



7
621.381548
L341
r.4

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
GENERADOR DE SINCRONISMO
PARA TELEVISION"

TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:
ROBERTO LASCANO DE LA CUADRA

GUAYAQUIL - ECUADOR

1984



AGRADECIMIENTO

A mi Director de Tesis:
Sr. Ing. César Vépez Flores,
por su valiosa y acertada di
rección.

A mis Maestros,
por sus conocimientos trans-
mitidos durante mi trayecto-
ria estudiantil.

DEDICATORIA :

A MIS PADRES:

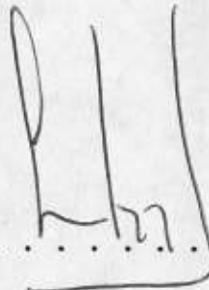
Melecio y Ernestina.

A MIS HERMANOS:

Gilda, Héctor,

Alejo, Marco

y Gioconda.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to read 'C. Velep'.

.....

ING. CESAR VEPEZ FLORES

Director de Tesis

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Roberto Lascano

ROBERTO LASCANO DE LA CUADRA

RESUMEN

El presente trabajo está constituido por once capítulos.

El primer capítulo trata sobre los principios básicos en que se fundamenta la teoría de televisión. Se explica la teoría del barrido, la necesidad del sincronismo, la función de los pulsos horizontales y verticales y sus respectivas frecuencias.

En el segundo capítulo, *Televisión a Color*, se explica la teoría de la generación a color, modulación de la información de color y las nuevas frecuencias para horizontal y vertical.

El tercero es *Implementación*, en el que se hace explicación de la frecuencia del cristal de referencia, de la derivación de la frecuencia horizontal y de la frecuencia vertical a partir del oscilador de cristal.

El cuarto, quinto, sexto y séptimo capítulos describen los circuitos necesarios para la obtención de los pulsos de sincronismo horizontal, de sincronismo vertical, de posicionamiento de la subportadora y de la generación de los pulsos para barras de color, respectivamente.

El octavo capítulo trata sobre la construcción del equipo, de la descripción de los materiales utilizados, de la localización de los elementos en las respectivas placas de circuitos.

El noveno capítulo detalla las pruebas experimentales realizadas para comprobar el correcto funcionamiento del equipo. De estas pruebas, se determinaron qué problemas existían y se procedió a corregirlos, hasta que se obtuvo que el equipo construido funcionara correctamente.

El décimo capítulo es un Análisis de Costos de los elementos y materiales utilizados en la construcción del equipo.

En el décimo primer capítulo se indican las conclusiones y resultados obtenidos del trabajo realizado.

ABREVIATURAS

A = Amperios.

AC = Corriente o voltaje alterno.

ANSI = American National Standard Institute.

AWG = American Wire Gauge (Instituto Americano para calibres de alambre).

B = Burst.

Breakdown = Ruptura.

CL = Condensador de carga.

CLK (CK) = Clock - pulso de reloj.

CLR = Clear - pulso para poner en cero los valores de entrada de los con
tadores.

C ext = Condensador externo.

db = decibeles.

DC = voltaje o corriente continua.

Diam = diámetro.

DIM = dimensión.

DLY3H = retardo de 3 líneas.

EIA = Electronic Industries Association (Asociación de Industrias Electr
nicas).

E.Q. = pulsos ecualizadores.

f = frecuencia.

f count = frecuencia de conteo.

f máx. = frecuencia máxima.

- FT = Ganancia de ancho de banda producto típico.
- G = Característica de coeficiente de temperatura.
- gate = puerta.
- GND = tierra.
- H = Nivel alto.
- H.A.D. = Duración de amplitud media.
- H.D. = Horizontal drive.
- HFE = Ganancia de corriente típica.
- H.F.P.D. (Horizontal Front Porch Delay) = Retardo para la cornisa fron
tal del pulso de sincronismo horizontal.
- Hz = Hertzios.
- I = Vector en cuadratura I.
- IC = Corriente continua de colector.
- ICC = Corriente entrando en el punto VCC con las salidas abiertas.
- ICCH = Corriente necesaria para obtener un nivel "alto" a la salida,
mientras se aplica el máximo VCC.
- ICCL = Corriente necesaria para obtener un nivel "bajo" a la salida,
mientras se aplica el máximo VCC.
- IEEE = Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de
Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).
- Ii = Corriente de entrada en voltaje de entrada máximo.
- IIH = Corriente en un punto, cuando un nivel "alto" es aplicado a ese
punto.
- III = Corriente en un punto, cuando un nivel "bajo" es aplicable a ese
punto.

I_{in} = Corriente de entrada a un determinado circuito.

I_{Nx} = Entrada x.

I_{OH} = Corriente de salida a un nivel "alto".

I_{OL} = Corriente de salida a un nivel "bajo".

I_{OS} = Corriente en una salida, cuando esa salida es cortocircuitada a tierra.

I_{out} = Corriente de salida de un determinado circuito.

Khz = Kilohercios = 10^3 hertzios.

K = Kiloohmios = 10^3 ohmios.

L = Nivel bajo.

LED = light emitting diode - diodo emisor de luz.

$LONG.$ = Longitud.

mA = miliamperios = 10^{-3} amperios.

Mhz = Megahertzios = 10^6 hertzios.

mV = milivoltios = 10^{-3} voltios.

mW = milivatios = 10^{-3} vatios.

M = Megaohmios = 10^6 ohmios.

NC = No tiene conexión.

P = Potencia.

Pf = picofaradios = 10^{-12} faradios.

$PRST$ = Preset.

PT = Disipación del dispositivo.

Q = Vector en cuadratura Q .

R_{int} = Resistencia interna.

R_{ext} = Resistencia externa.

R_L = Resistencia de carga.

RS-198 EIA = Regulaciones EIA para condensadores de cerámica.

RS 303 EIA = Regulaciones EIA para resistencias.

RS 359 EIA = Regulaciones EIA para resistencias.

RST = Reset - pulso para restaurar.

S = Switch.

SERR = Pulso vertical dentado.

T = Transformador.

TA = Temperatura de operación al medio ambiente.

t_h (hold time) = Intervalo durante el cual una señal es retenida en un terminal de entrada especificado después que una transición activa ocurre en otro terminal de entrada especificado.

t_{PHL} = Tiempo de retraso de propagación, cuando la salida varía de un nivel "alto" a "bajo".

t_{PLH} = Tiempo de retraso de propagación, cuando la salida varía de un nivel "bajo" a "alto".

t_{su} (Setup time) = Intervalo de tiempo entre la aplicación de una señal que es mantenida en un terminal de entrada especificado y una transición activa consecutiva en otro terminal de entrada especificado.

TTL = Transistor Transistor Logic.

t_w = Duración del ancho del pulso.

- t_w (in) = Duración del ancho del pulso a la entrada.
- t_w (out) = Duración del ancho del pulso a la salida.
- t_wQ = Duración del ancho del pulso a la salida Q.
- US\$ = dólares americanos.
- V = Voltios.
- VCBO = Voltaje de breakdown de colector a base.
- VCC = Voltaje de polarización de un circuito.
- VCE = Voltaje de colector a emisor.
- VCEO = Voltaje de breakdown de colector a emisor.
- VD = Vertical Drive.
- VEBO = Voltaje de breakdown de emisor a base.
- VIH = Voltaje de entrada a nivel "alto".
- VIK = Voltaje de entrada en una región de resistencia diferencial rela
tivamente baja que sirve para limitar las oscilaciones del volta
je de entrada.
- VIL = Voltaje de entrada a nivel "bajo".
- VIN = Voltaje de entrada de un determinado circuito.
- VOH = Voltaje de salida a un nivel "alto".
- VOL = Voltaje de salida a un nivel "bajo".
- Vout = Voltaje de salida de un determinado circuito.
- wrapping tool = herramienta para envolver alambres alrededor de un pin.
- X = Irrelevante.
- °C = grados centígrados.
- μA = microamperios = 10^{-6} amperios.

μV = microvoltios = 10^{-6} voltios.

nS = nanosegundos = 10^{-9} segundos.

= ohmios.

% = por ciento.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
INDICE DE ABREVIATURAS	VIII
INDICE GENERAL	XIV
INDICE DE FIGURAS	XVI
INDICE DE TABLAS	XXIII
INTRODUCCION	24
I. PRINCIPIOS BASICOS	26
1.1. Barrido	26
1.2. La necesidad del sincronismo	33
1.3. Pulsos Horizontales y Verticales	33
1.4. Frecuencias	37
II. TELEVISION A COLOR	38
2.1. Generación a color	38
2.2. Modulación de la información de color	42
2.3. Nuevas frecuencias para horizontal y vertical	55
III. IMPLEMENTACION	59
3.1. Cristal de referencia (¿Por qué 4 veces la frecuencia de subportadora?)	59
3.2. Derivación de frecuencia horizontal	65
3.3. Derivación de frecuencia vertical	65
IV. CIRCUITOS DE SINCRONISMO HORIZONTAL	66
V. CIRCUITOS DE SINCRONISMO VERTICAL	87
VI. CIRCUITOS DE POSICIONAMIENTO DE LA SUBPORTADORA	93

	Pág.
VII. GENERACION DE PULSOS PARA BARRAS DE COLOR	98
VIII. CONSTRUCCION	105
IX. PRUEBAS EXPERIMENTALES	147
X. ANALISIS DE COSTOS	159
CONCLUSIONES Y RESULTADOS	166
GLOSARIO	169
BIBLIOGRAFIA	176

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
 CAPITULO I	
Figura 1.1 Retraso Vertical del Muestreo	28
Figura 1.2 Formas de onda de voltaje y corriente en circuitos RL	31
Figura 1.3 Acción básica de un generador diente de sierra	32
Figura 1.4A Ondas de video y de sincronización al comienzo del primer campo	35
Figura 1.4B Ondas de video y de sincronización al comienzo del segundo campo	36
 CAPITULO II	
Figura 2.1 Espectro parcial de la distribución de una señal mo- nocroma	39
Figura 2.2 Intercalación de la información de la señal de color entre las agrupaciones de energía de la señal mono- croma	39
Figura 2.3 Formación de las señales de color menos las señales de brillo	42
Figura 2.4 Posición angular y amplitud de la portadora resultan <u>te</u> para diferentes amplitudes de A-Y y R-Y	44
Figura 2.5 Determinación del color por la posición del vector resultante	47
Figura 2.6 Variación de la fase de la subportadora según el co- lor que se transmite	48

	Pág.
Figura 2.7 Posición de las señales I y Q con respecto a R-Y y B-Y	49
Figura 2.8 Distribución de la señal completa de color dentro de la banda asignada	52
Figura 2.9 Barras producidas por un generador de barras de color	54
Figura 2.10 Anulación de la frecuencia de croma en la intercalación de frecuencia	56
Figura 2.11 Distribución de la energía de video de color en la señal monocroma	57
 CAPITULO III	
Figura 3.1 Ancho de banda para un canal de televisión	60
Figura 3.2 Efecto de apertura en un sistema de 4 Mhz	63
 CAPITULO IV	
Figura 4.1 Muestreo de una línea (negro, sombras de gris y blanco)	66
Figura 4.2 Intervalos de tiempo para el pulso de sincronismo horizontal	68
Figura 4.3 Forma de onda del oscilador de cristal de cuarzo	69
Figura 4.4 Oscilador de cristal de cuarzo	69
Figura 4.5 Interruptor sin rebote	72
Figura 4.6 Pulsos a la frecuencia maestra de 31.46853 Khz	79
Figura 4.7 Pulsos horizontales básicos	80

	Pág.
Figura 4.8 -Pulsos que controlan ancho de "H Sync"; -Pulsos a la frecuencia de línea	81
Figura 4.9 -Pulsos ecualizadores; -Pulso de "V Drive"	81
Figura 4.10 -Pulsos de salida de "H Sync"; -Sincronismo compuesto (sin invertir)	81
Figura 4.11 -Pulso de "DLY3H"; -Pulsos que controlan el ancho de "V Serr"	82
Figura 4.12 -Pulso de "V Serr"; -Pulsos ecualizadores	82
Figura 4.13 -Pulso de salida "V Drive"; -Pulso de "DLY3H".	82
Figura 4.14 -Sincronismo compuesto; -Pulso de "V Blanking"	83
Figura 4.15 -Pulso de "V Drive"; -Sincronismo compuesto (intervalo vertical)	83
Figura 4.16 -Pulsos ecualizadores; -Pulsos de "H Drive"	83
Figura 4.17 -Pulso de "H Sync"; -Pulso de "H Drive"	86
 CAPITULO V	
Figura 5.1 Pulsos verticales básicos	92
 CAPITULO VI	
Figura 6.1 Derivación de la subportadora de color y de la frecuencia de muestreo a partir del oscilador de cristal de cuarzo	93
Figura 6.2 -Salida "Burst"	96
Figura 6.3 Puerta (gate) del "Burst"	97

Figura 6.4	-Pulsos de salida I; -Pulsos de salida Q	96
Figura 6.5	-Pulso puerta "Burst" (B gate); -Pulso puerta "Burst" (\bar{B} gate)	96
CAPITULO VII		
Figura 7.1	Circuito formador de pulsos angostos	99
Figura 7.2	Señales que intervienen en el circuito formador de pulsos angostos	100
Figura 7.3	-Pulsos de H Sync; -Señal de video para el verde (invertida)	102
Figura 7.4	-Pulsos de H Sync; -Señal de video para el rojo (<u>in</u> vertida)	102
Figura 7.5	-Pulsos de H Sync; -Señal de video para el azul (<u>in</u> vertida)	102
Figura 7.6	Pulsos para barras de color	103
CAPITULO VIII		
Figura 8.1	Generador de Subportadora de 3.58 Mhz y de 31.5 Khz (Diagrama de ubicación de los elementos)	106
Figura 8.2	Generador de señal de TV E.I.A. standard (1) (Diagrama de ubicación de los elementos)	107
Figura 8.3	Generador de señal de TV E.I.A. standard (2) (Diagrama de ubicación de los elementos)	108
Figura 8.4	Generador de pulsos para barras de color (Diagrama de ubicación de los elementos)	109

Figura 8.5 Conector tipo ETM 22 marca Sullins (Disposición de pines)	111
Figura 8.6 Disposición de las líneas de voltaje (+ 5V) y tierra	112
Figura 8.7 Conector placa A (puntos de prueba)	113
Figura 8.8 Conector placa B (puntos de prueba)	113
Figura 8.9 Conector placa C (puntos de prueba)	113
Figura 8.10 Conector placa D (puntos de prueba)	113
Figura 8.11 Vista superior del equipo	116
Figura 8.12 Dimensiones del equipo	117
Figura 8.13A Vista de los conectores (lado de contacto con las placas)	118
Figura 8.13B Vista de los conectores (lado de los pines)	119
Figura 8.14 Disposición de los conectores BNC y de los terminales de voltaje	119
Figura 8.15 Excitadores de LEDs TTL/LS	121
Figura 8.16 Circuito A	122
Figura 8.17 Circuito B	122
Figura 8.18 Circuito C	123
Figura 8.19 Circuito D	123
Figura 8.20 Vista frontal del equipo	124
Figura 8.21 Vista superior del equipo	124
Figura 8.22 Especificaciones para los circuitos integrados 7400 7404-7410-7430	128

	Pág.
Figura 8.23 Asignación de pines del 7400	129
Figura 8.24 Asignación de pines del 7404	130
Figura 8.25 Asignación de pines del 7410	131
Figura 8.26 Asignación de pines del 7430	132
Figura 8.27 Especificaciones para el circuito integrado 7473 .	133
Figura 8.28 Asignación de pines del 7473	134
Figura 8.29 Especificaciones para el circuito integrado 7486 .	135
Figura 8.30 Asignación de pines del 7486	136
Figura 8.31 Especificaciones para el circuito integrado 7490A	137
Figura 8.32 Asignación de pines del 7490A	138
Figura 8.33 Especificaciones para el circuito integrado 74121 .	139
Figura 8.34 Asignación de pines del 74121	140
Figura 8.35 Especificaciones técnicas para el transistor ECG 128	141
Figura 8.36 Especificaciones técnicas de las resistencias . . .	142
Figura 8.37 Especificaciones técnicas de las resistencias (Código de colores)	143
Figura 8.38 Especificaciones técnicas para capacitores de cerá- mica	144
Figura 8.39 Especificaciones técnicas para los circuitos inte- grados de 14 pines	145
Figura 8.40 Especificaciones técnicas para los zócalos de los circuitos integrados	146

CAPITULO IX

Figura 9.1	Fuente de poder regulada de + 5 voltios	147
Figura 9.2	Simbología	154
Figura 9.3	Subportadora de 3.58 Mhz y Generador de 31.5 Khz (Diagrama de circuitos)	155
Figura 9.4	Generador de señal de TV E.I.A. standard (1) (Diagra <u>ma</u> de circuitos)	156
Figura 9.5	Generador de señal de TV E.I.A. standard (2) (Diagra <u>ma</u> de circuitos)	157
Figura 9.6	Generador de pulsos para barras de color (Diagrama de circuitos).	158

INDICE DE TABLAS

	Pág.
CAPITULO IV	
Tabla 4.1 Tabla de función para secuencia de conteo BCD (7490A)	70
Tabla 4.2 Función lógica puerta NAND	71
Tabla 4.3 Función lógica puerta AND	71
Tabla 4.4.1 Tabla de Conversión I	73
Tabla 4.4.2 Tabla de Conversión II	74
Tabla 4.4.3 Tabla de Conversión III	75
Tabla 4.4.4 Tabla de Conversión IV	76
Tabla 4.4.5 Tabla de Conversión V	77
Tabla 4.5 Tabla de función reseteo/conteo 7490A	78
Tabla 4.6 Anchos del pulso vertical	86
CAPITULO VII	
Tabla 7.1 Tabla de función puerta OR Exclusiva	99

I N T R O D U C C I O N

El Generador de Sincronismo realiza las funciones que son requeridas para la coordinación del sistema de televisión. Algunas de estas funciones son realizadas en la estación y otras ocurren en el receptor.

La superficie fotosensitiva del tubo recogedor de imágenes de la cámara debe ser muestreada desde la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, de esta manera el cuadro es transmitido en elementos de valores instantáneos. El tubo contiene sus propios mecanismos de deflexión y blanqueo. Debido a que estos mecanismos determinan donde es dirigido el haz de muestreo en algún tiempo dado, ellos deben ser temporizados desde un centro de coordinación, éste es el generador de sincronismo. Por consiguiente, los pulsos de "driving" horizontales y verticales son provistos a los generadores de deflexión de diente de sierra de la cámara desde el generador de sincronismo. Los generadores de deflexión de la cámara llevan el haz de muestreo a trazar a través de la pantalla (target) y los pulsos de "driving" disparan el retraso. Debido

a que estos pulsos de "driving" hacen disparar el tiempo de retraso, ellos son también usados para disparar el "blanking" para que las líneas de retraso sean hechas invisibles sobre el monitor o pantalla del receptor.

Considerando el receptor, tenemos que el haz de electrones (el cual está siendo modulado en intensidad por la información de video) muestrea la pantalla bajo la acción de los generadores de deflexión del receptor. Por consiguiente, en el mismo tiempo que un pulso de "driving" es alimentado a la cámara de estudio, un pulso de "sync" (sincronismo) es alimentado al receptor, juntos con un pulso de "blanking" manejan el tubo de pantalla dentro de la región de corte (negro). El pulso de "sync" inicia el retraso en la pantalla y el pulso de "blanking" hace el retraso invisible al observador. Tal acción ocurre en las funciones de muestreo horizontal y vertical.

En el presente trabajo se describirá la generación de estos pulsos de sincronismo y su utilización en la coordinación (sincronización) de las funciones de un sistema de televisión.

CAPITULO I

PRINCIPIOS BASICOS

1.1. BARRIDO

Para que pueda formarse una imagen en la pantalla de un receptor de TV, imagen que debe estar sincronizada con la que se genera en el transmisor, es necesario en primer lugar producir una trama sincronizada. Habiendo producido dicha trama en el receptor, la información de video "dibuja" automáticamente una copia de la imagen que se transmite.

Mientras que los desplazamientos reales del haz (o haces) electrónicos del tubo de imagen están controlados mediante campos magnéticos producidos en los yugos horizontal y vertical, es preciso crear primero el ritmo adecuado de exploración horizontal y vertical mediante osciladores sincronizados. Esta es, pues, la función de los osciladores de deflexión horizontal y vertical. Estos osciladores y los circuitos que directamente están con ellos relacionados, deben crear las necesarias ondas de excitación a las frecuencias adecuadas de sincronización. Para la deflexión vertical, la frecuencia es de 60 Hz, mientras que para la de-

flexión horizontal la frecuencia es de 15750 Hz.

Las ondas excitadoras creadas por los osciladores de deflexión horizontal y vertical se aplican a amplificadores de potencia, necesarios para proporcionar suficiente intensidad de corriente para los yugos. Estas ondas excitadoras pueden ser en forma pura de diente de sierra, o modificada, dependiendo de la frecuencia de deflexión y según que se utilicen circuitos con válvulas de vacío o con transistores.

El haz electrónico debe explorar (barrer) la pantalla de un lado a otro, en sentido horizontal, a un ritmo de 15750 Hz. Al mismo tiempo, se desplaza más lentamente en sentido vertical, al ritmo de 60 Hz. Su trayectoria no es una línea recta a través de la pantalla, sino que está ligeramente inclinada hacia abajo. Al final de la línea vuelve rápidamente a la parte izquierda de la pantalla a una posición ligeramente inferior a la de la línea precedente para continuar el barrido de la imagen.

El muestreo (acción de barrido) para un cuadro completo se inicia en la esquina superior izquierda de la imagen, y barre de izquierda a derecha en líneas alternadas hasta la esquina inferior derecha de la imagen. En este momento, el retraso de campo (retraso vertical) retorna el rayo al centro superior de la imagen. El rayo ahora barre las líneas alternas restantes hasta que alcanza el centro inferior de la imagen. El retraso de cuadro (ya que dos campos han sido completados) retorna el rayo a la esquina superior izquierda para empezar la misma secuencia nuevamente.

El retraso de campo y retraso de cuadro son producidos por el mismo tipo

de forma de onda; los términos simplemente designan la posición en la cual el retraso empieza y termina.

Este proceso se hace más claro estudiando la figura 1.1

RETRASO VERTICAL DEL MUESTREO

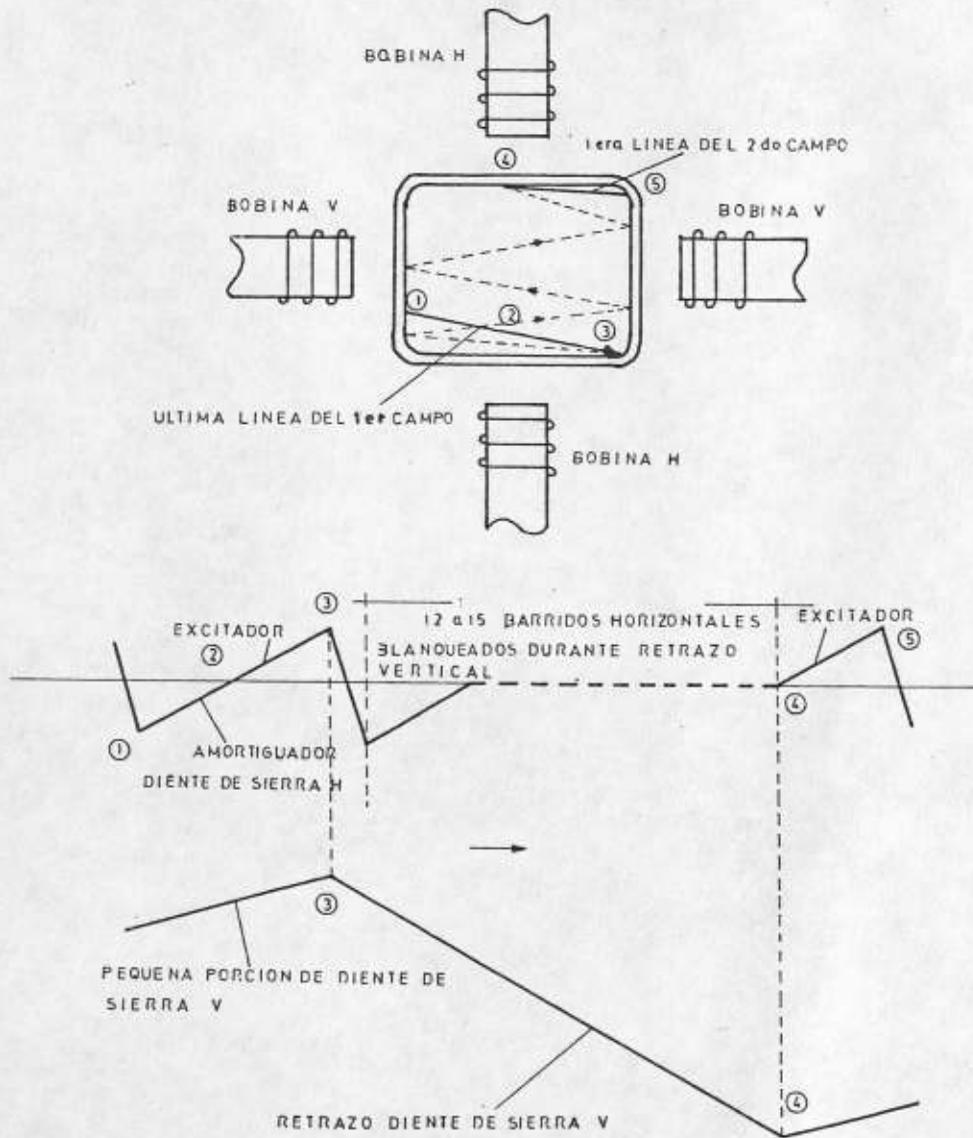


Figura 1.1

Los números sobre el rastro de muestreo están correlacionados con los de la forma de onda de diente de sierra. El punto 1 es el comienzo de la última línea del primer campo de un cuadro completo. El lado izquierdo del rastro es muestreado por la corriente en las bobinas horizontales contribuida por el tubo amortiguador (DAMPER). En el centro del cuadro (punto 2), el barrido empieza a ser afectado por la corriente en las bobinas horizontales contribuida por el tubo excitador (DRIVER), y así el lado de recho de la pantalla es muestreado. El punto 3, por consiguiente, representa el fin de una línea completa de muestreo horizontal. En este ejemplo, también se indica el fin del campo, cuando el retrazo de campo ocurre. Esto significa que el punto 3 sobre el diente de sierra vertical ha sido alcanzado y el retrazo vertical empieza. Debe ser observado que el rayo no retorna inmediatamente al centro superior, sino que barre de izquierda a derecha horizontalmente un total de 12 a 15 líneas. Este intervalo es blanqueado para que el rayo no cause una traza visible sobre la pantalla. En el punto 4 el segundo campo se inicia. Este es el lado derecho de la imagen y comienza sobre la porción de diente de sierra horizontal contribuido por el tubo excitador (DRIVER). El punto 5 es el comienzo del retrazo horizontal para retornar el rayo al lado izquierdo de la imagen, y así la secuencia es repetida. Cuando la media línea en la parte inferior del segundo campo es alcanzada, el retrazo de cuadro ocurre y el rayo es retornado sobre un intervalo de otras 12 a 15 líneas horizontales a la esquina superior izquierda para empezar otro cuadro.

Hemos asumido que el retrazo de campo empieza en el lado derecho infe-

rion y el retraso de cuadro empieza en el centro inferior. Sin embargo, es posible que lo opuesto sea verdad; que el retraso de campo empiece en el centro inferior y el retraso de cuadro en el lado derecho inferior. La secuencia depende de si es que el oscilador de barrido vertical pasa a ser disparado por un número de pulsos de sincronismo vertical par o impar. Sin embargo, el retraso entre campos y cuadros está siempre media línea aparte, sin importar la posición del rayo cuando el retraso empieza.

La forma de onda de la corriente diente de sierra en las bobinas de deflexión es altamente importante. La corriente debe elevarse linealmente en una razón de tiempo definida para deflexión absolutamente lineal. Debido a que resistencia y reactancia están presentes en las bobinas de deflexión, formas de onda de voltaje modificadas deben ser aplicadas a ellas para conseguir una corriente de forma de onda de diente de sierra real. La figura 1.2 ilustra el principio bajo discusión. Una onda de diente de sierra aplicada a una resistencia pura (Figura 1.2A) producirá una corriente diente de sierra, ya que no hay reactancia presente. Si, sin embargo, una onda diente de sierra es aplicada a una inductancia pura (Figura 1.2B), las propiedades autoinductivas crean una fuerza contraelectromotriz que impide el arranque de la corriente, y luego cuando el voltaje decrece tiende a mantener la corriente; el resultado es una distorsión de la onda diente de sierra aplicada en una onda rectangular. A la inversa, una forma de onda rectangular aplicada a una inductancia pura producirá una forma de onda de diente de sierra (Figura 1.2C).

FORMAS DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN CIRCUITOS R L

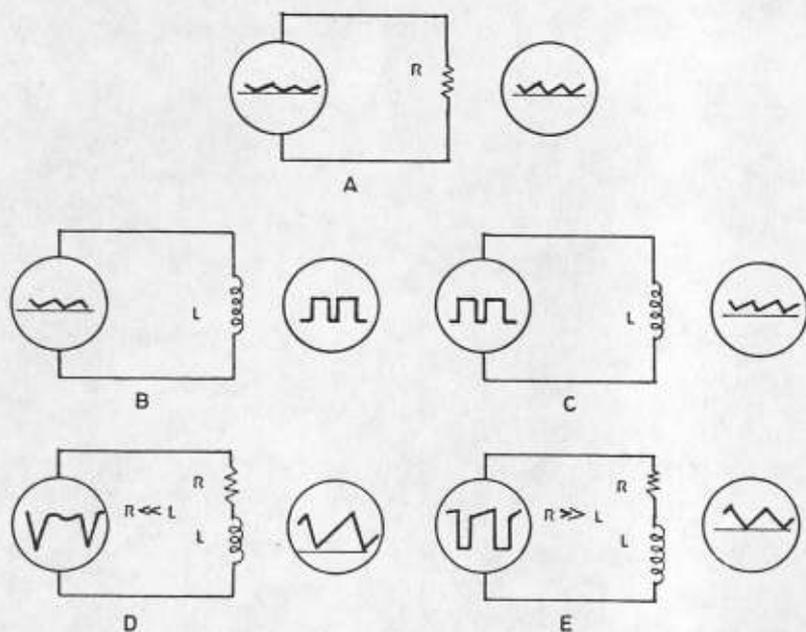


Figura 1.2

En las bobinas de deflexión horizontal, la inductancia es grande en comparación a la componente resistiva, pero la resistencia no puede ser descontada. La figura 1.2D muestra una forma de onda típica aplicada a las bobinas de deflexión horizontal. Tal forma de onda tiene una componente rectangular junto con una componente diente de sierra, para producir una corriente diente de sierra pura. La figura 1.2E muestra una forma de onda típica como la aplicada a las bobinas verticales, ya que en 60 Hz el yugo puede hacerse grandemente resistivo. En este caso, un diente de sierra es usado junto con una pequeña componente rectangular.

La figura 1.3 ilustra el principio de formación de una onda diente de

sierra a partir de un pulso de entrada rectangular. Ya que el transistor no está directamente polarizado por DC, está normalmente en corte. Durante este tiempo el capacitor C2 se está cargando hacia un potencial negativo desde la fuente de corriente constante en el colector. Con la aplicación de un pulso yendo a positivo en la entrada, el transistor es llevado a saturación, cortando a tierra el capacitor C2 que forma el diente de sierra y descargando rápidamente el capacitor. El capacitor C1 y resistor R1 forman un circuito diferenciador (constante de tiempo pequeña) de tal manera que el intervalo de retraso (en el cual C2 es descargado) finalice antes que el filo posterior del pulso de excitación (drive) aplicado.

ACCION BASICA DE UN GENERADOR DIENTE DE SIERRA

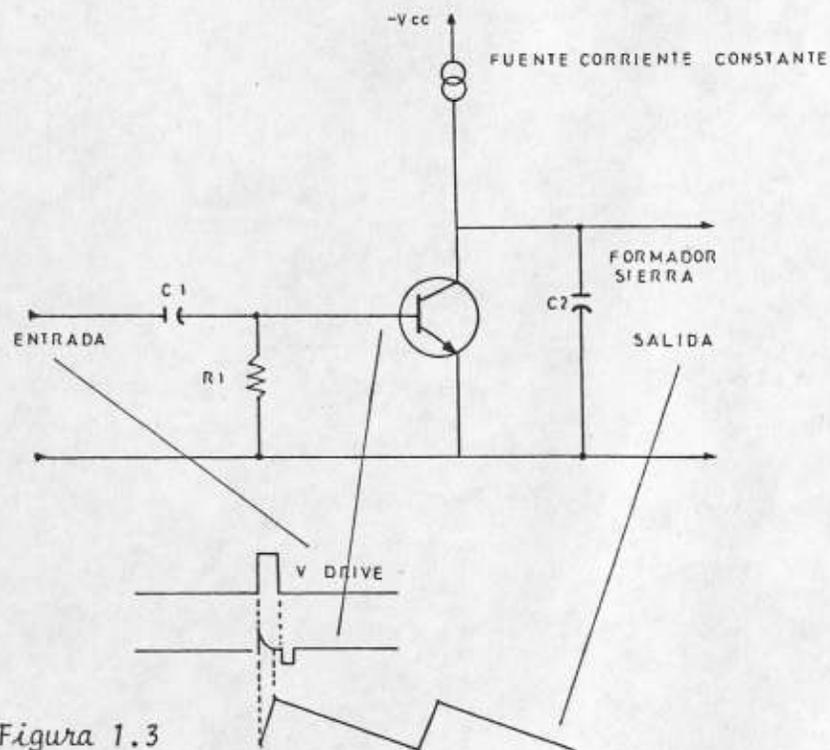


Figura 1.3

1.2. LA NECESIDAD DEL SINCRONISMO

Para suministrar las ondas apropiadas a las bobinas de deflexión con el objeto de que puedan barrer en forma conveniente la imagen de la pantalla del tubo, se deben obtener pulsos de sincronización de la señal de video y aplicarlos a otros circuitos que eventualmente estarán conectados al sistema de deflexión del tubo de imagen. Como cada línea tiene un pulso de sincronización separado, es posible colocarlas en su posición necesaria sobre la pantalla, exactamente como las exploró el tubo de la cámara. Los pulsos de sincronización que permiten situar correctamente las diferentes líneas se denominan pulsos de sincronización horizontal. Estos pulsos se inyectan a los amplificadores que controlan las bobinas de deflexión horizontal.

