



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

**DISEÑO DE UN CONTROLADOR GRAFICO PARA  
PLANTAS DE GENERACION ELECTRICA**

**TESIS PROFESIONAL**

Para obtener la Licenciatura en:  
**INGENIERIA MECANICA - ELECTRICA**

Presenta:

**BEATRIZ RODRIGUEZ GUTIERREZ**

Director de Tesis: Ing. David J. González Maxinez

Asesor IIE: Dr. Victor Hugo Zárate Silva

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

San Juan de Aragón, Méx.

1988



## **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 está 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.

# INDICE GENERAL

INTRODUCCION . . . . .	1
------------------------	---

## CAPITULO 1.

### ANTECEDENTES GENERALES.

1.1	SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA. . . . .	1-1
1.1.1	ETAPA DE GENERACION. . . . .	1-2
1.1.2	ETAPA ELEVADORA DE VOLTAJE . . . . .	1-3
1.1.3	ETAPAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION . . . . .	1-4
1.2	PLANTAS GENERADORAS. . . . .	1-6
1.3	CONTROL DE LA CENTRAL O PLANTA GENERADORA. . . . .	1-8
1.4	VISUALIZACION PARA CONTROL DE PLANTAS GENERADORAS. . . . .	1-9

## CAPITULO 2.

### ANTECEDENTES GRAFICOS.

2.1	INTRODUCCION . . . . .	2-1
2.2	TIPOS DE IMAGENES. . . . .	2-2
2.3	ETAPAS DE LA SINTESIS DE IMAGENES. . . . .	2-5
2.4	ELEMENTOS EN UN SISTEMA GRAFICO BASICO . . . . .	2-7
2.5	DISPOSITIVOS DE INTERACTIVIDAD . . . . .	2-8
2.6	TECNOLOGIAS DE DESPLIEGUE. . . . .	2-11
2.6.1	BARRIDO SECUENCIAL . . . . .	2-11
2.6.2	BARRIDO VECTORIAL. . . . .	2-15
2.6.3	TUBO DE MEMORIA. . . . .	2-18
2.6.4	PANTALLA PLANA . . . . .	2-20
2.7	CRITERIO DE SELECCION PARA TERMINALES DE DESPLIEGUE . . . . .	2-20
2.7.1	RESOLUCION . . . . .	2-21
2.7.1.A	VELOCIDAD DE REFRESCADO. . . . .	2-21
2.7.1.B	DIRECCIONAMIENTO . . . . .	2-22
2.7.1.C	TECNICAS "ANTILIASING" . . . . .	2-22
2.7.1.D	TAMAÑO DE LA PANTALLA. . . . .	2-23
2.7.2	INTERACTIVIDAD . . . . .	2-24
2.7.3	COLOR. . . . .	2-24
2.7.4	CAPACIDAD PARA SOMBREREAR AREAS. . . . .	2-24
2.7.5	COSTO. . . . .	2-24
2.8	ORGANIZACION DE SISTEMAS GRAFICOS. . . . .	2-25
2.8.1	SISTEMA DE BAJO RANGO. . . . .	2-25
2.8.2	SISTEMA DE ALTO RANGO. . . . .	2-28
2.8.3	SISTEMAS INTEGRADOS A LAS PC'S . . . . .	2-29

2.9	ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACION DEL SISTEMA	
	GRAFICO. . . . .	2-30
2.9.1	PAQUETE GRAFICO. . . . .	2-32

### CAPITULO 3.

ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR DE DESPLEGADOS GRAFICOS.		
3.1	INTRODUCCION. . . . .	3-1
3.2	TIPOS DE CONTROLADORES DE DESPLEGADOS GRAFICOS. . . . .	3-4
3.2.1	CONTROLADORES GRAFICOS DISCRETOS. . . . .	3-5
3.2.2	CONTROLADORES GRAFICOS VLSI . . . . .	3-9
3.3	DESCRIPCION GENERAL DEL CIRCUITO VLSI 82720 . . . . .	3-13
3.3.1	DIAGRAMA A BLOQUES. . . . .	3-14
3.3.2	DESCRIPCION DE CADA BLOQUE. . . . .	3-15
3.3.2.A	CONTROL DE ACCESO DIRECTO A MEMORIA . . . . .	3-15
3.3.2.B	INTERFAZ AL MICROPROCESADOR . . . . .	3-15
3.3.2.C	PROCESADOR DE COMANDOS. . . . .	3-16
3.3.2.D	PARAMETROS DEL RAM (PRAM) . . . . .	3-16
3.3.2.E	GENERADOR DE SINCRONIA DE VIDEO . . . . .	3-17
3.3.2.F	GENERADOR DE SECUENCIA A MEMORIA. . . . .	3-17
3.3.2.G	CONTROL DE ZOOM Y PANORAMICAS . . . . .	3-17
3.3.2.H	PROCESADOR DE DIBUJO. . . . .	3-17
3.3.2.I	CONTROLADOR DE ACCESO A MEMORIA VIDEO . . . . .	3-18
3.3.2.J	LAPIZ LUMINICO. . . . .	3-18
3.4	FILOSOFIA DEL DISEÑO DE LA TARJETA. . . . .	3-19
3.5	DISEÑO A BLOQUES. . . . .	3-21
3.6	DESCRIPCION DE CADA BLOQUE. . . . .	3-22
3.6.1	PROCESADOR GENERAL. . . . .	3-22
3.6.2	CONTROLADOR GRAFICO DE DESPLEGADOS. . . . .	3-25
3.6.3	INTERFAZ AL BUS . . . . .	3-26
3.6.4	CONTROL LOGICO. . . . .	3-28
3.6.5	MEMORIA VIDEO . . . . .	3-30
3.6.6	INTERFAZ VIDEO. . . . .	3-31
3.6.7	MONITOR . . . . .	3-31
3.7	DESCRIPCION OPERATIVA . . . . .	3-32
3.7.1	ACCESO AL MODULO ESCLAVO DESDE LA MAESTRA . . . . .	3-32
3.7.2	CIRCUITO GENERADOR DE RELOJ . . . . .	3-36
3.7.3	CONTROL LOGICO. . . . .	3-36
3.7.4	MEMORIA VIDEO . . . . .	3-37
3.7.5	REGISTRO DE CORRIMIENTO Y ACOPLO AL SISTEMA DE VIDEO. . . . .	3-40

### CAPITULO 4.

PRUEBAS AL HARDWARE.		
4.1	INTRODUCCION. . . . .	4-1
4.2	ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE PRUEBAS. . . . .	4-2
4.3	ESPECIFICACION DE LAS PRUEBAS A REALIZAR. . . . .	4-4
4.3.1	ALIMENTACION. . . . .	4-4
4.3.2	PRUEBA DE INTERFAZ AL BUS . . . . .	4-4
4.3.3	PRUEBA A LA MEMORIA VIDEO . . . . .	4-5
4.3.4	PRUEBA INTERFAZ AL MONITOR. . . . .	4-6
4.4	COMANDOS DEL CONTROLADOR 82720 . . . . .	4-7
4.4.1	COMANDOS CONTROLADORES DE VIDEO . . . . .	4-7
4.4.1.A	COMANDO RESET (00H) . . . . .	4-8

4.4.1.B	COMANDO VSYNC Y SYNC. . . . .	4-10
4.4.2	COMANDOS CONTROLADORES DE DESPLIEGUE. . . . .	4-11
4.4.2.A	COMANDOS PITCH Y ZOOM . . . . .	4-11
4.4.2.B	COMANDO PRAM. . . . .	4-11
4.4.2.C	COMANDOS CURS, START Y BCTRL. . . . .	4-12
4.4.3	COMANDOS CONTROLADORES DEL PROCESO DE DIBUJO. . . . .	4-13
4.4.3.A	COMANDO MASK. . . . .	4-13
4.4.3.B	COMANDO FIGS. . . . .	4-14
4.4.3.C	COMANDO FIGD. . . . .	4-14
4.4.3.D	COMANDO GCHRD . . . . .	4-15
4.4.3.E	COMANDO WDAT. . . . .	4-16
4.4.4	COMANDOS DE LECTURA DE DATOS. . . . .	4-16
4.4.4.A	COMANDO RDAT. . . . .	4-16
4.4.4.B	COMANDO CURD Y LPRD . . . . .	4-17
4.5	SECUENCIA DE OPERACION DE LA TARJETA. . . . .	4-17
4.5.1	INICIALIZACION. . . . .	4-22
4.5.2	DIBUJAR UN SIMBOLO. . . . .	4-25
4.5.3	DIBUJAR FIGURA. . . . .	4-26
4.5.4	SOMBREAR AREAS RECTANGULARES. . . . .	4-27

## CAPITULO 5.

### APLICACION AL CONTROL DE SUPERVISION.

5.1	INTRODUCCION. . . . .	5-1
5.2	EVOLUCION DEL CONTROL EN PLANTAS DE GENERACION. . . . .	5-2
5.3	EL CONTROL DE LA ENERGIA ELECTRICA. . . . .	5-9
5.4	SISTEMA DE COMUNICACION HOM: RE/MAQUINA EN SCS . . . . .	5-13
5.4.1	MODULO DE ENTRADA Y SALIDA DE DATOS . . . . .	5-18
5.4.2	MODULO DE COMUNICACION HOMBRE/MAQUINA . . . . .	5-18
5.4.3	MANEJADOR DE BASE DE DAOS . . . . .	5-19
5.5	TIPOS DE IMAGEN EN LOS SCS. . . . .	5-20
5.6	RE-EVOCACION DE LA TARJETA GRAFICA. . . . .	5-20
5.7	COMANDOS DE GENERACION DE FIGURAS BASICAS . . . . .	5-21
5.7.1	TRAZO DE UN RECTANGULO. . . . .	5-22
5.7.2	CURSOR. . . . .	5-22
5.7.3	SOMBREAR AREAS. . . . .	5-22
5.7.4	TRAZO DE UN CIRCULO . . . . .	5-23
5.7.5	TRAZAR UNA RECTA. . . . .	5-23
5.7.6	TRAZO DE SIMBOLOS . . . . .	5-23
5.7.7	TRAZO DE UN ARCO. . . . .	5-24
5.7.8	TRAZO DE UN MAPA. . . . .	5-24

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS . . . . . 140

ANEXO . . . . . 144

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA. . . . . 147

## INTRODUCCION

Como una consecuencia de la complejidad y alto grado de confiabilidad requeridos en los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, surge la necesidad de automatizar su supervisión y su control mediante la utilización de elementos de medición, comunicaciones y cómputo.

Los sistemas de control supervisorio ofrecen los medios para procesar la información relativa a varios puntos de una red determinada, de una planta generadora o de cualquier proceso industrial y que pueden estar distribuidas en una amplia zona geográfica.

Esto permite presentar a un operador el estado actual de cualquier parte del sistema a controlar en forma dinámica y de proporcionarle, además, medios para telecontrolar los diversos elementos del sistema de la red o planta.

La forma en que se presenta la información del estado actual del sistema supervisado al operador es en forma gráfica o tabular. Una forma de facilitar el manejo de la información es mediante el uso de imágenes sintetizadas por computadora.

En los sistemas de control supervisorio, las imágenes que se emplean son del tipo simbólicas a base de diagramas unifilares, trifilares o mímicos del sistema que se está supervisando.

El Departamento de Electrónica del Instituto de Investigaciones Eléctricas en su área de Control Supervisorio realiza trabajos de telemetría y telecontrol en redes de generación y distribución eléctricas. Un aspecto de suma importancia dentro de la operación de este tipo de trabajos es la presentación de la información del sistema supervisado en forma clara y objetiva, empleando dispositivos y equipo auxiliar como terminales de video.

El enlace entre el operador y el sistema de cómputo que controla la red lo constituye una interfaz hombre/máquina. Las funciones de ésta son:

- Mantener informado al operador del estado de la red eléctrica.
- Atender al operador en comandos y peticiones.
- Generar reportes, gráficas despliegues, etc.
- Formatear los despliegues e imprimirlos adecuadamente a la red particular.

- Diagnosticar localmente y en línea al subsistema a controlar [1].

El objetivo de este trabajo de tesis es el de diseñar un controlador gráfico (tarjeta gráfica) que sirva de interfaz entre un módulo microprocesador y una terminal de video cromática, en la cual se pueda desplegar la información recibida del sistema tanto de manera gráfica como alfanumérica. Y de esta manera implementar un sistema gráfico, el cual pueda realizar la comunicación hombre/máquina entre el operador y la red de generación o distribución eléctrica.

El trabajo que se presenta está constituido por cinco capítulos y conclusiones.

En el primer capítulo se describe la configuración del sistema eléctrico y el funcionamiento de de una central termoeléctrica, así como la necesidad de desplegar parte de su información en forma gráfica.

En el segundo capítulo se exponen los conceptos generales relativos a la síntesis y manipulación de imágenes. Así mismo, se presenta la evolución de los sistemas gráficos y algunos criterios de selección de su material informático.

En el tercer capítulo se presenta la filosofía de diseño e implementación de la tarjeta gráfica. Primeramente se exponen las características del controlador de video utilizado, el cual está integrado en un solo paquete. Posteriormente se describen detalladamente los bloques que integran la tarjeta gráfica.

El capítulo cuatro se enfoca a las pruebas operativas de la tarjeta gráfica. Se muestra el procedimiento a seguir para verificar su funcionamiento y las rutinas para ejecutar los diferentes comandos del controlador de video.

En el capítulo cinco se muestra la utilización de la tarjeta gráfica aplicada a un sistema de control de supervisión. Esta aplicación se enfoca a la interfaz hombre/máquina.

Por último, se exponen las conclusiones del trabajo realizado, así como algunas perspectivas futuras para su mejora.

## CAPITULO 1

### ANTECEDENTES GENERALES

El sistema eléctrico de potencia que abastece de energía a todo el país se ha ido integrando de manera que ahora forma una red bastante compleja, que requiere la aplicación de técnicas más avanzadas de control, despacho económico, protección, operación, programación y planteamiento de actividades (mantenimiento).

#### 1.1 SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA

Todo sistema eléctrico de potencia consta de diferentes etapas, como se muestra en la figura 1-1.

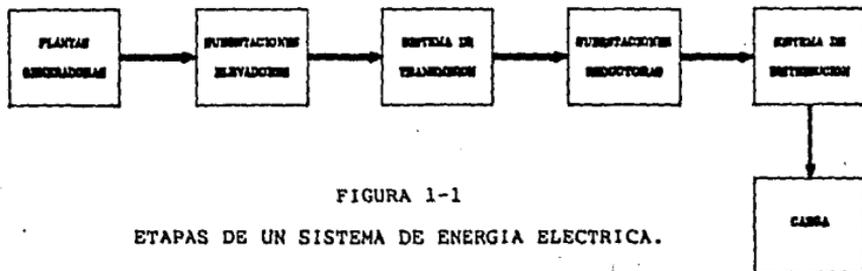


FIGURA 1-1

ETAPAS DE UN SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA.

### 1.1.1 ETAPA DE GENERACION.

La energía eléctrica suministrada por un sistema eléctrico procede principalmente de alguna de las siguientes fuentes:

- Aprovechamiento de caídas de agua.
- Combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón).
- Fisión nuclear.

Otras fuentes que han tenido utilización limitada hasta la fecha son la energía geotérmica y la energía producida por las mareas. También se han utilizado para generación de pequeñas cantidades de energía eléctrica en forma intermitente la fuerza de viento (Eólicas) y la energía solar.

La localización de las plantas generadoras, en el caso de las plantas hidroeléctricas y maremotrices o de las grandes plantas geotérmicas, está determinada por el lugar donde se dan las condiciones apropiadas para realizar una conversión económica de la energía natural en energía eléctrica.

En lo que se refiere a las plantas termoeléctricas, que utilizan combustibles fósiles, resulta en general más económico transportar el combustible que la energía eléctrica, de manera que la tendencia en el pasado ha sido instalarlas cerca de los centros de consumo. Esto seguirá siendo aplicable para las plantas generadoras con turbinas de gas, que se usan para operar durante las horas de demanda máxima y durante emergencias.

#### 1.1.2 ETAPA ELEVADORA DE VOLTAJE.

Además de proveer amplia protección contra corto-circuitos gracias a interruptores (que se abren automáticamente cuando surgen condiciones anormales, desconectando del sistema un generador o línea de transmisión), las centrales eléctricas deben hacer pasar la corriente a través de transformadores escalonados a fin de aumentar el voltaje.

Para aumentar la eficiencia, la electricidad suele generarse y distribuirse a los voltajes más altos posibles. Muchos generadores modernos funcionan entre 11,000 y 20,000 voltios y antes de que la energía salga de la planta, su potencial puede ser elevado, en forma escalonada, hasta 400,000 voltios o más.

Los generadores eléctricos de una central dada están conectados a líneas transmisoras de salida a través de dispositivos tales como: interruptores, llaves disyuntoras, reactores, transformadores y colectores. La sucesión exacta de éstos varía de una central a otra.

### 1.1.3 ETAPAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.

Las líneas de transmisión que conducen la electricidad desde las centrales eléctricas trabajan por lo común a potenciales mayores de 60,000 voltios. Los sistemas de transmisión difieren considerablemente en diseño, pero todos tienen como rasgo destacado la serie de altos postes o torres que sirven de sostén a los cables de cobre o aluminio.

Un sistema de distribución toma la energía eléctrica de una línea de transmisión o directamente del colector de una planta. Para empezar, en el sistema primario de distribución se reduce el voltaje a un nivel considerado seguro para llevarlo por las calles de las ciudades. Luego, en el sistema secundario de distribución, se le vuelve a reducir a los valores más bajos que usan los artefactos eléctricos (220 y 127 voltios).

El sistema de distribución comienza con una subestación. Los cables conducen de una línea de transmisión a un colector de alto voltaje con el que están conectados varios transformadores reductores. Al salir de estos transformadores, la corriente pasa a un colector de bajo voltaje, al cual están conectados los alimentadores del sistema primario de distribución. Los circuitos primarios de distribución pueden ser de tipo radial o de red. Los circuitos secundarios del sistema de distribución son alimentados por transformadores reductores intercalados en el sistema primario. El voltaje en los circuitos secundarios varía desde 120 voltios para usos domésticos hasta 440 voltios para usos industriales y comerciales.

Las líneas de transmisión vinculan entre sí centrales muy apartadas. Resulta así que el sistema eléctrico moderno formado por plantas generadoras, sistema de transmisión y de distribución pueden manejarse como una red, con gran flexibilidad y seguridad contra frecuentes interrupciones accidentales del servicio.

## 1.2 PLANTAS GENERADORAS.

Durante todo el proceso de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, es necesario controlar óptimamente los parámetros que determinan el funcionamiento del sistema en cada una de las etapas. Específicamente en las plantas de generación este aspecto es más importante debido a la complejidad del sistema. Esto queda ilustrado claramente en el caso de una planta termoeléctrica.

La mayor parte de la energía eléctrica utilizada hoy en día se genera en plantas de vapor, en las que la energía calorífica se transforma en la mecánica requerida para accionar los ejes de los generadores. Estas plantas pueden emplear cualquiera de los combustibles químicos. De hecho, puede utilizar cualquier fuente de energía que produzca calor, el que sirve para convertir agua en vapor.

El agua se bombea hacia el generador de vapor o caldera, un recipiente geoméricamente complicado compuesto de tambores y tubos. A medida que pasa por la caldera, el agua absorbe el calor producido por el combustible encendido y se convierte en vapor. Antes de salir de la caldera, se hace pasar este vapor por otro conjunto de tubos expuestos a los gases calientes de la combustión, los cuales hacen subir su temperatura hasta 590 grados centígrados.

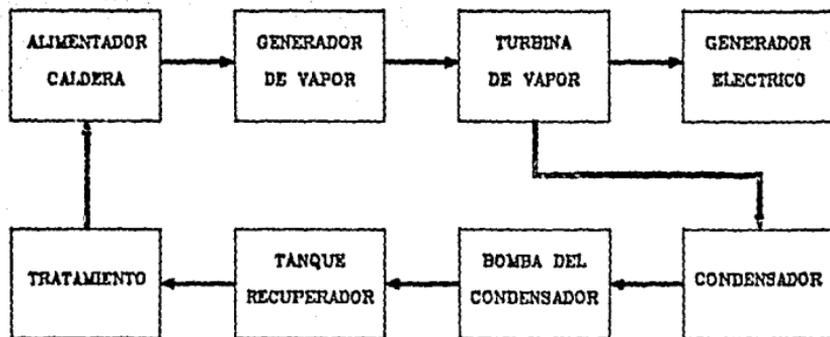


FIGURA 1-2

CENTRAL TERMoeLECTRICA.

El vapor sobrecalentado pasa ahora a la turbina de vapor, fluye a alta velocidad por válvulas de control y saliendo por toberas en forma de chorro; impulsa las paletas o álabes montados en el borde del rotor de la turbina y los hace girar rápidamente. En una turbina se pueden montar en serie, es decir uno tras otro, hasta 20 etapas o discos de álabes en un mismo eje. Cuando éste gira, acciona el generador eléctrico y produce corriente.

El flujo de combustible y aire al hogar del generador de vapor se regula mediante un sistema de control automático para corresponder a las fluctuaciones en la demanda de electricidad. Cuando ésta aumenta, la turbina se retarda y su regulador, un accesorio que controla automáticamente la velocidad, abre más las válvulas de control admitiendo así más vapor y restableciendo la velocidad normal que es de 1800 ó de 3600 RPM.

Cuando las válvulas de control están muy abiertas, la presión en la caldera baja por la mayor salida de vapor, lo que pone en acción el sistema de control de combustible, provocando mayor afluencia de combustible y aire al hogar, lo cual produce más energía calorífica y restablece la presión normal del vapor.

Cuando decrece la demanda de energía eléctrica, el eje del generador se acelera; la mayor velocidad hace que el regulador disminuya la abertura de las válvulas de entrada de vapor y restablezca la velocidad normal. El flujo reducido de vapor bloquea el que sale de la caldera, con lo cual la presión aumenta; El sistema de control de combustión reduce entonces la entrada de combustible y aire al hogar y la presión del vapor se normaliza.

### 1.3 CONTROL DE LA CENTRAL O PLANTA GENERADORA.

Existe una tendencia cada vez más acusada al control centralizado en las centrales termoeléctricas. Esto significa en esencia el agrupar en una sección las informaciones principales suministradas por manómetros, contadores e indicadores, así como los controladores necesarios que permitan efectuar la regulación y ajuste ya sea automáticamente o bien manualmente.

Se utilizan dos tipos generales de puestos de control: uno, cuando los cuadros de control de la caldera, de la turbina, del generador y de la línea de transmisión se agrupan en un solo cuadro, bajo la observación y control de uno o más operadores. El motivo de esta tendencia ha sido disminuir la mano de obra necesaria y facilitar la coordinación conjunta de la serie de controles complejos existentes de una central moderna. El otro tipo de puesto de control es local, es decir, los cuadros de control del generador y alimentadores están separados, así como el de la caldera y el de la turbina. Esto implica en algunas ocasiones la necesidad de emplear un operario por puesto de control.

#### 1.4 VISUALIZACION PARA CONTROL DE PLANTAS GENERADORAS.

En los esquemas modernos de control de plantas generadoras y de otros sistemas, se tiende actualmente a facilitar la operación de los mismos por medios más poderosos. Uno de estos medios es el despliegue de toda la información que se utiliza en cada una de las etapas que forman el sistema: la visualización gráfica de la información vehiculada ayuda a la comprensión y manejo de la misma. Una buena visión de lo que ocurre en la planta o en toda la red eléctrica ayuda al operador a tomar mejores decisiones, lo que repercute en un mejor manejo del sistema eléctrico.

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES GRAFICOS

#### 2.1 INTRODUCCION.

El procesamiento digital de imágenes y su manipulación por computadora es un desarrollo relativamente reciente y abarca una gran cantidad de aspectos de óptica, electrónica, matemáticas, fotografía y técnicas de cómputo.

El gusto inherente por los desplegados gráficos atrae muy fácilmente la atención de una cantidad considerable de personas.

El procesamiento digital de imágenes sufre de mitos, mal entendidos y falsa información. Es en realidad una labor multidisciplinaria plagada con un léxico impreciso. Existen algunos factores que combinados permiten asegurar un futuro interesante al procesamiento digital de imágenes. Uno de ellos es el abaratamiento del equipo de computación.

Tanto las unidades de procesamiento como los mecanismos de almacenamiento están siendo más baratos año con año. Un segundo factor es la creciente disponibilidad de equipo para digitalización y despliegue de imágenes. Algunas nuevas tendencias tecnológicas prometen impulsar el proceso digital de imágenes. Esto incluye procesamiento paralelo hecho prácticamente con ayuda de microprocesadores de bajo costo. Otra razón importante para el desarrollo de este campo se da gracias a algunas nuevas aplicaciones en el horizonte, como es el caso de ciertos diagnósticos médicos.

## 2.2 TIPOS DE IMAGENES.

Las imágenes se presentan en varias formas, algunas visibles y otras no, algunas abstractas y otras reales, algunas adecuadas para análisis en computadora y otras no.

Por definición una imagen es la representación, semejanza o imitación de un objeto o cosa. Una imagen contiene información descriptiva acerca del objeto que representa. Es decir, es una condensación o sumario de información de dicho objeto. Generalmente, una imagen contiene menos información que el objeto original[2].

Las imágenes pueden clasificarse en diferentes tipos. Esta clasificación se basa en la forma o método de generación.

Si se considera el conjunto de todos los objetos, las imágenes forman un subconjunto. La figura 2.1 muestra los tipos de imágenes.

