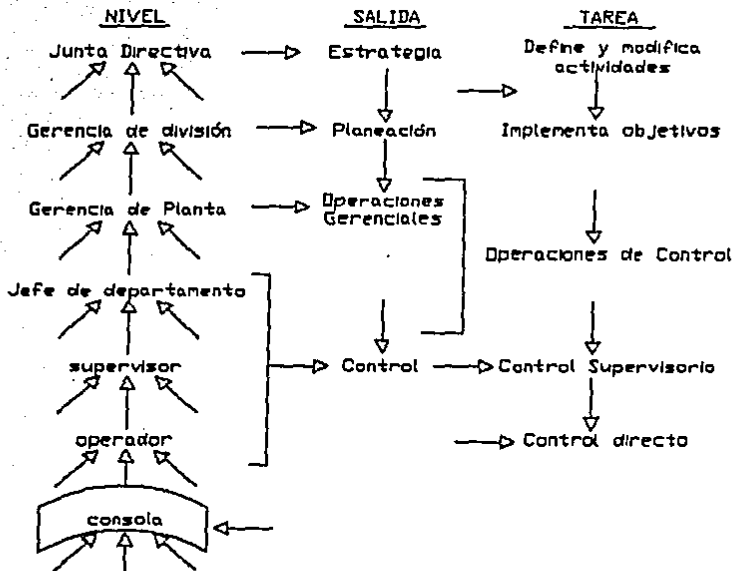


Fig.16 Esquema jerárquico de las tareas del personal en una planta.

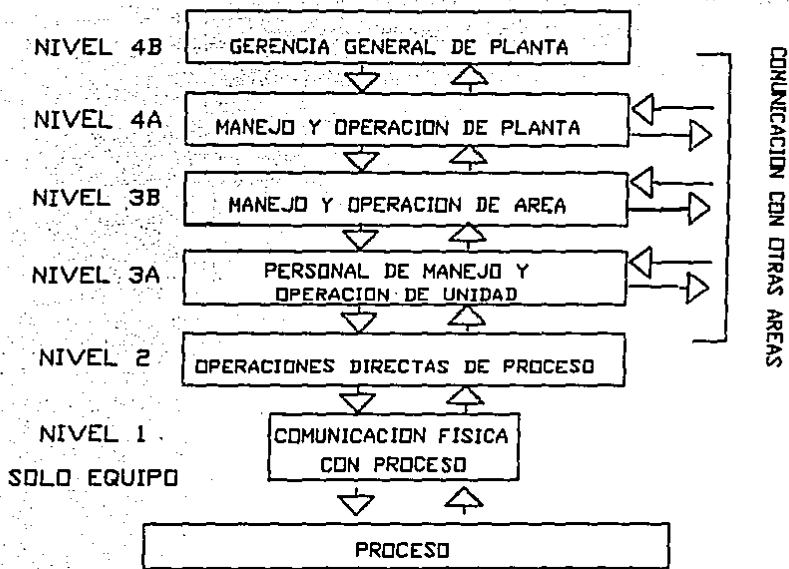


Fig. 17 Estructura jerárquica de un sistema de computación en una planta.

La primera cuenta con gran capacidad de almacenamiento; es allí donde la información (esquemas de pensamiento o estructuras lógicas), una vez aprendida y después de un repaso y actualización convenientes, se almacena y queda casi permanente; parte de ella nunca se perderá, otra se borrará si ya no se utiliza y otra se deformará y degradará.

La memoria de acceso rápido es de pequeña capacidad y se borra rápidamente. Es equivalente a una memoria de trabajo en la que se almacenan, de manera provisional, las informaciones, ya sea que vengan del exterior o de la memoria de acceso lento, con el fin de procesarlas.

Algunos autores piensan que las principales limitaciones del pensamiento consciente se deben a la capacidad limitada de memoria de acceso lento. Otros, sugieren que no es la capacidad de la memoria, sino la capacidad de procesamiento en sí.

Cuando se diseña una interfaz hombre-máquina informatizada y, sobre todo, la presentación de la información en consolas gráficas deben considerarse los límites de la capacidad del procesamiento consciente. Tratarán de compensarse las limitaciones de la memoria de acceso lento, desplegando en la pantalla las informaciones que deba procesar el operador en un momento dado. Además, puede aumentarse la capacidad del operador a través de una codificación multidimensional que permita la manipulación de entidades portadoras de mucha información

(posición, color, intensidad, etc.). Esto es posible, ya que la cantidad de 'palabras' que pueden almacenarse en la memoria de acceso rápido es independiente del contenido informativo de cada 'palabra'.

Un modelo de pensamiento más completo, plantea la existencia de un procesamiento inconsciente además del procesamiento consciente.

El modelo es una red de procesadores especializados en funciones diversas, capaces de procesar, de manera automática y en paralelo, todas las informaciones provenientes del sistema perceptivo. El procesamiento consiste en buscar y reconocer las formas que permitan construir un modelo interno del ambiente externo y del cuerpo del operador. Este modelo se almacenará en la memoria de acceso lento. Si el comportamiento del ambiente externo se desvía de lo previsto por el modelo interno, entonces se alerta al procesador consciente.

Este esquema se presenta en la figura 18, el cual permite representar la capacidad que tiene el hombre para reconocer formas sin necesidad de que intervengan sus capacidades de razonamiento consciente. Este fenómeno se ha utilizado en las tareas de vigilancia (detección de alarmas), diseñando imágenes que favorecen este tipo de procesamiento.

En las situaciones de control de procesos, el operador puede considerarse como un procesador que traduce la información

proveniente de la instalación en acciones adecuadas y orientadas hacia la satisfacción de un objetivo bien definido.

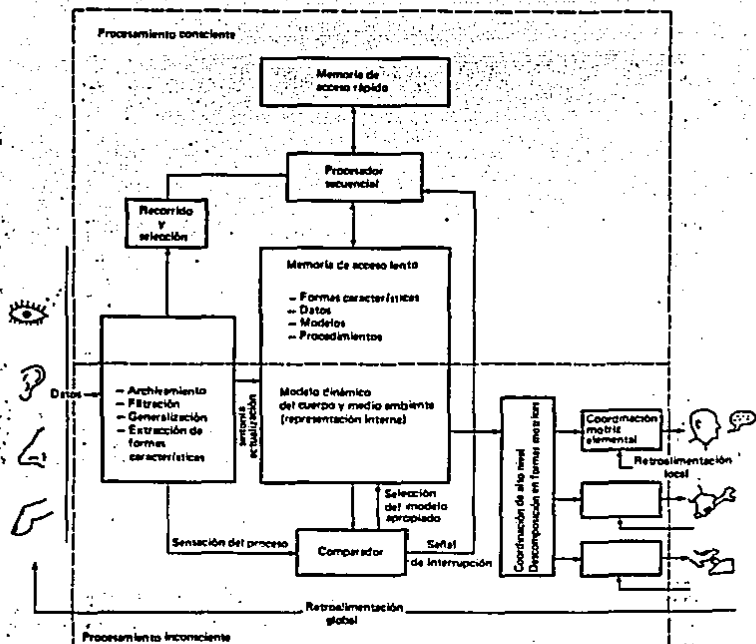


Fig.18 Esquema del procesamiento de datos que realiza un operador

- Requerimientos de la interfaz hombre/máquina para sistemas de control industrial.

En una inspección del lugar del operador en una moderna planta automatizada, podemos listar los requerimientos para una interfaz hombre-máquina para sistemas de control industrial:

1.- Un gran número de desplegados paralelos diseminados sobre los tableros de control conteniendo mas información de lo que un operador humano pueda absorber simultaneamente.

2.- La manipulación de las entradas es realizada en secuencia serie aunque los desplegados existan en paralelo.

3.- La información acerca de toda la información del proceso debe ser dirigida a los operadores.

4.- Métodos compactos para indicar todos los estados de un proceso deben tomarse de patrones de técnicas de reconocimiento de desplegados.

5.- Los datos deben estar disponibles en grupos de desplegados los cuales proveen las funciones de pequeños subsistemas de la unidad de proceso.

6.- El sistema de alarmas debe ser simplificado en jerarquías, las cuales puedan ser selectivamente suprimidas como una función para incrementar grandemente los estados de operación.

7.- La habilidad de aplicar control manual a la mayoría de

las válvulas de control como respaldo, en función de la seguridad, es requerida.

8.- Tendencias de pasado histórico de variables es esencial para la guía del operador.

9.- Desplegados analógicos proveen información cualitativa más rápido. Desplegados digitales deben ser usados cuando detalles cuantitativos son importantes. Las dos formas deben ser entremezcladas según sean requeridas.