Después de haber barrido el haz electrónico el número adecuado de líneas horizontales, llegando al extremo inferior de la imagen se aplica un pulso de sincronización vertical a los circuitos de deflexión vertical y el haz vuelve rápidamente a la parte superior de la pantalla. Este pulso vertical se transmite junto con los horizontales en la señal de video, separándolo de ellos mediante filtros y aplicándolo a un juego de amplificadores que están conectados a las bobinas de deflexión vertical.

1.3. PULSOS HORIZONTALES Y VERTICALES

A medida que cada línea horizontal de información de video llega a la rejilla del tubo de imagen, el haz electrónico deberá encontrarse en

la posición correcta, dispuesto al barrido de la información contenida en la señal. La posición del haz electrónico está controlada por osciladores en diente de sierra. Para que el oscilador tenga el haz en su posición adecuada, se insertan pulsos de sincronización horizontal en la señal de video. La función de los pulsos de sincronización horizontal es disparar un oscilador para llevar el haz electrónico desde el lado derecho de la pantalla, al izquierdo. Una vez que el haz está en el lado izquierdo, el oscilador ya no se encuentra directamente bajo el control del pulso y realiza su función normal (con el amplificador horizontal) de desplazar el haz a lo ancho de la pantalla. Por lo tanto cada pulso horizontal que precede al detalle de la línea dispone al haz para que esté preparado para la exploración de esta información. El pulso siguiente llega cuando el haz está en el extremo del lado derecho de la pantalla, al final de la línea.

En forma parecida, los pulsos verticales tienen por objeto hacer retroceder el haz electrónico a la parte superior de la pantalla al comienzo de cada campo.

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, examinemos de cerca la construcción de la señal de video con sus pulsos de sincronismo. En la figura 1.4 se ven algunas líneas de una imagen, completas con la información del detalle, tensiones de borrado y pulsos de sincronización horizontal. Las tensiones de borrado y de sincronización ocupan aproximadamente del 20 al 25 por ciento de la amplitud total de la señal. Se pue-

de observar que la tensión de borrado mantiene su control sobre la rejilla del tubo de imagen durante cierto tiempo antes y después de cada pulso de sincronismo. Esto se hace para estar seguro que no se verá en la pantalla el haz de retorno. Tan pronto como la tensión de borrado abandona su control sobre la rejilla, vuelve a estar activo el detalle de la línea. Todas las líneas del campo siguen esta forma; la única diferencia entre una y otra está en el detalle de las diferentes secciones de la imagen.

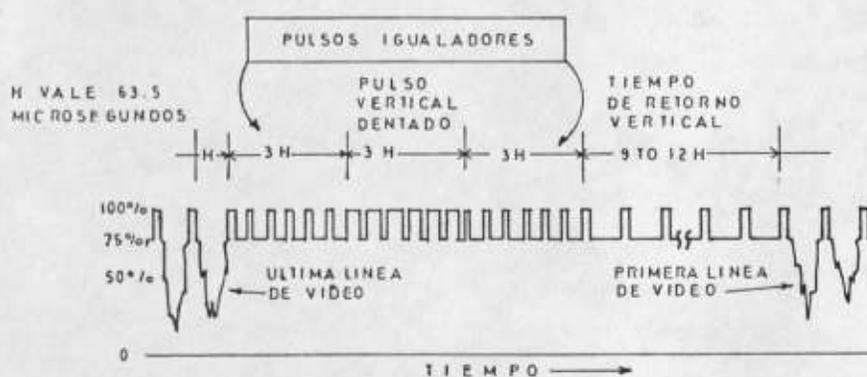


Figura 1.4A ONDAS DE VIDEO Y DE SINCRONIZACIÓN AL COMIENZO DEL PRIMER CAMPO

Al finalizar la línea horizontal inferior, es necesario insertar un pulso vertical que vuelva al haz nuevamente a la parte superior de la pantalla. Durante el período de actividad del pulso vertical, es imprescindible no descuidar al oscilador horizontal; puesto que si esto ocurriera,

el generador horizontal se saldría de sincronismo. Para evitarlo, los pulsos verticales están dispuestos en forma dentada, para llevar a cabo simultáneamente la sincronización vertical y horizontal. La figura representa la onda compuesta de video y sincronización al principio de cada campo. Las ondas son ligeramente diferentes de modo que pueda realizarse el entrelazado. La primera línea horizontal del campo 1 y la última línea horizontal del campo 2 son líneas completas. La última línea horizontal del campo 1 y la primera línea horizontal del campo 2, son medias líneas.

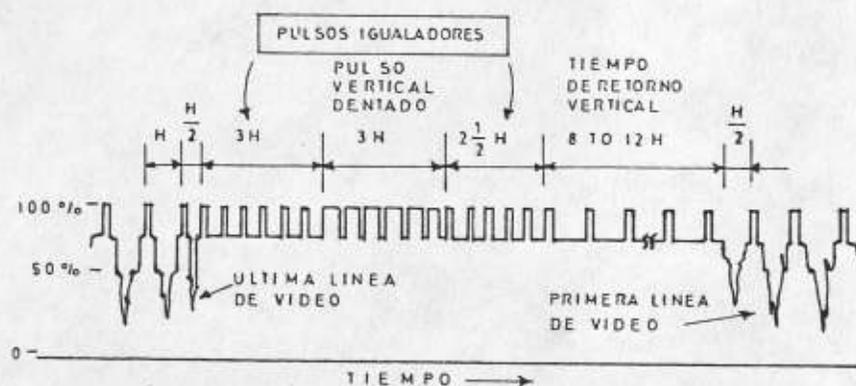


Figura 1.4B ONDAS DE VIDEO Y DE SINCRONIZACION AL COMIENZO DEL SEGUNDO CAMPO

1.4. FRECUENCIAS

Si se transmiten 525 líneas cada 1/30 de segundo, tendremos que en un segundo habrá $525 \times 30 = 15750$ líneas. Esto quiere decir que la frecuencia de los pulsos horizontales es de 15750 por segundo, o bien que llega a un pulso cada $1/15750$ de segundo que equivale a 63.5 microsegundos.

Con exploración entrelazada, la exploración de líneas alternadas de cada campo (1/2 cuadro) requiere 1/60 de segundo. El haz barre luego las líneas que faltaban, también en 1/60 de segundo. El cuadro total, con todas las líneas se completa en 1/30 de segundo. Entonces los pulsos verticales deben tener lugar una vez cada 1/60 de segundo, o sea 60 veces por segundo, que equivale a 16.6 milisegundos.

CAPITULO II

TELEVISION A COLOR

2.1. GENERACION A COLOR

El sistema NTSC de televisión en color, adoptado oficialmente por las autoridades competentes de los Estados Unidos en 1953 se ha proyectado de manera que la señal no ocupe más de 6 MHz (video y sonido) y lleva no solamente la señal completa en blanco y negro (monocroma), sino también toda la información de color. Para comprender cómo se comprime toda esta información en un ancho de banda de 6 MHz, debe encontrarse la respuesta en la naturaleza de la señal de televisión. Se descubrió, hacia el año 1929, que una señal de video de 4 MHz no ocupa cada uno de los ciclos de la frecuencia asignada. Antes bien, esta señal se presenta en la forma de "agrupaciones" de energía situadas alrededor de las armónicas de la frecuencia de exploración de 15750 Hz. La energía de la señal monocroma se agrupa alrededor de estos puntos, dejando espacios libres relativamente grandes (Figura 2.1). Como estos espacios vacíos no se utilizan, pueden emplearse para la transmisión de in-

ESPECTRO PARCIAL DE LA DISTRIBUCION DE UNA SENAL MONOCROMA

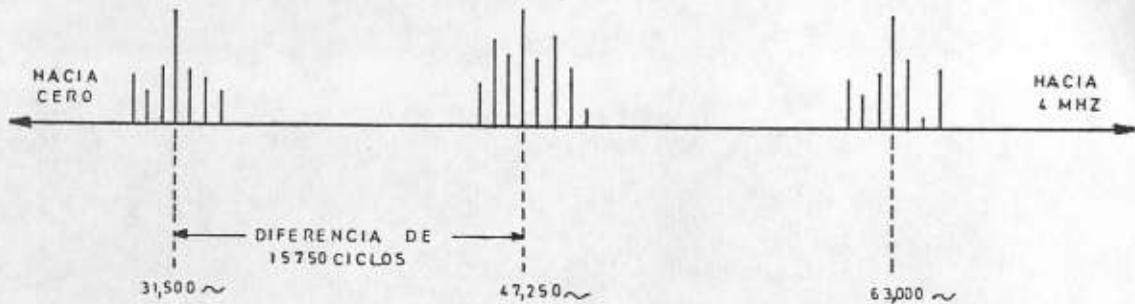


Figura 2.1

formación adicional y aquí es precisamente donde se coloca la información de color de la señal del sistema NTSC de televisión (Figura 2.2). La práctica de colocar la información de una señal entre las agrupaciones de energía de otra, se conoce como "intercalación".

INTERCALACION DE LA INFORMACION DE LA SENAL DE COLOR ENTRE LAS AGRUPACIONES DE ENERGIA DE LA SENAL MONOCROMA

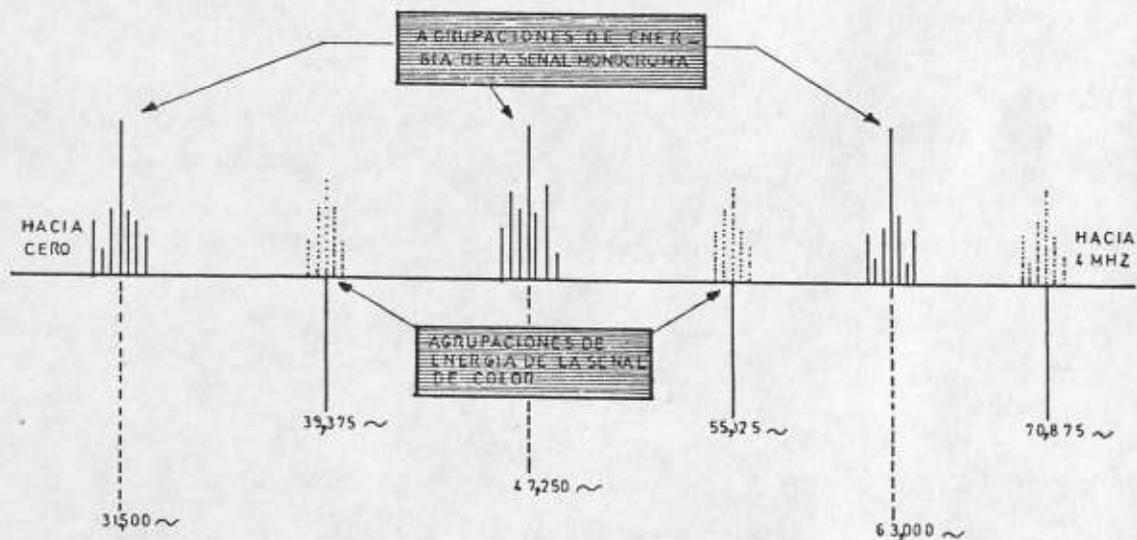


Figura 2.2

Por lo tanto la señal completa de color está formada por dos componentes: la monocroma y la que contiene la información relativa al color.

Señal monocroma.- La porción monocroma o en blanco y negro de la señal total de color es equivalente en todos sus aspectos a la señal exclusivamente monocroma. Está formada por la combinación de las señales para el rojo, verde y azul provenientes de las respectivas cámaras de color, en las siguientes proporciones:

$$Y = 0,59V + 0,30R + 0,11A$$

siendo:

Y = símbolo matemático que representa la señal monocroma.

V = señal para el verde.

R = señal para el rojo.

A = señal para el azul.

Se eligió esta proporción particular porque se aproxima mucho a la sensibilidad de los humanos para los colores. Es decir que el ojo es más sensible al verde que al rojo, y más para éste que para el azul.

Esta señal monocroma recibe también los nombres de señal de luminancia y de brillo. Se adoptaron estos términos porque indican claramente la acción de esta señal. Cada señal de video monocromo no contiene sino las variaciones de amplitud de la señal de imagen, las que en el tubo de rayos catódicos producen las variaciones de intensidad luminosa en la pantalla.

Señal de color. - El ojo humano normal ve una gama completa de colores únicamente cuando es relativamente grande la superficie del objeto. Disminuyendo dicha superficie, se hace más difícil distinguir unos de otros.

Cuando el detalle es muy pequeño, todo lo que el ojo necesita, porque es lo único que puede apreciar, son variaciones de brillo.

En el sistema de color NTSC, se aprovechan estas propiedades. Primero, únicamente se colorean las superficies de grande y mediano tamaño; el de talle fino se presenta en blanco y negro. Segundo, aún la información de color se regula según el ancho de banda. O sea que los objetos grandes reciben más verde, rojo y azul que los objetos de tamaño mediano.

La señal de color toma la forma de subportadora con las bandas laterales que de ella dependen. Su frecuencia es aproximadamente de 3,58 MHz. Es ta ci fra es el producto de 7875 Hz por 455. El valor de 7875 es la mitad de 15750, y empleando múltiplos impares (1, 3, 5, etc.) de 7875 como por tadora, la frecuencia quedará en el centro de las armónicas de 15750 Hz. Además tenemos que $15750 = 262,5 \times 60$; en los Estados Unidos se emplean 525 líneas y alimentación de 60 Hz. Si se hubieran utilizado múltiplos pares de 7875, se hubiera llegado a 15750 Hz o uno de sus armónicos, lo que colocaría la señal de color en los mismos puntos (a través de la ban da) que los ocupados por la señal monocroma. Tomando un múltiplo impar de 7875, logramos que la segunda señal caiga entre las agrupaciones de energía producidas por la primera, no interfiriéndose mutuamente.

2.2. MODULACION DE LA INFORMACION DE COLOR

Para permitir que en el receptor se forme la imagen en color tenemos que modular la portadora de color convenientemente. Normalmente, la información necesaria consistiría en las señales R, V y A, que corresponden a los tres colores primarios de los que se derivan todos los demás. Esto quiere decir que la subportadora de color debe modularse mediante tres tensiones diferentes. Sin embargo, en realidad puede realizarse el mismo trabajo utilizando solamente dos cantidades si acudimos a la siguiente modificación. Tomemos las tensiones R, V y A y combinemos cada una de ellas con una porción de la señal monocroma después de haber invertido esta última en 180° . De esta manera se producen las señales R - Y, V - Y y A - Y. Esto puede hacerse tomando parte de la señal de brillo (señal Y) y haciéndola pasar a través de un filtro pasabajos (Figura 2.3)

FORMACION DE LAS SEÑALES DE COLOR MENOS LAS SEÑALES DE BRILLO

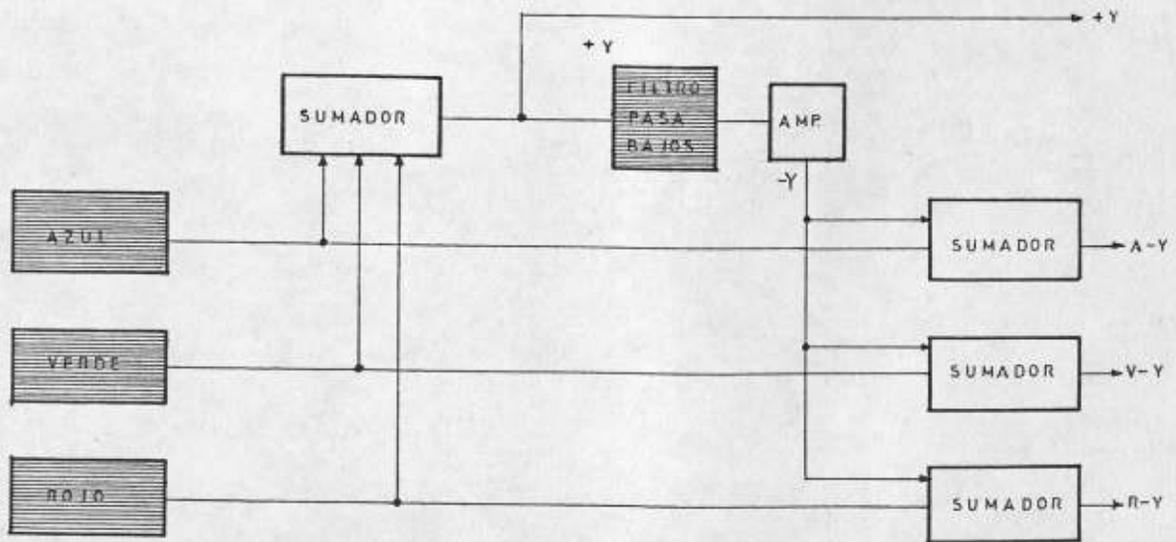


Figura 2.3

Mediante este artificio se permite que pasen solamente los componentes de más baja frecuencia (de 0 a 1,5 MHz), lo que es satisfactorio, puesto que las señales de color se relacionan solamente con estas frecuencias más bajas. Luego, la señal de brillo pasa a través de un amplificador, donde se invierte. Se tiene de esta manera la señal $-Y$. Esta se suma entonces a las otras tres señales o tensiones de color, obteniéndose las $V - Y$, $R - Y$ y $A - Y$.

En el receptor, pueden volver a obtenerse las señales originales R , V y A sumando Y a cada una de las $V - Y$, $R - Y$ y $A - Y$.

Tenemos ahora que, en lugar de necesitar las tres señales de diferencia de color, se necesitan realmente dos, por ejemplo $R - Y$ y $A - Y$. Esto se debe a que la información V está presente en la señal de brillo Y , puesto que ésta última contiene tensiones de todos los colores como vimos anteriormente ($Y = 0,59V + 0,30R + 0,11A$). Por lo tanto, si al receptor le damos solamente $R - Y$ y $A - Y$ como señales de color, podemos utilizarlas para obtener la información $V - Y$ que necesitamos.

Tenemos ahora solamente dos partes de información de color para transmitir, y de alguna manera se tendrá que modular la subportadora de color de 3,58 MHz con las tensiones $R - Y$ y $A - Y$ sin que se molesten mutuamente. La mejor solución a este problema, según hallaron los proyectistas, es tomar las señales $A - Y$ y $R - Y$ y aplicar cada una a un modulador separado. Al mismo tiempo, se aplican también las portadoras de 3,58 MHz a cada modulador, pero con esta diferencia. Sus frecuencias

son iguales, pero una de ellas tiene una diferencia de fase de 90° con respecto a la otra. Después de modular en amplitud a las portadoras, se combinan para formar una portadora resultante. Esto puede ilustrarse mejor mediante vectores.

POSICION ANGULAR Y AMPLITUD DE LA PORTADORA RESULTANTE PARA DIFERENTES AMPLITUDES DE A-Y y R-Y

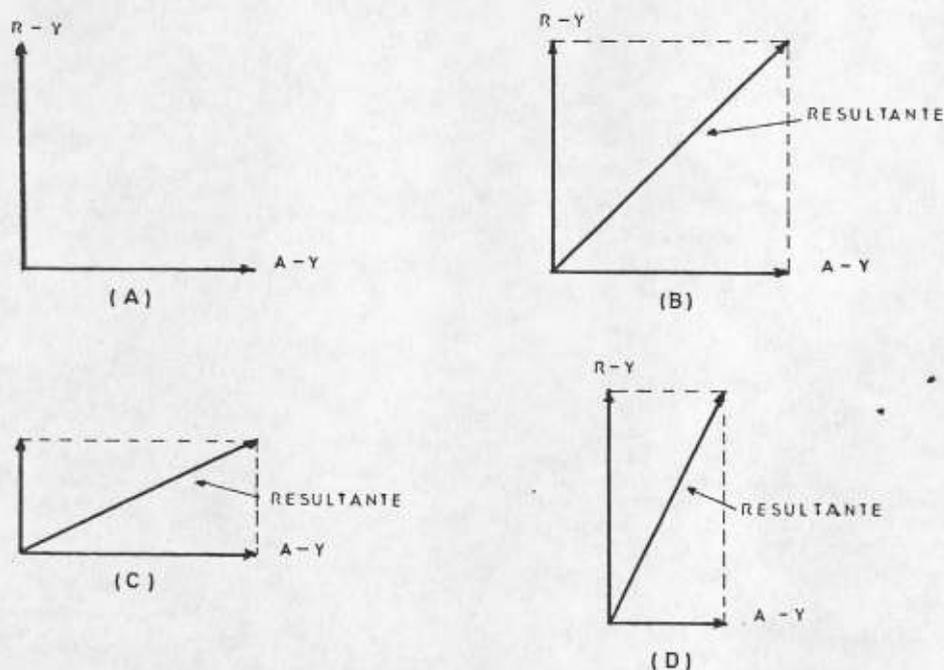


Figura 2.4

En la figura 2.4A, el vector $A-Y$ representa la portadora modulada $A-Y$; el vector $R-Y$, representa la portadora modulada por la tensión $R-Y$. Cuando se combinan estas tensiones o señales, se obtiene una resultante. Si las dos señales $R-Y$ y $A-Y$ tienen la misma intensidad, la resultante ocupará la posición que se ve en la figura 2.4B. Si predomina la señal $A-Y$, la resultante se acercará más a

ella, como se ve en la figura 2.4C. En cambio, si es $R - Y$ la más intensa, la posición del vector resultante se desplazará hacia aquella como se aprecia en la figura 2.4D. Por lo tanto, vemos que el ángulo de fase ? estará determinado por el color o matiz de la imagen, mientras que la amplitud (longitud del vector) lo estará por la saturación de los colores.

Este hecho en particular es de gran importancia en el receptor. Si cambiáramos la fase resultante con respecto a $A - Y$ ó $R - Y$, los colores que entonces se reproducirían en la pantalla serían incorrectos. Por lo tanto, en la construcción de los circuitos modernos se provee un control especial de fase que permite compensar cualquier desplazamiento de ésta que pudiera ocurrir.

Las señales $A - Y$ y $R - Y$ modulan en amplitud sus portadoras separadas antes de sumarse, y por lo tanto cada señal modulada posee una portadora de 3,58 MHz y una serie de bandas laterales. Cuando se forma la resultante, conserva estas bandas laterales.

Si reconstruimos la señal total de color, encontramos, primero, la señal Y , ó monocroma, que se extiende sobre toda la gama de video frecuencia, desde 0 a 4 MHz. Segundo, una subportadora de color, con una frecuencia de 3,58 MHz. Esta subportadora está modulada por las señales $R - Y$ y $A - Y$, y la inteligencia de la modulación está contenida en una serie de bandas laterales que se extienden por encima y por debajo de los 3,58 MHz. La separación dependerá de la banda de frecuencias que contengan las tensiones moduladoras de $R - Y$ y $A - Y$. Se observó que el ojo huma-

no se conforma con el color de la imagen que se produce incluyendo información de color hasta 1,5 MHz solamente, mientras que la porción de imagen desde 1,5 MHz hasta 4,0 MHz se transmite en blanco y negro. Por lo tanto, las frecuencias de las bandas laterales de las tensiones moduladoras de color ($R - Y$ y $A - Y$) deben extenderse solamente desde 0 a 1,5MHz. Además, todavía puede modificarse algo estas condiciones porque los tres colores primarios se necesitan solamente para los objetos de gran tamaño o superficies grandes, que vienen a ser los producidos por las frecuencias de video hasta 0,5 MHz. Para los objetos de mediano tamaño, producidos por frecuencias desde 0,5 a 1,5 MHz, no es necesario emplear más que dos colores primarios.

En otras palabras, para sacar el máximo partido de esta situación, no necesitamos más que dos señales de color: Uno cuyo paso de banda llega solamente hasta 0,5 MHz y otra que abarque desde 0 hasta 1,5 MHz. El problema siguiente, entonces, es determinar la composición de estas dos señales de color.

Para comprender la respuesta a este problema veamos el diagrama vectorial de la Fig. 2.5A en el que se representan las señales $R - Y$ y $A - Y$ junto con la ecuación correspondiente a Y :

$$Y = 0,59V + 0,30R + 0,11A$$

Por lo tanto, para $R - Y$ tendremos:

$$R - Y = R - 0,59V - 0,30R - 0,11A$$

o sea

$$R - Y = 0,70R - 0,59V - 0,11A$$

y para $A - Y$ se obtiene

$$A - Y = A - 0,59V - 0,30R - 0,11A$$

o sea

$$A - Y = 0,89A - 0,59V - 0,30R$$

Esto quiere decir que los vectores $R - Y$ y $A - Y$ contienen las tensiones R , V y A en las proporciones indicadas.

Supongamos ahora que la cámara está explorando una escena que contiene rojo únicamente. Entonces, no habrá tensiones producidas por el verde ni por el azul y la señal $R - Y$ se reducirá simplemente a $0,70R$, mientras que la señal $A - Y$ será $0,30R$. En la figura 2.5B se representan estas condiciones, y también el vector resultante. O expresado en for

DETERMINACION DEL COLOR POR LA POSICION DEL VECTOR RESULTANTE

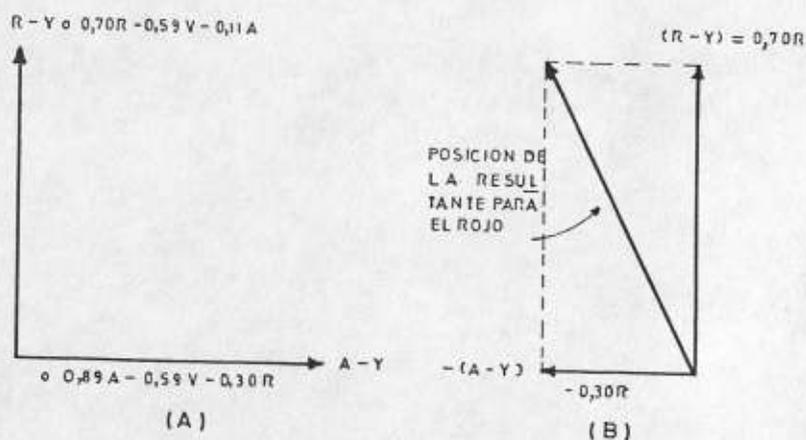


Figura 2.5

ma diferente, ésta es la posición que ocupará el vector resultante cuando se transmita únicamente señal correspondiente al rojo.

Siguiendo el mismo procedimiento, podemos obtener la posición que ocupará el vector resultante cuando sólo se transmita verde, o azul, o cualquier otro color formado combinando los tres primarios en cualquier proporción. En la figura 2.6 se representa una serie de colores, viéndose tal vez con más claridad que antes cómo varía la fase de la subportadora de color según el color que se transmite. Reiterando lo dicho anteriormente: el colorido de la imagen determina el ángulo de fase de la resultante, mientras que la saturación de los colores determina la amplitud (longitud del vector resultante).

Se comprobó, en el sistema NTSC, que si bien podía emplearse las señales de color $R - Y$ y $A - Y$, se obtenía un funcionamiento mejor eligiendo otras dos señales situadas no muy lejos de las anteriores. A estas señales se las designa respectivamente "I" y "Q", viéndose en la figura 2.7

VARIACION DE LA FASE DE LA SUBPORTADORA SEGUN EL COLOR QUE SE TRANSMITE

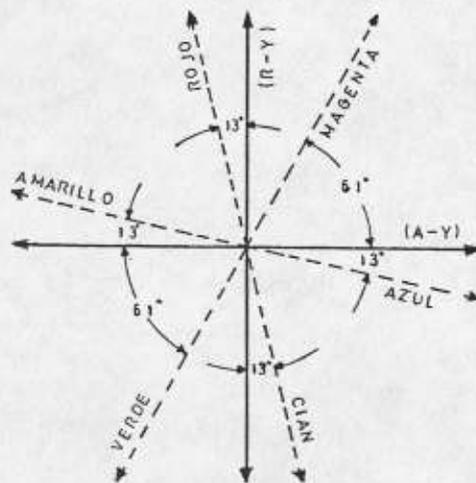


Figura 2.6

su posición con respecto a $R - Y$ y $A - Y$.

Por lo tanto, donde antes teníamos las tensiones $R - Y$ y $A - Y$ modulando a la subportadora de color de 3,58 MHz, las sustituimos ahora por las señales I y Q . Además, la señal Q tiene frecuencias hasta 0,5 MHz, mientras que a la señal I se le permiten bandas laterales hasta 1,5 MHz, como ilustra la figura

Lo que se gana con esto, es que en todas las frecuencias de la señal de color hasta 0,5 MHz, tienen actividad ambas señales, I y Q , y como su diferencia de fase es de 90° , como tenían $R - Y$ y $A - Y$, se comportarán como lo hacían éstas. O sea que, combinándose entre sí producirán todos los colores como se ve en la figura 2.7. En consecuencia, utilizando I y Q , o bien $R - Y$ y $A - Y$ como tensiones moduladoras para las frecuencias de la señal de color hasta 0,5 MHz, se obtendrán exactamente los mismos resultados.

POSICION DE LAS SEÑALES I y Q CON RESPECTO A $R - Y$ y $B - Y$

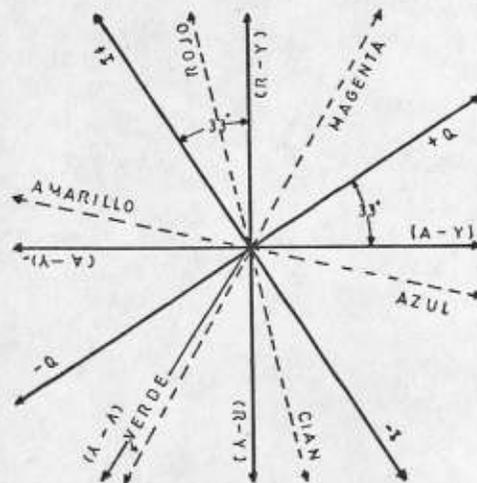


Figura 2.7

Consideremos, sin embargo, la situación para las frecuencias de la señal de color desde 0,5 hasta 1,5 MHz. La señal Q desaparece, quedando únicamente la señal para la producción de color en la pantalla del tubo de imagen. Según la figura 2.7, vemos que los valores positivos de la señal I producirán los colores entre el amarillo y el rojo, o en realidad, un naranja rojizo. En cambio los valores negativos de I producirán colores entre el azul y el cian, o en general, dentro de la gama del verde azulado. Por lo tanto, cuando únicamente actúa la señal I, los colores producidos en la pantalla recorrerán la escala desde el naranja rojizo al verde azulado.

Conviene esta disposición porque para los objetos de tamaño mediano (producidos por señales de video de 0,5 a 1,5 MHz), disminuye la sensibilidad del ojo humano. En realidad, se ha determinado que en estas circunstancias es sensible principalmente a los matices verde azulado o naranja rojizo. La señal NTSC, debido a su componente I, saca partido de este hecho produciendo verdes azulados o naranja rojizos para los objetos de mediano tamaño.

Considerando la señal de color en todos sus aspectos, tenemos:

- 1) Hay una señal monocroma cuyos componentes abarcan desde 0 hasta 4 MHz. Es la señal Y.
- 2) La frecuencia de la subportadora de color se fija en 3,58 MHz (en realidad, es de 3,5795452 MHz).

3) Esta subportadora de color está modulada por dos señales de color llamadas I y Q, siendo

$$I = 0,60R - 0,28V - 0,32A \quad y$$

$$Q = 0,21R - 0,52V + 0,31A$$

4) La señal Q tiene frecuencias para color que van desde 0 hasta 0,5 MHz. Esto quiere decir que las bandas laterales superiores de Q se extienden desde 3,58 MHz hasta $3,58 + 0,5 = 4,08$ MHz. Las bandas laterales inferiores de Q irán hasta $3,58 - 0,5 = 3,08$ MHz.

5) La señal I tiene frecuencias de color que se extienden desde 0 hasta 1,5 MHz. Cuando éstas modulan la subportadora de color, se forman bandas laterales superior e inferior. La inferior abarca desde 3,58 MHz a $3,58 - 1,5 = 2,08$ MHz. Si se permitiera la formación de toda la banda lateral superior, llegaría hasta $3,58 + 1,5 = 5,08$ MHz. Evidentemente, esto impediría la utilización de un ancho de banda total de 6,0 MHz para la señal de televisión (video y sonido). Para evitar que se extienda más allá de los límites establecidos para los canales, se limita la banda lateral superior de la señal I a unos 0,6 MHz, alcanzando así hasta 4,2 MHz. Entonces, el paso de banda de la señal de video termina casi bruscamente a 4,5 MHz (figura 2.8).