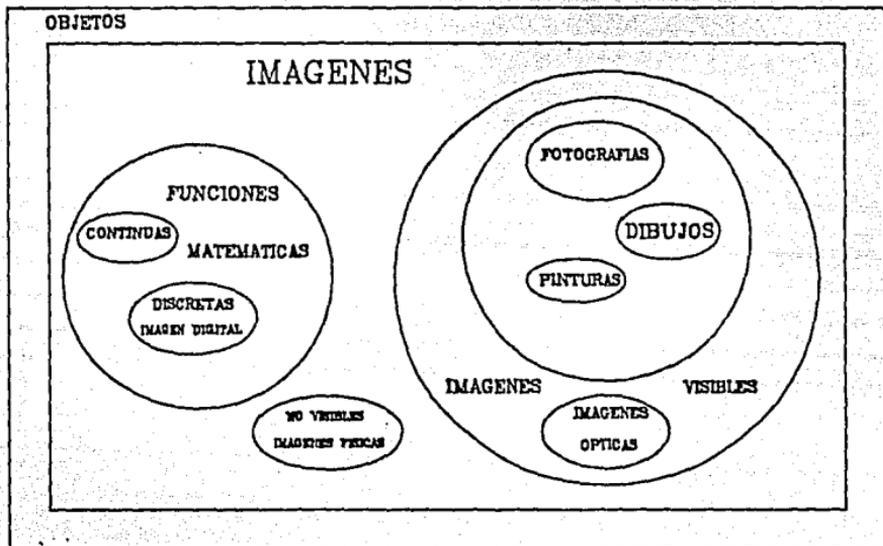


FIGURA 2.1  
TIPOS DE IMAGENES

Existe una correspondencia entre cada imagen del subconjunto y el objeto que éste usa para representarlo. Dentro del conjunto de imágenes, hay un subconjunto muy importante que contiene todas las imágenes visibles, las cuáles incluyen las que son percibidas por el ojo humano.

Dentro de este conjunto existen diferentes subconjuntos representando varios métodos de generación, incluyendo fotografías, dibujos y pinturas. Otro subconjunto contiene imágenes ópticas, formadas por lentes y hologramas.

Las imágenes físicas son distribuciones de propiedades físicas mesurables. Como ejemplo las imágenes ópticas son distribuciones espectrales de la intensidad de luz. Estas pueden percibirse por el ojo humano y son imágenes visibles también. Un subconjunto de las imágenes físicas es multiespectral. Estas son imágenes que tienen más de una propiedad local definiendo un punto. Un ejemplo es la imagen trispectral como la presentada por un monitor cromático.

Otro subconjunto lo forman las imágenes abstractas, las de funciones continuas y funciones discretas o imágenes digitales. Solamente las imágenes cuya representación es numérica (digital) pueden ser procesadas por la computadora.

Para que una imagen llegue a ser digital sigue un proceso. Este proceso depende del origen de dicha imagen:

- a) Si la imagen se obtiene del mundo real con ayuda de dispositivos optoelectrónicos (cámara de TV, etc) está en el dominio del tratamiento de imágenes.
- b) Si la imagen se obtiene a partir de atributos base (color, tamaño, forma, etc) está en el dominio de la síntesis de imágenes.

En nuestro caso, se originan en el dominio de la síntesis de imagen y que son implementadas gracias a los sistemas gráficos. Un ejemplo de síntesis de imagen lo constituye la utilización de las imágenes en sistemas de diseño y manufactura auxiliado por computadora ("CAD, CAM"), donde es primordial su uso para la buena comprensión de la información manipulada.

### 2.3 ETAPAS DE LA SINTESIS DE IMAGENES.

Una de las formas por la cual los usuarios pueden comunicarse con la computadora es la Computación Gráfica. Esta dibuja imágenes con ayuda de la computadora. A la imagen generada a partir de este medio se le conoce como imagen sintetizada. La síntesis de una imagen a partir de una escena ficticia (o real pero inaccesible) pasa por la realización de un modelo.

El proceso de síntesis de una imagen consta de tres etapas: descripción del modelo que representa la escena a sintetizar, construcción del modelo y finalmente la visualización de éste [3].

- DESCRIPCION.

En esta etapa el operador describe los elementos que constituyen el modelo y la relación que los une. Cada elemento es descrito completamente, es decir que todos sus atributos (identidad, morfología, aspecto y geometría) son enviados separadamente a la computadora.

- CONSTRUCCION.

Esta segunda etapa consiste en realizar efectivamente los modelos de objetos a partir de los atributos que se dieron en la etapa de descripción.

- VISUALIZACION.

Para remarcar y estudiar las operaciones básicas de la visualización, se puede asimilar ésta como un proceso visual de la vida cotidiana. El nombre y la naturaleza de etapas intermedias dependen del proceso utilizado (impresión en papel, diapositivas, cámaras, etc.) Esto es lo mismo para la síntesis de imágenes, donde las etapas intermedias contienen de manera análoga, las imágenes latentes modeladas por la ayuda de los atributos incompletamente sintetizados.

#### 2.4 ELEMENTOS EN UN SISTEMA GRAFICO BASICO.

Un diagrama simple de la organización de un sistema gráfico es mostrado en la figura 2.2.

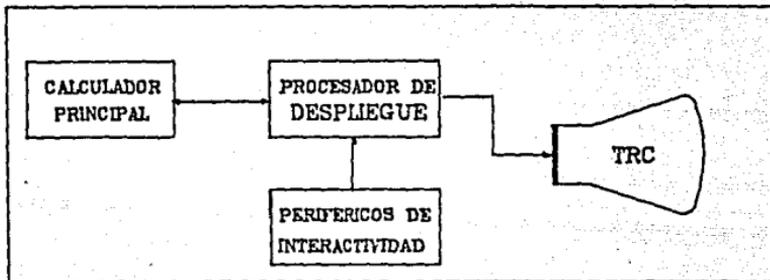


FIGURA 2.2

#### ORGANIZACION DE UN SISTEMA GRAFICO BASICO.

La forma en la cual generalmente aparecen las imágenes no es directamente manejable para un análisis computacional. Dado que las computadoras trabajan con datos numéricos en lugar de datos gráficos, una imagen necesita convertirse en forma numérica como parte del proceso de síntesis.

El calculador principal se encarga de sintetizar las imágenes. Originalmente este calculador era una gran computadora, pero ha ido evolucionando hacia los minicomputadores y actualmente sobre los microprocesadores.

El procesador de visualización recibe los datos del calculador principal y los entrega de una forma adecuada al dispositivo de visualización, es decir, al monitor.

Para la interacción existen diferentes dispositivos de entrada que un operador puede manipular. Entre ellos se tiene el teclado, el ratón, el lápiz lumínico, reconocimiento de voz, etc.

## 2.5 DISPOSITIVOS DE INTERACTIVIDAD.

Dentro de un sistema gráfico deben existir mecanismos que permitan la interacción con el mundo externo. Esta comunicación se realiza a través de dispositivos de entrada que un usuario puede manipular.

Los dispositivos de interactividad ejecutan tareas importantes, generalmente son módulos pequeños. Estos se conectan al sistema gráfico a través de interfaces estándares. Como ejemplo de estos periféricos se tiene el teclado, el digitalizador, ratón, lápiz lumínico, tableta gráfica que a continuación se describen [4].

- TECLADO.

El teclado alfanumérico estándar es un dispositivo de entrada utilizado para introducir caracteres o textos. Además, cuenta con teclas que direccionan el cursor hacia la izquierda, derecha, arriba y abajo dentro del área disponible de pantalla.

Sin embargo este dispositivo no es eficiente para trabajos gráficos. Para aumentar su eficiencia algunos incluyen teclas programables.

- DIGITALIZADOR.

Es un dispositivo que codifica imágenes o convierte los datos analógicos de una figura a datos digitales. Frecuentemente es representado por una tableta gráfica.

La tableta gráfica introduce datos en los planos X-Y, a través del manejo de un lápiz sobre la superficie de la tableta. Hay dos clases de este dispositivo. Un tipo proporciona las coordenadas de la información al sensar las señales desde líneas paralelas a los cables X-Y que se encuentran bajo la superficie de la tableta. El otro tipo registra el movimiento del lápiz usando técnicas de audio similares a las empleadas en fonocaptadores magnéticos.

- RATON.

Este dispositivo de entrada es movido sobre una superficie. El movimiento proporciona la localización (coordenadas) de la información al sistema gráfico.

- LAPIZ LUMINICO.

Este periférico tiene un fototransistor en la punta, a través del cual detecta la luz dentro de una área determinada. Este dispositivo no es rápido o exacto, pero sin embargo es barato. Generalmente es usado para seleccionar menus directamente sobre la pantalla.

- RECONOCIMIENTO DE VOZ.

Dispositivo mediante el cual se pueden introducir comandos asumiendo una capacidad de reconocer palabras.

## 2.6 TECNOLOGIAS DE DESPLIEGUE.

La terminal de visualización gráfica es una parte importante del sistema gráfico, porque en él se visualiza la imagen u objeto creado por el computador. La terminal de visualización transforma la información abstracta del computador en imágenes inmediatamente interpretadas por el hombre. Este dispositivo permite el diálogo hombre/máquina.

El dispositivo comunmente usado para la visualización de las imágenes es el monitor. Esto es debido a su capacidad de interactividad, es decir, puede responder a cambios inmediatos de la información desplegada.

La pantalla de una terminal o monitor es generalmente un tubo de rayos cátodicos (TRC). Nuevas técnicas han incursionado sobre este medio de despliegue. Existen diferentes tecnologías y su selección depende de los requerimientos de resolución, interactividad, color, capacidad de sombrear áreas y costo. Tales tecnologías son: Barrido Secuencial tipo TV ("Raster Scan"), Barrido Vectorial ("Vector Refresh"), Tubo de almacenamiento ("Vector Storage" o "Tube Storage") y la de monitores con Pantalla plana[5].

### 2.6.1 BARRIDO SECUENCIAL.

El tipo de monitor gráfico de color comunmente usado es el de Rastreo Secuencial (tipo TV). Un ejemplo de este sistema usando el TRC de máscara se muestra en la figura 2.3

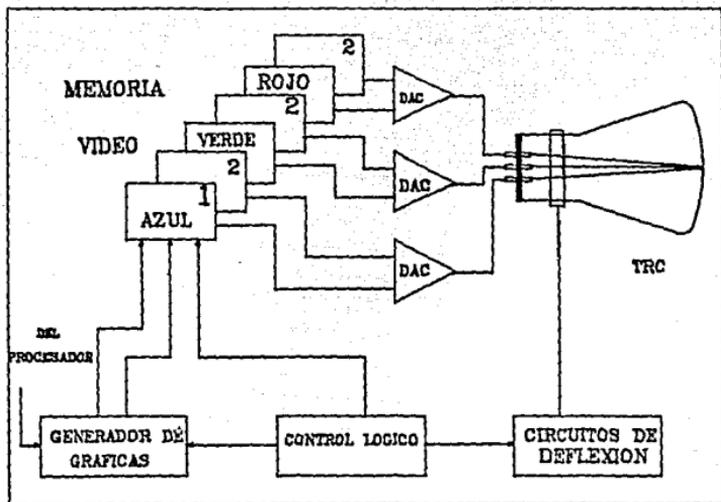


FIGURA 2.3

ESQUEMA DE UN SISTEMA CROMATICO DE BARRIDO SECUENCIAL

La imagen se divide en pequeñas regiones llamados elementos de imagen o "pixel". La localidad o dirección del elemento de imagen está dado por un número de renglón y columna, es decir, la imagen se representa mediante un arreglo rectangular o matricial. Esto es mostrado en la figura 2.4. Este arreglo está generalizado por memorias tipo RAM.

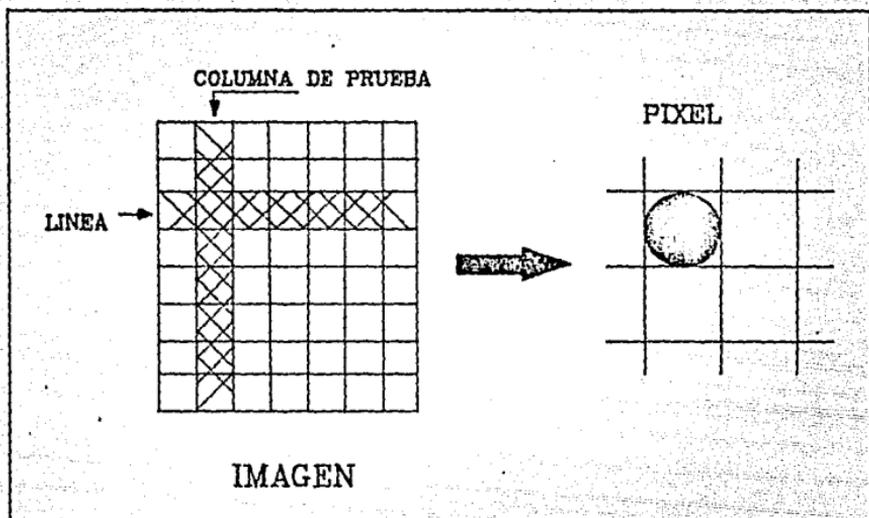


FIGURA 2.4  
MATRIZ DE IMAGEN.

La información usada para refrescar la pantalla viene de una memoria de refrescamiento ("frame buffer"), memoria video, memoria imagen o "bit-map". Esta información es la que controla la intensidad de los haces en sincronía con el patrón de barrido de los mismos.

Cada cañón de electrones maneja un color primario (rojo, verde, azul) de tal manera que al incidir en la capa de fósforo conjuntamente representen uno solo y éste se mueva en la pantalla línea por línea.

Esta misma información necesita ser leída repetidamente o refrescada al TRC a una velocidad bastante rápida para evitar parpadeos.

El tiempo requerido para cambiar imágenes sobre la pantalla está determinado por la velocidad necesaria para recargar o reescribir en la memoria video.

Si el número de elementos de imagen aumenta, aumentará también la velocidad de la información que se envía a la memoria video. La rapidez de deflexión del haz del TRC y el ancho de banda del amplificador de video necesitan por consecuencia incrementarse y así, se limitará finalmente los pixels posibles.

#### VENTAJAS.

1. - Tiene un alto contraste y brillantez.
2. - Dinamismo independiente de la imagen.
3. - Variedad de colores disponibles.
4. - Tiene la capacidad para llenar áreas.

#### DESVENTAJAS.

1. - Proporciona una calidad pobre en la imagen debido a la representación de los elementos de imagen sobre líneas diagonales en forma de escalones ("stair-step").

2. - Uso de técnicas especiales de conversión de los objetos (línea, curva, círculo, etc) a una forma matricial.
3. - Se incrementa la memoria y el precio al tratar de mejorar la resolución del sistema.

#### 2.6.2 BARRIDO VECTORIAL.

Otra técnica para desplegar en un TRC es la del barrido vectorial. Un ejemplo de esta técnica usando un TRC de penetración es mostrado en la figura 2.5

Los vectores son dibujados sobre la cubierta de fósforo de la pantalla, por deflexión del haz entre los puntos específicos del vector. Las señales adecuadas X,Y necesitan enviarse a los circuitos de deflexión para cada vector.

La velocidad de deflexión limita el número de vectores que pueden dibujarse antes de llegar a tener el problema de parpadeo.

La imagen completa necesita repetirse bastante rápido o ser refrescada para que el observador perciba una luminancia constante.

Este tipo de sistema de despliegue tiene la ventaja de que la imagen puede ser cambiada rápidamente por simple modificación de los puntos finales del vector, sin embargo, tiene la desventaja de presentar parpadeo en imágenes complejas.

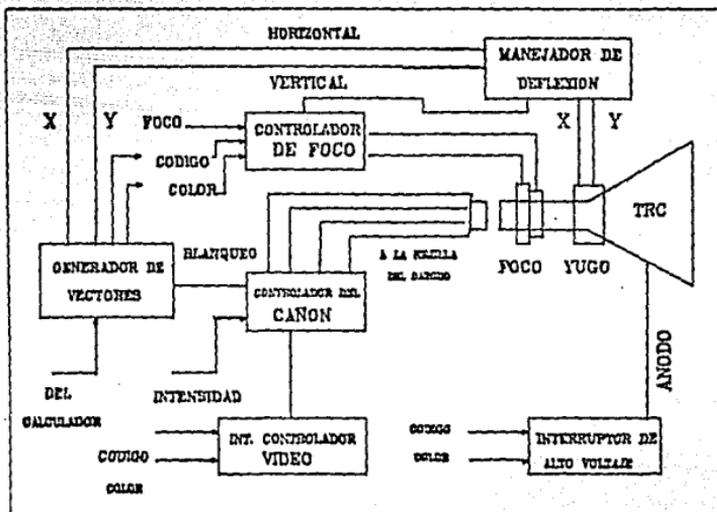


FIGURA 2.5

DIAGRAMA A BLOQUES DE UN SISTEMA CON BARRIDO VECTORIAL

Puesto que son relativamente pocos los puntos necesarios para definir imágenes que consisten frecuentemente en líneas, la capacidad dinámica de estos monitores es buena.

#### VENTAJAS.

1. - Alta resolución.
2. - Buena capacidad dinámica en imágenes simples.
3. - Habilidad para animación en imágenes no muy complejas.

#### DESVENTAJAS.

1. - Se producen parpadeos cuando las imágenes son complejas.
2. - Tiene una limitada capacidad para sombrear áreas.
3. - Alto costo, debido a la electrónica necesaria para manejar el mecanismo de refresco.

Los monitores que aplican esta técnica son más utilizados en ingeniería y aplicaciones científicas, tales como modelado geométrico complejo, análisis de elementos finitos, modelado y análisis cinemático y simulación de movimiento.

### 2.6.3 TUBO DE MEMORIA.

El monitor con tubo de memoria, supera la evidente limitación de los sistemas previamente discutidos, es decir, los de refresco.

En esta técnica, el haz de electrones traza una imagen directamente sobre la pantalla, donde ésta es almacenada por el fósforo sin necesidad de refrescar o tener memoria periférica.

Debido a que no hay refresco se suprime el efecto de parpadeo. El tubo de memoria es el mejor medio para transmitir grandes cantidades de datos gráficos con alta resolución, con aplicaciones tales como el diseño de un circuito integrado. Un ejemplo del monitor con tubo de memoria, con escritura directa de color, es mostrado en la figura 2.6.

El sistema de deflexión es similar al del barrido vectorial. En todo caso cuando el TRC es puesto en modo "almacenamiento", los vectores verdes se almacenan en la pantalla. La rapidez de deflexión no es crítica. Sino que solo deberá considerarse el tiempo requerido o necesario para dibujar una imagen completa. Una modificación parcial de la imagen implica una reestructuración total de la pantalla.

VENTAJAS.

1. - No se presenta el efecto de parpadeo.
2. - No hay necesidad de refrescar.

DESVENTAJAS.

1. - Tiene una gama de colores limitada.
2. - Presenta baja brillantez.
3. - Es pobre en su capacidad de llenar áreas.
4. - Capacidad de dinamismo.

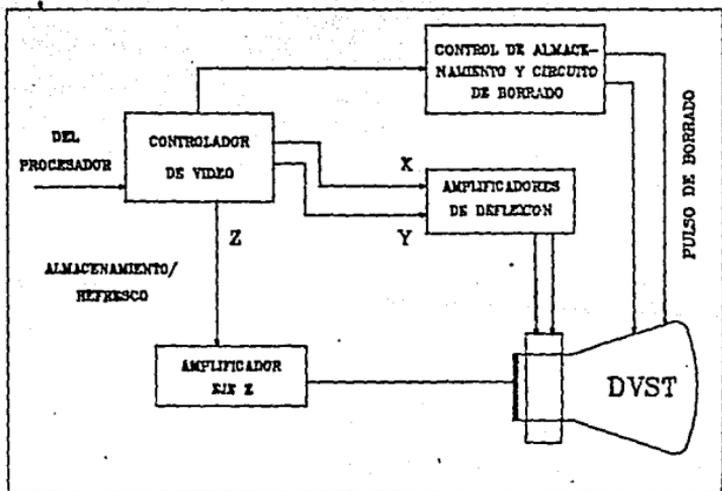


FIGURA 2.6

DIAGRAMA A BLOQUES DE UN SISTEMA CON TUBO DE MEMORIA

#### 2.6.4 PANTALLA PLANA.

Existen pantallas que usan otros tipos de técnicas de despliegue como es el uso de una matriz estática. Esta clase de pantalla tiene una matriz rectangular de elementos lumínicos y está colocada entre dos capas de material transparente que contienen a los electrodos de excitación de columna y de fila. El encendido o apagado de un elemento necesita la excitación de la columna junto con la fila correspondiente.

Dentro de esta categoría de monitores se encuentran los monitores de cristales líquidos y los monitores a diodos electroluminiscentes. Una de las desventajas de este tipo de monitores es la baja resolución de pantalla, pero tiene la ventaja de no necesitar ninguna clase de refresco para conservar la información.

#### 2.7 CRITERIO DE SELECCION PARA TERMINALES DE DESPLIEGUE.

Se mencionó anteriormente que para seleccionar alguna técnica de despliegue era necesario tomar en cuenta ciertas características, las cuales se pueden clasificar en dos categorías: Aquéllas que tienden a hacer la calidad de la imagen y aquéllas que tienen la capacidad de manejar la cantidad de información del monitor[6].

La primera categoría incluye características ópticas como la resolución. La segunda categoría incluye características semejantes a la interactividad.

#### 2.7.1 RESOLUCION.

La resolución se refiere al pequeño o finísimo detalle desplegado. Es función del número de líneas sobre la pantalla y el tamaño del punto. Además es el resultado de una combinación de factores tales como la velocidad de refrescado, direccionamiento y técnicas "Anti-aliasing".

##### 2.7.1.A VELOCIDAD DE REFRESCADO.

Esta velocidad indica el número de imágenes desplegadas en la pantalla por unidad de tiempo y es función de la capacidad que tiene el fósforo de la pantalla para retener la imagen.

Hay dos modos de refrescado para la pantalla: el entrelazado ("interlaced") y el no entrelazado ("noninterlaced").

En el primer modo se alternan sucesivamente dos partes de la imagen; una formada por las líneas pares y la otra por las líneas impares. La frecuencia a la que normalmente trabaja este modo es de 30 Hz, es decir, 30 imágenes/seg. Este tipo de refrescado es perceptible para el ojo humano como parpadeo y causa fatiga visual.

En el segundo modo de refrescado se despliega totalmente la imagen sin ninguna alternancia. La frecuencia de trabajo debe ser superior a la del modo anterior, con lo cual se reduce el fenómeno de parpadeo, utilizándose comúnmente la frecuencia de 60 Hz.

#### 2.7.1.B DIRECCIONAMIENTO.

El direccionamiento puede ser definido como la habilidad de la pantalla para posicionar una línea o un elemento lumínico en alguna parte de ella. Un buen direccionamiento es necesario para una alta resolución.

#### 2.7.1.C TECNICAS "ANTIALIASING".

Existen técnicas de programación que tienen como finalidad corregir los efectos que se producen durante el proceso de muestreo en los sistemas de barrido secuencial.

Al dibujar una línea diagonal en este tipo de pantallas con moderada resolución se presenta como una línea escalonada.

Esto se corrige con una técnica de programación que provoca un desenfocamiento del haz de electrones, de manera que los puntos de imagen aparenten mezclarse en una sola línea. Estas técnicas tienen un efecto negativo sobre la resolución.

### 2.7.1.D TAMAÑO DE LA PANTALLA.

La longitud de la diagonal de pantalla para sistemas gráficos es aproximadamente 19 pulgadas o 483mm. La cantidad de vectores dibujados en la pantalla depende del tamaño del punto y de la dimensión de ésta. La figura 2.7 muestra como el número de elementos luminicos varía con el tamaño de la pantalla.

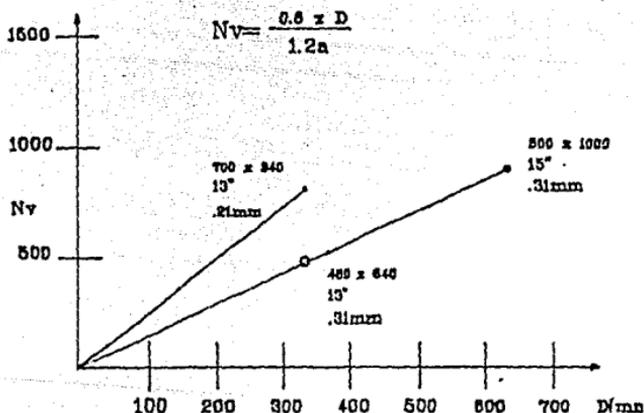


FIGURA 2.7

NUMERO DE PIXELS EN FUNCION DEL TAMAÑO DE LA PANTALLA.

### 2.7.2 INTERACTIVIDAD.

La interactividad de una pantalla, algunas veces llamada dinamismo, es la velocidad que determina la facilidad de cambio de una imagen parcial o totalmente en la pantalla.

Las tecnologías de barrido secuencial y la de refrescado vectorial son altamente dinámicas y permiten la manipulación ilimitada de una imagen.

### 2.7.3 COLOR.

Los monitores cromáticos son preferidos por los usuarios ya que disminuyen el cansancio y contribuyen a aumentar la productividad. El color es útil para ubicar y organizar la información dibujada.

### 2.7.4 CAPACIDAD PARA SOMBRERAR AREAS.

Algunas aplicaciones gráficas dependen de este factor que condiciona el realismo de la imagen. Los sistemas de barrido secuencial tienen mucho mejor capacidad para sombrear áreas geométricas que cualquier otro.

### 2.7.5 COSTO

El costo tiene relación directa con el nivel de las características de cada tipo de monitor.

## 2.8 ORGANIZACION DE SISTEMAS GRAFICOS.

Existen factores que influyen en la realización de un sistema gráfico que son: La velocidad de respuesta del sistema (interactividad), el realismo deseado en la imagen y la complejidad intrínseca de la misma. Estos factores determinan el grado de sofisticación del sistema. Así, un sistema tendrá una parte de cálculo hecha por material ("hardware") y una parte calculada por programación ("software").