10.- En un sistema de control computarizado, más usos deben ser hechos de variables derivadas tales como la medición del desarrollo del proceso. Los operadores deben trabajar en gran medida con variables derivadas tales como eficiencia, costo, etc.

11.- Debe de haber una interfaz simple proveyendo todas las funciones en una localización de fácil alcance para un operador.

12.- La interfaz del operador no debe estar comprometida para satisfacer los requerimientos de otros grupos funcionales, tales como ingeniería, mantenimiento, o manejo.

13.- Para la mayoría de los procesos, la típica consola del operador en la que existen más sistemas de computadoras, ha sido inadecuada como una simple interfaz.

14.- Desde el punto de vista de factores humanos, los desplegados paralelos conteniendo toda la información de los tradicionales tableros de control no son realmente usados por el operador humano. Un operador observa y manipula cosas

secuencialmente. Sin embargo, la velocidad de acceso es incrementada por el paralelismo.

4.3 Aplicación de criterios de ingeniería humana al sistema.

- Introducción a la ergonomía.

Ergonomía puede ser definida como el estudio de las características y habilidades humanas las cuales afectan el diseño del equipo, sistemas, y trabajo.

Es una actividad interdisciplinaria basada en ingeniería, psicología, anatomía y fisiología y es enfocada al perfeccionamiento de la eficiencia, seguridad y bienestar del operador.

Cada sistema industrial consiste de algunos o todos de los siguientes componentes mostrados en la figura 19, cada uno de los cuales interactúan con los otros y con factores técnicos económicos y otras consideraciones involucradas.

La ergonomía está involucrada con la interfaz y la interacción entre el operador humano y los otros componentes y con los efectos de esas interacciones sobre la realización del sistema.

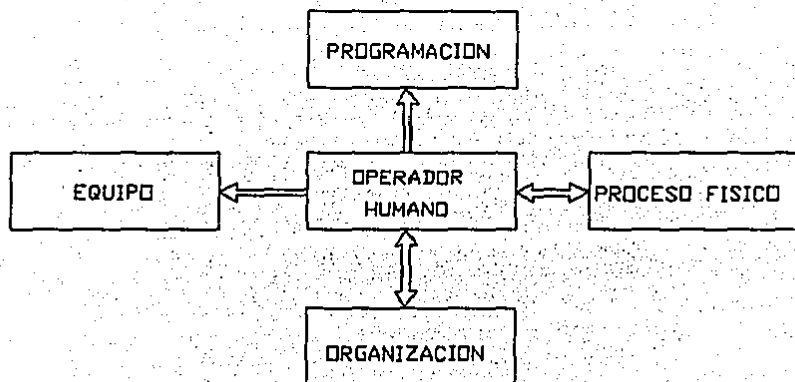


Fig. 19 Esquema de las interacciones en el sistema industrial.

- Principales consideraciones en la aplicación de la ergonomía.

Procedimientos generales e interactivos son dados por la aplicación de datos ergonómicos y principios, para el diseño del espacio de trabajo y las máquinas.

Podemos clasificar las consideraciones ergonómicas de acuerdo al campo al que nos estamos enfocando. Así tenemos:

'Hardware' - Involucra el diseño y distribución de componentes. Esto es, el diseño de máquinas herramientas para operación, mantenimiento y seguridad.

Operadores humanos - Observa características físicas y habilidades. Se toma en consideración el tamaño del cuerpo, esfuerzo, capacidad de trabajo, postura, fatiga y resistencia. Aspectos en cuanto a la recepción de información y procesamiento de ésta; Sensaciones (visión, audición, etc.)

Características individuales y sociales como edad, sexo, medio ambiente, raza, experiencia, instrucción, motivación, satisfacción de trabajo, aburrimiento, actitudes.

'Software' - Debe ser desarrollado en la forma de error-libre. Es decir, que el operador cometa un mínimo de equivocaciones, y que estas afecten lo menos posible el control

de la planta.

Considera procedimientos de normas de operación, instrucciones, manuales, símbolos, códigos de colores, tablas de niveles.

Medio ambiente físico - El área de diseño que involucra es la seguridad y para esto considera temperatura, ruido, iluminación, vibración, atmósfera y ventilación.

Organización - Tiene que ver con la organización de personal y la producción. Considera ciclos de trabajo, horario de descanso, ritmo de trabajo, contenido de trabajo, método de trabajo, interés, satisfacción, responsabilidad, interacciones sociales.

Un buen diseño ergonómico debe ser contemplado como una parte esencial de diseño total, no como un algo separado.

Las implicaciones ergonómicas deben ser consideradas en todos los estados del diseño del proceso, especialmente en los primeros estados. Todas las decisiones del diseño tienen alguna implicación con el operador o personal de mantenimiento. No es suficiente solo considerar la ergonomía en los estados de detalles finales cuando las mayores decisiones de diseño han sido tomadas.

Las implicaciones ergonómicas deben ser consideradas y discutidas en todo lo que tiene que ver con el diseño del sistema.

La cooperación es necesitada entre los miembros del equipo del diseño y el cliente que puede ser el departamento de producción, personal etc. Los comentarios de los operadores son de particular importancia.

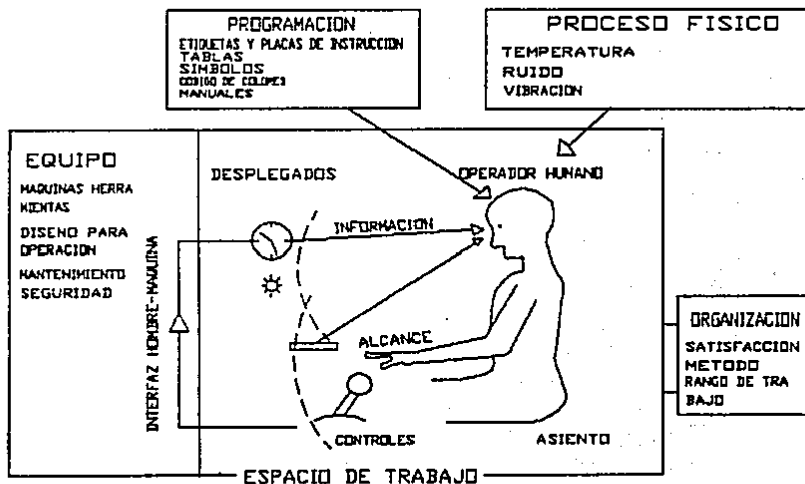


Fig. 20 Consideraciones ergonómicas.

4.4. Desplegados e información.

- Tipos de desplegados.

El tipo de desplegado se elige de acuerdo al criterio de diseño y la información requerida.

Se considera la naturaleza de la información y lo que es hecho con ella, poniendo particular atención en las dificultades de la atención de sensaciones, percepción, memorización y respuesta de información.

Donde la atención es crítica, dos indicaciones son mejores que una sola.

Los diferentes tipos de desplegados son:

Luces - Estos incluyen botones iluminados y código de colores.

Mensajes de precaución/urgencia: Se combinan con una alarma sonora para ganar la atención, parpadeantes o estáticas.

Las luces son usadas para información rítmica, fácil atención y reconocimiento; discriminación y velocidad de respuesta. Dentro del control son usadas para el chequeo y funcionamiento.

Indicadores - Son satisfactorios para la mayoría de información excepto mensajes de precaución e información compleja y almacenada.

Existen varios tipos de medidores: circulares, de sector, lineales y no lineales, de escala movible.

Los indicadores circulares son mejores para comparaciones y cambios de rango.

Indicadores lineales son mejores para compatibilidad y ocupan una menor area para una escala base dada.

Desplegados digitales - Son usados para alta exactitud; cambios pequeños, información cuantitativa; Lecturas frecuentes de corta duración.

Unidades de desplegados visuales (VDU) - Son necesarios para salida de información compleja y datos de entrada.

Grabadores de indicaciones - Son usados cuando se requiere almacenar información.

Desplegados sonoros - Son los mejores para precaución y atraer la atención. Debe ser de una intensidad y frecuencia adecuada al medio ambiente.

Las señales son más fáciles de recordar que las señales visibles pero más fácilmente interferidas por el proceso.

Desplegados pasivos - Letras, números, tablas, símbolos, código y texto pueden usados para señales de precaución, niveles, instrucciones, procedimientos de operación y mantenimiento.

Existen otros tipos de desplegados no muy frecuentemente usados como los táctiles, de posición y olfatorios que son usados en algunos sistemas de procesos químicos.