Todavía hay otro hecho de importancia en la composición de la señal de televisión en color, y se refiere a la subportadora. Sabemos que la portadora de 3,58 MHz está modulada por las señales de color I y Q. Ahora bien, en los métodos comunes de modulación están presentes la por-

tadora y las bandas laterales cuando finalmente se emite la señal. La inteligencia (o modulación) está contenida en las bandas laterales, siendo realmente lo único que interesa. No obstante, se transmite también la portadora porque se necesita en el receptor para invertir el proceso de modulación y obtener las tensiones moduladoras originales.

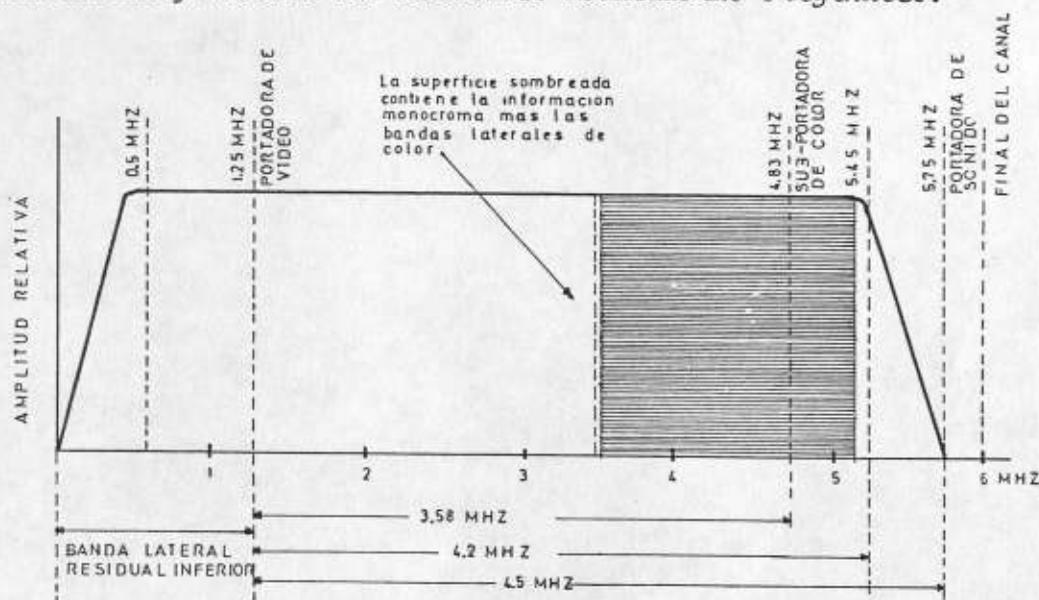


Figura 2.8 DISTRIBUCION DE LA SEÑAL COMPLETA DE COLOR DENTRO DE LA BANDA ASIGNADA

En el sistema de color NTSC, no se transmite la subportadora de color junto con sus bandas laterales. En lugar de ello, se suprimen mediante un modulador equilibrado. Se sigue esta práctica particular por dos razones. Primero, al suprimir la subportadora de color se disminuye la formación de la heterodina de 920 KHz entre aquella y la portadora de sonido de 4,5 MHz, que también forma parte de la señal de televisión. Esta frecuencia heterodina aparecería formando una serie de líneas de interferencia en la pantalla. Ahora bien, es cierto que están presen-

tes las bandas laterales de color que también pueden heterodinarse (como realmente lo hacen) con la portadora de sonido de 4,5 MHz, produciendo análogas frecuencias de batido. Sin embargo, en cualquier señal la portadora contiene mucha más energía que las bandas laterales; por lo tanto, suprimiendo la primera, desaparece la causa principal de la interferencia. Otras interferencias que podrían producir alguna de las bandas laterales más intensas próximas a 3,58 MHz, pueden suprimirse más fácilmente utilizando trampas en el sistema de FI.

La segunda razón de utilizar el método de portadora suprimida, se debe a la anulación automática de toda la señal de color cuando la escena televisada debe transmitirse completamente como señal monocroma. Cuando ocurre esto, las señales I y Q son iguales a cero, y como los moduladores equilibrados suprimen la portadora, no se produce ninguna clase de señal de color.

Junto con estas ventajas de la supresión de la portadora, aparece un inconveniente. Cuando las bandas laterales de color llegan a la sección correspondiente del receptor, debe reinsertarse la portadora para permitir que tenga lugar la detección. De momento, podría suponerse que bastaría un oscilador trabajando a 3,58 MHz. Este es uno de los requisitos. Otro, y de vital importancia, es la fase de la portadora reinsertada. En el transmisor la fase de I y Q al introducirlas en el modulador deben mantener la misma relación de fase al reinsertar la portadora, para que los colores obtenidos a la salida de los circuitos tengan el matiz ade-

cuado (Figura 2.9).

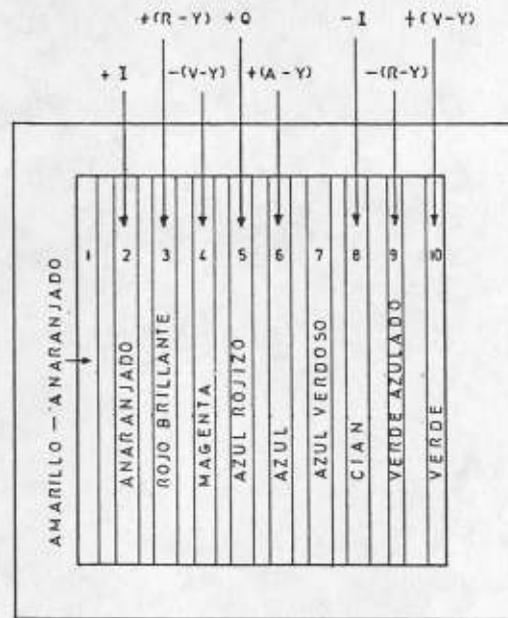


Figura 2.9

BARRAS PRODUCIDAS POR UN GENERADOR DE BARRAS DE COLOR.

No es posible la detección adecuada de las bandas laterales de la subportadora de color, si no se mantiene la correcta relación de fase entre los osciladores de 3,5795452 MHz situados en el transmisor y en el receptor. Como en el transmisor se ha suprimido esta señal, se transmite una muestra separada de la oscilación de 3,5795452 MHz que es la señal de sincronismo de color.

Esta señal de sincronismo, que acompaña a la señal, proporciona la información relativa a la frecuencia y fase de la portadora que falta. Se transmite a continuación de cada pulso horizontal y está situada en el umbral posterior de cada pedestal de borrado. Contiene un mínimo de 8 ciclos de la subportadora y su fase está de acuerdo con la subportadora utilizada en la estación. En el receptor, la señal de sincronismo encla

va la frecuencia y fase del oscilador de 3,58 MHz, asegurando por lo tan to que en todo momento la portadora reinsertada cumplirá correctamente su misión al combinarse con las bandas laterales de color.

La señal de sincronismo de color no interfiere con los pulsos de sincronización horizontal porque su amplitud es menor y va a continuación de los mismos. La señal se desempeña en forma análoga como los pulsos de sincronización horizontal y mantiene al oscilador de 3,5795452 MHz en su fase adecuada.

2.3. NUEVAS FRECUENCIAS PARA HORIZONTAL Y VERTICAL

La frecuencia de la subportadora de color se elige aproximadamente de 3,58 MHz. Se emplea esta frecuencia para que la información de video de crominancia promedie aproximadamente cero cuando se recibe una transmisión en color mediante un receptor para blanco y negro. Se eligió la frecuencia de la subportadora de modo que fuese un múltiplo impar de la mitad de la frecuencia de exploración horizontal.

Las señales de color no se corresponden con las de brillo y en una panta lla para blanco y negro aparecerían como una imagen arbitraria de puntos sin relación entre sí, si no se redujeran a un mínimo. La elección de la frecuencia de la subportadora como múltiplo impar de la mitad de la frecuencia de exploración horizontal, determina que la información de video de color de cada línea de exploración tenga una diferencia de fase de 180° con respecto a la próxima exploración de aquella línea en el cu

dro siguiente. La señal de croma, que varía alrededor de la señal de brillo y modula cada línea de exploración horizontal, se invierte 180° en cada cuadro. Esto impide que el video de croma produzca interferen?
 cia apreciable en blanco y negro en la pantalla del tubo de imagen. La inversión de 180° de la señal se verifica porque a cada cuadro pasa a través de un número entero de ciclos más uno.

La Figura 2.10A es una ilustración de la señal de video en blanco y negro durante una porción de una de las líneas de exploración horizontal. En la Figura 2.10B se ve una parte de la línea de exploración horizontal modulada. Más tarde, después de un cuadro, la modulación se invierte 180° , como representa la Figura 2.10C. Como que las dos señales son aproximadamente iguales y de polaridad contraria, casi se anulan,

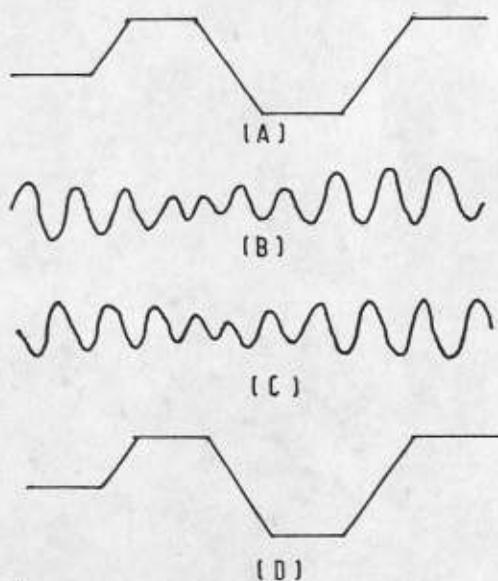


Figura 2.10 ANULACION DE LA INTERFERENCIA DE CROMA EN LA INTERCALACION DE FRECUENCIA.

figura 2.10D. La aparente anulaci3n se debe a la persistencia de las im3genes en la retina del ojo humano; mantiene el brillo de la l3nea horizontal entre cuadro y cuadro.

Es muy conveniente que la frecuencia de la subportadora de color est3 tan por encima de la portadora de imagen como sea posible para reducir a un m3nimo la interferencia con la informaci3n en blanco y negro (Figura 2.11A). Las investigaciones han demostrado que el nivel medio de energ3a de la se3al monocroma de video cae muy r3pidamente al aumentar la frecuencia de video. Aumentando todo lo posible la frecuencia de la subportadora de color, como en la figura 2.11B, la diferencia de los niveles de energ3a disminuye al m3nimo la posibilidad de interferencia. El l3mite superior pr3ctico es de 3,6 MHz.

El heterodinado entre la portadora de sonido y la subportadora de color (4,5 - 3,58 = 0,92) genera una se3al perjudicial. La experiencia ha de

DISTRIBUCION DE LA ENERGIA DE VIDEO DE COLOR EN LA SE3AL MONOCROMA

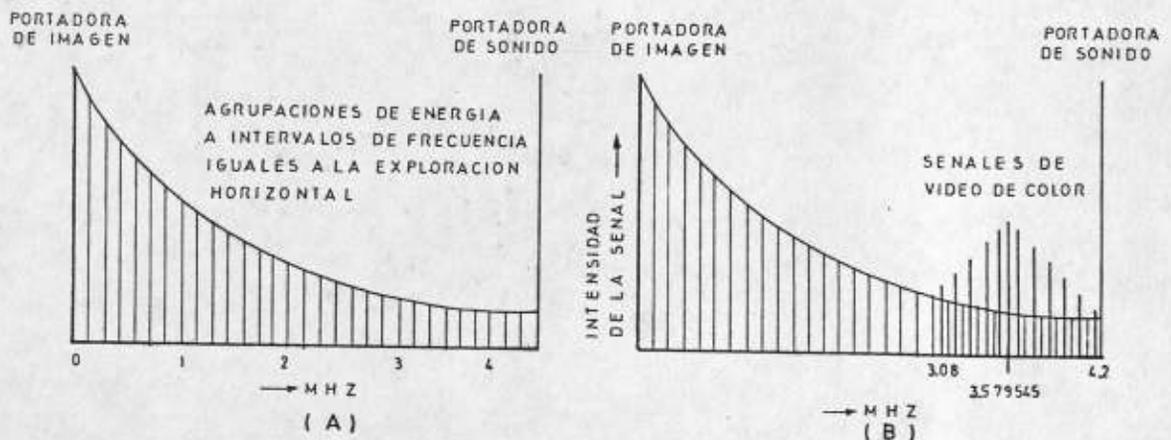


Figura 2.11

mostrado que el heterodinado es mucho menos perjudicial si la frecuencia de la portadora de sonido es un múltiplo elevado de la frecuencia de exploración horizontal. En la TV monocromática normal, las armónicas 285 y 286 de 15750 Hz son respectivamente 4,48875 y 4,5045 MHz.

La frecuencia de las líneas cuya 286 armónica es de 4,5 MHz vale 15734,265 Hz:

$$F \text{ horizontal} = \frac{4,5 \times 10^6}{286} = 15734,265 \text{ Hz}$$

Esta frecuencia está dentro de los límites de desviación establecidos por las normas para TV monócroma de la comisión NTSC. Habiendo cambiado la frecuencia de exploración horizontal, debe elegirse la subportadora de color de modo que se pueda intercalar. Debe ser un múltiplo impar de la mitad de la frecuencia horizontal. Tomando como límite superior 3,6 MHz, la armónica 455 de la mitad de la frecuencia de exploración horizontal es:

$$F \text{ subportadora de color} = 455 \times \frac{15734,265}{2} = 3,5795452 \text{ MHz}$$

Como hay 525 líneas y se utiliza el entrelazado de 2:1, la nueva frecuencia de exploración vertical será:

$$F \text{ vertical} = \frac{2 \times 15734,265}{525} = 59,94 \text{ Hz}$$

CAPITULO III

IMPLEMENTACION

3.1 CRISTAL DE REFERENCIA (¿Por qué 4 veces la frecuencia de subportadora?)

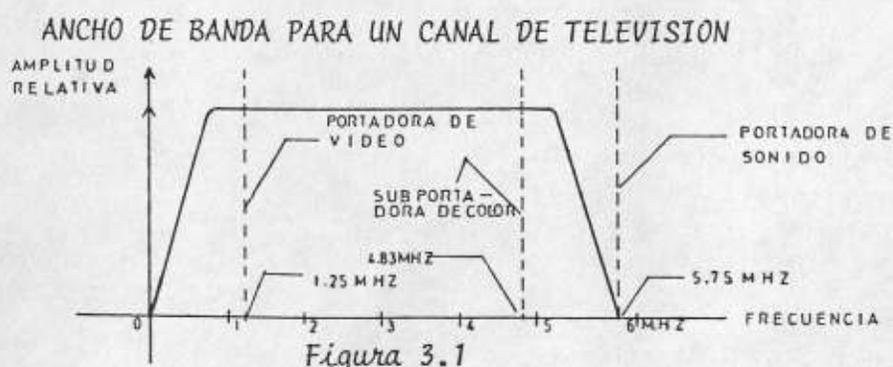
El generador de sincronismo comúnmente llamado generador de "SYNC" consiste de dos secciones básicas: temporización y formación de pulsos. La relación de tiempo más simple que puede ser usada es una frecuencia de línea de 15,750 Hz obtenida desde un oscilador y un pulso de 60 Hz derivado directamente de la línea de red para la frecuencia de campo. Esta forma de generador de temporización es empleada en sistemas industriales de circuito cerrado, pero no es adecuada para sistemas de transmisión de señal de TV. Sin embargo, para producir la intercalación de campos requerida para transmisión de TV (Broadcast), es necesario que la frecuencia de campo sea derivada de la frecuencia del oscilador maestro. Cuando dos generadores independientes son usados (como en el sistema industrial), resulta una forma de intercalación al azar, puesto que las frecuencias no están sincronizadas (locked). Además, el número

real de líneas que constituyen un solo cuadro (frame) varía con la cantidad de desviación (drift) entre las frecuencias de línea y de campo.

Con el advenimiento de técnicas digitales se hizo necesario establecer una frecuencia de referencia tal, que nos permita obtener por medio de divisores de frecuencia un submúltiplo entero que sea la frecuencia de subportadora (3.58 Mhz) y que a la vez nos ofrezca una razón de muestreo específica para procesamiento digital de señales de video a un ancho de banda adecuado.

Según el criterio de Nyquist (teorema de muestreo), para que exista una reproducción aceptable de una señal, la frecuencia de muestreo debe ser igual o mayor que dos veces la frecuencia máxima (ancho de banda) (Figura 3.1). Realmente es suficiente con aceptar el término de igualdad para este criterio. Teniendo en cuenta esto podemos establecer la frecuencia de muestreo para una señal de video cuyo ancho de banda máximo establecido es de 6 Mhz por canal de televisión, con lo cual tenemos que:

$$f_s = 2 (6 \text{ Mhz}) = 12 \text{ Mhz}$$



Como ya está analizado en el Capítulo 2.3 (nuevas frecuencias para horizontal y vertical), el espectro de frecuencia para una señal monocroma es discreto como está indicado en la Figura 2.11A, en la cual se puede observar que la energía de la señal se produce en intervalos a múltiplos enteros de la frecuencia de muestreo de línea (15,750 Hz). Revisando el capítulo al que se hace alusión tenemos que la frecuencia de exploración horizontal en realidad es de 15,734.265 Hz. El espectro de las señales de video de color también se produce de manera discreta, y entonces al cambiar la frecuencia de exploración horizontal, se eligió la subportadora de color de modo que se pueda intercalar entre los intervalos de energía de la señal monocroma, como está indicado en la Figura 2.11B. Debe ser un múltiplo impar de la mitad de la frecuencia de exploración horizontal. Tomando como límite superior el valor práctico de 3.6 Mhz, la armónica 455 de la mitad de la frecuencia de exploración horizontal es:

$$f_{sc} = 455 \times \frac{15,734.265}{2} = 3.5795452 \text{ Mhz}$$

En el capítulo 2.2 (Página 26, numeral 5) se indicó que el ancho de banda de la señal de video de color alcanza hasta 4.2 Mhz (en realidad es $3.58 + 0.6 = 4.18$ Mhz). Haciendo esta consideración la frecuencia de muestreo para digitalizar la señal debe ser:

$$f_s = 2 \times 4.18 = 8.36 \text{ Mhz}$$

Pero el muestreo para respetar la subportadora de color debe ser múltiplo de la frecuencia de subportadora y mayor que 8.36 Mhz. Un escogi-

tamiento conveniente es 3 veces la frecuencia de subportadora de color (f_{sc}), o $3 (3.58 \text{ Mhz}) = 10.74 \text{ Mhz}$. Esta es una frecuencia de muestreo muy común, sin embargo también puede ser usada una frecuencia de muestreo que es 4 veces f_{sc} , ó 14.3 Mhz . Esta es un múltiplo par de la frecuencia de subportadora de color.

Una alta velocidad de señal es requerida en sistema de video digital. El caracter de 8-bit para cada uno de los 256 niveles de muestreo debe ser enviado en 3 ó 4 veces la frecuencia de la subportadora de color, dependiendo del sistema escogido. Así, la velocidad de la señal para las dos frecuencias de muestreo es:

$$\text{En } 10.7 \text{ Mhz} : 8(10.7) = 85.6 \text{ megabits/segundo}$$

$$\text{En } 14.3 \text{ Mhz} : 8(14.3) = 114.4 \text{ megabits/segundo}$$

En la razón de muestreo de 10.7 Mhz el período es $1/10.7 \text{ Mhz} = 0.093$ microsegundos, ó 93 nanosegundos. Así, para una sola línea de muestreo activa, hay $52.4/0,093 = 563$ muestras tomadas; cada muestra representa cualquiera de los 256 niveles de brillantez (para 1 palabra binaria de 8-bits). De esta manera, la razón de muestreo, aún para la frecuencia de muestreo más baja usada, está arriba de los 420 elementos de cuadro por línea y provee excelente resolución (hay aproximadamente 420 elementos de cuadro por línea para un ancho de banda de 4 Mhz). Este resultado se lo obtiene de dividir 52.4 microsegundos que es la duración de la línea de cuadro activa (longitud total de la línea de 63.5 microsegundos menos el intervalo de "blanking" de 11.1 microsegundos) para

0.125 microsegundos que representa el tiempo de un elemento de cuadro, resultante de dividir la duración de amplitud media del pulso que para un sistema de 4 Mhz es de 0.250 microsegundos para los dos elementos de cuadro (negro a blanco y blanco a negro) que tiene un pulso (Figura 3.2). H.A.D. = Duración de amplitud media.

Obviamente, si un número mayor de muestras es tomada por segundo, la resolución posible será mejorada. En la razón de muestreo de 14.3 Mhz, una muestra ocurre cada 0,07 microsegundos, ó 70 nanosegundos. Esto significa que hay $52.4/0.07 = 748$ muestras por línea. La capacidad de resolución para 3 veces la frecuencia de subportadora está bajo 3 dB en 4.5 Mhz y para la razón de muestreo de 4 veces la frecuencia de subportadora está bajo 3 dB en alrededor de 6.25 Mhz. Esta última garantiza mejor calidad de la señal de video (mayor ancho de banda muestreado).

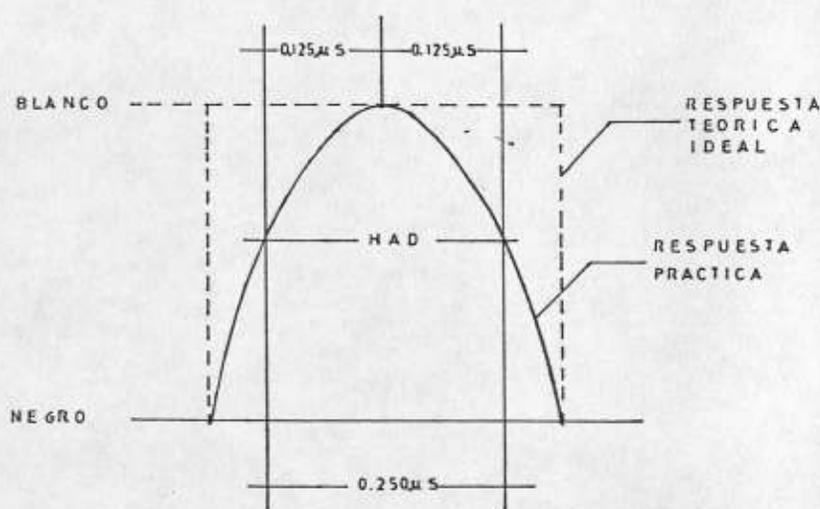


Figura 3.2 EFECTO DE APERTURA EN UN SISTEMA DE 4 Mhz.

En el proceso de decodificación para señales de TV digitalizadas por técnica PCM (Pulse Code Modulation) son empleados a menudo filtros peine (comb). Los "dientes" de un filtro peine de luminancia tienen máxima respuesta en armónicas de la frecuencia de línea de TV (luminancia) y anulaciones (nulls) en armónicas impares de la mitad de la frecuencia de línea de TV (color). Un filtro peine de color tiene dientes con máxima respuesta en armónicas impares de la mitad de la frecuencia de línea (color) y anulaciones en armónicas pares de la frecuencia de línea de TV (luminancia).

Cuando una razón de muestreo de 3 veces la frecuencia de la subportadora de color es usada, un número dispar (tres) de muestras ocurre por ciclo de subportadora en cuadratura. Esto representa una compensación de líneas de TV alternadas secuenciales en tiempo para el filtro peine, resultando en una cierta cantidad de "cross talk" entre luminancia y crominancia, así como también "cross talk" entre los componentes I y Q.

Cuando una razón de muestreo de 4 veces la frecuencia de subportadora de color es usada, un número par de muestras ocurre por ciclo I y Q. En este caso, muestras de todas las líneas de TV secuenciales en tiempo están perfectamente alineadas, no presentando problema a los filtros peine y simplificando el proceso de decodificación. Así, puede ser visto que la frecuencia de muestreo debe ser 4 veces la frecuencia de subportadora.

3.2. DERIVACION DE FRECUENCIA HORIZONTAL

La frecuencia de exploración horizontal, que es 15,734.265 Hz, se la obtiene a partir del oscilador de cristal de cuarzo, cuya frecuencia de oscilación natural es de 14.31818 Mhz, luego por medio de divisores de frecuencia se logra obtener la frecuencia de 31,468.53 Hz que es la frecuencia maestra. Se llega a esta frecuencia efectuando una división total para 455 (91 x 5). Luego por medio de un flip-flop (divisor para 2) se obtiene la frecuencia definitiva de muestreo horizontal.

3.3. DERIVACION DE FRECUENCIA VERTICAL

Para obtener la frecuencia necesaria para sincronización de la exploración vertical se partió de la frecuencia maestra de 31,468.53 Hz proveniente de los circuitos de sincronismo horizontal (se lo hace de esta manera con el objeto de que la frecuencia de campo sea derivada de la frecuencia del oscilador maestro y estén así sincronizados). Luego, por medio de divisores de frecuencia 7490A y de un 7430 (puerta NAND de 8 entradas) se efectúa una división para 525, obteniéndose así la frecuencia de muestreo vertical de 60 Hz.

CAPITULO IV

CIRCUITOS DE SINCRONISMO HORIZONTAL

Cada acción eléctrica que toma lugar en el proceso de muestreo es controlado por el generador de sincronismo. Así, cuando un pulso de excitación (drive) es provisto a la cámara para el propósito de temporización exacta de una cierta función, un pulso de sincronismo (Sync) es simultáneamente transmitido sobre la portadora de video para disparar (trigger) la acción del receptor al mismo tiempo. La Figura 4.1 repre-

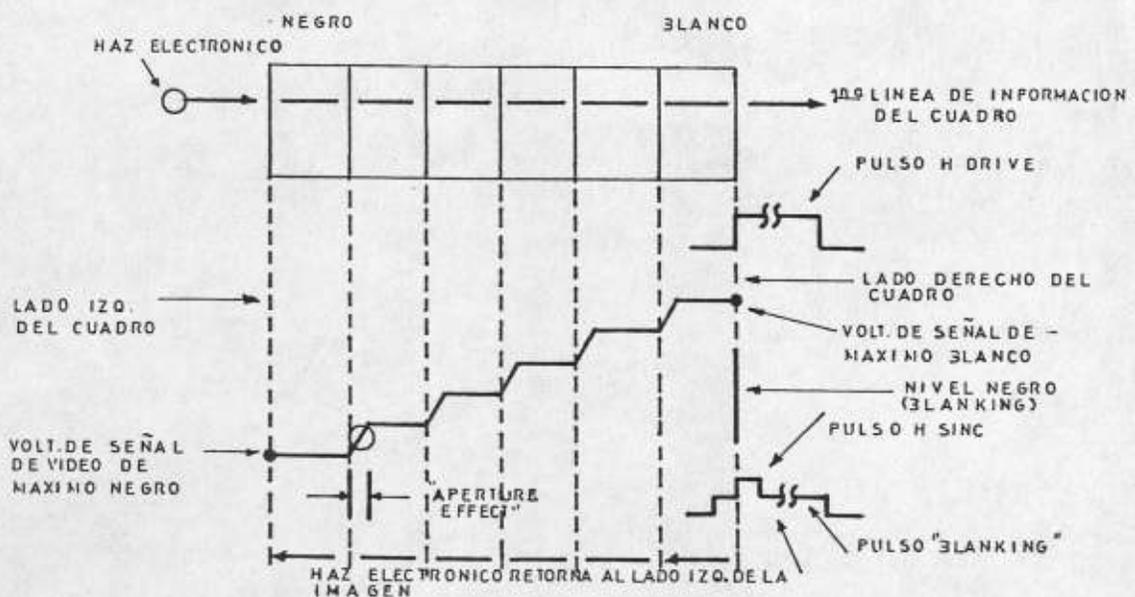
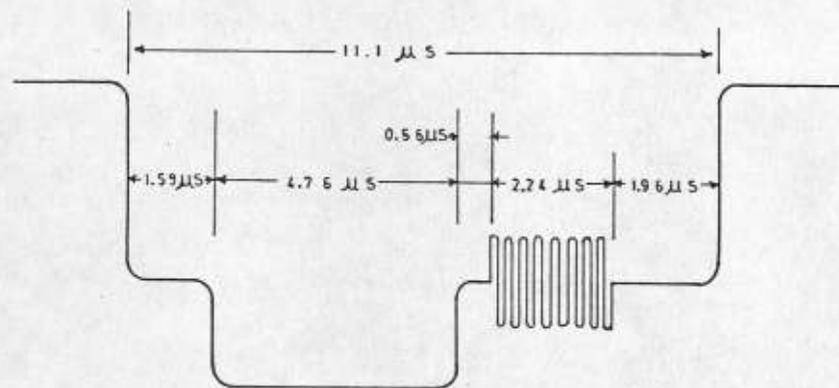


Figura 4.1 MUESTREO DE UNA LINEA (NEGRO, SOMBRAS DE GRIS Y BLANCO)

senta el muestreo de una línea de un cuadro que consiste de negro, sombras de gris y blanco. Al final del tiempo requerido por el rayo para barrer exactamente una línea del cuadro completo el pulso de "drive" es recibido. Este pulso dispara el circuito y causa un rápido reverso del rayo de muestreo para que esté en posición para empezar otra línea de la imagen muestreada. En este mismo tiempo el pulso de sincronismo horizontal es transmitido sobre la portadora del video; este pulso lleva al circuito de sincronismo del receptor a ser similarmente disparado. También en aproximadamente este mismo tiempo, un pulso de blanqueo (blanking) es transmitido. Este pulso lleva al tubo del receptor al corte, extinguiendo el rayo para que el retraso de línea no sea visible en la pantalla.

Los pulsos de "drive" no son transmitidos, sino que son provistos sólo a la cámara y equipo de filmación. Ellos están precisamente relacionados en tiempo al pulso de "sync" por el funcionamiento del generador de sincronismo. Así, el transmisor y el receptor están exactamente coordinados en su operación en cualquier instante.

Es práctica común para el FCC indicar todos los tiempos en términos de H, donde H es una línea de televisión, ó 63.5 microsegundos. En la práctica, tiempos en microsegundos usualmente son mucho más útiles. En la Figura 4.2 tenemos indicados los intervalos de tiempo para el pulso de sincronismo horizontal. Con la ayuda de esta información, se pudo ajustar el generador de sincronismo, usando un osciloscopio TEKTRONIX-475 y un contador HEATH modelo SM-105A.



	NOMINAL MICROSEGUNDOS	TOLERANCIA MICROSEGUNDOS
"BLANKING"	11.1	+ 0.3 - 0.6
"SYNC"	4.76	+ 0.32
"FRONT PORCH"	1.59	+ 0.13 - 0.32
"BACK PORCH"	4.76	+ 0.96 - 0.61
SINC PARA "BURST"	0.56	+ 0.08 - 0.17
"BURST"	2.24	+ 0.27 - 0.00
"BLANKING PARA BURST"	6.91	+ 0.08 - 0.17
"SYNC & "BURST"	7.56	+ 0.38 - 0.49
"SYNC & "BACK PORCH"	9.54	+ 0.32

Fig. 4.2 Intervalos de tiempo para el pulso de Sincronismo horizontal

La frecuencia de 15,734.265 Hz, que es la frecuencia de muestreo horizontal (frecuencia de línea) se la obtiene a partir de un oscilador de cristal de cuarzo, cuya frecuencia de oscilación natural es de 14.31818 Mhz; con un capacitor variable en serie C1 de 30 pf se logra variar ligeramen-

te la frecuencia. Este circuito oscilador ofrece las ventajas siguientes (Figura 4.4):

- 1) Estabilidad de frecuencia.
- 2) Oscilador simple de cristal.
- 3) Alta frecuencia.
- 4) Siempre inicia oscilación.

Las desventajas son:

- 1) Costo.
- 2) No tiene ajuste de simetría.
- 3) No tiene supresión de sobretono (overtone).

FORMA DE ONDA DEL

OSCILADOR DE CRISTAL DE CUARZO

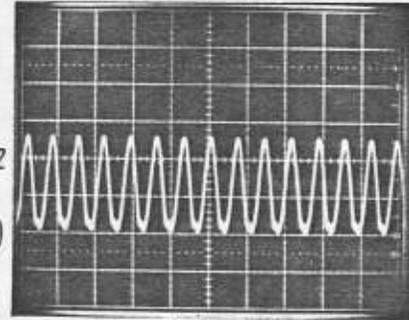


Figura 4.3

El inversor 7404 a la salida del oscilador sirve de amortiguador (buffer) para la forma de onda del oscilador para que ésta pueda ser aplicada al primer 7490A (Figura 4.3).