Desde el punto de vista material, los sistemas gráficos se dividen en dos categorías: Los de "Bajo Rango" y los de "Alto Rango" [7].

### 2.8.1 SISTEMA DE BAJO RANGO.

La arquitectura básica de este tipo de sistemas es mostrado en la figura 2.8.

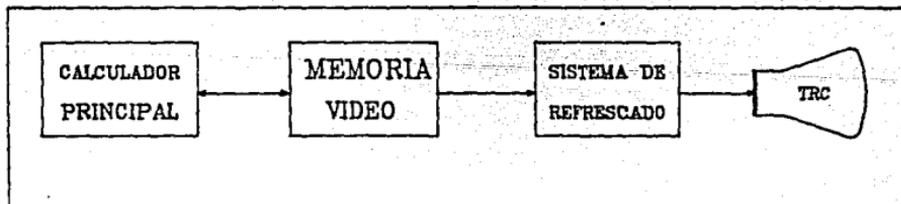


FIGURA 2.8

ORGANIZACION DE UN SISTEMA DE BAJO RANGO

En este caso, es el computador principal quien genera y manipula las informaciones hasta obtener el punto final o "pixel". Esta información es almacenada en la memoria video, memoria imagen o bit map. Algunas veces ésta información no es la directamente desplegada sino una identificación que pasa a través de una tabla de colores ("look-up table").

El gran problema se presenta a nivel de la interactividad, ya que para obtener una imagen, el computador debe procesar completamente la información y transmitirla a la memoria imagen. Una solución para incrementar la interactividad es la incorporación de un procesador gráfico asociado a una lista de visualización. Esta lista contiene las direcciones de comandos gráficos transmitidos por el computador.

El procesador gráfico transforma éstas órdenes y genera la imagen para llenar la memoria video. Esto se observa en la figura 2.9. Donde la rapidez de generación de las imágenes se comparte entre el computador principal y el procesador gráfico, sin embargo es necesario que el computador principal tenga acceso directo a la memoria para poderla llenar con imágenes ya calculadas.

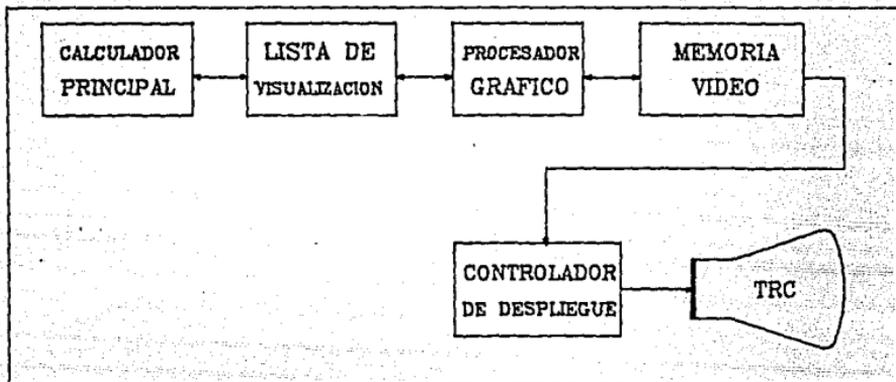


FIGURA 2.9

SISTEMA CON LISTA DE VISUALIZACION

En este caso, la rapidez de generación de las imágenes se comparte entre el calculador principal y el procesador gráfico, sin embargo es necesario que el calculador principal tenga acceso directo a la memoria para poderla llenar con imágenes ya calculadas.

Otro problema que se encuentra en este tipo de solución es el acceso simultáneo a la memoria imagen entre el procesador gráfico y el controlador de despliegue. Una solución es la incorporación de una memoria multipuertos entrada/salida.

Otra solución es la utilización de una doble memoria imagen: El procesador gráfico escribe en la primera mientras que el controlador despliega la segunda. Cuando el controlador termina de desplegar la información, empieza a desplegar el contenido de la primera memoria y el procesador accesa la segunda; se obtiene de esta manera un sistema con alto nivel de dinamismo [8].

### 2.8.2 SISTEMA DE ALTO RANGO.

Son varios los factores que han permitido el desarrollo de los Sistemas Gráficos. Primeramente el desarrollo de los microprocesadores, la reducción en el costo de las memorias, el desarrollo de los circuitos VLSI y de los procesadores especializados en la manipulación de imágenes en tiempos cercanos al real.

Esta evolución ha traído como consecuencia que actualmente se hayan desarrollado verdaderas unidades autónomas de procesamiento gráfico conocidas como Estaciones de Trabajo ("workstation"). Ver figura 2.10. Estas unidades toman en cuenta todas las etapas de la síntesis de una imagen. Además de contar con el material de cálculo necesario, contienen los programas adecuados para la solución de problemas en campos específicos de la ingeniería tales como: CAD para circuitos integrados, modelados de piezas mecánicas, etc.

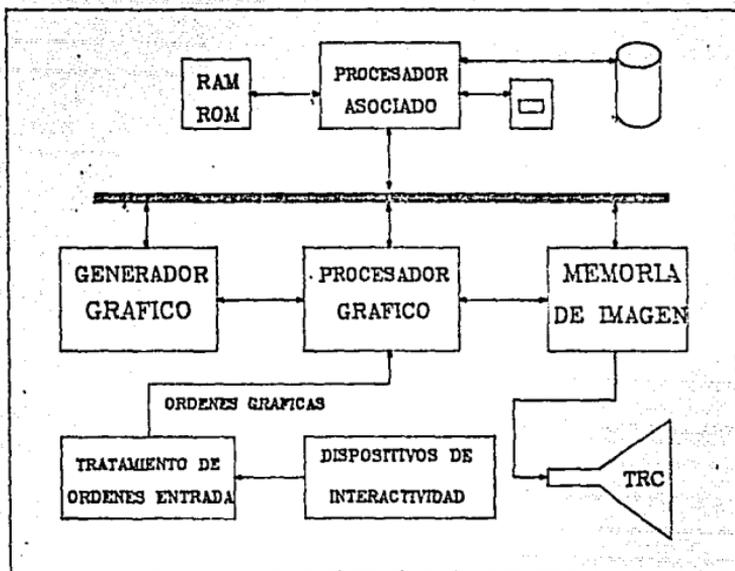


FIGURA 2.10  
ORGANIZACION DE UNA ESTACION DE TRABAJO

### 2.8.3 SISTEMAS INTEGRADOS A LAS PC'S.

La popularidad de las computadoras personales (PC) ha tenido como consecuencia un abaratamiento y por ende una popularización en su uso.

Para aprovechar esto, los fabricantes de sistemas gráficos se han enfocado a la utilización de las PC's a integrar sistemas gráficos que han ido evolucionando a la par de ellas.

En la actualidad se puede hablar de tarjetas de extensión gráficas dedicadas a PC's (con salida al bus PC). Estas tarjetas tienen como característica el barrido secuencial (tipo TV), utilizando una memoria video para tal caso. Esta memoria está incluida en el espacio direccionable del microprocesador de la PC. Existe, un criterio fijo de organización de la capacidad de memoria; 256 Kbytes con lo que se limita a un máximo de 512x512x64 colores. Otra limitante de estas tarjetas es su nula o casi nula capacidad de procesamiento.

## 2.9 ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACION DEL SISTEMA GRAFICO.

Los componentes materiales de un sistema gráfico como ya se mencionó son familiares: procesador(es), dispositivos gráficos de entrada y/o salida, memorias y posiblemente interfaz a una red de cómputo.

La estructura lógica de los programas de un sistema gráfico puede dividirse en cuatro módulos interconectados entre si.

1. - Módulo de comunicación con el usuario. Sirve de interfaz entre el usuario y el sistema. Consta de comandos a través de una interfaz para entrada/salida interactiva. A este módulo se le conoce como programa de aplicación.
2. - Métodos de solución para tareas específicas de diseño. Administran los recursos materiales ("hardware") del sistema. Algunos métodos son para definir y procesar geometrías y conectividades, cálculos y análisis, dimensionamiento y tolerancias, etc. Estos métodos son algoritmos codificados.
3. - Modelo o base de datos en el que se almacena la información que representa o define un objeto diseñado. La información almacenada es típicamente geométrica (símbolos, superficies, sólidos, etc.) y es organizada en redes o jerarquías. Esta estructuración depende de la manipulación directa del espacio y de la información direccionable en el dispositivo de visualización.
4. - Módulo de control, coordina las diferentes actividades del sistema.

Los componentes o módulos mencionados anteriormente, se intercomunican a través de interfaces que pueden ser estándar o no. Un estándar puede alcanzar un estado real emitido por ISO, ANSI, etc o puede quedar determinado por la generalización de su utilización. Los beneficios de la estandarización son obvios.

#### 2.9.1 PAQUETE GRAFICO.

Un paquete gráfico estándar sirve de interfaz entre el programa de aplicación y los periféricos gráficos. Pero, cómo interrelacionar la base de datos de la aplicación y el paquete gráfico? La forma más general y común de hacerlo es mediante la creación de una (o varias) tabla(s) o relación(es) entre segmentos gráficos e identificadores de objetos de la base de datos.

La estructura y facilidad de paquetes gráficos está dirigida a establecer estándares en los programas de la computación gráfica.

1. - El objetivo del estándar es la portabilidad, entre programas y programadores. Un programa portátil es definido en términos de movimiento de programas desde una máquina a otra sin necesidad de cambios estructurales.

2. - Es posible tener acceso a las facilidades proporcionadas por el estándar a través de las subrutinas en un "paquete de subrutinas".
3. - Las funciones de entrada y salida pueden ser separadas.
4. - Para permitir la manipulación de la imagen, ésta podría ser dividida en segmentos, y estos acumulados en un archivo. El cual es una descripción de la imagen mantenida por el sistema gráfico.

Como ejemplos de estándares se tienen:

El GKS (Graphical Kernel System) es la especificación (estándar ISO DIS 7942) de las funciones de un paquete gráfico estándar para aplicaciones bidimensionales, aunque en la actualidad la versión 3D ha sido aprobada.

Existe la definición del GKS independientemente de la computadora, el lenguaje de programación, los periféricos gráficos y la aplicación [9].

El PHIGS (Programers Hierarchical Interactive Graphics System) está dirigido a estaciones de trabajo de alto rendimiento, es decir, microcomputadores con un poder de cómputo por encima de la computadora personal típica.

PHIGS liga los atributos de primitivas al tiempo de despliegue en forma dinámica, mientras que GKS en forma estática.

Las primitivas son funciones básicas que proveen de facilidades a los procesos ya que, tienen la particularidad de ser "indivisibles". son utilizadas por los procesos de aplicación para el acceso a los objetos manejados por el sistema.

IGES (Initial Graphics Exchange Specification) estándar ANSI Y14.26M especifica un formato neutral para intercambiar datos de la definición de un producto, es decir una interfaz para transferir información de diseño entre diversos sistemas. La información transferible vía IGES está orientada al dibujo y modelado geométrico simple.

VDI (Virtual Device Interface) es un protocolo de comunicación. Este es la interfaz entre los dispositivos independientes del "software" y los dispositivos que dependen del código.

Puesto que los paquetes gráficos constituyen el enlace entre la aplicación y los periféricos gráficos, se deben mencionar los procesos que caracterizan un sistema gráfico general.

1. - Existe un proceso que corresponde a las actualizaciones o atribuciones de valores precalculados por el programa de aplicación hacia la base de datos integrada en el sistema. Figura 2.11.
2. - Otro proceso que se encarga de realizar consultaciones o leer la base de datos.
3. - El proceso de interacción con el mundo exterior se realiza a través de dispositivos de entrada: teclado, lápiz lumínico, etc. hacia la base de datos.
4. - En el proceso de salida de información gráfica se visualiza la base de datos gráfica en el periférico de visualización. Dos aspectos se deben tener en cuenta:  
1) La parte de la base de datos que se quiere visualizar  
y 2) hacia donde se quiere visualizar.



FIGURA 2.11

PROCESOS DE UN SISTEMA GRAFICO.

## CAPITULO 3

### ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR DE DESPLEGADOS GRAFICOS

#### 3.1 INTRODUCCION.

La creciente demanda en la generación y distribución de la energía eléctrica ha proporcionado el surgimiento de sistemas de supervisión. Estos sistemas ofrecen los medios de control de subestaciones asociados a una red de distribución. Dicha supervisión consiste en el monitoreo periódico de parámetros de las diferentes subestaciones y es un operador humano quien basado en la visualización gráfica de la información determina el control de la red.

El departamento de electrónica del Instituto de Investigaciones Eléctricas generó un sistema de tarjetas para aplicarlo al control supervisorio.

Los elementos que conforman esta línea supervisan las variables de un proceso. Cada acción de control que realiza el sistema consiste en enviar un mensaje al sistema mismo, verificar la operación y actualizar la base de datos.

El sistema está diseñado en forma modular, donde cada uno de los módulos se encarga de una función específica. Los módulos (tarjetas) electrónicos que lo forman pueden ser de diferentes tipos: microcomputadoras de 8 ó 16 bits, memorias, de E/S analógicas ó digitales, de comunicaciones, interfaz para dispositivos periféricos.

Estos módulos tienen el propósito de monitorear variables físicas, controlar variables continuas o para que el sistema se comunique con otro similar mediante una computadora externa o un monitor.

El sistema de tarjetas se maneja a través de una canasta (para 19 módulos) con un bus trasplano que se denomina interbus con norma IBUS. Este bus proporciona la herramienta necesaria para implementar un sistema de tipo maestro esclavo. Otra interfaz para tarjetas multimódulo es el bus estándar ISBX, el cual permite conectar tarjetas de expansión o aplicación que son compatibles con tarjetas de base de la familia INTEL.

La tarjeta gráfica se encuentra dentro de un sistema como módulo esclavo cuya función es servir de interfaz entre el módulo microcomputador (tarjeta maestra) diseñado en base al microprocesador 8086-2 de INTEL y un monitor cromático en donde se visualizará la información de tipo simbólica (esquemas, diagramas, etc.).

Los circuitos que integraran la tarjeta gráfica deben ser compatibles con el procesador general de la tarjeta maestra, en sus niveles de voltaje, tiempos de respuesta, etc. Tomando en cuenta las características y ventajas que se tienen al emplear un controlador gráfico VLSI, en este trabajo se diseñará la tarjeta gráfica utilizando el controlador 82720 que al igual que el circuito microprocesador son de la familia INTEL.

### 3.2 TIPOS DE CONTROLADORES DE DESPLEGADOS GRAFICOS.

Los controladores de despliegue gráficos pueden ser separados en dos grupos: Discretos y VLSI (circuitos de gran escala de integración). Los del primer grupo son construidos con paquetes de tecnologías SSI y MSI (circuitos de integración de pequeña y mediana escala). Así, estos controladores contienen contadores, compuertas y registros de corrimiento para ejecutar la generación de gráficas.

Los que pertenecen al segundo grupo son simplificados porque tanto los contadores, compuertas, registros de corrimiento están contenidos en un solo circuito integrado, el cual generalmente es un paquete de 40 o más terminales. Los controladores VLSI generalmente son utilizados en aplicaciones de gran demanda (juegos de video, computadoras personales y terminales de video económicas).

### 3.2.1 CONTROLADORES GRAFICOS DISCRETOS.

La mejor forma para conocer el funcionamiento de un controlador gráfico discreto es examinando un producto. Un ejemplo es el controlador Matrox ALT-256 el cual tiene una resolución de 256x256 pixels. Este puede ser considerado como un dispositivo de la primera generación de controladores discretos, porque está construido en base a circuitos SSI y MSI (excluyendo los chips de memoria LSI) y tiene mínimas características.

Este controlador fue evolucionando hasta llegar a la versión 512x256 pixels, con memorias de más alta integración, Matrox ALT-512.

La segunda generación de estos controladores es más potente. Un ejemplo es el RGB-GRAPH en el cual se combinan las tecnologías SSI, MSI y LSI para generar una resolución de 512x512x4 pixels para despliegues en color.

La figura 3.1 muestra el diagrama a bloques del controlador ALT-256.

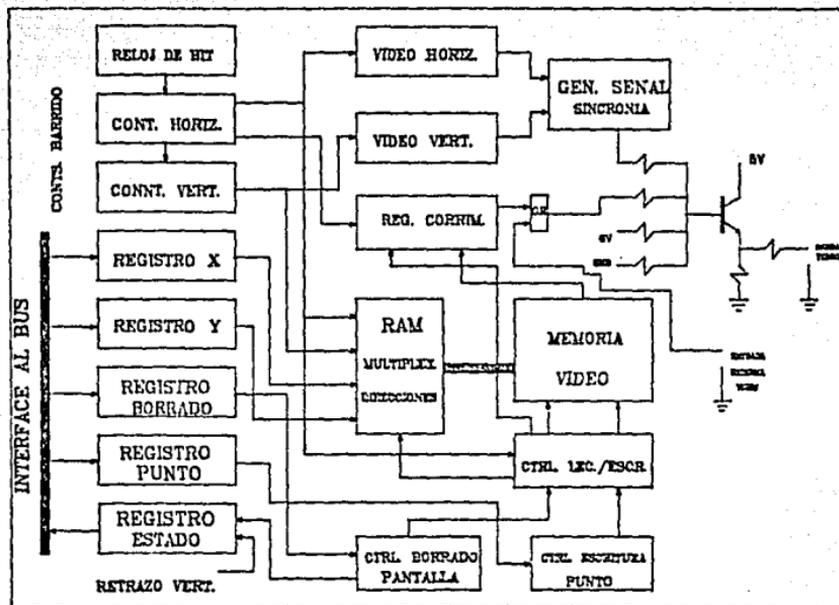


FIGURA 3.1

ESQUEMA CONTROLADOR GRAFICO DISCRETO

El centro de actividad del controlador es la memoria video. Esta memoria cuenta con circuitería externa, la cual permite que dos fuentes la accesen de una forma alterna. Dichas fuentes son la computadora y el circuito de video. El circuito que evita el conflicto entre los accesos es el multiplexor de direcciones.

La computadora accesa a la memoria dinámica a través de dos registros de memorización ("latch"), registro X y registro Y. Estos seleccionan la posición (columna y renglón) de una dirección determinada.

Existe un registro que permite borrar la pantalla. Cuando en este se escribe un "0" la pantalla tiene un fondo oscuro y cuando se escribe un "1" tiene un fondo claro. En el registro de punto se escribe el bit que será enviado al controlador de escritura de puntos. El registro de estados permite saber cuando la pantalla está lista o está siendo borrada y cuando se tiene acceso a la memoria.

El circuito de video está constituido por contadores de barrido, los cuales son controlados por una señal de reloj de 11.066 MHz. Estos contadores generan la dirección para localizar un elemento de imagen. Además, manejan las señales de sincronía horizontal y vertical.

El contador de barrido horizontal genera la señal de reloj para el circuito de corrimiento. El registro de corrimiento almacena temporalmente los datos que salen de la memoria. Una vez que el circuito de video los ha obtenido libera el acceso a ésta. Al mismo tiempo los datos son enviados "bit a bit", es decir en forma serie al circuito de mezclado de video. Este circuito es alimentado por la señal de sincronía, la cual fue generada a partir de las señales de barrido horizontal y vertical.

En el circuito de mezclado de video se realiza la interacción del flujo de elementos de imagen ("pixels") con alguna otra señal de video externa. Esta mezcla se usa para combinar textos con gráficas. El circuito alimentador de video está integrado por un transistor emisor seguidor cuya impedancia de salida es de 75 ohms. La base de este transistor es excitada a partir de la señal de sincronía.

#### Ventajas.

1. - Mejores tiempos de respuesta.
2. - El hecho de tener un diseño especializado lo hace bastante poderoso para ciertas aplicaciones.
3. - Mayor flexibilidad en el acoplo con la memoria video.

### Desventajas

1. - Ocupan mayor espacio.
2. - Se invierte mayor tiempo y costo en el diseño.
3. - Carecen de funciones básicas para la generación de imágenes.

### 3.2.2. CONTROLADORES GRAFICOS VLSI.

Este tipo de controladores incrementa su popularidad gracias al avance en la fabricación de circuitos integrados; los primeros controladores VLSI surgen a partir de los años 80's. Los controladores gráficos VLSI para sistemas de 8 bits surgen en 1983, para sistemas de 16 bits en 1985 y para sistemas de 32 bits inician su desarrollo en 1987.

Dentro de los circuitos gráficos VLSI se encuentra una gran variedad, que va desde el simple controlador de memoria gráfica y video hasta aquellos que procesan la información y generan los elementos de imagen despleables.

Del primer grupo se tiene el circuito NEC7220, el TMS3406 de Texas Instruments y aún más evolucionados como es el caso de la familia de circuitos AM816 de Advanced Micro Devices.

Un sistema basado en éste tipo de controladores gráficos consta de:

1. - Uno o dos procesadores (un uP y el controlador mismo).
2. - Una memoria imagen generalmente de 512x256 o de 640x512 puntos.
3. - Una tabla reducida de colores en la salida.
4. - Tres convertidores analógico/digital (A/D).
5. - Diferentes dispositivos de interactividad tales como el teclado y el lápiz luminico.

6. - Un monitor para el despliegue de la información.

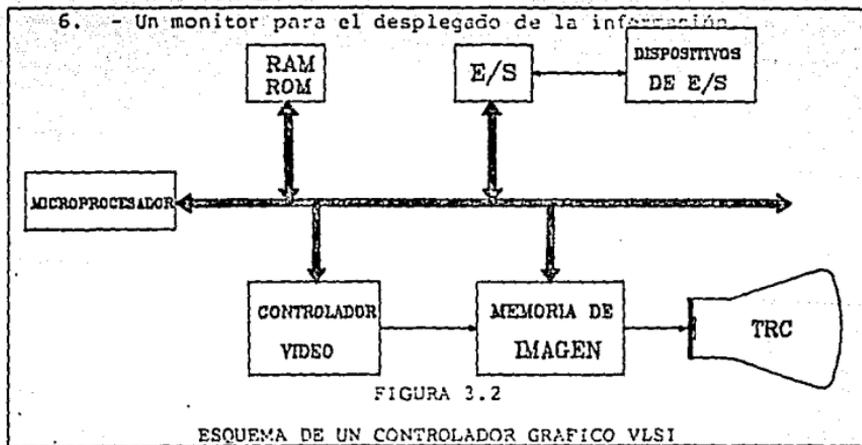


FIGURA 3.2

ESQUEMA DE UN CONTROLADOR GRAFICO VLSI

### Ventajas.

1. - Están integrados en un solo circuito.
2. - Interacción con otros circuitos VLSI.
3. - Generación de las señales de video.
4. - Acceso a la memoria video.
5. - Simplifican el diseño de tarjetas gráficas puesto que ejecutan algunas figuras geométricas.

### Desventajas.

1. - La velocidad de procesamiento es mas baja con respecto a los controladores discretos.
2. - Se tiene flexibilidad de diseño.

### 3.3 DESCRIPCION GENERAL DEL CIRCUITO VLSI 82720.

El controlador de desplegados gráficos (GDC) 82720 de Intel es un periférico de los microprocesadores y que está dedicado a la generación de imágenes.

Este dispositivo proporciona una significativa mejora con respecto a la velocidad de los sistemas gráficos convencionales y promete hacer una realidad que los sistemas de despliegue en tiempo real sean menos caros.

El controlador (GDC) ejecuta las tareas necesarias para generar la matriz rectangular de elementos de imagen y manejar la memoria video.

Mediante el empleo de este controlador se reducen los procedimientos de programación, ya que cuenta con funciones específicas que minimizan las operaciones para la generación de figuras y para la transferencia de datos mediante accesos directos a memoria.

La memoria video directamente soportada por el GDC puede ser configurada en diferentes formatos y tamaños hasta 1 Mbyte, manejando 16 bits por palabra. Además puede controlar directamente un lápiz lumínico, así como la coordinación de varios GDC's utilizados simultáneamente.

3.3.1 DIAGRAMA A BLOQUES.

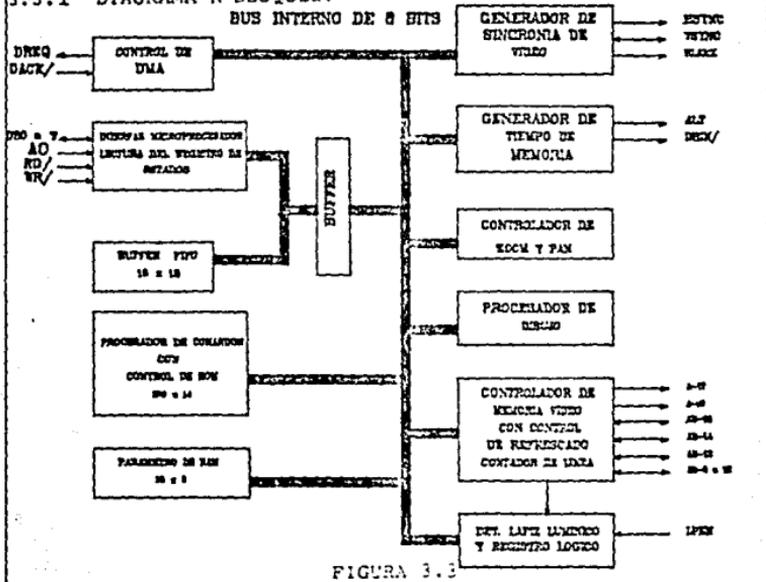


DIAGRAMA A BLOQUES DEL GDC 82720

### 3.3.2 DESCRIPCION DE CADA BLOQUE.

#### 3.3.2.A CONTROL DE ACCESO DIRECTO A MEMORIA.

La circuitería del control de acceso directo a memoria (DMA), en el controlador gráfico (GDC) coordina la transferencia de datos cuando se usa un controlador de acceso directo a memoria externo, de tal forma que los datos desplegados puedan trasladarse entre la memoria del microprocesador y la memoria video.

