

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA TARJETA DIGITALIZADORA DE VIDEO

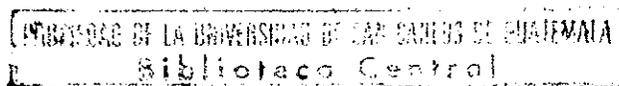
TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

MARCO TULIO CARRILLO GUEVARA

**AL CONFERÍRSELE EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,996.



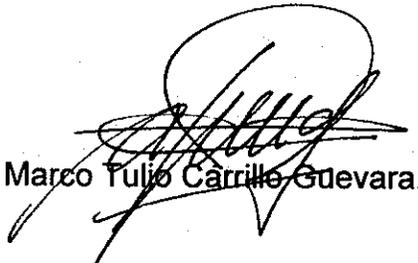
08
T(3681)
C.4

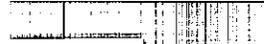
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.


Marco Tulio Carrillo Guevara.



Item No.	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

Item No.	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO:	ING. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MENDEZ
VOCAL CUARTO:	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL QUINTO:	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. ENRIQUE RUIZ CARBALLO
EXAMINADOR:	ING. JUAN CARLOS CORDOVA ZECEÑA
EXAMINADOR:	ING. FRANCISCO RIVERA
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

1. Name of the person: [Illegible]
2. Address: [Illegible]
3. City: [Illegible]
4. State: [Illegible]
5. Zip: [Illegible]
6. Telephone: [Illegible]
7. Date of birth: [Illegible]
8. Sex: [Illegible]
9. Race: [Illegible]
10. Religion: [Illegible]
11. Education: [Illegible]
12. Occupation: [Illegible]
13. Marital status: [Illegible]
14. Number of children: [Illegible]
15. Name of children: [Illegible]
16. Name of spouse: [Illegible]
17. Name of parents: [Illegible]
18. Name of grandparents: [Illegible]
19. Name of siblings: [Illegible]
20. Name of other relatives: [Illegible]

Gustavo Adolfo Villeda Vasquez
Ingeniero Electrónico
Colegiado No. 3654

Guatemala, 29 de septiembre de 1995.

Ingeniero
Julio César Solares Peñate
Coordinador Area de Electrónica, Comunicaciones y control
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería.

Estimado Ingeniero:

Quiero notificarle que he realizado una exhaustiva revisión del trabajo de Tesis del Sr. Marco Tulio Carrillo Guevara, titulado "Diseño de una tarjeta digitalizadora de video." A mi criterio, ésta llena los objetivos del anteproyecto de tesis aprobado por la Escuela, y cubre el tema en forma satisfactoria.

Por lo tanto, el autor de esta Tesis y yo, como su asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,



Ing. Gustavo Villeda

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 30 de noviembre de 1995

Señor Director
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UNA TARJETA DIGITALIZADORA DE VIDEO**; desarrollado por el estudiante **Marco Tulio Carrillo Guevara**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador Area de Electrónica

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

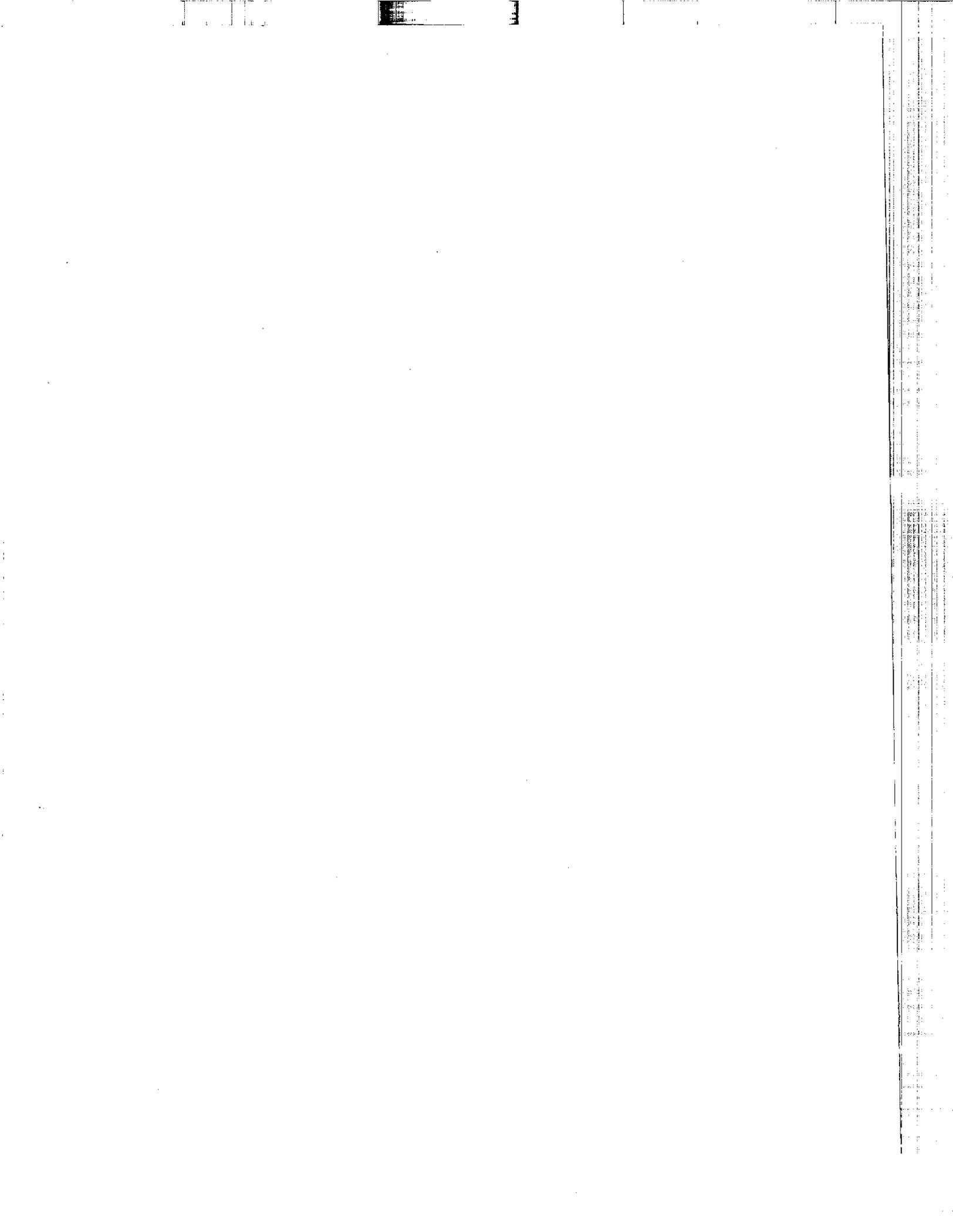
El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de
conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de
Area, al trabajo de tesis del estudiante **Marco Tulio Carrillo Guevara**,
titulada: **Diseño de una tarjeta digitalizadora de video**, procede a la
autorización del mismo.

Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Guatemala, 19 de enero de 1,996.







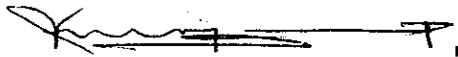
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: Diseño de una tarjeta digitalizadora de video, del estudiante Marco Tulio Carrillo Guevara, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Julio Ismael González Podszueck

Decano



Guatemala, febrero de 1,996.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Índice

Índice	I
Glosario	VI
Prefacio	1
Marco teórico	2
Capítulo 1: señal de video compuesto.	
1 Teoría	5
1.1 Señal de televisión	5
1.2 Funcionamiento de la televisión	5
1.3 Televisión de color	7
1.4 Video compuesto	8
1.1.1 Señal de luminancia	8
1.1.2 Señal de crominancia	8
1.4.3 Interpolación	9
1.5 Implementación	10
1.5.1 Detección de sincronismo del video compuesto	10
1.5.2 Estandarización de la señal de video compuesto	10
1.5.3 Detección de pulsos de sincronismo	11
1.5.4 Discriminación de pulsos de sincronismo horizontal y vertical	11
1.5.5 Generación de requisición de interrupción a computadora personal	12
Capítulo 2: conversión analógica-digital.	
2.1 Teoría	14
2.1.1 Señales analógicas	14
2.1.2 Señales digitales	14
2.1.3 Sistema de numeración binario	15
2.1.4 Convertidores analógico-digital	16
2.1.5 Niveles de cuantización	16
2.2 Implementación	18
2.2.1 Fuente de la señal que se va a digitalizar	18
2.2.2 Habilidad del módulo conversor A/D	18
2.2.3 Ajuste del nivel de blanco y del nivel de negro	18
2.2.4 Conversión analógica-digital de video compuesto	19

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Índice

Capítulo 3: la computadora personal.

3.1	Teoría	21
3.1.1	Generalizaciones de la arquitectura	21
3.1.2	Puertos de entrada/salida.	21
3.1.3	Ciclo de lectura a un puerto de entrada/salida	23
3.1.4	Ciclo de escritura a un puerto de entrada/salida	24
3.1.5	Interrupciones.	25
3.2	Implementación	26
3.2.1	Módulo de acople a la computadora personal	26
3.2.1.1	Selección del direccionamiento	26
3.2.1.3	Operación	27
3.3	Módulo de control de la tarjeta	28
3.3.1	Escritura de datos a la tarjeta.	28
3.3.1.1	Palabras de control	29
3.3.2	Implementación	30
3.4	Módulo requisitor de interrupciones	31
3.4.1	Elección de la interrupción que se va a generar	32
3.4.2	Inhabilitación de interrupciones	32
3.4.3	Operación.	32
3.4.4	Interrupción de software	32
3.4.5	Programa para inicialización de interrupciones.	33

Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio:

4.1	Teoría	38
4.1.1	Memorias estáticas y dinámicas	38
4.2	Implementación	38
4.2.1	Datos que se van a almacenar	39
4.2.2	Almacenamiento de señales de sincronización.	39
4.2.3	Habilitación de la memoria	40
4.2.4	Habilitación de recuperación de datos	40
4.2.5	Cambio de operación lectura/escritura	40
4.2.6	Almacenamiento de datos en la memoria.	40
4.2.7	Lectura de datos digitalizados	40
4.3	Módulo generador de direcciones	41
4.3.1	Generación de pulsos de reloj	41
4.3.2	Generación de direcciones	41
4.3.3	Habilitación de la generación de direcciones	42
4.3.3.1	Habilitación durante digitalización de video.	43
4.3.3.2	Habilitación durante lectura de datos	43
4.3.4	Señal de finalización de captura	43

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
índice

4.3.5	Inicialización de las direcciones.	44
-------	--	----

Capítulo 5: gráficas.

5.1	Gráficas en la PC	45
5.1.1	Ambiente gráfico en los ordenadores.	45
5.1.2	Adaptadores de video.	45
5.1.3	Almacenamiento de la información en la memoria RAM de video	45
5.1.3.1	Información de cada pixel.	46
5.1.3.2	Tabla de colores RGB	46
5.1.4	Capacidad de despliegue de colores	46
5.2	Visualización de gráficas en la pantalla.	46
5.2.1	Inicialización del modo gráfico	46
5.2.2	Inicialización de la paleta de colores	47
5.2.3	Escritura de <i>pixels</i> a la pantalla.	47
5.2.4	Lectura de <i>pixels</i> de la pantalla.	47
5.2.5	Rutina para graficar los datos capturados	48
5.3	Almacenamiento de gráficas	50
5.3.1	Estandarización de almacenamiento de datos	50
5.3.2	Formato utilizado por almacenamiento de video	51
5.3.3	Organización y almacenamiento de la información.	51
5.3.3.1	Encabezado de archivo.	52
5.3.3.2	Encabezado de información	53
5.3.3.3	Paleta de colores	53
5.3.3.4	Información del mapa de bits	54
5.3.4	Formato BMP, resolución 352x244 pixels, 256 colores.	54
5.3.4.1	Encabezado de archivo.	54
5.3.4.1.1	Valor de la variable Atipo	55
5.3.4.1.2	Valor de la variable Atamaño	55
5.3.4.1.3	Valor de la variable Areser1	55
5.3.4.1.4	Valor de la variable Areser2	55
5.3.4.1.5	Valor de la variable Ainicio	55
5.3.4.2	Encabezado de información	55
5.3.4.2.1	Valor de la variable Tamaño	55
5.3.4.2.2	Valor de la variable Ancho	55
5.3.4.2.3	Valor de la variable Alto.	55
5.3.4.2.4	Valor de la variable Plano.	55
5.3.4.2.5	Valor de la variable B_color.	55
5.3.4.2.6	Valor de la variable Compres	56
5.3.4.2.7	Valor de la variable Itamaño	56
5.3.4.2.8	Valor de la variable Xpix_m.	56
5.3.4.2.9	Valor de la variable Ypix_m.	56

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Índice

5.3.4.2.10	Valor de la variable C_usado	56
5.3.4.2.11	Valor de la variable C_impt	56
5.3.4.3	Paleta de colores	56
5.3.4.4	Información del mapa de bits	57
5.3.4.4.1	Rutina para generar archivo BMP con datos graficados en la pantalla	57
5.3.5	Rutina para generar un archivo BMP con gradiente de color.	59

Capítulo 6: operación del digitalizador de video.

6.1	Introducción	63
6.2	Interacción entre módulos	63
6.2.1	Señales generadas por la computadora	63
6.2.1.1	Señal AEN	63
6.2.1.2	Señal IOR	64
6.2.1.3	Señal Reset Driver (RD)	64
6.2.1.4	Señales A ₉ -A ₁₀	64
6.2.1.5	Señales D ₇ -D ₀	64
6.2.2	Señales generadas por el módulo de interface	64
6.2.3	Señales generadas por el módulo de control	64
6.2.3.1	Señal RESET	65
6.2.3.2	Señal NOINT	65
6.2.3.3	Señal CAPTURA	65
6.2.4	Señales generadas por el módulo de detección de sincronismo	65
6.2.4.1	Señal BVIDEO	66
6.2.4.2	Señal HSINC	66
6.2.4.3	Señal VSINC	67
6.2.4.4	Señal VINT	67
6.2.5	Señales generadas por el módulo de interrupciones	67
6.2.6	Señales generadas por el módulo de direcciones	67
6.2.6.1	Señal RELOJ	67
6.2.6.2	Señal FINCAP	67
6.2.6.3	Señales TA ₁₇ -TA ₀	67
6.2.7	Señales generadas por el módulo ADC	67
6.3	Funcionamiento del digitalizador de video	68
6.3.1	Preparación de la computadora personal.	69
6.3.1.1	Habilitación de los controladores de interrupciones	69
6.3.1.2	Asignación de rutina a una interrupción	70
6.3.1.3	Inicialización del modo gráfico	70
6.3.1.4	Inicialización de la paleta de colores	70
6.3.2	Inicialización del digitalizador para digitalización	70
6.3.2.1	Inicialización del modo de digitalización	70

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Índice

6.3.2.2	Inicialización del circuito direccionador	70
6.3.2.3	Habilitación de generación de interrupciones.	70
6.3.3	Detección de un nuevo campo de video	71
6.3.4	Digitalización de video	71
6.3.4.1	Impulso negativo de la señal RELOJ	71
6.3.4.1.1	Incremento de la dirección actual.	71
6.3.4.1.2	Inicio de Conversión Analógica/Digital	71
6.3.4.1.3	Almacenamiento de valor digital	71
6.3.4.2	Impulso positivo de la señal RELOJ	72
6.3.4.3	Inicio de otro ciclo de conversión A/D-Almacenamiento	72
6.3.4.4	Final de ciclo de digitalización	72
6.3.5	Iniciación del digitalizador para lectura de datos	72
6.3.5.1	Modo de lectura.	72
6.3.5.2	Inicialización del direccionador	72
6.3.5.3	Habilitación del direccionador.	72
6.3.6	Lectura de datos digitalizados	72
6.3.7	Graficación de la imagen	73
6.3.7.1	Dato digitalizado cuyo bit 7 es 1 lógico	73
6.3.7.2	Dato digitalizado cuyo bit 7 es 0 lógico	73
6.3.7.3	Dato digitalizado cuyo bit 6 es 1 lógico	73
6.3.7.4	Dato digitalizado cuyo bit 6 es 0 lógico	73
6.3.7.5	Validación de información de video.	73
6.3.7.6	Graficación a la pantalla	74
6.3.8	Escritura a archivo en disco.	74
6.3.9	Animación computarizada	74

Capítulo 7: análisis económico.

7.1	Justificación	75
7.2	Costo unitario del Digitalizador de Video	75
7.3	Comparación de costos con el mercado	76
7.4	Mercado objetivo	77

Conclusiones.	78
--------------------------------	-----------

Recomendaciones	79
----------------------------------	-----------

Bibliografía	81
-------------------------------	-----------

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Glosario

- 0 lógico:** uno de los dos estados posibles en el álgebra de Boole. En electrónica digital, este valor es representado por cero voltios.
- 1 lógico:** el segundo estado posible en el álgebra de Boole. En electrónica digital es más comúnmente representado por +5,+10, +12 voltios, según la tecnología utilizada y el campo de aplicación.
- ADC:** convertidor analógico digital, por sus siglas en inglés.
- Algoritmo:** conjunto de instrucciones ordenada en forma lógica, cuyo propósito es establecer una secuencia de acciones que se van a tomar, y cuya trayectoria está condicionada por uno o más eventos o condiciones.
- Alta impedancia:** estado de un dispositivo electrónico alcanzado a voluntad del diseñador del circuito al ocurrir ciertas condiciones de operación. Durante este estado, el dispositivo acciona su circuitería interna para aislarse del resto del circuito y colocar una impedancia teórica infinita entre las terminales externas y su circuitería interna.
- Ancho de un bus:** se refiere al número de líneas de comunicación utilizados para representar información binaria a través de un bus de un circuito digital. Un bus de datos de 8 líneas de ancho podrá representar un número binario de 8 bits y contener un valor máximo en código binario puro no codificado de 256.
- Ambiente gráfico:** ambiente utilizado en las computadoras personales para visualizar objetos no definidos en la tabla ASCII. Entre sus aplicaciones, está el procesamiento de imágenes. El monitor funciona como una matriz de n columnas y m filas -utilizando un adaptador de video VGA estándar n es 640 y m 480- y un total de $n \times m$ elementos. Cada uno de estos elementos -pixels- puede tomar varios colores y es visualizado como un diminuto punto en el monitor de la computadora personal. Una combinación adecuada de estos 307,200 pixels representa casi cualquier imagen.
- Ambiente texto:** ambiente utilizado en las computadoras personales para caracteres predefinidos. En este modo, el monitor funciona como una matriz de n columnas y m filas -comúnmente 80 y 25 respectivamente. Cada elemento puede contener únicamente aquellos símbolos permitidos de la tabla ASCII.
- A.M.:** abreviatura de Amplitud Modulada. Es una forma de modulación en el cual una

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Glosario

señal senoidal de determinada frecuencia -llamada la portadora- contiene en su amplitud -o envolvente- la señal que se va a transmitir.

Ancho de banda: rango absoluto de frecuencia en el cual todas o la mayor parte de las armónicas de una señal se encuentran localizadas. Si una señal ocupa el rango de frecuencias de 10 a 18 kHz, su ancho de banda será de 8 kHz al ser este el rango absoluto utilizado.

Archivos: área de información residente en un dispositivo de almacenamiento de la PC. La reglas de organización y distribución de esta información están sujetas al sistema operativo utilizado en la computadora personal.

Banda Lateral Residual: es una variación del esquema de modulación A.M. Se transmite la banda lateral superior y un vestigio de la banda lateral inferior.

Bit: contracción para Dígito Binario, por sus siglas en inglés.

Bus: conjunto de conductores físicos utilizados para transmitir información, direccionamiento o señales de control.

Cascada: en electrónica, este término se utiliza para indicar que una o varias salidas de un dispositivo electrónico, están conectadas a una o varias entrada respectivamente, de un dispositivo similar.

Chip: circuito integrado.

Circuito integrado: circuitería reducida en tamaño y encapsulada en una pastilla de semiconductor aislada por una cubierta dura y fabricada por procesos fisicoquímicos.

Comandos del sistema: son palabras, generalmente en idioma inglés, con una sintaxis definida. Permiten a una persona solicitar a la computadora personal que efectúe ciertas acciones sobre la información contenida en ella.

Compuertas lógicas: dispositivos electrónicos que permiten efectuar operaciones lógicas sencillas. Entre ellas, las operaciones AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR.

Convertidor Analógico Digital: dispositivo electrónico utilizado para convertir el valor del voltaje de muestras de una señal analógica a un

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Glosario

valor digital.

Convertidor Digital Analógico: dispositivo electrónico utilizado para convertir un valor digital representado por n bits a un valor analógico.

Compilador: programa escrito para generar código de máquina utilizando las reglas y sintaxis de un lenguaje específico.

Compilador de Pascal: compilador para Lenguaje Pascal. Se utiliza el de la Casa Borland Versión 6.0,

DAC: convertidor digital analógico, por sus siglas en inglés.

Direcciones: valor digital utilizado por puertos de E/S o dispositivos de almacenamiento de datos, en su mayoría, para adjudicar un valor único a la información que almacenan o accesan.

Error de cuantización: error incurrido al digitalizar una señal analógica.

Estandar: acuerdo llegado por consenso en el cual las partes involucradas se comprometen a adherirse a ciertas normas y reglas durante el desarrollo de tecnología.

Evento: suceso. Ocurrencia de cierta circunstancia que merece la atención por la importancia que conlleva.

Exploración Entrelazada: técnica utilizada en la televisión comercial en la cual la pantalla se divide en dos cuadros. Uno de ellos contiene todas las líneas pares mientras que el otro todas las impares. El haz electrónico que define los colores en cada punto de la pantalla define primero las líneas pares, saltándose las impares, y viceversa.

Formato analógico: señal cuya forma de onda cumple con las características de una señal analógica.

Formato digital: señal cuya forma de onda cumple con las características de una señal digital.

Formato mapa de bits: un estándar desarrollado para el almacenamiento de gráficas. Cuenta con un encabezado de archivo, encabezado de información, paleta de colores y el mapa de bits. Este mapa

define los colores de cada punto de la gráfica que define.

Frecuencia modulada: esquema de modulación en el cual la frecuencia de la señal portadora varía de acuerdo con variación de la amplitud de la

señal que se transmite -llamada señal moduladora.

Hardware: es el conjunto de componentes físicos o equipo que componen un sistema de información.

Inmunidad al ruido: característica de una señal de no ser afectada por interferencia indeseada.

Interface: circuito utilizado para acoplar dos o más módulos electrónicos.

Interrupción: desvío de la atención del microprocesador a un evento que ha generado tal acción. El microprocesador suspende temporalmente la ejecución de otras instrucciones guardando los valores de sus registros internos en una pila de datos. Ejecuta las instrucciones que le son solicitadas y luego recupera los datos salvados para seguir ejecutando las acciones interrumpidas.

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados por sus siglas en inglés.

IN: símbolo o nemónico que compone el juego de instrucciones del lenguaje Assembler. Es utilizado para trasladar información de un puerto de E/S a uno de los registros del microprocesador.

Lenguaje de alto nivel: lenguajes de programación en los cuales el programador no debe tener alto conocimiento sobre el funcionamiento de la arquitectura del computador. Estos lenguajes se encargan de generar las instrucciones de máquina equivalentes a partir de las instrucciones especificadas en el programa escrito o programa fuente.

Lenguaje de bajo nivel: lenguajes de programación en los cuales el programador debe tener amplio conocimiento de la arquitectura del computador. El programador debe escribir, prácticamente, las instrucciones de máquina que ésta debe ejecutar.

LSB: Bit menos significativo, por sus siglas en inglés.

Microprocesador: es un circuito con una escala de integración muy amplia, o densidad

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Glosario

de circuitería muy amplia por área -tecnología VLSI, por sus siglas en inglés. Es capaz de aceptar instrucciones, interpretarlas y ejecutarlas para manejar la circuitería de apoyo.

Microsoft Windows (TM): sistema operativo gráfico desarrollado por la compañía de desarrollo de software Microsoft.

MSB: Bit más significativo, por sus siglas en inglés.

Multimedia: nombre otorgado a la interacción de efectos captados por diferentes sentidos del cuerpo humano. Generalmente se asocia a la capacidad de un sistema de información para generar video en movimiento y sonido de alta fidelidad simultáneamente.

NTSC: Comité Nacional de Sistemas de Televisión, por sus siglas en inglés. Comité encargado de elaborar los estándares para los sistemas de televisión en los Estados Unidos de Norteamérica.

Ordenador: computadora personal.

One-Shot: circuito electrónico capaz de generar un pulso digital de una duración predeterminada.

OUT: símbolo o nemónico que compone el juego de instrucciones del lenguaje Assembler. Es utilizado para trasladar información de uno de los registros del microprocesador a un puerto de E/S.

Palabra de Control: generalmente está compuesta por 8 bits, de los cuales uno o una combinación de varios bits tienen un significado para un circuito electrónico.

Pixels: un punto en la pantalla cuando ésta funciona en modo gráfico, denotado por las coordenadas x,y. Dependiendo del adaptador de video, puede tomar diferentes colores.

Programa: conjunto de instrucciones codificadas con instrucciones entendibles por un microprocesador y almacenadas en un archivo que está organizado de acuerdo con los requerimientos del sistema operativo.

Pulso: es el cambio, durante un período de tiempo determinado, del valor lógico de una señal digital.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Glosario

- Puerto de E/S:** dirección utilizada como ventana para leer y escribir datos y entablar comunicación con un circuito electrónico.
- Software:** conjunto de programas.
- Tabla ASCII:** tabla que contiene los símbolos definidos en el Código Estándar Americano para Intercambio de Información. Es utilizado en las computadoras personales para intercambiar información con computadoras de diferentes marcas, modelos y sistema operativo.
- Paleta de Colores (RGB):** información almacenada por la computadora personal para cada color que reconoce. En esta tabla, se define la cantidad de Rojo, Verde y Azul -los colores primarios- de que está compuesto cada color.
- Tierra:** es el nivel de voltaje en la superficie del globo terrestre y por definición es cero.
- Video-Teléfono:** aparato electrónico que permite a dos o más personas comunicar no sólo sonido, sino también imágenes a través de la línea telefónica.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Prefacio

PREFACIO

Durante el transcurso de mi carrera universitaria, la tecnología ha progresado en formas antes no imaginables. Cada vez existen más dispositivos que proveen comodidad y distracción en dimensiones cada vez más pequeñas. La era de la electrónica basada en la física del estado sólido ha contribuido enormemente a ello. Especialmente en el control de procesos por medios digitales y el desarrollo de poderosos microprocesadores para propósitos específicos y generales.

Uno de los campos de más auge ha sido el control y procesamiento de imágenes. Hasta hace algunos años, al hablar de imágenes de video se hacía referencia a aquellas almacenadas en fotografías y cintas magnéticas con formatos analógicos. Éstas sufren degradación con el paso del tiempo y la exposición a factores ambientales. El video digitalizado, contrariamente, puede hacerse más transportable y mantenerse libre de los agentes que lo deterioran. Es además altamente manipulable, pudiendo modificarse fácilmente con aplicaciones de software populares. La industria publicitaria y cinematográfica se ha visto ampliamente beneficiada con ello. Estaciones de trabajo multimedia con sofisticados programas, eliminan escenas de riesgo y/o realizan aquellas muy costosas con gran naturalidad que es difícil poder distinguir las escenas creadas por medios digitales de aquellas reales.