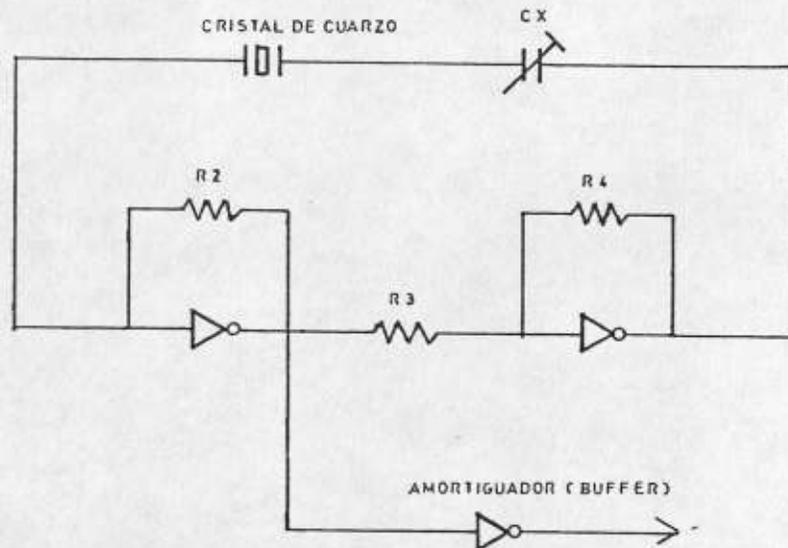


Figura 4.4

OSCILADOR DE CRISTAL DE CUARZO

Luego, por medio de divisores de frecuencia se logra obtener la frecuencia de 31,468.53 Hz, que es la frecuencia maestra. Para conseguir esta frecuencia tenemos una cadena de divisores de frecuencia que está compuesta por tres 7490A, que son contadores de década. Cada uno de éstos, son contadores monolíticos que contienen 4 flip-flops maestros-esclavos y "gating" adicional para proveer un contador que divide para dos y un contador binario de tres etapas para el cual la longitud del ciclo de conteo es divisor para cinco. Estos contadores además, tienen un "gated zero reset" y entradas a un "gated set-to-nine" para uso en aplicaciones de complemento de nueve BCD. Para usar la máxima longitud de conteo (dé cada) de estos contadores, la entrada B (1) es conectada a la salida QA (12). Los pulsos de conteo de entrada (input count pulses) son aplicados a la entrada A (14) y las salidas son como están descritas en la tabla de funciones siguiente (Tabla 4.1):

CONTEO	SALIDAS			
	QD 11	QC 8	QB 9	QA 12
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

L: NIVEL BAJO

H: NIVEL ALTO

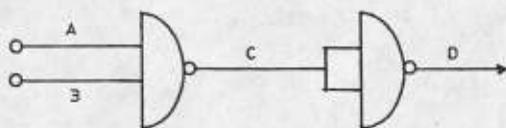
Tabla 4.1

TABLA DE FUNCION PARA SECUENCIA DE CONTEO BCD 7490A

La frecuencia de entrada al primer 7490A (pin 14), ajustada por medio del capacitor variable C1 fué de 14.318 Mhz (Figura 4.3) y la salida 1.416 Mhz, con lo cual se realiza una división de 10.111, resultante de dividir la frecuencia de entrada para la de salida.

El segundo 7490A realiza una división para 9, debido a que la frecuencia de salida es de 0.157 Mhz y la frecuencia aplicada a la entrada es la de salida del primer 7490A, es decir 1.416 Mhz.

Hay que considerar la función de un circuito de reseteo puesto a la entrada Ro (2) (pin 3), tanto del primer 7490A como del segundo, circuito formado por dos puertas NAND que controlan el reseteo de esos dos contadores junto con la entrada Ro (1) (pin 2) que proviene del pin (1,12) del primer 7490A. Más adelante se analizará detalladamente y pulso a pulso este divisor. El circuito de reseteo es el siguiente:



FUNCION LOGICA
PUERTA NAND

A	B	C
1	1	0
0	1	1
1	0	1
0	0	1

Tabla 4.2

FUNCION LOGICA
PUERTA AND

A	B	D
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

Tabla 4.3

Notamos que la función que realiza es en realidad la de una puerta AND ya que obedece a la tabla de ^{verdades} novedades 4.3. Se utilizó esta disposición para no incluir dispositivos adicionales (puertas AND).

Para hacer la investigación sobre la manera en que se comportan estos circuitos juntos (primer y segundo 7490A y el circuito descrito anteriormente) se procedió a realizar un circuito especial a la entrada del primer 7490A (pin 14) llamado *circuito interruptor sin rebote (bounceless switch)* el cual al tocarse ligeramente con el dedo el pin 2 del temporizador 555 da un pulso de salida limpio de 0.1 segundo (valor dado por los componentes utilizados). El circuito utilizado fue el siguiente (Figura 4.5):

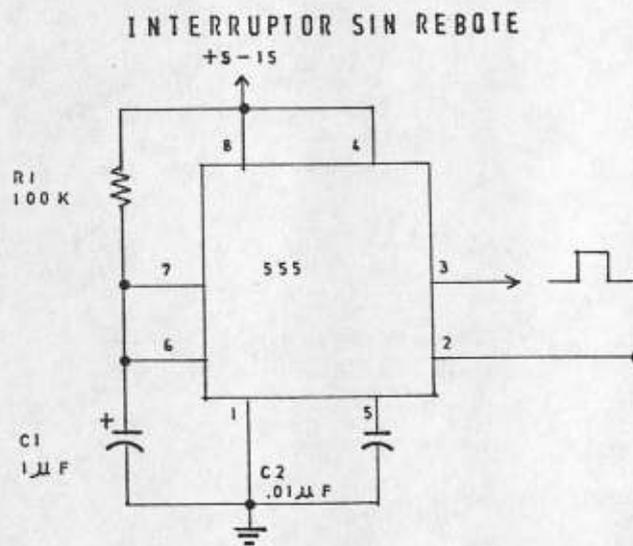


Figura 4.5

La observación de los niveles a las salidas (QA, QB, QC, QD) se la hizo por medio de diodos emisores de luz (leds).

Con esto se logró obtener una tabla del funcionamiento del circuito investigado. La tabla está descrita a continuación (Tabla 4.4):

TABLA DE CONVERSION I

VALOR DECIMAL	SALIDAS 1ER. 7490A				SALIDAS 2DO. 7490A			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	0	1	0	0	0
11	1	0	0	0	1	0	0	0
12	0	1	0	0	1	0	0	0
13	1	1	0	0	1	0	0	0
14	0	0	1	0	1	0	0	0
15	1	0	1	0	1	0	0	0
16	0	1	1	0	1	0	0	0
17	1	1	1	0	1	0	0	0
18	0	0	0	1	1	0	0	0
19	1	0	0	1	1	0	0	0
20	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabla 4.4.1

TABLA DE CONVERSION II

VALOR DECIMAL	SALIDAS 1ER. 7490A				SALIDAS 2DO. 7490A			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
21	1	0	0	0	0	1	0	0
22	0	1	0	0	0	1	0	0
23	1	1	0	0	0	1	0	0
24	0	0	1	0	0	1	0	0
25	1	0	1	0	0	1	0	0
26	0	1	1	0	0	1	0	0
27	1	1	1	0	0	1	0	0
28	0	0	0	1	0	1	0	0
29	1	0	0	1	0	1	0	0
30	0	0	0	0	1	1	0	0
31	1	0	0	0	1	1	0	0
32	0	1	0	0	1	1	0	0
33	1	1	0	0	1	1	0	0
34	0	0	1	0	1	1	0	0
35	1	0	1	0	1	1	0	0
36	0	1	1	0	1	1	0	0
37	1	1	1	0	1	1	0	0
38	0	0	0	1	1	1	0	0
39	1	0	0	1	1	1	0	0
40	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabla 4.4.2

TABLA DE CONVERSION III

VALOR DECIMAL	SALIDAS 1ER. 7490A				SALIDAS 2DO. 7490A			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
41	1	0	0	0	0	0	1	0
42	0	1	0	0	0	0	1	0
43	1	1	0	0	0	0	1	0
44	0	0	1	0	0	0	1	0
45	1	0	1	0	0	0	1	0
46	0	1	1	0	0	0	1	0
47	1	1	1	0	0	0	1	0
48	0	0	0	1	0	0	1	0
49	1	0	0	1	0	0	1	0
50	0	0	0	0	1	0	1	0
51	1	0	0	0	1	0	1	0
52	0	1	0	0	1	0	1	0
53	1	1	0	0	1	0	1	0
54	0	0	1	0	1	0	1	0
55	1	0	1	0	1	0	1	0
56	0	1	1	0	1	0	1	0
57	1	1	1	0	1	0	1	0
58	0	0	0	1	1	0	1	0
59	1	0	0	1	1	0	1	0
60	0	0	0	0	0	1	1	0

Tabla 4.4.3

TABLA DE CONVERSION IV

VALOR DECIMAL	SALIDAS 1ER. 7490A				SALIDAS 2DO. 7490A			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
61	1	0	0	0	0	1	1	0
62	0	1	0	0	0	1	1	0
63	1	1	0	0	0	1	1	0
64	0	0	1	0	0	1	1	0
65	1	0	1	0	0	1	1	0
66	0	1	1	0	0	1	1	0
67	1	1	1	0	0	1	1	0
68	0	0	0	1	0	1	1	0
69	1	0	0	1	0	1	1	0
70	0	0	0	0	1	1	1	0
71	1	0	0	0	1	1	1	0
72	0	1	0	0	1	1	1	0
73	1	1	0	0	1	1	1	0
74	0	0	1	0	1	1	1	0
75	1	0	1	0	1	1	1	0
76	0	1	1	0	1	1	1	0
77	1	1	1	0	1	1	1	0
78	0	0	0	1	1	1	1	0
79	1	0	0	1	1	1	1	0
80	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 4.4.4

TABLA DE CONVERSIÓN V

VALOR DECIMAL	SALIDAS 1ER. 7490A				SALIDAS 2DO. 7490A			
	QA	QB	QC	QD	QA	QB	QC	QD
81	1	0	0	0	0	0	0	1
82	0	1	0	0	0	0	0	1
83	1	1	0	0	0	0	0	1
84	0	0	1	0	0	0	0	1
85	1	0	1	0	0	0	0	1
86	0	1	1	0	0	0	0	1
87	1	1	1	0	0	0	0	1
88	0	0	0	1	0	0	0	1
89	1	0	0	1	0	0	0	1
90	0	0	0	0	1	0	0	1
91	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.4.5

De la tabla de función se puede notar que el primer contador divide para 10 debido a que con cada 10 pulsos se reinicia la cuenta desde cero hasta nueve. También el segundo contador divide para 10, pero hay que hacer una consideración y es la de que debido a que en el pulso 91 de la entrada al primer contador, las salidas 12 y 11 del segundo contador aplicadas al circuito especial (AND) tienen niveles altos (es decir 1), entonces a la salida de él obtenemos un nivel alto que reinicia la cuenta del primer y segundo contador simultáneamente. De lo ex puesto se tiene que cada 91 pulsos de entrada al primer contador, se reinicia el conteo en ambos contadores. Tenemos entonces que viendo a estos dos contadores como un solo bloque, dividen la entrada aplicada (14.31818 Mhz) para 91, obteniéndose a la salida del segundo contador (pin 11) la frecuencia de 0.157 Mhz.

TABLA DE FUNCION RESETEO/CONTEO

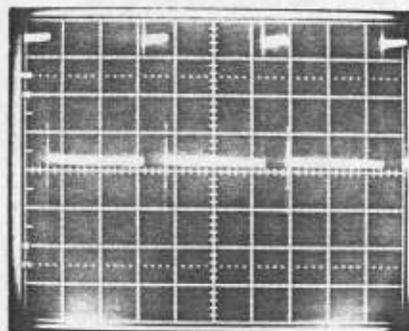
ENTRADA DE RESETEO				SALIDAS			
R _o (1)	R _o (2)	R _g (1)	R _g (2)	QD	QC	QB	QA
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	CONTEO (COUNT)			
L	X	L	X				
L	X	X	L				
X	L	L	X				

Tabla 4.5

De la tabla de función Reseteo/Conteo (Tabla 4.5), se puede observar el caso de "reset" a cero de todas las salidas (Q_D , Q_C , Q_B , Q_A) cuando se produce el primer y segundo caso de la tabla de función indicada.

Luego se tiene el tercer 7490A, del cual se obtiene la frecuencia maestra de 31.46853 Khz (Figura 4.6), que es aplicada a ciertos circuitos para iniciar (disparar) los pulsos de las formas de onda de: Retardo para la Cornisa Frontal del pulso de sincronismo horizontal, 15.734265 Khz de la frecuencia de línea y los pulsos dentados del intervalo vertical. El ancho del pulso de Retardo para la Cornisa Frontal del pulso de sincronismo horizontal determina el intervalo de la cornisa frontal ya que el filo de terminación de este pulso temporiza la información de "H Drive".

PULSOS A LA FRECUENCIA MAESTRA DE 31.46853 Khz



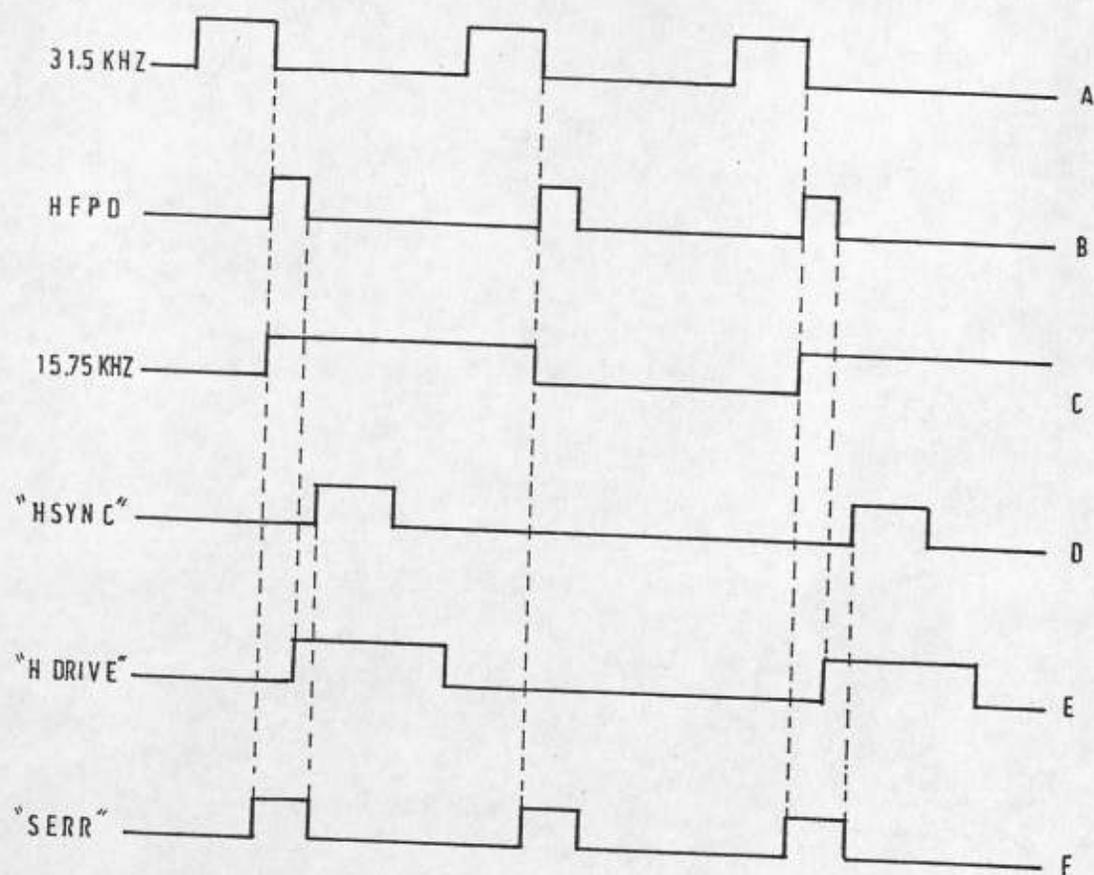
Voltios/div. = 1

Tiempo/div. = 10 us

Figura 4.6

Aunque existe una diferencia considerable en los métodos usados por varios constructores de generadores de sincronismo, la temporización se realiza básicamente como es mostrado en la Figura 4.7 a continuación:

PULSOS HORIZONTALES BASICOS



HF PD: Retardo para la cornisa frontal del pulso de sincronismo horizontal.

Figura 4.7

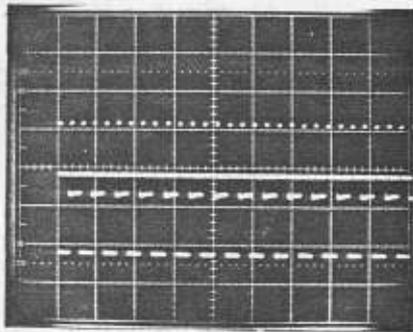


Figura 4.8

-Pulsos que controlan ancho de H Sync.

-Pulsos a la frecuencia de línea.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 1 ms (x10)

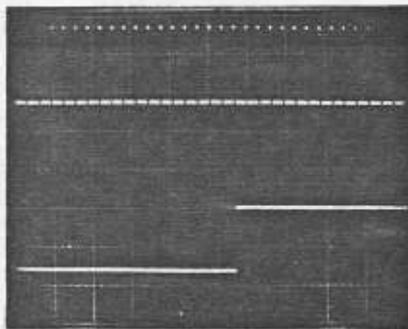


Figura 4.9

-Pulsos ecualizadores.

-Pulso de V Drive.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 1 ms (x10)

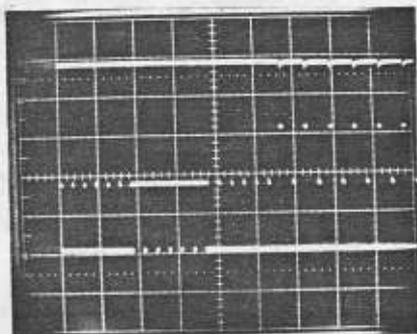


Figura 4.10

-Pulsos de salida de H Sync.

-Sincronismo compuesto (sin invertir)

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 1 ms (x10)

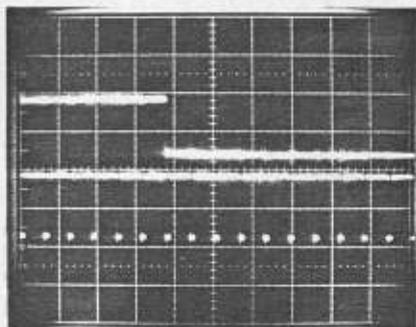


Figura 4.11

-Pulso de $\overline{DLY3H}$ -Pulsos que controlan el ancho de V Serr.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = .5 ms (x10)

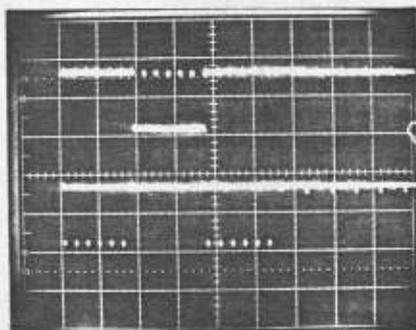


Figura 4.12

-Pulso de V Serr.

-Pulsos ecualizadores.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 1 ms (x10)

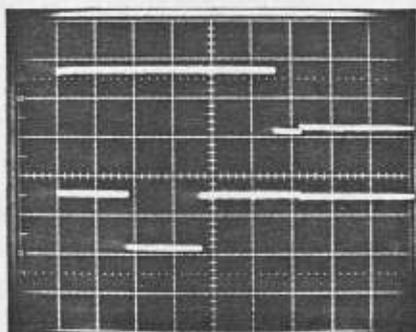


Figura 4.13

-Pulso de salida \overline{V} Drive.-Pulso de $\overline{DLY3H}$.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 1 ms (x10)

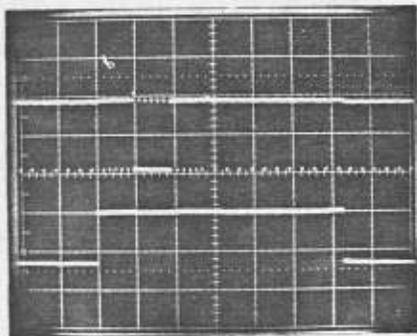


Figura 4.14

-Sincronismo compuesto.

-Pulso de V Blanking.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 2 ms (x10)

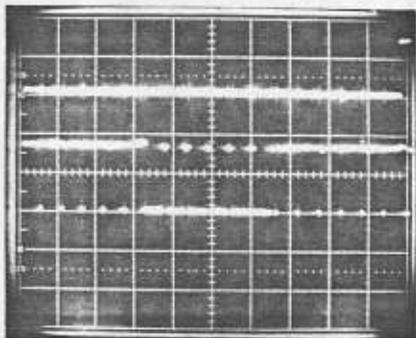


Figura 4.15

-Pulso de V Drive.

-Sincronismo compuesto (intervalo vertical).

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = .1 ms (descalibrado)

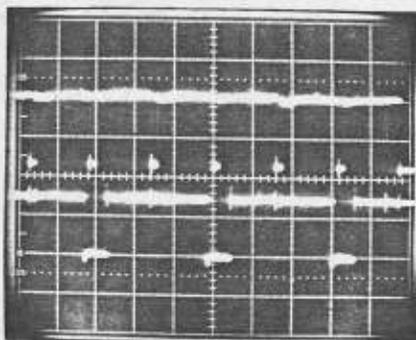


Figura 4.16

-Pulsos ecualizadores.

-Pulsos de H Drive.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 20 us

En lo posterior, para referencia de los circuitos integrados de acuerdo a su nomenclatura tenemos que observar las Figuras 9.3, 9.4, 9.5 y 9.6.

Haciendo un análisis circuital detallado de la generación de "H sinc" ve mos que su formación es realizada por la aplicación de tres señales a la puerta NAND B33, siendo ellas: pulsos provenientes de B13 (pin 6) que controlan el ancho del "H sinc" aplicados al pin 9 (Figura 4.8), pulsos a la frecuencia de línea (15.734265 Khz) provenientes de B21 (pin 13) aplicados al pin 10 (Figura 4.8) y pulsos de "V drive" provenientes de C32 (pin 11) aplicados al pin 11 (Figura 4.9). De acuerdo al comportamiento de una puerta NAND, cuando todas las entradas son positivas (unos), la salida es negativa (cero) y si cualquiera o todas las entradas son negativas la salida es positiva, así, tenemos la señal resultante a la sali da de la puerta NAND (pin 8) como se aprecia en la Figura 4.10.

En lo que respecta a la generación de sincronismo compuesto, la formación de esta señal es más compleja y tenemos que empezar por analizar la forma ción de los pulsos dentados del intervalo vertical en la puerta NAND B32 (pin 11), función que se realiza por la aplicación de los pulsos de "ancho Serr" provenientes de B11 (pin 1) aplicados al pin 12 (Figura 4.11) y los pulsos de " $\overline{DLV3H}$ " provenientes de C31 (pin 11) aplicados al pin 13 (Figura 4.11), siendo esta última la señal que efectúa la puerta (gate) para los pulsos de "V Serr" (Figura 4.12). Para la formación de los pulsos ecualizadores se aplican a las entradas de la puerta NAND B33 los pul sos de "ancho EQ" provenientes de B22 (pin 6) aplicados al pin 3 (Figura

4.9), los pulsos de "DLY3H" provenientes de C31 (pin 8) aplicados al pin 4 (Figura 4.13) y los pulsos de "salida VD" provenientes de C32 (pin 8) aplicados al pin 5 (Figura 4.13); obteniéndose los pulsos ecualizadores en el pin 6 (Figura 4.12). A continuación se obtiene el sincronismo compuesto por la aplicación a las entradas de la puerta NAND B33 de los siguientes pulsos: "H Sinc" provenientes de B33 (pin 8) aplicados al pin 1 (Figura 4.10), pulsos ecualizadores provenientes de B33 (pin 6) aplicados al pin 2 (Figura 4.12) y los pulsos dentados del intervalo vertical provenientes de B32 (pin 11) aplicados al pin 3 (Figura 4.12); la resultante se obtiene en el pin 12 (Figura 4.10). Por último, lo que se realiza es simplemente una inversión por medio de la puerta NAND B32, cuya interconexión se la realiza para que actúe como inversor (uniendo los pines 9 y 10 de la entrada a la puerta) siendo la salida en el pin 8 (Figuras 4.14 y 4.15) la cual es la señal de sincronismo compuesto tal como es necesitada a la salida del transmisor.

La obtención de los pulsos de "H drive" se la logra mediante la aplicación a los pines 3 y 4 de B23 de los pulsos de "H Front Porch" provenientes de B12 (pin 6) y los pulsos de frecuencia de línea (15.734265 Khz) provenientes de B21 (pin 13); siendo la salida obtenida en el pin 6 (Figura 4.16).

El tiempo de duración (ancho) de los siguientes pulsos: dentados del intervalo vertical, "H Front Porch", "H Sinc", Ecualizadores, "H drive", son ajustables mediante potenciómetros (resistencias variables exter-

nas) aplicados entre los pines 9 y 14 de cada uno de los circuitos integrados 74121 (multivibradores monoestables), siendo esta característica utilizada para ajustar los pulsos de sincronismo del generador usando las tablas de tiempo establecidas por el FCC (Tabla 4.6 y Figura 4.2).

ANCHOS DEL PULSO VERTICAL

PULSO	MINIMO (μ S)	NOMINAL (μ S)	MAXIMO (μ S)
EQUALIZADORES	2.0	2.4	2.54
"VERT SERR"	3.81	4.5	5.08
"VERT BLANKING"	11.67	12.50	13.33

Tabla 4.6

En la Figura 4.17 puede observarse los pulsos de "H Sync" y "H Drive" debidamente temporizados (ajustados) de acuerdo a los valores de la Figura 4.2 (cada división corresponde a 2 microsegundos).

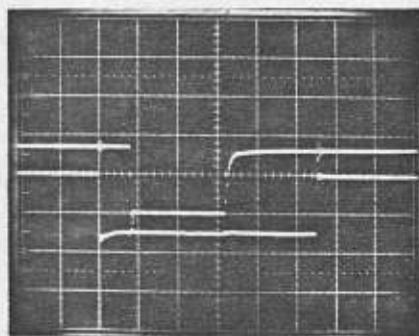


Figura 4.17

-Pulso de H Sync

-Pulso de H Drive

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 20 μ s (x10)

CAPITULO V

CIRCUITOS DE SINCRONISMO VERTICAL

En este capítulo se analizarán los circuitos que intervienen para obtener la frecuencia necesaria para sincronización de la exploración vertical.

La acción de muestreo horizontal es repetida línea por línea hasta que el haz de muestreo ha alcanzado el fondo de la imagen. Ahora el haz debe ser retornado a la parte superior del cuadro para empezar otra secuencia de muestreo completa. En este tiempo el pulso de "Drive" vertical es recibido desde el generador de sincronismo temporizado exactamente, y el haz de muestreo es llevado de regreso a la parte superior del cuadro. También un pulso de "Sync" es transmitido sobre la portadora de video para que el receptor sea disparado (trigger) en la misma manera, y un pulso de "blanking" es transmitido simultáneamente para llevar la línea de retraso a ser invisible.

Para obtener la frecuencia necesaria para sincronización de la explora

ción vertical necesitamos inicialmente introducir a los circuitos de sincronismo vertical, la frecuencia maestra de 31.5 Khz proveniente de los circuitos de sincronismo horizontal. Como ya se explicó anteriormente esto se lo realiza así con el objeto de que la frecuencia de campo sea derivada de la frecuencia del oscilador maestro y estén de esta manera sincronizados (locked).

De acuerdo a esto, se aplicó la frecuencia maestra de 31.5 Khz a la entrada del primer 7490A (pin 14) dispuesto como divisor para 10 y se obtuvo a su salida (pin 11) la frecuencia de 3,147 Hz (con lo que se comprueba que este contador efectúa una división para 10). Luego, la frecuencia anteriormente anotada se aplicó a la entrada (pin 14) del segundo contador 7490A y se obtuvo a su salida (pin 11) la frecuencia de 312 Hz, es decir este contador también efectúa una división para 10 aproximadamente, lo cual es lógico debido a que la configuración externa (disposición externa de los pines) para ambos contadores es la misma. (Figura 9.5).

A continuación se aplicaron a la entrada de un circuito integrado 7430 (puerta NAND de 8 entradas) las siguientes señales: las salidas (12, 1) y 8 del primer 7490A, las salidas 9 y (12, 1) -esta última proveniente de la puerta NAND C21 dispuesta como inversor- del segundo 7490A y las salidas (12, 1) y 8 del tercer 7490A con las respectivas frecuencias anotadas en la Tabla 5.1; además las entradas 11 y 12 del 7430 se interconectan a la fuente de + 5V DC, teniéndose por lo tanto en estas en-

tradas frecuencia cero debido a que este voltaje es continuo. Después de todo de esta manera se obtiene a la salida del 7430 la frecuencia de 60 Hz para sincronizar la exploración vertical. Luego de esto se obtienen por medio de puertas NAND las salidas complementarias de "V Drive" y " $\overline{\text{V Drive}}$ " en los pines 11 y 8 de la puerta NAND C32 (Figuras 4.9 y 4.13).

La frecuencia del oscilador maestro (31.468 Khz), la cual es dividida para 525, dispara los filos de inicio de "V Blanking" y "V Drive" (Figura 5.1). En esta figura se detallan los pulsos verticales básicos.

Disparos (triggers) retardados de la forma de onda de la frecuencia maestra (B') proveen la coincidencia de tiempo de "H Sync" durante el largo intervalo vertical de 9H, para que no se desincronice el generador de sincronismo en este intervalo.

La secuencia de pulsos mostradas en las formas de onda F' y G' nos muestran los pulsos de sincronización al comienzo del primer y segundo campo respectivamente. El entrelazado de las líneas muestreadas es revelado en la forma de onda G', la cual muestra el tiempo de desplazamiento del pulso de "H blanking" en la izquierda del pulso de "V blanking" por $1/2H$ con respecto al correspondiente pulso de la forma de onda F'. Esto es, las líneas de G' (campo 2) caen en posiciones alternadas con respecto a las líneas del campo 1. Esto está ya explicado en el capítulo 1.3 (pulsos horizontales y verticales). Las mediciones de frecuencia obtenidas en los circuitos de sincronismo vertical, están listadas a continuación:

<u>1er. 7490A (C11)</u>	Pin	Frecuencia
	11	3,147 Hz
	9	6,294 Hz
	8	3,147 Hz
	12, 1	15,734 Hz
<u>2º 7490A (C12)</u>	11	312 Hz
	9	659 Hz
	8	312 Hz
	12, 1	1,560 Hz
<u>3er. 7490A (C13)</u>	12, 1	180 Hz
<u>7430 (C22)</u>	8	60 Hz
<u>1er. 7400 (C21)</u>	11	3,147 Hz
	12	3,147 Hz
	6	3,147 Hz
	10	3,147 Hz
	13	6,294 Hz
	5	6,294 Hz
	3	1,558 Hz
	2	1,558 Hz
	1	1,558 Hz

	<i>Pin</i>	<i>Frecuencia</i>
	4	1,558 Hz
	9	1,558 Hz
<u>2º 7400 (C31)</u>	1	60 Hz
	2	60 Hz
	6	60 Hz
	5	3,147 Hz
	9	3,147 Hz
<u>3er. 7400 (C32)</u>	9	60 Hz
	10	60 Hz
	1, 6	60 Hz
	2	60 Hz

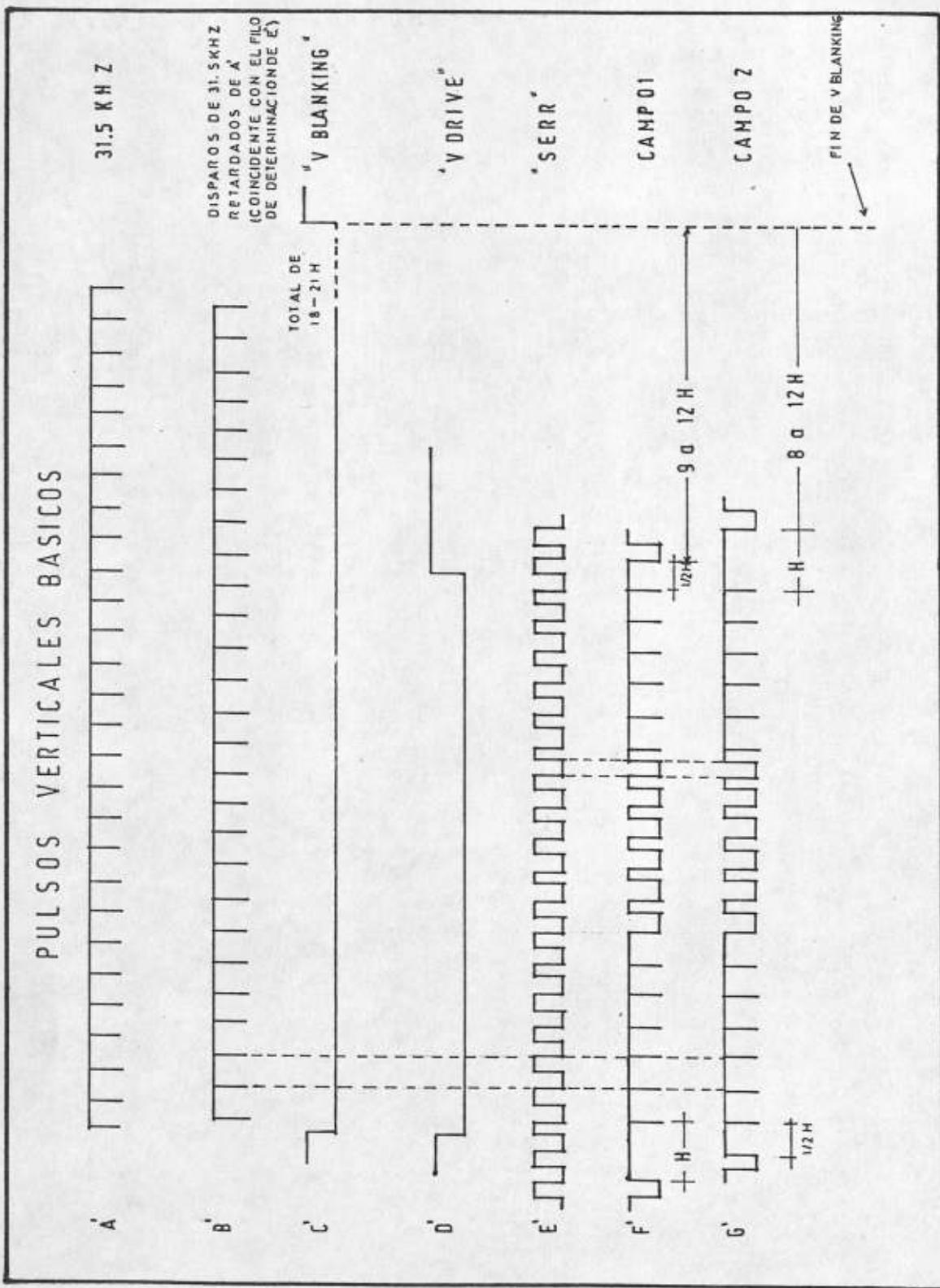


Figura 5.1

CAPITULO VI

CIRCUITOS DE POSICIONAMIENTO DE LA SUBPORTADORA

El circuito generador de subportadora es una parte integral de los sistemas modernos de generación de sincronismo para color.