#### 3.3.2.B INTERFAZ AL MICROPROCESADOR.

El control que el uP ejerce sobre el generador de despliegues es ejecutado a través de una interfaz bidireccional de 8 bits.

El acceso a la memoria del tipo FIFO es coordinado a través de banderas en el registro de estados. Este registro puede leerse en cualquier momento.

#### 3.3.2.C PROCESADOR DE COMANDOS.

El contenido de la memoria temporal FIFO es interpretado por el procesador de comandos. Los comandos tipo byte son decodificados y los parámetros sucesivos son enviados a su destino dentro del generador de gráficas.

La interfaz al bus tiene prioridad sobre el procesador de comandos cuando ambos accesan al "FIFO" simultaneamente.

#### 3.3.2.D PARAMETROS DEL RAM (PRAM).

Los 16 parámetros tipo byte almacenados en RAM interna son usados constantemente durante los procesos de despliegue y dibujo. El procesador general carga los parámetros apropiados en las localidades respectivas del PRAM. La información almacenada especifica los detalles del área de despliegue.

#### 3.3.2.E GENERADOR DE SINCRONIA DE VIDEO.

El generador se programa durante un período inactivo, que sigue al de reset. Se generan las señales de sincronía basandose en la señal de reloj. Cuando se opera en modo esclavo, el generador coordina y sincroniza el tiempo entre el controlador (GDC) y la otra fuente de video.

#### 3.3.2.F GENERADOR DE SECUENCIA A MEMORIA.

Este generador proporciona dos tipos de ciclo de memoria. El ciclo de refrescamiento y el ciclo de lectura-modifica-escribe (RMW). El primero toma dos ciclos de reloj mientras que el segundo toma cuatro.

### 3.3.2.G CONTROL DE ZOOM Y PANORAMICAS.

Este control determina la dirección de inicio de despliegue dentro de la memoria video para el refresco de la pantalla y también el número de veces que se duplica cada pixel para amplificar el tamaño de la imagen. Un cambio en la dirección de inicio de despliegue origina un desplazamiento de la imagen que se visualiza .

### 3.3.2.H PROCESADOR DE DIBUJO.

Este procesador contiene la lógica necesaria para calcular las direcciones y posiciones de los elementos de imagen de una figura.

Dado el punto de inicio y los parámetros apropiados para dibujar, el procesador no necesita asistencia adicional para terminar la figura.

### 3.3.2.I CONTROLADOR DE ACCESO A MEMORIA VIDEO.

Este bloque realiza varias tareas: Contiene unidades de 16 bits usadas para modificar el contenido de la memoria video durante los ciclos de lee-modifica-escribe (RMW). El controlador distribuye el tiempo de barrido entre los ciclo de RMW y de refresco.

### 3.3.2.J LAPIZ LUMINICO.

Este registro tiene una dirección válida sólo si ocurren dos transiciones positivas en su entrada durante barridos sucesivos. Al presentarse la condición anterior se detecta la presencia del dispositivo.\*

### 3.4 FILOSOFIA DEL DISEÑO DE LA TARJETA.

La tarjeta gráfica fue diseñada para trabajar conjuntamente con un microprocesador (uP) general para implementar un sistema gráfico.

La tarjeta que contiene al procesador general envía comandos y datos a la tarjeta gráfica diseñada a través de un canal de comunicación. La tarjeta gráfica recibe los comandos y ejecuta todas las tareas necesarias para manejar la memoria video. Además ejecuta la función de despliegue y el proceso de conversión de cualquier figura en una serie de puntos sobre un grupo de líneas.

Los comandos enviados a la tarjeta consisten de una serie de instrucciones y sus parámetros asociados. Estos comandos y sus respectivos parámetros se usan para construir y dibujar figuras geométricas o caracteres gráficos dentro de la memoria video "bit a bit". Posteriormente estas figuras o caracteres se despliegan en un monitor.

Los comandos de dibujo definen los elementos de la figura incluyendo líneas, arcos, círculos, rectángulos y llenado de áreas. Los comandos también permiten seleccionar el tipo de líneas y patrones con los cuales la figura va a desplegarse en el monitor.

El procesador general (bajo control de los programas del usuario) ejecuta los cálculos preliminares para preparar los parámetros de dibujo y se envían al controlador gráfico de la tarjeta.

La tarjeta calcula las direcciones de memoria "bit por bit" de la figura a desplegar y termina el dibujo sin intervención del procesador general.

Por ejemplo, si se quisiera desplegar un rectángulo en el monitor, el procesador general envía el comando específico de generación de rectángulo, así como el tipo de línea, la orientación, el largo y el ancho de éste.

### 3.5 DISEÑO A BLOQUES

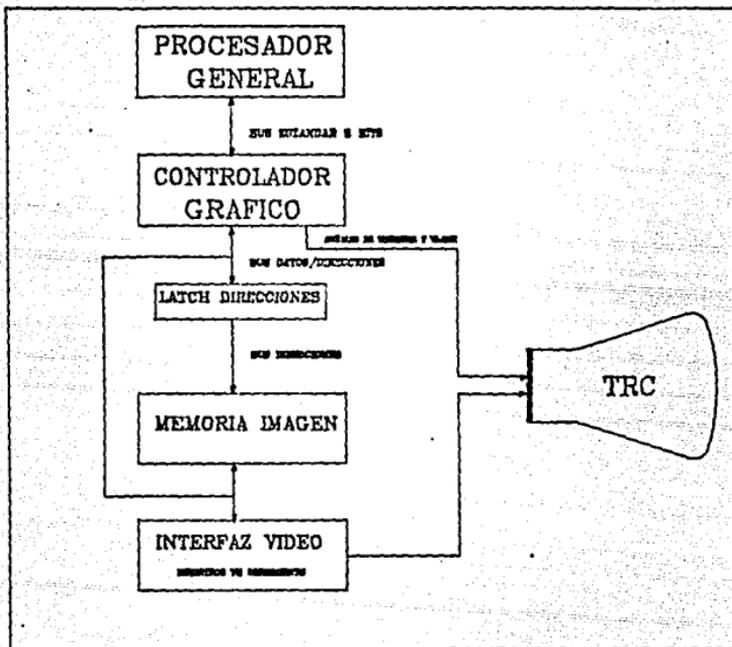


FIGURA 3-4

DIAGRAMA A BLOQUES TARJETA GRAFICA.

### 3.6 DESCRIPCION DE CADA BLOQUE.

#### 3.6.1 PROCESADOR GENERAL.

El procesador general está constituido en una tarjeta maestra con las siguientes características:

- Procesador de 16 bits 8086 de Intel
- Coprocesador numérico 8087
- 64 K de memoria RAM
- 64 K de memoria ROM (configurable en RAM)
- Protección de memoria
- 5 Temporizadores Programables de 8 bits/16 bits
- 1 canal serie norma RS-232 hasta 19.2K baud
- 1 puerto paralelo programable
- Compatibilidad ISUS-II
- Expansión de memoria en tarjetas de 256K
- Hasta 8 niveles de interrupción
- Manejo de Bus de expansión ISBX

En la figura 3-5 se presenta el mapa de memoria de la tarjeta maestra.

DIRECCIONES	TAMAÑO	TIPO
00000	64 K	RAM INTERNO CON PROTECCION
0FFFF		
10000	64 K	AREA DE ESCLAVOS PASP/
1FFFF		
20000	256 K	RAM EXTERNO TARJETA 1
5FFFF		
60000	256 K	RAM EXTERNO TARJETA 2
9FFFF		
A0000	256 K	RAM EXTERNO TARJETA 3
DFFFF		
E0000	64 K	NADA
EFFFF		
F0000	16 K	RAM INTERNO ( S.O )
F3FFF		
F4000	16 K	NADA
F7FFF		
F8000	32 K	ROM INTERNO
FFFFF		

FIGURA 3-5  
MAPA DE MEMORIA TARJETA MAESTRA.

La tarjeta maestra es un sistema de cálculo, el cual tiene como función ejecutar los programas correspondientes a la aplicación asignada al módulo esclavo.

El microprocesador del sistema es el 8086-2 de Intel, que opera a 4 MHz; la señal de reloj la toma del circuito generador de reloj 8284, cuya base de tiempo está dada por un cristal de 18.432 Mhz.

El coprocesador numérico 8087 de Intel tiene la tarea de realizar cálculos de alta precisión. El procesador tiene la responsabilidad de controlar todo el programa. La operación del coprocesador se inicializa por instrucciones especiales detectadas por el procesador.

Estos dos circuitos comparten un bus local. Las líneas de control corren directamente desde el 8086(CPU) al 8087 y ayudan a decidir quien de ellos va hacer uso del bus de direcciones/datos.

El sistema cuenta con circuitos de interfaz al bus, los cuales son:

- 8288 Controlador de bus
- 8083 Circuito de retención de direcciones
- 8287 Tranceptor de datos.

Estos dispositivos son necesarios por dos razones: 1) para generar las señales de control y 2) proporcionar la potencia necesaria para manejar los numerosos circuitos conectados al bus del sistema.

Se utiliza también un circuito controlador de interrupciones programable 8259. Este acepta peticiones del equipo periférico, determinando y solicitando al CPU la ejecución de la rutina de swervicio correspondiente a esta interrupción.

### 3.6.2 CONTROLADOR GRAFICO DE DESPLEGADOS.

El corazón de la tarjeta gráfica es el controlador gráfico de desplegados (GDC), dispositivo inteligente diseñado para trabajar como controlador en un sistema gráfico que utiliza la técnica de despliegue de barrido secuencial. El control que ejerce el procesador general sobre el controlador de gráficas se realiza a través de un bus estándar de 8 bits-bidireccional.

La memoria temporal FIFO ("First In-First Out") está integrada al controlador de gráficas (GDC) y es la interfaz de éste con el bus, por el cual el procesador general le envía comandos y parámetros tipo byte para iniciar el proceso de dibujo.

El acceso a los 16 bytes de "FIFO" es controlado por el procesador general por medio del juego de comandos del GDC.

El controlador genera las señales de sincronía horizontal, vertical y también las señales de retraso que son enviadas al TRC del monitor para algún formato de video entrelazado o no entrelazado.

### 3.6.3 INTERFAZ AL BUS.

El canal de comunicación es el bus conocido como IBUS-II. Este es un bus digital de propósito general, concebido para trabajar simultáneamente con módulos de 8 y 16 bits. Proporciona heramientas para implementar sistemas tipo maestro-esclavo. El maestro tiene la capacidad de ordenar directamente la ejecución de una transacción a través del bus. Los esclavos en cambio, sólo pueden tener acceso al bus en respuesta a una orden del maestro.

Tomando en consideración sus funciones, las señales se dividen en 5 categorías:

- Datos 16 líneas
- Direcciones 26 líneas
- Control 11 líneas

- Interrupciones 5 líneas

- Alimentación 12 líneas

Las líneas de datos (DAT0/ - DATF/) son el medio por el cual la información es intercambiada entre los diferentes módulos del sistema.

Las de direcciones (DIR0/ - DIR13/) empleadas para transmitir la dirección de la localidad que se desea acceder, sea en las páginas de la memoria general (PGEN) o en las páginas de la memoria asignada por posición (PSP). La señal de PASP/ es el selector de las páginas de selección por posición. Si PASP/=1 se acceden las páginas de la memoria general y en caso contrario las asignadas por posición. Las líneas SP0/ - SP3/ son empleadas para asignar un número de identificación único a c/u de las 16 posiciones disponibles en IBUS-II.

Las líneas de control especifican las funciones que deben realizarse. La señal de RD/ orden de lectura. Al activarse (RD/=0) indica que en las líneas de direcciones del sistema se dispone de una dirección válida y que se desea efectuar la lectura de la información contenida en la localidad accesada.

La señal de WR/ da la orden de escritura. Su activación (WR=0) indica que se dispone de una dirección válida y que se desea escribir en la localidad accesada.

Las líneas de interrupciones son empleadas por los esclavos para indicarle al maestro que requieren de alguna clase de servicio. La línea ERR normalmente permanece activada y, en el caso de una transferencia sin errores, debe ser desactivada por el esclavo direccionado. Las líneas de alimentación son empleadas para proporcionar un voltaje y la corriente adecuada a todos los módulos.

#### 3.6.4 CONTROL LOGICO.

El control lógico tiene como función controlar los accesos a la memoria imagen. Hay dos tipos de accesos; ciclo de despliegue que toma dos estados del reloj del controlador y el ciclo de lee-modifica-escribe (RMW) que tiene como duración cuatro estados de reloj.

Durante el ciclo de despliegue, el dato de la localidad direccionada es leído y enviado al registro de corrimiento para posteriormente desplegarlo en la pantalla del monitor. Durante el ciclo de lee-modifica-escribe, el dato es accesado desde la memoria imagen, se modifica y se escribe nuevamente en ella.

Las modificaciones hechas al dato de la localidad direccionada son: complementa, establece, limpia o reemplaza.

El bloque de control lógico puede estar constituido mediante lógica discreta o por un circuito de arreglo lógico programable PAL. El bloque de interfaz entre el procesador general y el controlador GDC puede consistir de otro PAL.

Con ayuda de los PALs decrece la complejidad de interfazar. Un PAL es un dispositivo similar a una memoria PROM, es decir puede ser programado para una aplicación específica que designa el usuario. El circuito es una serie de compuertas AND y OR. Las entradas al circuito son las entradas de las compuertas AND y las salidas de las AND son las entradas de las compuertas OR. Las terminales de salidas de las OR llegan a un buffer que invierte las señales y luego las envía a las terminales de salidas del circuito. Este arreglo de compuertas hace posible implementar un estándar de ecuaciones lógicas de suma de productos fáciles.

### 3.6.5 MEMORIA VIDEO.

La memoria video también conocida como memoria imagen o "bit-map", mantiene el arreglo de valores que representan una imagen. El tamaño o resolución del arreglo es de 512 x 512 elementos.

Cada elemento de este arreglo es mapeado por el GDC a un pixel en la pantalla. Esto ocurre solamente cuando se tiene un plano de memoria y el monitor de despliegue es monocromático. Pero cuando el enlace es con un monitor cromático, la memoria se particiona en tres planos. A cada plano le corresponde un color primario rojo, azul y verde. Así que, el color de un elemento de imagen sobre la pantalla es determinado por tres bits, uno por cada plano. Esto permite manejar ocho diferentes colores.

La memoria es accesada por dos fuentes: el procesador de despliegue, el cual puede escribir en ella y leerla y por el controlador de refresco, quien lee el contenido de la memoria en un orden y con la temporización correcta para alimentar la salida a video del sistema.

### 3.6.6 INTERFAZ VIDEO.

Esta interfaz esta integrada por registros de corrimiento. Cuya función es la de convertir el flujo de bits video de una forma paralela a una forma serie.

Y por la circuitería de salida a video, la cual se encarga de entregar los datos a un nivel determinado de voltaje y las señales de video necesarias para el acoplo con el monitor.

### 3.6.7 MONITOR.

Se utiliza un monitor cromático (rojo, verde y azul) de mediana resolución, con TRC tipo máscara. Este monitor es compatible con sistemas alfanuméricos y gráficos cuya técnica de despliegue es de barrido secuencial. Este acepta señal de sincronía externa y las entradas de video separadas para cada color primario. Esta separación permite ampliar el ancho de banda del color, el cual, junto con la alta resolución, el tipo de TRC y la precisión en la convergencia permiten al monitor generar una alta resolución en despliegues a color. Cuando el monitor recibe un pulso de sincronía vertical enviado por la tarjeta gráfica, éste inicia un ciclo de barrido secuencial. El inicio de un cuadro es definido por la coincidencia de los pulsos de sincronía horizontal y vertical generados por la tarjeta gráfica.

## 3.7 DESCRIPCION OPERATIVA.

### 3.7.1 ACCESO AL MODULO ESCLAVO DESDE LA MAESTRA.

La tarjeta gráfica es direccionada en el área de esclavos de la tarjeta maestra, correspondientes a los segundos 64K del mapeo de memoria, es decir, de la dirección 10000H a 1FFFFH.

La tarjeta gráfica (esclava) es accesada por la tarjeta maestra mediante una de las formas de direccionamiento que permite la norma IBUS-II: la de páginas de selección por posición. Con la que se accesa a los registros de Comando y Estado del controlador.

Para habilitar estos registros se emplean las señales de WR/, RD/ y la señal que proporciona el circuito U1(74LS688), quien compara las direcciones DIRB/ a DIRE/ provenientes de la tarjeta maestra, con las líneas SP0/ a SP3/ correspondientes a la posición del módulo. El comparador verifica también que la línea PASP/ se encuentre activa. Ver plano 1.

En la figura 3.5 se muestra el formato de la dirección que debe enviar la tarjeta maestra para accesar los registros del controlador. Y en la tabla 3.1 se muestran las direcciones de las localidades correspondientes al esclavo de acuerdo a su posición en el trasplano.

PASP	DIRF	DIRE	DIRD	DIRC	DIRB	DIRA	DIR9	DIR8
0	X	SP3	SP2	SP1	SP0	X	X	X

FIGURA 3.5  
DIRECCIONAMIENTO POR POSICION

LOCALIZACION DE LA TARJETA	DE LA LOCALIDAD	A LA LOCALIDAD
POSICION 0	8000H	8700H
POSICION 1	8800H	8F00H
POSICION 2	9000H	9700H
POSICION 3	9800H	9F00H
POSICION 4	A000H	A700H
POSICION 5	A800H	AF00H
POSICION 6	B000H	B700H
POSICION 7	B800H	BF00H
POSICION 8	C000H	C700H
POSICION 9	C800H	CF00H
POSICION 10	D000H	D700H
POSICION 11	D800H	DF00H
POSICION 12	E000H	E700H
POSICION 13	E800H	EF00H
POSICION 14	F000H	F700H
POSICION 15	F800H	FF00H

TABLA 3.1  
LOCALIDADES CORRESPONDIENTES A CADA POSICION

Cuando se realiza una operación de escritura (WR/ se activa) a la localidad asignada por posición al módulo, se escribirá en el registro de Comando. Es decir, el controlador GDC configura la memoria temporal "FIFO" como un buffer de entrada que recibirá los comandos y sus respectivos parámetros tipo byte. El controlador los decodifica y los distribuye a los registros apropiados dentro de él y luego se inicia la operación solicitada.

Al realizar una operación de lectura a la localidad asignada por posición al módulo, se obtendrá el contenido del registro de Estado del controlador, cuyo formato se muestra en la figura 3.6.

El controlador GDC configura al "FIFO" como un buffer de salida y coloca el dato solicitado dentro de éste. Y el registro de Estado indica que el dato está listo para leerse.

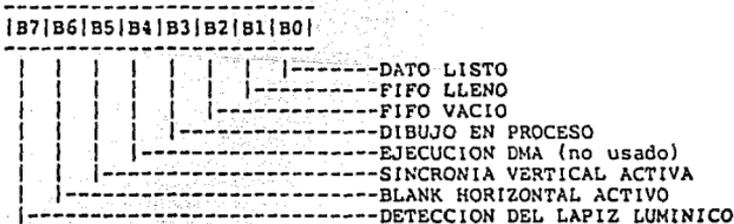


FIGURA 3.6  
FORMATO REGISTRO DE ESTADO

Para separar en diferentes bloques las localidades pares de las impares se utiliza la línea de dirección DIR 1/ del procesador general. Esta señal maneja la línea de dirección menos significativa del controlador A0. El procesador general coordina la transferencia y verifica los bits apropiados del registro de Estados. Los comandos y parámetros son enviados al "FIFO" del controlador y se diferencian en base al estado de A0.

A0	LECTURA	ESCRITURA
0	REGISTRO DE ESTADO	PARAMETRO DENTRO DEL FIFO
1	LECTURA DEL FIFO	COMANDO DENTRO DEL FIFO

El manejo de los datos que entran y salen de y hacia la tarjeta esclava se lleva a cabo a través del circuito de tres estados U2 (74LS245). Para que este circuito funcione requiere de dos señales de control. La primera es DIR esta línea es manejada por la señal de RD/ del procesador. La línea DIR controla la dirección de las líneas bidireccionales de datos. Si DIR tiene un nivel de "1" lógico el flujo de datos es de izquierda a derecha y si tiene un nivel de "0" lógico la dirección del flujo se invierte.

La señal G/ sirve de habilitador del circuito y es manejada por la señal proporcionada por el circuito U1.

### 3.7.2 CIRCUITO GENERADOR DE RELOJ.

Este consiste de un oscilador de cristal cuya frecuencia es de 12.6 MHz. y el circuito U11 (74LS93) configurado como divisor de frecuencia. Este divisor tiene como frecuencia base 12.6 MHz y entrega tres señales de reloj;  $F/4$ ,  $F/8$  y  $F/16$ . La señal de  $F/8 = 1.5$  MHz maneja la línea del reloj del controlador GDC (2XWCLK).

### 3.7.3 CONTROL LOGICO.

Está formado por el circuito selector U10 (74LS139) y por un registro de corrimiento U12 (74LS96). Los cuales ayudan al controlador a manejar las señales que habilitan la memoria video.

La habilitación de los bloques de memoria video se lleva a cabo mediante el circuito selector que, dependiendo de las direcciones A14 y A15 y de la señal de "BLANK/", genera ciertas señales. Las cuales son decodificadas en base a la señal "BLANK" a través del circuito U13 (74LS08) y éstas son conectadas correspondientemente a la línea de CS/ de las memorias.

El registro de corrimiento U12, genera las señales de habilitación de salida OE/ de las memorias. Este circuito también es condicionado por la señal de "BLANK/".

La línea de habilitación de escritura WE/ de las memorias es manejada por la señal de salida del controlador "DBIN/". La cual es retardada dos ciclos de reloj (2XWCLK) a través del biestable U10 (74LS74).

#### 3.7.4 MEMORIA VIDEO.

El controlador GDC tiene un total de 18 bits de direcciones. Los 16 bits menos significativos sólo son usados en la tarjeta gráfica. Los más significativos son ignorados, pero podrían ponerse a "0" para evitar complicaciones de cálculos en el direccionamiento de la memoria y asegurar compatibilidad en el "software".

El paso de las direcciones que entran a la memoria video se realiza a través de dos circuitos biestables tipo D U6 y U7 (74LS373); cuya habilitación es manejada por el pulso de "ALE" del controlador GDC.

El arreglo de la memoria video está formado por memorias RAM estáticas (43256) cuya capacidad de direccionamiento es de 32K x 8.

Tienen 15 líneas de direcciones (A0-A14) y 8 líneas de datos (I/O<sub>0</sub>- I/O<sub>7</sub>) las cuales pueden ser configuradas como entradas o salidas.

Debido a que el soporte de visualización (monitor) es cromatico (rojo, verde y azul). La memoria video se particionó en tres bancos o planos. De manera que a cada plano le corresponda el manejo de un color primario. Ver plano 2.

Estos planos existen secuencialmente en memoria para operaciones de escritura, pero son desplegados simultáneamente. Cada plano tiene un direccionamiento de 16K x 16. Esta capacidad se obtiene configurando la memoria de 32K a 16K asignando la línea A14= "0" y conectando dos circuitos en paralelo para obtener los 16 bits correspondientes a una palabra del GDC.

El banco rojo formado por los circuitos U14 y U15 tiene su base de memoria en la dirección 0, el plano azul U16 y U17 en la dirección 4000H y el plano verde U18 y U19 tiene su base de memoria en la dirección 8000H.

El valor de "1" escrito dentro de un plano de color ilumina un punto en la pantalla. La tabla 3.2 lista la combinación de los tres planos de color.