4.5 Interfaz gráfico.

El diseño de gráficos para interfaz hombre-computadora tiene un amplio rango de facilidades tanto en 'hardware' y 'software' disponible para ello. Así, es posible desplegar diagramas de líneas o diagramas conteniendo áreas solidas, ambos en un solo color o un rango de colores. Puede tener la restricción de un desplegado gráfico estático ó tener la fuerza de computo para programar una secuencia animada. Finalmente el diseñador tiene un variado equipo de entrada para usarlo en conjunto con un teclado normal tal como un 'mouse', lectores ópticos, palancas de mando o tabletas digitalizadoras.

4.5.1. - Producción de gráficos.

- Técnicas de graficación.

En muchas aplicaciones de computadoras gráficas, el usuario tendrá la necesidad de construir alguna forma de esquema o dibujo. Con la finalidad de asistir al usuario en la construcción

de dibujos fácil y eficientemente, es importante que sea proveído con adecuadas técnicas para dibujar en pantalla.

Para esto debemos considerar los siguientes medios básicos que pueden ser incluidos dentro de un simple sistema.

+ **Trasado de puntos.** Es un medio de dibujar directamente líneas especificando los puntos de inicio y final. El punto de inicio seguido de una serie de puntos finales puede producir un dibujo de segmentos de líneas conectadas.

+ **Llenado de polígonos.** El usuario puede llenar cualquier polígono cerrado formado por segmentos de líneas especificando un punto interno dentro de él.

+ **Borrado.** Con el fin de cambiar de dibujo o diagrama, el usuario puede borrar componentes y redibujar luego.

- **Especificación de colores.**

Un aspecto de los gráficos en color es la habilidad de especificar un color particular a la computadora para usarlo en algún desplegado. Algunos autores han comparado tres sistemas de notación de colores empleados en especificación de colores. Dos de los sistemas representan colores como una terna de números reales.

1.- El sistema RGB (red, green, blue), requiere que el usuario especifique un color en términos de rojo, verde y azul.

Componentes primarios correspondientes a la intensidad del haz de electrones que excitan al fósforo rojo, verde y azul. Por ejemplo el amarillo podría ser 0.73, 0.63, 0.05.

2.- El sistema HLS intenta explotar la psicología de percepción de colores, permitiendo al usuario especificar un color en términos de su tinte, brillantez y saturación. El amarillo previamente referido sería 0.142, 0.73, 0.93.

3.- El tercer sistema CNS (Colour Notation System) es basado en un lenguaje natural de categorías de colores en inglés. Una descripción de colores CNS consiste de más de tres componentes. Primero se elige un término de brillantez 'muy oscuro', 'oscuro', 'medio', 'brillante', 'muy brillante'. Segundo, uno de cuatro niveles de saturación pueden ser seleccionados de 'grisáceo', 'moderado', 'fuerte' y 'vívido'. Finalmente un nombre de color es seleccionado de rojo, naranja, café, amarillo, verde, azul, púrpura, negro, blanco y gris.

Se encontró que los usuarios del sistema basado en lenguaje natural fueron significativamente más exactos en la especificación de colores.

- Comparación de equipos de entrada de señales.

Un elemento importante en el diseño de muchas interfaz gráficas es el método por el cual el usuario indica a la

computadora su selección de algunos elementos sobre los desplegados gráficos.

La ventaja de usar entradas basadas en puntos preferentemente a teclear un comando es descrita por Bewley de la siguiente manera:

'Ver algo y puntearlo es más fácil para las personas que recordar un nombre y teclearlo. Este principio es usualmente expresado en la psicología como : el reconocimiento es generalmente más fácil que el recordar.'

Existen varios equipos disponibles para apuntar algún objeto del desplegado que el diseñador de la interfaz puede usar.

+ Pluma óptica. Puede ser usada para indicar alguna elección, como menus o árboles de estructura, o para manipular datos sobre la pantalla. El principal problema con las plumas ópticas es su uso sobre una pantalla vertical. Esto puede ser extremadamente fatigoso para la escritura y los brazos.

+ Tabletas digitalizadoras. Grandes tabletas digitalizadoras son generalmente usadas para la entrada de diagramas de ingeniería dentro de sistemas de computadoras, pero también son usadas para la entrada de otro tipo de datos. Pequeñas tabletas pueden usar una pluma como equipo del usuario como una alternativa del cursor. Mientras que grandes tabletas son usadas para poder cubrir los grandes tamaños de papel, las tabletas más pequeñas son tal vez más flexibles y portables entre terminales

gráficas.

+ Pantalla sensible al tacto (touch-screen). Son similares a las tabletas digitalizadoras pero usualmente identifica la posición por la posición del dedo del usuario. Generalmente actúan directamente sobre la pantalla de la computadora volviéndose un natural proceso de apuntar. La reflexión puede ser un problema y la pantalla puede ser oscurecida por las marcas de los dedos a menos que sea limpiada regularmente.

+ Palanca de mando. Una palanca de mando puede ser movida o rotada para mover un cursor alrededor de la pantalla en la misma dirección. Ambos son muy usados en el diseño de sistemas de apoyo en computadoras y aplicaciones militares. El público está familiarizado con este tipo de equipo usando palancas de mando para juegos de televisión.

+ Teclas de cursor. Esta técnica comprende cuatro niveles de llaves; arriba, abajo, izquierda y derecha, las cuales son usadas en combinación para manipular un cursor alrededor de la pantalla. Existen autores que encuentran a este sistema superior al dispositivo desplazable (mouse) para la edición de textos.

+ Dispositivo desplazable (mouse). Este es un pequeño equipo con dos rodamientos en ángulo recto uno del otro, el cual tiene un código de movimiento sobre coordenadas X, Y. Este puede entonces ser usado para mover un cursor alrededor de la pantalla. En un experimento de el centro de investigaciones Alto

Xerox, el 'mouse' fue encontrado ser más rápido y más exacto que las palancas de mando o teclas normales de cursor en la selección de textos sobre la pantalla.

En una comparación de la evaluación del 'mouse', palanca de mando, teclas de paso y teclas de texto para encontrar la mejor opción en la selección de textos sobre pantalla, donde se tomó en cuenta la distancia, tamaño de tarjeta y aprendizaje total, el 'mouse' o dispositivo de desplazamiento fue encontrado ser mas rápido que los demás dispositivos además de tener menos margen de error.

Otro dispositivo muy eficiente es la pantalla sensible al tacto, que algunos consideran muy superior al 'mouse'. El problema con este último es la necesidad de un espacio limpio sobre el escritorio o mesa de trabajo. La pantalla sensible al tacto no necesita eso para llevar al cursor donde se quiera. Solo se toca el lugar y ya está. Este tipo de dispositivo se piensa que será de gran utilidad en equipo de navegación.

Dada la dificultad en la selección de un equipo de entrada gráfica que sea superior a los demás, la experiencia sugiere que desde el punto de vista de factores humanos lo mejor es permitir al usuario elegir el equipo más manejable para una tarea particular o simplemente eligiendo su favorito.

4.5.2. - Desplegado de gráficos.

- Despliegue de datos numéricos.

En esta sección se refiere a formas de desplegados gráficos para representar datos numéricos. Tales desplegados son particularmente efectivos en la comunicación, según el caso, como la tendencia del crecimiento de la población, errores en datos coordinados, o quiebre de los costos de una organización.

La razón por la cual las representaciones gráficas son usualmente preferidas en textos tabulados es basada en el sistema de percepción humana el cuál constantemente tiende a encontrar la estructura en función de la interpretación del proceso. 'Una estructura de datos adecuada en un desplegado, incrementará la velocidad de interpretación y reducirá los errores'.

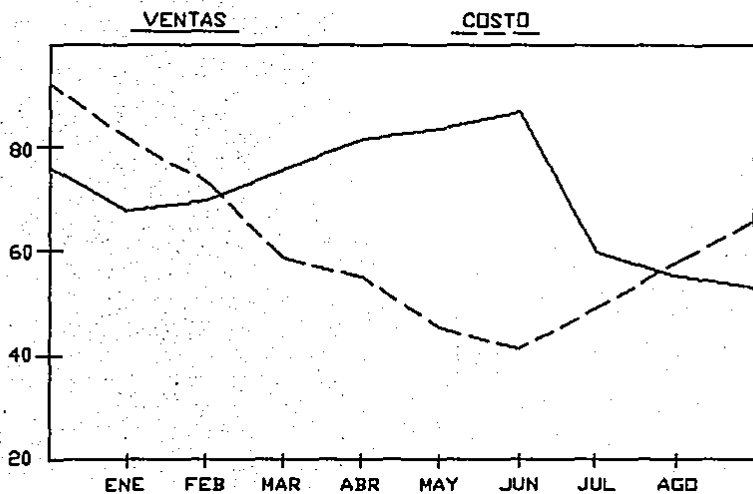
Cuatro tipos de desplegados gráficos son considerados:

- 1.- Gráficos de línea : Para mostrar valores de datos continuos.
- 2.- Gráfica de barras : Para mostrar las mediciones de un atributo a través de un grupo de entidades.
- 3.- Gráfica de pastel : Para mostrar la relativa distribución de una variable entre diferentes categorías.
- 4.- Diagrama disperso : Para mostrar cuantas variables se relaciona una con las otras.