Quizá en algunos años, esto sea cotidiano, sin embargo, el apogeo que han tomado los sistemas gráficos en los últimos años ha innovado la presentación de imágenes. Ello permite tener una referencia de las tendencias de la tecnología a corto y mediano plazo en donde el video-teléfono, la presentación gráfica de los resultados en los sistemas de computadores, los sistemas de reconocimiento de patrones gráficos aplicados a sistemas de navegación de vehículos automotores, aéreos, marítimos y espaciales, el sistema de cable a través de ISDN, los servicios de Internet y un sinnúmero de aplicaciones con orientación gráfica prometen invadir nuestras vidas para hacerlas más cómodas y productivas. Además de innovador, el procesamiento de imágenes es un tema cautivante en donde la capacidad de almacenar, procesar y transformar gráficas no imponen límites a la creatividad e imaginación con que formamos nuestras fantasías y hacemos al mundo un lugar más placentero para vivir.

Este estudio incluye una amplia investigación bibliográfica en la que se obtiene, interpreta y presenta información de los formatos y estándares que el autor considera más aceptados con relación a la tecnología actual. Se diseña, paulatinamente, un circuito electrónico y programas para ordenadores que procesen y resuman información compatible con estos estándares. Se hace también un estudio ingenieril entre funcionalidad, costos y acceso a la tecnología para que el resultado pueda utilizarse en la mayoría de equipos de computación en uso actualmente.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Marco Teórico

MARCO TEÓRICO

Antecedentes: el ambiente gráfico toma relevancia en nuestras vidas al ser éstas absorbidas por el mundo tecnológico. Aun cuando Guatemala es considerado un país del tercer mundo, basta con abrir las Páginas Amarillas del directorio telefónico y contar el número de compañías dedicadas a abastecer al mercado de la informática, o abrir el periódico y observar los innumerables avances hechos en todos los campos de la industria gracias a las computadoras u hojear el volumen de importaciones de artículos de computadoras para darnos cuenta de la revolución silenciosa que se lleva a cabo a nuestro alrededor. ¿Y ahora que? La infraestructura está desarrollada y vemos como la teoría de procesamiento de imágenes digitales vuelve a dar otro concepto a la aplicación de la física del estado sólido.

Planteamiento del problema: se tiene una fuente de señal de video compuesto que se adhiere al estándar establecido por la NTSC -Comisión Nacional de Sistemas de Televisión por sus siglas en sincronismo inglés- y se desean almacenar campos del video en formatos gráficos comerciales para ordenadores personales. ¿Puede un ordenador digital servir como un medio para hacerlo?

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño del digitalizador de video se ha desarrollado de la forma más sencilla posible. El digitalizador tomará un campo de video y lo capturará, desplegándolo luego en una pantalla VGA color con un tamaño de 352 pixels de ancho por 244 pixels de alto. Opcionalmente, lo escribirá a disco según el formato de mapas de bits para que pueda ser leído fácilmente por otras aplicaciones.

Funcionalmente, el proyecto ha sido dividido en siete módulos o circuitos:

- ① Módulo detector de sincronismo.
- ② Módulo generador de interrupciones.
- ③ Módulo de control.
- ④ Generador de direcciones.
- ⑤ Conversión Analógica/Digital.
- ⑥ Almacenamiento y recuperación de datos.
- ⑦ Interfáce con el microprocesador.

A continuación, se explica el funcionamiento total de éste, y de la forma cómo se relacionan entre sí los diferentes bloques funcionales.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Marco Teórico

Módulo 1: Detector de sincronismo: decodifica la señal de video compuesto, regenerando los pulsos de sincronismo horizontal y vertical. Debido a que el convertidor Analógico/Digital utilizado proporciona una salida de 6 bits, estas señales de sincronismo son colocadas en los datos para aprovechar los 8 bits de los bancos de memoria que se utilizan y simplificar el diseño del prototipo.

Módulo 2: Generador de interrupciones: la tarjeta genera una interrupción para comunicarle al computador que un nuevo campo de video ha comenzado. Para evitar conflictos con otros dispositivos que pudieran utilizar una señal de interrupción específica, puede seleccionarse cualquiera de las señales IRQ2, IRQ3 o IRQ5 para generar la interrupción. Esta señal está supeditada a la habilitación del circuito de control. Mientras no se habilite la generación, el pulso se generará pero nunca será procesada por el computador.

Módulo 3: Circuito de Control: este circuito pretende dar control al ordenador sobre la tarjeta y evitar el caso contrario. Permite que pueda decidirse cuándo capturar video, cuándo leer los datos capturados, y cuándo inhabilitar el funcionamiento de la tarjeta.

Módulo 4: Generador de direcciones: los datos del video deben almacenarse para su procesamiento posterior. Cada dato debe ocupar un lugar o dirección diferente en el dispositivo de almacenamiento. El circuito generador de direcciones se encarga de asignar una dirección diferente en la memoria a cada dato que se digitalice. Provee también el direccionamiento para recuperar la información una vez ésta se haya capturado. La frecuencia con que se realiza el muestreo de datos también se proporciona en este módulo.

Módulo 5: Conversión analógica/digital: se utiliza un convertidor de alta velocidad de 6 bits de ancho. Proporciona hasta 64 diferentes valores, suficientes para visualizar la mayoría de figuras digitalizadas con tonalidades de grises manteniendo un costo razonable. Los valores de referencia superior e inferior son suministrados por potenciómetros de precisión que maximizan la utilidad de la escala de conversión.

Módulo 6: Almacenamiento y recuperación de datos: se utiliza una memoria RAM estática de 128 kbytes de memoria capaz de almacenar un campo par o impar conteniendo la figura que se va a digitalizar. El tiempo de acceso de esta memoria debe ser no mayor de 57 nSeg.

Módulo 7: Interface con el microprocesador: se emplea un solo puerto con capacidad de lectura y escritura. Para lograrlo, la dirección de este puerto puede especificarse a través de interruptores y evitar posibles conflictos con otros dispositivos que utilicen la misma dirección. Puede escogerse entre 64 direcciones diferentes, sin embargo, se

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Marco Teórico

utilizará la dirección 301h como dirección por defecto. Adicionalmente, este circuito maneja los datos transferidos de y hacia el bus de datos de la computadora.

FUNCIONAMIENTO DEL DIGITALIZADOR DE VIDEO

La siguiente serie de eventos ilustra el funcionamiento del digitalizador. Los conceptos y técnicas para efectuar cada uno de estos pasos serán desarrollados a continuación.

- Paso 1:** el computador inicializa las direcciones de la tarjeta.
- Paso 2:** el computador habilita la generación de interrupciones.
- Paso 3:** durante el primer pulso de sincronismo vertical luego de la habilitación de la generación de interrupciones, se genera una interrupción al ordenador indicando el inicio de un nuevo campo.
- Paso 4:** el computador habilita la captura de video y espera por lo menos durante 1/60 de segundo.
- Paso 5:** la tarjeta captura el video y deja de hacerlo al alcanzar el número máximo de capturas necesarias.
- Paso 6:** luego del tiempo de espera, el computador inhabilita la captura de video, indicando que procederá a leer los datos capturados.
- Paso 7:** el computador lee los datos uno a uno y los despliega en la pantalla del computador.
- Paso 8:** el usuario podrá elegir escribir al disco en un formato BMP la gráfica capturada y/o capturar una gráfica nueva. Si se elige escribir a disco, se lee la información de la pantalla para escribirla en un archivo a disco.

En los próximos capítulos, se observará con detalle cada uno de los módulos empleados y su relación con el funcionamiento de la tarjeta.

CAPÍTULO 1: SEÑAL DE VIDEO COMPUESTO

1. Teoría: antes de entrar a detallar la digitalización de video compuesto, es necesario comprender los fundamentos teóricos de la televisión, su funcionamiento y el formato del video compuesto.

1.1 Señal de televisión: la transmisión de televisión comercial consta de dos partes. La primera es una transmisión en banda lateral residual -señal de Amplitud Modulada con banda lateral superior completa y vestigio de la banda lateral inferior- con un ancho de banda de 4 MHz., que contiene la señal portadora de video. La otra parte, es una señal de Frecuencia modulada que porta el sonido del video con una desviación de frecuencia de 25 kHz. y un ancho de banda de 50 kHz, la cual no es de nuestro interés.

1.2 Funcionamiento de la televisión: la pantalla de televisión está internamente recubierta de una capa de fósforo. Un cañón electrónico genera y acelera un haz electrónico hacia la pantalla, la cual se ilumina y permanece así un tiempo relativamente corto. La señal de luminancia del video compuesto controla el nivel de iluminación de cada punto en la pantalla. El haz de electrones es controlado por unas bobinas de deflexión que obliga al haz a moverse de izquierda a derecha describiendo una línea con pendiente negativa tan pequeña que parece un movimiento horizontal. Al encontrarse un pulso de sincronismo horizontal, el haz se mueve de izquierda a derecha. La señal de luminancia permanece en negro haciendo que la línea de retorno sea invisible. Ahora el haz electrónico comenzará una nueva línea repitiéndose el ciclo descrito. Cuando se detecte un pulso de sincronismo vertical, el haz regresará a la parte superior de la pantalla y principiará a llenar las líneas superiores hasta llegar a las inferiores nuevamente y encontrarse con un nuevo pulso de sincronismo vertical.

La pantalla de televisión tiene 525 líneas. Sin embargo, no es conveniente refrescar el nivel de intensidad de todas esas líneas durante un solo ciclo, ya que esto produciría un pequeño parpadeo de la imagen. En realidad, la televisión utiliza la técnica de exploración entrelazada. Durante el primer ciclo, las 262.5 líneas pares son refrescadas antes de encontrarse con un pulso de sincronismo vertical y completar un campo. Luego, en el segundo ciclo, las 262.5 líneas impares son refrescadas para completar otro campo. Dos campos forman un cuadro, que es la pantalla completa. La televisión explora 60 campos por segundo, o sea 30 cuadros en éste lapso.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 1: señal de video compuesto

Densidad espectral

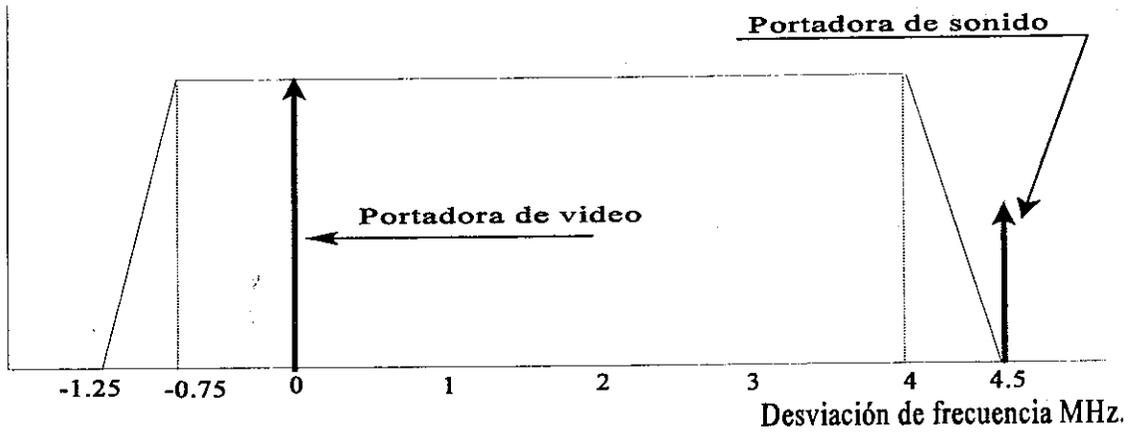


Figura 1.1: densidad espectral de la señal de Televisión

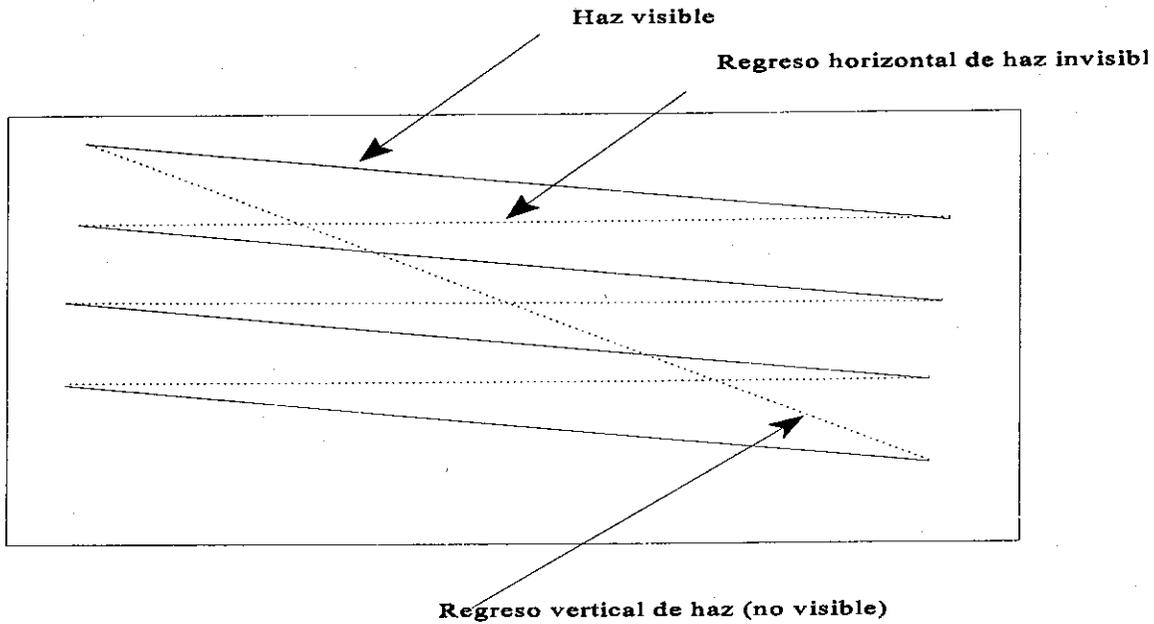


Figura 1.2: exploración entrelazada del primer campo

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 1: señal de video compuesto

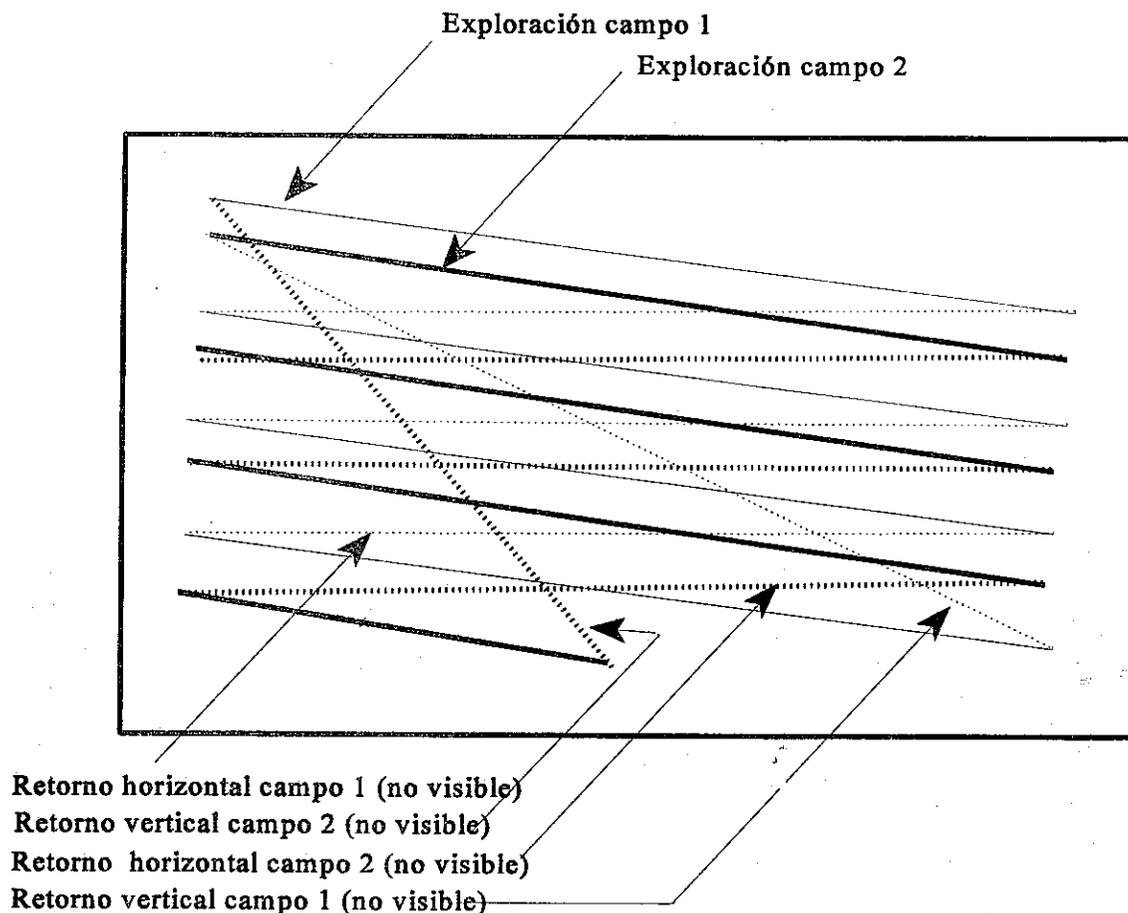


Figura 1.3: exploración entrelazada del segundo campo

1.3 Televisión de color: el sistema utilizado en Guatemala fue implementado por el Comité Nacional de Sistemas de Televisión de los Estados Unidos -NTSC por sus siglas en inglés. Debido a la enorme cantidad de televisores blanco y negro en funcionamiento cuando se propuso el esquema de televisión de color, una de sus características debía ser su compatibilidad con tales receptores y no ocupar un ancho de banda mayor a los 6 MHz. Para solucionar tal problema, se utilizó un sistema de **Interpolación**. Aquí, una señal de crominancia se insertaría en las frecuencias no utilizadas por la señal de luminancia, utilizándose el mismo ancho de banda, pero aprovechado al máximo. La señal de crominancia, entonces, transmite el nivel de rojo, verde y azul -los colores primarios- existentes en cada punto de la pantalla, y se regenera la señal de color de la imagen. De nuevo, esta señal no es de nuestro interés, ya que se propone digitalizar video en 64 tonalidades de grises. Como se verá, el circuito de tratamiento de la señal y detección de sincronismo incluye un filtro que atenúa las frecuencias que contienen la señal de crominancia.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 1: señal de video compuesto

1.4 Video compuesto: el centro de atención de esta sección será la señal portadora de video. Esta es una composición de la señal de luminancia -intensidad de luz de las imágenes-, señales de sincronismo horizontal y vertical y, en el caso de televisión de color la señal de crominancia.

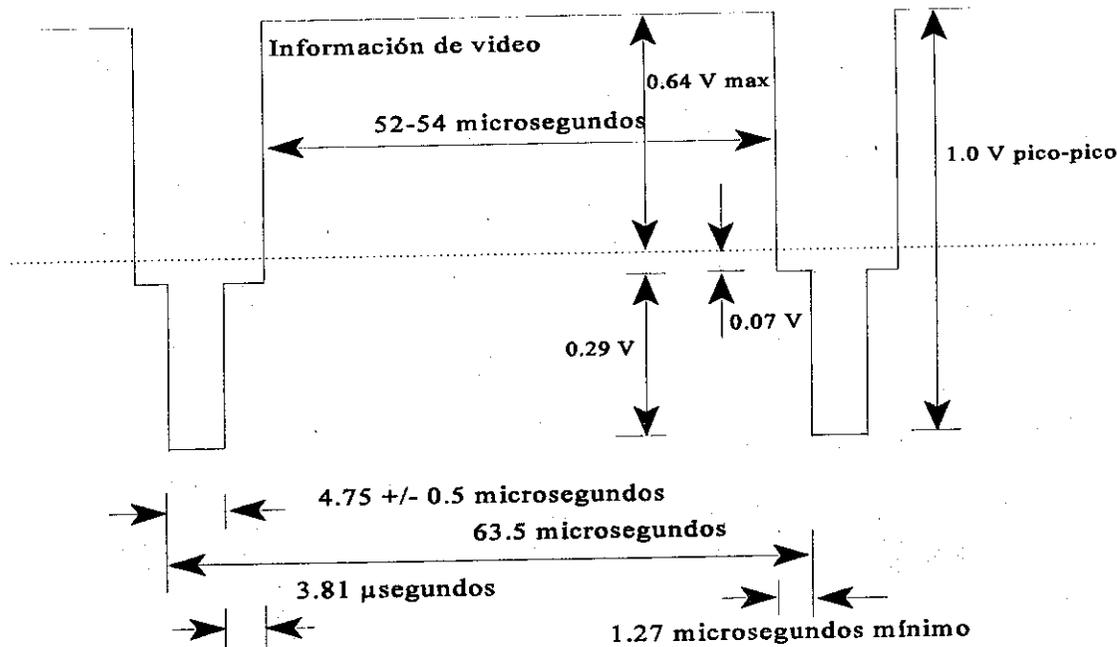


Figura 1.4: perfil de una señal de video compuesto

1.4.1 Señal del luminancia: esta señal contiene la información de la luminosidad de las imágenes. El digitalizador obtiene de esta señal la información para determinar la tonalidad de grises de la información digitalizada.

1.4.2 Señal de crominancia: contiene la información del color de la pantalla modulada en una portadora de 3.58 MHz. la cual se suprime -Modulación DSB con portadora suprimida- y debe de restaurarse en el receptor. Para sincronizar la portadora de 3.58 MHz. generada en el receptor, se inserta un tren de 8 a 10 ciclos de esta señal moduladora en el pódico posterior de cada pulso de sincronismo horizontal como referencia de la frecuencia y fase correcta.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 1: señal de video compuesto

Densidad espectral

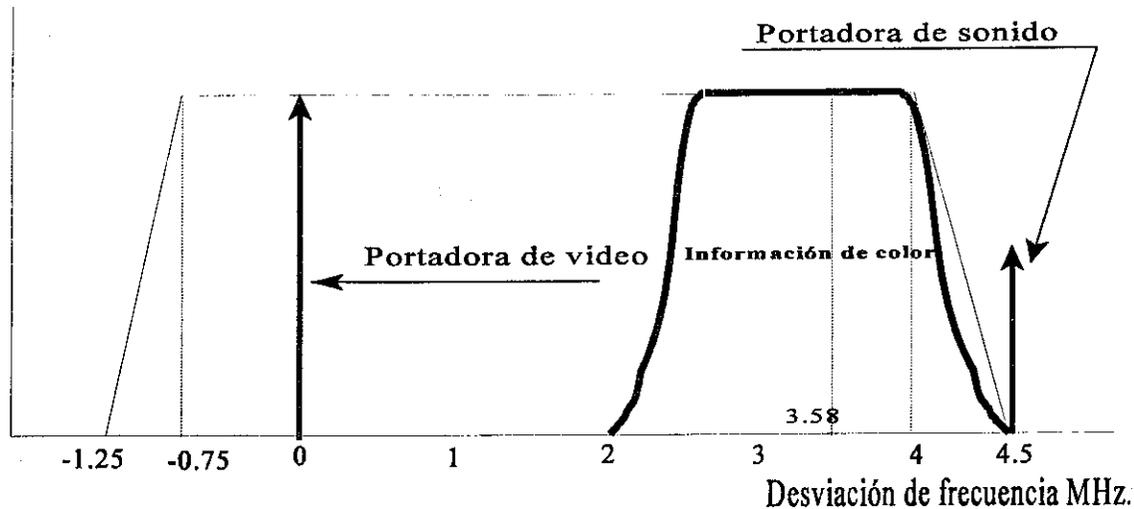


Figura 1.6: densidad espectral de la señal de Televisión de color

1.5 Implementación: en esta sección se analizará el concepto utilizado para la detección y proceso de la señal de video compuesto.

1.5.1 Detección de sincronismo del video compuesto: uno de los principales problemas es la detección del período válido de video. Durante los pulsos de sincronismo, ajustes y portadora de color, no existe señal de luminancia que se pueda digitalizar. Por lo tanto, deben de generarse pulsos de sincronismo horizontal y vertical que indiquen el estado de los datos capturados.

Este módulo es alimentado por la señal de video compuesto. Por ello, éste debe tratarla -filtrarla, recortarla, aumentar su potencia- para interpretar mejor la información que contiene.

1.5.2 Estandarización de la señal de video compuesto: diferentes fuentes de video compuesto -cámaras de video, videograbadoras, etc- proveen señales un tanto diferente del perfil teórico. La mayor diferencia y única significativa es el nivel de la componente directa presente con la señal de video compuesto. Por ello, es necesario estandarizarla antes de procesarla. En la figura 1.7, C1, que actúa como un filtro pasaaltos, se encarga de atenuar la componente de corriente directa. La señal es luego recortada para evitar que contenga valores negativos que pudieran colocar en corte al transistor Q1. El recortador está formado por D1, R1 y R2. Si el voltaje en la entrada de R3 bajara más allá de cero Voltios, el diodo conducirá, no así la resistencia R2, colocando al ánodo de D1 a

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 1: señal de video compuesto

cero Voltios y por consiguiente a la entrada de R3. Los pulsos de sincronismo, entonces, serán obligados a descender a cero Voltios y los valores de voltaje proporcionados en la figura 1.4 serán respecto a tierra. La señal es filtrada por R3 y C2 que conforman un filtro pasobajos encargado de filtrar armónicas, cuya frecuencia sea superior a los 5.3 MHz. Finalmente se amplifica la potencia de la señal por medio del transistor configurado como seguidor de emisor, el cual tiene una ganancia de voltaje prácticamente igual a la unidad, una resistencia de entrada muy alta y una de salida muy baja; la forma de la señal no es modificada, sino sólo amplificada en potencia y se aísla eléctricamente el resto del circuito para proteger a la fuente de señal de video compuesto.

De la salida del transistor Q1 se toma la señal **BVIDEO** que alimentará posteriormente al convertidor analógico digital. Prácticamente será la señal que proporcione la información para generar las gráficas. De la misma salida, se tomará otra señal que servirá para detectar los pulsos de sincronismo horizontal y vertical.

1.5.3 Detección de pulsos de sincronismo: como puede observarse en la figura 1.4, cuando ocurre un pulso de sincronismo vertical u horizontal, el nivel de voltaje de la señal de video compuesto baja de los 0.29 Voltios. El diseño utiliza el comparador U4A LM311, el cual compara la entrada de video con 0.2 Voltios, proporcionado por el divisor de voltaje compuesto por las resistencias R5 y R6. Cuando el voltaje sea menor que el de comparación, la salida del comparador será +5 Voltios que indican que existió un pulso de sincronismo

1.5.4 Discriminación de pulsos de sincronismo horizontal y vertical: el comparador de la sección anterior proporciona una señal que indica la existencia de un pulso de sincronismo. Sin embargo, no indica si éste es un pulso de sincronismo horizontal o vertical. Para discriminarlos, se utilizan dos 74LS221, cada uno de los cuales será alimentado simultáneamente e independientemente uno del otro generarán las señales **HSINC** y **VSINC** que estarán normalmente a +5V -1 lógico- y cambiarán su estado a 0 Voltios cuando no haya información de video, sino información de sincronismo.