PLANO DE COLOR			COLOR
VERDE	AZUL	ROJO	DESPLGADO
0	0	0	NEGRO
0	0	1	ROJO
0	1	0	AZUL
0	1	1	MAGENTA
1	0	0	VERDE
1	0	1	AMARILLO
1	1	0	CYAN
1	1	1	BLANCO

TABLA 3.2  
COMBINACION LOS PLANOS DE COLOR

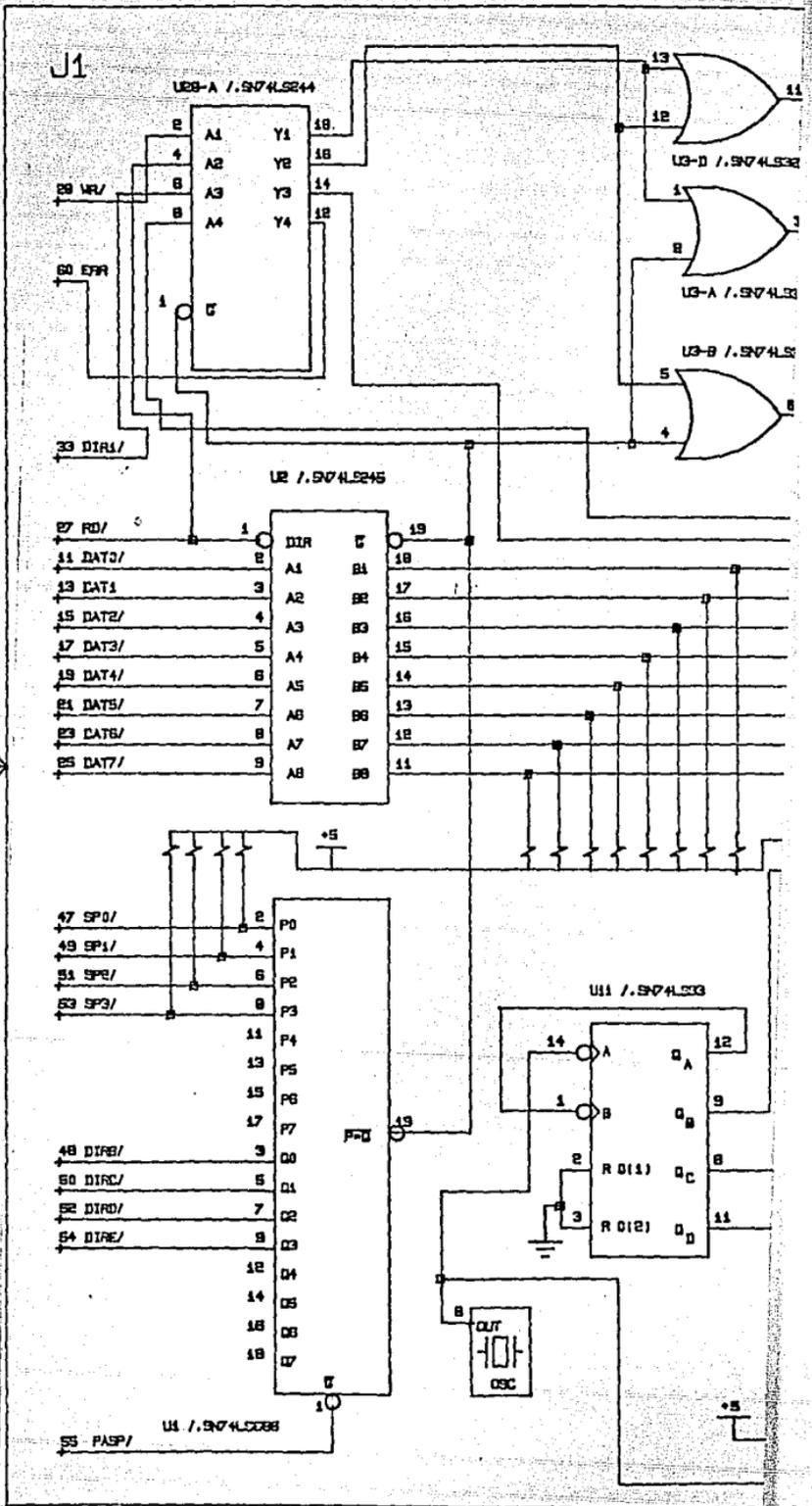
Si una figura fuera dibujada en un color que es la combinación de dos o tres colores primarios, el controlador GDC necesita programarse para que dibuje la figura separadamente en cada plano de color. Esto es dado por el cambio de la dirección base de la memoria y por la repetición de los comandos y parámetros del dibujo.

### 3.7.5 REGISTRO DE CORRIMIENTO Y ACOPLO AL SISTEMA DE VIDEO.

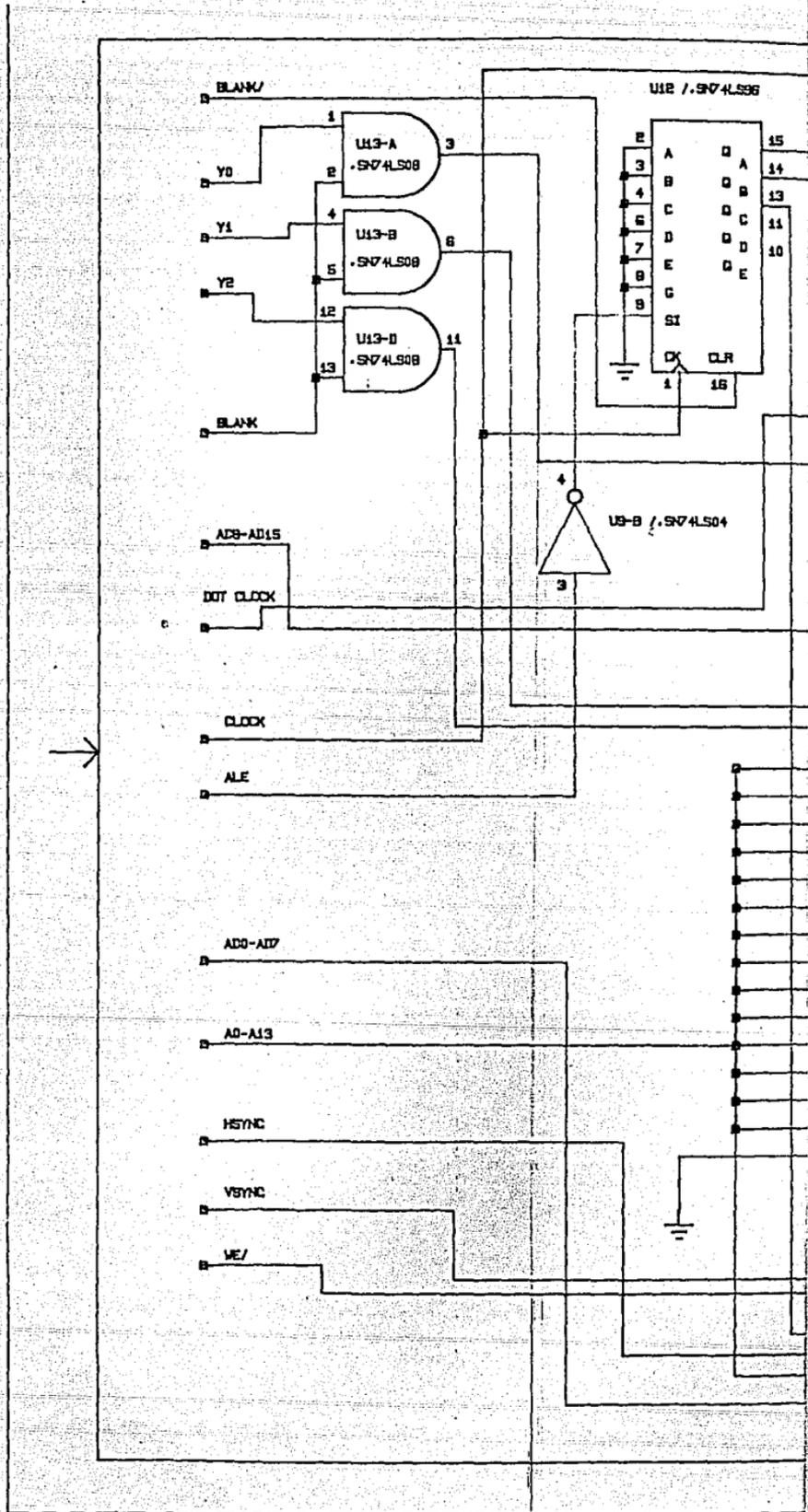
El registro de corrimiento lógico consiste de seis registros de corrimiento (U20-U25) de 8 bits (74LS166) dos para cada banco de color y un biestable tipo D U26 (74LS174). Ver plano 3.

Cada registro de corrimiento tiene la función de ejecutar la conversión de los bits de datos de una forma paralela a la forma serie. Posteriormente este flujo de datos se envía al biestable para resincronizarlos con las señales de sincronía.

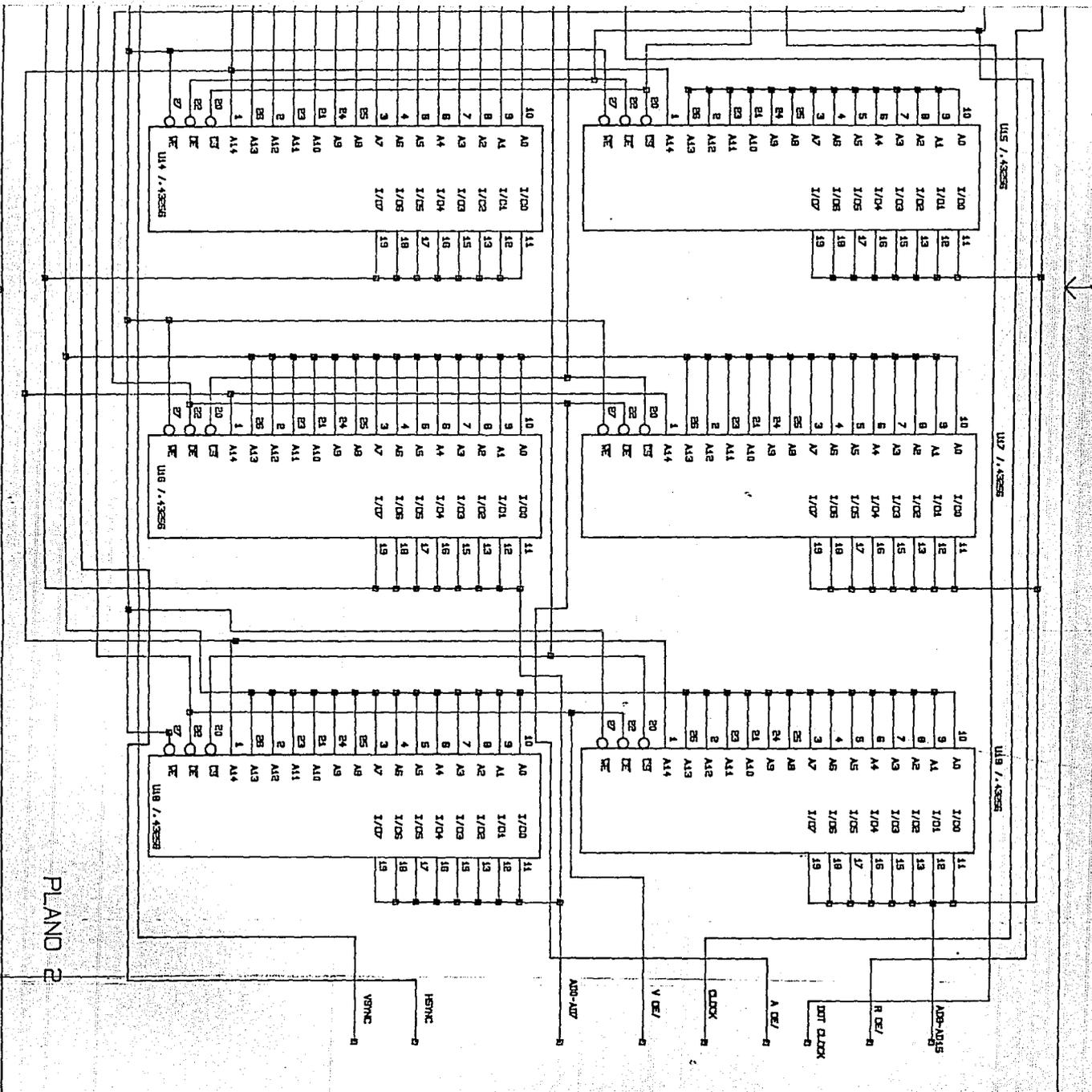
El circuito que maneja las señales de interfaz con el TRC es el U27 (74LS128). Este dispositivo ayuda a que señales TTL (rojo video, azul video, verde video y las de sincronía) sean capaces de manejar líneas con una impedancia de 75 ohms. Esta impedancia es la necesaria para el acoplo con el monitor.



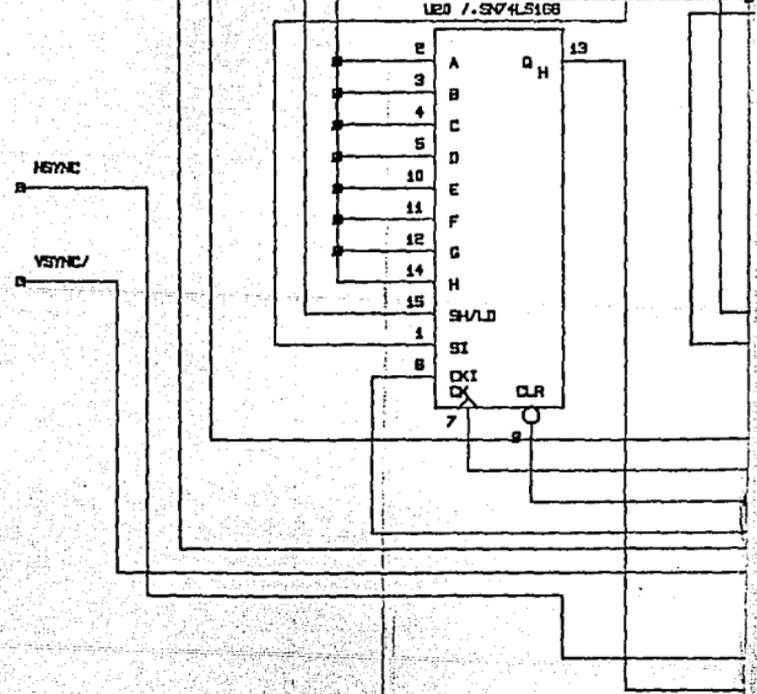
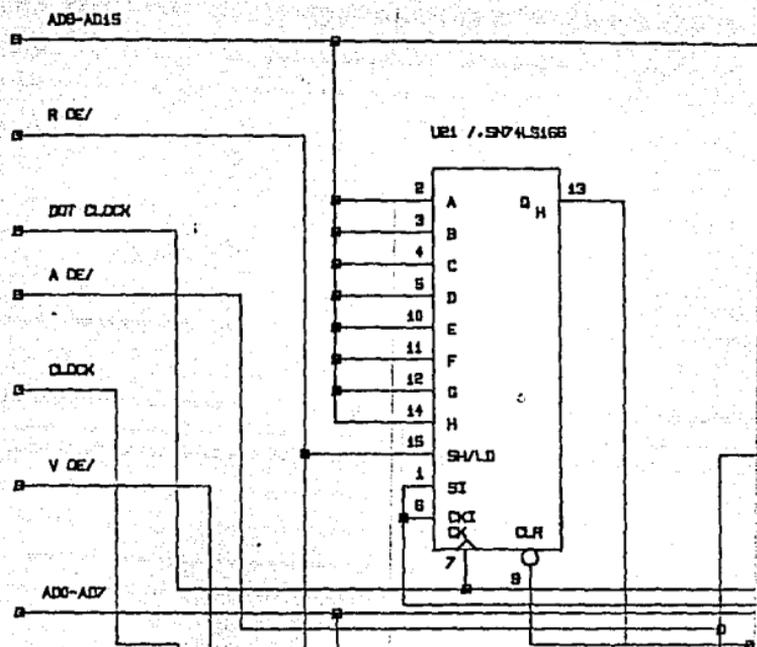


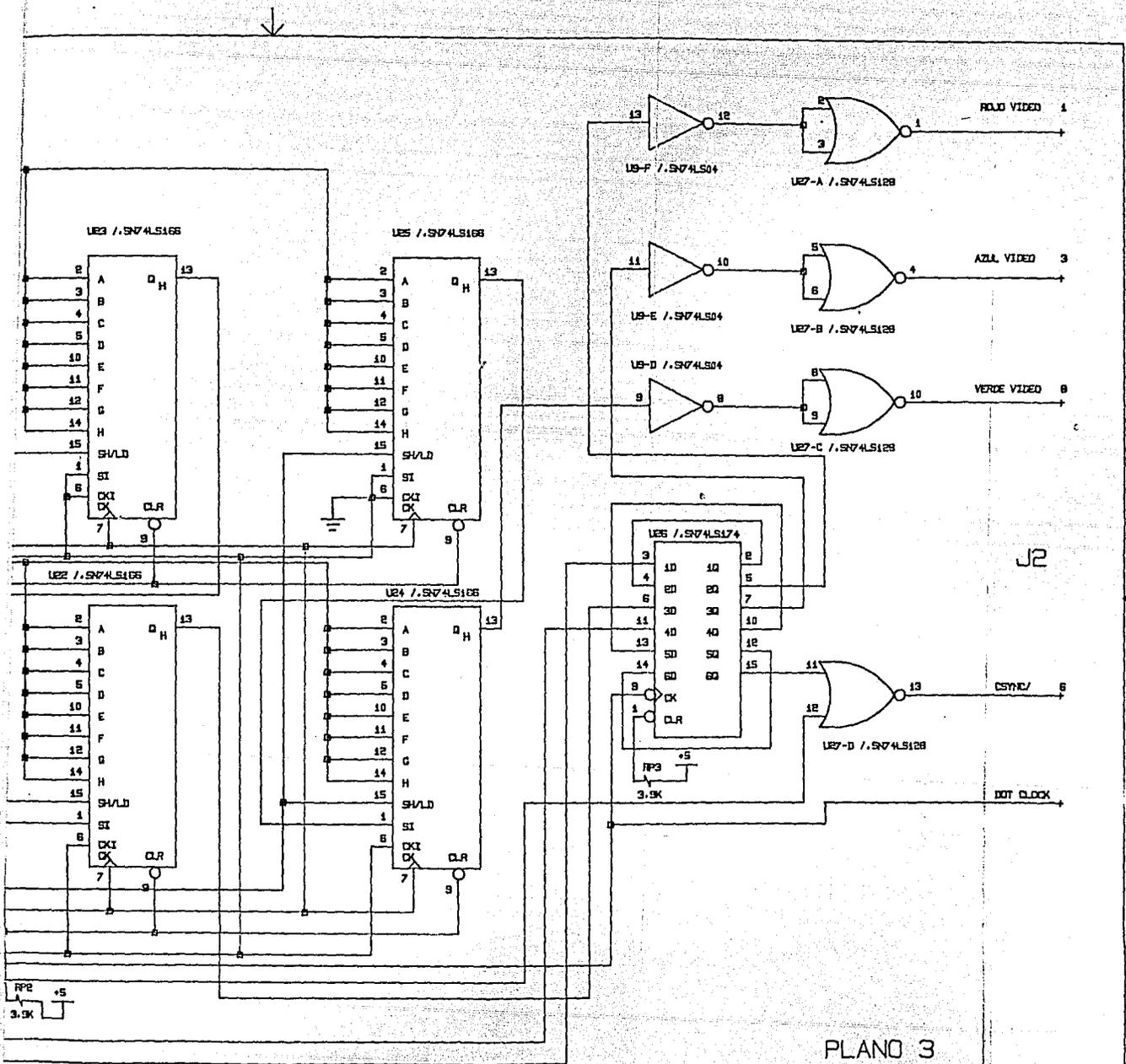


f



PLAND 2





PLANO 3

## CAPITULO 4

### PRUEBAS AL HARDWARE

#### 4.1 INTRODUCCION.

En el proceso de diseño de cualquier equipo o sistema, la etapa de pruebas al prototipo es de primordial importancia. En este capítulo se presenta el protocolo que se siguió para verificar el funcionamiento correcto de la tarjeta gráfica. En primer lugar se describen las diferentes etapas del proceso de pruebas y posteriormente se listan las rutinas respectivas para ejecutar los diferentes comandos del controlador GDC 82720.

Cabe notar que los procedimientos aquí descritos asumen el ensamble de la tarjeta con el sistema de cableado llamado "wire-wrap".

#### 4.2 ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE PRUEBAS.

El equipo e instrumentos que se requieren para implementar los procedimientos son:

- Tarjeta maestra (1186)
- Tarjeta gráfica
- Canasta
- Terminal Televideo modelo 950
- Osciloscopio
- Multímetro
- Enlace TTL-RS232

Debido a que la tarjeta maestra (1186) está basada en el microprocesador 8086 de INTEL y ésta forma parte de un sistema de cómputo necesita una herramienta que le facilite el cargar, depurar y correr programas en dichos sistemas mediante una interfaz serie por medio de un TRC.

Esta herramienta es el monitor MSB-86 que consta de 24 comandos con funciones tales como: Leer un archivo, correr un programa de memoria con direcciones de paro o instrucción por instrucción, desplegar y modificar registros o localidades de memoria, mover bloques de datos, buscar cierto valor en memoria, etc.

Por ejemplo, el comando ejecutar (G). Transfiere el control del procesador a un programa de usuario, cargando el contador de programas (IP) y el registro de segmento (CS) con el valor especificado.

El comando desplegar (D). Despliega en pantalla el contenido del número de octetos/palabras indicado a partir de la dirección inicial.

Comando substituir (S). Este comando carga datos, en forma de "bytes" o palabras en hexadecimal, dentro de la memoria.

Comando leer archivo (R). Recibe mediante un puerto serie un archivo en código absoluto de algún otro dispositivo y lo guarda en memoria a partir de la dirección especificada.

- Canal Serie. Este canal RS-232-c para comunicación con la terminal y equipo de desarrollo (PC).

- Terminal de video. Comunicación serie a través de interfaz RS-232c a una velocidad programable, con datos de 8 bits, sin paridad y 2 bits de paro (terminal Televideo).

#### 4.3 ESPECIFICACION DE LAS PRUEBAS A REALIZAR

- Alimentación
- Prueba de interfaz al bus
- Prueba a la memoria video
- Prueba interfaz al monitor (TRC) cromático.

##### 4.3.1 ALIMENTACION.

Con el multímetro verificar la continuidad de la alimentación en todos los circuitos integrados. Ver en el anexo la tabla de alimentación para la conexión de cada circuito en particular. Todos los circuitos integrados están conectados a Vcc (+5V).

##### 4.3.2 PRUEBA DE INTERFAZ AL BUS

En esta prueba se checan las señales que proporcionan el direccionamiento externo. Las señales de direccionamiento y datos estan activos en el bus unicamente cuando el procesador general ejecuta un acceso a memoria externa.

- Direcciones: DIR1/,DIRB/,DIRE/ Y PASP/
- Datos: DAT0/,DAT7/
- Control: RD/ y WR/

El comportamiento de PASP/ es crucial para el tipo de acceso a esclavos en forma de direccionamiento de páginas de selección por posición, por lo que se verifica su presencia en la terminal 1 del circuito U1. Además de las señales DIRB/ a DIRE/ y los valores de SP3/ a SP0/ de "1111 a 0000" según la posición, que involucran al mismo circuito.

- Verificar con el osciloscopio la señal cuadrada generada por el circuito U1 (terminal 19).

- Monitorear las líneas de mando o control RD/ y WR/.

- Monitorear la señal de ERR. Esta señal está normalmente activa, cuando existe un acceso al bus en una posición donde no existe esclavo o éste no responde, la señal no se desactiva.

#### 4.3.3 PRUEBA A LA MEMORIA VIDEO.

En esta prueba con la ayuda del osciloscopio se checará el estado de las señales que habilitan cada banco de memoria (CS/,OE/ y WE/).

Cuando el controlador opera en ciclo de refresco (BLANK=B) y cuando realiza ciclos de RMW (BLANK=A). Donde A=nivel alto y B=nivel bajo.

Las terminales de CS1/,CS2/ y CS3/ durante el ciclo de refresco se encuentran en un nivel bajo y las de WE/ en alto. El estado de las señales de OE1/,OE2/ y OE3/ varían en forma secuencial durante este ciclo.

Durante el ciclo de RMW las señales de OE1/,OE2/ y OE3/ se encuentran en un nivel bajo. Las señales de WE/ estan condicionadas por el estado de la señal DBIN/ del controlador la cual tiene una transición de alto a bajo durante el estado dos del ciclo y cambia hasta la mitad del estado tres. Las señales de CS1/,CS2/ y CS3/ estan en función del selector 74LS139 que, dependiendo de las direcciones A14 y A15 y de la señal de "BLANK" las generan.

#### 4.3.4 PRUEBA INTERFAZ AL MONITOR.

- Monitorear las señales de HSYNC, VSYNC y BLANK. La frecuencia de estas señales deben corresponder según se hayan programado.

La señal CSYNC/ (VSYNC NOR con HSYNC) es obtenida a la salida del circuito "line driver" quien proporciona la impedancia necesaria para el acoplo con líneas de 75 ohms.

- Monitorear las señales de color video. El flujo de bits en serie de cada color sale de los respectivos registros de corrimiento y es enviado al manejador de línea para que las señales TTL sean capaces de manejar una impedancia de 75 ohms. Estas señales son el rojo video, el azul video y el verde video.

#### 4.4 COMANDOS DEL CONTROLADOR 82720.

Los comandos del controlador GDC son de tipo byte, seguidos por una serie de parámetros del mismo tipo. Estos son necesarios para especificar los detalles del comando. El procesador de comandos decodifica los comandos y prepara los parámetros, todos son cargados en los registros apropiados del GDC y se inicia la operación solicitada.

Los comandos disponibles en el controlador son organizados en cuatro categorías: Comandos controladores de video, Comandos de dibujo, Comandos de despliegue y Comandos de lectura de datos de memoria.

##### 4.4.1 COMANDOS CONTROLADORES DE VIDEO.

Estos comandos se usan para inicializar la tarjeta después de la secuencia de encendido. Generalmente, estos comandos no necesitan repetirse después de que se inicia la ejecución. A continuación se listan los comandos conforme a la secuencia de ejecución.

#### 4.4.1.A COMANDO RESET (00H).

Este comando se usa para inicializar o restablecer el controlador a un estado inactivo. En la figura 4-1 se ilustran el comando y los parámetros tipo byte.

0   0   0   0   0   0   0   0	COMANDO
0   0   0   F   I   G   S	P1
A W	P2
VS                         HS	P3
HFP                         VS	P4
HBP	P5
VFP	P6
AL	P7
VBP                         AL	P8

FIGURA 4-1  
COMANDO RESET Y SUS PARAMETROS

- El parámetro P1 define el modo de operación de la tarjeta como sigue:

I S

0 0 MODO NO ENTRELAZADO

0 1 INVALIDO

1 0 MODO ENTRELAZADO PARA DESPLEGAR CARACTERES

1 1 MODO ENTRELAZADO

G

0 MODO MIXTO

1 MODO GRAFICO

F

0 DIBUJAR DURANTE EL TIEMPO ACTIVO DE LINEA

Y DE RETRAZO

1 DIBUJAR SOLAMENTE DURANTE EL TIEMPO DE RETRAZO

- El valor del parámetro P2 especifica el número de palabras activas por línea.

- El valor de la parte baja de este parámetro P3 indica la sincronía horizontal en palabras.