El manual gráfico de Hewlett Packard, DGS/3000, contiene algunas sugerencias para el perfeccionamiento de la claridad visual de diagramas gráficos:

- a) Etiquetar todos los ejes claramente.
- b) Proveer parpadeo sobre el lado derecho del gráfico o rejillas de líneas para mantener el interés.
- c) Proveer un claro marcado de líneas, barras, rebanadas o puntos en el gráfico.
- d) Diferenciar líneas, barras, rebanadas o puntos con diferentes colores o estilos de línea.
- e) Si el arreglo de datos se extiende demasiado, la escala logarítmica puede ser aplicada para compactarlo.
- f) Para gráficas de barras. Use barras agrupadas para comparaciones cuantitativas y barras apiladas para enfatizar totales.
- g) Para gráficas de Pastel. Separar las rebanadas particulares si ellas necesitan ser enfatizadas.

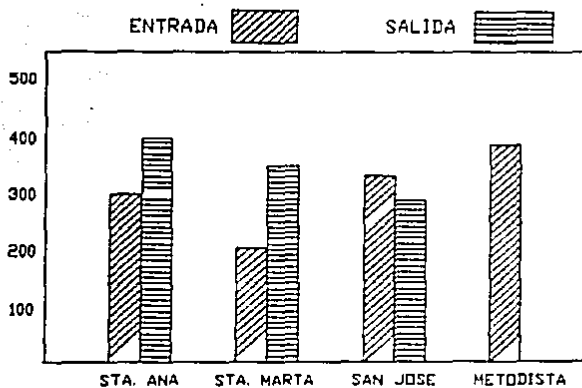
La figura 21 muestra estas sugerencias.



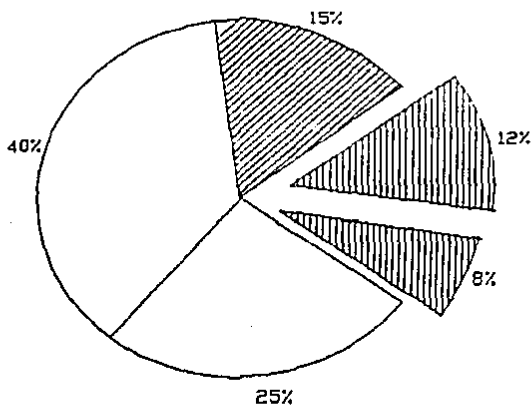
EJEMPLO DE UNA GRAFICA DE LINEA

Figura 21.

(SALIDA Y ENTRADA DE PACIENTES EN HOSPITALES)



EJEMPLO DE GRAFICAS DE BARRAS



EJEMPLO DE GRAFICAS DE PASTEL

Figura 21.

- Codificación gráfica.

Frecuentemente encontramos la necesidad de distinguir entre diferentes grupos o clases de detalles desplegados sobre la pantalla. Con el fin de satisfacer esta necesidad debemos de codificar cada grupo de items en una forma particular. Las computadoras gráficas pueden ser una herramienta de gran efectividad para la codificación de datos. Por ejemplo:

. Diferentes figuras pueden ser usadas para representar varios tipos de componentes dentro de un circuito eléctrico.

. Diferentes colores pueden ser usados para mostrar límites políticos sobre un mapa del mundo.

. Tramos de líneas y ángulos pueden ser usados para representar la velocidad del viento y dirección sobre un mapa de climas.

La tabla siguiente muestra una comparación de metodos de codificación:

METODO DE CODIFICACIÓN	MÁXIMO NUMERO DE CODIGOS	COMENTARIOS
Alfanuméricos	Ilimitado	Alta versatilidad. El significado es evidente por sí mismo. El tiempo de localización puede ser más largo que los códigos gráficos.
Figuras	10 - 20	Muy eficiente si conjuntos de códigos de objetos u operación son representados.
Color	4 - 11	Atractivo y eficiente. Uso excesivo puede confundir.
Tramos de línea	3 - 4	Bueno. Puede saturar el desplegado si son usados muchos códigos.
Anchos de línea	2 - 3	Bueno.
Estilos de línea	5 - 9	Bueno.
Tamaños de objetos.	3 - 5	Agradable. Puede usar considerablemente.
Brillantes	2 - 4	Puede ser fatigoso especialmente si el contraste de la pantalla es pobre.
Combinación de códigos.	Ilimitado	Puede reforzar la codificación pero una compleja combinación puede ser confusa.

Tabla de comparación de métodos de codificación en pantalla.

- Uso general de colores.

Como se vió en la sección anterior, los colores pueden ser un método efectivo de codificación visual. Sin embargo dos grandes consideraciones son resumidas como sigue:

Particular cuidado debe tomarse si son usados colores en diálogos ya que un excesivo uso de colores puede resultar en extremo confuso.

Debe tenerse en mente que cerca del 8% de la población masculina (En los Estados Unidos) tiene dificultades para distinguir el rojo del verde.

Algunos autores ofrecen recomendaciones para la solución de ambos problemas:

1) El usuario promedio no recordará más de 5 a 7 colores. Este es el número mágico usualmente asociado con la memoria de acceso rápido. Los desplegados modernos no deben de tener más de 4 colores, ya que es un número menor al promedio de capacidad de memoria instantánea. Esto provee al cerebro con más espacio de memoria para otras decisiones y trabajos mientras la memoria de colores esta siendo procesada.

2) Si no se considera el problema de la dificultad de algunas personas en la distinción de colores, algunos programadores podrían codificar redundantemente. Esto es asignar

un mismo color a dos aspectos diferentes.

Para la consideración específica del uso de colores, algunos autores como Metrick, Baldwin y Durrett recomiendan:

- + Un color neutral ayuda a resaltar el desplegado de colores.

- + Colores complementarios contrastan y dan un efecto de cálido - frío.

- + Contornos de colores realzan polígonos.

- + Denotaciones de colores comunes deben ser usadas donde sea posible. Por ejemplo rojo: peligro o paro, amarillo: precaución o despacio, verde: correcto o continúa.

Advertencias:

- + Ser cuidadoso con la combinación de colores con diferentes intensidades perceptuales. Fuertes diferencias en intensidades visuales pueden ser fatigosas y distraer.

- + Líneas azules en un fondo negro son difíciles de distinguir.

- + Líneas amarillas son difíciles de distinguir sobre un fondo blanco.

En conclusión, los colores pueden ser placenteros, motivantes y pueden ganar la atención. Si son aplicados con estas limitaciones en mente, la efectividad de la interfaz gráfica será aumentada grandemente.

- Tercera dimensión y textura.

Las ventajas gráficas tales como tercera dimensión, color y textura permiten a los desplegados gráficos ser más realistas o más semejantes a la realidad.

Nosotros vivimos en un mundo tridimensional, y en muchas aplicaciones de diseño tratamos con la descripción de objetos de tres dimensiones. Si el arquitecto quisiera ver como se verá la estructura, un modelo tridimensional le permite observar la estructura desde diferentes puntos de vista.

Un gran realce en el valor estético de efecto radiante en una figura puede ser logrado al utilizar textura superficial e irregularidades aleatorias.

- Animación.

Animación representa una técnica particular y efectiva en computadoras gráficas. La producción del movimiento dentro de un desplegado puede realizar impalpables cambios los cuales pueden fácilmente ser vistos cuando se estudia un pequeño grupo de desplegados estáticos. Sin embargo las herramientas de programación y el poder de las computadoras necesitado para producir una buena animación puede ir más allá de los medios con que cuentan muchos usuarios.

4.5.3 Manipulación de gráficos.

- Ventanas múltiples.

La técnica gráfica de definir un número de ventanas sobre un simple desplegado de pantalla permite al usuario ver múltiples esquemas de información a la vez. Pongamos por caso, en una tarea de diseño asistido por computadora, tres ventanas podrían proveer tres vistas diferentes de un simple objeto en diferentes aspectos. La actualización del objeto podría entonces ser hecha vía cualquier ventana. Otras ventanas podrían contener, por decir, un menú de comandos, un modelo de un elemento finito y una serie de ecuaciones de esfuerzos.