Al detectarse un pulso de sincronismo horizontal, existirá cierto retardo para que nuevamente exista información de video válida según puede observarse en la figura 1.4. El "one-shot" U5A 74LS221 proporcionará la señal **HSINC**, normalmente a 1 lógico. Al recibir el aviso de un pulso de sincronismo por parte del comparador, bajará su señal a 0 lógico durante un lapso de tiempo determinado. Este lapso puede ajustarse mediante el potenciómetro R7. **Un pulso de sincronismo horizontal sucede cada 62.5 microsegundos y no existe video por un mínimo de 8.05 microsegundos.**

Este detector de sincronismo horizontal en realidad detectará pulsos tanto horizontales como verticales. Sin embargo, **la duración del pulso de sincronismo**

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 1: señal de video compuesto

vertical es de 27 μ Segundos, mayor que el del pulso horizontal de solamente 5 μ Segundos. Los pulsos de igualación de 2.5 μ Segundos se obvian, ya que la tarjeta los ignora y no contribuyen en la recuperación de información. Puede deducirse que las frecuencias de la señal de sincronismo horizontal y vertical son suficientemente diferentes para ser separadas utilizando un circuito RC formado por R8 y C5 actuando como filtro pasobajo, atenuando los pulsos de igualación y horizontales. El capacitor de este circuito se encuentra inicialmente a un nivel de voltaje de cinco Voltios; cuando el primer comparador detecta un pulso de sincronismo, su salida es cero Voltios. Entonces, el nivel de voltaje del capacitor C5 disminuye exponencialmente. **Al final de un pulso de sincronismo horizontal -5 microsegundos-, el nivel de voltaje será de 3.03 Voltios, mientras que al final de un pulso de sincronismo horizontal -27 microsegundos- será de 0.33 Voltios.** Con un ajuste adecuado de R10 en aproximadamente 2.8 Voltios, el segundo comparador U4B LM311 detectará cuándo el voltaje en el capacitor es menor que el voltaje de referencia y colocará su salida a + 5 Voltios. Esto sucederá solamente durante el pulso de sincronismo vertical.

El segundo one-shot U5B 74LS221 se alimenta del anterior comparador y genera otro pulso negativo, **VSINC**, que al terminar, indicará el inicio de un campo válido de video. La primera línea de video empieza entre 0.992686 y 1.024432 milisegundos luego del primer pulso de sincronismo vertical, y depende si el campo es par o impar. Prácticamente, puede afirmarse que 1 milisegundo después de detectado éste, ya se podrá empezar a capturar video. El ancho del pulso negativo de éste one-shot, se ajustará tan cerca como sea posible a 1 milisegundo.

1.5.5 Generación de requisición de interrupción a la computadora personal: como se verá en la sección INTERRUPCIONES en el capítulo LA COMPUTADORA PERSONAL, la tarjeta utiliza una interrupción para comunicarle al programa que empezará a capturar un campo de video. La señal que hace tal requisición es la señal inversa de **VSINC**. Al detectar un pulso de sincronismo vertical; la circuitería anterior baja la señal **VSINC** a 0 lógico indicando la inexistencia de información de video. En este momento, la señal **VINT** se hace 1 lógico que requiere la generación de una interrupción.

El circuito de sincronismo no necesita habilitación para su funcionamiento. Está funcionando constantemente y proporcionando pulsos de sincronismo vertical, sincronismo horizontal y requisiciones de interrupción al microprocesador de la computadora personal en forma continua.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 1: señal de video compuesto

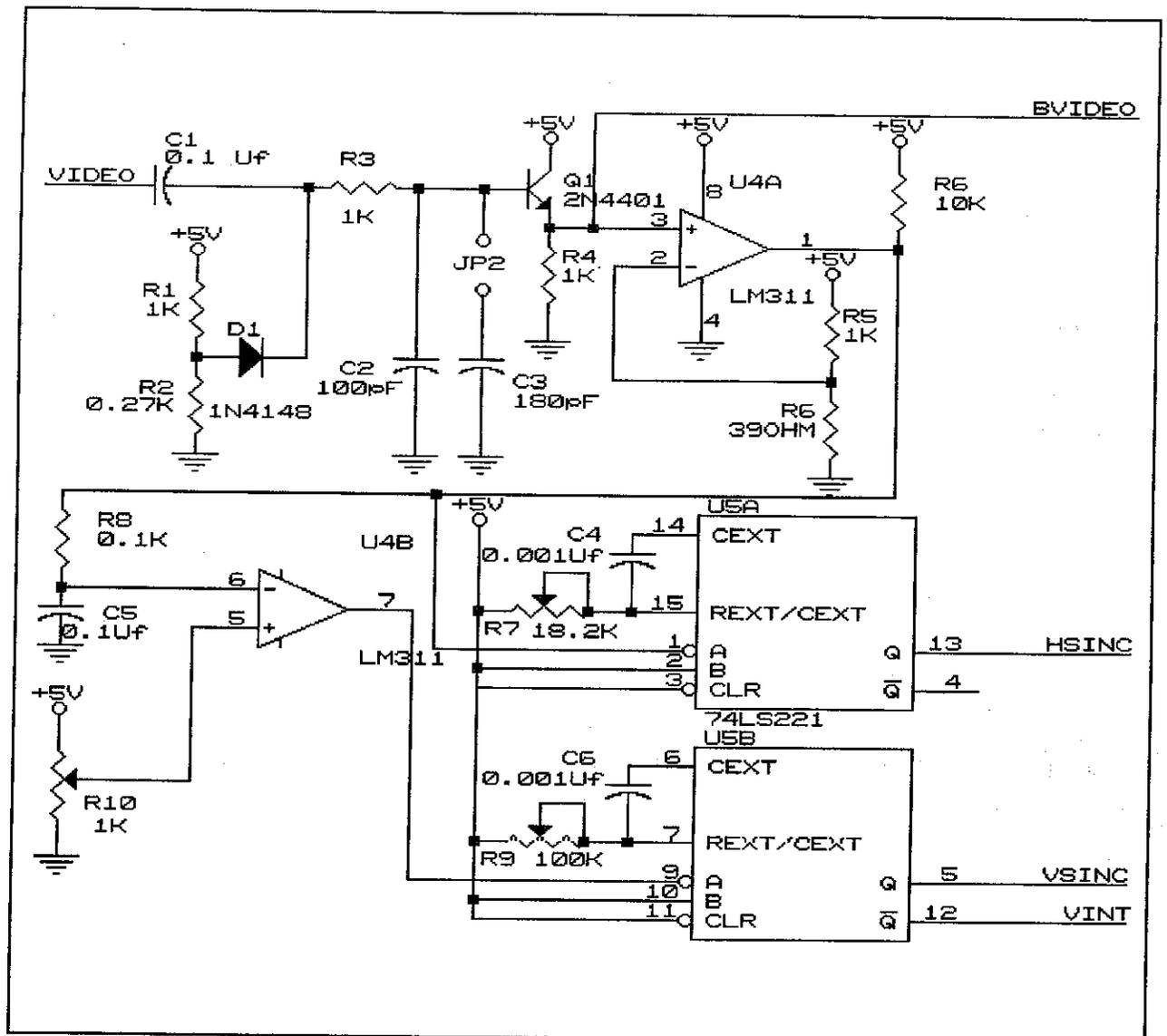


Figura 1.7: circuito generador de pulsos de sincronismo

CAPÍTULO 2: CONVERSIÓN ANALÓGICA DIGITAL

2.1 Teoría: es necesario examinar los fundamentos teóricos que sustentan el análisis realizado para implementar el módulo conversor Analógico/Digital.

2.1.1 Señales analógicas: todos los fenómenos eléctricos naturales son analógicos. Una señal de este tipo se caracteriza por tener variaciones infinitesimales en su magnitud y formas de onda caprichosas. Por ello, es difícil almacenar una señal de este tipo sin esperar alguna variación de su magnitud en el tiempo debido a la degradación de las propiedades del dispositivo en que se almacena. La dificultad para construir patrones primarios para medir voltaje da una pauta de ello. Sin embargo, debe de reconocerse que cualquier otro tipo de señal empleada únicamente facilitará el almacenaje, procesamiento, y regeneración de señales analógicas.

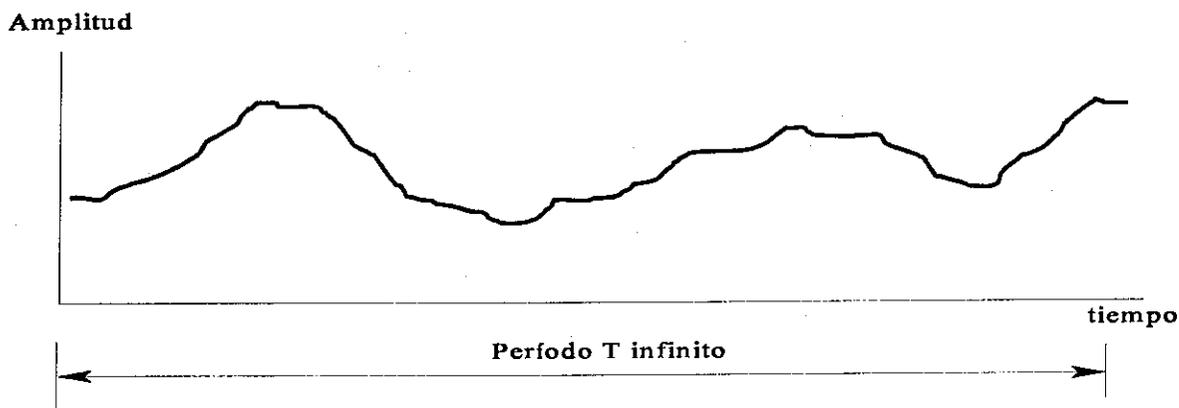


Figura 2.1: señal analógica

2.1.2 Señales digitales: una señal digital no es más que una señal analógica que cumple con ciertos requerimientos de nivel de voltaje y forma de onda. Estas señales por sí solas carecen de todo significado. Falta que se aplique a un sistema de proceso para recrear señales analógicas, o al menos el equivalente de los fenómenos provocados por éstas. Las señales digitales tienen su origen en el sistema de numeración binario, y se representan por señales eléctricas de acuerdo con las necesidades de la aplicación. Generalmente, n Voltios representan un 1 lógico y 0 Voltios o tierra un 0 lógico. n puede tomar cualquier valor, pero es común asignarle +5 Voltios en aplicaciones con circuitos integrados TTL, +10 V con lógica MOS, +12 V en comunicaciones asíncronas, etc. En esta última aplicación, el 0 lógico suele representarse por -12 Voltios, de manera que se elimine la componente de corriente directa y se aplique toda la potencia a la señal de información.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 2: conversión analógica-digital

La popularidad de los procesos digitales radican en la alta manipulación de este tipo de datos y su alta inmunidad al ruido en comparación con señales analógicas. Estos procesos se utilizan prácticamente en casi todos los aspectos cotidianos y generalmente se toma como una muestra de avance tecnológico. Algunas veces, solamente los controles son digitales, y los procesos son analógicos como sucede en la radio y televisión comercial. De todas formas, la mayoría de casas constructoras de dispositivos de alta tecnología desarrollan nueva y diversa tecnología basada en procesos digitales, tales como los discos compactos -CD por sus siglas en inglés.

Los ordenadores personales son una muestra de dispositivos, cuya operación es totalmente digital. Por lo tanto, cualquier proceso de información y almacenamiento de fenómenos o señales externas debe de hacerse en formato digital. Esto se lleva a cabo utilizando convertidores Analógico-Digital -ADC por sus siglas en inglés-, y un formato de almacenamiento que permita su recuperación posterior.

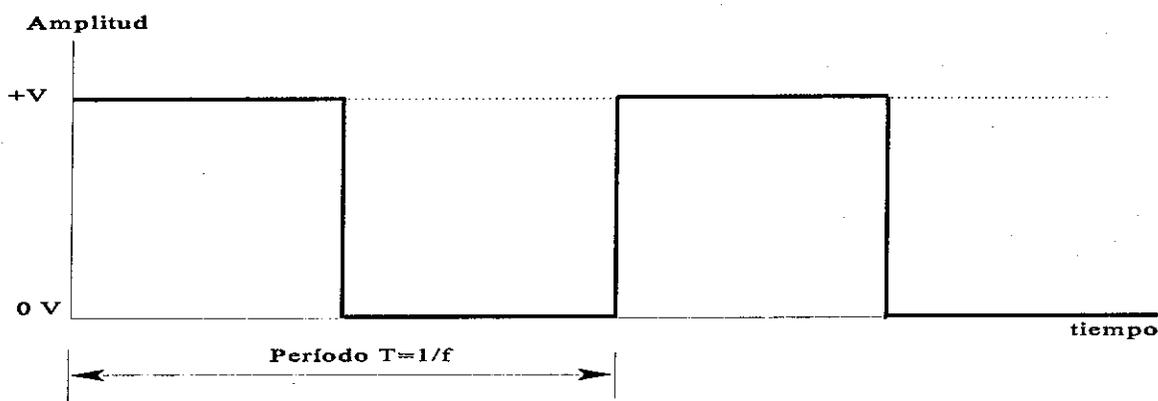


Figura 2.2: señal digital

2.1.3 Sistema de numeración binario: contiene únicamente 2 posibles valores, 0 ó 1. Un valor viene dado por varios dígitos y cada uno tiene un peso que depende de la posición que ocupe y el valor del dígito. El dígito menos significativo -LSB por sus siglas en inglés- está en el extremo derecho y el más significativo -MSB por sus siglas en inglés- en el extremo izquierdo. El número $A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0$ en donde el MSB es A_6 y el LSB es A_0 puede leerse como

$$\text{Decimal} = A_6 * 2^6 + A_5 * 2^5 + A_4 * 2^4 + A_3 * 2^3 + A_2 * 2^2 + A_1 * 2^1 + A_0 * 2^0$$

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 2: conversión analógica-digital

El código utilizado, para este diseño, es el código binario puro. Existen un sinnúmero de códigos tales como el BCD, Exceso-4, Exceso-9 etc. que se utilizan en aplicaciones que facilitan la representación de datos en sistema binario.

2.1.4 Convertidores analógico-digital: estos dispositivos son ampliamente utilizados en interfaces con los ordenadores personales. Vienen encapsuladas en tabletas que no miden más que unos centímetros cuadrados. Para su operación, deben proporcionárseles varios parámetros. Los más usuales son el voltaje de referencia superior, inferior (siempre menor que el anterior), y la señal analógica que se va a digitalizar. Es lógico pretender que el ADC nos proporcione el valor binario de la magnitud de la señal analógica. Sin embargo, es poco práctico, ya que nos impide definir el tamaño de cada nivel digital y eventualmente se desperdiciaría un rango alto de valores. Por ello **los ADCs nos proporcionan 2^i diferentes valores; es i el número de bits del ADC.** Un ADC de 8 bits nos proporciona 128 diferentes valores mientras que uno de 6 bits, 64. Bajo este concepto, el último ADC nos proporcionaría un valor binario de la señal analógica de entrada entre 0 y 64. La lectura analógica será igual al voltaje de referencia inferior más la multiplicación del valor del tamaño del incremento por nivel y el valor dado por el ADC. El valor del incremento por nivel se obtiene dividiendo la diferencia de los voltajes de referencia entre 2^i . El error de cuantización incurrido al definir estos niveles nunca será mayor que la mitad del incremento por valor. Es importante señalar que si se intenta digitalizar una señal cuya magnitud es menor o mayor que los voltajes de referencia inferior y superior en su orden, la lectura será de 0 y 2^i respectivamente.

2.1.5 Niveles de cuantización: la digitalización no siempre será perfecta, ya que las señales analógicas pueden variar en cantidades infinitesimales en el tiempo. En la figura 2.3, se han supuesto 7 valores para digitalizar la señal que se proporciona, $V_i, V_o, V_1, V_2, V_3, V_4, V_h$. La diferencia entre cada valor digital es S . Si el valor analógico de la señal se encuentra en las porciones $S/2$ superior o inferior de cada valor V , el valor digitalizado será dicho valor. Para el período T_1 , la señal analógica se encuentra arriba de la porción $S/2$ correspondiente a V_4 , por lo que el valor digital obtenido será de V_h .

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
 Capítulo 2: conversión analógica-digital

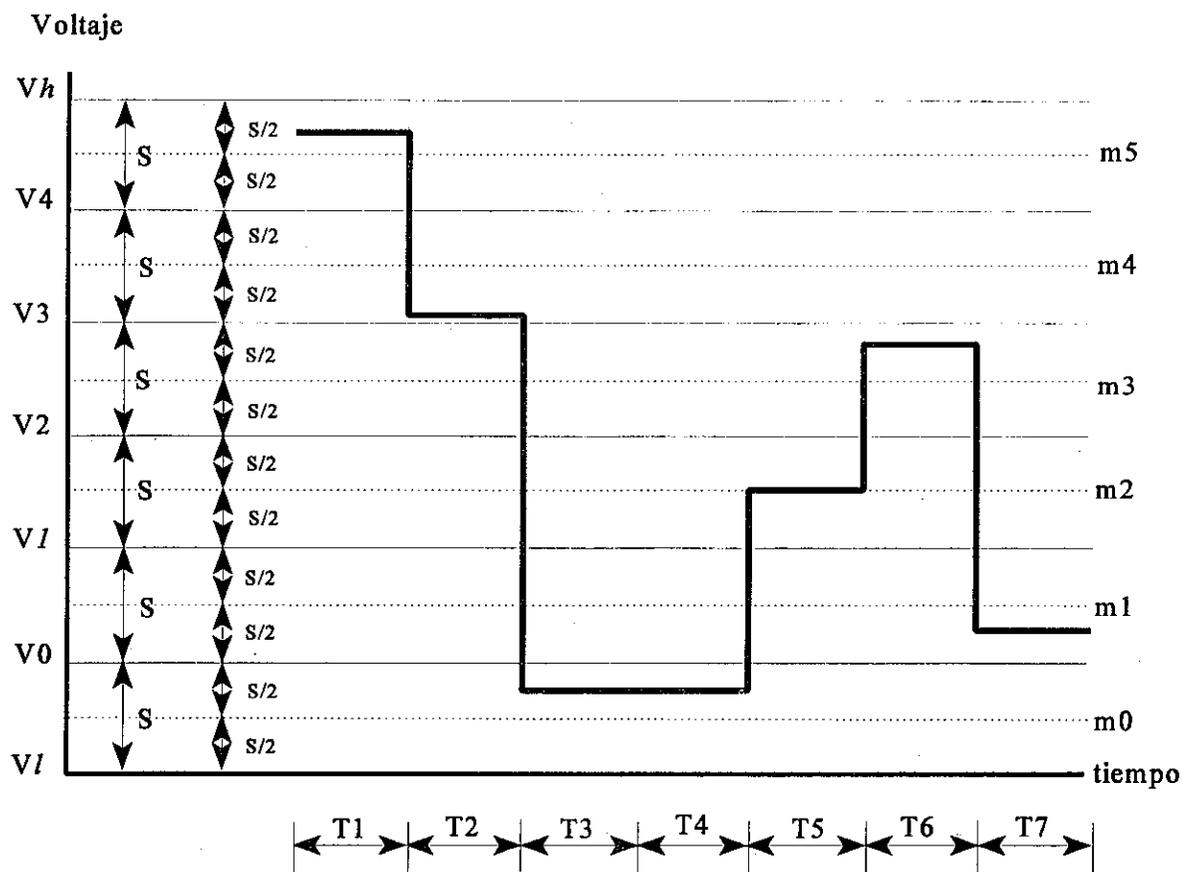


Figura 2.3: niveles de cuantización

Por ejemplo, si se tiene un ADC de 8 bits con voltajes de referencia inferior y superior de 5 y 8 Voltios respectivamente y el valor obtenido de la conversión es de 100, puede determinarse lo siguiente:

$$\text{Incremento} = \frac{8-5}{128}$$

$$\text{Lectura} = 5 + 100 \cdot \frac{3}{128} = 7.34V.$$

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 2: conversión analógica-digital

Existen diferentes esquemas de ADC. El más común está formado por un contador, un DAC -Convertidor digital a analógico por sus siglas en inglés- y un comparador. Básicamente, el contador comienza a contar de 0 a 2^i . Esta lectura digital es transformada a analógica y comparada con la señal analógica que se va a digitalizar. Mientras la última sea mayor que la primera, el contador seguirá habilitado a través de una compuerta AND y completará la lectura cuando ya no se cumpla esta condición. Se necesitará circuitería adicional para evitar un ciclo infinito, si la señal que se va a digitalizar es mayor que la generada por el valor máximo del contador, así como para otras eventualidades.

Otro esquema utilizado es el de aproximaciones sucesivas. Aquí se utiliza una unidad programada que coloca un 1 en el MSB. La señal se convierte a analógica y se compara con la que se va a digitalizar. Si es mayor, se cambia por un cero, permaneciendo igual en caso contrario. Todos los bits pasan por este proceso y al final se tiene el número binario de la conversión.

2.2 Implementación: se explicará el método para convertir la señal de video compuesto a valores digitales, la fuente de la señal utilizada y los ajustes necesarios para obtener la mejor imagen posible.

2.2.1 Fuente de la señal que se va a digitalizar: la señal analógica que va a convertirse en valores digitales mediante muestreos periódicos es **BVIDEO**. Proviene de la salida del transistor Q1 en el módulo de detección de sincronismo -Sección 1.5.2. Esta señal ya ha sido filtrada, recortada y amplificada, por lo que no se necesita ningún tratamiento adicional.

2.2.2 Habilitación del módulo conversor A/D: aun cuando el conversor analógico digital CA3303 contiene dos puertas de habilitación, solamente se necesita 1. El conversor funcionará siempre que la señal **CAPTURA** sea 1, o lo que es igual, su complemento **CAPTURA** sea 0 lógico. Esta señal de control puede cambiarse escribiendo las palabras de control adecuadas como se verá en el capítulo "LA COMPUTADORA PERSONAL."

2.2.3 Ajuste del nivel de blanco y del nivel de negro: durante el período de duración de información de video de la figura 1.4, a mayor el nivel de voltaje, mayor la tendencia del color blanco. Al digitalizar la información, el máximo valor a obtenerse, en este caso 64, sería interpretado como blanco, mientras que el mínimo, 0 en este caso, sería negro. Los valores intermedios serán interpretados como tonalidades de grises. Es vital, entonces, que el conversor A/D interprete correctamente los valores analógicos durante la conversión. Esto se logra proporcionando valores adecuados de referencia.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 2: conversión analógica-digital

Los pines 9, VREF+, y 10, VREF- contienen los valores de referencia superior e inferior respectivamente. El voltaje de referencia superior controla el nivel de blanco, mientras que el inferior el de negro. El primero debe ajustarse al valor máximo de voltaje que se va a alcanzar por la señal de video compuesto, ligeramente arriba de 1 Voltio. El segundo debe ajustarse al valor mínimo alcanzado durante el período de información de video, mientras que la información corresponde al color negro, aproximadamente 0.36 Voltios.

Los ajustes mencionados se realizan ajustando las resistencias R12 para el nivel de blanco y R16 para el nivel de negro, según la figura 2.4. Los valores de estas resistencias modifican el valor del voltaje Base-Emissor de Q2 y Q3 respectivamente modificando el valor de la corriente de emisor. Esta corriente es la que provoca una caída de potencial en las resistencias de emisor R14 y R17, que sirve como los valores de referencia. Los capacitores en paralelo con R14 y R17 sirven para estabilizar el valor del voltaje al no permitir variaciones repentinas de éste.

2.2.4 Conversión analógica/digital de video compuesto: el tiempo de conversión de los anteriores ADC es del orden de microsegundos y para aplicaciones normales, bastante aceptable. Sin embargo, la velocidad de conversión del ADC para el digitalizador es un punto clave. A mayor velocidad de conversión, mayor cantidad de conversiones por línea se podrá realizar, aumentando la resolución de la imagen que se va a capturar. Por lo tanto, se decidió utilizar el ADC CA3306 con tiempos de conversión que oscila entre 55 a 83 nanosegundos, capaz de realizar entre 12 y 18 millones de conversiones por segundo. La velocidad de los otros componentes-RAM, etc-, que serán tratados en su oportunidad, puede reducir la cantidad de muestras que van a tomarse, pero no el tiempo de conversión de este dispositivo. La circuitería interna de este ADC es mayor y más compleja que los anteriores. Consiste de 64 comparadores de voltaje, uno de los cuales producirá la salida digital.

La conversión se iniciará con los impulsos positivos de la señal del reloj interno de la tarjeta digitalizadora. El computador debe habilitar con anterioridad la captura de video para que el ADC funcione. La señal CAPTURA\ habilitará el funcionamiento del ADC; existen conversiones únicamente mientras ésta señal mantenga este estado 0. Los niveles de referencia inferior y superior vendrán dados por los dos potenciómetros R12 y R16, y se puede ajustar para compensar las diferencias existentes en la señal de video compuesto provenientes de diferentes fuentes; en vista de que la señal de luminancia oscila entre +0.2 y +1.5 Voltios, los 64 niveles de conversión del ADC deben aprovecharse al máximo colocándose los voltajes de referencia en este rango.

Si la imagen digitalizada es muy oscura, el voltaje de referencia inferior está muy alto, y se debe disminuir. Una imagen muy clara indica que el nivel de voltaje superior es

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 2: conversión analógico-digital

muy bajo, y se debe aumentar. Si los niveles se escogen adecuadamente, la imagen tendrá bastante detalle y se utilizarán al máximo los 64 colores disponibles.