- La porción superior del byte del parámetro P3 y la inferior del P4 especifican el número de líneas durante las cuales la señal de VSYNC es activa.

El valor de la porción inferior de éste byte es el hfp. El hfp es la porción de un pulso que elimina el barrido horizontal. Esta parte precede el primer borde del pulso de sincronía horizontal y debe ser dado en palabras.

- El valor del byte P5 especifica el hbp. El hbp es otra porción del pulso que deshabilita el barrido horizontal. Esta porción sigue el borde posterior del pulso de sincronía horizontal y debe darse en palabras.

- El valor de P6 especifica el vfp. El vfp indica la dimensión del área no activa de despliegue a partir del borde inferior de la pantalla y se da en líneas.

- El byte del parámetro P7 y la porción inferior del P8 especifican el número de líneas desplegadas.

- La porción superior del P8 especifica el valor del vbp. El vbp indica la dimensión del área no activa de despliegue a partir de la parte superior de la pantalla y se da en líneas.

#### 4.4.1.B COMANDO VSYNC Y SYNC.

El comando VSYNC (6FH), configura el controlador GDC sobre la tarjeta como el generador maestro de sincronía.

El comando SYNC habilita (0FH) o deshabilita la pantalla (0EH). Este comando controla el video con los mismos parámetros que utiliza el comando RESET. El comando CCHAR especifica el cursor y la altura del caracter.

#### 4.4.2 COMANDOS CONTROLADORES DE DESPLIEGUE.

Son seis comandos de este tipo. Estos controlan la manera en la cual una imagen dibujada en la memoria video es accesada y desplegada en la pantalla del monitor.

##### 4.4.2.A COMANDOS PITCH Y ZOOM.

El comando PITCH (47H), especifica la dimensión horizontal de la memoria video. Este establece el número de palabras entre los pixels verticales adyacentes. Su parámetro asociado indica el número de direcciones de las palabras de la memoria video en la dirección horizontal.

El comando ZOOM (46H), determina el factor multiplicativo usado durante el despliegue y dibujo de un caracter y el sobreado de áreas. Un valor de 0 implica un factor multiplicativo de 1.

##### 4.4.2.B COMANDO PRAM.

Este comando PRAM (7XH), carga los 16 byte internos del área de RAM del controlador GDC.

Los cuatro bits menos significativos de este comando determinan la dirección de inicio en el área de los parámetros RAM. Los sucesivos byte son almacenados en localizaciones definidas. El área del parámetro RAM dentro del controlador es usada para almacenar dos tipos de información. Usada para especificar los detalles del área de despliegue, o usada para dar el patrón de bit para dibujar figuras o caracteres gráficos. La secuencia de transferencia de bytes finaliza al introducir el siguiente byte comando al "FIFO".

#### 4.4.2.C COMANDOS CURS, START Y BCTRL

El comando CURS (49H), establece la posición del cursor gráfico mediante la especificación de la palabra que contiene el pixel de inicio del dibujo; el valor de la dirección de punto especifica el punto de imagen dentro de la palabra.

El comando START (6BH), inicia el proceso de despliegue con las condiciones definidas anteriormente.

El comando BCTRL habilita (0CH) o deshabilita (0DH) el proceso de despliegue.

#### 4.4.3 COMANDOS CONTROLADORES DEL PROCESO DE DIBUJO.

Estos comandos se emplean para ejecutar manipulaciones de la memoria video y dibujar figuras. Estos comandos se repiten tantas veces como figuras sean dibujadas.

##### 4.4.3.A COMANDO MASK.

El comando MASK (4AH). Carga el registro máscara de 16-bits, el cual especifica el bit o los bits de la palabra direccionada que serán modificados. El registro máscara puede modificarse usando el comando CURS para posicionar de nuevo el cursor o modificar el dibujo. El registro máscara deberá establecer todo a 1 para alguna operación de una palabra a la vez. Dos parámetros son asociados con el comando MASK. En el primer byte parámetro el valor de 1 para cada bit define los bits menos significativos del byte en la memoria imagen que pueden modificarse. El primer byte parámetro asocia los bits menos significativos del byte en la memoria video y el segundo byte parámetro los más significativos. Un valor de 1 para cada bit define los bits que pueden modificarse.

#### 4.4.3.B COMANDO FIGS.

El comando FIGS (4CH) especifica la figura o caracter gráfico que se dibujará y es empleado para establecer los parámetros necesarios para modificar el bit map. Este comando tiene 11 parámetros asociados.

El controlador GDC requiere que se especifique el tipo de figura, la dirección de trazo, la dirección del pixel de inicio y el patrón para preparar el dibujo. El comando FIGD inicia la operación de dibujo.

#### 4.4.3.C COMANDO FIGD.

El comando FIGD (6CH) transfiere los parámetros de dibujo que previamente han sido cargados desde el parámetro RAM hacia el procesador de dibujo e inicia la operación en la dirección del pixel apuntado por el cursor.

#### 4.4.3.D COMANDO GCHRD.

El comando GCHRD (68H) es usado para iniciar el proceso de dibujo de un caracter gráfico y el sombreado de áreas con un patrón almacenado en el parámetro RAM. El dibujo inicia en la dirección de la memoria imagen apuntada por los valores de dirección a ejecutar (EAD) y por la dirección de punto (dAD).

#### 4.4.3.E COMANDO WDAT.

El comando WDAT (20H) inicia la operación de RMW y escribe el dato directamente a la memoria imagen. Este comando requiere parámetros para establecer el patrón de registro dentro del controlador GDC mientras otros comandos necesitan usar los valores almacenados en el parámetro RAM.

El comando WDAT es precedido por el comando FIGS y sus respectivos parámetros. Los tres primeros parámetros del comando FIGS son necesarios para establecer el tipo de dibujo, la dirección del trazo y el valor del contador de dibujo (DC). El valor de DC mas uno es el número de ciclos de RMW ejecutados por el controlador GDC. El ciclo de RMW es ejecutado en la dirección apuntada por el cursor.

Hay cuatro tipos de modificaciones que se pueden hacer al bit map estos son: 1) Reemplazo con patrón, 2) Complemento, 3) Restablecer a cero, 4) Establecer a uno. Los dos bit menos significativos del comando WDAT especifican el tipo. Este modo de modificación es retenido hasta que otro comando WDAT es dado.

Mientras el controlador gráfico esta escribiendo a la memoria imagen, el bit del registro de estados "Dibujo en proceso" tiene el valor de uno.

Para determinar cuando el comando WDAT esta completo, envia el controlador otro comando (asi como inicia despliegue) y checa el bit de estado del FIFO vacio. Cuando el valor de este bit es 1, ambos comandos estan completos.

#### 4.4.4 COMANDOS DE LECTURA DE DATOS.

Los comandos de lectura de datos permiten al procesador general recuperar datos desde el controlador gráfico. Después de que el comando de lectura de datos es dado, el FIFO del controlador se limpia y configura como un buffer de salida. El dato es transferido al procesador general con una instrucción de entrada. La presencia del dato es indicado por el establecimiento del bit de dato listo.

##### 4.4.4.A COMANDO RDAT.

El comando RDAT (0A0H) lee datos directamente de la memoria imagen. Bytes o palabras son leídos. La secuencia de la función de este comando es la siguiente: Primero, el cursor necesita posicionarse en la localización correcta. En seguida, el registro máscara deberá cargarse con unos (FFFFH). La dirección y el parámetro contador de dibujo se cargan usando el mismo formato que el comando WDAT con una excepción. La excepción es que el valor del contador de dibujo es el número actual de ocho bytes o palabras para ser leídas. El comando RDAT puede luego cargarse.

#### 4.4.4.B COMANDO CURD Y LPRD.

El comando CURD (0E0H) lee la posición del cursor. Este comando tiene asociados cinco parámetros. Estos especifican los bytes alto y bajo de la dirección a ejecutar y los byte de la dirección de punto dAD, dentro de la palabra.

El comando LPRD (0C0H) lee la dirección del lápiz lumínico, LAD. Para que el lápiz lumínico sea detectado deben ocurrir dos accesos consecutivos a la misma dirección.

#### 4.5 SECUENCIA DE OPERACION DE LA TARJETA.

Se coloca la tarjeta maestra y la tarjeta gráfica en una canasta de acuerdo a las recomendaciones anteriores. La operación de la tarjeta maestra (1186), así como la de todo el sistema, se inicializa con una señal de RESET. Esta señal se genera en un circuito RC al encender la fuente y manualmente por medio de un pulsador. Al dar RESET el monitor pregunta si se quiere hacer diagnósticos, en caso afirmativo se da el menú de comandos y se espera por un comando del usuario.

- Transferencia de archivos comando LEE (L).  
Comunicación del monitor con otro dispositivo para la transferencia de archivos de dicho dispositivo a la tarjeta maestra que tiene el monitor MSB-86.

El archivo a transmitirse debe contener código o datos para 8086 en forma absoluta en hexadecimal. Se transmite en forma serie, a una velocidad de 2400 baud y en forma de bytes con un bit de paridad. EL transmisor es el dispositivo externo del que se envía el archivo; el receptor es la tarjeta basada en el 8086.

- Transferencia de programas objeto de 8086.

El comando recibe (R) transfiere un programa objeto de 8086 de un equipo de desarrollo (bajo "Universal Development Interface" UDI- INTEL) al sistema basado en 8086. Se recibe un programa ligado y localizado, cargándose en las localidades de memoria indicadas por el archivo; así como, inicializándose las variables y registros indicados.

Los programas desarrollados pueden implementarse en lenguaje ensamblador o en alguno de alto nivel como lo es el PL/M-86. El PL/M-86 es una implementación del lenguaje PL/M estándar de INTEL basado en el microprocesador 8086. Este lenguaje es fácil de aprender, entender y usar. Debido a que emplea notaciones compactas para expresar el procedimiento deseado. Tiene bastantes ventajas con respecto al lenguaje ensamblador.

El proceso para transferir un archivo es el siguiente :

1. - Dar el comando recibe (R) en el monitor.
2. - Conectar la tarjeta (1186) mediante el puerto serie al equipo de desarrollo (PC - canal 1).
3. - Invocar al programa "PCSBC" en la PC (desde el nivel de UDI).
4. - Debe aparecer un "\*" en la PC. Si no ocurre esto existe alguna falla en la comunicación.
5. - Para cargar un programa, teclear en la PC: L <archivo>; donde "Archivo" es el nombre del archivo objeto (localizado).
6. - Si el archivo ha sido transferido correctamente, debe de aparecer un "\*" nuevamente en la PC.
7. - Para terminar, teclear una "Q" (quit) y presionar la tecla de "RETURN" <CR> en la PC; aparece nuevamente un "\*", teclear una "E" (exit) y <CR>, regresandose al nivel de UDI.
8. - Desconectar la PC de la tarjeta, conectando la terminal nuevamente y regresar al nivel de comandos del monitor.

- REGISTRO DE COMUNICACION CON EL PROCESADOR GENERAL.

Antes que los datos o comandos sean escritos desde el procesador general a la tarjeta gráfica, el procesador general deberá chequear el registro de estados para asegurar que el FIFO no está lleno.

1. - DATO LISTO. Cuando esta bandera tiene el valor de 1, indica que un byte esta disponible para ser leído por el procesador general. Este bit necesita examinarse antes de cada operación de lectura por el sistema microprocesador. La bandera es reestablecida después de que el dato es transferido desde el FIFO a el microprocesador.
2. - FIFO LLENO. Cuando esta bandera es 1, indica que el FIFO del controlador GDC esta lleno. Un valor de cero asegura que hay espacio disponible para un byte. Esta bandera necesita chequearse antes de cada operación de escritura al controlador GDC.
3. - FIFO VACIO. Esta bandera y la de FIFO LLENO coordinan el sistema de comunicación del sistema microprocesador con el FIFO del controlador GDC. Cuando este bit es 1, la bandera de vacio asegura que todos los comandos y sus parámetros enviados al controlador han sido procesados.

4. - DIBUJO EN PROCESO. Esta bandera del registro de estados es puesta a 1 mientras el controlador está dibujando.
5. - EJECUCION DMA. Este bit es 1 durante la transferencia de datos por DMA y es 0 cuando no hay accesos directos a memoria.
6. - SINCRONIA VERTICAL ACTIVA. Esta bandera es 1 durante el retraso vertical. Esta bandera coordina los comandos que modifican el formato de despliegue para el intervalo de blanqueo alrededor de sincronía vertical. Este elimina disturbios en el despliegue.
7. - RETRAZO HORIZONTAL ACTIVO. Un valor de 1 en esta bandera significa que el retraso horizontal está activo.
8. - DETECCION LAPIZ LUMINICO. Cuando este bit es 1, el registro de la dirección del lápiz lumínico (LAD) contiene un valor (dirección de una palabra) que el sistema microprocesador puede leer. Esta bandera es reestablecida después de tres bytes de direcciones del lápiz lumínico y es trasladado al FIFO en respuesta a la lectura del comando del lápiz lumínico.

#### 4.5.1 INICIALIZACION.

La secuencia de inicialización asegura que todos los registros estén en un estado apropiado y se ejecuta después de encender el equipo. Esta secuencia da un número indefinido de comandos de dibujo y despliegues que están fuera de la intervención del operador. Asimismo, esta secuencia es ejecutada para preparar la tarjeta para alguna operación.

Se deben tomar en cuenta dos variables: la resolución horizontal y la resolución vertical del monitor utilizado. Las características del monitor MITSUBISHI C-3910 que se empleó en el sistema son las siguientes [10]:

Frecuencia Horizontal 40-70 Hz

Frecuencia Vertical 15-18 KHz

Ancho de banda 25 MHz

Tiempo de retraso horizontal 9 us

Tiempo de retraso vertical 0.7 ms

- Secuencia de inicialización:

1.- Establecer el RESET.

Especificar:

a) Modo de operación.

Modo gráfico con video no entrelazado.

b) Palabras activas por línea.

$AW = [\text{resolución horizontal en puntos}/16] - 2.$

c) Sincronía horizontal.

La frecuencia de sincronía horizontal es de 18 KHz.

d) Sincronía vertical.

La frecuencia de trabajo para la sincronía vertical es de 50 Hz.

e) HFP

Según las especificaciones del controlador este valor necesita ser igual o mayor que dos palabras.

f) HBP

Este valor debe ser igual o más grande que 3 palabras.

g) VFP

h) Líneas activas por cuadro.

i) VBP

2.- Establecer el PITCH.

3.- Establecer el factor de ZOOM.

4.- Especificar las características del cursor.

a) Líneas/r igual a uno

b) Deshabilitar el cursor

5.- Especificar la dirección de inicio en PRAM.

a) Dirección igual a cero.

b) Longitud de bloque igual a 3FFH.

6.- Establecer el modo de sincronía.

Se trabajará en modo maestro.

7.- Limpiar la pantalla con el comando WDAT.

a) Establecer modo gráfico.

- b) Establecer dirección del cursor a cero.
- c) Configurar el comando MASK a 0FFFFH.
- d) Establecer la dirección a dos y el contador de dibujos (DC) a 3FFFFH
- e) Configurar el comando WDAT.

Transferencia de datos por palabra, primero byte menos significativo y luego el más significativo. El remplazo por patrón.

8.- Iniciar despliegue.

#### 4.5.2 DIBUJAR UN SIMBOLO

Los siguientes pasos se siguen cuando se desea dibujar caracteres o símbolos sobre la pantalla.

- 1.- Almacenar caracteres o símbolos dentro del parámetro RAM.
- 2.- Establecer el modo de modificación.
- 3.- Establecer el factor de ZOOM deseado.

- 4.- Posicionar el cursor como se requiera.
- 5- Establecer los parámetros de dibujo.
  - a) Seleccionar caracteres gráficos.
  - b) Establecer la dirección de trazo.
  - c) Designar el valor del contador de dibujos (DC) a siete.
- 6.- Dar el comando para caracter gráfico (GCHRD).
- 7.- Repetir la operación desde el paso 4. Debido a que se tienen múltiples planos de color.

#### 4.5.3 DIBUJAR FIGURA.

- 1.- Establecer el patrón de línea en los bytes 8 y 9 del parámetro RAM.
- 2.- Establecer el tipo de modificación.
- 3.- Determinar la posición del cursor.

4.- Establecer los parámetros de dibujo.

a) Seleccionar la figura apropiada y la dirección del trazo.

b) Cargar parámetros DC, D, D2, D1 y DM dentro del comando FIGS.

5.- Establecer el comando dibujar figura FIGD.

6.- Repetir desde el paso 3.

#### 4.5.4 SOMBREAR AREAS RECTANGULARES.

Los siguientes pasos se siguen para sombrear áreas rectangulares.

1.- Almacenar el tipo de sombreado dentro del parámetro RAM.

2.- Establecer el tipo de modificación.

3.- Establecer el factor de ZOOM deseado.

4.- Determinar la posición del cursor deseada.

5.- Determinar los parámetros de dibujo.

a) Seleccionar caracteres gráficos.

b) Establecer dirección de trazo.

c) Establecer DC para el largo del rectángulo.

d) Para dar la dimensión del ancho  $l$  de rectángulo se establecen los valores para D y D2 en el comando FIGS. D es el número de palabras que son accedadas a la derecha de la dirección del ángulo especificado.

6.- Establecer el comando GCHRD.

7.- Repetir desde el paso 4.

## CAPITULO 5

### APLICACION AL CONTROL DE SUPERVISION

#### 5.1 INTRODUCCION.

Actualmente, sistemas complejos y variados como redes de comunicación, sistemas de generación y distribución de la energía eléctrica ó procesos industriales son controlados y/o supervisados por medio de sistemas electrónicos de adquisición de datos.

El control y supervisión de procesos se hace a través de sistemas de cómputo, los cuales recogen los valores de las diferentes variables, tanto de entrada como de salida del proceso que proporcionan los sensores y actuadores del proceso. Sin embargo, no es una mera adquisición y almacenamiento de datos porque el sistema de cómputo lleva a cabo un procesamiento con los mismos, es decir, elabora informes de su evolución y ejecuta acciones de control.

La visualización gráfica de la información vehiculada ayuda a la comprensión y manejo de la misma. Una buena visión de lo que ocurre en la planta ayuda al operador a tomar mejores decisiones, lo que repercute en un mejor manejo de la planta supervisada.

La interfaz hombre/máquina provee los medios necesarios para establecer una comunicación accesible entre el operador y el sistema de cómputo. El presente capítulo se enfoca principalmente en la interfaz hombre/ máquina de los sistemas de control supervisorio (SCS) del sector eléctrico.

## 5.2 EVOLUCION DEL CONTROL EN PLANTAS DE GENERACION.

La evolución del control del proceso de generación eléctrica está marcada por la tecnología. El primer paso para poder regular es poder medir. Si no se es capaz de conocer el estado del proceso mediante la medición de alguna variable es imposible establecer que acción correctora y de qué magnitud se debe emplear. Por eso la evolución del control exige el desarrollo de sensores y de las técnicas de medida y tratamiento de la señal. En este punto se comenzó con dispositivos de tipo todo o nada, regulación intermedia o escalonada y el volumétrico, esto es en los controles de la combustión, como ejemplo.

El sistema de control todo o nada, se aplica a calderas pequeñas que queman gas o diesel. La instalación funciona a plena capacidad hasta que un termostato o presostato cierra el paso del combustible y del aire. Al producirse una disminución de temperatura o presión predeterminada, se vuelve a dejar pasar el combustible y aire con caudales prefijados. En los hogares mecánicos puede utilizarse un dispositivo para "mantener el fuego" durante el período de inactividad.

El sistema de regulación intermedia o escalonada consta de un elemento sensible a las variaciones de presión que transmite impulsos a un telemotor, el cual regula la velocidad o posición del registro de los motores de la alimentación de combustible y aire. La instalación debe ajustarse de manera que una disminución dada de la presión del vapor produzca un aumento proporcional en los caudales de combustible y aire.

El sistema de control volumétrico mide el caudal de vapor y lo regula atendiendo a los impulsos que solicitan aumento o disminución de dicho caudal. Este procedimiento es más sensible que el de la regulación intermedia, puesto que no descansa en un movimiento determinado del registro para producir un aumento dado en el caudal de vapor, sino que lo ajusta de acuerdo con el propio caudal.

Por lo tanto, no queda afectado por las variaciones de tensión y cambios de presión del aire y temperatura.

Como se puede observar de lo anterior, la señal no tenía ningún tratamiento; lo que variaba solía ser una longitud o una posición por deformación o desplazamiento mecánicos del sensor. Posteriormente se consiguió convertir esta señal mecánica en otra eléctrica que variaba continuamente. En la actualidad hay plantas generadoras que emplean el computador para diferentes tipos de control.

La situación antes de la aparición de los computadores en el campo del control de la planta era que el control lo realizaban reguladores analógicos de un solo lazo, ejecutados en las diferentes tecnologías existentes: neumática y electrónica principalmente. Si varios bucles estaban relacionados y las señales de medida y los de control de todos ellos podían transmitirse, se colocaban todos los reguladores juntos en un panel, con los registradores de las variables importantes, si las había y otros dispositivos para mando de los accionamientos.

El computador de vigilancia es la forma más elemental de empleo de la computadora. El costo de las instalaciones no permitía instalar un equipo nuevo, como era el computador, de forma que toda una instalación dependiera de él.

Por eso, manteniendo los dispositivos de control existentes el computador recoge los valores, tanto en entrada como en salida del proceso, que proporcionan los actuadores (o los reguladores) y los sensores del proceso. Sin embargo no es una mera adquisición y almacenamiento de datos porque el computador lleva a cabo una elaboración de los mismos; los trata para calcular índices y valores de otros parámetros no medibles; los compara con unos valores fijados en un umbral produciendo las correspondientes alarmas en caso de que los sobrepasen y elabora informes de su evolución. Sin embargo en este caso el computador no lleva a cabo acción alguna sobre los bucles de control de los que es independiente.

Visto el interés y la utilidad de la información elaborada por el computador de vigilancia, el paso siguiente es decidir aprovecharlo haciéndole intervenir en el bucle de control, aunque esta intervención no consiste en cerrar el lazo sino solamente en fijar las referencias o consignas de los reguladores analógicos. Por una parte esto hace que se mantenga la instalación existente, añadiendo sólo el computador y si éste falla, los reguladores de cada bucle siguen funcionando y no se pierde el control.

Cuando se ve que el computador es capaz de responder correctamente, se le encarga ya la tarea central de control, prescindiendo y sustituyendo a los mismos reguladores analógicos.

El computador se hace cargo directamente de la adquisición de los datos, compararlos con los valores deseados después de todas las adaptaciones de la señal necesarias, elaborar las órdenes de control calculando el algoritmo correspondiente a la ley de control que se desea utilizar, y enviar dichas órdenes de control a los actuadores correspondientes.

El sistema de adquisición y control (SAC) desarrollado en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) tiene el propósito de ofrecer un equipo de cómputo que monitorea y maneja dispositivos del mundo real. El objetivo básico de esta línea de adquisición es conectar los computadores del centro de control junto a los dispositivos a controlar.

El sistema está diseñado en forma modular, donde cada uno de los módulos se encarga de una función específica. Los módulos electrónicos efectúan tareas como el control y la supervisión de procesos; dentro de esta última se considera la adquisición de datos. Estos, además de facilitar que el sistema se adecue a las necesidades particulares del proceso, permite realizar un mantenimiento más rápido y eficiente. Las funciones que efectúa la línea SAC se logra mediante tarjetas electrónicas que realizan diferentes operaciones con el propósito de monitorear variables físicas, controlar variables continuas o para que el sistema se comunique con otro similar, con una computadora externa o un monitor.

La tarjeta gráfica diseñada (controlador gráfico) durante el desarrollo de esta tesis es la que sirve de interface entre el monitor cromático y el microprocesador denominado CPU. La tarjeta de entradas analógicas que se utilizan para la adquisición de datos analógicos, puede utilizarse para medir la temperatura de un horno por medio de un termopar, que envía a la tarjeta un voltaje proporcional a la temperatura registrada, dicho voltaje es sensado por la tarjeta maestra para controlar el encendido o apagado de un quemador a través de una salida determinada.

En relación con la tipificación y el registro de fallas en generadores de vapor se elaboran programas para captura de datos de diseño (material, espesor, diámetro y localización) de tuberías de calderas. La tarjeta gráfica o controlador gráfico sirve para desplegar la información anterior.

En los inicios del decenio de los setentas se revolucionó el concepto de control basado en computadora, debido a la aparición de unidades de desplegado en calor. Estas unidades permiten por medio de símbolos semigráficos crear diagramas representativos de la red eléctrica y de la configuración de las plantas de generación y subestaciones. La evolución en el manejo de datos permitió desplegar la información en los diagramas en pantallas, logrando así presentar información visual a color rica en significado.

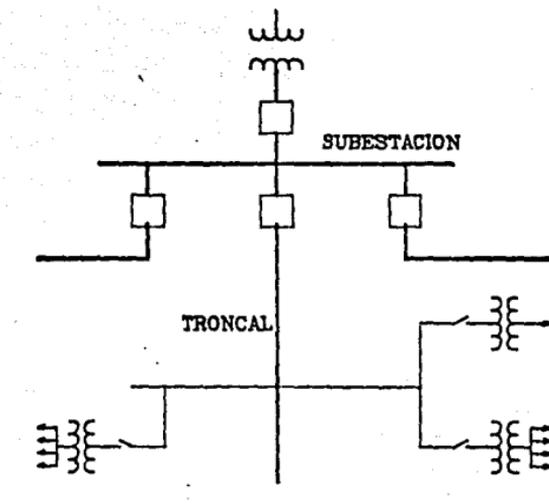


FIGURA 5-1.

DIAGRAMA UNIFILAR.