Típicamente, las ventanas pueden ser manipuladas libremente sobre la pantalla (usualmente con un 'mouse'). Pueden ser aumentadas en tamaño o disminuidas a un tamaño apropiado, movidas alrededor de la pantalla o sobrepuesta a otra.

Las ventanas son particularmente apropiadas en una computadora de proceso multitareas, donde el resultado es producido por varias tareas que pueden ser desplegadas en ventanas separadas simultáneamente.

El valor del diseño de ventanas múltiples dentro de una interfaz hombre - máquina depende en gran medida de la naturaleza de las tareas que están siendo desarrolladas por el usuario.

Se listan siete tareas necesitadas y tipos en las cuales sería conveniente aplicar ventanas múltiples:

1) Adecuando grandes montos de información sobre la pantalla. Usando ventanas sobrepuestas o comprimidas.

2) Aumentando el acceso a múltiples fuentes de información. (una fuente por ventana).

3) Combinando múltiples fuentes de información.

4) Control independiente de múltiples programas.

5) Teniendo acceso a información que probablemente será usada de inmediato. Tal vez comprimida en una imagen.

6) Ajustando el contexto de un arreglo de comandos.

7) Presentando una múltiple representación de la misma tarea.

(Ejemplo: diferentes vistas de un objeto).

En lo que concierne al tamaño de las ventanas, existen análisis basados en el concepto del arreglo de la ventana de trabajo - El número de ventanas las cuales el usuario requiere durante un cierto periodo de tiempo con el fin de desarrollar su tarea eficientemente.

- Imágenes

Símbolos gráficos o imágenes están siendo utilizadas con creciente frecuencia en aplicaciones de computadora. Los sistemas

'Xerox Star' y 'Apple McIntosh, por ejemplo, usan imágenes para representar un escritorio electrónico. Aspectos familiares de oficina tales como archiveros de documentos, folders, botes de basura, calculadora y reloj son mostrados en forma de imágenes. Las funciones que ellos representan son seleccionadas poniendo el cursor sobre ellas.

Algunas razones para el uso de imágenes en una interfaz hombre - computadora son:

- 1) Son mas distintivas que un juego de palabras.
- 2) Pueden representar mucha información en un espacio pequeño. El espacio es apremiante en una pantalla gráfica.
- 3) Pueden ser subjetivamente mas deseables que los textos.

Ha sido encontrado que una interfaz basada en menus e imagenes es preferida sobre una interfaz estrictamente alfanumérica porque, cuando esas ventajas gráficas son apropiadamente diseñadas, se ven mas naturalmente, son facilmente entendibles y utilizables. Requieren poca memorización y resultan menos propensa a errores.

- Manipulación dinámica.

La habilidad de manipular o editar partes o componentes de un diagrama, una vez que una versión inicial ha sido producida es de particular valor. Habiendo especificado un componente, el usuario puede permitirse: Traducir, rotar, duplicar o borrarlo.

CAPITULO 5 - ESTRUCTURA DE 'SOFTWARE' DEL SISTEMA.

Los métodos de programación para las computadoras de control de procesos han utilizado los avances de las numerosas computadoras aplicadas a los negocios y al campo científico.

Sin embargo, han tenido que enfrentar algunos problemas que únicamente aparecen en el área de control de procesos.

El propósito de la programación es individualizar las funciones que realiza un sistema de cómputo particular. Esto ha dado como resultado una organización para los programas de control por computadora, los cuales están constituidos por tres partes principales; el sistema operativo, los programas de aplicación y los sistemas de soporte de programación.

El sistema operativo consta de todos los programas que supervisan la operación global del sistema de cómputo. Las funciones que realiza son las siguientes:

- 1) Pone en lista e inicializa la ejecución de los programas de aplicación.
- 2) Opera toda la circuitería del sistema.
- 3) Supervisa las operaciones de entrada-salida.
- 4) Da servicio y prioridad a las interrupciones del

sistema.

- 5) Lee y almacena las entradas analógicas y digitales.
- 6) Controla las salidas que van a los actuadores de la planta.

Los programas de aplicación manejan todos los requerimientos individuales de una instalación particular. Incluidos en estos programas están:

- 1) Conversión de datos de entrada de la planta a unidades de ingeniería.
- 2) Optimización y cálculo de corrección del control.
- 3) Presentación de información en la consola del operador.

El sistema de soporte de programación incluye los programas que ayudan al usuario a preparar y desarrollar los de aplicación entre estos se encuentran los siguientes:

- 1) Ensambladores y compiladores.
- 2) Editores, encadenadores y cargadores, los cuales unen segmentos de programas que han sido escritos separadamente.
- 3) Programas que ayudan a depurar el programa final.

Dado que estos últimos se utilizan solo en la preparación de los programas de aplicación, pueden dejar de estar en memoria activa, respaldándolos en un disco del sistema, cuando no se utilizan.

5.1 Programación en la computadora personal.

- Paquetes de 'software' aplicados a control de procesos.

Existen desarrollos de paquetes de programación aplicados a sistemas de proceso que tienen características de bajo costo y de fácil uso hechos para las computadoras personales.

Esto permite al ingeniero, configurar su propio sistema de control y de monitoreo. El costo involucrado en escribir y desarrollar un código de computadora es tan prohibitivamente grande, desarrollándolo todo, que mejor se escribe de una forma que pueda ser utilizada en el próximo proyecto.

Estos nuevos paquetes proveen al ingeniero de proceso un juego de herramientas de 'software' para que ellos no tengan que 'reinventar la rueda', es decir que no tengan que verse envueltos en muchos detalles de programación, cuando construye un sistema ya sea de control de procesos y/o de adquisición de datos.

'El puede gastar más tiempo en el proceso y menos en la computadora'

No existen desarrollos prototipo para los paquetes, así que no hay manera de comparar en base a desarrollos o predecir que tan bien funcionará en una aplicación específica.

Sin embargo se pueden evaluar estos paquetes en cuanto a:

- + Facilidad de configurar el sistema.

+ Capacidad para simular un proceso.

+ Si el proceso puede cambiar y seguir utilizando el mismo paquete.

+ Tiempo necesario para entrenar al operador del sistema.

+ facilidad de uso.

La tendencia actual en el desarrollo de 'software' es el de crear sistemas amigables para el usuario.

Existen tres rutinas de operación en cualquier sistema de control:

- 1) Proceso.
- 2) Supervisión.
- 3) Emergencia.

Basadas en la experiencia, existen descripciones de algunos autores en cuanto a la capacidad de un sistema típico; 'Debe de ser capaz de manejar 500 entradas analógicas y 750 entradas digitales' Claro que esto depende directamente del proceso que se trate, pero esto da una idea de la capacidad promedio con que cuentan los paquetes hoy en día.

Así mismo, el máximo tiempo para generar una alarma debe ser un segundo. Es decir, el 'tiempo de notificación', el cuál es el tiempo requerido para que una señal generada por un sensor sea detectada por el sistema, desplegando sobre la pantalla del operador, debe de ser instantáneo.

Existen actualmente en el mercado muchas creaciones

diseñadas específicamente para computadoras personales. De ocho paquetes desarrollados, cuatro fueron escritos en C, tres en PASCAL y uno en BASIC.

Los lenguajes de alto nivel hacen relativamente fácil implantar cambios y mejoras en la porción de interfaz del producto. En general, subrutinas de lenguaje ensamblador son usadas para proveer una alta velocidad que es necesaria para las comunicaciones 'I/O'.

Los paquetes de 'software' se pueden clasificar en dos áreas generales:

- . Monitoreo de proceso.
- . Control de proceso.

Paquetes de monitoreo de proceso.

Se caracterizan en el hecho de que hace una descripción exacta de los datos disponibles del piso de la fábrica y también, en forma digital, dentro de los controladores programables.

Esta fuente de información es accesible, pero es cambiada constantemente. Adicionalmente, una vez que los datos son capturados pueden ser permanentemente guardados; para análisis más extensos, tales como historial de alarmas, datos de producción, gráficos de tendencias de datos y control de calidad estático.

Este tipo de paquetes provee capacidad supervisoria. El operador también puede cambiar puntos de ajuste.

Paquetes de control de proceso.

Son diseñados para acercarse a los lazos de control y proveer al operador un desplegado de tiempo real sobre el proceso.

Como se ve hay un sobrenivel entre estas dos categorías (Monitoreo y control de procesos).

En la medida que los vendedores aumentan capacidades a sus paquetes, las áreas de común capacidad se incrementan.

- Estudio comparativo de paquetes de 'software' de adquisición de datos en control de procesos para computadoras personales .