El generador de subportadora y el divisor de frecuencia generan dos señales sincronicas: la subportadora de color (3.5795452 Mhz), y la frecuencia maestra del generador de sincronismo (31.468 Khz). Así, la subportadora de color y las frecuencias de muestreo de cámara están sincronizadas como es requerido para operación de color apropiada, esto es observado en el diagrama de bloques a continuación (Figura 6.1):

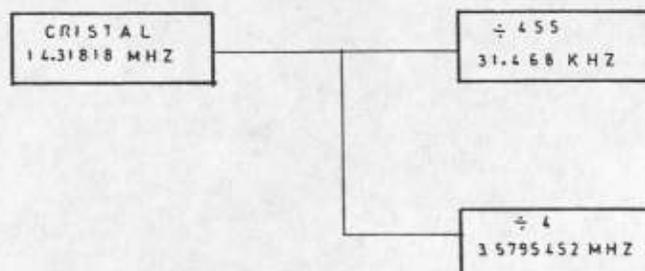


Figura 6.1 Derivación de la Subportadora de color y de la frecuencia de muestreo a partir del oscilador de cristal de cuarzo.

El "Burst" es una señal que consiste de 8 a 10 ciclos de 3.5795452 Mhz de referencia, usado para sincronizar la información de color del receptor con la transmitida. (Figura 6.2).

El "Burst" de la subportadora que sirve como la referencia en monitores y receptores de color, es puesto en la posición apropiada sobre la cornisa posterior del pulso de "blanking" horizontal por el circuito de "Burst gate" mostrado en la Figura 6.3.

La duración del "Burst" debe ser suficiente como para tener de 8 a 10 ciclos de la frecuencia de subportadora (3.5795452 Mhz). Un ciclo de esta frecuencia tiene una duración de 0.28 us; por consiguiente:

$$8 \text{ ciclos} = 2.24 \text{ us (mínimo)}$$

$$9 \text{ ciclos} = 2.52 \text{ us (nominal)}$$

El multivibrador monoestable 74121 (A23) que provee el ancho del "Burst" recibe en el pin 5 el pulso retardado de "H Sinc", obteniéndose sus salidas en los pines 6 y 1 del mismo. Su ancho es ajustado por el potenciómetro de 10 K aplicado entre los pines 9 y 14 para que ocurran el número adecuado (8 a 10 ciclos) de ondas seno de 3.5795452 Mhz (Fig. 6.5).

El circuito de "Burst gate" no fué construido como parte de este equipo por cuanto implicaba la utilización de una fuente de voltaje adicional de $\pm 6V$, por lo que fué dejado para que se lo realice a continuación del presente trabajo como parte de un tema de tesis a ser presentado adicionalmente, que comprende el codificador NTSC (NTSC encoder) y que comple-

mentará el presente trabajo.

Lo que sí se realizó en este equipo es la parte correspondiente a la generación del "Burst" con su respectivo ancho, lo que se logró por medio de la utilización de la señal llamada puerta (gate) del "Burst" (que nos da el ancho del "Burst") aplicada a la entrada 2 de la puerta NAND A22, la cual también recibe en su entrada 1 la onda seno con frecuencia de 3.5795452 Mhz, que es la frecuencia del "Burst", efectuándose se la operación NAND en esta puerta y obteniéndose a su salida (pin 3) la señal del "Burst" ya definida anteriormente.

También se obtuvo en este circuito las señales I y Q de 3.5795452 Mhz a ser utilizadas para el tema de tesis sugerido que complementa este equipo. Estas señales se lograron obtener por medio de la división para 4 de la señal de 14.31818 Mhz que tenemos a la salida del inversor (7404) amortiguador del oscilador de cristal. La división se la efectúa con 2 flip-flops J-K (7473), el primero de los cuales divide la entrada del reloj (Clk) de 14.31818 Mhz para 2, siendo luego sus salidas complementadas (Q y \bar{Q}) aplicadas cada una independientemente a las entradas (Clk) de 2 flip-flops adicionales para que efectúen la siguiente división para 2, obteniéndose a sus respectivas salidas las señales I de 3.5795452 Mhz en el pin 12 de A31 y la señal Q de 3.5795452 Mhz en el pin 9 de A21. Estas señales se aprecian en la Figura 6.4.

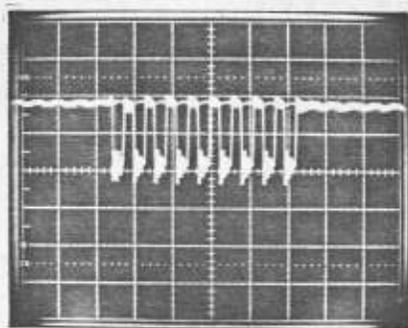


Figura 6.2

-Salida Burst.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 5 us (x10)

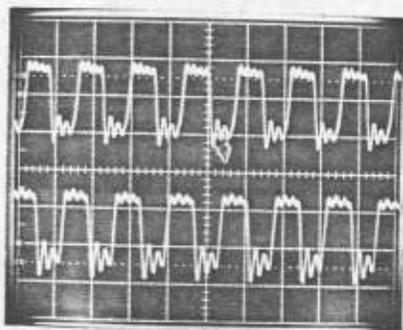


Figura 6.4

-Pulsos de salida 1.

-Pulsos de salida Q.

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 2 us (x10)

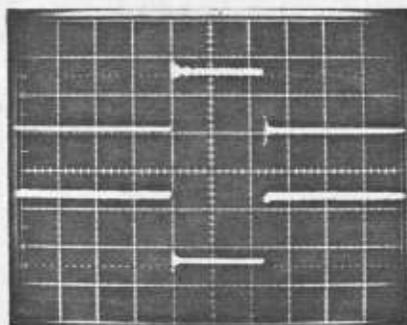


Figura 6.5

-Pulso puerta Burst (B gate).

-Pulso puerta Burst (\overline{B} gate).

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 10 us (x10)

PUERTA (GATE) DEL "BURST"

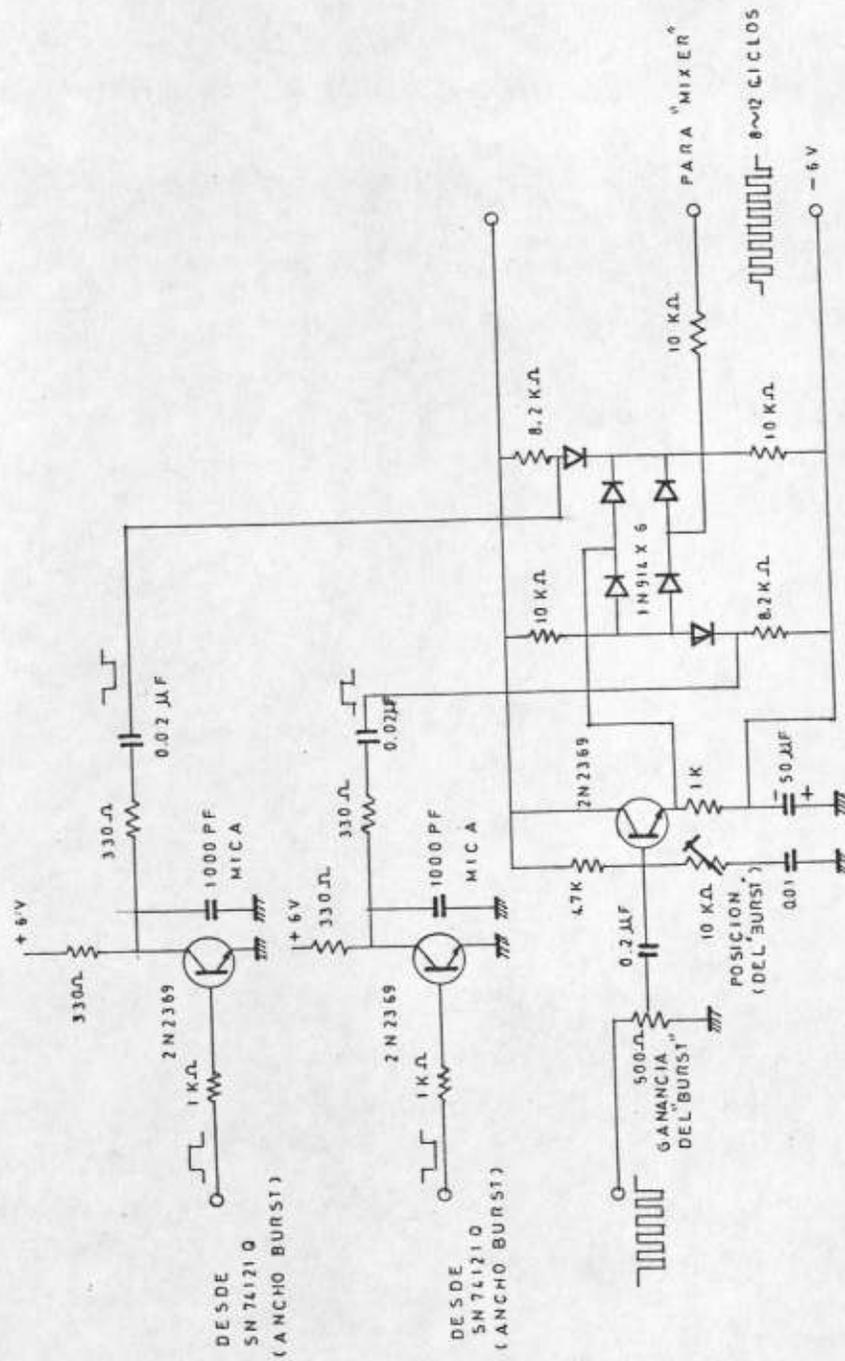


Figura 6.3

CAPITULO VII

GENERACION DE PULSOS PARA BARRAS DE COLOR

En este capítulo se explicará la manera de generar los pulsos para barras de color y el procedimiento de ajuste de los períodos (frecuencias) de cada uno de los colores (verde, rojo, azul).

Para lograr el propósito indicado inicialmente se aplican a la entrada B (pin 5) del circuito de entrada Schmitt-trigger del primer 74121 de este circuito (placa D) los pulsos de "H Sync" provenientes del pin 8 del circuito integrado B33 (7410) y en las entradas 3 y 4 los pulsos de "V blanking" provenientes de C33 (74121), obteniéndose en una de las salidas (pin 6) los pulsos generadores del color verde, los cuales son aplicados a la base del transistor 2N2538 (ECG 128), siendo la salida obtenida en el emisor de este transistor a través de un potenciómetro de 1K . Estos pulsos a su vez son aplicados a un circuito formado por puertas OR Exclusivas (Figura 7.1), teniendo a la salida una serie de pulsos muy angostos producidos cada uno de ellos tanto por los filos de subida como por los de bajada de los pulsos de entrada a este circuito

CIRCUITO FORMADOR DE PULSOS ANGOSTOS

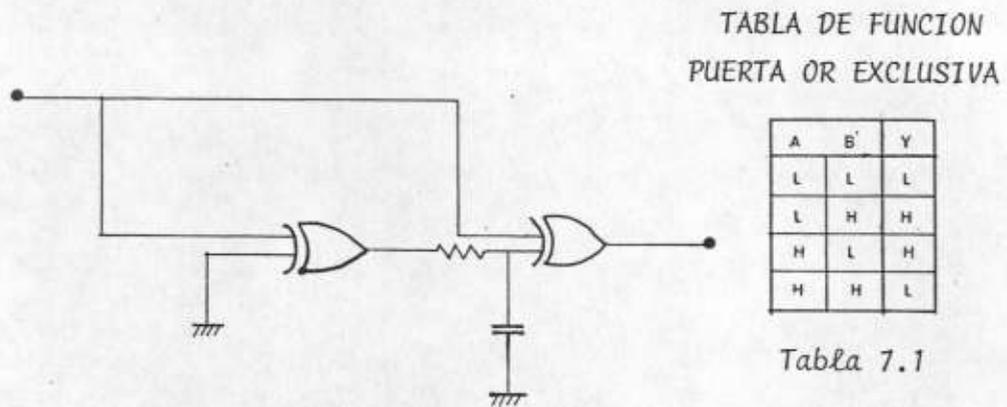


Figura 7.1

(pulsos anchos).

Haciendo un análisis detallado del circuito de la Figura 7.1 y la Tabla de Funciones para una puerta OR Exclusiva (Tabla 7.1), tendremos que a la salida de este circuito deberíamos obtener siempre un nivel bajo para cualquier nivel de pulso de entrada (nivel bajo o alto), pero esto sería verdad si es que no estuviera el circuito de retardo que se tiene a la salida de la puerta OR Exclusiva izquierda formado por una resistencia y un capacitor que nos dá una señal que muestra el tiempo de la carga y descarga del capacitor de 500 p_f. Este tiempo está dado por la constante de tiempo del circuito RC.

Esta explicación se hace más clara estudiando la Figura 7.2, en la cual se puede apreciar las señales que se detallan a continuación:

SENALES QUE INTERVIENEN EN EL CIRCUITO FORMADOR DE PULSOS ANGOSTOS

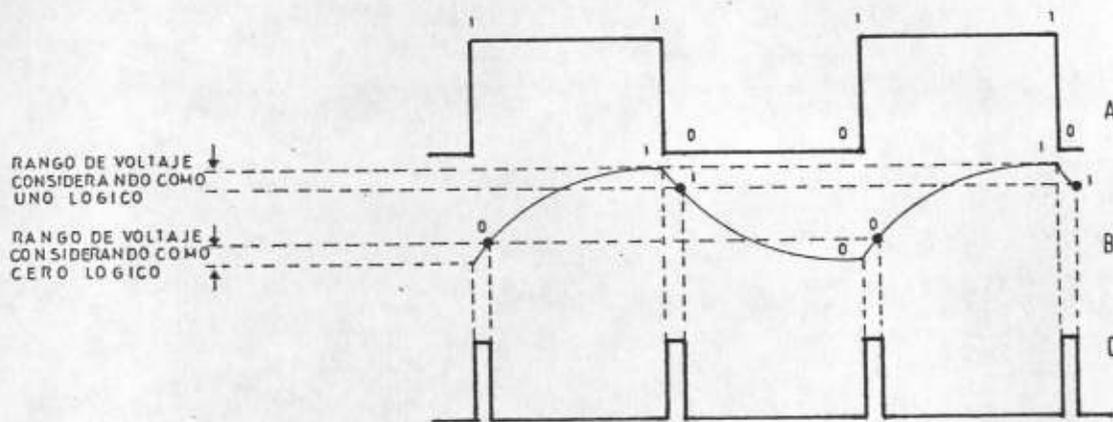


Figura 7.2

En la Figura 7.2A se ilustran los pulsos que se aplican directamente a la puerta OR Exclusiva derecha en una de sus dos entradas. En la Figura 7.2B se aprecia la señal que se aplica a la otra entrada de esta puerta y que corresponde al proceso de carga y descarga del capacitor, y en la Figura 7.2C tenemos la señal observada en la salida de la puerta OR Exclusiva derecha en la que se muestra los pulsos angostos producidos por las señales 7.2A y 7.2B aplicadas a su entrada. De la observación de estas señales se nota que los pulsos angostos son producidos en cada cambio de nivel de la señal de la Figura 7.2A y la duración de ellos está dada por el rango de voltaje considerado como nivel lógico cero o uno, que nos establece el tiempo de acuerdo a la pendiente de la señal en el proceso de carga y descarga del capacitor (Figura 7.2B).

Nos damos cuenta que con cada pulso ancho producido a la salida de cada circuito integrado 74121 (pulso que se aplica a la entrada del circuito de la Figura 7.1) se producen dos pulsos angostos que son aplicados a la entrada Schmitt-trigger del circuito 74121 a continuación, produciéndose a la salida de ellos pulsos anchos cuya duración está dada por el potenciómetro aplicado entre los pines 9 y 14 de cada uno de los multivibradores monoestables, los cuales se los regula para ajustar los períodos (frecuencias) de los respectivos colores. De lo dicho anteriormente se deduce que la frecuencia de los pulsos producidos a la salida del circuito formador de pulsos angostos será el doble que la de los pulsos anchos aplicados a la entrada de este circuito, por lo tanto tenemos que la frecuencia de los pulsos generadores de cada color se duplicará a la salida de cada circuito integrado 74121, que está a continuación, con esto la frecuencia del color azul será el doble que la de los pulsos generadores del color rojo y ésta a su vez será el doble que la frecuencia para el verde. Los valores experimentales obtenidos para cada color fueron:

verde = 14,534 Hz

rojo = 29,038 Hz

azul = 58,076 Hz

En las Figuras 7.3, 7.4 y 7.5 se observan las señales de video para los colores verde, rojo y azul comparadas cada una de ellas con los pulsos de "H Sync" que fueron aplicados inicialmente en la entrada

Schmitt-trigger del primer 74121.

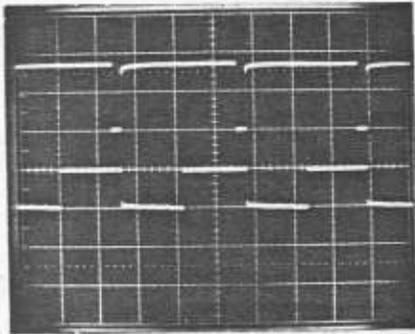


Figura 7.3

-Pulsos de H Sync

-Señal de video para el verde (invertida)

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 20 us

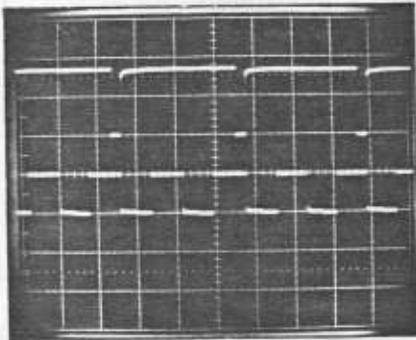


Figura 7.4

-Pulsos de H Sync

-Señal de video para el rojo (invertida)

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 20 us

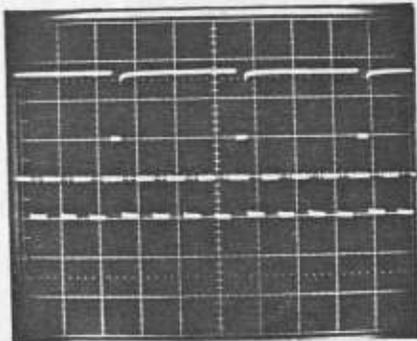


Figura 7.5

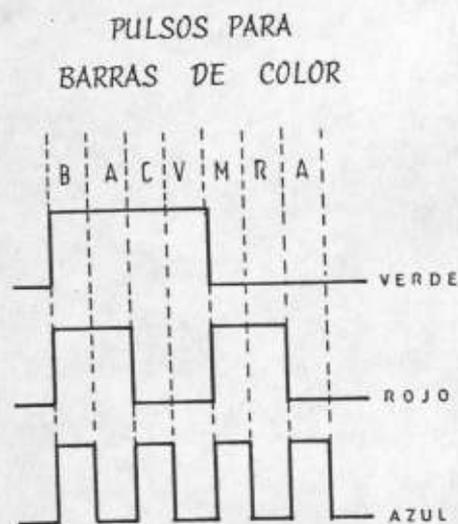
-Pulsos de H Sync

-Señal de video para el azul (invertida)

Voltios/div. = 2

Tiempo/div. = 20 us

La temporización de las formas de onda para la secuencia de barras de color es mostrada en la Figura 7.6. La parte activa de cada período de línea está dividida en siete intervalos de barra; y el circuito está arreglado de esta manera para que cada salida esté "on" para cuatro de los siete intervalos y "off" para los tres restantes. Como se puede observar en la Figura, todas las señales están "on" para el primer intervalo, de esta manera el blanco es producido como la primera barra. En el arreglo usual del dispositivo, la señal del verde es solo de un pulso (cuatro intervalos de ancho) por línea, la salida del rojo tiene dos pulsos (cada uno de ellos de dos intervalos de ancho) por línea, y la salida del azul produce cuatro pulsos (cada uno de ellos de un intervalo de ancho) por línea. La combinación de estas señales resulta en un patrón de barras con los colores arreglados en orden descendente de luminancia.



Primer Intervalo = Barra de color Blanco

Segundo Intervalo = Barra de color Amarillo

Tercer Intervalo = Barra de color Cian

Cuarto Intervalo = Barra de color Verde

Quinto Intervalo = Barra de color Magenta

Sexto Intervalo = Barra de color Rojo

Séptimo Intervalo = Barra de color Azul.

CAPITULO VIII

CONSTRUCCION

En este capítulo se explicará la nomenclatura seguida y los elementos empleados para la construcción del equipo.

Para la realización de los circuitos se utilizaron 4 placas de baquelita prefabricadas, con una disposición de las perforaciones y líneas impresas de cobre, adecuada para el montaje de los elementos electrónicos discretos e integrados, los cuales se los ubicó de la manera más conveniente para su interconexión. El ordenamiento del conjunto de los circuitos en las respectivas placas se lo hizo en base a la función específica que tenían que cumplir cada uno de ellos para la realización total del objetivo del equipo.

Para facilidad en la descripción de los circuitos y ubicación física apropiada de cada uno de los elementos (puntos) en los respectivos circuitos, se ha utilizado la siguiente notación:

a) Matricial; para la ubicación física de los circuitos integrados de

GENERADOR DE SUBPORTADORA DE 3.58 MHZ Y DE 31.5 KHZ

CIRCUITO A

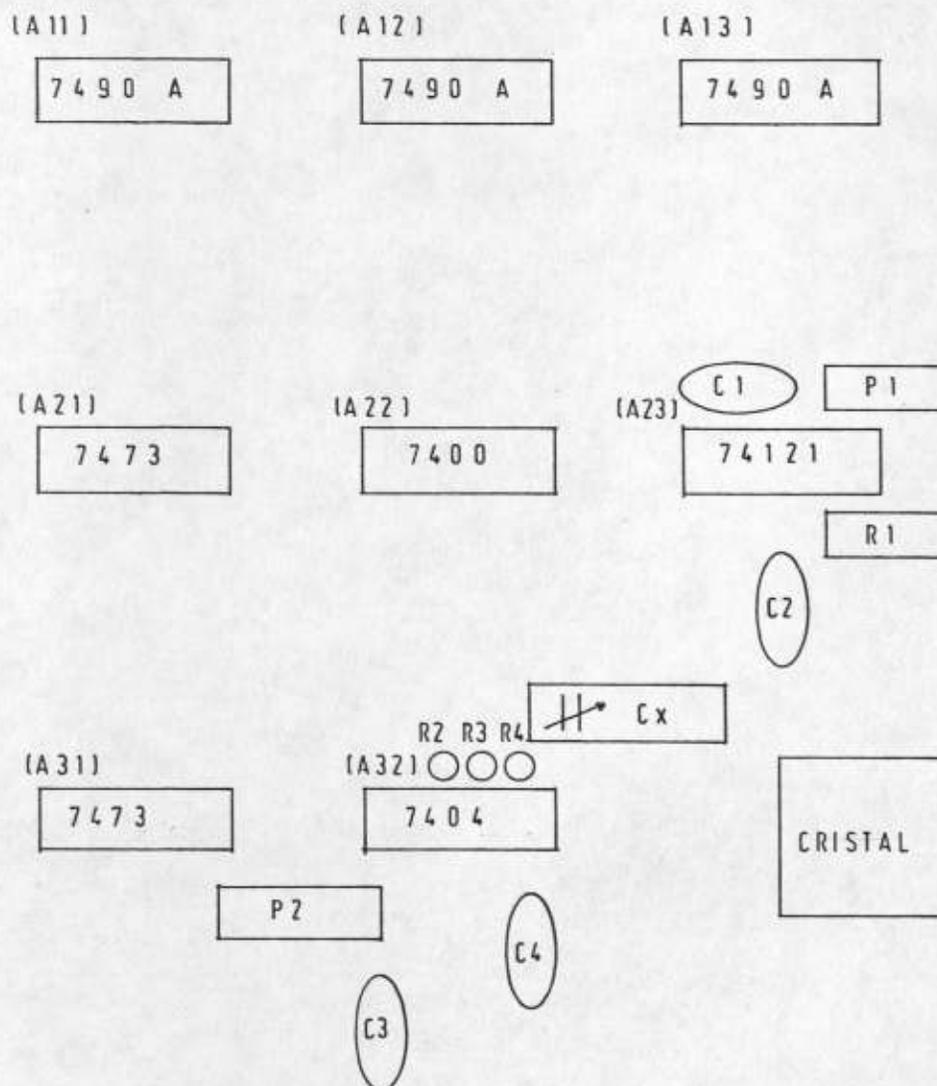


Figura 8.1

GENERADOR DE SEÑAL DE T.V. E I A STANDARD (1)

CIRCUITO B

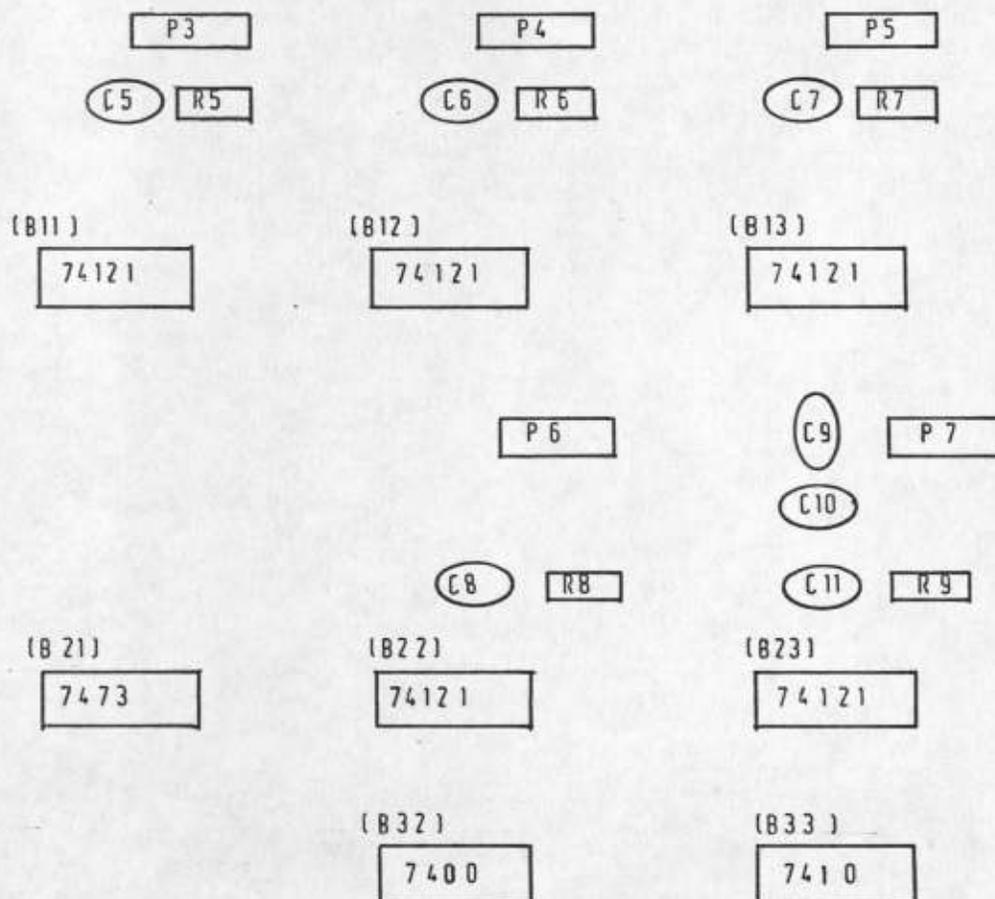


Figura 8.2

GENERADOR DE SEÑAL DE T. V. E. I A STANDARD (2)

CIRCUITO C

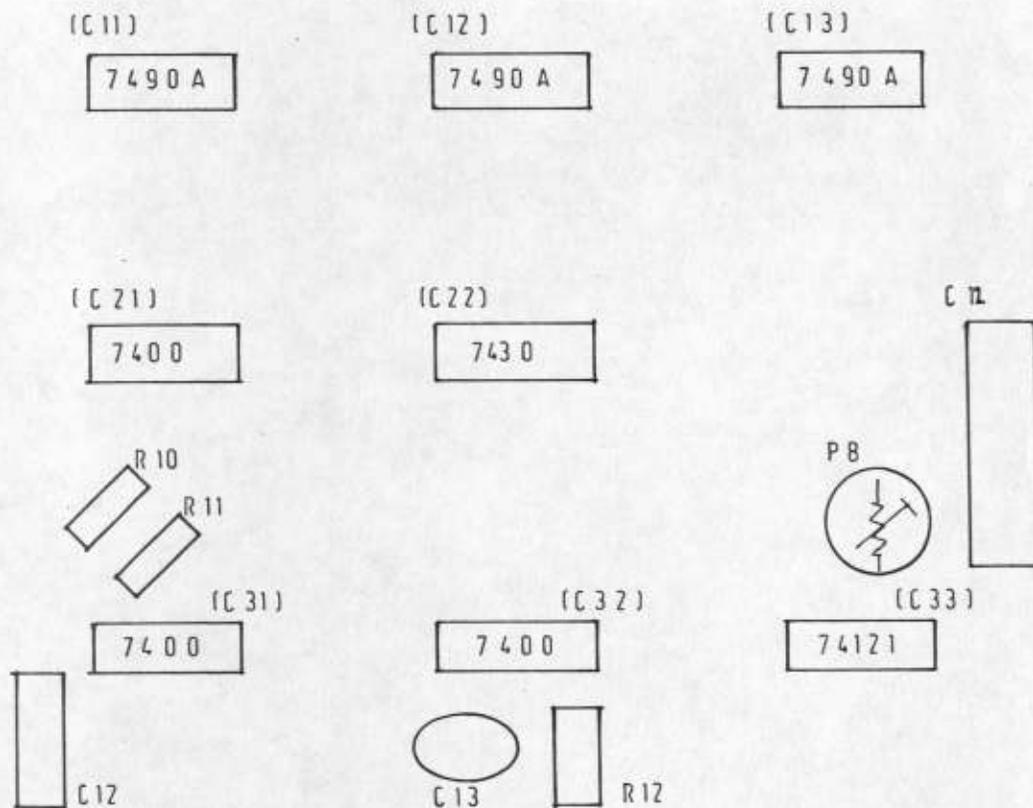


Figura 8.3

GENERADOR DE PULSOS PARA BARRAS DE COLOR

CIRCUITO D

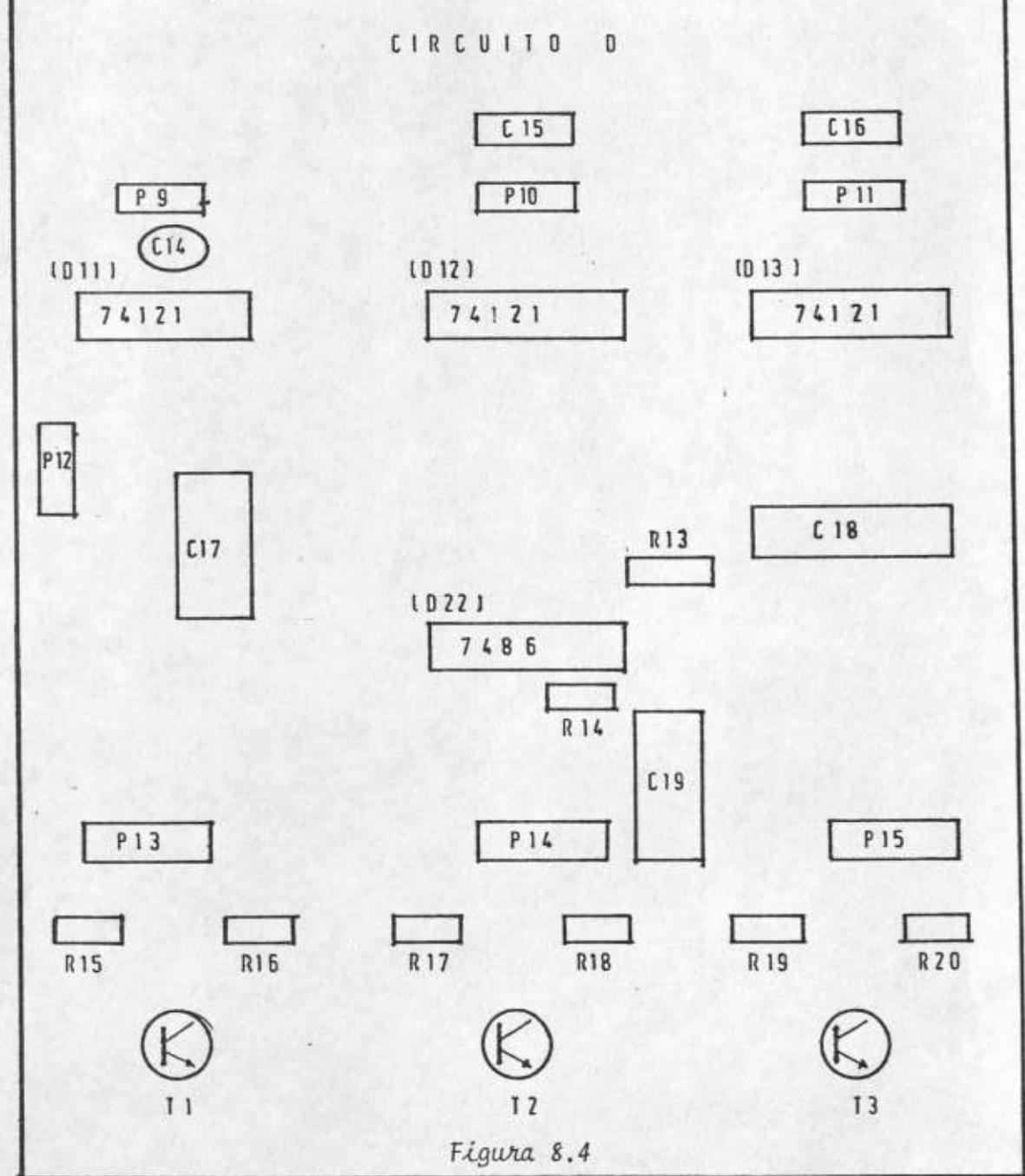


Figura 8.4

cada una de las placas. La simbología tiene el formato X_{mn} , donde:

X : es la letra con que se designan las placas y alude al tipo de circuito (placa) en referencia; puede ser denominado de la siguiente forma:

A = Generador de subportadora de 3.5795452 Mhz y de 31.46853 Khz.