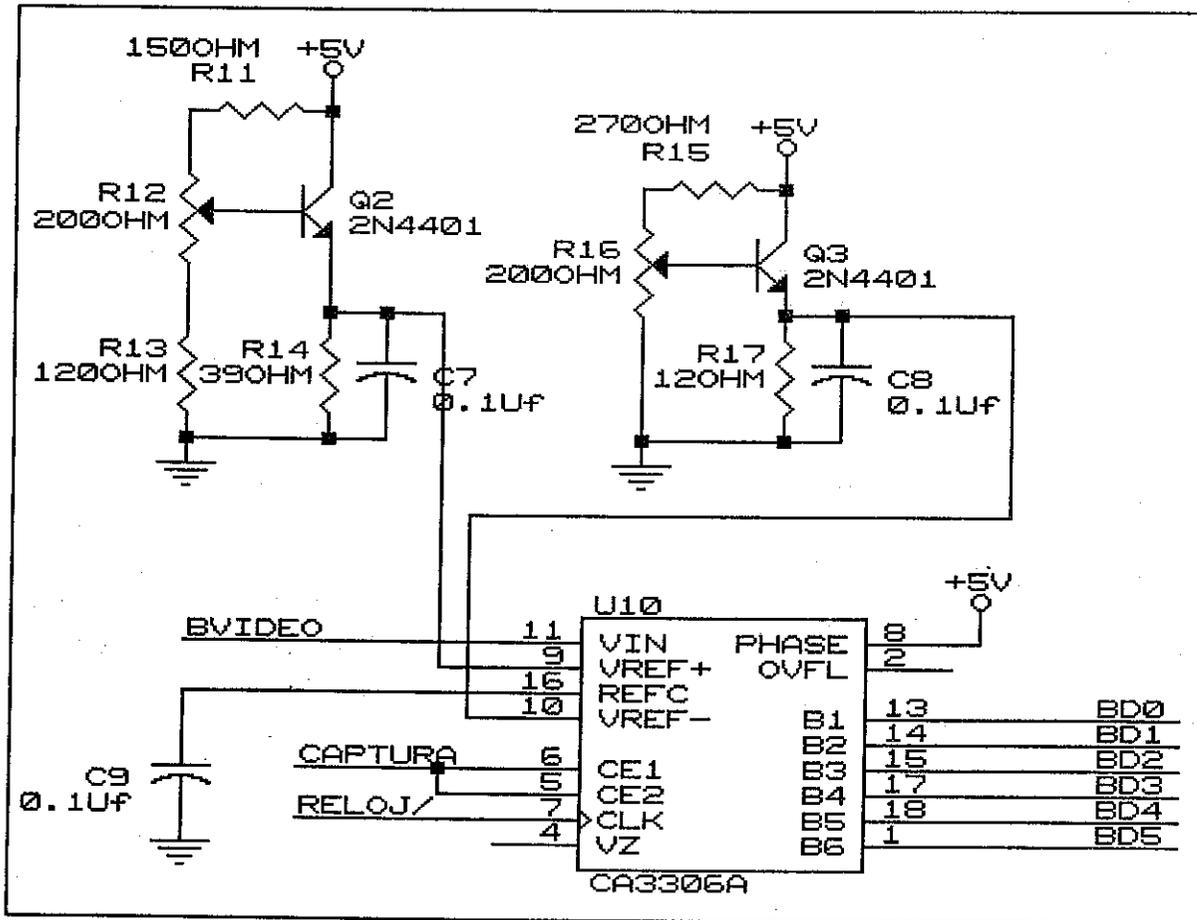


Figura 2.4: circuito convertidor analógico/digital

CAPÍTULO 3: LA COMPUTADORA PERSONAL

3.1 Teoría: la computadora personal de IBM fue introducida alrededor del año 1980 y popularizada inmediatamente. Muchos otros diseños funcionales han sido diseñados y actualmente se ofrecen diversos modelos y marcas en el mercado. Los avances en la construcción de tales computadoras han sido sorprendentes. Sin embargo, la funcionalidad se ha mantenido; casi todas las aplicaciones usadas en modelos antiguos pueden ser usados en los nuevos. No obstante, la eficiencia en el uso de los recursos y la rapidez de respuesta han aumentado considerablemente. Es común observar computadoras con relojes digitales de 120 MHz. de frecuencia y ningún ciclo de espera en operaciones de entrada/salida. Algunos procesadores tienen incorporado coprocesador matemático y las instrucciones se efectúan en menos ciclos de reloj. La arquitectura en general se ha optimizado y los resultados están a la vista. Contrariamente, los precios de tales equipos han disminuido dramáticamente al punto de ser altamente accesibles.

3.1.1 Generalizaciones de la arquitectura: los innumerables accesorios disponibles para diversas aplicaciones hacen difícil describir un equipo típico de computación. Los componentes básicos son la unidad de sistema, el teclado y el monitor. Tanto el teclado como el monitor sirven como interfaces, que permiten al usuario requerir comandos y al sistema a presentar los resultados, el estado de la requisición, así como cualquier inconveniente presentado durante el intento. La unidad de sistema contiene toda la circuitería de proceso de las diferentes operaciones. También, contiene los dispositivos de almacenamiento (discos duros y disqueteras para discos flexibles), Memoria de acceso aleatorio -RAM por sus siglas en inglés-, Memoria de sólo lectura -ROM por sus siglas en inglés-, la fuente de potencia, el altavoz, puerto de juego, puertos seriales y paralelos, adaptador para video, etc. El objetivo de esta sección no es estudiar cada característica, sino familiarizarse con los recursos que utiliza el proyecto que se va a desarrollar, las señales utilizadas, la forma de onda de estas y el uso que el prototipo hace de ellos. Principalmente las instrucciones IN, OUT, y los recursos de interrupciones.

3.1.2 Puertos de entrada/salida: los puertos de entrada/salida, son direcciones a la que responde una circuitería que acepta y/o proporciona información. Esta circuitería está acoplada a través de compuertas de tres estados a los buses de datos, de direcciones y señales de control. El microprocesador coloca una dirección de 16 bits especificando el puerto que debe proporcionar los datos, el número máximo de puertos existentes es de 65536. Dependiendo si la señal IOR/ o IOW/ es activada, se indica que el ciclo en proceso es de lectura o escritura, respectivamente. La circuitería a su vez coloca o lee información en o del bus de datos del computador. Es fácilmente deducible que estos puertos facilitan el intercambio de información entre el ordenador y ellas.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

Debe tenerse cuidado de no proporcionar direcciones que ya están siendo usadas por otras interfaces. Si este es el caso, debe cambiarse la dirección del puerto utilizado para evitar o resolver este tipo de conflictos. Además, no todos los 65536 puertos disponibles en el diseño de la computadora pueden ser utilizados. Algunos han sido ya reservados, que depende de los rangos utilizados. El bit 9 de la dirección proporcionada por el microprocesador indica la ubicación de la interface que debe responder. Si este bit es 0, no se producirá intercambio de información con interfaces localizadas en los slots de expansión de la computadora personal. En cambio, un circuito que responda a esta dirección y esté localizado en la tarjeta principal será el que intercambie información con el microprocesador. Una interface localizada en el slot de la computadora personal, debe entonces responder cuando el bit 9 de la dirección esté activo. Esto significa que las direcciones disponibles para estas interfaces debe ser por lo menos 200H. Debe tenerse cuidado cuando se manejen puertos cuyas direcciones sean mayores de 3FFFh, ya que muchas interfaces solamente observan los primeros 10 bits de la dirección proporcionada. En el diseño de la computadora IBM PC AT, se han delimitado el uso de las direcciones por rangos como sigue. Algunas señales no se han traducido por ser ampliamente conocidas por su nombre en inglés y para evitar confusiones.

Rango Hexadecimal	Dispositivo que lo usa
000-01F	Controlador DMA 1
020-03F	Controlador de interrupciones 1
040-05F	Timer
060-06F	8042 (Teclado)
070-07F	Real Time Clock, NMI
080-09F	DMA page register
0A0-0BF	Controlador de interrupciones 2
0C0-0DF	Controlador DMA 2
0F0	Clear math coprocessor busy
0F1	Reset math coprocessor
0F8-0FF	Coprocesador matemático
1F0-1F8	Disco duro
200-207	Puerto de juegos

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

278-27F	Puerto paralelo 2
2F8-2FF	Puerto serial 2
300-31F	Tarjetas Prototipo
360-36F	Reservado
378-37F	Puerto paralelo 1
380-38F	SDLC, bisíncrono 2
3A0-3AF	Bisíncrono 1
3B0-3BF	Adaptador del monitor monocromo y de la impresora
3C0-3CF	Reservado
3D0-3DF	adaptador de monitor de color y gráficas
3F0-3F7	Controlador de disquetes
3F8-3FF	Puerto serial 1

Los rangos de direcciones sugeridos para interfaces son entonces 300 a 31F hexadecimal.

3.1.3 Ciclo de lectura a un puerto de entrada/salida: ocurre cuando el microprocesador ejecuta una instrucción IN. Consta de por lo menos cinco ciclos de reloj. Ciclos adicionales pueden ser insertados por un dispositivo al desactivar la señal READY. Durante el ciclo T1, la señal ALE es activada indicando que el bus de direcciones contiene una dirección de puerto de Entrada/Salida válida. Durante T2, la señal IOR/ también se activa indicando que la operación es una lectura a puerto y que el puerto especificado por el bus de direcciones debe colocar información válida en el bus de datos. Al principio de T4, el microprocesador toma información del bus de datos y desactiva la señal IOR/. El fin de T4 finaliza este ciclo. En el diseño de la PC XT, un ciclo de espera extra, TW, es insertado, y sube a 5 el número de ciclos de relojes mínimo para completar un ciclo de lectura a un puerto de entrada/salida.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

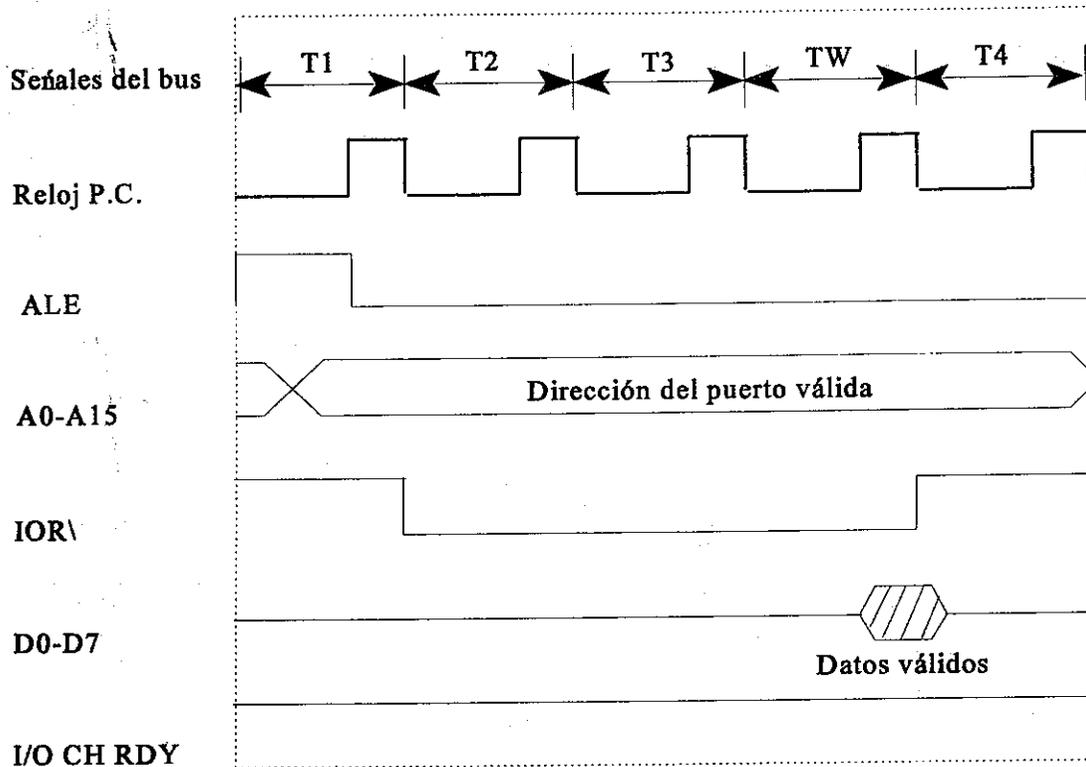


Figura 3.1: ciclo de lectura a puerto de E/S

3.1.4 Ciclo de escritura a un puerto de entrada/salida: ocurre cuando el microprocesador ejecuta una instrucción OUT. Al igual que el ciclo de lectura, consta de por lo menos cinco ciclos de reloj pudiendo insertarse ciclos de espera adicionales. Al principio del ciclo T1, la señal ALE es activada proporcionándose la dirección del puerto E/S. Durante el ciclo T2, la señal IOW/ es activada indicando que el ciclo es de escritura y que el puerto especificado por el bus de direcciones debe de tomar información del bus de datos. Al principio de T4, la señal IOW/ es desactivada y completada al final de este ciclo.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

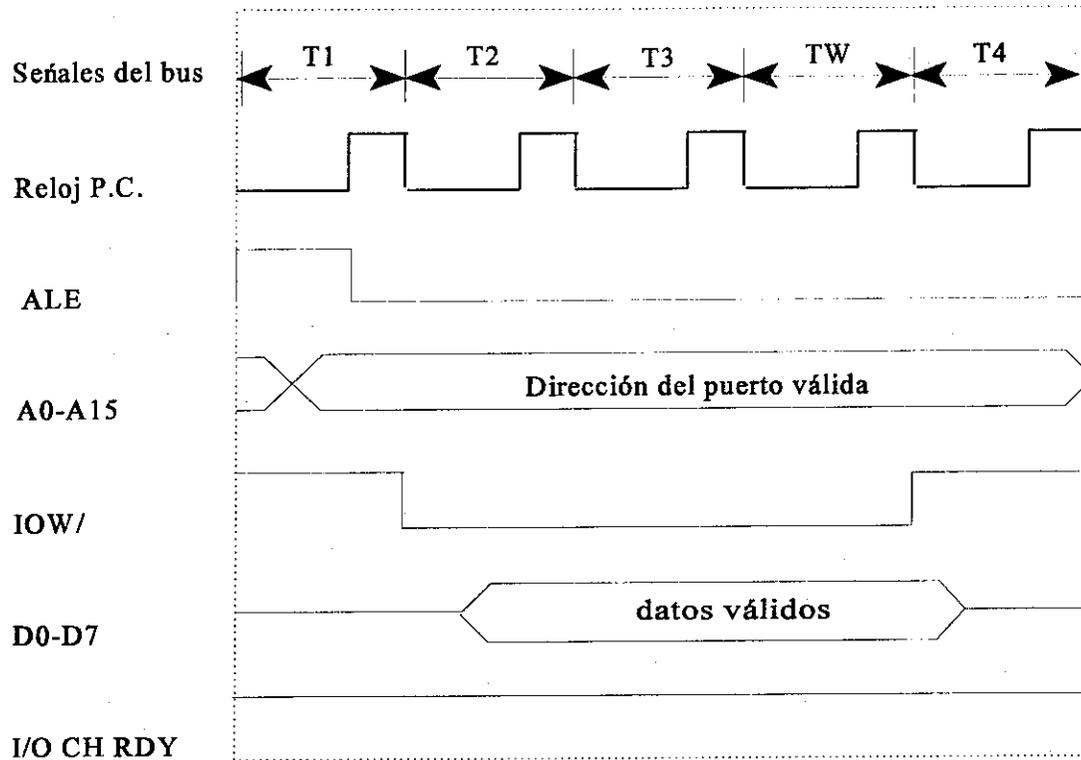


Figura 3.2: ciclo de escritura a puerto de E/S

3.1.5 Interrupciones: algunas veces existen eventos que necesitan ser detectados por las computadoras. Existen varias formas de lograrlo. La más sencilla es una técnica conocida como "Polling." El microprocesador se detiene, periódicamente, a revisar que el evento haya ocurrido o esté ocurriendo. Se auxilia con circuitos que le proporcionan retroalimentación para monitorear diversas condiciones. Sin embargo, el tiempo que el microprocesador toma, podría ser utilizado en otras actividades. Especialmente si los sucesos son altamente improbables de ocurrir. Tal es el caso de un error de paridad de memoria en la computadora personal. Para resolver este problema, la mayoría de los microprocesadores tienen un terminal que acepta peticiones de interrupción de actividad y poder captar su atención. La familia de microprocesadores utilizados en las computadoras personales no son la excepción. Tienen una terminal para interrupciones

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

inhabilitables y otra para interrupciones no inhabilitables. En la PC XT, existe un controlador de interrupciones INTEL 8259A encargado de manejar el tráfico de requerimientos de interrupciones inhabilitables. También existe circuitería para inhabilitar las interrupciones no inhabilitables. Las primeras pueden inhabilitarse desde el microprocesador. Las no inhabilitables provienen de condiciones prioritarias tales como un error de paridad de memoria RAM, un requerimiento del procesador auxiliar, o un requerimiento de chequeo de un canal de Entrada/Salida.

De aquí en adelante, se hablará solamente de las interrupciones inhabilitables. El diseño de la P.C. le permite a una interface conectada a los slots de expansión hacer interrupciones. Para ello, cuenta con varias señales de requerimiento de requisición. Estos son IRQ0 al 7. Algunas de estas señales ya son utilizadas por algunas interfaces. Para evitar conflictos con ellas, el diseño permite escoger entre IRQ2, IRQ3 y IRQ5. Según el diseño de la computadora personal, estas señales se han expandido al colocar controladores adicionales en cascada utilizando IRQ2.

3.2 Implementación: se diseñarán tres módulos: módulo de acople con la computadora personal, módulo de control y módulo generador de interrupciones.

3.2.1 Módulo de acople a la computadora personal: el digitalizador utilizará una dirección para el puerto de Entrada/Salida. Este puerto servirá para recuperar información capturada por la tarjeta y a la vez para escribir palabras de control a la tarjeta.

El circuito de interface con los buses de la computadora tiene dos funciones. Determinar cuándo se está enviando o requiriendo datos y manejar los datos.

3.2.1.1 Selección del direccionamiento: el puerto de entrada/salida utilizado responderá a una dirección específica. Debido a la posibilidad de que una dirección fija ya esté siendo utilizada por otro adaptador o interface, ésta puede modificarse utilizando los interruptores S1 y S2 de la figura 3.3. Esta dirección hexadecimal del puerto tiene tres símbolos hexadecimales modificables a través de S1 y S2, cada uno representado por cuatro bits. La forma de encontrar estos tres símbolos que conforman la dirección del puerto es la siguiente. El símbolo más significativo lo conforma A_8A_9 , ya que ambos deben ser 1 para que funcionen los selectores U2 y U3; el símbolo más significativo será 11 binario o 3 hexadecimal. El segundo símbolo más significativo lo conforma $A_7A_6A_5A_4$. A_7 debe ser 0 para que funcione el selector U2. El segundo símbolo dependerá del interruptor activo en el banco de interruptores S1. Este será 0,1,2,3,4,5,6,7 si el interruptor activo es 8,7,6,5,4,3,2,1 respectivamente. El símbolo menos significativo lo conforman $A_3A_2A_1A_0$. Este símbolo puede seleccionarse a través de S2, ya que A_3 debe ser 0 para que funcione el selector U3, los ocho símbolos posibles son 0,1,2,3,4,5,6,7 si el interruptor 8,7,6,5,4,3,2,1 están seleccionados en S2, respectivamente.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

Importante: se ha utilizado la señal AEN -Habilitación de dirección por sus siglas en inglés- para obviar aquellas direcciones generadas durante ciclos de DMA -Acceso Directo de Memoria por sus siglas en inglés- en las que pudiesen generarse direcciones similares. Durante estos ciclos, cualquier intercambio de información está prohibido por utilizarse el bus de datos para refresco de memoria o transferencias solicitadas al controlador de DMA requiriente.

Solamente un interruptor puede estar activo por cada banco. Si el interruptor activo de S1 es el 2 y el interruptor activo del banco S2 es 7, la dirección hexadecimal será 361h. Cualquiera que sea la dirección del puerto seleccionada, deberá de indicársele al software para que las escrituras se hagan al puerto seleccionado.

3.2.1.3 Operación: cuando el circuito compuesto por U2, U3, S1 y S2 detecta que la dirección que el microprocesador colocó en el bus de direcciones concuerda con la del puerto, coloca la señal DIR a 0 indicando que el microprocesador ha requerido o enviado datos. Una vez DIR es 0, si la señal IOW está a 0 significa que el microprocesador emitió una instrucción OUT, enviando un dato a la tarjeta. Si IOR es 0, el microprocesador emitió una instrucción IN requiriendo datos de la tarjeta.

Debe tenerse cuidado al manejar el bus de datos de la computadora. Mientras no se requieran o envíen datos, debe evitarse que la tarjeta accese este bus. Se utiliza un receptor/transmisor de datos de 3 estados para aislar el bus de datos interno de la tarjeta del de la computadora. Se habilitará únicamente cuando se genere una dirección válida proporcionada por la señal DIR. Mientras DIR sea 1, U1 se mantendrá en un estado de alta impedancia cumpliendo su objetivo. Por el contrario, cuando DIR sea 0, U1 manejará el flujo de datos de o hacia la tarjeta, dependiendo de la señal IOR. Solamente cuando IOR sea 0 -El microprocesador requiere información de la tarjeta- permitirá que datos de la tarjeta sean colocados en el bus de datos del microprocesador. De lo contrario, el flujo de información será del bus de datos del computador al bus de datos de la tarjeta.

Este diseño asegura un adecuado manejo de los datos y una decodificación de direcciones altamente flexible.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

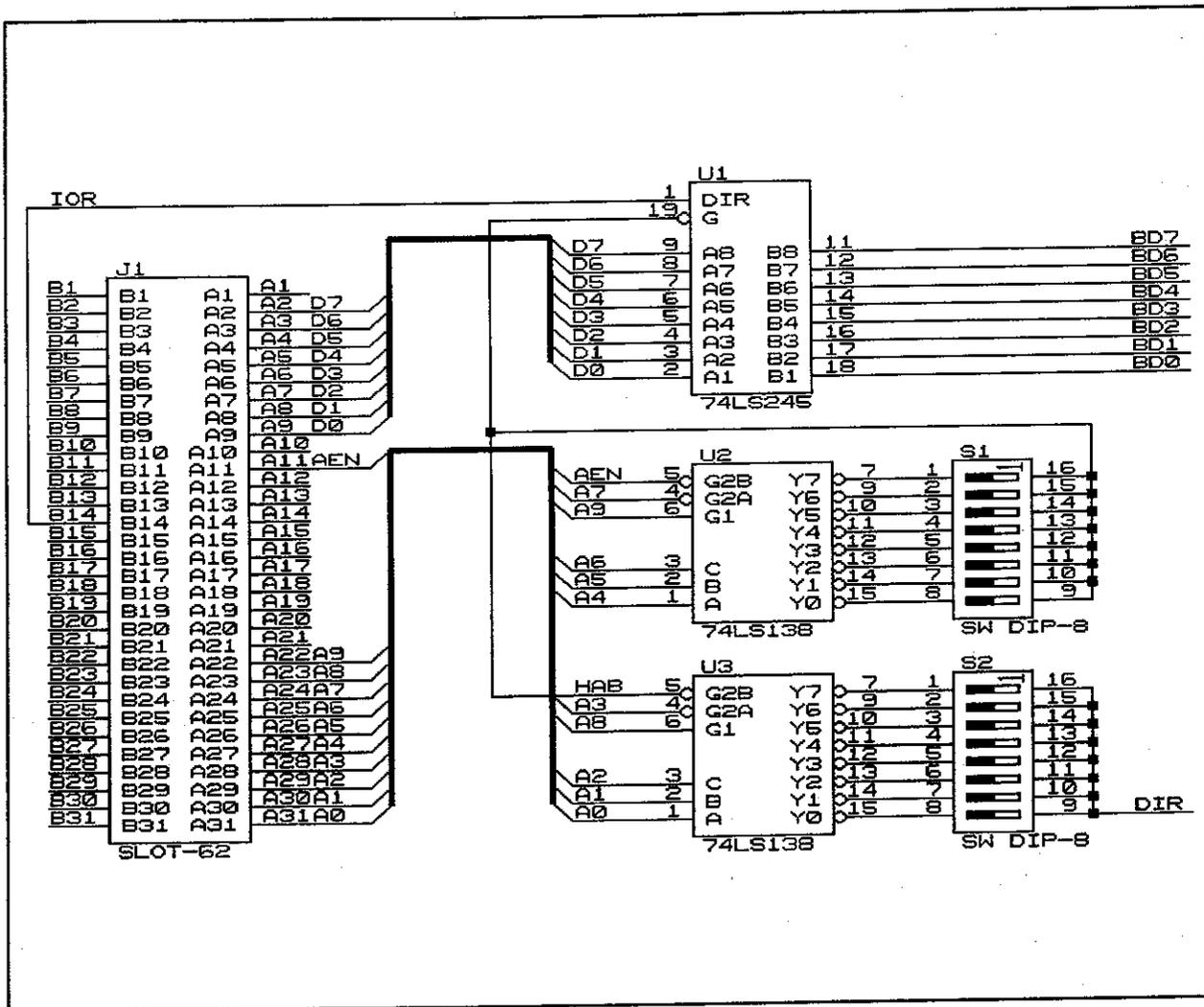


Figura 3.3: circuito de acople con la P.C.

3.3 Módulo de control de la tarjeta: el circuito anterior permite el intercambio de información entre el microprocesador y la tarjeta digitalizadora de video. Gracias a ello, pueden escribirse palabras de control a la tarjeta que serán almacenadas en este módulo y permitirán tener control sobre el estado de ésta.

3.3.1 Escritura de datos a la tarjeta: el bus de datos interno de la tarjeta es de 8 bits. Durante la escritura a la tarjeta, los primeros seis se utilizan para formar palabras de control. El significado que tiene cada bit cuando se hace igual a 0 es el siguiente

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

Número de bit	Significado
D7 (Más significativo)	No se utiliza
D6	No se utiliza
D5	Coloca la señal NOINT igual a 1. Esto impide que la tarjeta genere interrupciones a la Computadora Personal.
D4	Coloca la señal NOINT igual a 0, habilitando la generación de interrupciones a la computadora.
D3	Coloca la señal CAPTURA a 1. Puede leerse información de la tarjeta y se detiene la digitalización de video.
D2	Coloca la señal CAPTURA a 0, habilitando la digitalización de video y evitando la lectura de los datos ya digitalizados.
D1	Coloca la señal RESET a 1. Inicializa el circuito direccionador cargando la dirección 0 e inhabilitandolo temporalmente.
D0	Coloca la señal RESET a 0, habilitando el funcionamiento del circuito direccionador.

3.3.1.1 Palabras de control: el propósito de escribir al puerto de la tarjeta es para controlar el estado de ésta. La tarjeta responderá de acuerdo con el valor del dato escrito según la definición anterior. De allí que puedan definirse palabras de control que ejecutan tareas específicas en la tarjeta. Pueden combinarse varios bits con valor de 0 y escribirse al puerto. Sin embargo, existen combinaciones no permitidas, ya sea porque provocarían un estado no definido en los flip-flops U8A, U9A ó U9B, o porque conceptualmente se contradecirían.

Valor (Bin)	Valor (Hex)	Acción
111110b	3Eh	Habilita funcionamiento del direccionador.
111101b	3Dh	Inicializa direccionador a cero y lo inhabilita.
111011b	3Bh	Habilita digitalización de video.
110111b	37h	Permite lectura de datos digitalizados.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

Valor (Bin)	Valor (Hex)	Acción
101111b	2Fh	Habilita la generación de interrupciones a la P.C.
011111b	1Fh	No permita la generación de interrupciones a la P.C.
011101b	1Dh	No permite la generación de interrupciones a la P.C. e inicializa el circuito generador de direcciones cargando la dirección 0.