Este estudio lo constituye una tabla en la que se comparan sistemas o paquetes de programación desarrollados para utilizarse en computadoras personales, para el monitoreo y control de procesos industriales.

Estos paquetes fueron diseñados para configurarse a diversos procesos. Sus desplegados son de alta resolución en color y tienen la capacidad de monitorear mas de 1000 señales. La información sobre los sistemas de 'software' con el que se

desarrolló este estudio fue obtenida de las compañías que los produjeron.

Las características o ventajas que se tomaron en cuenta para ésta comparación fueron:

+ Máximo número de puntos de operación. - Es el número de elementos de campo como sensores, o contactos de los que podemos saber su estado o su nivel ya sean digitales o analógicos. La velocidad con la que se puedan muestrear estos, depende de la velocidad de procesamiento de la máquina, de la eficiencia de la programación así como del número de señales que se estén manejando en el sistema de adquisición.

+ Multitareas. - Esta es una característica del sistema operativo que fue usado en su programación, y tiene la propiedad de poder manejar varias tareas o procesos en un mismo procesador. Con esta ventaja podemos tener ventanas en los desplegados gráficos y atender más puntos de monitoreo a la vez.

+ Sistema operativo. - Es el tipo de sistema operativo que debe estar cargado en la microcomputadora, para que los programas del paquete puedan correr sin problemas.

+ Lenguaje utilizado para desarrollar el paquete. - En algunos casos de la tabla no aparece, debido a que no está disponible esa información.

+ Manejo de base de datos en tiempo real. - Cada estado de los puntos de monitoreo es muestreado y almacenado en una base de

datos interna, que es refrescada cada cierto tiempo. Esto da la capacidad de conocer el estado del proceso como está ocurriendo en el momento.

+ Detección, manejo y reporte de alarmas. - Una de las funciones más comunes de un sistema de adquisición de datos es la de detectar las alarmas y desplegarlas en orden de secuencia, prioridad y tipo. El uso de colores aquí es importante para la clasificación de prioridades de alarmas.

+ Funciones lógicas y matemáticas. - Cuando los estados de los puntos de monitoreo son obtenidos y almacenados en una base de datos, pueden procesarse para la obtención de gráficas que nos muestren la información de una manera más entendible en términos del proceso. Para esto necesitamos herramientas como funciones lógicas y matemáticas que nos permitan configurar la información a nuestra aplicación.

+ Generación de reportes. - Esta generación se hace a través de periféricos tales como impresoras. Para esto se requiere la capacidad dentro del paquete de poder manejar y activar periféricos por medio de los puertos Entrada/Salida.

+ Control de proceso estático (SPC Statical Process Control). Este tipo de control se obtiene a partir de el análisis del proceso en un punto determinado, para tomar decisiones adecuadas a los problemas que se presenten dentro de la planta.

+ Interfaz a hoja de calculo. - Existen hojas de calculo tales como 'Lotus', las cuales pueden tener acceso a la base de datos que esté manejando el paquete de adquisición. Con esta información y con el manejo de la hoja de cálculo, pueden manipularse datos a nivel supervisión o incluso niveles de manejo más altos dentro de la estructura de la planta.

+ Gráficas de tendencia en tiempo real. - Estas gráficas se van generando a partir de la información de las señales de campo que se vaya obteniendo, teniéndose así la tendencia de los puntos que nos interesan.

+ Diagramas mímicos. - Son usados para representar el proceso mediante símbolos gráficos como válvulas, caldera, tuberías, equipo como bombas, interruptores, que mediante un código, puede mostrar el estado en el que se encuentra cada componente, dándonos una clara idea de nuestro proceso. Generalmente se utiliza una biblioteca de símbolos gráficos que es almacenada en una Eprom que se inserta en la tarjeta de manejo de gráficos.

+ Gráficos de barras en tiempo real. - Son utilizados para mediciones de niveles.

+ Análisis histórico de datos. Las señales que se obtienen de campo son almacenadas en una memoria, tal que despues de tiempo (horas, dias, meses) puedan ser accesados y analizados.

para esto se requiere el uso de manejadores de memoria en masa como discos duros o cintas.

+ Editor de textos. Con la finalidad de aprovechar la versatilidad de una computadora, se ofrecen editores de textos dentro de paquetes de adquisición.

+ Soporte de 'software' y 'hardware' para redes locales y terminales remotas. - El poder hacer una red de microcomputadoras, incrementa grandemente el poder de procesamiento del sistema, ya que cada unidad procesa por separado, y transmite esa información ya procesada a las demás computadoras dentro de la red. Para lograr esto se necesitan herramientas de 'software' y 'hardware' que permitan una eficiente comunicación a través de tarjetas insertadas en las ranuras de las microcomputadoras dedicadas al envío y recepción de datos.

Una de las tendencias actuales es la configuración de este tipo de sistemas ya que a un bajo costo se pueden tener grandes sistemas de monitoreo y control de proceso por computadora.

TABLA COMPARATIVA DE PAQUETES DE 'SOFTWARE' PARA ADQUISICION DE DATOS EN CONTROL DE PROCESOS.

	ONSPEC Heuristics, Inc.	KVIEW Kays Instruments, Inc.	MIDAS Megassystem	RTM 3500 Micro Specialty System Inc.	SCADIX
Max. puntos de moni- toreo I/O.	4096 (1024 por paquete) 100/sec.CRT	1024	8192 512/sec		
Multitareas.	X	X	X	X	X
Sistema Operativo.	Concurrent Dos 0.8.	PC-DOS 3.1	PC-DOS	PC-DOS 3.1	UNIX/ XENIX
Lenguaje utilizado.	(Pascal compiler)	C			C
Manejo de base de datos en tiempo real.	X	X	X	X	X
Detección, manejo y reporte de alarmas.	X	X	X	X	X
Funciones lógicas y matemáticas.	X	X	X	X	X

Generación de reportes.	X	X	X	X	X
Control de proceso estático. (SPC Statical Process Control)	X	X	X		
Interface a hoja de cálculo.	X	X	X	X	
Gráficas de tendencia en tiempo real.	X	X	X	X	
Diagramas mímicos	X	X	16 diag.		
Gráficos de barras.	X		16 Pag. (7 barras)	X	
Análisis histórico de datos.	X	X			
Editor de textos.	X				
Soporte de software y hardware para redes y terminales remotas.	X				

- ONSPEC.

A partir del análisis que se hizo sobre el 'software' desarrollado para adquisición de señales y control de procesos, el paquete que se muestra más completo y versátil es el ONSPEC.

Este paquete fue desarrollado por Heuristica Inc. enfocado a procesos industriales. Estos productos fueron diseñados para proveer información a niveles de supervisión y dirección usando tecnología de computadoras personales y microcomputadoras

En el diagrama de la figura 22 se muestran los programas principales del paquete.

Existen tres programas principales que pueden correr concurrentemente mientras el ONSPEC es utilizado.

El 'ONSPEC Control Software' corre sobre computadoras personales tales como la IBM PC/XT/AT y compatibles así como en computadoras tales como la DEC microVAX II. Es modular en su diseño y esto permite al usuario seleccionar las características necesarias para una específica aplicación. Es la herramienta maestra del paquete utilizando el compilador de PASCAL. Despliega información supervisoria y permite correr varias tareas concurrentemente. Permite en el diseño la preparación de diagramas, lista de especificaciones y reportes esquemáticos. Para el análisis puede modelar y hacer la simulación de procesos.

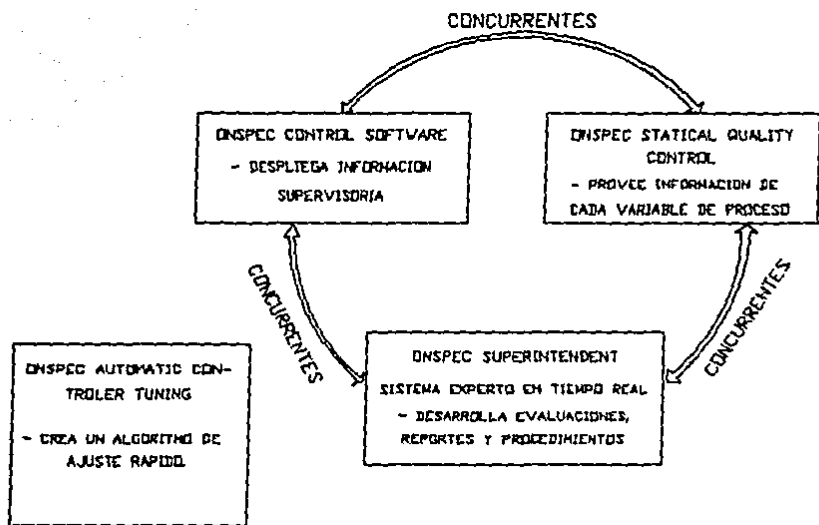


Figura 22. Diagrama de programas principales de QNSPEC.