La capacidad de proceso de las minicomputadoras ha ido en constante aumento, al mismo tiempo que su precio ha decrecido. Este fenómeno permitió, desde la segunda mitad de la década de los setentas, pensar en realizar en tiempo real el análisis de la seguridad del sistema y, después la optimización económica de la producción. La piedra angular de este desarrollo fue el estimador de estado, que permite calcular el estado de la red eléctrica (voltajes en los nodos del sistema eléctrico) a partir de un conjunto de mediciones.

### 5.3 EL CONTROL DE ENERGIA ELECTRICA.

En la figura 5-2 se presenta un modelo con las principales funciones principales de un sistema de control de energia. La función más importante es la adquisición de datos y control supervisorio que, como su nombre lo indica, recaba información - proveniente, de manera directa, del sistema de potencia o de otros centros de control subordinados- y supervisa la operación en tiempo real. La información adquirida se mantiene en una base de datos, que es un sistema de almacenamiento y manejo de datos.

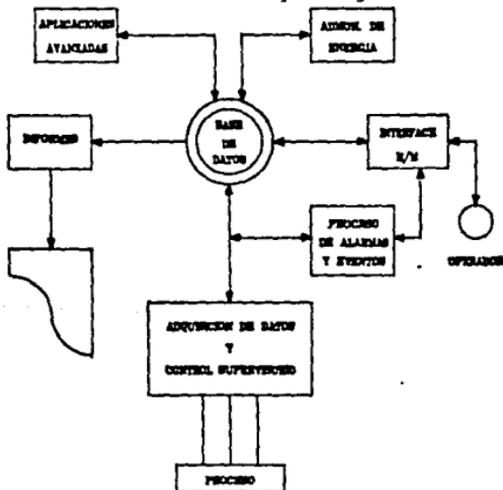


FIGURA 5-2.

FUNCIONES PRINCIPALES DE UN SISTEMA  
DE CONTROL DE ENERGIA.

El proceso de alarmas y eventos registra los cambios en el sistema eléctrico bajo control y desencadena alarmas cuando se detectan eventos anormales, tales como la apertura de un interruptor o la violación de un límite de generación.

La interfaz hombre/máquina es el medio a través del que el operador del sistema eléctrico interactúa con el sistema de cómputo que controla en tiempo real el proceso.

La presentación de la información del sistema supervisado debe ser clara y objetiva, empleando dispositivos y equipo auxiliar como terminales de video a color ó paneles mímicos [11].

En la actualidad se encuentran sistemas de control basados en computadoras que supervisan varias decenas de miles de puntos telemididos (30 a 40 000 puntos). Estos sistemas controlan la generación y la transmisión de electricidad en grandes sistemas y aseguran el uso eficiente de los recursos energéticos, observando las condiciones de seguridad de la red eléctrica. El costo de un sistema de este tipo varía entre 3 y 4 millones de dólares, estas inversiones se justifican porque se obtiene un conocimiento constante del estado de la red eléctrica para garantizar la continuidad del servicio.

El sistema de administración de energía contempla funciones como el control automático de la generación, que se ocupa de modular la generación de ciertas unidades para mantener el balance entre la demanda de energía eléctrica y la frecuencia; el control del intercambio de energía con otros sistemas.

La aparición de unidades semigráficas de video en color como fundamento de la interfaz hombre-máquina trajo como consecuencia la necesidad de reorganizar la información en la computadora para presentarla con una estructura lógica, como el operador percibe el proceso. Para hacer eficiente y confiable este manejo se empezaron a utilizar técnicas de base de datos.

Desde el inicio del presente decenio, al crecer al tamaño y la complejidad de los sistemas controlados, a la par que las compañías eléctricas requerían más información de los sistemas de control, se prosiguió a distribuir las funciones de control, lo que fué posible, una vez más, gracias a la disponibilidad de microprocesadores y minicomputadoras cada vez más poderosos.

Las funciones primarias de control se delegaron al nivel de unidades terminales remotas, coordinadas por centros de control regionales.

Estos centros de control regionales son a su vez, coordinados por niveles jerarquicos superiores, en los que es frecuente encontrar varias computadoras que comparten las tareas de adquisición de datos, interface hombre/máquina, administración de energía y aplicaciones avanzadas, en forma pre-establecida.

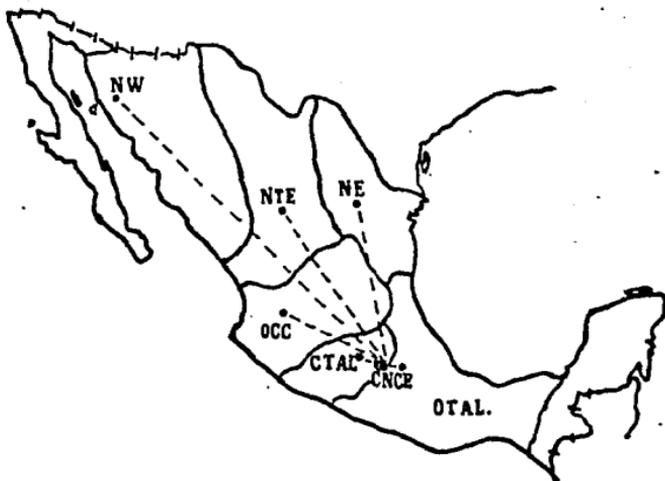


FIGURA 5-3  
ESTRUCTURA JERARQUICA DE LAS FUNCIONES  
PRINCIPALES DEL SISTEMA ELECTRICO.

#### 5.4 SISTEMA DE COMUNICACION HOMBRE/MAQUINA EN SCS.

El sistema de interfaz hombre/máquina debe ser capaz de aceptar las solicitudes para efectuar operaciones sobre el sistema supervisado, por lo general a través de un teclado alfanumérico, de manera sencilla (por ejemplo empleando teclas dedicadas). La sencillez en el despliegue de la información y en el manejo de las solicitudes del operador, implica en este último caso la validación de las peticiones, especialmente en caso de cambios en la configuración del sistema supervisado ó del sistema de cómputo asociado [12].

Todo sistema de supervisión y control (SCS) remotos consta de los elementos mostrados en la figura 5-4., y que son:

- Dispositivos sensores y de control.
- Unidades terminales remotas (UTR).
- Medios de comunicación.
- Estación maestra.
- Dispositivos de entrada/salida para la interacción con el operador.

Los dispositivos sensores y de control, están conectados directamente al proceso que se desea supervisar y controlar. Los sensores toman lecturas o mediciones del proceso y las traducen a una forma inteligible para las UTRs.

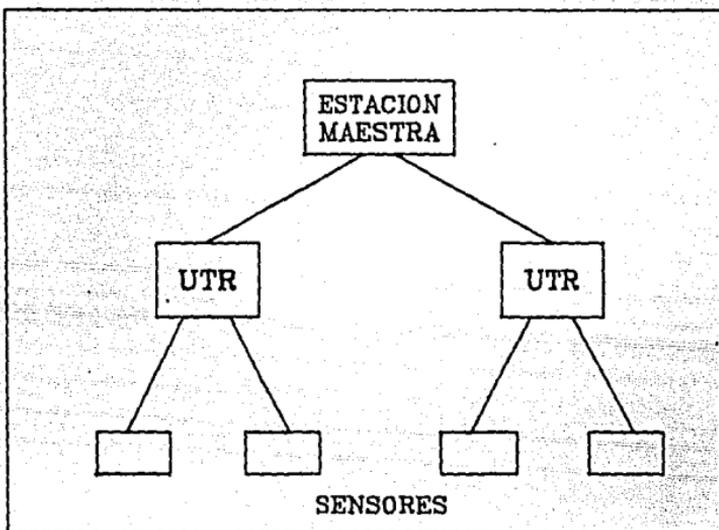


FIGURA 5-4  
ESTRUCTURA TIPICA.

Los dispositivos de control, realizan la operación inversa, es decir, la información obtenida de las UTRs es traducida a alguna acción, ya sea mecánica, eléctrica, hidráulica o de cualquier otro tipo.

Las UTRs que se encuentran localizadas en plantas y subestaciones exploran los sensores conectados a ellas de acuerdo a un esquema que generalmente es secuencial. La información recabada puede ser utilizada para ejercer alguna acción de control localmente, o para ser enviada a la estación maestra para su procesamiento ulterior.

La estación maestra es el sistema de cómputo que recibe la información de campo y la procesa. Inmediatamente después es mostrada al operador a través de la interfaz hombre/máquina. Además ejecuta todas las peticiones del operador y las envía, en caso necesario, hacia las terminales remotas (UTR) para su tratamiento.

Los medios de comunicación son el enlace entre la Estación Maestra y las UTRs. La manera específica en que se realiza dicho enlace dependerá de las características y requerimientos del proceso a supervisar y controlar. Los medios o canales de comunicación más comunes son: radio, modems, vía telefónica, etc. Asimismo, la forma comúnmente utilizada para llevar a cabo la comunicación es mediante la exploración secuencial y cíclica.

Los dispositivos de entrada/salida para la interacción con el operador son los medios por los cuales el sistema de control visualiza los resultados y el operador introduce comandos hacia el sistema.

La configuración, desde el punto de vista del equipo en la estación maestra, consiste normalmente de uno o más procesadores (central y de comunicaciones) encargados de llevar a cabo la comunicación con las UTRs, almacenar la información y de manejar las unidades utilizadas para la comunicación hombre/máquina.

La operación de un SCS se basa en una relación maestro-esclavo, es decir, las UTRs son esclavas del procesador de comunicaciones y éste último es esclavo del central. Sin embargo, tanto las UTRs, como el procesador de comunicaciones deben realizar tareas específicas independientemente de su maestro, lo que significa que la relación maestro-esclavo solo se manifiesta en el momento de la comunicación. Las UTRs no pueden comunicar ninguna información al procesador de comunicaciones si éste no la ha solicitado y lo mismo ocurre entre el procesador de comunicaciones y el central.

De esta manera, las UTRs, estarán recabando secuencialmente la información de los sensores conectados a ellas y almacenando dicha información. En cada ciclo de exploración las UTRs, actualizan la información almacenada y siempre están atentas a cualquier solicitud que les sea hecha por el procesador de comunicaciones.

Finalmente, el procesador central, interrogará al de comunicaciones y de esta forma la información de todo el proceso supervisado queda disponible en la estación maestra.

Una vez recibida la información en el procesador central de la estación maestra, el sistema se encargará de almacenar y procesar la información de manera que el operador pueda accederla rápida y fácilmente mediante los dispositivos de interactividad a su disposición.

El sistema de programas mostrado en la figura 5.5 está constituido por los módulos siguientes:

- Módulo de entrada y salida de datos.
- Módulo de comunicación hombre/máquina.
- Manejador de base de datos.

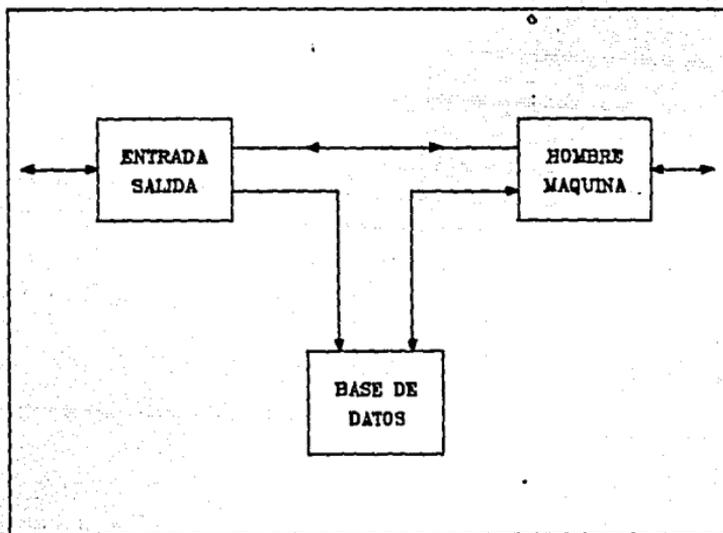


FIGURA 4.5

ESQUEMA DEL SISTEMA DE PROGRAMAS.

#### 5.4.1 MODULO DE ENTRADA Y SALIDA DE DATOS.

Este módulo se encarga de las tareas siguientes:

1. - Manejar la comunicación entre procesador central y procesadores de comunicación de la estación maestra.
2. - Mantener una imagen actualizada del proceso supervisado.
3. - Informar al módulo de interfaz hombre/máquina de los cambios que hayan ocurrido en el proceso supervisado.
4. - Enviar la información actualizada a la base de datos.
5. - Recibir las peticiones del operador vía el módulo de comunicación hombre/máquina para canalizarlas hacia el procesador de comunicaciones.

#### 5.4.2 MODULO DE COMUNICACION HOMBRE/MAQUINA.

Las tareas que realiza este módulo son las siguientes:

1. - Recibe la información del módulo de entrada y salida de datos, la interpreta y la muestra al operador en una forma apropiada, por ejemplo, enviándola a imprimir o representándola gráficamente o en forma tabular en una pantalla.

2. - Interpreta las peticiones del operador, normalmente realizadas a través de un teclado y solicita su ejecución al módulo correspondiente.
3. - Maneja los dispositivos de interacción a disposición del operador.

#### 5.4.3 MANEJADOR BASE DE DATOS.

La base de datos cumple con las funciones básicas siguientes:

1. - Recibe y almacena ordenadamente la información suministrada por los módulos de entrada y salida de datos y de comunicación hombre/máquina.
2. - Proporciona las primitivas necesarias para el manejo de datos, es decir, búsquedas, administración de archivos, etc.

En este trabajo se tuvo interés en los dispositivos de interacción con el operador, particularmente aquellos que despliegan la información, necesitando para esto una clasificación de los mismos.

## 5.5 TIPOS DE IMAGEN EN LOS SCS.

En el caso de los sistemas de control supervisorio (SCS), las imágenes que se utilizan son del tipo simbólicas a base de mímicos que ilustran el sistema que se está supervisando.

En un sistema de control supervisorio del sector eléctrico, los símbolos utilizados para representar dispositivos en esta área pueden ser estáticos y dinámicos. Dentro de los primeros se tienen: transformadores, barras de alimentación, líneas de conexión, capacitores, etc. Y en el segundo tipo se encuentran: cuchillas verticales (abiertas o cerradas), cuchillas horizontales (abiertas o cerradas), interruptores verticales abiertos o cerrados, interruptores horizontales abiertos o cerrados, etc.

## 5.6 RE-EVOCACION DE LA TARJETA GRAFICA.

La aplicación de la tarjeta gráfica dentro del control supervisorio, implica la consideración del dispositivo de despliegue. En efecto, la tarjeta gráfica es el enlace entre el módulo de comunicación hombre-máquina y la terminal de video. Por lo tanto, es necesario conocer los comandos que la tarjeta debe interpretar para que sea justificable su uso en los SCS.

En los SCS la información que debe desplegarse puede ser de dos tipos: alfanuméricos y gráficos. La información alfanumérica es generada por medio de textos en código ASCII. La información gráfica puede ser producida de dos maneras distintas:

a) Por asociación de figuras básicas (rectas, círculos, rectángulos, puntos, sombreado de áreas). Este modo de generación de figuras es especialmente utilizado para la presentación de dispositivos empleados en el área eléctrica (transformadores, etc).

b) Mediante una matriz de puntos del tamaño de los caracteres ASCII.

En base a estas dos filosofías se considera a la tarjeta gráfica como un controlador de caracteres o como un controlador punto a punto o bit-map de la terminal de video. Debido a que la tarjeta tiene la capacidad de operar en cualquiera de estas dos formas, su integración a un SCS no presenta ningún problema.

#### 5.7 COMANDOS DE GENERACION DE FIGURAS BASICAS.

El enlace entre los diagramas simbólicos y la tarjeta gráfica lo constituyen una serie de rutinas simples o primitivas gráficas necesarias para el desarrollo y control de la imagen a sintetizar. A continuación se mencionan las diferentes rutinas que fueron implementadas.

### 5.7.1 TRAZO DE UN RECTANGULO.

La rutina "rectángulo" traza esta figura en el monitor con el método de trazo punto a punto. MRECTANGULO es el procedimiento que obtiene del usuario las dimensiones del rectángulo y lo dibuja usando la rutina "rectángulo". Los parámetros que deberán pasarse son: la longitud y altura del rectángulo, la dirección de trazo, modo de punteado de línea y tipo de sombreado.

### 5.7.2 CURSOR.

Cuando la tarjeta opera en modo punto a punto el cursor no es desplegado.

La rutina "cursor" obtiene la dirección del cursor en base a las coordenadas X y Y. MCURSOR es el procedimiento que mueve al cursor a las coordenadas deseadas. Sus entradas son las coordenadas X y Y, así como el color que se quiere asignar.

### 5.7.3 SOMBREAR AREAS.

La rutina "llenarea" sombrea áreas rectangulares por medio de la técnica punto a punto. Sus entradas son: la dirección de trazo, la longitud y altura del rectángulo y tipo de punteado de línea.

#### 5.7.4 TRAZO DE UN CIRCULO.

La rutina "circulo" traza un círculo punto a punto dada una posición (x,y) y la dimensión del radio. MCIRCULO es el procedimiento que obtiene del usuario las dimensiones del círculo deseado y lo dibuja usando la rutina "circulo". Los parámetros que deberán pasarse son: la posición (x,y), la dimensión del radio (r), el modo de línea y el color deseado.

#### 5.7.5 TRAZAR UNA RECTA.

La rutina "línea" traza una recta tomando en cuenta dos puntos. MLINEA es el procedimiento que dibuja una recta usando la rutina "línea" y obtiene del usuario las coordenadas de los puntos, el modo de línea y el color.

#### 5.7.6 TRAZO DE SIMBOLOS.

La rutina "símbolo" traza el caracter seleccionado en la dirección deseada utilizando el modo de despliegue por caracter. MSIMBOLO es el procedimiento que dibuja caracteres utilizando la rutina "símbolo". Los parámetros que deba pasar el usuario son: la dirección del trazo, el tipo de video y el caracter seleccionado (0...9), (A...Z). Asimismo, la generación de caracteres o símbolos gráficos para los SCS del sector eléctrico pueden ser representados punto a punto.

#### 5.7.7 TRAZO DE UN ARCO.

La rutina "arco" traza un arco en el monitor punto a punto. MARCO es el procedimiento que obtiene del usuario los parámetros necesarios como la dirección del trazo, el radio, el ángulo y el modo de línea para poder desplegar esta figura con un llamado a la rutina "arco".

#### 5.7.8 TRAZO DE UN MAPA.

La rutina "gráfico" es llamada en el procedimiento MGRAFICO. Este procedimiento dibuja un mapa de la República Mexicana que fué cargado por medio de una tabla de coordenadas, por el método punto a punto. El único parámetro que debe pasarse es el color deseado.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

- La tarjeta gráfica diseñada es la interfaz entre dispositivos interactivos de entrada/salida para despliegues gráficos y un módulo microprocesador.

- La comunicación entre la tarjeta gráfica y el microprocesador se realiza a través de registros que están mapeados en el espacio de direccionamiento de Entrada/Salida del microprocesador.

- Esta tarjeta puede operar con sistemas de 8 bits (CPU 8088 u 8085) o con sistemas de 16 bits (CPU 8086), aunque la velocidad de despliegue de imágenes en la pantalla depende solamente de la velocidad a la que opera el controlador de video 82720 de INTEL.

- El módulo gráfico diseñado es compatible con aquellos sistemas que tienen la capacidad de enlazarse con IBUS II. Este bus es una norma en el Departamento de Electrónica del IIE. Sin embargo, también puede comunicarse a través del bus ISBX de INTEL, lo cual lo hace compatible con todos los dispositivos que pertenecen a la familia INTEL.

- En los criterios de diseño intervienen los factores de resolución, número de colores y aplicación, siendo este último el más importante en el diseño.

- Una de las características interesantes de la tarjeta gráfica es que se acopla a pantallas cuyo tipo de barrido es secuencial, es decir tipo TV, utilizando para ésto una memoria video (bit-map). En la memoria RAM se encuentra la información a desplegar y la tarjeta gráfica mapea uno a uno los puntos de esta información (pixels) hacia la terminal de video.

- El módulo gráfico diseñado tiene una mediana resolución de (512x512 puntos). Debido a ésto, puede acoplarse a un monitor cromático comúnmente utilizado con resolución de 512x360 puntos. Esta resolución es la mínima necesaria para manejar pantallas en sistemas de control supervisorio.

- Para poder emplear la tarjeta gráfica con otro monitor y en otras aplicaciones que requieran mayor resolución, es necesario hacer algunos cambios tanto en la capacidad de direccionamiento de la memoria video como en la programación del controlador de video (GDC).

- Otro aspecto importante en el diseño de la tarjeta gráfica se refiere a la velocidad de actualización de los pixels. La arquitectura de la memoria video por planos de información necesita tres accesos al microprocesador para la modificación de un solo pixel. Esto es debido a que en este esquema, la memoria es seccionada en tres planos para manejar los colores primarios rojo, verde y azul. Todo esto se traduce en una reducción de dicha velocidad.

- La tarjeta gráfica tiene ocho colores disponibles para los despliegues, suficientes para aplicaciones en el control de supervisión.

- Con la adición de rutinas gráficas, la tarjeta reduce la generación de imágenes a una serie de llamados a dichas rutinas en un lenguaje de alto nivel. Una imagen compleja puede ser dibujada auxiliándose de un manejador de comandos de dibujo. Círculos, arcos, líneas, rectángulos, caracteres y sombreado de áreas rectangulares son dibujados por medio de un solo llamado a la rutina correspondiente.

De la misma manera, se requiere de un solo comando para cambiar el color, el estilo de línea, el patrón de sombreado o definir un símbolo de 8x8. En el caso del control supervisorio éste es suficiente para implementar los tipos de diagramas que se utilizan.

En lo que concierne a las perspectivas futuras para mejorar la tarjeta gráfica y poderla utilizar en otras aplicaciones, se puede citar:

- La adaptación de un dispositivo de interactividad de entrada que en este caso es un lápiz lumínico.

- La utilización de los circuitos de arreglo lógico programable, para reducir los elementos de lógica discreta.
- Uso de múltiples controladores 82720 para generación de ventanas. Esto es interesante para obtener una mayor capacidad gráfica utilizando varios de ellos. Con el uso de estos circuitos controladores es posible soportar múltiples ventanas, incrementar la rapidez de dibujo y aumentar los bits por "pixel". Cada ventana podrá asociarse a la supervisión específica de un proceso, logrando con esto una respuesta muy corta en el desplegado de la información. El incremento de la rapidez se logra al conectar los 82720s en paralelo. Finalmente, cada 82720 contribuye a una porción del número de bits necesarios por "pixel".

## ANEXO.

En este anexo primeramente se describen las especificaciones físicas y mecánicas que debe cumplir el módulo electrónico diseñado, para satisfacer la norma del canal de comunicación IBUS-II. Posteriormente se muestran las hojas de datos de algunos circuitos integrados empleados en el diseño. Así como una tabla donde se especifican las terminales de alimentación y tierra de cada circuito.

### - CARACTERISTICAS DEL TRASPLANO.

El trasplano de IBUS-II incluye una sección destinada a la conexión de la fuente de poder, otra a la de los módulos microprocesadores, memorias y otra sección opcional para las aplicaciones específicas de los usuarios. La altura del trasplano es de 34.3 cm; la longitud es de 41.15 cm.

### - DIMENSION DE LOS MODULOS.

Dependiendo del tipo de aplicación las dimensiones del módulo pueden ser de dos tamaños. Tarjeta grande (TG) de 30.5x16.5 cm y tarjeta pequeña (TP) de 15.25x16.5 cm. El módulo gráfico diseñado está integrado en una tarjeta pequeña.

La conexión entre los módulos y el trasplano en IBUS-II está asegurada por conectores de tipo "BERG", el macho (J1 y J2) sobre el trasplano y la hembra (P1 y P2) sobre los módulos. En el caso de las tarjetas pequeñas, el macho (J3) va montado sobre el módulo mientras que la hembra (P3) constituye la parte móvil. Los conectores constan de 74 contactos divididos en dos columnas, la separación entre contactos y columnas es de 3.81 mm.

- INTERFACE AL MONITOR CROMATICO.

En la implementación del cable para enlazar la tarjeta gráfica con un monitor cromático se emplearon cuatro conectores BNC, cable coaxial y dos conectores DB-9 (hembra y macho). La asignación de terminales del conector de la tarjeta gráfica para el acoplo al TRC es la siguiente:

CONECTOR (J2)  
TARJETA GRAFICA

DB-9

1  
2  
3  
4  
6  
7  
8  
9

FUNCIÓN.

ROJO VIDEO  
TIERRA  
AZUL VIDEO  
TIERRA  
CSYNC/  
TIERRA  
VERDE VIDEO  
TIERRA

- TABLA DE ALIMENTACION Y TIERRAS.

Todos los circuitos integrados son alimentados a +5V.

CIRCUITO	TERMINALES		FUNCION
	+V	GND	
82720	40	20	GDC
74LS688	20	10	COMPARADOR
74LS245	20	10	TRANCEPTOR
74LS373	20	10	LATCH
74LS139	16	08	DEMUX/DECOD.
74LS096	05	12	REG. CORRIMIENTO
74LS166	16	08	REG. CORRIMIENTO
74LS174	16	08	F.F.D
74LS032	14	07	OR
74LS004	14	07	INVERSOR
74LS093	05	10	CONTADOR
74LS008	14	07	AND
74LS128	14	07	MANEJADOR DE LINEA
43256	28	14	MEMORIA ESTATICA

A continuación se presenta la hoja de datos del controlador de desplegados gráficos utilizado en el diseño, así como la hoja de datos de las memorias.