3.3.2 Implementación: los demultiplexores 74LS157 U6 y U7 direccionan los datos a los flip-flops tipo D que almacenan las señales derivadas de las palabras de control escritas a la tarjeta. Estos demultiplexores funcionarán solamente cuando se genera la dirección -la señal DIR se haga igual a 0- del puerto de la tarjeta y se escriba a ella -la señal IOW se haga igual a 0. En este caso, los datos se aplican a las terminales CL o PR de los flip-flops colocando su salida a 0 ó 1 respectivamente. Uno de los bits, por lo menos, será 0 y colocará el estado del flip-flop a 0 ó 1, y se queda fijo hasta una nueva escritura de control. Si se leyera del puerto de la tarjeta, la señal IOW sería 1 al igual que las salidas de los demultiplexores. Un 1 en ambas terminales CL o PR de los flip-flops no cambia su estado.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

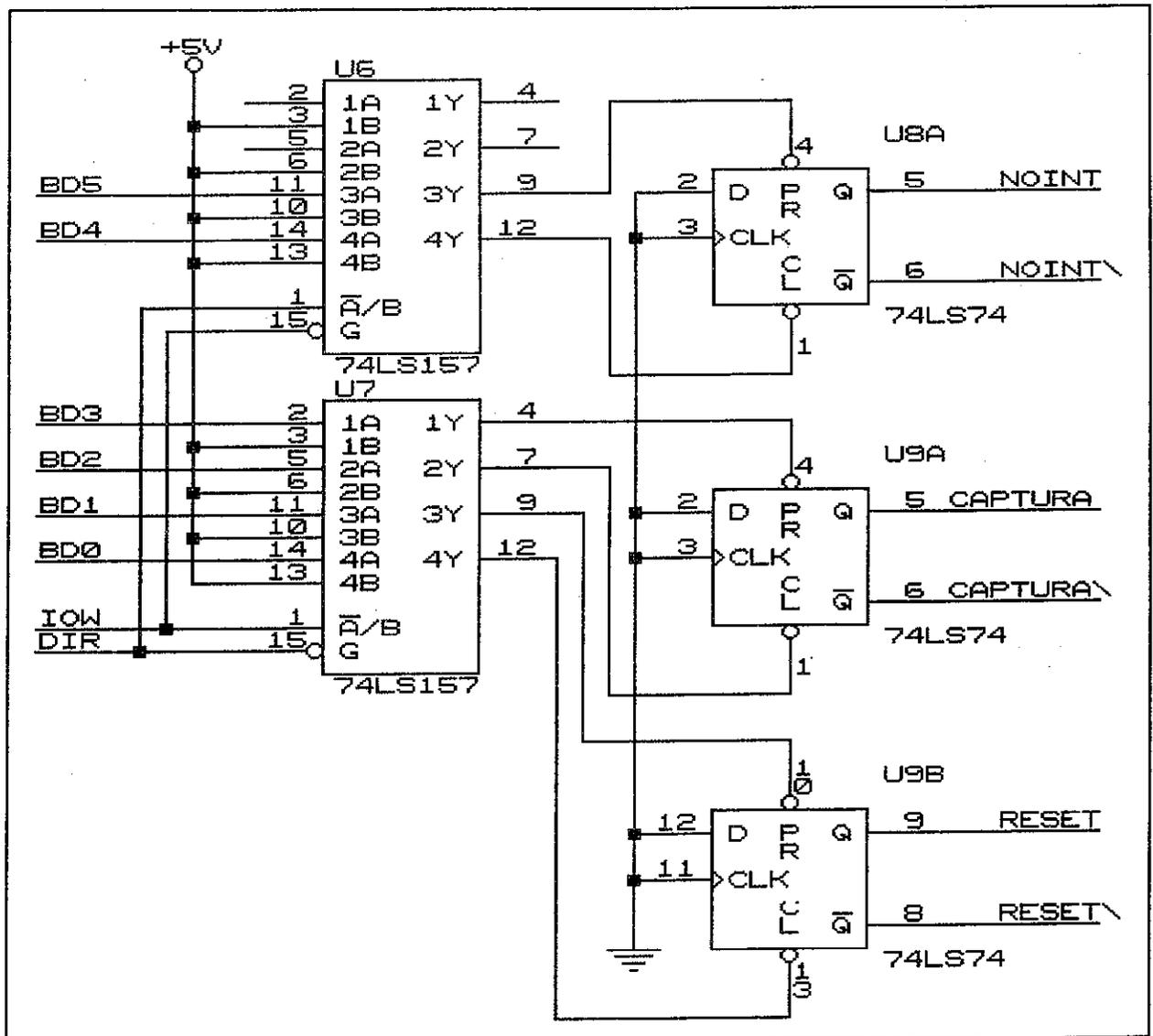


Figura 3.4: circuito de Control

3.4 Módulo requisitor de interrupciones: la tarjeta emitirá una interrupción para notificar a la computadora que está lista para capturar el siguiente campo de video. **El módulo detector de sincronismo es en realidad quien emite la señal,** que alimenta este módulo. Este módulo controla la habilitación y la duración del pulso de requisición de interrupciones, e interfasa ésta señal con el bus de control de la computadora personal.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

3.4.1 Elección de la interrupción que se va a generar: al igual que la dirección del puerto de E/S, la interrupción puede también ser especificada. El banco de interruptores S3 sirve para elegirla. Se elige IRQ2, ó IRQ3 ó IRQ5 si se activa el interruptor 1, 2 ó 3 respectivamente.

3.4.2 Inhabilitación de interrupciones: La generación de interrupciones puede inhabilitarse a través del buffer de tres estados U17A 74LS125. El propósito no es evitar que el microprocesador procese la interrupción, ya que ésta puede ser inhabilitada internamente. El propósito es permitir que otras interfaces utilicen esta interrupción cuando el digitalizador de video no esté funcionando. Cuando la señal **NOINT** generada por el circuito de control es 1, se inhabilita la generación de interrupciones, y se habilita nuevamente cuando **NOINT** se hace 0.

3.4.3 Operación: cuando se detecta un pulso **VINT**, la salida del flip-flop D U8B se hará 1 lógico. Si la señal **NOINT** es 0 lógico, generará un pulso para la salida **IRQ** seleccionada. Luego, debe hacerse 0 lógico nuevamente. Se necesita que la señal **FINCAP** generada por el circuito generador de direcciones se haga igual a 1 ó durante el pulso emitido por la computadora personal durante el arranque. La señal **RESET DRIVER (RD)** asegura que no se emitan interrupciones sin motivo debido al estado inicial del flip-flop. De todas formas, cuando el programa que maneja el digitalizador detecta una interrupción generada por la tarjeta, inhibe interrupciones adicionales de ella hasta que se desee capturar un nuevo campo de video.

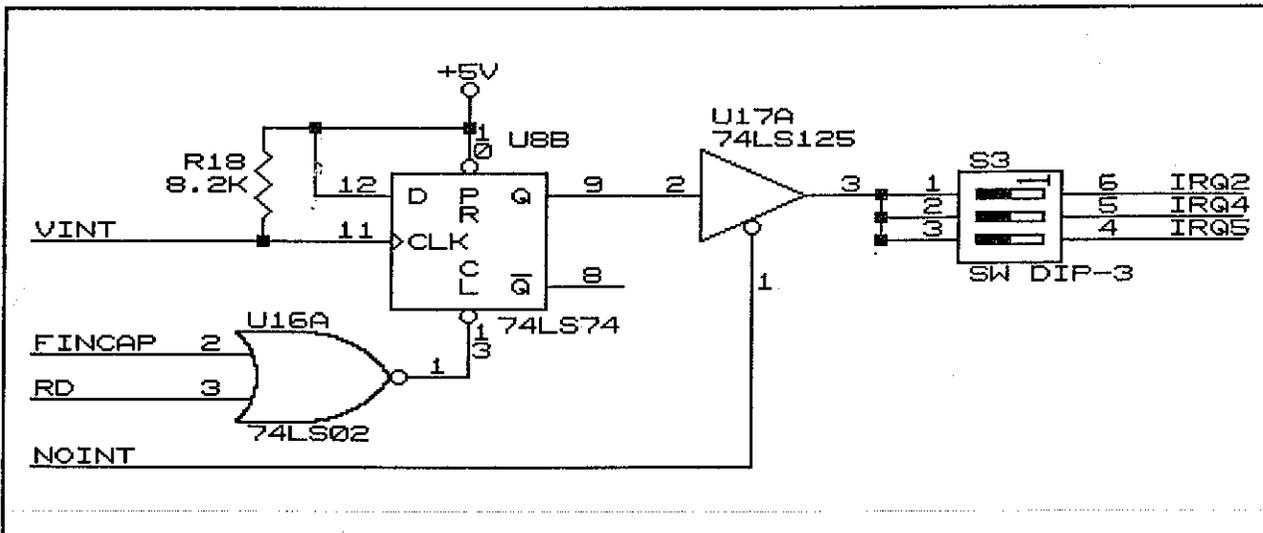


Figura 3.5: circuito generador de interrupciones

3.4.4 Interrupción de software: cada señal **IRQ** disponible en la computadora personal está asociada con una interrupción de software. En nuestro caso, **IRQ2** está asociada con

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

la interrupción 10 ó 0Ah, IRQ3 con la interrupción 11 ó 0Bh, e IRQ5 con la interrupción 13 ó 0Dh. En el diseño XT, existen solamente 7 señales de interrupción. Este número ha sido ampliado a 16 en el diseño AT al colocar las 9 señales restantes a otro controlador en cascada con IRQ2. De estas nueve señales, solamente IRQ11, IRQ12, IRQ14 e IRQ15 están disponibles en las señales de los slots de expansión.

Adicionalmente, cada interrupción de software está asociada con una dirección en la memoria RAM baja de la computadora personal. Empieza en la dirección 00000h y termina en la 003FFh y es conocida como el vector puntero de interrupciones. Para cada interrupción existen dos valores de 16 bits cada uno. El primero de ellos corresponde al offset y el segundo al segmento de memoria donde reside el programa que manejará la interrupción. Durante el arranque de la computadora el BIOS -Sistema Básico de Entrada/Salida por sus siglas en inglés- inicializa las direcciones de manera que apunten hacia las rutinas de manejo de interrupciones localizadas en la memoria de sólo lectura -ROM- de la computadora personal. Si una interface utiliza una interrupción de software, un programa puede modificar la dirección asignada a esta interrupción en el vector puntero de interrupciones, interceptando y obteniendo el control y servicio de la interrupción.

3.4.5 Programa para inicialización de interrupciones: para que la computadora personal cumpla su cometido, **debe existir armonía entre el software y el hardware.** Para que el microprocesador de la computadora procese e interprete los sucesos correctamente, debe existir un programa que contenga las instrucciones necesarias.

Durante el inicio de la ejecución del programa, se asigna la dirección del procedimiento de servicio a la interrupción de software que generará la señal IRQ3 proveniente del digitalizador de video. Cuando éste ocurra, se ejecutará el procedimiento, el cual ejecutará dos instrucciones. La primera será escribir una palabra de control a la interface para inhabilitar nuevas interrupciones de software al mismo tiempo que habilitará la captura de video. La segunda será colocar el valor de verdadero a una variable lógica para indicar al programa que se está capturando video. El programa que se propone, escrito en Pascal, para habilitar la función de interrupciones en la PC AT e interceptar la interrupción de software 0Bh generada por IRQ3 es el que se adjunta a continuación. El procedimiento `Get_Video_Data` se explica más adelante y no aparece en este programa.

Program Interrupt;
Uses Dos,Crt;

{*****

El programa inicializa y habilita la generación de interrupciones de la tarjeta digitalizadora de video

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

*****}

Const

```
p_icw1 = $0020 ;
p_icw2 = $0021 ;
p_icw3 = $0021 ;
p_icw4 = $0021 ;
p_ocw1 = $0021 ;
p_ocw2 = $0020 ;
p_ocw3 = $0020 ;
```

```
Var OldIntHndlr : Procedure ;
    Digitalizing ,
    User_stop : Boolean ;
    Tecla : Char;
```

(*****

El siguiente procedimiento da servicio a la interrupción de software 11 (0Bh) generado por la interrupción de hardware IRQ3

*****)

{\$F+}

```
Procedure BDigital(Flags,cs,ip,ax,bx,cx,dx,si,di,ds,es,bp:Word); Interrupt;
```

Begin

(* Inhabilitando generación adicionales de interrupción del digitalizador y habilitando la digitalización de video, es una mezcla de las palabras de contro 1Dh y 3Eh *)

```
Port[$301]:=$1C;
```

(* Indicando al programa que actualmente se está digitalizando video *)

```
Digitalizing:=True;
```

(* Salva las banderas del microprocesador antes de ejecutar la antigua rutina de manejo de la interrupción *)

```
Inline ($9C);
```

(* Ejecuta la antigua rutina de manejo de la interrupción *)

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

OldIntHndlr;

(* Indicando al controlador de interrupciones que se pueden aceptar interrupciones posteriores *)

Port[\$20]=\$20;
end;
{F-}

{*****}

Se inicializará el vector puntero de interrupciones para que se ejecute el procedimiento BDigital cada vez que se genere una interrupción. Se inicializa el controlador de interrupciones para que acepte interrupciones.

*****}

Procedure SUInterrupt;

Var LastMask : Byte;

Begin

(* Inicializando el circuito direccionador a cero y lo inhabilita *)

Port[\$301h]=\$3D;

(* Habilitando digitalización de video *)

Port[\$301h]=\$3B;

(* Permitiendo generación de interrupciones *)

Port[\$301h]=\$2F;

(* Salvando dirección de la rutina de manejo de la interrupción 11 *)

GetIntVec(\$0B,@OldIntHndlr);

(* Colocando la dirección del procedimiento BDIGITAL para que sea éste el que dé servicio a tal interrupción *)

SetIntVec(\$0B,Addr(BDigital));

(* Inicialización de los controladores de interrupciones en la computadora personal. Deben ir en el orden indicado *)

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 3: la computadora personal

```
Port[p_icw1]:=$11;
Port[p_icw2]:=$08;
Port[p_icw3]:=$04;
Port[p_icw4]:=$1D;
LastMask:=Port[p_ocw1];
Port[p_ocw1]:=LastMask;
Port[$20]:=$13;
Port[$21]:=$08;
Port[$21]:=$0D;
Port[$21]:=$00;
Asm
  STI
End;
End;
```

```
(*****
Ya sea se empieza a digitalizar video al ocurrir una interrupción o el usuario presiona la
tecla F3 indicando que desea terminar el programa
*****)
```

```
Procedure Wait_Key;
Begin
  Repeat
    Tecla:=ReadKey;
    If Tecla=#0 Then
      Begin
        Tecla:=ReadKey;
        If Tecla=Chr($3D) Then User_stop:=True;
      End;
  Until Digitalizing Or User_stop;
End;
```

```
(*****
Inicio del Programa Principal
*****)
```

```
Begin
  Digitalizing:=False; (* No se está digitalizando video *)
  User_stop :=False; (* Usuario no desea terminar programa*)
  SUInterrupt; (* Inicializa interrupciones y tarjeta*)
  Wait_Key; (* Esperando evento *)
```

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 3: la computadora personal

(* Si se está digitalizando video, espera 100 milisegundos y luego inicia la captura de video *)

If Digitalizing Then

Begin

Delay(100);

Get_video_data;

End;

SetIntVec(\$0B,@OldIntHndlr); (*

Restaurando dirección de la rutina que manejaba la interrupción originalmente *)

End.

CAPÍTULO 4: MEMORIAS DE ACCESO ALEATORIO

4.1 Teoría: las memorias de acceso aleatorio, RAM por sus siglas en inglés, son chips con capacidad de almacenar datos. Pueden considerarse como vectores de grupos de flip-flops, por lo que debe especificarse el elemento que desea accesarse. Por su capacidad de acceder cualquier elemento en cualquier orden, se les denomina de acceso aleatorio. Este acceso toma determinado tiempo. La circuitería interna debe localizar, recuperar y colocar el dato en la salida, de donde será tomado por los circuitos que deseen procesarlo. Esta característica se conoce como el tiempo de acceso de memoria. Pueden conseguirse memorias con un tiempo tan corto como 10 nanosegundos o menos.

4.1.1 Memorias estáticas y dinámicas: existen dos tipos de memoria RAM, estáticas y dinámicas. Las memorias estáticas están formadas por flip-flops que retienen el dato escrito durante el período que éstos estén energizados; contrariamente, las memorias dinámicas tienen una estructura más simple de solamente tres flip-flops para ocho datos. Los datos se almacenan en la capacidad parásita existente entre la puerta y substrato de cada uno de los tres FET que integra el flip-flop. Tal capacitancia se descarga según su constante RC, y se deben refrescar continuamente. La memoria de acceso aleatorio utilizado en la computadora personal es dinámica, razón por la que el canal 0 de DMA está dedicado al refresco de memoria utilizando el 7% del tiempo del bus del sistema para ésta operación.

4.2 Implementación: el digitalizador utilizará memorias estáticas para eliminar la necesidad de refrescar la memoria constantemente y la circuitería de operación y control asociadas. El muestreo se llevará a 7.159 MHz. lo que implica 7,159,000 muestras por segundo. Ya que un campo dura 1/60 de segundo, la cantidad de memoria a utilizar es de 116.52 kbytes o 119,316 muestras. Se utilizan 128 kbytes concentrados en una sola pastilla, eliminándose la necesidad de utilizar circuitería adicional para mapear la memoria distribuida en varias tabletas. Se obtiene un margen amplio para fluctuaciones severas de la frecuencia de muestreo, y la señal que finaliza la captura de video se emite luego de haber capturado el cuadro de video totalmente.

Durante el impulso positivo de la señal de muestreo, el circuito convertidor Analógico/Digital empieza una conversión. El tiempo máximo que le tomará hacerlo es de 82 nSegundos. Si se toma en cuenta que el período de la señal de muestreo es de 139.68 nSegundos, solamente se tienen 57.68 nSegundos para el almacenamiento de video. **El tiempo de acceso de la memoria RAM utilizada, no debe exceder entonces 57 nSegundos.**

Durante el tiempo de captura de video, la memoria estará en modo de escritura. Cuando la señal **CAPTURA** cambie a 1 indicando el final de la digitalización de video, la

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio

memoria estará en el modo de lectura y se habilitará la salida de valores al bus de datos interno. En cualquier caso, estará funcionando ininterrumpidamente con excepción del período en que se escriben palabras de control a la tarjeta para evitar el almacenamiento eventual de éstas palabras y los conflictos potenciales con el bus de la computadora personal o con el circuito de control.

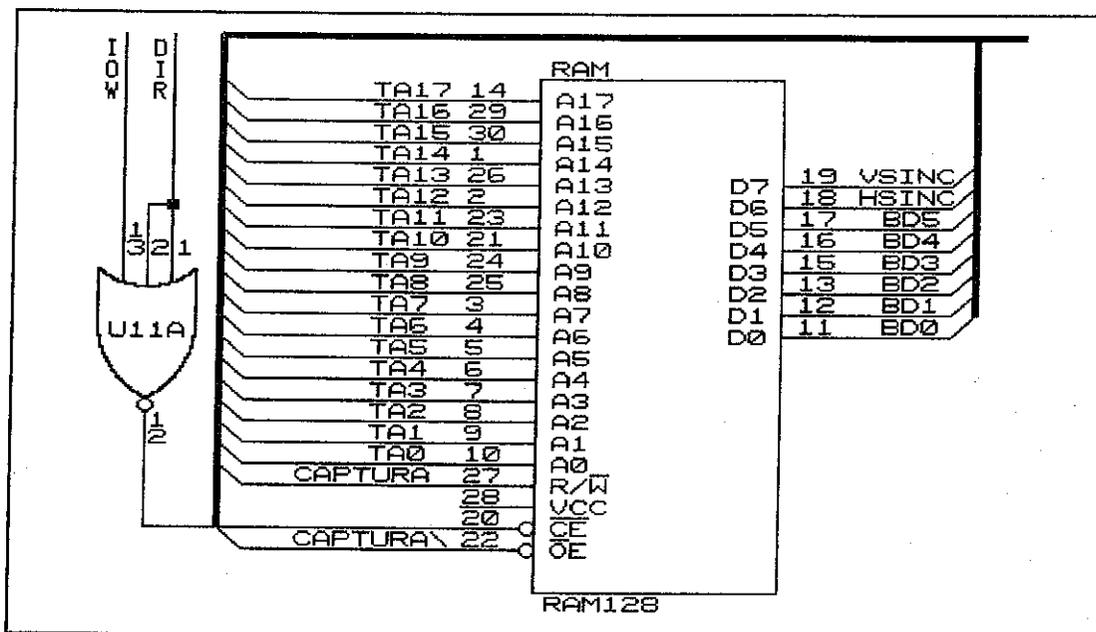


Figura 4.1: memoria RAM para almacenamiento de video digitalizado

4.2.1 Datos que se van a almacenar: según se observa en la figura 4.1 D_5 , D_4 , D_3 , D_2 , D_1 y D_0 se utilizan para almacenar datos de 6 dígitos binarios - BD_5 , BD_4 , BD_3 , BD_2 , BD_1 y BD_0 . Estos son los resultantes de la conversión analógica a digital de la señal de video compuesto provenientes del circuito representado en la figura 2.4. Cada dato de 6 dígitos se almacena en una dirección diferente especificada por el valor binario de TA_{17} a TA_0 . El origen de estas direcciones se verá en la sección 4.3.2.

4.2.2 Almacenamiento de señales de sincronización: la memoria RAM utilizada tiene capacidad de almacenar 8 bits por dirección. De éstos, solamente 6 están siendo utilizados por cada dato digitalizado; ya que el ADC utilizado tiene un ancho de 6 bits únicamente. en los 2 dígitos restantes, se almacenan las señales del pulso de sincronismo horizontal - D_6 - y del pulso de sincronismo vertical - D_7 . Estos datos servirán como referencia del estado de ambas señales al momento de digitalizarse una muestra analógica de la señal de video compuesto. Solamente cuando ambos bits sean 1, D_5 a

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio

D_0 representarán un dato de video válido. Si esta condición no se cumple, el dato fue tomado durante un pulso de sincronismo horizontal y/o vertical.

4.2.3 Habilitación de la memoria: la habilitación de la memoria se hace a través de la terminal CE/. Cuando ésta señal sea 0 el circuito integrado estará habilitado para funcionar. Generalmente permanecerá en este estado con excepción del período en el cual se escriben palabras de control para evitar el almacenamiento de estas palabras en la memoria, o conflictos con los datos de salida de la memoria. Las señales IOW y DIR se hacen 0 haciendo que la compuerta NOR coloque un 1 lógico en la terminal CE/. Durante este lapso, independientemente de los valores en cualesquiera otras terminales, el circuito integrado no funcionará.

4.2.4 Habilitación de recuperación de datos: puede habilitarse a la memoria RAM para que coloque los datos almacenados en la dirección especificada por $A_{17}-A_0$ en el bus de datos D_7-D_0 . Para ello, debe colocarse un 0 lógico en la terminal OE/ de la memoria RAM. Este estado sucede únicamente durante la lectura de los datos digitalizados. El programa escribe la palabra de control 37h -sección 3.3- que hace tomar el valor lógico 1 a la señal **CAPTURA**. Su inversa, **CAPTURA/**, se aplica a la terminal OE/ permitiendo la recuperación de los datos almacenados durante el ciclo de digitalización.

4.2.5 Cambio de operación lectura/escritura: debe indicarse a la memoria RAM la operación que debe realizar. Si la operación que se va a realizar es lectura -ciclo de captura de datos a la PC- debe colocarse un 1 lógico a la terminal RWW/. Solamente durante el ciclo de captura de datos a la PC, la señal **CAPTURA** posee un valor lógico 1 como se vió en el inciso anterior. Es entonces la señal que especificará la operación que la memoria debe realizar. Es conveniente utilizar esta señal, ya que además de delimitar perfectamente los ciclos de lectura y escritura, maneja también la señal de habilitación de recuperación de datos, que sincroniza a ambas.

4.2.6 Almacenamiento de datos en la memoria: para almacenar datos en la memoria, se debe especificar que se procederá a escribir a la memoria RAM, lo que automáticamente impedirá que los datos almacenados sean colocados en el bus de datos de la tarjeta. Para ello, debe inicializarse el direccionador para que el módulo de memoria empiece a almacenar los datos en la dirección 0. Esto se verá en la sección 4.3.5 de éste capítulo. Luego, al escribir la palabra de control 3Bh al puerto de la tarjeta, el módulo de almacenamiento se inicializa para almacenar los datos digitalizados al tomar la señal **CAPTURA** un valor lógico 0.

4.2.7 Lectura de datos digitalizados: luego que se ha digitalizado un cuadro de video, el módulo de memoria ha almacenado toda la información digitalizada. Para recuperarla desde la PC y procesar la información, debe de inicializarse este módulo

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio

para que permita la lectura de los datos. Al igual que en el inciso anterior, el módulo direccionador debe inicializarse para que empiece leyendo la dirección 0 -Sección 4.3.5. Luego, debe escribirse la palabra de control 37h -Sección 3.3- para proporcionar un valor 1 a la señal **CAPTURA** y especificar que se leerán los datos almacenados. Con cada lectura al puerto de Entrada/Salida de la tarjeta, la circuitería interna se encargará de avanzar automáticamente la siguiente dirección que se va a leer. Se leerán secuencialmente los contenidos de cada dirección de memoria.

4.3 Módulo generador de direcciones: para leer o escribir a una memoria debe especificarse una dirección para que cada dato pueda almacenarse en una dirección única para su posterior recuperación. Se utiliza una serie de contadores binarios en cascada que servirán para generar direcciones, ya que se necesitan 18 bits para direccionar los 128 kbytes de la memoria utilizada - A_{17} a A_0 . A_{18} sirve como señal de finalización del módulo que genera las direcciones.

Este módulo es bastante sencillo y está formado por un circuito multivibrador, lógica combinacional y los contadores en cascada.

4.3.1 Generación de pulsos de reloj: el circuito multivibrador está compuesto por 3 inversores, igual número de resistencias y un oscilador de cristal de cuarzo senoidal de 14.318 MHz. Este oscilador maneja a los inversores U16B y U16C forzándolos a trabajar en esta frecuencia. El inversor U16A ya no es parte del circuito multivibrador, pero se incluye para eliminar las pequeñas fluctuaciones y/o problemas de definición de estado lógico provocadas al manejar los inversores con una señal analógica. La frecuencia obtenida es, sin embargo de 14.318 MHz. El flip-flop tipo D U18A actúa como divisor por 2 de frecuencia, proporcionando una señal de 7.159 MHz. llamada en adelante **RELOJ**.

4.3.2 Generación de direcciones: se analizará éste tema olvidando momentáneamente el circuito combinacional e imaginando que la señal **RELOJ** es aplicada a la terminal CLK -terminal 1- del contador 74LS393 -Integrado U15A- de la figura 4.2. Se asumirá también que el valor de todas las salidas de los contadores U13A, U14A, U14B, U15A y U15B tienen inicialmente un valor lógico 0. Al aplicar impulsos negativos en su terminal CLK, el contador U15A empieza a colocar valores secuenciales en sus salidas. Con cada impulso negativo en la terminal CLK de este contador aumentará en 1 el valor binario de sus salidas. Empezando por 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000. En este momento, el contador U15B, conectado en cascada con U15A, observa un impulso positivo en su terminal CLK -terminal 13- sin tomar acción alguna. El contador U15A seguirá aumentando los valores digitales de su salida, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111. Al llegar a esta cuenta y recibirse otro impulso negativo en la terminal CLK, U15A, regresa al valor 0000 para iniciar una nueva cuenta. El reloj U15B observa ahora un impulso negativo en su terminal CLK, ya que el MSB del reloj U15A ha tenido un

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio

cambio de estado lógico de 1 a 0, aumentando el valor de la salida del reloj U15B de 0000 a 0001. Por cada ciclo descrito para el reloj U15A el reloj U15B aumentará en 1 el valor digital en sus salidas. La analogía U15B-U15A puede tomarse con el resto de los contadores en cascada U13A-U14B, U14B-U14A, U14A-U15B, ya que el funcionamiento es el mismo.