Para el control de procesos ejecuta desplegados de alarmas, tendencias, reportes históricos, y procesos de interfaz con elementos de entrada/salida del proceso a más de cincuenta equipos de adquisición de datos como Allen Bradley, Guoid Modicon, Foxboro etc.

En este trabajo se plantea el adaptar o configurar esta programación para poder comunicarse con la línea SAC desarrollada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Los desplegados son creados usando caracteres estándar de control de procesos que son almacenados dentro de una memoria eprom que se inserta en la tarjeta de manejo de colores en la pantalla.

El 'ONSPEC Superintendent' es un sistema experto en tiempo real que desarrolla evaluaciones de seguridad, reportes y procedimientos de control que corre en forma concurrente. Este programa determina acciones que deben ser tomadas para las posibilidades si, no y desconocida. Las inferencias pueden ser basadas en algebra booleana u operaciones algebraicas, trayendo procedimientos de operaciones estándar en línea y puede interactuar con entradas/salidas del proceso y el operador continuamente para asegurar las regulaciones que se hagan del proceso. Las bases del aprendizaje de este programa están construidas usando el lenguaje Inglés tal que no es necesario el conocimiento de algun lenguaje especial de programación.

El programa 'ONSPEC Statical Quality Control' corre

concurrentemente con el ONSPEC Control Software y el ONSPEC Superintendent para proveer información sobre el grado de control para cada variable de proceso. Los archivos de datos históricos pueden ser leídos, extraídos y manipulados de tal forma que se pueden generar desplegados de distribución de frecuencia, tablas de mediciones de datos y acciones de alarmas.

Los límites de este programa pueden ser establecidos a acciones de alarmas y guardados en un archivo histórico.

Existen además varios programas dentro del paquete para configurar el sistema de acuerdo a las necesidades tal como el Analizador histórico de datos (ONSPEC Historical Data Analyzer) que permite la recolección de datos históricos a través del ONSPEC Control Software sobre disco flexible o disco duro o por medio de la transferencia de la información para ser analizados por una segunda máquina. Así mismo existen programas para usarse en el control de procesos como diagramas de secuencia lógica, simulación de modelos de procesos de control o blocks de control. También existen herramientas de 'software' para poder interactuar con programas comerciales como DBase.

Referente a las comunicaciones, el paquete ofrece las siguientes opciones:

+ Soporte remoto (ONSPEC Remote Support). Provee capacidad de terminales remotas a un sistema de control supervisorio basado en ONSPEC. Una terminal remota tiene todas capacidades de la

computadora principal que contiene ONSPEC excepto programas como ONVIEW y gráficos ONCALC. Un programa emulador de terminal es proveído para una computadora IBM si es usada como terminal remota.

El soporte para terminal remota provee desplegados ONSPEC sobre terminales de alta velocidad o modems localizados lejos del lugar de la colección de datos.

La comunicación a la terminal remota es a través de los puertos series COMM1 ó COMM2 de la computadora principal, o a través de 'ONSPEC Remote Link' la cual es una tarjeta multipuertos de comunicaciones. Un paquete de soporte remoto debe de ser proveído en cada terminal remota utilizada. Cada paquete de soporte remoto incluye una eprom, el 'software' necesario y para las terminales IBM un sistema operativo multitareas.

+ ONSPEC Remote Link. Es una tarjeta que adiciona cuatro puertos de comunicación serie de los cuales cada uno puede ser usado por una terminal remota u otro equipo serie tal como equipo de adquisición de datos o impresoras. Es posible utilizar esos cuatro puertos y junto con el COMM1 o COMM2 comunicarse con un total de cinco terminales remotas conectadas a una computadora principal. Estos puertos tienen el estándar eléctrico RS-232.

+ ONSPEC Network. Es un sistema de redes para computadoras personales. Este sistema es creado instalando tarjetas de comunicaciones en varias computadoras, enlazándolas usando una

versión especial del sistema operativo concurrente que utiliza el QNSPEC.

Esta red provee capacidades multitareas, multiusuario y multimáquinas.

Cada sistema dentro de la red tiene la habilidad de correr cuatro ventanas concurrentemente, así como la capacidad de acceder datos de computadoras remotas, correr periféricos remotos y tener tener plena capacidad de computación a cada estación de la red.

La red QNSPEC usa el esquema de transferencia 'ArcNet', el cuál es una red de comunicaciones de alto nivel que envía información a 2.5 megabaud, en contraste con el convencional rango de 9600 baud.

La figura 23 muestra una computadora en la que se comunica con dos sistemas de adquisición. Esta computadora puede compartir los datos adquiridos con cualquier otra computadora en el sistema. De esta forma un usuario puede manipular los datos en máquinas separadas, por ejemplo correr el programa de control de calidad estático (SQC) como se muestra.

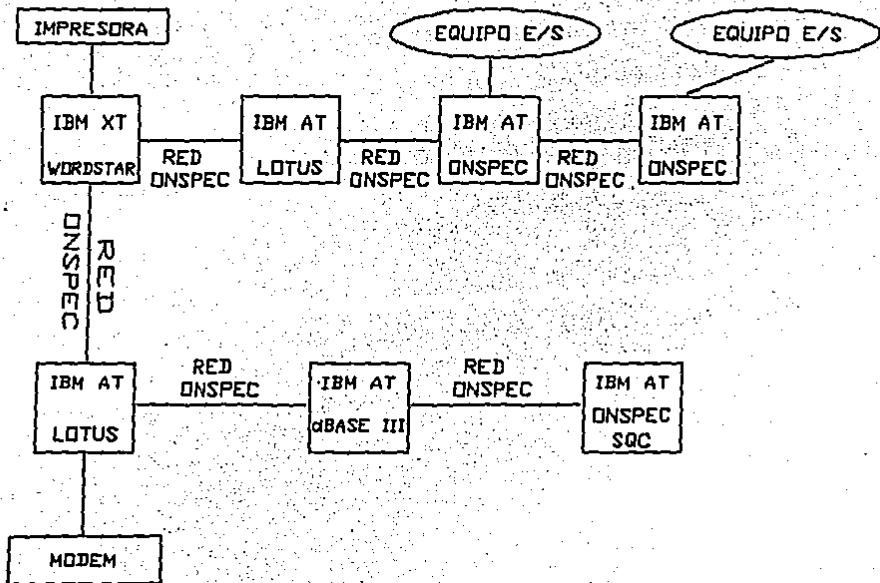


Figura 23. - Típica configuración de red. Arriba de 250 máquinas pueden ser conectadas. El rango de transferencia de datos es de 2.5 megabauds. Cada máquina puede platicar con cualquier otra máquina, o el periférico de cualquier máquina.

5.2 Programación en el controlador.

Como se vió en el capítulo en que se muestra la estructura del 'hardware' del sistema, el controlador adquiere y envía señales a través de las tarjetas de entrada/salida. Estas se encuentran conectadas al IBUS-II que es el canal de datos por la cual la tarjeta de procesamiento, que funciona como el maestro dentro de la canasta, reconoce los estados de cada señal entrada/salida.

Podemos dividir la estructura de programación del controlador en dos partes principales: La parte correspondiente a la tarjeta de procesamiento y la parte que corresponde a la tarjeta de comunicaciones.

- Programación en la tarjeta de procesamiento.

Los controladores pueden tener muchas aplicaciones y por lo cual los programas que se utilicen, su estructura y su configuración será de acuerdo a su utilización.

Esta tarjeta es el cerebro del controlador. Se encarga de procesar la información que obtiene de las tarjetas entrada/salida y de comunicaciones.

Para el caso del sistema de alarmas, las tareas que deberá

realizar el controlador son las siguientes:

a) Tareas operativas. La tarjeta de procesamiento contiene un microprocesador 8085, para el cuál se ha desarrollado un sistema operativo que ejecuta tareas de tales como asignación de tiempos, habilitación de interrupciones, programación de temporizadores y detección de errores.

b) Actualización de señales de las tarjetas de entrada. Estas señales son digitales y cada una corresponderá a las alarmas de proceso de la unidad. La tarjeta de procesamiento muestreará cada señal en un intervalo de tiempo.

c) Al detectar una señal de alarma generará un salida por medio de la tarjeta SAC-0157 activando el anunciador correspondiente a la alarma que se haya presentado. Esta tarjeta también se encargará de la codificación de las alarmas en prioridad y secuencia.

d) Efectuará la comunicación con la tarjeta SAC-810 de comunicaciones, entregandole los estados de las señales o la información ya procesada.