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin No.	Type	Name and Description
2XWCLK	1	I	Clock Input
DBIN	2	O	Display Bus Input: Read strobe output used to read display memory data into the GDC.
HRSYNC	3	O	Horizontal Sync: Output used to enable the horizontal retrace of the CRT display.
WEXT SYNC	4	IO	Vertical Sync: Output used to initiate the vertical retrace of the CRT display. In slave mode, this pin is an input used to synchronize the GDC with the master raster timing device.
BLANK	5	O	Blank: Output used to suppress the video signal.
FGS (ALE)	6	O	Flow Address Strobe (Address Latch Enable): Output used to start the control timing chain when used with dynamic RAMs. When used with static RAMs, this signal is used to demultiplex the display of host data bus.
DRQ	7	O	DMA Request: Output used to request a DMA transfer from a DMA controller (R20) or IO processor (6004).
DACK	8	I	DMA Acknowledge: Input used to acknowledge a DMA transfer from a DMA controller or IO processor.
RD	9	I	Read: Input used to strobe GDC Data into the microprocessor.
WR	10	I	Write: Input used to strobe microprocessor data into the GDC.
AO	11	I	Register Address: Input used to select between commands and data read or write.
DB0	12	IO	Directional Microprocessor Data Bus Line: Input enabled by WR, Output enabled by RD.
DB1	13		
DB2	14		
DB3	15		
DB4	16		
DB5	17		
DB6	18		
DB7	19		
GND	20		Ground.
Vcc	40		+5V Power Supply
A <sub>17</sub>	39	O	Graphics Mode: Display Address Bit 17 Output Character Mode: Cursor and Line Counter Bit 4 Output Mixed Mode: Cursor and Image Mode Flip
A <sub>8</sub>	38	O	Graphics Mode: Display Address Bit 18 Output Character Mode: Line Counter Bit 3 Output Mixed Mode: Attribute Byte and Line Counter Reset
AD <sub>15</sub>	37	IO	Graphics Mode: Display Address/Data Bits 13-15 Character Mode: Line Counter Bits 0-2 Output Mixed Mode: Display Address/Data Bit 13-15
AD <sub>14</sub>	36		
AD <sub>13</sub>	35		
AD <sub>12</sub>	34	IO	Display Address/Data Bits 0-12
AD <sub>11</sub>	33		
AD <sub>10</sub>	32		
AD <sub>9</sub>	31		
AD <sub>8</sub>	30		
AD <sub>7</sub>	29		
AD <sub>6</sub>	28		
AD <sub>5</sub>	27		
AD <sub>4</sub>	26		
AD <sub>3</sub>	25		
AD <sub>2</sub>	24		
AD <sub>1</sub>	23		
AD <sub>0</sub>	22		
LPEN	21	I	Light Pen Detect Input

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\*

Ambient Temperature Under Bias ..... 0°C to 70°C  
 Storage Temperature ..... -65°C to 150°C  
 Voltage on any Pin with Respect  
 to Ground ..... -0.5V to +7V  
 Power Dissipation ..... 1.5 Watt

\*COMMENT: Exposing the device to stresses above those listed in Absolute Maximum Ratings could cause permanent damage. The device is not meant to be operated under conditions outside the limits described in the operational sections of this specification. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## DC CHARACTERISTICS

TA = 0°C to 70°C; VCC = 5V ± 10%; GND = 0V

Symbol	Parameter	Limits		Unit	Conditions
		Min.	Max.		
V <sub>IL</sub>	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
V <sub>IH</sub>	Input High Voltage Except DACK	2.2	V <sub>CC</sub> + 0.5	V	
V <sub>OL</sub>	Output Low Voltage		0.45	V	I <sub>OL</sub> = 2.2 mA
V <sub>OH</sub>	Output High Voltage	2.4		V	I <sub>OHI</sub> = -400 μA
I <sub>OZ</sub>	Output Leakage Current		± 10	μA	V <sub>SS</sub> = 0.45 ~ V <sub>I</sub> < V <sub>CC</sub>
I <sub>IL</sub>	Input Leakage Current		± 10	μA	V <sub>SS</sub> < V <sub>I</sub> < V <sub>CC</sub>
V <sub>CL</sub>	Clock Input Low Voltage	-0.5	0.6	V	
V <sub>CH</sub>	Clock Input High Voltage	3.5	V <sub>CC</sub> + 0.5	V	
I <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> Supply Current		270	mA	Typical = 150 mA
V <sub>IHI</sub>	Input High Voltage DACK Only	2.4	V <sub>CC</sub> + 0.5	V	(1)

## CAPACITANCE (nF)

TA = 25°C; VCC = 5V ± 10%; GND = 0V

Symbol	Parameter	Limits		Unit	Conditions
		Min.	Max.		
C <sub>IN</sub>	Input Capacitance		10	pF	f <sub>c</sub> = 1 MHz V = 0
C <sub>IO</sub>	IO Capacitance		20	pF	
C <sub>OUT</sub>	Output Capacitance		20	pF	
C <sub>O</sub>	Clock Input Capacitance		20	pF	

- (1) Suggest pull up resistor to reduce noise sensitivity on DACK only.  
 (2) Sample tested initially.

**A.C. CHARACTERISTICS** ( $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+70^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 0\text{V}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V} \pm 10\%$ )

**DATA BUS READ CYCLE**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$t_{AS}$	Ag Setup to $\overline{RD}$	0		0		0		ns	
$t_{AH}$	Ag Hold after $\overline{RD}$	0		0		0		ns	
$t_{WD}$	$\overline{RD}$ Pulse Width	$t_{WD} \geq 20$		$t_{WD} \geq 20$		$t_{WD} \geq 20$		ns	
$t_{DD}$	$\overline{RD}$ to Data Out Delay		120		80		70	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{DF}$	$\overline{RD}$ to Data In Delay	0	120	0	100	0	90	ns	
$t_{RW}$	$\overline{RD}$ Recovery Time	$4 t_{CY}$		$4 t_{CY}$		$4 t_{CY}$		ns	

**DATA BUS WRITE CYCLE**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$t_{WS}$	W <sub>0</sub> Setup to $\overline{WD}$	0		0		0		ns	
$t_{WH}$	W <sub>0</sub> Hold after $\overline{WD}$	0		0		10		ns	
$t_{WV}$	$\overline{WD}$ Pulse Width	120		100		90		ns	
$t_{WD}$	$\overline{WD}$ to Data In Delay	60		ns		70		ns	
$t_{WFI}$	Data Hold after $\overline{WD}$	10		10		10		ns	
$t_{WR}$	$\overline{WD}$ Recovery Time	$4 t_{CY}$		$4 t_{CY}$		$4 t_{CY}$		ns	

**DISPLAY MEMORY TRAP**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$t_{CS}$	Address Bus Delay from $\overline{PWRCLK}$	70	160	20	130	30	110	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{AC}$	Address Bus Hold Time	70	160	20	130	20	110	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{DC}$	Input Data Setup to $\overline{PWRCLK}$	0		0		0		ns	
$t_{DO}$	Input Data Hold After $\overline{PWRCLK}$	$t_{DO}$		$t_{DO}$		$t_{DO}$		ns	
$t_{D}$	$\overline{PWRCLK}$ to $\overline{RD}$	30	120	20	90	20	80	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{DHI}$	$\overline{PWRCLK}$ to ALE	30	120	20	100	20	90	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{DA}$	$\overline{PWRCLK}$ to ALE	15	100	15	70	15	70	ns	$CL = 50\text{pF}$
$t_{AL}$	ALE Low Time	$t_{PL} + 30$		$t_{CL} + 20$		$t_{CH} + 30$		ns	
$t_{AH}$	ALE High Time	$t_{PH} + 20$		$t_{CH} + 20$		$t_{CH} + 20$		ns	
$t_{CP}$	Setup to $\overline{RD}$ Delay from $\overline{PWRCLK}$		150		120		100	ns	
$t_{FAS}$	ALE to $\overline{RD}$ Hold Time After ALE	30		30		30		ns	
$t_{FAS}$	ALE to $\overline{RD}$ Hold Time Before ALE	20		20		0		ns	

**A.C. CHARACTERISTICS (Continued)**
**OTHER TIMING**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$T_{PC}$	LPEN or VSYTC Input Setup to $\overline{ZK}/VCLK1$	70		70		15		ns	
$T_{PP}$	LPEN or VSYTC Input Pulse Width	$T_{CY}$		$T_{CY}$		$T_{CY}$		ns	

**CLOCK TIMING**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$T_{CY}$	Clock Period	250	7000	700	7000	180	7000	ns	
$T_{CH}$	Clock High Time	105		80		70		ns	
$T_{CL}$	Clock Low Time	105		80		70		ns	
$T_R$	Rise Time		20		20		20	ns	
$T_F$	Fall Time		20		20		20	ns	

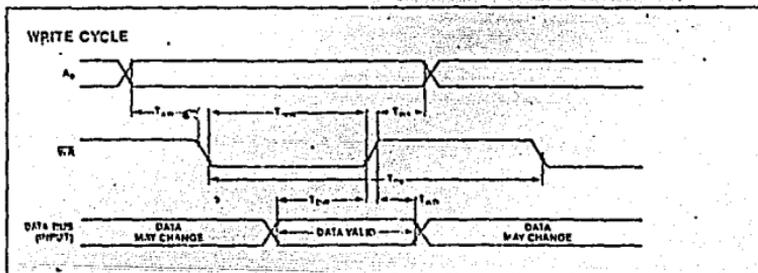
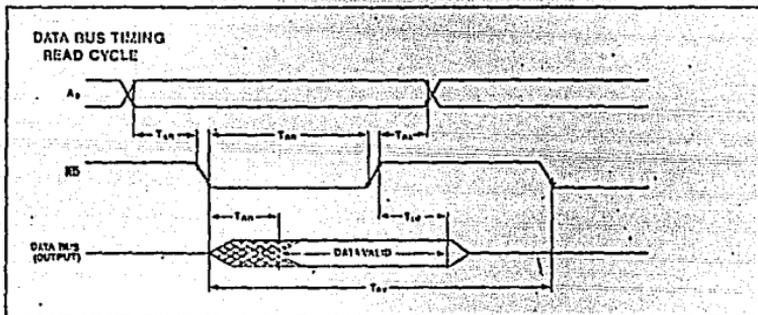
**DMA TIMING**

Symbol	Parameter	82720		82720-1		82720-2		Units	Test Conditions
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
$T_{ACK}$	$\overline{VACK}$ Setup to RD1 or WR1	7		0		0		ns	
$T_{CAC}$	$\overline{VACK}$ Hold from RD1 or WR1	0		0		0		ns	
$T_{BUS}$	165 Pulse Width	$T_{CY} + 20$		$T_{CY} + 20$		$T_{CY} + 20$		ns	
$T_{D01}$	RD1 to DMA Out Delay		$15 T_{CY} + 100$		$15 T_{CY} + 100$		$15 T_{CY} + 70$	ns	CL = 50pF
$T_{D0}$	$\overline{VACK}$ to DMA Out Delay		150		120		100	ns	CL = 50pF
$T_{D1}$	DMA Q Setup to RD0/1	0		0		0		ns	
$T_{D0/1}$	$\overline{VACK}$ to DREQ1 Delay		$T_{CY} + 150$		$T_{CY} + 120$		$T_{CY} + 100$	ns	CL = 15pF
$T_{D11}$	DMA1 High Time	$T_{CY}$		$T_{CY}$		$T_{CY}$		ns	
$T_{D12}$	$\overline{VACK}$ Cycle Time, Word 0-3	4 $T_{CY}$		4 $T_{CY}$		4 $T_{CY}$		ns	
$T_{D13}$	$\overline{VACK}$ Cycle Time, Byte 0-3	5 $T_{CY}$		5 $T_{CY}$		5 $T_{CY}$		ns	

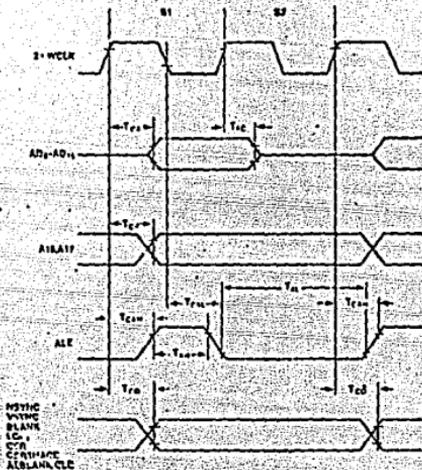
## A.C. TEST CONDITIONS

Input Pulse Levels (except 2XVCLM)	0.45V to 2.4V
Input Pulse Levels (2XVCLM)	0.3V to 3.0V
Timing Measurement Reference Levels (except 2XVCLM)	0.6V to 2.0V
Timing Measurement Reference Levels (2XVCLM)	0.6V to 3.5V

## WAVEFORMS





**WAVEFORMS (Continued)**
**DISPLAY MEMORY TIMING (Continued)  
READ CYCLE**

**OTHER TIMING**

**CLOCK TIMING**


# HI-TACK

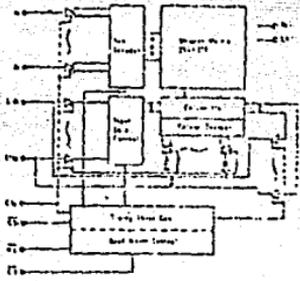
8K x 8  
 8192-word x 8-bit High Speed Static CMOS RAM

**FEATURES**

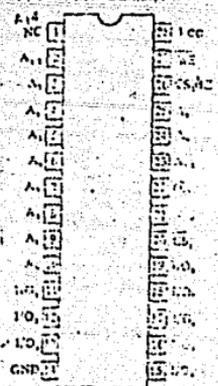
- Fast access Time: 100 nSEC (typical)
- Low Power Standby: Standby: 100 nW (typical)
- Low Power Operation: Operating: 100 nW (typical)
- Capability of Battery Back-up Operation
- Single +5V Supply
- Completely Static Memory: No clock or Timing Strobe Required
- Equal Access and Cycle Time
- Common Data Input and Output, Three State Output
- Directly TTL Compatible: All Input and Output
- Standard 28-pin Package Configuration
- Pin Out Compatible with GM: EPROM 28V193764



**BLOCK DIAGRAM**



**PIN ARRANGEMENT**



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Item	Symbol	Rating	Unit
Terminal Voltage *	V <sub>T</sub>	-0.5 to +3.0	V
Power Dissipation	P <sub>T</sub>	1.0	W
Operating Temperature	T <sub>OP</sub>	0 to +70	°C
Storage Temperature	T <sub>STG</sub>	-55 to +125	°C
Storage Temperature (Under Bias)	T <sub>STG</sub>	-10 to +25	°C

\* With respect to GND. \*\* Pulse width, 20ns; -2.0V

**TRUTH TABLE**

WE	CS	PS	OE	Mode	(0/1) 2	Pin Config	Note
X	H	X	X	Not Selected	High Z	Pin 15B3	
X	X	L	X	(Power Down)	High Z	Pin 15B3	
H	L	H	H	Output Disabled	High Z	Pin 15B3	
H	L	H	L	Output	Input	Pin 15B3	
L	L	H	H	Write	Pin 15B3	Pin 15B3	Write Cycle (1)
L	L	H	L	Write	Pin 15B3	Pin 15B3	Write Cycle (2)

HI-TACK 16 MEMORIES  
 HM6264LP-10, HM6264LP-12, HM6264LP-15

Item	Symbol	min	typ	max	Unit
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	4.5	5	5.5	V
	GND	0	0	0	V
Input Voltage	V <sub>IN</sub>	2.2	—	5	V
	V <sub>IL</sub>	0.8	—	1.5	V

\* Pulse Width: 50% - 3.0V

#### DC AND OPERATING CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = 5V ± 10%, GND = 0V, I<sub>CC</sub> = 0 to +70°C)

Item	Symbol	Test Condition	min	typ	max	Unit
Input Leakage Current	I <sub>IL</sub>	V <sub>IN</sub> = GND to V <sub>CC</sub>	—	—	2	μA
Output Leakage Current	I <sub>OL</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>CC</sub> or V <sub>IL</sub> or V <sub>OH</sub> or V <sub>OL</sub> or GND to V <sub>CC</sub>	—	—	1.2	μA
Operating Power Supply Current	I <sub>CC</sub>	CS1 = V <sub>IL</sub> , CS2 = V <sub>OH</sub> , I <sub>IO</sub> = 0 mA	—	40	5	mA
Average Operating Current	I <sub>CC</sub>	Max. cycle, duty = 50%, CS1 = V <sub>IL</sub> , CS2 = V <sub>OH</sub>	—	40	110	mA
Standby Power Supply Current	I <sub>ST</sub>	CS1 = V <sub>OH</sub> or CS2 = V <sub>IL</sub> , I <sub>IO</sub> = 0 mA	—	1	3	μA
	I <sub>ST1</sub>	CS1 = V <sub>OH</sub> , CS2 = V <sub>IL</sub> , V <sub>IO</sub> = 0.2V	—	2	100	μA
	I <sub>ST2</sub>	CS1 = V <sub>IL</sub> , CS2 = V <sub>OH</sub> , V <sub>IO</sub> = 0.2V	—	2	100	μA
Output Voltage	V <sub>OL</sub>	I <sub>OL</sub> = 2 mA	—	—	1.0	V
	V <sub>OH</sub>	I <sub>OH</sub> = 1.0 mA	2.4	—	—	V

\* Typical limits are at V<sub>CC</sub> = 5.0V, T<sub>a</sub> = 25°C and specified loading.

\*\* I<sub>ST</sub> min = -0.3V

#### CAPACITANCE (f = 1MHz, T<sub>a</sub> = 25°C)

Item	Symbol	Test Condition	typ	max	Unit
Input Capacitance	C <sub>IN</sub>	V <sub>IN</sub> = 0V	—	6	pF
Input/Output Capacitance	C <sub>IO</sub>	V <sub>IO</sub> = 0V	—	8	pF

(Note) This parameter is sampled and not 100% tested.

#### AC CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub> = 5V ± 10%, T<sub>a</sub> = 0 to -70°C)

##### AC TEST CONDITIONS

Input Pulse Level: 0V to 2.4V

Input Rise and Fall Times: 10ns

Input and Output Timing Reference Level: 1.5V

Output Load: 177Ω Gate and C<sub>L</sub> = 100pF (including scope anillos)

##### READ CYCLE

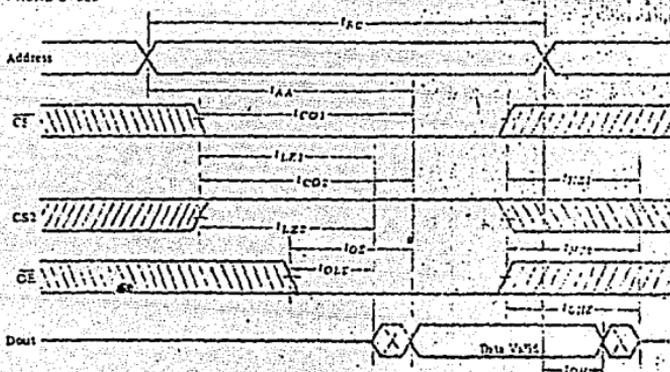
Item	Symbol	HM6264LP-10		HM6264LP-12		HM6264LP-15		Unit	
		min	max	min	max	min	max		
Read Cycle Time	t <sub>RC</sub>	100	—	120	—	150	—	ns	
Address Access Time	t <sub>AA</sub>	—	100	—	120	—	150	ns	
	t <sub>AS</sub>	—	100	—	120	—	150	ns	
Chip Selection to Output	CS1	100	—	100	—	120	—	ns	
	CS2	100	—	100	—	120	—	ns	
Output Enable to Output Valid	t <sub>OE</sub>	—	50	—	60	—	75	ns	
	t <sub>OEZ</sub>	—	5	—	5	—	5	ns	
Chip Selection to Output in Low Z	CS1	t <sub>LS1</sub>	10	—	10	—	15	ns	
	CS2	t <sub>LS2</sub>	10	—	10	—	15	ns	
Output Enable to Output in Low Z	t <sub>OLE</sub>	5	—	5	—	5	—	ns	
	t <sub>OLEZ</sub>	—	0	—	0	—	0	ns	
Chip Disconnection to Output in High Z	CS1	t <sub>HS1</sub>	0	35	0	40	0	50	ns
	CS2	t <sub>HS2</sub>	0	35	0	40	0	50	ns
Output Enable to Output in High Z	t <sub>OHE</sub>	0	35	0	40	0	50	ns	
	t <sub>OHEZ</sub>	—	0	—	0	—	0	ns	
Output in High Z after Address Changes	t <sub>OH</sub>	10	—	10	—	15	—	ns	

NOTES: 1. t<sub>HS</sub> and t<sub>OHE</sub> are defined as the interval at which the outputs achieve the open circuit impedance and a transition to output 0V or 1V levels.

2. t<sub>OLEZ</sub> and t<sub>OH</sub> are measured at 50% of the output level. t<sub>OH</sub> max is the maximum time both for a read cycle and a write cycle to finish.

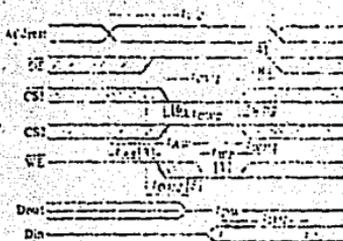
Item	Symbol	HM5210/1041		HM5210/1042		HM5210/1043		Unit
		min	max	min	max	min	max	
Write Cycle Time	$t_{WC}$	100	-	125	-	150	-	ns
Chip Selection to End of Write	$t_{C\bar{W}}$	50	-	85	-	100	-	ns
Address Setup Time	$t_{AS}$	0	-	0	-	0	-	ns
Address Valid to End of Write	$t_{AVW}$	55	-	75	-	100	-	ns
Write Pulse Width	$t_{WP}$	6.0	-	7.0	-	9.0	-	ns
Write Recovery Time	$CS_1$ to $t_{WR1}$	2	-	2	-	10	-	ns
	$CS_2$ to $t_{WR2}$	15	-	15	-	15	-	ns
Write to Output in High Z	$t_{W\bar{O}H}$	0	35	0	45	0	50	ns
Data to Write Time Overlap	$t_{DW}$	40	-	50	-	60	-	ns
Data In Hold from Write Time	$t_{DIH}$	0	-	0	-	0	-	ns
$\bar{C}\bar{E}$ to Output in High Z	$t_{\bar{C}\bar{E}H}$	0	35	0	40	0	50	ns
Output Active from End of Write	$t_{OAW}$	5	-	5	-	10	-	ns

■ TIMING WAVEFORM  
• READ CYCLE



NOTES: 1)  $\bar{C}\bar{E}$  is high for Read Cycles  
2) When  $CS_1$  is Low and  $CS_2$  is High the address input must not be in the high impedance state.

WRITE CYCLE (1) (OF 2) (1)



WRITE CYCLE (2) (OF 2) (2)



- NOTES: 1) A write occurs during the overlap of a low CS1, a high CS2 and a low WE. A write begins at the latest transition among CS1 going high, CS2 going low and WE going low. A write ends at the earliest transition among CS1 going high, CS2 going low and WE going high.  $t_{w}$  is measured from the beginning of write to the end of write.
- 2)  $t_{cp}$  is measured from the later of CS1 going low or CS2 going high to the end of write.
- 3)  $t_{cp}$  is measured from the address valid to the beginning of write.
- 4)  $t_{cp}$  is measured from the end of write to the address valid.
- 5)  $t_{cp}$  applies to case a write ends at CS1 or WE going high.
- 6)  $t_{cp}$  applies to case a write ends at CS2 going low.
- 7) During  $t_{cp}$  period, I/O pins are in the output state. Therefore the latest signals of opposite phase to the outputs must not be applied.
- 8) If CS1 goes low or CS2 goes high with WE going low or after WE going low, the external bus must be high impedance state.
- 9) Dout is an output signal of written data of this cycle.
- 10) Dout is the read data of the new address.
- 11) If CS1 is low and CS2 is high during this period, I/O pins are in the output state. Therefore, the input signals of opposite phase to the outputs must not be applied to them.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- [1] MEXICON 83  
J.E. Curiel, L.E. Sucar, A. Hidalgo.  
Sistema de adquisición de datos y  
control supervisorio.  
IIE.
- [2] K. R. Castleman.  
Digital Image Processing.  
Prentice Hall, 1975.
- [3] Francis Martinez  
La Synthèse d' image.  
Edi. Test, 1984.
- [4] Artwick, Bruce A.  
Applied Concepts in  
microcomputer graphics.  
Prentice Hall, 1984.
- [5] J. J. McCormick  
Present futur color display  
technologies for graphics.  
Computer and Graphics. Vol. 8. No.3 1984.

[6] H. De Groot

Selección Criteria for  
Graphics Hardware.  
Computer and Graphics.  
Vol. 8 No.3 - 1984.

[7] MEXICON 86

Victor Hugo Zárate Silva,  
Sistemas Gráficos.  
IIE.

[8] M. C. Whitton.

Memory Design for Raster  
Graphics Display.  
IEEE Computer Graphics and Applications.  
Marzo, 1984.

[10] MITSUBISHI

Color Display  
Manual de usuario.  
1984.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

[11] MEXICON 86

J. Arturo Alcántara González.  
Diseño e implementación del software  
para la relación hombre/máquina en  
sistemas de supervisión.  
CINVESTAV.

[12] MEXICON 86

Arturo Merino Castellanos.  
Sistema de supervisión, adquisición  
de datos y telecontrol.  
CINVESTAV.

Energía mediante vapor, aire y gas.  
W.H. Severns.  
Ed. Reverte.

Fundamental of Interactive Computer Graphics  
Foley-Van Dam  
Addison-Wesley Publishing Company, 1983.

8086/8088

16 Bits Microprocessor Primer.

Cristopher L. Morgan and Mitchel Waite.

Mc. Graw Hill, 1982.

Applied Concepts in Microcomputer Graphics

Artwick, Bruce A.

Prentice Hall, 1984.