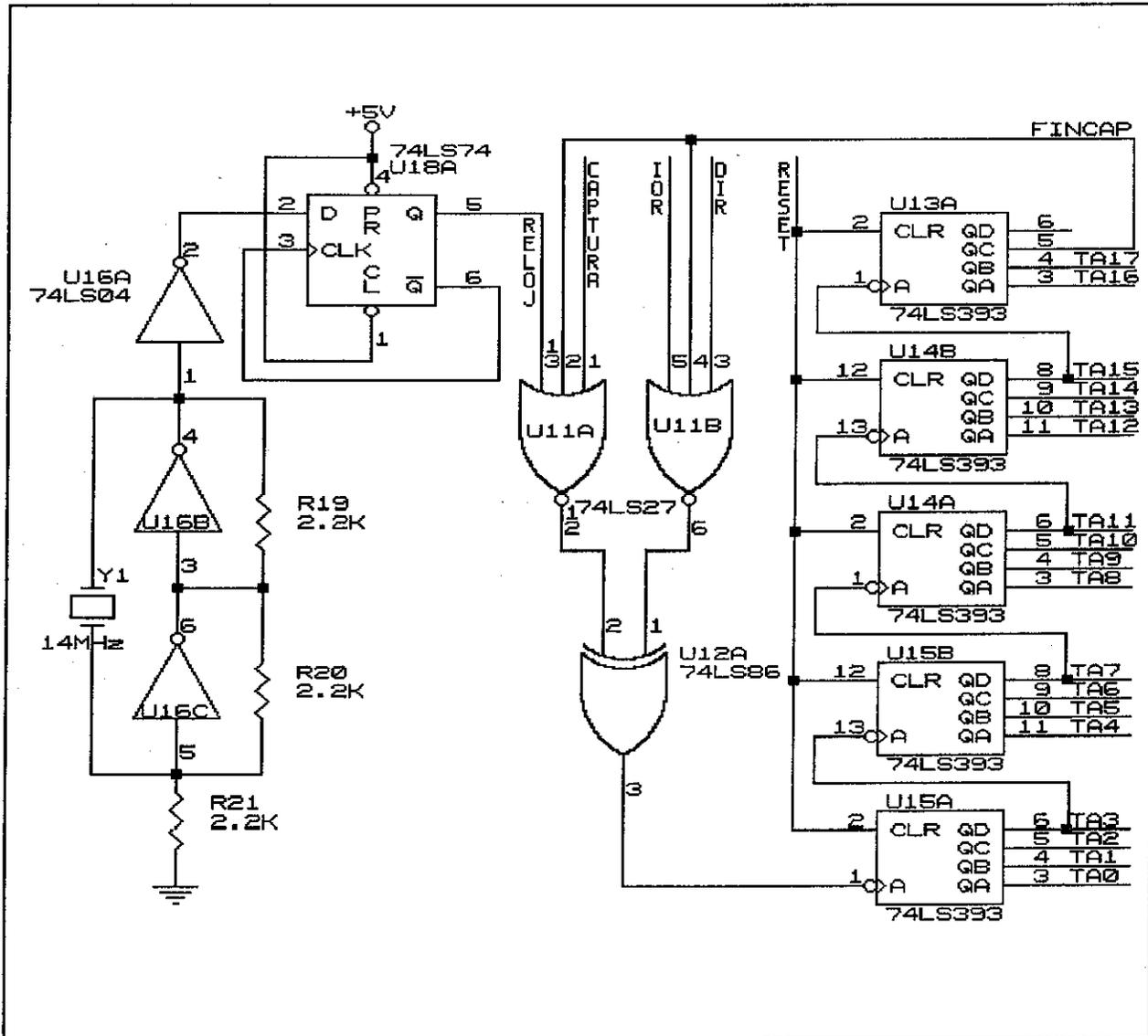


Figura 4.2: circuito generador de direcciones

4.3.3 Habilitación de la generación de direcciones: el cambio de valores del módulo de generación de direcciones está supeditado a un circuito combinacional. Este circuito

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 4: memorias de acceso aleatorio

combinacional es el generador de los impulsos negativos necesarios para el cambio de valores en las direcciones generadas por este módulo. Como puede apreciarse en la figura 4.2, la compuerta que maneja la terminal de reloj del contador U15A es una compuerta OR exclusiva. Solamente cuando ambas o ninguna de sus entradas sean 1 la salida será 0 lógico. Cuando 1 y sólo 1 entrada tengan valor lógico 1, su salida será 1. Como se verá a continuación, la salida de la compuerta OR exclusiva variará solamente durante digitalización de video y durante la lectura de los datos digitalizados.

4.3.3.1 Habilitación durante digitalización de video: durante la digitalización de video, la señal **CAPTURA** tiene un valor lógico 0 -Sección 4.2.6. Se asumirá que la señal **FINCAP** tiene un valor lógico 0 al ser las direcciones generadas menores que las necesarias para direccionar 128 kbytes de memoria. La salida de la compuerta NOR U11A estará fluctuando entre 1 y 0, y depende del valor de la señal **RELOJ**. Cuando la señal **RELOJ** sea 0 todas las entradas a la compuerta NOR U11A son 0 y su salida 1. Cuando la señal **RELOJ** sea 1, no todas las entradas de ésta compuerta serán 0 y su salida será 0. Por otra parte, las señales **IOR** y **DIR** serán siempre 0 ya que no se leerán datos de la tarjeta durante el período de digitalización. Así, la salida de la compuerta NOR U11B será siempre 1. La compuerta OR exclusivo alimentará con un impulso negativo a los contadores en cascada solamente cuando la señal **RELOJ** cambie de un valor lógico 1 a 0 y permanecerá en valor 0 en tanto que la señal **RELOJ** sea 0. En síntesis, la señal aplicada a los contadores en cascada durante el período de digitalización, será la señal **RELOJ**.

4.3.3.2 Habilitación durante lectura de datos: cuando se leen los datos de la tarjeta a la PC, debe habilitarse el funcionamiento de los contadores en cascada para recuperar datos digitalizados diferentes con cada lectura. Cada vez que se hace una lectura, automáticamente se genera otra dirección. Se evita que la computadora tenga que especificar la dirección que va a accesarse y que el tiempo de recuperación de datos aumente. Durante el período de lectura de los datos digitalizados, la señal **CAPTURA** se hace igual a 1 -Sección 4.2.5- y la salida de la compuerta NOR U11A será siempre 0. Al igual que en el inciso anterior, se asumirá que la señal **FINCAP** tiene un valor lógico 0. Por lo general, **IOR** y **DIR** serán 1 mientras no se lea un dato de la tarjeta. La salida de la compuerta OR exclusiva será permanentemente 0 hasta que se quiera leer un dato de la tarjeta. En éste caso **IOR** y **DIR** serán 0 y la salida de la compuerta NOR U11B será 1. Se lee el dato almacenado en la dirección actual al tiempo en que la salida de la compuerta OR exclusiva se hace igual a 1. Cuando el ciclo de lectura termina, **IOR** y **DIR** vuelven a ser 1 haciendo la salida de la compuerta NOR U11B igual a 0. La salida de la compuerta OR exclusiva cambia entonces de 1 a 0, y se produce un impulso negativo a los contadores en cascada que incrementan la dirección actual en 1.

4.3.4 Señal de finalización de captura: anteriormente se asumió que la señal **FINCAP**

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

está funcionando en modo texto o del color de cada *pixel*, si se está trabajando en modo gráfico.

5.1.3.1 Información de cada *pixel*: el color de cada pixel es representado por un número y almacenado en la memoria RAM de video. Este número varía dependiendo del color y del número de colores que es capaz de desplegar el adaptador de video. En un adaptador de video capaz de desplegar 16 colores, los valores válidos son del 0 al 15, y del 0 al 255 en uno con capacidad de desplegar 256 colores. Cada número representa un color que dependerá de la tabla de colores RGB de la tarjeta de video.

5.1.3.2 Tabla de colores RGB: permite especificar los colores que deseamos utilizar en la tarjeta. Es conocida también como la **paleta de colores**, y gracias a ésta tabla se puede desplegar prácticamente cualquier color en el espectro de colores. Cada color es representado en esta tabla por 3 valores correspondientes a las proporciones de Rojo, Verde y Azul. Estos tres son los colores primarios, con los que puede generarse cualquier otro color. De aquí proviene el término RGB; Red, Breen y Blue, nombre en idioma inglés del Rojo, Verde y Azul, respectivamente.

5.1.4 Capacidad de despliegue de colores: cada tarjeta soporta una resolución máxima y un número de colores máximo, que depende de la memoria RAM de video con la que cuente y de la construcción y diseño. Aunque el estándar de VGA es de 16 colores con una resolución de 640 x 480 pixels, la mayoría de tarjetas soportan otras resoluciones y otras cantidades de colores. En una tarjeta que soporte 256 colores con una resolución de 640 x 480 pixels, cada pixel es representado por 1 Byte -8 bits son necesarios para representar el valor 255. La pantalla contendrá un total de 307,200 pixels, por lo que se necesitarán 307,200 bytes para almacenar la información de la pantalla completa. Esto significa que la tarjeta utilizará 300 kbytes de memoria. Sin embargo, las tarjetas de video son comercializadas con memoria de 256, 512, 1024 y hasta 2048 kbytes. Para utilizar esta resolución, se necesitaría una tarjeta de video con 512 kbytes de memoria.

5.2 Visualización de gráficas en la pantalla: aunque muchos compiladores ya traen rutinas para generar cuadros, círculos, elipses, etc. el principio fundamental de la escritura de gráficas es la escritura misma de cada pixel en la pantalla. Para ello, es necesario inicializar el adaptador de video para trabajar en modo gráfico, definir la paleta de colores y escribir los pixels necesarios a la pantalla.

5.2.1 Inicialización del modo gráfico: se debe indicar al adaptador de video que se trabajará en modo gráfico. Muchas tarjetas VGA y SVGA soportan los modos gráficos existentes antes de su desarrollo para guardar compatibilidad y tener la capacidad de ejecutar programas escritos para esos adaptadores. Entre estos modos gráficos están el CGA, MCGA y Hércules. Por ello, debe especificarse que se trabajará en modo VGA. El

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

compilador de pascal provee el procedimiento `InitGraph(9,2,'C:\TP\VGA256.TPU')`. El primer parámetro indica que se utilizará una tarjeta VGA; el segundo indica que la tarjeta VGA funcionará en modo VGA estándar, el tercero especifica el directorio y nombre del manejador de video que se va a utilizar.

5.2.2 Inicialización de la paleta de colores: es deseable que se inicialicen los colores con los que se trabajará para obtener mejores resultados. Para especificar las proporciones de los colores primarios para un color en especial, el compilador de Pascal provee la función `SetRGBpalette(5,255,255,255)`. El primer parámetro corresponde al número de color a definir, en éste caso 5, y los parámetros restantes son las proporciones de Rojo, Verde y Azul respectivamente. En este caso, se le asigna el color blanco al número 5. Aunque utilizaremos el modo de 256 colores, el digitalizador únicamente utilizará 64. Además, sólo se utilizarán tonalidades de grises. El color gris es formado al mezclar en iguales proporciones los colores primarios. Al variar igualmente las cantidades de cada color cuando se define un color gris, tan sólo se varía la intensidad. Así una proporción de 0,0,0 de Rojo, Verde y Azul nos daría un negro, mientras que una proporción de 255,255,255 nos daría un blanco. Cada color de 0 al 63 debe de inicializarse utilizando el procedimiento `SetRGBpalette` de acuerdo con la siguiente tabla.

Color	Rojo	Azul	Verde
63	252	252	252
62	248	248	248
61	244	244	244
60	240	240	240
.	.	.	.
.	.	.	.
0	0	0	0

5.2.3 Escritura de *pixels* a la pantalla: utilizando el compilador de Pascal, un pixel es escrito a la pantalla utilizando el procedimiento `PutPixel(25,32,5)`. El primer parámetro es la coordenada x en la pantalla, el segundo la coordenada y en la pantalla y el tercer parámetro es el color a escribir. En este caso 5 depende del color asignado a la paleta de colores según la forma en que fue inicializado.

5.2.4 Lectura de *pixels* de la pantalla: en algunos casos, es conveniente saber el código del color desplegado en un punto determinado de la pantalla denotado por la

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

coordenada x,y. El compilador de Pascal proporciona la función GetPixel(25,32). Los parámetros especificados corresponden a las coordenadas x,y y la función retorna un número que denota el color existente.

5.2.5 Rutina para graficar los datos capturados: el siguiente programa leerá información desde el puerto 301h y lo desplegará en pantalla. Se asume que ya se ha inicializado el modo gráfico, la paleta de colores y el digitalizador contiene datos de video válido.

Cuando la tarjeta genera un pulso de sincronismo vertical, genera una interrupción que procesa el digitalizador y habilita la captura de video. El tiempo de duración aproximado del pulso de sincronismo vertical es de 1 milisegundo. Dependiendo principalmente de la frecuencia del reloj digital de la computadora, el programa puede tardar más o menos que ese tiempo. Por lo tanto, el programa primero revisa el estado de los datos. Si no contienen pulsos de sincronismo vertical u horizontal, se empezó a digitalizar cuando una línea ya había comenzado. El programa descartará totalmente ésta línea, y esperará datos que contengan pulsos de sincronismo horizontal. Seguidamente los desechará y esperará datos que no los contengan. Se graficarán los datos, con la confianza que se inicia una nueva línea de video. La o las líneas descartadas no tienen tanta importancia, ya que dependiendo de la fuente de video, las primeras líneas no contienen información.

Los datos recuperados de la tarjeta son graficados a la porción de la pantalla cuyas coordenadas (x,y) de su esquina superior izquierda y su esquina inferior derecha son (1,1) y (352,244) respectivamente.

Program Get_Video_Data;

Uses Graph;

```
Var n ,  
    dato : Byte;  
    V_video : Boolean;  
    x ,  
    y : Integer;
```

```
(*****  
Lee un dato del digitalizador y revisa que no existan pulsos de sincronismo vertical u  
horizontal  
*****)
```

Procedure Read_data_from_dig;

```
Var chk01 ,  
    chk02 : Byte;
```

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

Begin

```
dato :=port[$301];
chk01 :=dato AND 128;
chk02 :=dato AND 64;
if (chk01=0) or (chk02=0)
  Then v_video:=False
  Else v_video:=True;
```

End;

(*****

Procedimiento principal

*****)

Begin

(* Inicializa el direccionamiento de la tarjeta *)

```
Port[$301]:=$3D;
```

(* Indica a la tarjeta que se procederá a leer video de ella *)

```
Port[$301]:=$37;
```

(* Chequea si hay pulsos de sincronismo. Bit 7 o bit 6 serán 0 *)

```
Read_data_from_dig;
```

(* Si el primer dato no contiene pulsos de sincronismo, se descartan, ya que la línea comenzó *)

```
n:=0;
```

```
if v_video=True Then
```

```
  Repeat
```

```
    n:=n+1;
```

```
    read_data_from_dig;
```

```
  Until (n>500) or (v_video=False);
```

(* Si luego de 500 datos no existen pulsos de sincronismo horizontal, no existe video *)

```
if n>=500 Then
```

```
  Begin
```

```
    RestoreCrtMode;
```

```
    WriteLn('Datos recuperados no contienen video');
```

```
    Halt;
```

```
  End;
```

(* Si existen pulsos de sincronismo, sigue leyendo datos hasta que aparezcan datos sin pulsos de sincronismo o se alcance un total de 1500 datos y persistan los pulsos *)

```
n:=0;
```

```
if v_video=false Then
```

```
  Repeat
```

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

```
n:=n+1;
read_data_from_dig;
Until (n>1500) or (v_video=True);
(* Si luego de 1500 datos no existe video válido, detiene la ejecución del
   programa *)
If V_video=False Then
  Begin
    RestoreCrtMode;
    WriteLn('Datos recuperados no contienen video');
    Halt;
  End;
(* Procesando datos obtenidos y escribiéndolos a pantalla *)
For y:=1 To 244 Do
  Begin
    For x:=1 to 352 Do
      Begin
        putpixel(x,y,dato);
        dato:=port[$301];
        dato:=dato AND 63;
      End;
    For n:=1 to 10 Do
      dato:=port[$301];
      n:=0;
      Repeat
        n:=n+1;
        read_data_from_dig;
      Until (n>1500) or (v_video=True);
    End;
  End.
End.
```

5.3 Almacenamiento de gráficas: cuando se necesita conservar una gráfica para ser visualizada posteriormente, debe escribirse a un archivo de datos, de donde pueda recuperarse posteriormente. En este archivo, debe de escribirse la información de cada pixel que la compone, el tamaño de la gráfica, la paleta de colores utilizada por el programa que la creó, etc. Se necesita estandarizar el formato para el almacenamiento de la gráfica, de manera que los programas puedan intercambiar información.

5.3.1 Estandarización de almacenamiento de datos: debe estandarizarse la forma de almacenar datos para que, independientemente de la persona o el programa utilizado para crear un archivo pueda recuperarse sin mayor dificultad. De no ser así, cada programador utilizaría un formato propio de acuerdo con sus conocimientos y a la utilidad que le

represente. Bastaría con escribir a un archivo el color de cada pixel que lo compone. De todas formas, el creador sabe que color representa cada código, la resolución de la gráfica, y la plataforma para la que fué creada. Sin embargo otro programador o usuario interesado en recuperar la gráfica carece de estos datos. Para evitar estos problemas, se han creado un sinnúmero de formatos, entre ellos el formato PCX, el formato por Bitmaps -Mapeo de bits-, TIFF, etc. Cada uno de estos formatos posee características únicas de acuerdo con las necesidades surgidas del campo de aplicación particular.

5.3.2 Formato utilizado por almacenamiento de video: para almacenar las gráficas se eligió el formato de mapeo de bits -Extensión BMP- por lo popular y extensa utilización actual.

5.3.3 Organización y almacenamiento de la información: el formato BMP consta de cuatro partes: un encabezado de archivo, un encabezado de información, una tabla de colores RGB y la información de los bits en la gráfica. El arreglo y ubicación de cada una de estas partes pueden apreciarse en la figura 5.1. Adicionalmente, se definirán las estructuras de tales partes utilizando para ello programación en Pascal. El tipo DWORD indica una palabra doble o sea 32 bits. El compilador Turbo Pascal de la casa Borland tiene predefinido un tipo de número de 32 bits llamado LongInt que abarca los números -2147483648 .. 2147483647. DWORD abarca el rango 0 .. 4294967295, así que debe tenerse cuidado al utilizar el tipo Longint, ya que en ciertos casos puede no ser lo suficientemente grande.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

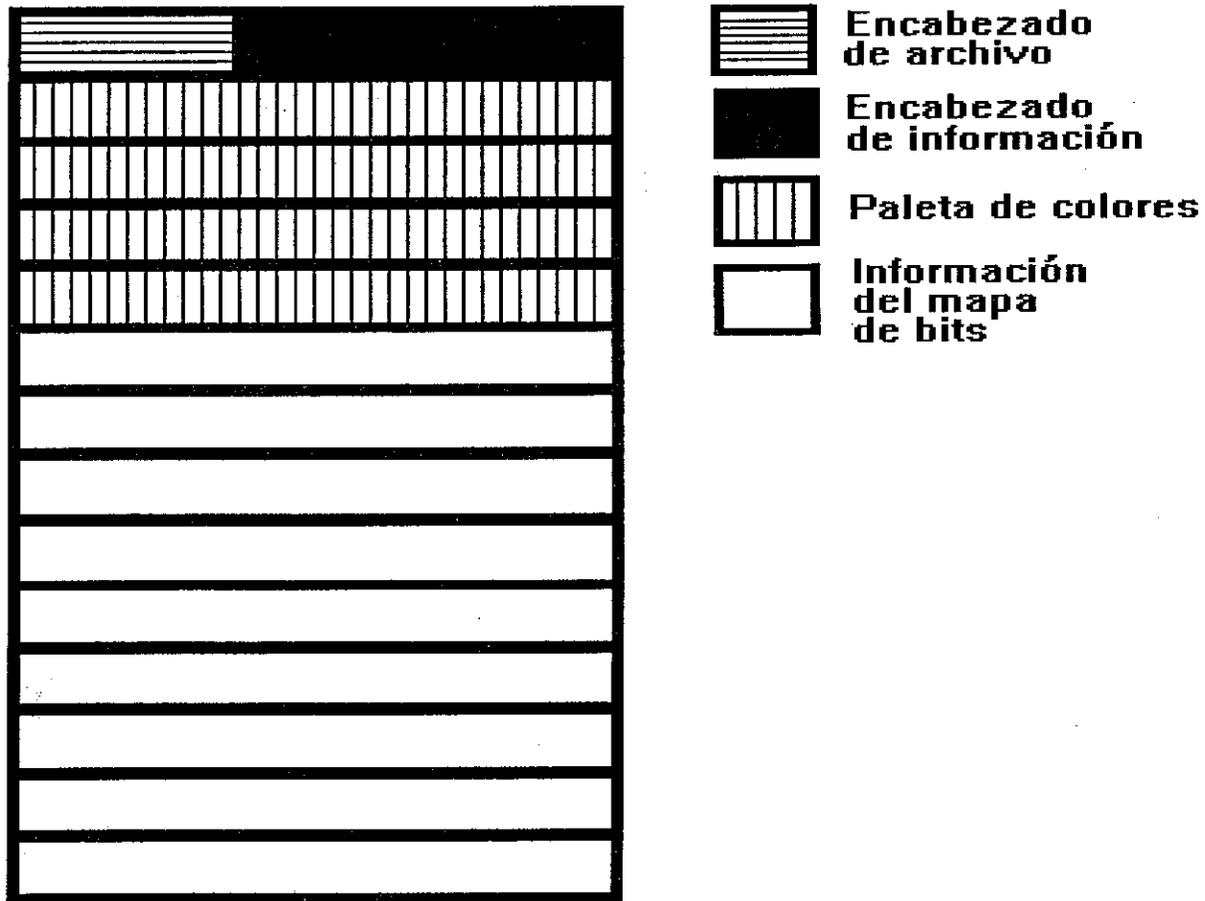


Figura 5.1: organización de un archivo BMP

5.3.3.1 Encabezado de archivo: el encabezado de archivo se define como sigue:

Aencabezado=Record

Atipo : WORD ; (* "BM" o 0x4D42 *)
Atamaño : DWORD ; (* Tamaño del archivo en bytes *)
Areser1 : WORD ; (* Igual a 0 *)
Areser2 : WORD ; (* Igual a 0 *)
Ainicio : DWORD ; (* Comienzo de bits *)
End ;

El campo Atipo indica el tipo de archivo. Todos los programas buscarán el valor 4D42h. Si un programa no encuentra este valor, asumirá que no es un archivo de mapa de bits. El campo Atamaño indica el tamaño en bytes del archivo BMP completo. Los campos Areser1 y Areser2 son campos reservados para trabajar con archivos de cursor

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

del ratón. El campo **Ainicio** indica a los cuantos bytes del comienzo del archivo comienzan los bits con información.

5.3.2 Encabezado de información: a los 14 bytes de encabezado de archivo le sigue una estructura de encabezado de información.

lencabezado=Record

```
Tamaño : DWORD ; (* Tamaño de la estructura *)
Ancho : DWORD ; (* Anchura en pixels *)
Alto : DWORD ; (* Altura en pixels *)
Plano : WORD ; (* Igual a 1 *)
B_color : WORD ; (* Bits de colores por pixels *)
Compres : DWORD ; (* Esquema de compresión *)
ITamaño : DWORD ; (* # bytes en el mapa de bits *)
Xpix_m : DWORD ; (* Resolución horizontal *)
Ypix_m : DWORD ; (* Resolución vertical *)
C_usado : DWORD ; (* # de colores usados *)
C_impt : DWORD ; (* Colores importantes *)
End;
```

El campo **tamaño** denota la cantidad de bytes del encabezado de información. Esta puede ser de 16 o mayor para un archivo BMP formato Windows. Si el tamaño fuese 12, se trata de un archivo de mapas de bits para OS/2 -Sistema Operativo 2 por sus siglas en inglés- con el cual no se está interesado en trabajar. Cualquier valor entre 13 y 15, o menor que 12, indicará un archivo corrupto. El campo **Ancho** representa el valor en pixels que tendrá de ancho la gráfica contenida en éste archivo. El campo **alto** representa la cantidad de pixels de largo que tendrá la gráfica contenida en éste archivo. El campo **B_color** indica el número de bits utilizados para definir un color por pixel. Puede ser de 1, 4, 8, o 24 dependiendo si es un archivo monocromático, de 16 colores, de 256 colores o RGB de 24 colores. Los campos **Compres** e **Itamaño** se usan cuando se emplea compresión en los datos. Los campos **Xpix_m** y **Ypix_m** indican la resolución por metro y se fijan a 0 para indicar una resolución no definida. El campo **C_usado** indica el número de colores usados y generalmente es 0. Sin embargo, algunos archivos de 4 u 8 bits requieren menos de 16 o 256 colores respectivamente por lo que la tabla de colores será menor. El campo **C_impt** indica el número de colores de la tabla que se consideran los más importantes para reproducir una imagen. Muchos programas utilizan este valor para determinar la exactitud de la reproducción dada la capacidad con que fue escrito. Normalmente es 0.

5.3.3.3 Paleta de colores: la paleta de colores sirve para hacer más flexible el uso de los colores en las gráficas. Algunas gráficas necesitarán utilizar colores diferentes según

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

el colorido presente en la gráfica. Cualquier programa podrá interpretar exactamente la gráfica con los colores originales utilizados para crearla. No existirá ambigüedad acerca del uso de colores, ya que éstos estarán definidos en cada archivo. Cuando un archivo va a leer y graficar el contenido de un archivo de gráficas, lee la paleta de colores del archivo que se va a graficar e inicializa la paleta de colores del adaptador de video de la computadora personal -Sección 5.2.2.

Paleta_C=Record

```
N_Azul : BYTE ; (* Cantidad de azul *)
N_Verde : BYTE ; (* Cantidad de verde *)
N_Rojo : BYTE ; (* Cantidad de rojo *)
N_Reser : BYTE ; (* Reservado. Hacerlo 0 *)
End;
```

Esta estructura define la cantidad de rojo, azul y verde que contiene cada color, ya que estos son los colores primarios, y puede generarse cualquier color al mezclarlos. Esta información asegurará que la paleta utilizada por programas diferentes sea la misma y que se generen los mismos colores al generar la gráfica. Los campos **N_Azul**, **N_Verde** y **N_rojo** contienen la proporción de azul, verde y rojo respectivamente. El campo **N_Reser** está reservado para usos futuros y debe hacerse 0.

5.3.3.4 Información del mapa de bits: la información comienza definiendo la línea inferior de la imagen de izquierda a derecha y progresivamente se dirige hacia la primera línea. El valor especificado se refiere al número de color definido con anterioridad en la paleta de colores. Así un 0 representa que el pixel es del color definido en la primera entrada y un 10 indica el onceavo color definido en la paleta de colores para éste archivo.