B = Generador de señal de televisión EIA (1).

C = Generador de señal de televisión EIA (2).

D = Generador de pulsos para barras de color.

m : fila

n : columna

Las matrices utilizadas son del tipo cuadrado, debido a que $m = n$, siendo su orden de 3×3 (Figuras 8.1, 8.2, 8.3, 8.4).

b) Numérica secuencial; para la designación de los pines de los conectores tipo ETM22 marca SULLINS, con la denominación desde abajo hacia arriba (Figura 8.5). También podía haber sido utilizado la notación alfabética ya que en realidad los pines de contacto del conector con las placas son los de la hilera alfabética, pero debido a que no existen en los conectores las letras i, o y q, es preferible la notación escogida, tanto por la conveniencia en el conteo de los pines como para que no dé lugar a confusión.

Las líneas de voltaje (+5V) y tierra tienen la disposición indicada en la Figura 8.6 en los diversos circuitos impresos de las placas (rojo: +5V; negro: tierra). Las conexiones de tierra, a diferencia de las lí

CONECTOR TIPO ETM22 MARCA SULLINS
DISPOSICION DE PINES

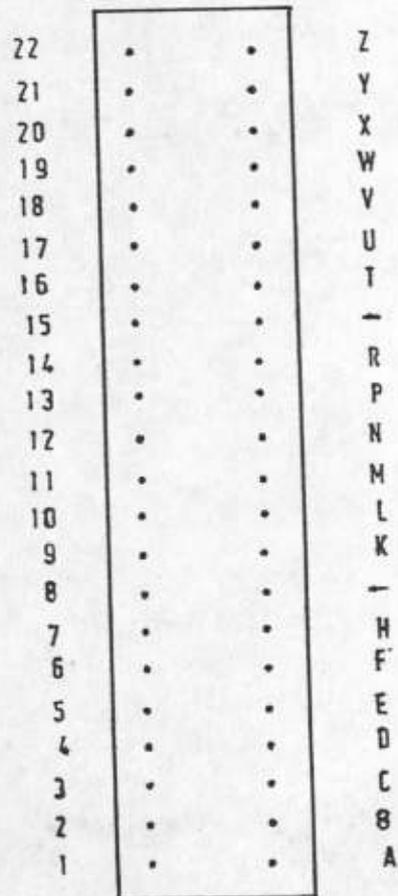


Figura 8.5

DISPOSICION DE LAS LINEAS DE VOLTAJE (+5V) Y TIERRA

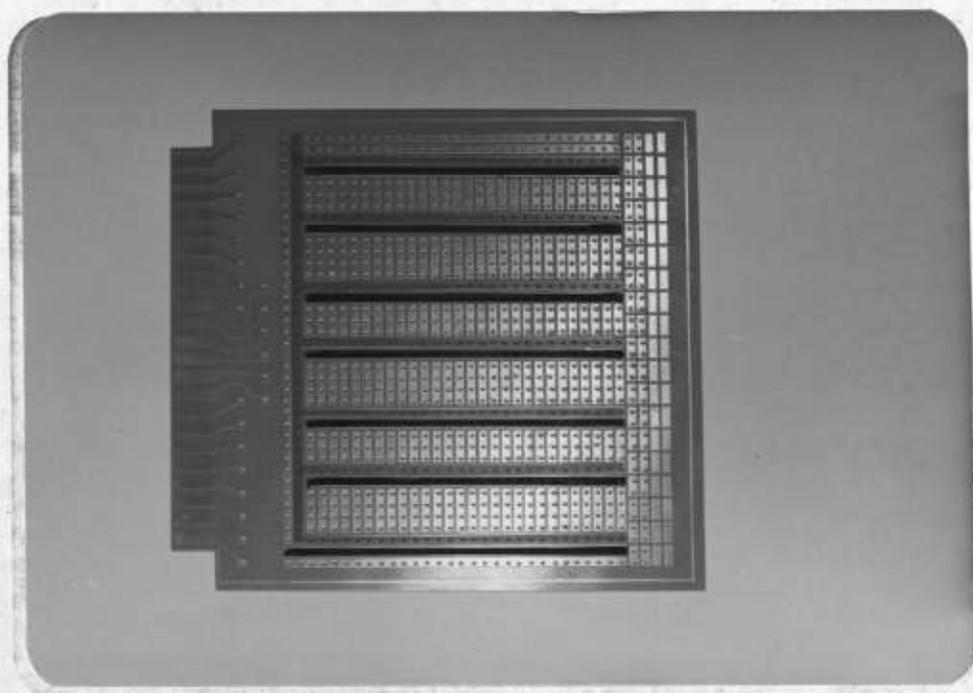


Figura 8.6

Líneas rojas = + 5V

Líneas negras = Referencia de tierra

CONECTOR PLACA A

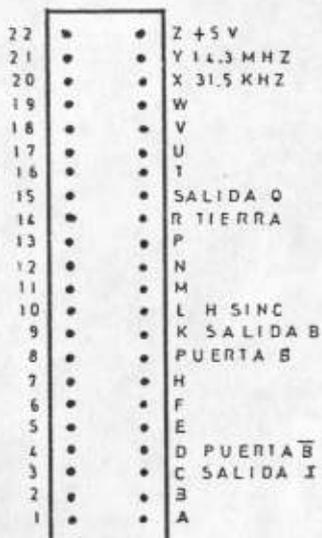


Figura 8.7

CONECTOR PLACA B

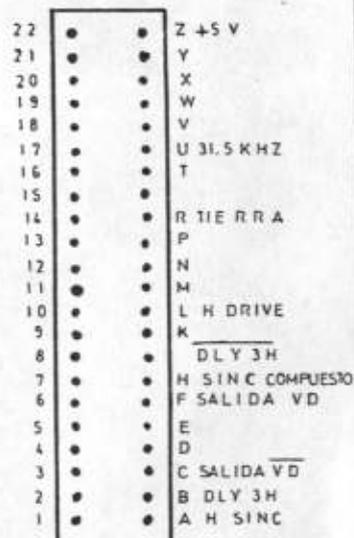


Figura 8.8

CONECTOR PLACA C



Figura 8.9

CONECTOR PLACA D

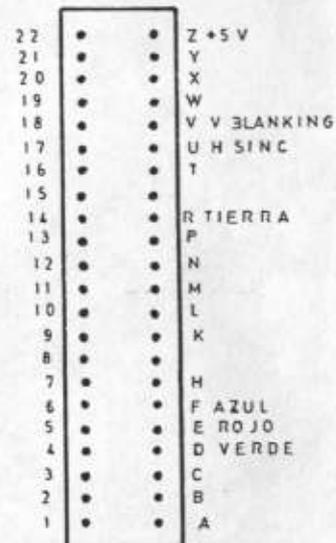


Figura 8.10

PUNTOS DE PRUEBA

neas utilizadas para +5V no estaban interconectadas por líneas impresas entre sí, por lo cual fué necesario interconectar cada una de las filas de referencia a tierra con alambres utilizados para equipos telefónicos (color amarillo); Esto fué debido a que el circuito impreso no tenía la disposición necesaria por imposibilidad física de interconexión entre estas líneas, ya que si no se cruzarían con las líneas de voltaje (+5V).

Para facilidad en la construcción y para que no se preste a errores se escogió un mismo número de pin en todos los conectores, tanto para el voltaje de +5V como para la referencia de tierra. El pin escogido para el voltaje de +5V fué el pin 22 y para la referencia de tierra el pin 14.

La ubicación de las salidas-entradas de cada una de las placas se escogió por conveniencia de construcción y los puntos de prueba (pines de los conectores) son mostrados en las Figuras 8.7, 8.8, 8.9, 8.10. La descripción de cada señal (pulso) y su definición se la puede encontrar en el glosario.

La interconexión entre pines de los distintos conectores se la hizo con un alambre especial para envolver en los pines, utilizándose para ese efecto una herramienta específica llamada herramienta de envolver (*wrapping tool*).

La ubicación de cada circuito integrado en su respectiva placa se la es cogió de tal manera que los alambres de interconexión entre ellos sean

lo más cortos posibles y para que no haya excesivo cruce entre cables, para lo cual antes de la construcción se hizo diseños en papel y se tomó las decisiones más convenientes para así poder conseguir esto. Los alambres utilizados para la interconexión de los elementos, fueron alambres telefónicos de colores específicos para cada función:

Plomo (gris): para señales.

Amarillo: referencia de tierra.

Rojo: voltaje +5V.

Negro: entrada-salida de placas.

Se encontró un inconveniente al tratar de introducir las placas en los conectores debido a que las placas eran muy anchas y no permitían la introducción. Para salvar este problema y así poder utilizar las placas con los conectores fué necesario hacer cortes en ángulo recto en las esquinas próximas a los puntos de entrada-salida de las placas, permitiendo así de esa manera que la placa se introduzca convenientemente para lograr buenos contactos.

Es muy importante para la persona que haga reparaciones, mantenimiento o ajustes en un equipo electrónico, tener información acerca de la ubicación de los elementos y de las facilidades de que dispone para su revisión o reparación.

En la Figura 8.11 se muestra una fotografía de las placas componentes del equipo, en la que se puede observar su posición final en la cabina

metálica de montaje.

VISTA SUPERIOR DEL EQUIPO

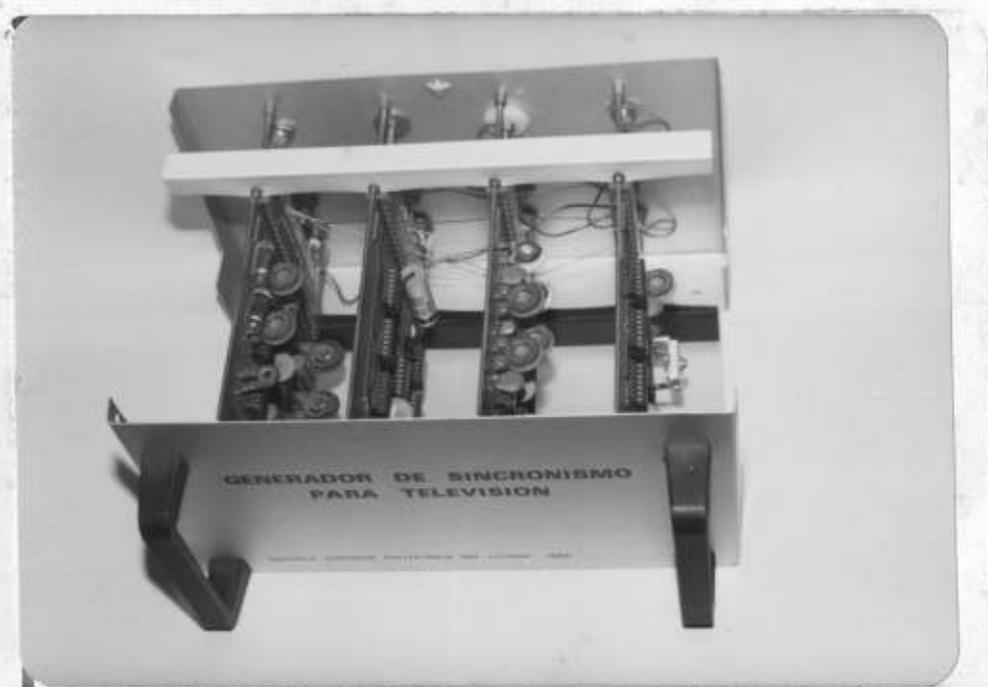


Figura 8.11

La cabina metálica está compuesta de dos partes: una que cubre la parte superior y laterales, de acero, con ranuras para ventilación superiores y laterales, acabada con pintura negra; y la otra que cubre la parte inferior (base) anterior y posterior, de aluminio fuerte, fácil para trabajar (perforar); además se complementa con manubrios para fácil traslado del equipo y con soportes de caucho en su base. Las dimensiones de la caja son $9 \frac{1}{4} \times 5 \frac{3}{8} \times 6 \frac{3}{4}$ pulgadas ($23.4 \times 13.6 \times 17.1$ cms.) como se puede ver en la Figura 8.12. Esta cabina fue manufacturada en Taiwan para Radio Shack, el número de catálogo es 270-270.

DIMENSIONES DEL EQUIPO

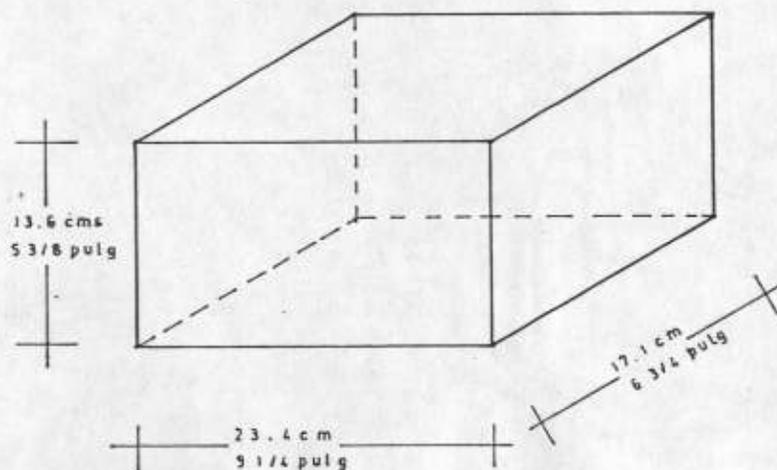


Figura 8.12

Para tener acceso a las placas hay que retirar la parte negra de acero, lo cual se hace removiendo los 7 tornillos que la aseguran a la parte de aluminio; las ubicaciones de los tornillos son: 4 en la base (con los soportes de caucho), 1 en la parte lateral derecha, 1 en la parte lateral izquierda y 1 en la parte superior.

Las placas de los circuitos (plug-in boards) cuyas dimensiones son: 4 1/2 x 4 x 1/16 pulgadas fueron montadas en conectores de 44 pines, dispuestos en 2 hileras, siendo ocupados sólo 22 pines correspondientes a la hilera designada con letras del alfabeto. El contacto se lo realiz

za con el filo de la placa cuyo lado impreso tiene la disposición necesaria para conectar cada salida-entrada impresa con los contactos del conector en la hilera correspondiente. Estos conectores están asegurados en sus posiciones por 2 sujetadores plásticos de tal longitud que abarcan los 4 conectores juntos sostenidos en sus extremos y mantenidos fijamente por varillas de soporte y tuercas en ambos lados del sujetador (Figura 8.13A y 8.13B).

Todo este conjunto se asegura a la cabina metálica por medio de las varillas de soporte sujetadoras de los conectores (2 por cada conector) que atraviesan las perforaciones realizadas en la parte de aluminio de la cabina metálica. Este aseguramiento se lo hace por medio de tuercas puestas en el extremo exterior de las varillas.

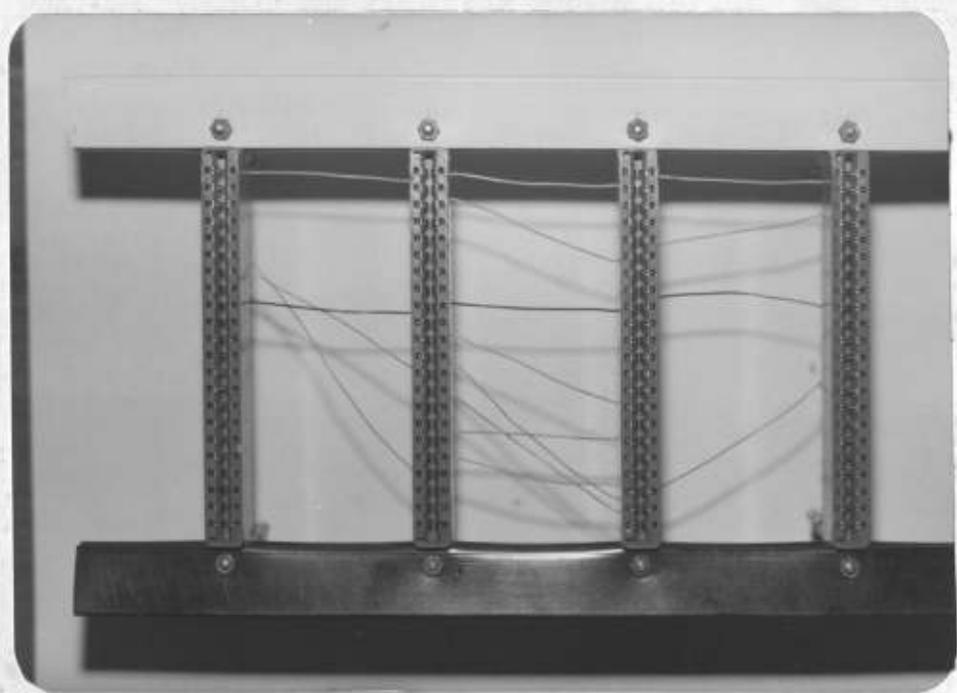


Figura 8.13A Vista de los conectores (lado de contacto con las placas)

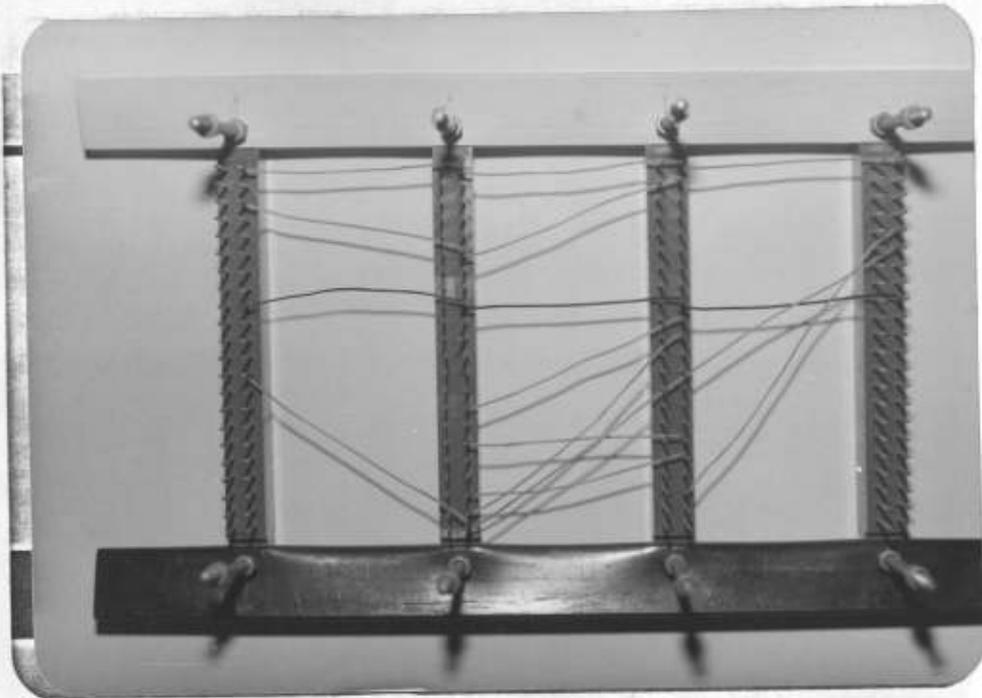


Figura 8.13B Vista de los conectores (lado de los pines)

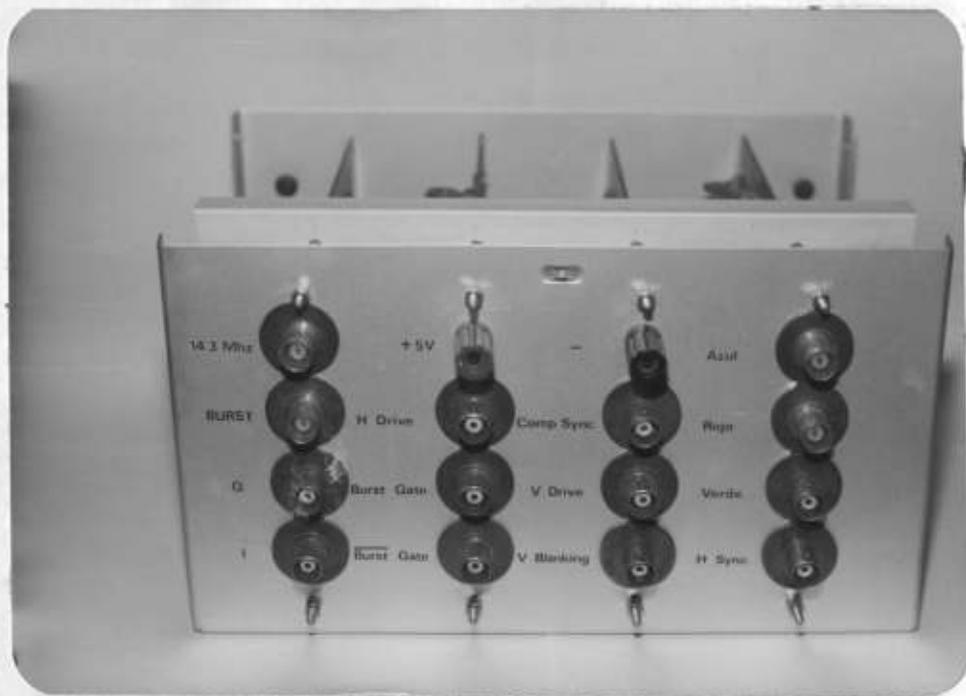


Figura 8.14 Disposición de los conectores BNC y de los terminales de voltaje.

Las salidas de las señales de los circuitos al exterior se lo hace por medio de conectores BNC dispuestos de la manera indicada en la Figura 8.14.

Todos los circuitos integrados son de tecnología TTL de 14 pines y sus descripciones están graficadas en las figuras de especificaciones técnicas de los elementos respectivos.

TTL es la más diversificada familia de circuitos integrados. LS es funcionalmente idéntico a TTL, pero es ligeramente más rápido y usa 80% menos de potencia. Los circuitos integrados TTL/LS requieren una fuente de voltaje de 4.75-5.25 voltios regulados. Los requerimientos de operación para esta familia son:

1. Vcc no debe exceder 5.25 voltios.
2. Las señales de entrada nunca deben exceder Vcc y no deben caer bajo la referencia de tierra (ground).
3. Entradas TTL/LS desconectadas usualmente asumen el estado alto, pero no hay que contar con ello. Si una entrada está supuesta a estar fija en un valor alto, hay que conectarla a Vcc.
4. Si una entrada está supuesta a estar fija en un nivel bajo, hay que conectarla a tierra.
5. Entrada sin usar AND/NAND/OR sin usar hay que conectarlas a una entrada usada del mismo circuito integrado.
6. Hay que forzar a las salidas de puertas de nivel alto sin usar a aho-

rrar corriente (NAND-una entrada a nivel alto; NOR-todas las entradas a nivel bajo).

7. Hay que usar por lo menos un capacitor de desacoplamiento (0.01-0.1 microfaradios) por cada 5-10 puertas, uno por cada 2-5 contadores y registros y uno por cada multivibrador. Capacitores de desacoplamiento neutralizan los picos de la fuente de voltaje que ocurren cuando una salida TTL/LS cambia de estados. Ellos deben tener extremos cortos y deben conectarse desde Vcc a tierra tan cerca al circuito integrado TTL/LS como sea posible.
8. Se debe evitar alambres largos dentro de los circuitos.
9. Si la fuente de poder no está sobre el tablero de circuitos, hay que conectar un capacitor de 1-10 microfaradios a través de los terminales de voltaje donde ellos llegan al tablero de circuitos.
10. Una salida TTL podrá manejar hasta 10 entradas TTL ó 20 entradas LS.
11. Una salida LS podrá manejar hasta 5 entradas TTL ó 10 entradas LS.
12. Excitadores de LEDs TTL/LS se describen a continuación (Figura 8.15).

Los circuitos TTL (Transistor Transistor Logic) usados, son de tipo comercial y el rango de temperatura especificado para ellos es de 0°C a 70°C.

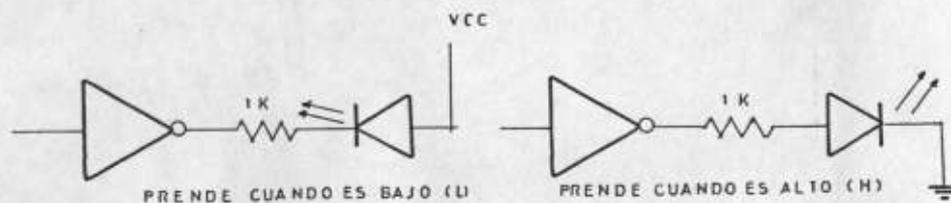


Figura 8.15 EXCITADORES DE LEDs TTL/LS

A continuación, en las Figuras 8.16, 8.17, 8.18 y 8.19 se puestran las fotografías de las placas componentes del equipo, en las que se puede

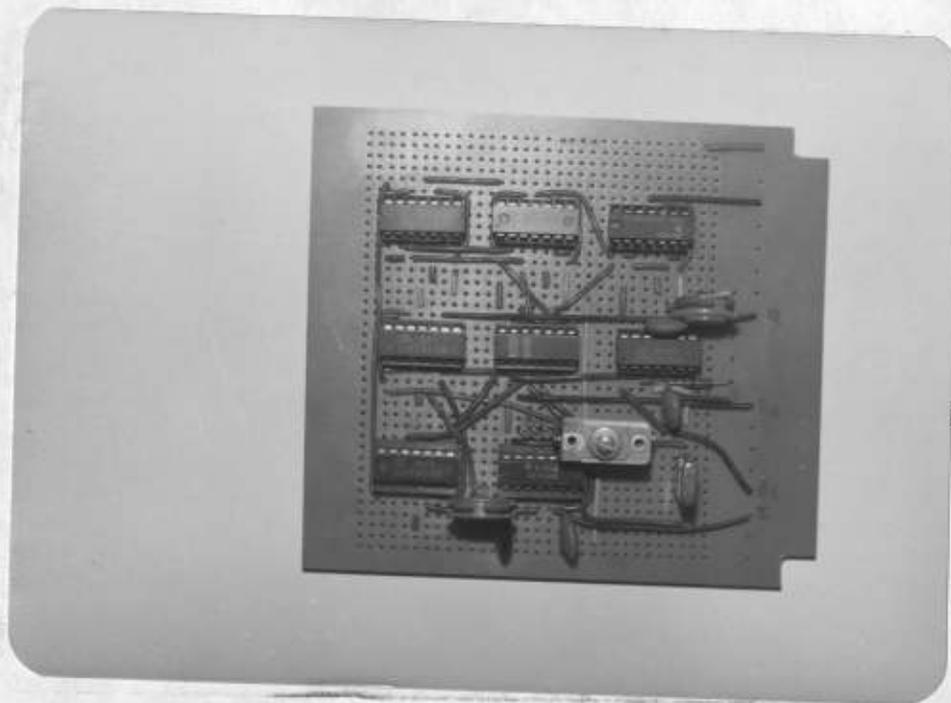


Figura
8.16
Circuito A

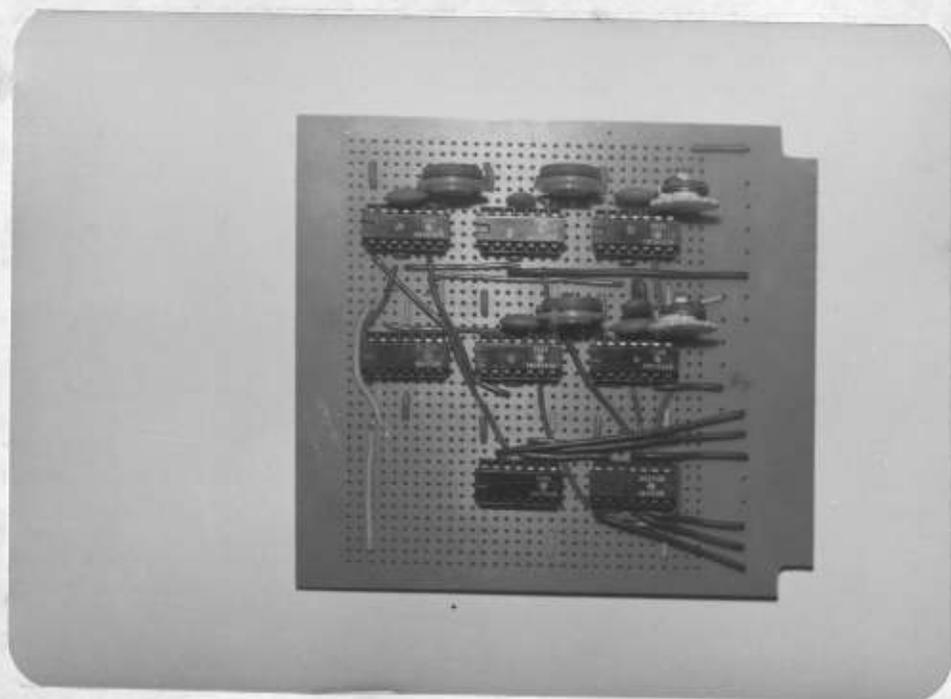


Figura
8.17
Circuito B

observar las posiciones de los elementos en cada uno de los respectivos circuitos (A, B, C y D):