- Programación en la tarjeta de comunicaciones.

Esta tarjeta se encargará del manejo de la información de o hacia el exterior del controlador por medio de una red de comunicaciones con otros controladores o con una computadora.

El esquema siguiente muestra el esquema global del funcionamiento de la tarjeta:

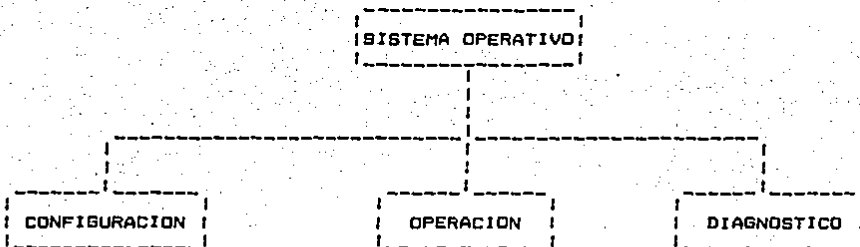


Fig. 24 - Diagrama Jerárquico del sistema operativo SAC-810

La función del sistema operativos consiste en la inicialización de los elementos de la tarjeta y en el control de acceso a los modos del siguiente nivel jerárquico.

El subnivel de configuración controla la configuración funcional de los elementos de la tarjeta que así lo requieren.

El subnivel de operación controla el funcionamiento de la tarjeta de acuerdo a las características operativas especificadas

en el modo configuración.

El subnivel de diagnóstico ejercita las funciones claves de la tarjeta para proporcionar una herramienta para pruebas de funcionamiento global o de elementos específicos.

Las tareas que se ejecutarán en la tarjeta son el recibir la información de la red por un puerto RS-485, decodificarla, hacer chequeo de errores y depositarla en un buffer con un bandera para avisar a la tarjeta de procesamiento que hay información disponible.

Esta programación es cargada en Eproms que se insertan en las ranuras de las tarjetas ya sea de comunicaciones o la de procesamiento en código hexadecimal.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El uso de una Computadora Personal en sistemas que tradicionalmente se usan grandes equipos de computación, es ya justificable debido al gran desarrollo alcanzado por los sistemas modernos de microcomputadoras. Las perspectivas para las computadoras personales se empiezan a ver desde ahora con el lanzamiento del sistema PC/2 de IBM, cuyas características como el uso de un microprocesador de 32 bits, lo presentan como poderosos sistemas aplicables cada vez más en la industria, ayudado también por el gran desarrollo en la programación y la creación de paquetes configurables que se pueden adaptar a una necesidad específica, tal como el DNSPEC. Esto trae como consecuencia la disminución de los costos tanto del equipo como del tiempo ocupado en la ingeniería de programación.

- Es necesaria la utilización de la ergonomía no solo en el diseño de la interfaz sino también en sistemas o equipos que

involucran al ser humano, ya que con esto se alcanzará una mayor eficiencia en cuanto a la operación y funcionamiento del sistema.

- El gran desarrollo en la parte de "software" en sistemas industriales a dado lugar a la creación de paquetes configurables a necesidades específicas. El uso de los mismos proporciona ventajas en cuanto a tiempo, costo de desarrollo y facilidad de utilización. Esto permite enfocar la ingeniería hacia aspectos propios del proceso y ergonómicos para obtener la máxima eficiencia en la relación hombre-proceso.

- Según el estudio realizado sobre paquetes de programación existentes en el mercado, se llegó a la conclusión de que el ONSPEC es el que ofrece mas ventajas, por lo que se recomienda en esta aplicación. Este estudio se llevó a cabo con base en información obtenida de fabricantes de paquetes comerciales y la comparación de los mismos.

- En el capítulo 3 se muestran dos posibles configuraciones del sistema de alarmas a los que he llamado de antigua generación y nueva generación. La diferencia básica entre estos dos es la utilización de una IBM S/2 en la configuración de nueva generación.

Se recomienda el uso de la configuración de antigua generación ya que el muy reciente lanzamiento al mercado del S/2, no ha dado tiempo para el desarrollo de "hardware" y "software" como lo

encontramos en las computadoras de la configuración de antigua generación. . A pesar de que es llamada así, las computadoras que entran en esta clasificación utilizan el microprocesador 80286, que las hace compatibles con la nueva generación en cuanto a "software". La diferencia radica en el "hardware".

- El manejo de la computadora personal como herramienta en el desarrollo de diversas tareas es de gran valor desde la elaboración de textos y dibujos, hasta el monitoreo y control de procesos.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Alvarez G. Joaquín, Alvarez G. Jaime, Gonzalez M. María E., Control de Procesos Industriales por Computadora. Diciembre 1987.
- 2 - ANSI/IEEE Std 676-1986. IEEE Guide for Alarm Monitoring and Reporting Systems for Fossil-Fueled Power Generating Stations. American National Standard.
- 3 - ANSI/ISA-S18.1-1979 (R1985). Annunciator Sequences and Specifications.
- 4 - Araujo C. Fernando, Jiménez Alejandro. IMP. Un Sistema Tolerante a Falias.
- 5 - Babb Michael, "Blue Collar Software Packages Help Process Engineers Get Back in Control". Control Engineering/October 1986.
- 6 - Babb Michael, "Data Acquisition for Control: Opening Up to Computer Architecture". Control Engineering/ February 1987.
- 7 - Bagchi, C.N., gotilla, S.C., "Application of Human Criteria to Annunciator Display Systems in a Large Fossil Power Station". IEE Transactions on Power Apparatus and System, Vol. PAS-100, No. 6 June 1981.
- 8 - Charland Mike, Sielaff Bud, "PLC color graphics". I&CS- The Industrial and Process Control Magazine, March, 1986.
- 9 - Clark T.S. and Corlett E.N., The Ergonomics of Workspaces and Machines (A Design Manual). Taylor & Francis London and Philadelphia 1984.
- 10 - EPRI Electric Power Research Institute Enhancing Fossil power Plant Design, Operation, and Maintenance: Human

Factor Guidelines. EPRI CS-3745 Volumen 2, Process and Design Guidelines, October 1984.

- 11 - Hall John, "Programmable controller applications roundup". I&CS-The Industrial and Process Control Magazine, March, 1985.
- 12 - Instituto de Investigaciones Electricas, Tarjeta de comunicaciones SAC-B10, Manual del usuario. Mayo de 1985.
- 13 - Instituto de Investigaciones Electricas, Tarjeta de Entradas analógicas SAC-710/10/11. Agosto 1986.
- 14 - Instituto de Investigaciones Electricas, Tarjeta de entradas digitales optoacopladas SAC-0410. Mayo 1985.
- 15 - Instituto de Investigaciones Electricas, Tarjeta de procesamiento SAC-1100, Manual del usuario. Septiembre 1985.
- 16 - Instituto de Investigaciones Electricas, Tarjeta de salidas digitales con relevador SAC-0157. Mayo 1985.
- 17 - Instrumentation and Control, "Programmable controllers and computers: Key elements in new-plant, retrofit projects". Power, May 1984.
- 18 - ISA/86, Advances in Instrumentation. Volume 41, part 3, proceeding of the ISA/86 International Conference and Exhibit.
- 19 - Jones C.T., Bryan L.A., Programmable Controllers (Concepts and Applications). IPC/ASTEC Publication Atlanta. 1983.
- 20 - Kerökes Z., Downes J., "Looking Forward to Programmable Controllers". May 1986.
- 21 - Maguiri M.C., "A Review of Human Factors Guidelines and Techniques for the Design of Graphical Human-Computer Interfaces". Comput & Graphics Vol. 9, No. 3, 1985.
- 22 - Rangel Walter, "Modernization of a Burner Control System in a Thermoelectric Power Plant Using Logic Programmable Controllers". IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. EC- 2, No. 2 June 1987.

- 23 - Villavicencio Alejandro, "La interfaz hombre/máquina del SADRE". Boletín IIE, Julio/Agosto de 1984.
- 24 - Villavicencio Alejandro, "Sistema de adquisición de datos y registro de eventos (SADRE)". Boletín IIE, Marzo/Abril 1984.
- 25 - Wakerly John F., Stanford University. Micro-Computer Architecture and Programming.
- 26 - Williams, Theodore J., The Use of Digital Computers in Process Control. ISA (Instrument Society of America), 1984.
- 27 - Wolff Robert F., "Utilities discover programmable controllers". Electrical World, November 1983.