5.3.4 Formato BMP, resolución 352 x 244 pixels, 256 colores: se utilizará este formato para almacenar las imágenes capturadas por el digitalizador. Aunque el digitalizador solamente utilizará 64 colores, se empleará el formato de 256 colores por ser éste uno de los más reconocidos en los programas de procesamiento de datos. Por ejemplo PaintBrush, un utilitario incluido en Microsoft Windows (c), trabaja con archivos monocromáticos, de 16 colores, de 256 colores y de 24 bits por color, ya que la mayoría de programas trataron de mantener compatibilidad con PaintBrush, utilizar uno de estos formatos, da amplia disponibilidad de programas para procesar las imágenes capturadas. El más apropiado es el de 256 colores, aunque sólo utilizaremos 64. A continuación se encontrarán los valores que deben especificarse en el archivo. Siguiendo el proceso que se muestra a continuación, pueden generarse archivos con otras resoluciones, número de colores, gráficas, etc.

5.3.4.1 Encabezado de archivo: como se vio en la sección 5.3.3.1, debe especificarse

las variables *Atipo*, *Atamaño*, *Areser1*, *Areser2*, *Ainicio*.

5.3.4.1.1 Valor de la variable *Atipo*: este valor es fijo y actúa como un valor de reconocimiento para los programas. Si un programa no encuentra el valor **4D4h**, asumirá que no es un archivo BMP y suspenderá su procesamiento.

5.3.4.1.2 Valor de la variable *Atamaño*: el encabezado del archivo es de 14 bytes, el del encabezado de información es de 40 bytes, la paleta de colores -256 colores- es de $256 * 4 = 1024$ Bytes, y el mapa de bits de $352 * 244 = 85,888$ Bytes. La suma de estas longitudes indican que nuestro archivo tendrá un tamaño de 86,966 bytes. El valor entonces será de **00153B6h**.

5.3.4.1.3 Valor de la variable *Areser1*: este es un campo reservado para usos futuros y debe hacerse igual a **0**.

5.3.4.1.4 Valor de la variable *Areser2*: este es un campo reservado para usos futuros y debe hacerse igual a **0**.

5.3.4.1.5 Valor de la variable *Ainicio*: para encontrar el offset del principio del mapa de bits ha de sumarse los 14 bytes del encabezado de archivo, los 40 del encabezado de información y los 1024 de la paleta de colores. El valor es entonces la suma de estos tres valores e igual a 1078 o **0436h**.

5.3.4.2 Encabezado de información: se procederá a encontrar los valores de las variables *Tamaño*, *Ancho*, *Alto*, *Plano*, *B_color*, *Compres*, *ITamaño*, *Xpix_m*, *Ypix_m*, *c_usado*, *c_impt* tal y como se definieron en la sección 5.3.3.2.

5.3.4.2.1 Valor de la variable *Tamaño*: el tamaño del encabezado de información es de 40 bytes. Algunos programas no escriben todas las variables, sino solamente algunas. En esos casos, esta variable tendrá otro valor menor, ya que no se especificará toda la estructura; el valor de ésta variable será de 40 o **28h**.

5.3.4.2.2 Valor de la variable *Ancho*: nuestra gráfica tendrá 352 *pixels* de ancho, por lo que el valor será 352 o **0160h**.

5.3.4.2.3 Valor de la variable *Alto*: nuestra gráfica tendrá 244 *pixels* de alto, por lo que el valor será 244 o **F4h**.

5.3.4.2.4 Valor de la variable *Plano*: este valor es una constante igual a **0001h**.

5.3.4.2.5 Valor de la variable *B_color*: ya que utilizaremos el formato de 256 colores,

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

se utilizarán 8 bits para representar un color por pixel. Su valor será de **0008h**.

5.3.4.2.6 Valor de la variable Compres: ya que no utilizamos compresión, este campo debe ser igual a **0**.

5.3.4.2.7 Valor de la variable ITamaño: está asociada con la variable anterior. Por no utilizar compresión, el valor de este campo es **0**.

5.3.4.2.8 Valor de la variable Xpix_m: indica la resolución horizontal por metro y se le asigna el valor **0** para indicar una resolución no definida.

5.3.4.2.9 Valor de la variable Ypix_m: indica la resolución vertical por metro y se le asigna el valor **0** para indicar una resolución no definida.

5.3.4.2.10 Valor de la variable C_usado: este campo indica el número de colores usados y es generalmente **0**, para forzar al programa a determinar el número de colores basado en el número de colores especificados en la paleta de colores.

5.3.4.2.11 Valor de la variable C_impt: indica el número de colores de la tabla que se consideran los más importantes para reproducir la imagen. Muchos programas utilizan este valor para determinar la exactitud de la reproducción dada la capacidad con que fue escrito. Si el número de esta variable es mayor que el número de colores que el adaptador de video puede desplegar, pueden no obtenerse los resultados deseados y el programa puede optar por no reproducir la gráfica y desplegar un mensaje de aviso. Normalmente es **0**.

5.3.4.3 Paleta de colores: se utilizará el formato de 256 colores, de los cuales solamente 64 serán utilizados. Estos 64 colores estarán numerados del 0 al 63, y es el 0 el correspondiente al color negro y el 63 al color blanco. Los valores intermedios serán una tonalidad de grises. Cada color estará compuesto por 4 bytes, correspondiendo los 3 primeros a la cantidad de Azul, Verde y Rojo en su orden y el cuarto un campo reservado con valor constante 0. Para definir un color gris, las proporciones de estos tres colores primarios debe ser la misma. Lo único que cambiará será el valor de tal proporción.

La paleta de colores está compuesta por 1024 bytes. Los cuatro primeros bytes definen al color número 0, los cuatro siguientes al número 1, y así sucesivamente hasta que los 4 últimos de éstos 1024 bytes definen al color 255. Para efectos prácticos, solamente nos interesan los primeros 256 bytes, ya que solamente definiremos 64 colores. Los restantes 768 bytes serán llenados con el valor **00**, y estarán presentes solamente para adherirse al formato utilizado.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

La fórmula que se va a utilizar para calcular las proporciones de cada color primario es $N*4$ en donde N es el número que se definirá. La siguiente tabla calcula los valores de los primeros 20 bytes de la paleta de colores. El resto de colores puede definirse por analogía.

Color	Azul	Verde	Rojo	Reservado
0	0	0	0	0
1	4	4	4	0
2	8	8	8	0
3	0C	0C	0C	0
4	10	10	10	0
5	14	14	14	0

5.3.4.4 Información del mapa de bits: la información especificada hasta ahora define la característica de la gráfica, pero no el contenido de la misma. Este contenido es colocado luego de haber definido la paleta de colores. En nuestro caso, con una resolución de 352 x 244 pixels, esta sección tiene un total de 85,888 *pixels* -igual a la multiplicación de la resolución; ya que utilizamos 256 colores, cada pixel es representado por 8 bits, o sea 1 byte. Esto significa que la sección tendrá un total de 85,888 bytes para representar igual número de *pixels*. Los valores encontrados en esta sección serán de 0 a 63 y serán leídos de la pantalla luego de haberse graficado tal y como se hizo en la sección 5.2.5. La lectura de los pixels en la pantalla se hará utilizando la función **GetPixel** definida en la sección 5.2.4.

El primer byte de los 85,888 que componen esta sección, especifica el color del *pixel* más a la izquierda de la última línea. El último byte, especifica el color del pixel más a la derecha de la primera línea.

5.3.4.4.1 Rutina para generar archivo BMP con datos graficados en pantalla: el siguiente programa genera un archivo BMP de 352 x 244 pixels, 256 colores. Se asume que ya se ha inicializado el modo gráfico, la gráfica ha sido escrita en la pantalla con coordenadas (x,y) de sus esquinas superior izquierda e inferior derecha de (1,1) y (352,244) respectivamente. obsérvese que se empieza por escribir los datos de la línea inferior a la superior, de izquierda a derecha, tal como se especificó en la sección 5.3.3.4. El procedimiento **WriteGraph** escribe la información del mapa de bits luego de que los procedimientos **WriteFHead**, **WriteIHead** y **WriteRGBPa** escribieron el encabezado de

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

archivo, encabezado de información y la paleta de colores, respectivamente, con los valores encontrados en las secciones 5.3.4.1, 5.3.4.2, 5.3.4.3 y sus subsecciones.

```
Program crtgrf;  
Uses Crt,Graph ;
```

```
Var  
  Bitmap : FILE OF BYTE ; (* Archivo de bitmaps *)  
  x      ,  
  y      : Integer;
```

```
(*****  
Se escribirá los datos graficados a la pantalla, a un archivo en el disco duro llamado  
C:\GRIS064.BMP  
*****)
```

```
Procedure WriteGraph;  
Var Dato: Byte;  
Begin  
  For y:=244 DownTo 1 Do  
    For x:=1 To 352 Do  
      Begin  
        Dato:=GetPixel(x,y);  
        WriteLn(Bitmap,Dato);  
      End;  
End;
```

```
(*****  
Programa principal. Los procedimientos WriteFHead, WriteIHead y WriteRGBPa se  
proporcionan en la sección 5.3.5.  
*****)
```

```
Begin  
  Assign(Bitmap,'C:\GRIS064.BMP'); (* Asignando archivo *)  
  Rewrite(Bitmap); (* Inicializando archivo *)  
  WriteFHead; (* Escribiendo el encabezado de programa *)  
  WriteIHead; (* Escribiendo el encabezado de información *)  
  WriteRGBPa; (* Escribiendo la paleta de colores *)  
  WriteGraph; (* Escribiendo la información de pixels *)  
  Close(Bitmap); (* Cerrando archivo *)  
End;
```

5.3.5 rutina para generar un archivo BMP con gradiente de color: la rutina anterior puede también ser utilizada como un capturador de imágenes, ya que almacena una imagen ya escrita a video. Por el momento, se proporcionará un programa -o subrutina de otro programa mayor- que sin necesidad de tener una gráfica en la pantalla genera un archivo BMP. Este archivo puede luego recuperarse utilizando programas como PaintBrush para Windows (r), WordPerfect para Windows (r), PowerPoint para Windows (r) y un sinnúmero de aplicaciones adicionales. En realidad, ni siquiera se inicializará el modo gráfico, ya que la información a escribir es fija y corresponde a un gradiente de color. La resolución es de 352 x 244, 256 colores, formato cuyos valores ya se han deducido previamente y que se aplicarán en este programa.

El procedimiento **WriteFHead** escribe los primeros 14 bytes del encabezado de archivo, según los valores encontrados en la sección 5.3.4.1 y subsecciones.

El procedimiento **WriteIHead** escribe los 40 bytes correspondientes al encabezado de información según los valores encontrados en la sección 5.3.4.2 y subsecciones.

El procedimiento **WriteRGBPa** escribe los 1024 bytes correspondientes a la paleta de colores, según los valores encontrados en la sección 5.3.4.3.

Finalmente, el procedimiento **WriteData** escribe el mapa de bits. Empezando por el color negro -valor 0- escribe 4 líneas de cada color para los primeros 26 colores y para los últimos 26 colores. Para los 12 colores en el medio, solamente escribe 3 líneas por color para totalizar las 244 líneas de que consta el archivo.

Program Bmp256;

Uses Crt;

Var

Index: WORD ; (* Indice en el archivo *)

Bitmap: FILE OF BYTE ; (* Archivo de bitmaps *)

Procedure WriteFHead;

Var

Dta : Byte; (* Contiene byte a escribir *)

Begin

Dta:=\$42; Write (Bitmap,Dta); Dta:=\$4D; Write (Bitmap,Dta);

Dta:=\$B6; Write (Bitmap,Dta); Dta:=\$53; Write (Bitmap,Dta);

Dta:=\$01; Write (Bitmap,Dta); Dta:=\$00; Write (Bitmap,Dta);

Dta:=\$00; Write (Bitmap,Dta); Dta:=\$00; Write (Bitmap,Dta);

Dta:=\$00; Write (Bitmap,Dta); Dta:=\$00; Write (Bitmap,Dta);

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

```
Dta:=0;
For n:=64 To 255 Do
  Begin
    Write (Bitmap,Dta); Write (Bitmap,Dta);
    Write (Bitmap,Dta); Write (Bitmap,Dta);
  End;
End;
```

Procedure WriteData;

```
Var
  I : Byte; (* Contador *)
  K,N : Word; (* Contadores *)
Begin
  For i:=0 To 25 Do (* 64 diferentes colores *)
    For k:=1 To 4 Do (* 4 líneas por color *)
      For n:=1 to 352 Do (* 352 pixels por línea *)
        Write (Bitmap,i);

  For i:=26 To 37 Do (* 64 diferentes colores *)
    For k:=1 To 3 Do (* 3 líneas por color *)
      For n:=1 to 352 Do (* 352 pixels por línea *)
        Write (Bitmap,i);

  For i:=38 To 63 Do (* 64 diferentes colores *)
    For k:=1 To 4 Do (* 4 líneas por color *)
      For n:=1 to 352 Do (* 352 pixels por línea *)
        Write (Bitmap,i);
End;
```

```
(*****
Programa principal
*****)
```

```
Begin
  Assign(Bitmap,'C:\GRIS064.BMP'); (* Asignando archivo *)
  Rewrite(Bitmap); (* Inicializando archivo *)
  WriteFHead; (* Escribiendo el encabezado de programa *)
  WriteIHead; (* Escribiendo el encabezado de información *)
  WriteRGBPa; (* Escribiendo la paleta de colores *)
  WriteData ; (* Escribiendo la información de pixels *)
  Close(Bitmap); (* Cerrando archivo *)
End.
```

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 5: gráficas

El archivo generado es **C:\GRIS064.BMP**, y se puede apreciar en la figura 5.2. El marco alrededor de la gráfica no está incluido y se dibuja para delimitar la gráfica.

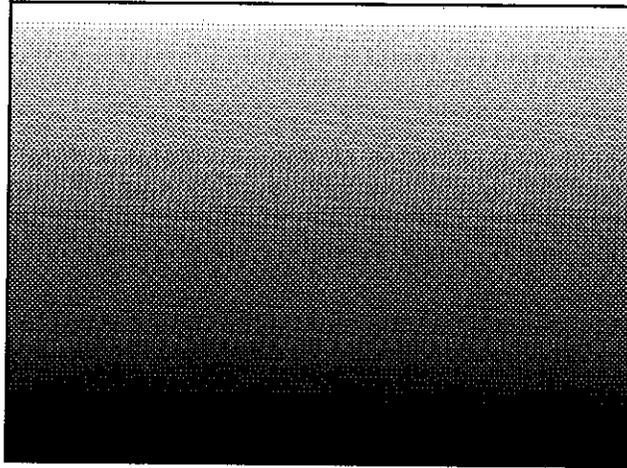


Figura 5.2: figura contenida en el archivo C:\GRIS064.BMP

CAPÍTULO 6: OPERACIÓN DEL DIGITALIZADOR DE VIDEO

6.1 Introducción: este capítulo, en resumen, tratará de globalizar la operación y el funcionamiento interno del digitalizador de video. Se han utilizado las particularidades expuestas en los cinco capítulos anteriores. Cada uno de los módulos, circuitos, diseños, criterios tomados, y programas utilizados en el proceso de digitalización de video se unificarán para obtener la perspectiva del funcionamiento global. No debe presentar mayor dificultad, entonces, alcanzar el objetivo de éste capítulo.

6.2 Interacción entre módulos: la figura 6.1 expone gráficamente la relación entre los módulos que componen el digitalizador de video. Cada señal generada y su interacción con los diferentes módulos es analizada en los siguientes párrafos.

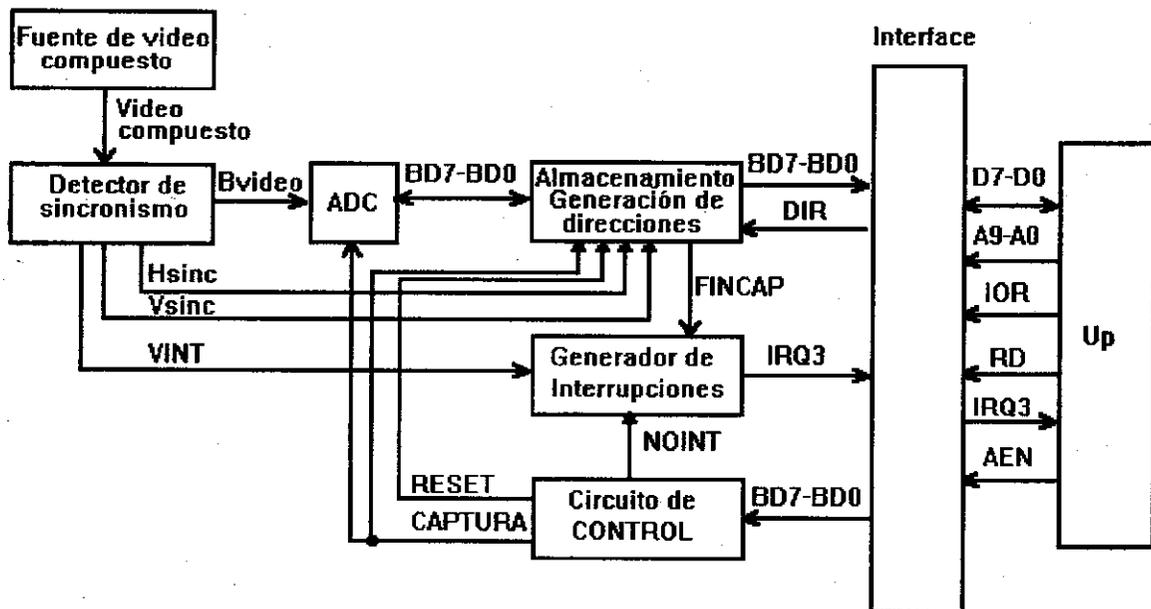


Figura 6.1: diagrama de bloques del digitalizador de video

6.2.1 Señales generadas por la computadora: en el capítulo 3, se habla sobre algunas señales generadas por la computadora. Las más importantes son **AEN**, **IOR**, **A₉-A₀**, **D₇-D₀**.

6.2.1.1 Señal AEN: esta señal se hace 1 lógico durante los ciclos de DMA para refresco de la memoria RAM dinámica utilizada por la computadora personal. Interactúa directamente con el **módulo de interface**, indicándole el período en el cual el microprocesador ha emitido una operación de lectura o escritura. Esto sucede cuando su valor es lógico 0. Si la señal tiene un valor lógico 1 y se detecta una dirección

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 6: operación del digitalizador de video

correspondiente al puerto de E/S de la tarjeta, no se toma acción alguna, ya que ésta dirección fue generada durante ciclos de DMA.

6.2.1.2 Señal IOR: se genera un valor lógico 0 cada vez que el microprocesador ejecuta una instrucción IN para leer un dato de un puerto de E/S. Indica al **módulo de interface** que se desea información de la tarjeta. Solamente durante la duración de éste pulso se conectarán los buses de la P.C. y del digitalizador. El **circuito generador de direcciones** también lo utiliza. (Vea la sección 6.2.2 para mayor detalle.)

6.2.1.3 Señal Reset Driver (RD): se genera un pulso con valor lógico 1 durante el arranque de la computadora personal. El **módulo generador de interrupciones** lo utiliza para proporcionar un valor lógico 0 a la señal que aplica a las señales IRQ. De esta forma, no se generarán interrupciones de hardware accidentalmente debido al valor inicial aleatorio de los circuitos integrados que componen este módulo.

6.2.1.4 Señales A₉-A₀: componen los 9 LSB del bus de direcciones de la PC. Cada vez que el microprocesador ejecuta una instrucción IN, o OUT hacia o desde un puerto de E/S, especifica la dirección de este puerto utilizando estos 10 bits. El **módulo de interface** las interpreta para decidir si el puerto aludido es al que éste responde.

6.2.1.5 Señales D₇-D₀: en las computadoras XT 8088, cuyo bus de datos es de 8 bits, constituyen el bus de datos mismo. El MSB es D₇. En las computadoras más modernas, constituyen los 8 bits menos significativos del bus de datos. Estas señales contienen los datos que van a trasladarse de o hacia el digitalizador de video y son utilizados por el **módulo de almacenamiento de datos y el módulo de control**.

6.2.2 Señales generadas por el módulo de interface: la única señal generada por este módulo es la señal **DIR**. Esta señal permanecerá con un valor 1 hasta que la dirección especificada por el microprocesador en una operación de E/S corresponda al puerto de E/S de la tarjeta, cambiando a un valor 0. Esta señal es utilizada por dos módulos. Primero, por el mismo **módulo de interface** para determinar si habilita el intercambio de datos entre los buses de datos de la PC y del digitalizador -Sección 3.2.1.2. Se permitirá el flujo unidireccional de datos solamente cuando ésta señal represente un valor lógico 0. Es utilizado también por el **circuito generador de direcciones**. En conjunto con la señal **IOR**, esta señal es utilizada para indicar que se pidió leer información y que se genere la dirección inmediata superior a la actual -Sección 4.3.3.2.

6.2.3 Señales generadas por el módulo de control: puede observarse claramente el control que ejerce este módulo sobre las acciones de los otros, al proporcionar las señales **RESET, NOINT y CAPTURA**.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 6: operación del digitalizador de video

6.2.3.1 Señal RESET: esta señal adquiere los valores lógicos 1 y 0 al escribirse las palabras de control 3Dh y 3Eh -Sección 3.3.1.1. Al hacerse igual a 1, inicializa a cero la dirección en el bus interno de datos del digitalizador generado por el **módulo direccionador** e inhabilita su funcionamiento. Al adquirir el valor 0, permite su funcionamiento secuencial.

6.2.3.2 Señal NOINT: permite la generación de interrupciones de hardware a la computadora. Adquiere los valores lógicos 1 y 0 al escribir las palabras de control 1Fh y 2Fh -Sección 3.3.1.1. Al hacerse igual a 1, bloquea los pulsos generados por el **circuito generador de interrupciones** en la tarjeta impidiendo la generación de interrupciones a la PC -Sección 3.4.3. Por el contrario, permite la generación de interrupciones al tomar el valor 0.

6.2.3.3 Señal CAPTURA: indica a los **módulos direccionador, Convertidor analógico digital y Almacenamiento de datos** la operación a realizar. Indica que se digitalizará video al obtener el valor lógico 0 luego de escribir la palabra de control 3Bh -Sección 3.3.1.1. Al escribir la palabra de control 37h, adquiere el valor lógico 1 y permite la lectura de los datos digitalizados previamente.

6.2.4 Señales generadas por el módulo de detección de sincronismo: este módulo genera las señales **BVIDEO, HSINC, VSINC e VINT**.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 6: operación del digitalizador de video

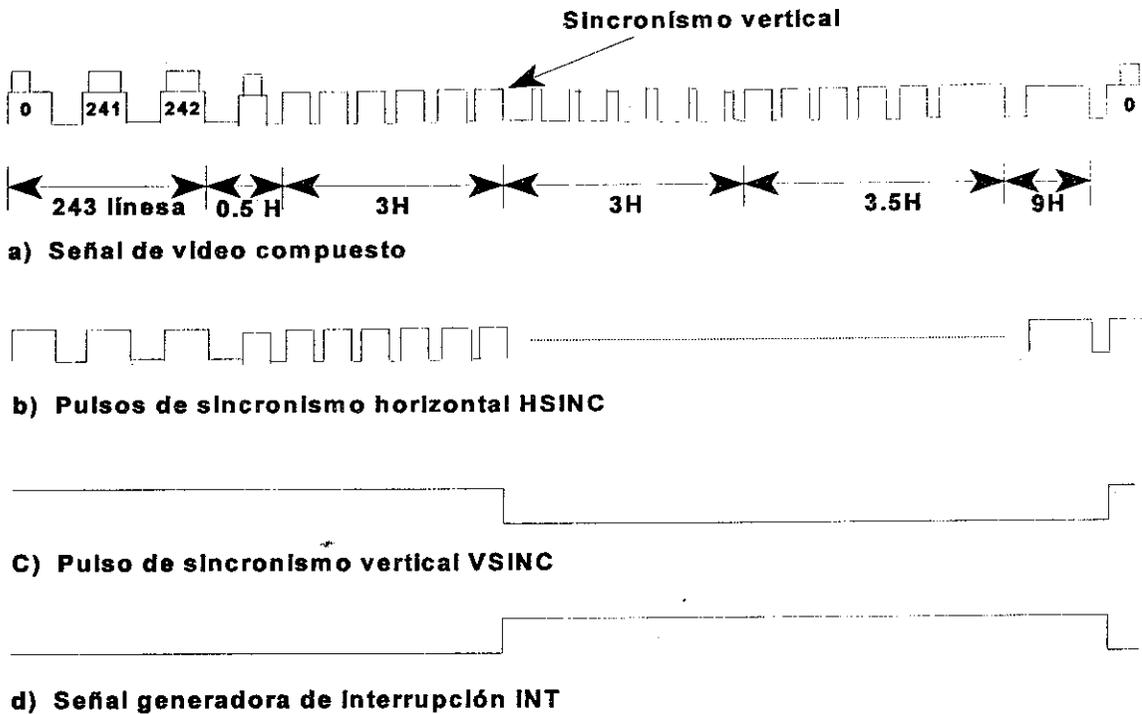


Figura 6.2: señales de la tarjeta digitalizadora de video. a) señal de un campo de video compuesto b) señal HSINC c) señal VSINC d) señal INT

6.2.4.1 Señal BVIDEO: esta es una señal analógica que se genera luego de filtrar, recortar y amplificar la potencia de la señal de video -Sección 1.5.2. Es utilizada por el **módulo de conversión analógica/digital** como la señal analógica que va a ser digitalizada -Sección 2.2.1.

6.2.4.2 Señal HSINC: esta señal es generada para indicar los períodos en que la señal **BVIDEO** contiene información de sincronismo -Sección 1.5.4. Mientras la señal **HSINC** sea lógico 1, **BVIDEO** contiene información de video. En caso contrario, contiene información de sincronismo horizontal que indica el inicio de una nueva línea de información. Es utilizado por el **módulo de almacenamiento de memoria** y almacenado en el bit BD_6 de cada dato digitalizado -Sección 4.2.2. Como se vé en la figura 6.2(b); esta señal tiene una forma de señal similar a la señal de video compuesto, pero sin la información de video.

6.2.4.3 Señal VSINC: tiene la misma característica que la señal HSINC -Sección 1.5.4. La diferencia radica en que esta señal en lugar de indicar el inicio de una nueva línea, indica el inicio de un nuevo campo de video. Es generada cada vez que se detecta un pulso de sincronismo vertical en la señal de video compuesto. La figura 6.2(c) ilustra el momento de su generación.

6.2.4.4 Señal VINT: es el inverso de la señal VSINC -Sección 1.5.5- tal y como se puede apreciar en la figura 6.2(d). Cuando se detecta un nuevo campo de video, VSINC toma el valor lógico 0, y VINT toma el valor lógico 1. Esta señal es aplicada al **módulo de generación de interrupciones** para generar una interrupción de hardware -Sección 3.4.2. Este módulo determina si lo aplica a la computadora o no, y depende de los valores de control.

6.2.5 Señales generadas por el módulo de interrupciones: la única señal generada es un impulso positivo aplicado a una señal IRQ de la computadora personal. De esta forma, la computadora llama la atención del microprocesador al generar una interrupción de hardware.