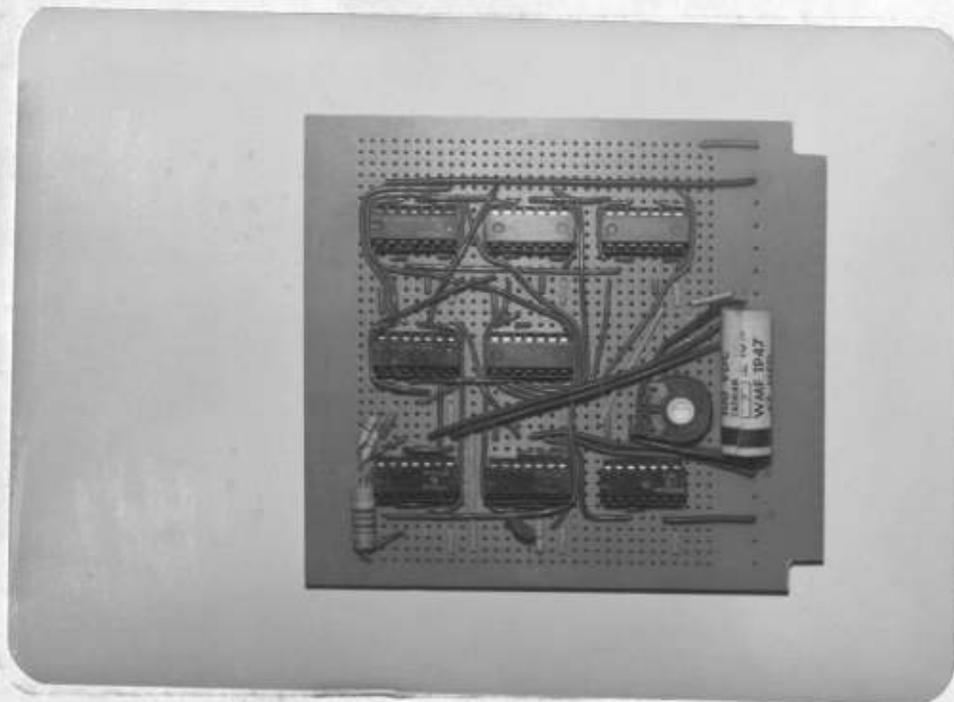


Figura
8.18
Circuito C

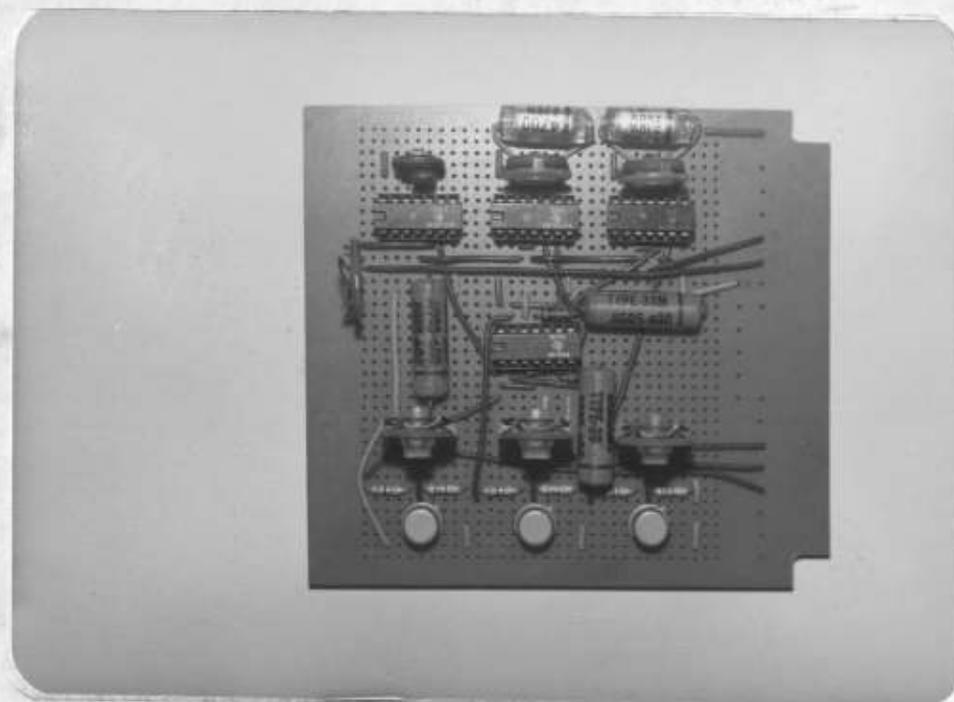


Figura
8.19
Circuito D

En las Figuras 8.20 y 8.21 se muestran fotografías de una vista frontal y superior del equipo completo (cerrado):



Fig. 8.20
Vista
Frontal del
equipo

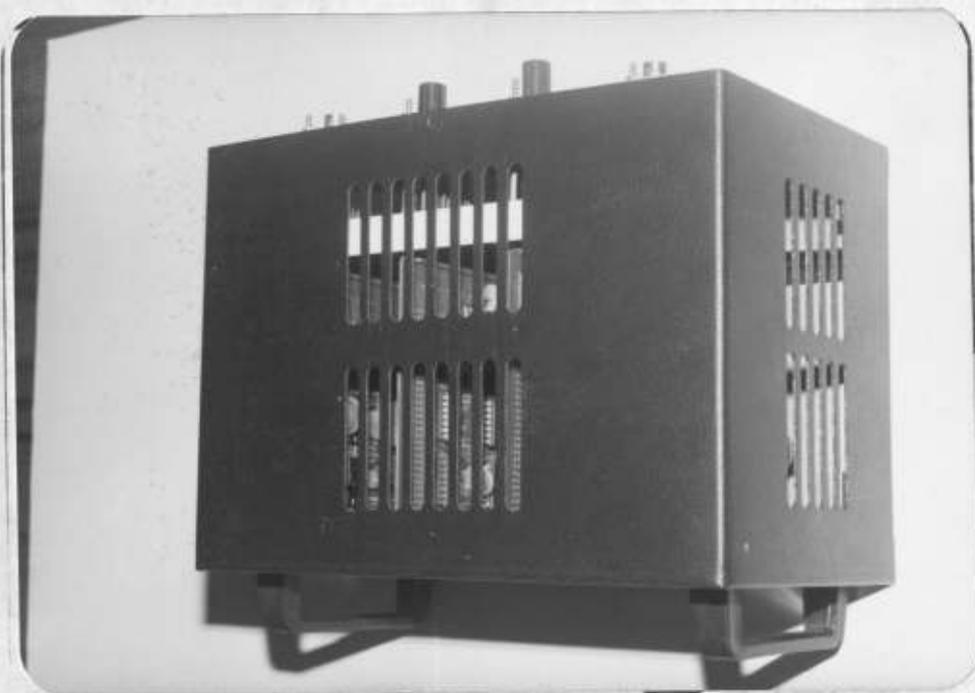


Fig. 8.21
Vista
Superior
del equipo

En nuestro medio no es fácil conseguir determinados componentes electrónicos, y considerando además que los elementos usados en el equipo fueron adquiridos en el exterior, se ha estimado conveniente presentar detalladamente los datos y especificaciones técnicas para cada uno de los elementos empleados, ya que si resulta difícil encontrar determinados componentes con las marcas de fabricantes utilizados, se puede conseguir un equivalente de cualquier otra marca que cumpla con las especificaciones estipuladas. Por precaución, además, es recomendable te ner por lo menos un circuito integrado de cada uno de los utilizados en el equipo, para que en caso de problema pueda ser reemplazado inmediata mente después de algún daño de uno de ellos. La confiabilidad de los circuitos integrados actuales es grande y el mayor porcentaje de fallas en estos circuitos son originados por causas que se salen fuera del ran go de las especificaciones técnicas o debido a problemas de diseño en el equipo. Existe una relación directamente proporcional entre la con fiabilidad y los costos del equipo, pues si se desea que un equipo sea más confiable, habrá que utilizar componentes que hayan pasado pruebas más rigurosas en el control de calidad y esto implica un aumento en los costos. Siempre se busca llegar a un compromiso entre estos dos paráme tros y depende de la aplicación específica que se vaya a dar al equipo para determinar qué factor debe ser el preponderante.

A continuación se presenta una lista de los componentes electrónicos utilizados en el equipo y posteriormente, en las Figuras 8.22 a 8.40 se presentan los datos de especificaciones técnicas de los elementos:

<u>COMPONENTE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
7400	Puertas "NAND" 2 entradas	5
7404	Inversores	1
7410	Puertas "NAND" 3 entradas	1
7430	Puerta "NAND" 8 entradas	1
7473	Flip-Flop con borrado	3
7486	Puertas "OR" exclusivas 2 entradas	1
7490A	Contador de décadas	6
74121	Multivibradores monoestables con entradas Schmitt Trigger	10
Potenciómetros	500	1
Potenciómetros	1 K	4
Potenciómetros	2 K	1
Potenciómetros	10 K	9
Resistencias	330 1/4W	2
Resistencias	220 1/4W	4
Resistencias	4.7 K 1/4W	2
Resistencias	470 1/4W	1
Resistencias	8.2 K 1/4W	1
Resistencias	5.6 K 1/4W	4
Resistencias	100 1/4W	3
Resistencias	1 K 1/4W	3
Transistores	ECG 128 (2N2538)	3
Capacitor Variable	0-30 pF	1
Cristal de cuarzo	14.31818 Mhz	1

<u>COMPONENTE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
Capacitores	470 p μ	6
Capacitores	150 p μ	1
Capacitores	56 p μ	1
Capacitores	220 p μ	1
Capacitores	330 p μ	1
Capacitores	82 p μ	1
Capacitores	47 p μ	1
Capacitores	0.001 μ f	1
Capacitores	0.47 μ f	1
Capacitores	0.015 μ f	1
Capacitores	0.0005 μ f (500 p μ)	3
Capacitores	0.0047 μ f (4700 p μ)	2

El Generador de Sincronismo para televisión tiene un peso aproximado de 3 libras y sus dimensiones son 23.4 x 13.6 x 17.1 cms.

Las señales de salida disponibles en los conectores de BNC son:

14.3 Mhz	+ 5V	tierra	Azul
Burst	H Drive	Comp Sync	Rojo
Q	Burst Gate	V Drive	Verde
I	$\overline{\text{Burst Gate}}$	V Blanking	H Sync

ESPECIFICACIONES PARA LOS CIRCUITOS INTEGRADOS 7400-7404-7410-7430

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS				
PARAMETROS	L I M I T E S			UNIDAD
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
VCC	4.75	5	5.25	V
IOH			-400	U A
IOL			16	m A
TA	0		70	°C

CARACTERISTICAS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION					
PARAMETROS	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S			UNIDAD
		MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
VIH		2			V
VIL				0.8	
VIK	VCC=MIN, IL=-12 mA			-15	
VOH	VCC=MIN, VIL=VIL MAX, IOH=MAX	2.4	3.4		
VOL	VCC=MIN, VIH=2V, IOL=MAX		0.2	0.4	mA
II	VCC=MAX, VI=5.5 V			1	
IiH	VCC=MAX, VIH=2.4 V			4.0	μA
IiL	VCC=MAX, VIL=0.4 V			-1.6	mA
IOS		-18		-55	
ICC			2		
ICCH 7400			4	8	
ICCL 7400			12	22	
ICCH 7404	VCC = MAX		6	12	
ICCL 7404			18	33	
ICCH 7410			3	6	
ICCL 7410			9	16.5	
ICCH 7430			1	2	
ICCL 7430			3	6	

CARACTERISTICA DE INTERRUPCION (SWITCHING)					
PARAMETROS	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S			UNIDAD
		MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
TPLH 7400	VCC=5V, TA=25°C		11	22	ns
TPHL 7400	CL=15PF, RL=400Ω		7	15	ns
TPLH 7404			12	22	ns
TPHL 7404			6	15	
TPLH 7430			13	22	
TPHL 7430			8	15	

Figura 8.22

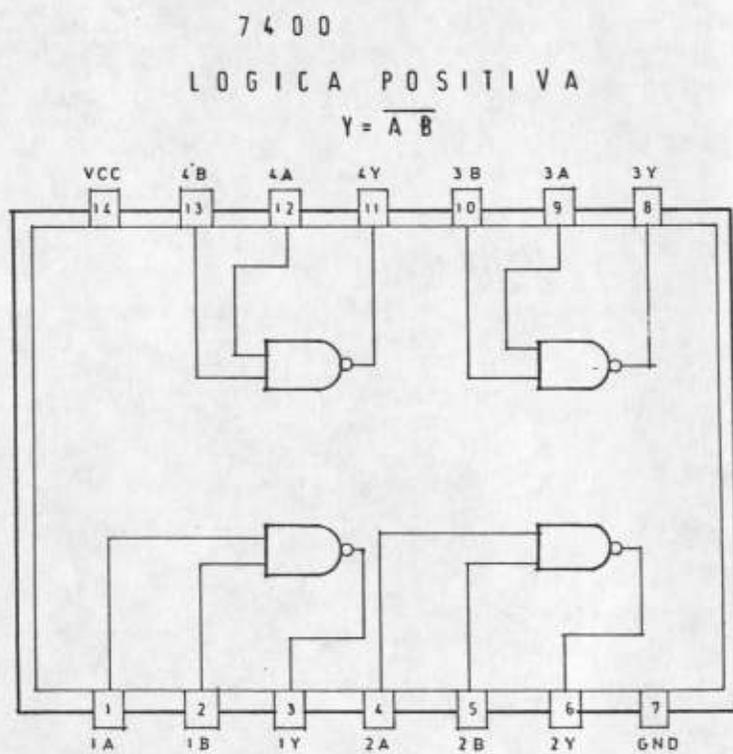


Figura 8.23

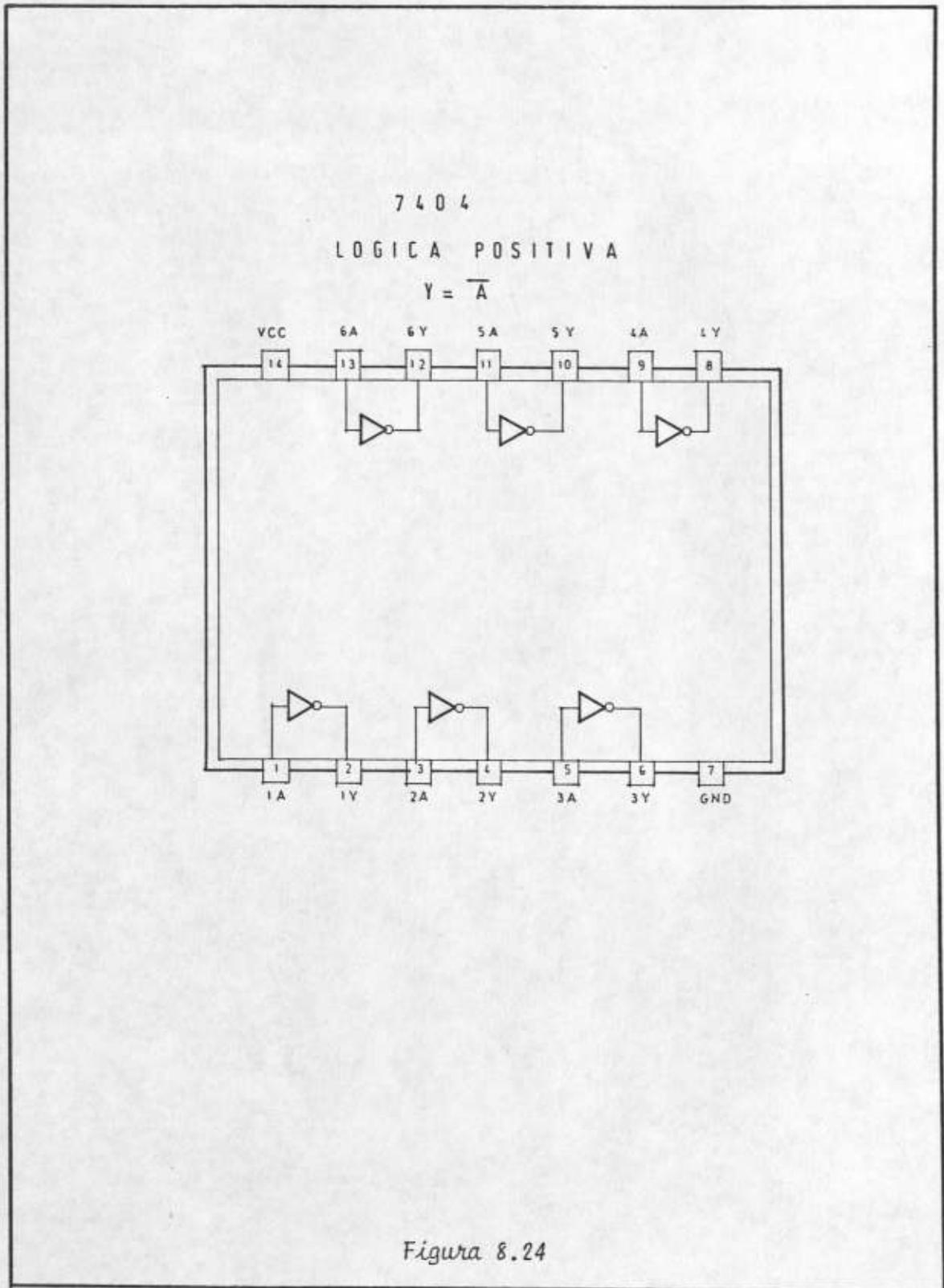


Figura 8.24

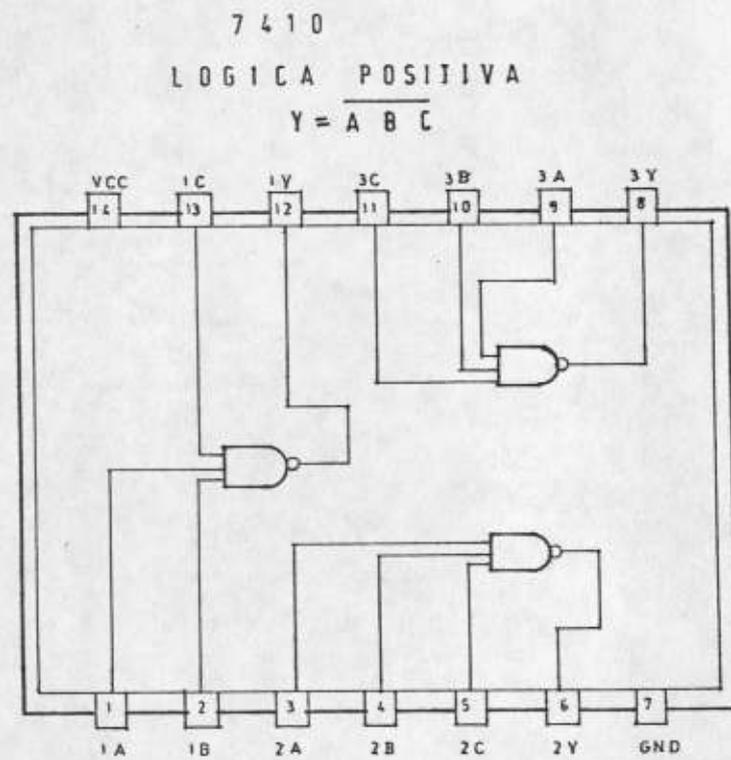


Figura 8.25

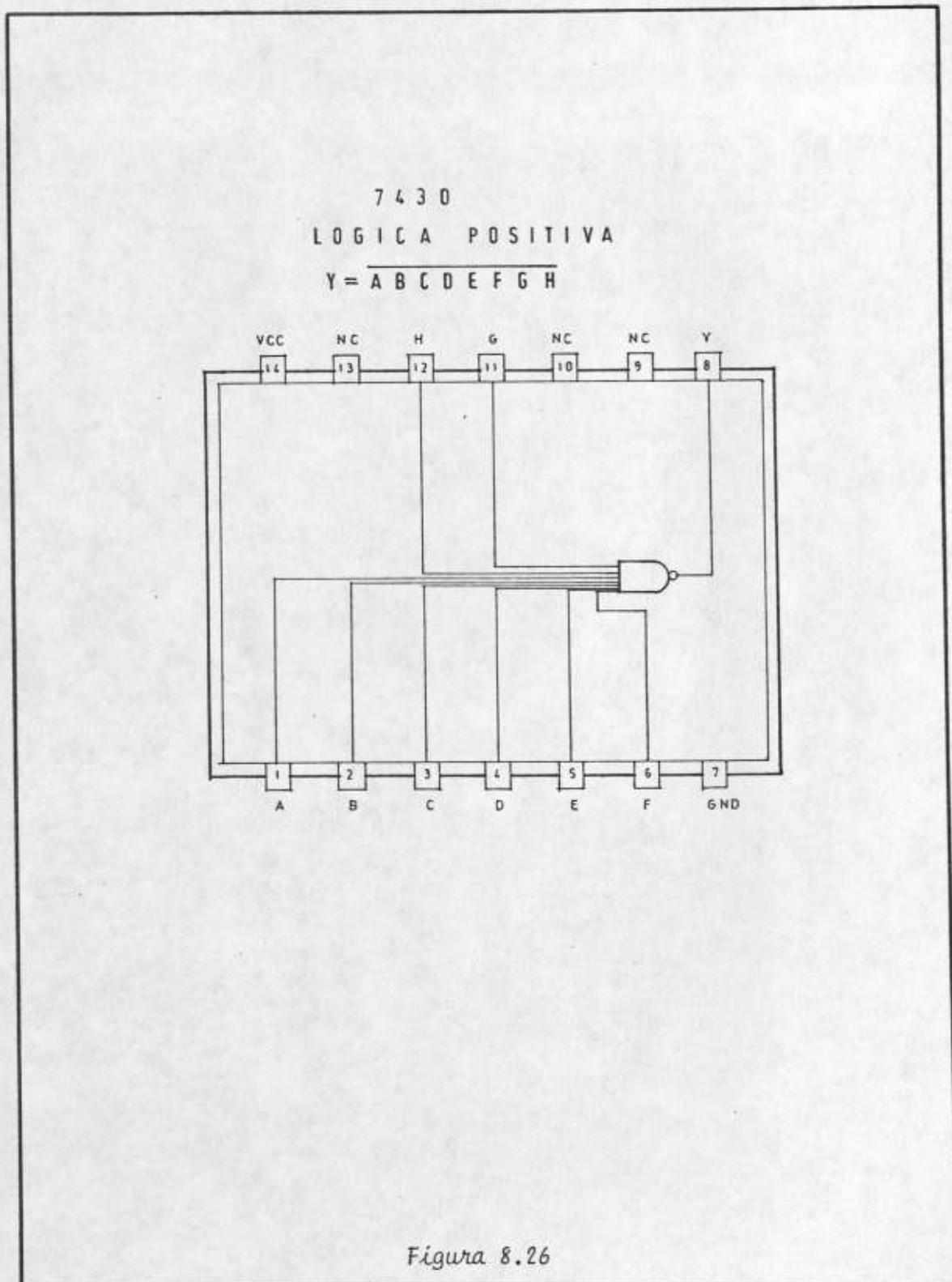


Figura 8.26

ESPECIFICACIONES PARA EL CIRCUITO INTE GRADO 7473

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS				
PARAMETROS	LIMITES			UNIDAD
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
VCC	4.75	5	5.25	V
IOH			-400	μ A
IOL			16	mA
TW	20			ms
	47			
	25			
TSU	0†			
TH	0‡			
TA	0		70	°C

CARACTERISTICAS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION						
PARAMETROS	CONDICIONES DE PRUEBAS	LIMITES			UNIDAD	
		MINIMO	TIPICO	MAXIMO		
VIH		2			V	
VIL				0.8		
VIK	VCC=MIN, Is=12 mA			-1.5		
VOH	VCC=MIN, VIH=2V, VIL=0.8V, IOH=MAX	2.4	3.4			
VOL	VCC=MIN, VIH=2V, VIL=0.8V, IOL=16mA		0.2	0.4		
Ii	VCC=MAX, VI=5.5V			1	mA	
IIH	J,K	VCC=MAX, VI=2.4V			40	μ A
	CLEAR				80	
	PRESET				80	
	CLOCK				80	
IIL	J,K	VCC=MAX, VI=0.4V			-1.6	mA
	CLEAR				-3.2	
	PRESET				-3.2	
	CLOCK				-3.2	
IOS	VCC MAX	-18		-5.7	mA	
ICC	VCC MAX		10	20		

CARACTERISTICA DE INTERRUPCION (SWITCHING)							
PARAMETROS	DESDE (ENTRADA)	A SALIDA	CONDICIONES DE PRUEBA	LIMITES			UNIDAD
				MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
TPLH	PRESET	0	CL=15 PF RL=400 Ω	15	20	25	MHZ
TPHL	cuando es aplicable	0			16	25	ms
TPLH	CLEAR	0			25	40	
TPHL	cuando es aplicable	0			16	25	ms
TPLH	CLOCK	0 \rightarrow 0			25	40	
TPHL					16	25	ms
					25	40	

Figura 8.27

7473

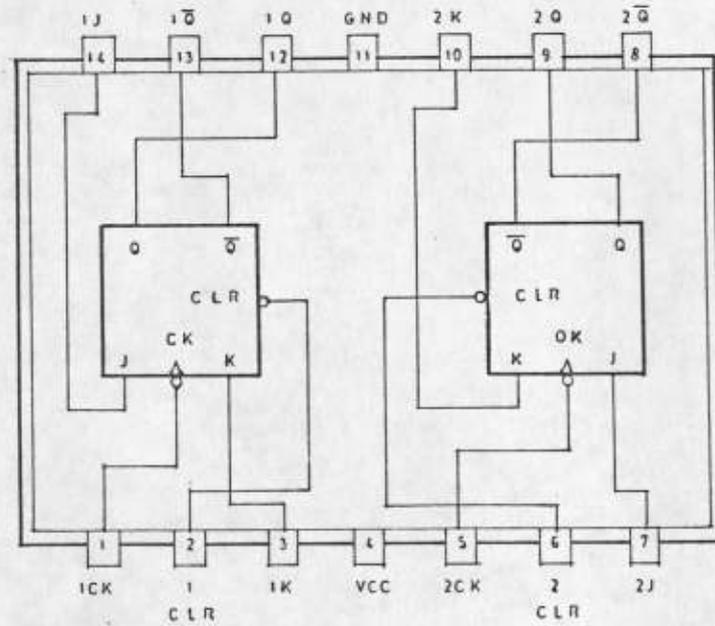


TABLA DE FUNCION

ENTRADAS				SALIDAS	
CLEAR	CLOCK	J	K	Q	Q _o
L	X	X	X	L	H
H		L	L	Q _o	\overline{Q}_o
H		H	L	H	L
H		L	H	L	H
H		H	H	TOGGLE	TOGGLE

Figura 8.28

ESPECIFICACIONES PARA EL CIRCUITO INTEGRADO 7486

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADA				
PARAMETRO	L I M I T E S			UNIDAD
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
VCC	4.75	5	5.25	V
I _{OH}			-800	μ A
I _{OL}			16	mA
T _A	0		70	$^{\circ}$ C

CARACTERISTICAS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION					
PARAMETROS	CONDICIONES DE PRUEBA	L I M I T E S			UNIDAD
		MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
V _{IH}		2			V
V _{IL}				0.8	
V _{IK}	VCC=MIN, I _i =8 mA			-1.5	
V _{OH}	VCC=MIN, V _{IH} =2V, I _O =800 μ A	2.4	3.4		
V _{OL}	VCC=MIN, V _{IH} =2V, I _O =16mA		0.2	0.4	
I _i	VCC=MAX, V _I =5.5 V			1	mA
I _{iH}	VCC=MAX, V _I =2.4 V			4.0	μ A
I _{iL}	VCC=MAX, V _I =0.4 V			-1.6	
I _{OS}		-16		-55	mA
I _{CC}	VCC=MAX		30	50	

CARACTERISTICAS DE INTERRUPCION (SWITCHING)						
PARAMETROS	DESDE ENTRADA	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S		UNIDAD	
			MINIMO	MAXIMO		
T _{PLH}	A o B	otra entrada baja	CL=15 PF RL=400 Ω	15	23	μ S
T _{PHL}				11	17	
T _{PLH}	A o B	otra entrada alta		18	30	
T _{PHL}				13	22	

Figura 8.29

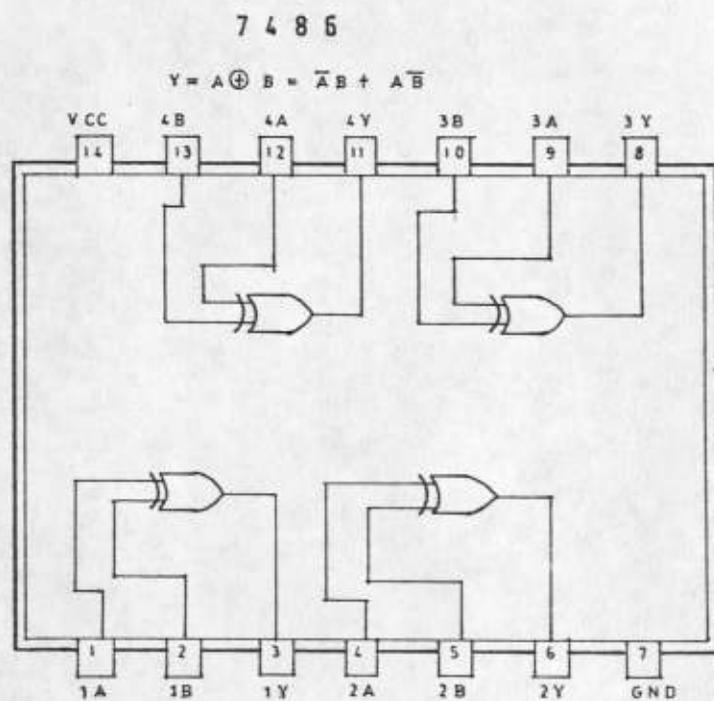


TABLA DE FUNCION

ENTRADA S		SALIDAS
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H= NIVEL ALTO. L= NIVEL BAJO

Figura 8.30

ESPECIFICACIONES PARA EL CIRCUITO INTEGRADO 7490 A

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS				
PARAMETRO	LIMITES			UNIDAD
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
VCC	4.75	5	5.25	V
IOH			-800	μ A
IOL			16	mA
fcount	entrada A	0	32	MHZ
	entrada B	0	16	
TW	entrada A	15		μ s
	entrada B	30		
	entrada reset	15		
T S U	2.5			
T A	0		70	$^{\circ}$ C

CARACTERISTICAS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION					
PARAMETRO	CONDICIONES DE PRUEBAS	LIMITES			UNIDAD
		MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
V _{IH}		2			V
V _{IL}				0.8	
V _{IK}	VCC=MIN, I _I = 12 mA			-1.5	
V _{OH}	VCC=MIN, V _{IH} =2H, V _{IL} =0.8, I _{OH} =800 μ A	2.4	3.4		
V _{OL}	VCC=MIN, V _{IH} =2V, V _{IL} =0.8V, I _{OL} =16 mA		0.2	0.4	
I _I	VCC=MAX, V _I =5.5 V			1	mA
I _{IH}	cualquier reset			40	μ A
	entrada A	VCC=MAX, V _I =2.4 V		80	
	entrada B			120	
I _{IL}	cualquier reset	VCC=MAX, V _I =0.4 V		-1.6	mA
	entrada A			-3.2	
	entrada B			-4.8	
I _{OS}		18		-5.7	
I _{CC}	VCC=MAX		29	42	

CARACTERISTICA DE INTERRUPCION (SWITCHING)							
PARAMETRO	DESDE ENTRADA	A SALIDA	CONDICIONES DE PRUEBA	LIMITES			UNIDAD
				MINIMO	TIPICO	MAXIMO	
F _{MAX}	A	QA	CL=15 PF RL=400 Ω	32	42		MHZ
	B	QB		16			
T _{PLH}	A	QA			10	16	μ s
T _{PHL}					12	18	
T _{PLH}	A	QD			32	48	
T _{PHL}					34	50	
T _{PLH}	B	QB			10	16	
T _{PHL}					14	21	
T _{PLH}	B	QC			21	32	
T _{PHL}					23	35	
T _{PLH}	B	QD			21	32	
T _{PHL}					23	35	
T _{PHL}	PUESTA a 0	cualquier			26	40	
T _{PLH}	PUESTA a 9	QA QD			20	30	
T _{PHL}		QB QC		26	40		

Figura 8.31

7490 A

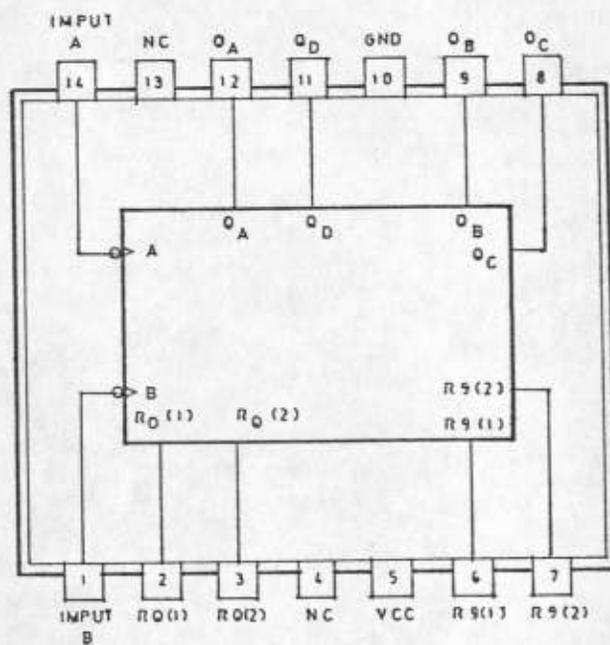


Figura 8.32

ESPECIFICACIONES PARA EL CIRCUITO INTEGRADO 7412 1

CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDADAS					
PARAMETRO	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S			UNIDAD
		MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
VCC		4.75	5	5.25	V
I _{OH}				-400	μA
I _{OL}				16	mA
Dy/Dt	ENTRADA SCHMITT B	1			V/μS
	ENTRADAS LOGICAS A1 A2	1			V/μS
TW (in)		50			ns
REXT		1.4		40	KΩ
CEXT		0		1000	μF
DUTY CYCLE	RT 2KΩ			67	%
TA	RT MAX REXT			90	°C
				70	°C

CARACTERISTICAS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION					
PARAMETROS	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S			UNIDAD
		MINIMO	T I P I C O S	MAXIMOS	
V _T	VCC = MIN		1.4	2	V
V _T		0.8	1.4		
V _T			1.55	2	
V _T		0.8	1.35		
V _{IK}	VCC=MIN, I=12mA			-1.5	mA
V _{OH}	VCC=MIN, I _{OH} =MAX	2.4	3.4		
V _{OL}	VCC=MIN, I _{OL} =MAX		0.2	0.4	mA
I _I	VCC=MAX, V _I =5.5V			1	
I _{IH}	VCC MAX	A1 o A2		40	μA
	V _I 0.4V		B		
I _{IL}	VCC MAX	A1 o A2		-1.6	mA
	V _I 0.4V		B		
I _{OS}	VCC MAX		-18	-55	mA
I _{CC}	VCC MAX	punto de operacion disparedo		13	mA
				23	

CARACTERISTICA DE INTERRUPCION (SWITCHING)								
PARAMETROS	SALIDA	DESDE ENTRADA	CONDICIONES DE PRUEBAS	L I M I T E S			UNIDAD	
				MINIMO	T I P I C O	MINIMO		
T _{PHL}	Q	cualquier A	CL 15PF RL 100Ω		45	70	ns	
T _{PLH}	Q	B		CEXT 80 PF		35		55
T _{PHL}	Q	cualquier A		RINT para VCC		50		80
T _{PLH}	Q	B				40		65
TW (aut)			CL 15PF RL 100Ω	CEXT 80PTONPARAVCC	70	110		150
TW (aut)				CEXT 0 RIN PARA VCC		30		50
TW (aut)				CEXT= 1μT RT 70 KΩ		600		700
					6	7		8