6.2.6 Señales generadas por el módulo de direcciones: las señales generadas por este módulo son RELOJ, FINCAP y TA_{17} - TA_0 .

6.2.6.1 Señal RELOJ: es la señal que proporciona sincronismo a los componentes del digitalizador. Es utilizado por el propio **módulo de direcciones** cuando se digitaliza -Sección 4.3.3.1. Cuando se aplica un impulso negativo, las señales TA_{17} - TA_0 avanzan una dirección. Es utilizado también por el **módulo convertidor analógico/digital**. Durante el mismo impulso negativo, el ADC comienza la conversión de una muestra analógica a digital -Sección 2.2.4.

6.2.6.2 Señal FINCAP: indica la finalización de la digitalización de un campo de video. El mismo **módulo de direcciones** lo utiliza para inhabilitar la generación de nuevas direcciones y evitar sobreescribir datos digitalizados anteriormente -Sección 4.3.4. Además, coloca a 0 el valor de la señal de interrupción de hardware en el **módulo generador de interrupciones** -Sección 3.4.3.

6.2.6.3 Señales TA_{17} - TA_0 : funcionan como el bus interno de direcciones del digitalizador de video. Indican el direccionamiento para el almacenaje y lectura de los datos almacenados en el **módulo de almacenamiento de datos** -Sección 4.3.

6.2.7 Señales generadas por el módulo ADC: este módulo únicamente genera las señales BD_7 - DB_0 que son en realidad el bus interno de datos. Contienen el valor digital de la muestra analógica tomada de la señal de video compuesto. Son transportadas hasta

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 6: operación del digitalizador de video

el **módulo de almacenamiento de datos** y hacia el **módulo de interface** -Sección 3.2.1.3- para su traslado al bus de datos de la P.C. Cuando la computadora escribe palabras de control, el **módulo de control** las utiliza para ejecutar las acciones que ellas representan.

6.3 Funcionamiento del digitalizador de video: previo a su correcto funcionamiento, deben hacerse algunas tareas; debe prepararse a la computadora personal e inicializar el digitalizador. Estos temas serán atendidos a continuación y se expondrán secuencialmente los eventos y funcionamiento interno del digitalizador durante un ciclo de digitalización y lectura. El ciclo incluye, en síntesis, la preparación del funcionamiento de la computadora personal, inicialización del digitalizador de video para digitalizar una imagen, esperar la detección de un campo de video nuevo, digitalización de video, para finalizar inicializando al digitalizador para leer datos, leyendo los datos digitalizados y graficándolos en la pantalla. La figura 6.3 expone gráficamente el diagrama de flujo de operación del digitalizador de video. Cada proceso o ciclo de decisión se verá en las próximas secciones.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 6: operación del digitalizador de video

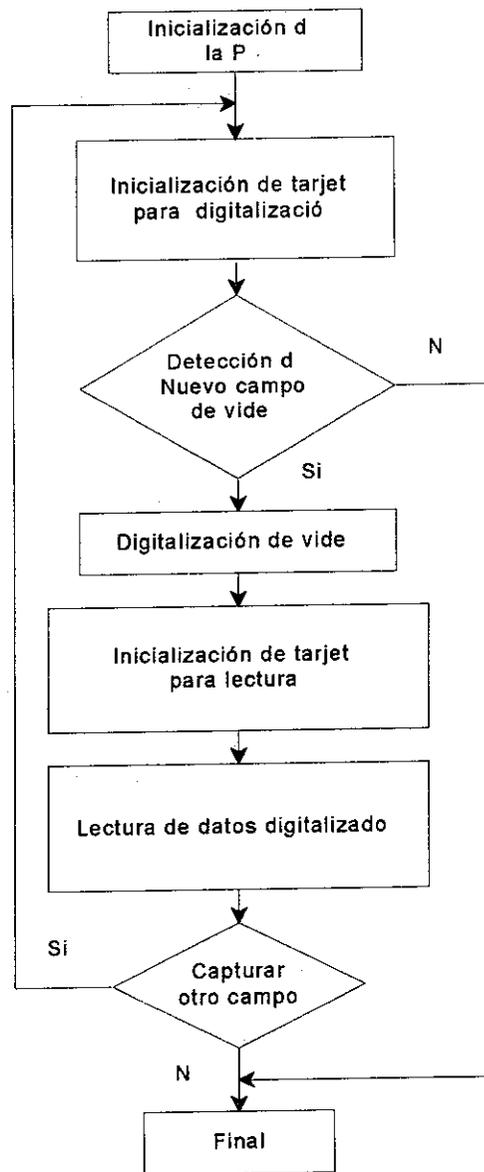


Figura 6.3: diagrama de flujo de la operación del digitalizador de video

6.3.1 Preparación de la computadora personal: deben de habilitarse los controladores de interrupciones de hardware para procesar aquellas generadas por el **módulo generador de interrupciones**, y establecer una rutina para procesar la interrupción generada. Esta inicialización permitirá que el hardware se comuniqué con el software o programa que debe estar ejecutándose en la PC durante la digitalización de video.

6.3.1.1 Habilitación de los controladores de interrupciones: el módulo generador

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 6: operación del digitalizador de video

de interrupciones colocará un impulso positivo a una señal IRQ del slot de la PC. La computadora debe inicializarse para poder procesar estos impulsos y generar una interrupción al microprocesador. La rutina **SUInterrupt** de la sección 3.4.5 se encarga de inicializarlos.

6.3.1.2 Asignación de rutina a una interrupción: la interrupción de hardware está asociada con una interrupción de software -Sección 3.4.4. Debe asignarse una rutina que se ejecute cada vez que se genere esta interrupción de software. El procedimiento **SUInterrupt** de la sección 3.4.5 asigna la rutina **Bdigital** de la misma sección a la interrupción de software Bh que se genera al emitir un impulso positivo a la señal IRQ3.

6.3.1.3 Inicialización del modo gráfico: aunque no es requisito para digitalizar video, sí lo es para graficarlo en la pantalla. La sección 5.2.1 explica en detalle la forma de inicializar el modo gráfico del adaptador de video.

6.3.1.4 Inicialización de la paleta de colores: el adaptador de video tiene colores predefinidos asignados a cada código de color, ya que se graficará en tonalidades de grises, es indispensable que se inicialice la paleta de colores del adaptador de video tal y como se explica en la sección 5.2.2.

6.3.2 Inicialización del digitalizador para digitalización: la inicialización, en este caso, consiste en escribir las palabras de control en una secuencia determinada. Las palabras de control escritas inicializarán el hardware para operar correctamente. Estas palabras son 3Dh, 3Bh, 2Fh, las que indican que se digitalizará video, inicializa el circuito direccionador, y permite la generación de interrupciones.

6.3.2.1 Inicialización del modo de digitalización: se indicará a la tarjeta que se digitalizará video -Secciones 4.2.5, 3.3.1.1, 2.2.4 y 6.2.3.3.

6.3.2.2 Inicialización del circuito direccionador: la primera dirección en la que se almacenarán los datos digitalizados será inicializada a 0 -Sección 4.3.5. Aunque se inicializa el circuito direccionador, éste no puede funcionar hasta que se escriba la palabra de control que habilite su funcionamiento -Sección 4.3.5 y 6.2.3.1. Esto sucederá cuando se detecte una interrupción, indicando el principio de un campo de video válido -Sección 6.3.3.

6.3.2.3 Habilitación de generación de interrupciones: se permite que los pulsos de interrupción generados internamente sean aplicados a las señales IRQ de la computadora personal -Sección 3.3.1.1 y 3.4.2. Sin esta habilitación, el **módulo generador de interrupciones** bloquea las interrupciones generadas en el digitalizador y la PC no percibe ninguna requisición de interrupción al microprocesador.

6.3.3 Detección de un nuevo campo de video: cuando un nuevo campo de video es detectado por el **módulo detector de sincronismo**, se genera la señal **VINT** -Sección 1.5.5- como se observa en la figura 6.2. El **módulo requisitor de interrupciones** genera una interrupción de hardware IRQ3 que a su vez genera la interrupción de software Bh - Sección 3.4.4. La rutina **Bdigital** es ejecutada -Sección 6.3.1.2- la cual, principalmente, inhabilita la generación de requisiciones adicionales -Sección 3.3.1.1- y habilita el funcionamiento del circuito direccionador -Sección 3.3.1.1.

6.3.4 Digitalización de video: al estar habilitado el funcionamiento del **circuito direccionador** por el paso anterior, éste funcionará en conjunto con el Convertidor Analógico/Digital y la memoria RAM para direccionar, convertir y almacenar una muestra digitalizada de la señal compuesta. La señal Reloj controla y coordina estas acciones.

6.3.4.1 Impulso negativo de la señal RELOJ: Durante este cambio de estado, suceden 3 eventos vitales. El módulo generador de direcciones incrementa en 1 el valor de la dirección generada -Sección 4.3.2, el ADC del **módulo conversor Analógico/Digital** recibe la orden de hacer una conversión Analógica/Digital -Sección 2.2.4, y la memoria RAM del **módulo de almacenamiento** principia el almacenamiento de un dato en la dirección recién generada.

6.3.4.1.1 Incremento de la dirección actual: el conjunto de contadores en cascada recibe un pulso de reloj, incrementando en 1 el valor en sus salidas -Sección 4.3.2.

6.3.4.1.2 Inicio de Conversión Analógica/Digital: el ADC CA3306A recibe un impulso en la terminal CLK iniciando una nueva conversión. Esta conversión durará, en el peor caso, 83 nSegundos. En el mejor de los casos, tan sólo 55 nSegundos. Luego de este lapso, el ADC colocará el valor digital de la muestra analógica tomada de la señal **BVIDEO** en el bus de datos interno del digitalizador -Sección 2.2.4, ya que la señal del reloj tiene una frecuencia de 7.159 MHz.; cada período tendrá 139.68 nSegundos, de los cuales 83 ya han sido utilizados para la digitalización restando 56.68 nSegundos para el almacenamiento.

6.3.4.1.3 Almacenamiento de valor digital: aun cuando esta señal no afecta a la memoria RAM, se incluye en este inciso para comprender el proceso de Conversión A/D-Almacenamiento. Al incrementarse la dirección -Sección 6.3.4.1.1- y estar la memoria RAM en modo de escritura permanente -Sección 4.2.5- la memoria inicia el ciclo de almacenamiento. La memoria toma un lapso igual a su tiempo de acceso -característica de fabricación de la memoria- en almacenar un dato digitalizado. De tal forma, la memoria RAM utilizada, tardará 25 nSegundos en almacenar el dato colocado en el bus de datos del digitalizador por el ADC CA3306A.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 6: operación del digitalizador de video

6.3.4.2 Impulso positivo de la señal RELOJ. durante éste impulso no se toma acción alguna.

6.3.4.3 Inicio de otro ciclo de Conversión A/D-Almacenamiento: cuando la señal **RELOJ** cambie nuevamente de estado lógico 1 a 0 -Impulso negativo-, se repetirán los pasos 6.3.4.1.1 al 6.3.4.1.3. La única excepción es cuando la dirección sobrepasa la capacidad de direccionar los 128 kbytes de la memoria -Sección 4.3.4.

6.3.4.4 Final de ciclo de digitalización: los 128 kbytes pueden ser direccionados con 18 bits. Cuando el bit 19 del bus de direcciones del digitalizador -Terminal 5, U13A- se activa, se sobrepasa la capacidad de direccionar los 128 kbytes de la memoria RAM. Este bit es la señal **FINCAP** que inhabilita la generación de interrupciones -Sección 3.4.3- y de generación de nuevas direcciones -Sección 4.3.4. El digitalizador de video prácticamente quedará inhabilitado de capturar nuevos campos de video.

6.3.5 Iniciación del digitalizador para lectura de datos: previo a leer los datos digitalizados, tiene que inicializarse al digitalizador para poder recuperar los datos. Deben de escribirse las palabras de control 37h, 3Dh y 3Eh, que permitirá la lectura de datos digitalizados; inicializará el direccionador a cero para recuperar los datos desde el principio y habilitará el funcionamiento del digitalizador.

6.3.5.1 Modo de lectura: se indicará al digitalizador que entre en el modo que permitirá recuperar los datos -Secciones 2.2.4, 3.3.1.1, 4.2.5, y 6.2.3.3.

6.3.5.2 Inicialización del direccionador: en la sección 6.3.2.2, se inicializó el direccionador para almacenar el primer dato digitalizado en la dirección 0. Ahora se inicializará para leer los datos almacenados principiando por el almacenado en la dirección 0. Se escribe la palabra de control 3Dh -Sección 3.3.1.1.

6.3.5.3 Habilitación del direccionador: contrariamente a lo deseado cuando se digitaliza video, es esencial que el direccionador pueda funcionar inmediatamente, por lo que se habilita su funcionamiento escribiendo la palabra de control 3Eh -Sección 3.3.1.1. Sin embargo, las direcciones no serán, como cuando se digitaliza video, generadas al ritmo de la señal **RELOJ**, sino aumentarán automáticamente con cada lectura al puerto E/S del digitalizador.

6.3.6 Lectura de datos digitalizados: una vez inicializado el digitalizador para permitir la lectura de los datos almacenados en la RAM -Sección 6.3.5 y subsecciones- éstos serán leídos y analizados. La lectura se realiza emitiendo la instrucción en ensamblador **IN AL,301h** o en pascal **dato:=Port[\$301]**. Se ha supuesto que el puerto de E/S del digitalizador responde a la dirección 301h. Al aplicar ésta instrucción por primera vez

luego de la inicialización del digitalizador para lectura, se recupera el dato almacenado en la dirección 0 de la RAM del digitalizador. El digitalizador proporciona la información almacenada en la dirección actual y luego aumenta la dirección en 1 -Sección 4.3.3.2. Como resultado, la segunda instrucción **IN AL,301h o dato:=Port[\$301]**, colocará en el registro AL del microprocesador el byte almacenado en la dirección 1 y hará la dirección 2 la actual. La tercera instrucción recuperará el byte en la dirección 2 y hará la dirección 3 la actual. El ciclo se repite hasta que se han direccionado los 128 kbytes.

6.3.7 Graficación de la imagen: el cuadro de video digitalizado, almacenado y ahora en proceso de lectura podrá ser graficado a la pantalla de la computadora personal. Cada valor almacenado en la RAM del digitalizador tiene 8 bits. De éstos, solamente los 6 LSB contienen información de video -Sección 4.2.1. Los dos bits MSB contienen información de sincronismo, por lo que deben de ser analizados antes de graficarse.

6.3.7.1 Dato digitalizado cuyo bit 7 es 1 lógico: el bit 7 es utilizado para almacenar la señal **VSINC** -Sección 4.2.2. Este bit contendrá el estado del pulso de sincronismo vertical -Sección 1.5.4. Un valor de 1 en éste bit indica que el dato no fue tomado durante un pulso de sincronismo vertical. Ahora podrá revisarse el bit 6 para llegar a una conclusión de la validez del dato digitalizado.

6.3.7.2 Dato digitalizado cuyo bit 7 es 0 lógico: este valor indica que la muestra fue tomada durante un pulso de sincronismo vertical, o sea el inicio de un nuevo campo. Entonces, el byte digitalizado no contiene información de video. No será necesario chequear el bit 6, ya que se cuenta con suficiente información para descartar este byte.

6.3.7.3 Dato digitalizado cuyo bit 6 es 1 lógico: el bit 6 es utilizado para almacenar la señal **HSINC** -Sección 4.2.2. Este bit contendrá el estado del pulso de sincronismo horizontal -Sección 1.5.4. Un valor de 1 lógico en este bit al ser el bit 7 del mismo byte igual a 1 lógico, indica que el byte analizándose fue tomado en la ausencia de pulsos de sincronismo horizontal. Este byte, entonces, contiene información de video válida y puede graficarse como un pixel en la pantalla.

6.3.7.4 Dato digitalizado cuyo bit 6 es 0 lógico: este valor automáticamente descalifica al byte procesándose como un dato con información de video. Aunque el byte se descarta, la información suministrada es de gran ayuda. Indica que el próximo byte cuyos bits 7 y 6 sean 1 lógico será el primer dato de la siguiente línea, por lo que el programa que grafica la imagen podrá avanzar a la línea siguiente.

6.3.7.5 Validación de información de video: el procedimiento *Read_data_from_dig* al tiempo que lee información del digitalizador, valida la información. El dato recuperado es sometido a la operación **AND 128** o lo que es igual **AND 1000000b**. Si el bit 7 es 0, la

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 6: operación del digitalizador de video

operación resultará 0. Luego el mismo dato sometido a la operación anterior, es subordinado a la operación **AND 64** o lo que es igual **AND 01000000b**. Si el bit 6 es 0, el resultado de ésta operación es 0. Si cualquiera de las dos operaciones retorna un valor 0, la información en los 6 LSB del byte leído del digitalizador no contiene información de video, pero sí de sincronismo.

6.3.7.5 Graficación a la pantalla: el programa **Get_video_data** de la sección 5.2.5, grafica a la pantalla la imagen digitalizada. Luego de hacer las validaciones de sincronismo -Sección 6.3.7.5- explicadas en detalle en el programa, y detectar información de video válido, escribe en la primera línea 352 pixels. Desecha los siguientes 10 bytes como margen de seguridad. El 11 byte luego de leer los 352 bytes con video válido debe de contener el bit 6 con valor 0 indicando la presencia de un pulso de sincronismo horizontal. Luego lee indefinidamente los datos y los chequea hasta que se encuentre nuevamente información de video o se hayan leído 500 datos. En el último caso, se asume que la fuente de video compuesto interrumpió la generación de ésta señal. Si por el contrario, se detecta nuevamente video válido, se escriben otros 352 pixels en la segunda línea y repite el ciclo descrito hasta llegar a las 244 líneas. Al finalizar, se tendrá en la pantalla el campo de video digitalizado.

6.3.8 Escritura a archivo en disco: en el capítulo 5, se explica paso por paso la secuencia que se va a tomar para escribir un archivo con formato Bitmap -Mapa de bits.

6.3.9 Animación computarizada: capturando y graficando secuencialmente las imágenes puede lograrse animación computarizada. La figura 6.3, en la que se grafica el diagrama de flujo de la operación del digitalizador de video, muestra en su parte final los procesos que deben repetirse para graficar imágenes secuencialmente.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 7: estudio económico

CAPITULO 7: ESTUDIO ECONOMICO

7.1 Justificación: un propósito implícito de este trabajo es presentar bases teóricas para el desarrollo de tecnología de digitalización de video. Sin embargo, es innegable que el aspecto económico está siempre ligado a la mayoría de los proyectos tecnológicos. Por ello, se hará un breve análisis de los costos de producción unitario. Debe entenderse que éstos no son costos de comercialización. Si fuesen, debería de tomarse en consideración el número de tarjetas ideal que va a producir para alcanzar economías de escala aceptables. Influirían el costo de mercadeo, operación, impuestos y arbitrios fiscales, utilidades, etc. Los costos que van a obtenerse pueden interpretarse como el valor invertido en desarrollar una de éstas unidades por un estudiante inquieto o un consumidor final con habilidades para hacerlo. El tiempo invertido en el desarrollo y el costo de oportunidad serán compensados por los resultados que se obtendrán: Un medio de digitalización de video y aprendizaje.

7.2 Costo unitario de un digitalizador de video: el costo de materiales para fabricación se calcula en base a la tabla de materiales necesitados y sus precios. Estos últimos se obtienen del catálogo No. 113 de Newark Electronics y cotizaciones locales. Los precios obtenidos son en Dólares de los Estados Unidos de Norteamérica. La tasa de cambio utilizada para el cálculo de mercadería comprada localmente -Únicamente el servicio de impresión de la tarjeta- será de Q5.79 por US\$1.00. Seguidamente, se enumeran los materiales necesitados, cuyos precios se han adquirido en su totalidad en el extranjero.

Componente	Descripción	Cant.	Precio US\$	Total US\$
-----	Capacitores	7	0.20	1.40
-----	Resistencias	16	0.11	1.76
-----	Potenciómetros	4	1.63	6.52
-----	Dip switch 8	2	3.33	6.66
-----	Dip switch 3	1	2.49	2.49
	Cristal	1	4.46	4.46
14AK339F	Diodo	1	0.15	0.15
2N4401	Transistor	3	0.36	1.03

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video
Capítulo 7: estudio económico

...Continuación

74LS02	4 compuertas NOR de 2 entradas	1	0.44	0.44
74LS04	6 compuertas NOT	1	0.44	0.44
74LS27	3 compuertas NOR de 3 entradas	1	0.44	0.44
74LS74	2 Flip-Flops D con PRESET y CLEAR	2	0.47	0.94
74LS86	4 compuertas OR EXCLUSIVO	1	0.59	0.59
74LS125	4 Buffers con salida de tres estados	1	0.59	0.59
74LS138	Demultiplexor 3 entradas-8salidas	2	0.56	1.12
74LS139	2 Demultiplexores 2 entradas-4 salidas	1	0.67	0.67
74LS157	4 multiplexores 2 entradas-1 salida	2	0.56	1.12
74LS221	Dos multivibradores monoestables	1	0.90	0.90
74LS245	8 manejadores de bus con salida no invertida de tres estados	1	0.75	0.75
74LS393	2 contadores binarios de 4 bits	3	0.78	2.34
CA3306	Convertidor A/D	1	7.36	7.36
LM311	Comparador operacional	2	0.67	1.34
MCM6226AWJ25	Memoria RAM estática 128K x 8	1	34.06	34.06

Así, Precio total de componentes US\$77.62
 Impuestos de componentes US\$7.76
 Gastos de impresión de tarjeta US\$25.90
Totales US\$111.28

7.3 Comparación de costos con el mercado: aun con gastos de US\$111.28, ó Q.644.31, esta tarjeta es relativamente barata comparada con los beneficios. Aunque en el mercado existen tarjetas más sofisticadas con capacidad para captura a colores, y en diferentes formatos, los costos de ellas son mucho más elevados. Empezando por US\$400.00 hasta US\$1,600.00 la VideoClipper y la Targa Plus son las tarjetas que dominan el mercado. Al igual que el digitalizador de video compuesto, trabajan en conjunto con una computadora personal. Estas tarjetas utilizan uno o más microprocesadores para el manejo de datos. Si cualquier consumidor intentase

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Capítulo 7: estudio económico

construir una de esas tarjetas, el costo unitario sería mucho mayor que el precio de mercado.

7.4 Mercado objetivo: estudiantes del área de Ingeniería Electrónica, estudiantes de post-grado de procesamiento de imágenes, profesionales de la publicidad, cinematógrafos.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Conclusiones

CONCLUSIONES

- ① La computadora personal puede ser utilizada para digitalización de video a bajo costo.
- ② Es factible almacenar los datos capturados por el digitalizador de video en un archivo, cuyo formato es reconocible por un extenso número de aplicaciones de software con orientación gráfica.
- ③ El digitalizador de video puede servir como base para otros proyectos con orientación gráfica que utilicen la computadora personal como ambiente de operación.
- ④ El digitalizador provee la herramienta para computarizar video, capturar y crear imágenes, que luego pueden exponerse en secuencia para lograr animación computarizada.

RECOMENDACIONES

Criterios que deben tomarse en cuenta:

- ① Con algunas excepciones, las tarjetas monocromáticas no son capaces de desplegar tonalidades de grises. Aun aquellas que tienen capacidad limitada, no permiten apreciar la imagen capturada con la fidelidad que permiten los adaptadores de video VGA y SVGA. Por lo tanto, debe utilizarse un adaptador de este tipo.
- ② La velocidad de despliegue de imagen depende de la capacidad de la computadora y del adaptador de video. Aun cuando el digitalizador fue diseñado para trabajar desde computadoras XT con procesadores INTEL 8088 o compatibles, el empleo de una computadora superior es compensado por un rendimiento similar.

Precacuciones al operar el digitalizador:

- ① El puerto de acceso y la interrupción de hardware utilizado por el digitalizador no debe utilizarse por ningun otro dispositivo. Las computadoras fabricadas actualmente tienen muchos de sus adaptadores integrados a la tarjeta principal. Entre estos adaptadores están los manejadores de discos fijos, manejadores de discos flexibles, adaptador de video y en algunos casos modems. Refiérase al manual de su computador para asegurarse de que la asignación propuesta no ocasionará conflictos.
- ② Asegúrese de utilizar una tarjeta de video que soporte por lo menos 64 colores o tonalidades de grises. Refiérase al manual del adaptador de video que utiliza en su computadora.
- ③ Siga al pie de la letra las instrucciones de seguridad contempladas en el manual del usuario de su computadora.

Aplicaciones posteriores:

- ① Enlace con sonido para almacenar video y sonido. Esto permitiría el almacenamiento y distribución posterior de video digitalizado. Con una infraestructura adecuada, la televisión por cable podría enviarse a un computador personal. Además, los videos podrían ordenarse en discos o a través de transmisiones utilizando MODEMs en cada extremo. Películas digitalizadas previamente comprimidas podrían observarse en las

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Recomendaciones

computadoras. La tendencia actual de los fabricantes de software ya ha proporcionado el medio para hacerlo. Pantallas con capacidad para visualizar millones de colores, lectores de discos compactos de altas velocidades, discos fijos con capacidad de almacenamiento en el rango de los gigabytes, etc.

- ② Implementación de un video-teléfono utilizando una cámara de video doméstica y un par de MODEMs. Con el enorme potencial de un mercado no saturado, sin embargo, esta aplicación podría esperar, ya que la calidad de las líneas domésticas en Guatemala no ha alcanzado el nivel necesario para transmitir a altas velocidades.

Diseño de una tarjeta digitalizadora de video

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Abaen, Michel Tisher. PC intern. s.l.i.: s.p.i. 1,992.
- Bradley, David y J. Englewood Cliffs. Assembly language programming for the IBM personal computer. E.E.U.U.: Prentice-Hall. 1,984. 366 pp.
- Eggebrencht, Lewis. Interfacing to the IBM personal computer. s.l.i.: Howard W. Sams & Co. s.f. 236 pp.
- Grob Bernard. Televisión práctica. Traducido por L. Ibañez Morlán. Cuarta edición. España: Boixareu Editores. 1,975. 660 pp.
- Hall, Douglas. Microprocessors and interfacing. Singapore: McGraw-Hill International series. 1,988. 264 pp.
- Korfhage, Robert R. Logic and algorithms with application to the computer and information sciences. New York: Wiley. 1,966. 194 pp.
- Murray III William y Chris H. Pappas. Programación en lenguaje ensamblador. Traducido por Juan Manuel Sánchez Péres. México: McGraw Hill. 1,987. 546 pp.
- Norton, Peter. Norton guide to assembler language. s.l.i.: s.p.i. 1,987.
- Taub, Herbert and Donald Schilling. Principles of communication systems. 2da. edición. Singapore: McGraw-Hill. 1,988. 759 pp.
- Wirth, Niklaus. Algoritmos y estructuras de datos. New Jersey: Prentice-Hall. 1,984. 340 pp.
- National data book. National corporation. s.l.i.: s.p.i. s.f.
- Newark Electronics catalog No. 113. Newark Electronics. s.l.i.: s.p.i. s.f.
- Supplement to the TTL data book. ECG semiconductors. s.l.i.: s.p.i. s.f.
- Turbo Basic Programming manual. Microsoft Corporation. s.l.i.: s.p.i. 1,993.