Figura 8.33

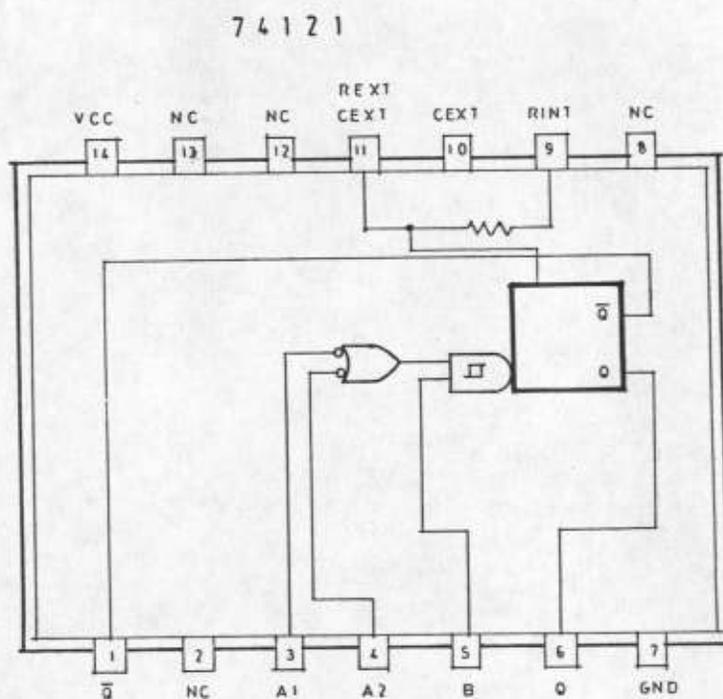


TABLA DE FUNCION

ENTRADAS			SALIDAS	
A1	A2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⎓	⎓
↓	H	H	⎓	⎓
↓	↓	H	⎓	⎓
L	X	↑	⎓	⎓
X	L	↑	⎓	⎓

Figura 8.34

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA TRANSISTOR E C G 128 (2N2538)

CONDICIONES LIMITES				
DISIPACION DEL DISPOSITIVO P T (W)	CORRIENTE CONTINUA DE COLECTOR I C (A)	VOLTAJES DE "BREAKDOWN"		
		COLECTOR A BASE V C B O (V)	COLECTOR A EMISOR V C B O (V)	EMISOR A BASE V E B O (V)
5	1	120	80	7

POLARIDAD Y MATERIAL: NPN - Si

CARACTERISTICAS				
GANANCIA DE CORRIENTE TIPICA HFE	GANANCIA DE CORRIENTE		GANANCIA DE ANCHO DE BANDA PRO- DUCTO TIPICO F T (MHZ)	ESTILO DE CUBIERTA
	VCE (V)	IC (A)		
100	10	0.15	150	10-39

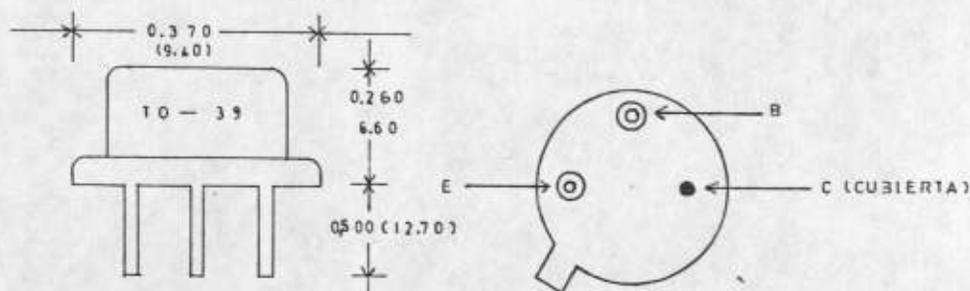


Figura 8.35

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS RESISTENCIAS

COMPOSICION	POLVO DE CARBON
RANGO	27 Ω - 22 M Ω
RANGO DE WATTS A LA TEMPERATURA INDICADA	1/10 - 2 a 70 °C
RANGO DE LA TEMPERATURA INDICADA °C	-55 a 130
CARACTERISTICA DE RESISTENCIA TEMPERATURA PPM °C	± 1.500
TOLERANCIA	$\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$
TERMINACIONES	TERMINALES AXIALES DE COBRE ESTANADO
ESPECIFICACIONES	RS 303

TIPO DISIPACION WATTS	DIMENCIONES EN PULG				RESISTENCIA (OHMS)		MAXIMA TENSION CONTINUA DE TRABAJO
	CUERPO		TERMINAL		MINIMA	MAXIMA	
	LONG A	DIAM B	DIAM C	LONG D			
1/10	0.140	0.067	0.015	1	10	22 MEG	150 V
1/4	0.250	0.090	0.025	1 1/2	10	22 MEG	250 V
1/2	0.375	0.138	0.031	1 1/2	10	22 MEG	350 V
1	0.562	0.225	0.040	1 1/2	2.7	22 MEG	500 V
2	0.688	0.318	0.045	1 1/2	10	22 MEG	500 V

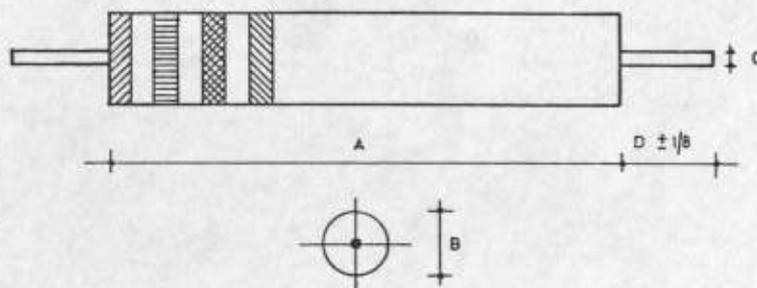


Figura 8.36

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS RESISTENCIAS

CODIGO DE COLORES SEGUN RS-350 E I A		
COLO R	NUM E R O	MULTI P L I C A D O R D E C I M A L
NEGRO	0	1
MARRON	1	10
ROJO	2	100
ANARANJADO	3	1.000
AMARILLO	4	10.000
VERDE	5	100.000
AZUL	6	1'000.000
VIOLETA	7	10'000.000
GRIS	8	100'000.000
BLANCO	9	—
ORO	±5 %	0,1
PLATA	±10 %	0,01
SIN COLOR	±20 %	—

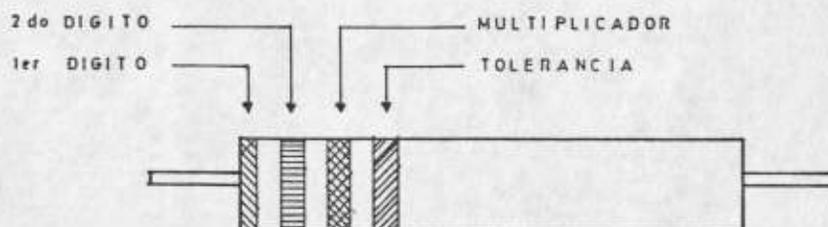


Figura 8.37

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CAPACITORES DE CERAMICA

COMPOSICION	CERAMICA DE RECUBRIMIENTO DE PLATA
RANGO	10 — 100,000 P F
RANGO TIPICO DE VOLTAJE (VOLTS)	50 — 200
RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION °C	- 55 a +125
% FACTOR DE DISIPACION 1KHZ MAXIMO	2
MINIMA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MΩ a 25°C	10.000
MAXIMA % EN EL CAMBIO DE LA CAPACITANCIA SOBRE EL RANGO DE TEMPERATURA	+ 15 - 15
TERMINACIONES	TERMINALES RADIALES Y AXIALES
TOLERANCIAS	+5% ±10% ±20%
ESPECIFICACIONES E. I. A.	RS 198 - A

CODIGO DE CONDENSADORES CERAMICOS SEGUN RS-198-E I A					
COLOR	CAPACIDAD (P E)		TOLERANCIA (D)		CARACTERISTICA DE COEFICIENTE DE TEMPERATURA (G)
	CIFRAS SIGNIFICATIVAS		% S I	PE S I	
	A	B	C > 10 P F	C > 10 P F	
NEGRO	0	1	—	200	0
MARRON	1	10	1	—	- 30
ROJO	2	100	2	0.25	- 80
ANARANJADO	3	1000	—	—	- 150
AMARILLO	4	—	—	—	- 220
VERDE	5	—	5	0.50	- 330
AZUL	6	—	—	—	- 470
VIOLETA	7	—	—	—	- 750
GRIS	8	0.01	—	—	—
BLANCO	9	0.1	10	100	—
ORO	—	—	—	—	+ 100

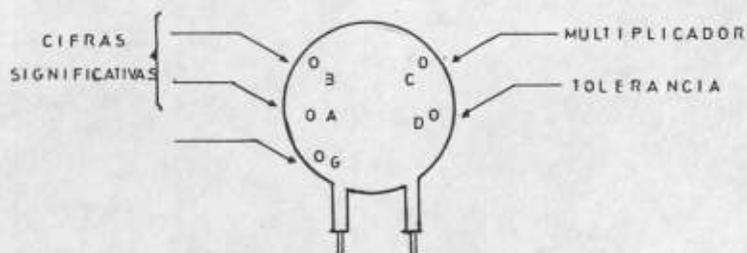


Figura 8.38

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS CIRCUITOS
INTEGRADOS DE 14 PINES

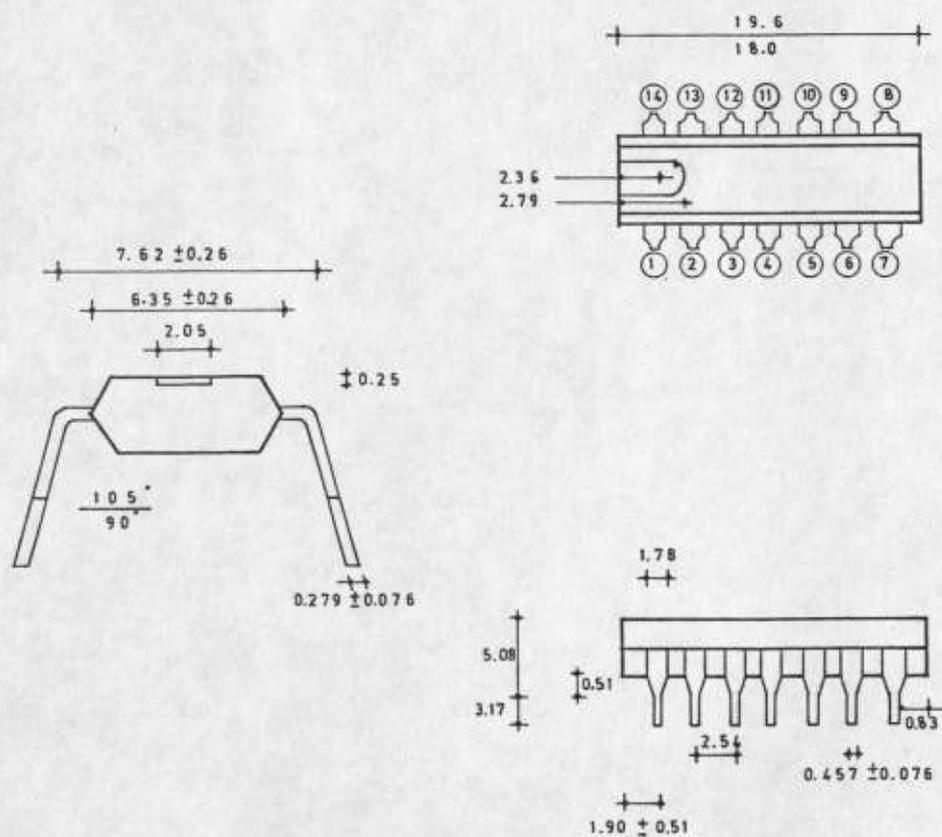


Figura 8.39

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS ZOCALOS DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

DIMENSIONES EN PULGADAS

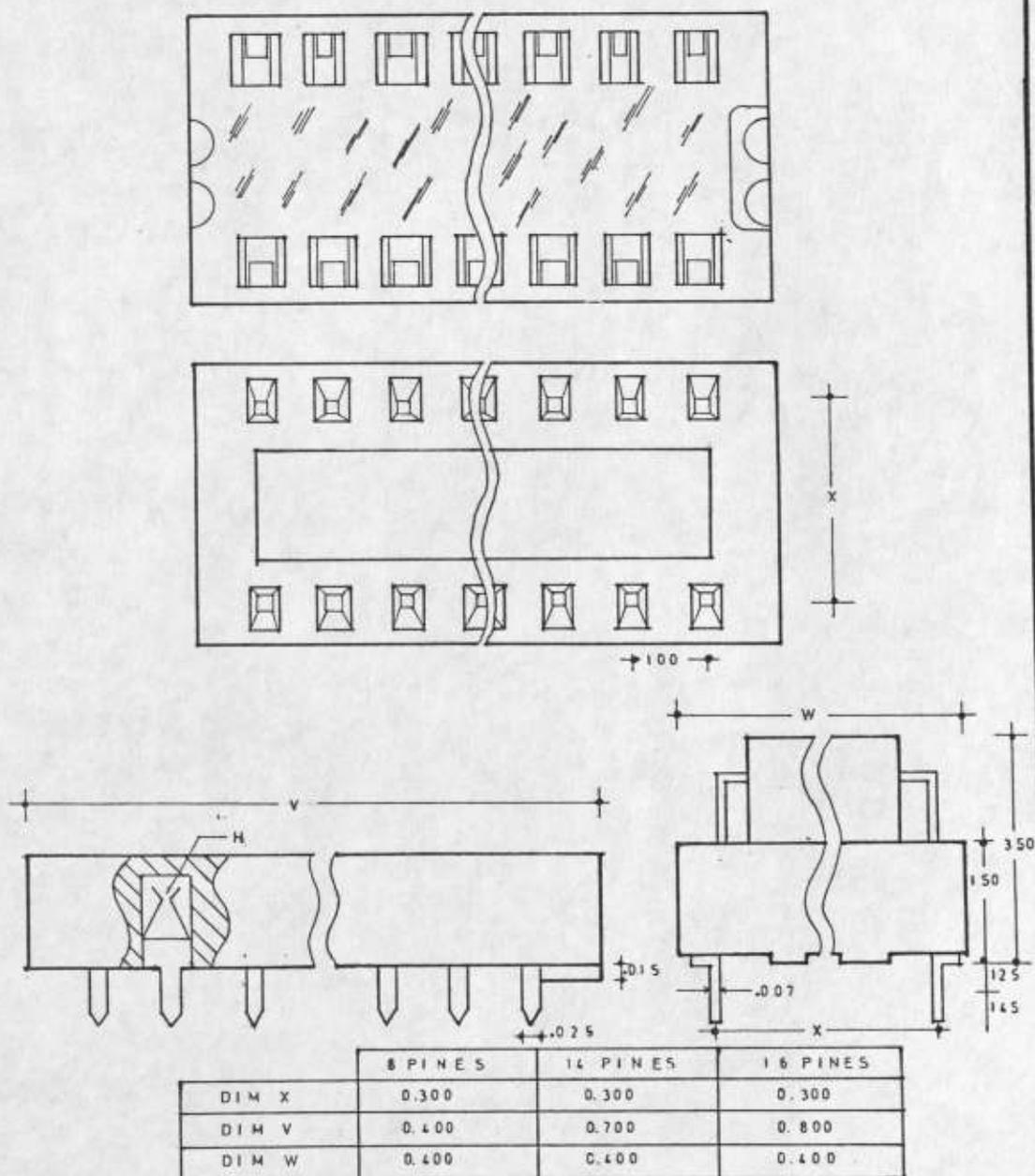


Figura 8.40

CAPITULO IX

PRUEBAS EXPERIMENTALES

En este capítulo se explicarán las pruebas realizadas con el equipo y los problemas encontrados, indicando además la manera cómo se resolvió cada uno de ellos.

Para las pruebas de funcionamiento hubo que construir una fuente de poder regulada de + 5V (Figura 9.1), en cuya salida se utilizó un regulador de voltaje fijo 7805, el cual admite voltajes de entrada de + 7 a + 25V y siempre da una salida de + 5V regulados a los circuitos alimentados y hasta 1.0 amperios si se tiene un disipador de calor apropiado

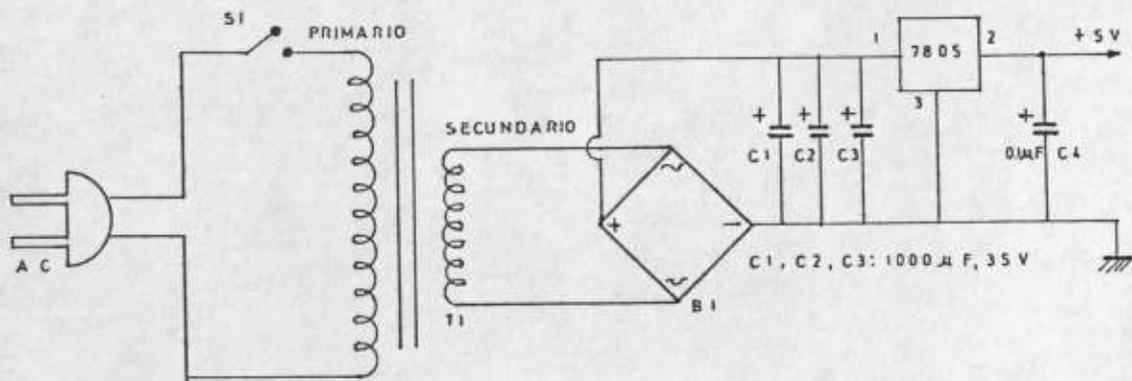


Figura 9.1 FUENTE DE PODER REGULADA DE + 5 VOLTIOS

y una suficiente entrada de corriente disponible. Este circuito tiene una desconexión térmica que apaga el regulador si el disipador térmico fuera muy pequeño.

De los resultados de las pruebas obtenidos inicialmente, se concluyó que había que hacer ciertas modificaciones en los circuitos originales para así lograr obtener los objetivos del generador de sincronismo para televisión.

Los problemas observados fueron de que al tratar de hacer los ajustes de los pulsos horizontales y verticales se notó que no se podían obtener los intervalos de tiempo para el pulso de sincronismo horizontal en lo que respecta a la cornisa frontal (Figura 4.2) y además, que no se podía lograr el ancho de los pulsos ecualizadores (Tabla 4.6), lo que se debería obtener variando los potenciómetros P4 y P6 de los respectivos circuitos integrados B12 y B22 que nos proveen las señales de cornisa frontal para el pulso de sincronismo horizontal y del ancho de los ecualizadores en su orden. Se salvaron estos problemas variando las resistencias fijas R6 y R8 que están en serie con los potenciómetros P4 y P6 indicados. Para el caso de la obtención del intervalo de tiempo para la cornisa frontal del pulso de sincronismo horizontal, se varió el valor de la resistencia R6 puesta originalmente de 5.6 K por una de valor mayor de 8.2 K, lográndose de esta manera variar el ancho del pulso que provee la cornisa frontal para el pulso de sincronismo horizontal al valor indicado en la Figura 4.2.

Para la obtención del ancho adecuado de los pulsos ecualizadores se varió la resistencia R8 fija original de 5.6 K por una de valor menor de 4.7 K, con lo que se logró obtener el valor indicado en la Tabla 4.6. De esta manera, los problemas en lo que respecta a la temporización quedaron solucionados, obteniéndose con precisión los intervalos de tiempo para el pulso de sincronismo horizontal y vertical, valores que fueron observados y medidos en la pantalla del osciloscopio, lográndose así un ajuste óptimo de los pulsos de sincronismo horizontal y vertical.

Otro inconveniente que existía era el producido por la no utilización de capacitores de desacoplamiento que sirven para neutralizar los picos de voltaje producidos por la fuente de poder que ocurren cuando los circuitos integrados (puertas) cambian de estado. Una vez que se utilizó a estos capacitores de desacoplamiento (conectados entre + 5V y tierra) se obtuvieron pulsos de una forma adecuada y gran nitidez a la salida de los conectores coaxiales.

Otros ajustes que se procedieron a realizar son los que tienen que ver con la generación de los pulsos para barras de color (verde, rojo, azul), para lo cual se variaron los valores de los respectivos potenciómetros P9, P10 y P11 de los circuitos integrados D11, D12 y D13 hasta obtener las frecuencias (períodos) correspondientes a cada color, cuyos valores experimentales están indicados a continuación:

Verde = 14,534 Hz

Rojo = 29,038 Hz

Azul = 58,076 Hz

A continuación se calcularán el consumo de corriente por placa y el total, para los valores típicos y máximos mostrados en las hojas de especificaciones técnicas de cada circuito integrado y transistor:

<u>Circuito</u>	<u>Corriente (mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Total (mA)</u>
<u>PLACA A</u>			
7400	12	1	12
7404	12	1	12
7473	10	2	20
7490A	29	3	87
74121	23	1	<u>23</u>
			154
<u>PLACA B</u>			
7400	12	1	12
7410	12	1	12
7473	10	1	10
74121	13	5	<u>65</u>
			99
<u>PLACA C</u>			
7400	12	3	36
7430	12	4	12
7490A	29	3	87
74121	13	1	<u>13</u>
			148

<u>Circuito</u>	<u>Corriente (mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Total (mA)</u>
<u>PLACA D</u>			
7486	30	1	30
74121	23	3	69
ECG128	6	3	<u>18</u>
			117

Corriente de las 4 placas = 154 + 99 + 148 + 117 = 518 mA

$$P = VI = 518 \times 10^{-3} \text{ A} \times 5 \text{ V} = 2.59 \text{ W}$$

La potencia total típica consumida por el equipo es:

$$P = 2.59 \text{ W}$$

<u>Circuito</u>	<u>Corriente (mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Total (mA)</u>
<u>PLACA A</u>			
7400	22	1	22
7404	22	1	22
7473	20	2	40
7490A	42	3	126
74121	40	1	<u>40</u>
			250

<u>Circuito</u>	<u>Corriente (mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Total (mA)</u>
<u>PLACA B</u>			
7400	22	1	22
7410	22	1	22
7473	20	1	20
74121	25	5	<u>125</u>
			189
<u>PLACA C</u>			
7400	22	3	66
7430	22	1	22
7490A	42	3	126
74121	25	1	<u>25</u>
			239
<u>PLACA D</u>			
7486	50	1	50
74121	40	3	120
ECG128	6	3	<u>18</u>
			188

Corriente de las 4 placas = 250 + 189 + 239 + 188 = 866 mA

$$P = VI = 866 \times 10^{-3} \text{ A} \times 5 \text{ V} = 4.33 \text{ W}$$

La potencia total máxima consumida por el equipo es:

$$P = 4.33 \text{ W}$$

De los valores de potencia calculados anteriormente, el que representa el consumo real de potencia es el correspondiente al valor típico; esto es, 2.59 W. Se descarta el valor de potencia máximo, ya que sólo es aplicable en el caso de que todas las puertas de los circuitos integrados estuvieran trabajando simultáneamente, lo cual no ocurre en la práctica.

Para el cálculo de consumo de corriente típico y máximo del transistor ECG 128 se ha considerado la corriente de polarización debido a que este transistor no tenía carga en este equipo, la cual le sería proporcionada por los circuitos que se conecten a continuación en su salida, siendo aquellos circuitos parte del tema de tesis que complementa al presente trabajo. La corriente de polarización se la calculó tomando en consideración que el voltaje colector-emisor medido era de 3.68 voltios, con lo cual se estableció que la corriente de polarización equivalía a dividir 1.32 (5.00 - 3.68) voltios para 220 ohmios que es la resistencia de emisor, siendo el resultado 6 mA. (consumo típico con carga = 150 mA).

El consumo máximo experimental del equipo obtenido en condiciones de trabajo normales fué de 465 mA. Este valor fué obtenido sacando la máxima lectura dada por el amperímetro de un multímetro digital marca FLUKE 8020A.

En las Figuras 9.3, 9.4, 9.5 y 9.6 se muestran los diagramas de circuitos de las placas A, B, C y D.

SIMBOLOGIA:

Los símbolos que se han usado para la representación en los diagramas de circuitos son los establecidos en las regulaciones V32.2 de 1970 del ANSI (American National Standard Institute) y la # 315 de Marzo de 1971 del IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) que muestran la simbología a usarse en planos eléctricos ó electrónicos, y es la siguiente:

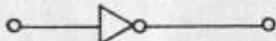
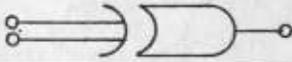
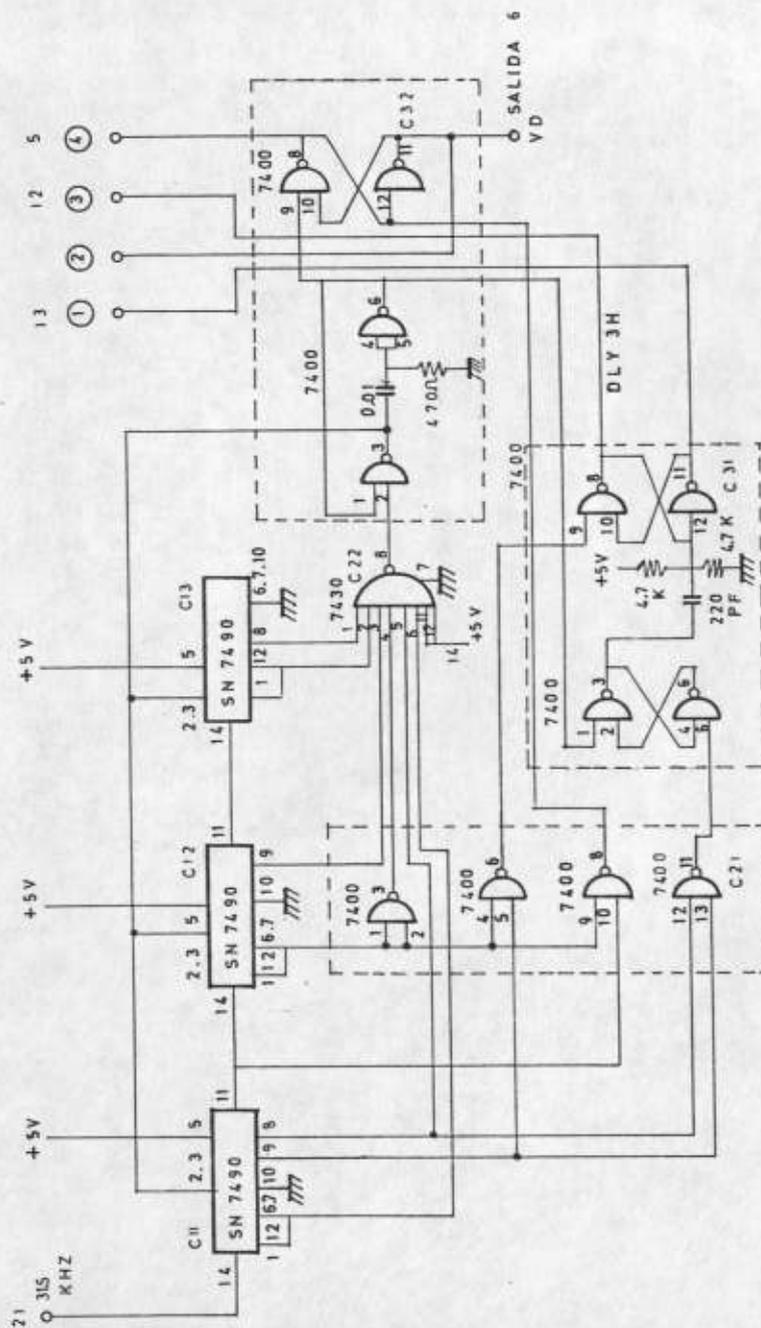
RESISTENCIA	
CONDENSADOR	
TIERRA	
PUERTA NAND	
INVERSOR	
TRANSISTOR NPN	
CRISTAL DE CUARZO	
POTENCIOMETRO	
PUERTA "OR" EXCLUSIVA	

Figura 9.2

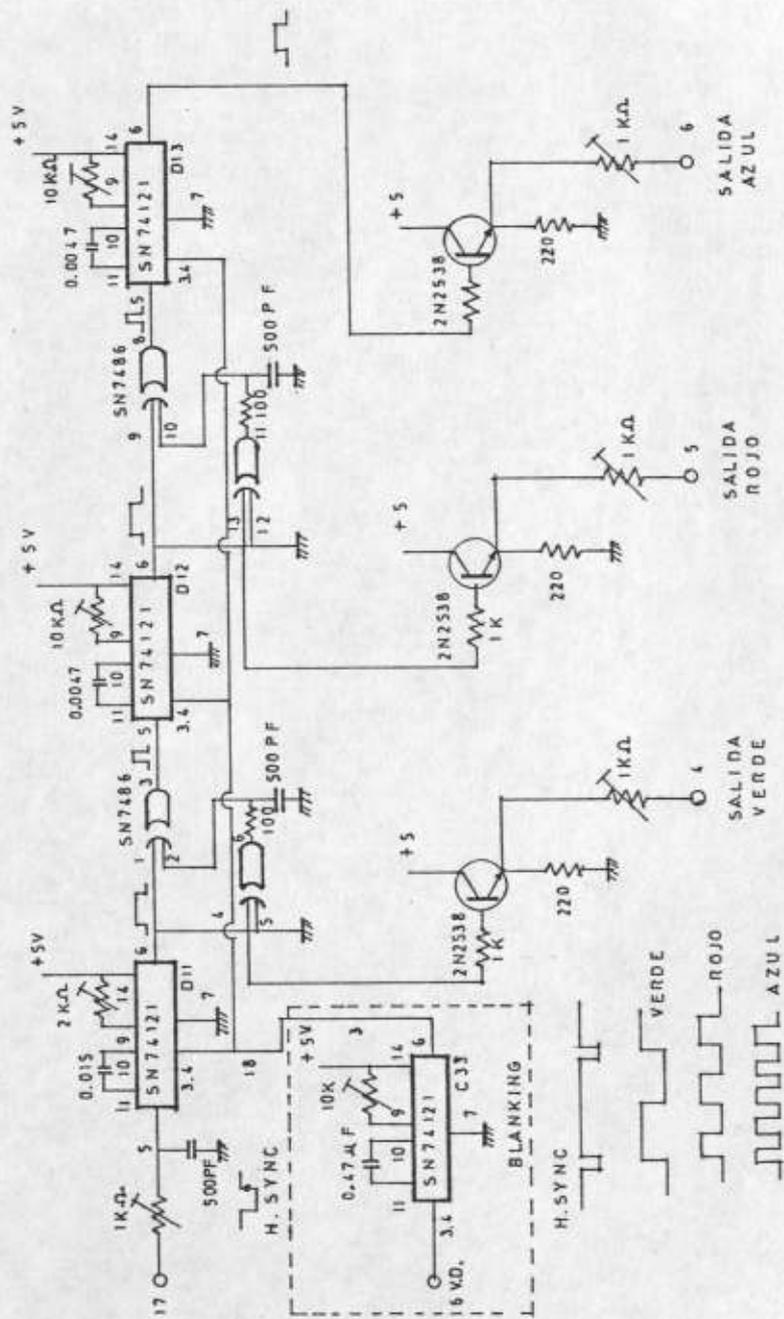
GENERADOR DE SEÑAL DE TV EIA (2)



CIRCUITO C

Figura 9.5

GENERADOR DE PULSO PARA BARRAS DE COLOR



-----Circuito en placa C

CIRCUITO D
Figura 9.6

ECG 128 — 2N2538

CAPITULO X

ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos presente consiste en determinar el costo de producción del equipo, lo cual nos da una medida del gasto. Los elementos del costo son tres: materiales, mano de obra y gastos de fabricación. Se ha hecho consideración únicamente del aspecto de los materiales ya que en lo que respecta a mano de obra y gastos de fabricación se ignoran por cuanto fué construído con recursos humanos propios y además por ser realizado en taller propio, con lo cual no hubo gastos adicionales excesivos, aunque sí se gastó algo en luz, fuerza eléctrica y el desgaste normal de las herramientas (cortadoras, cautín, etc.).

Para este análisis se ha subdividido el total del equipo en 5 partes. La primera de aspectos generales y las cuatro siguientes con las partes constitutivas de cada placa (circuito). Para cada sección se ha detallado un cuadro con tres columnas: Valor unitario dólares, Valor total dólares y Valor total sucres. Al final se ha totalizado el gasto en sucres, lo cual nos indica el costo total del equipo en moneda nacional.

A continuación se procederá a detallar las cinco partes en que está dividido el presente Análisis de Costos:

Aspectos Generales

Elemento	Valor unitario (Dólares)	Valor Total (Dólares)	Valor Total (Suces)
4 tarjetas (placas)	3.69	14.76	1,328.40
4 conectores	2.99	11.96	1,076.40
Alambre telefónico			50.00
Alambre de "wrapping"	2.79	2.79	251.10
2 rieles plásticos			100.00
8 terminales de sujeción			160.00
24 tuercas (anchas)			240.00
8 tuercas (angostas)			40.00
14 conectores coaxiales	1.59	22.26	2,003.40
2 terminales de voltaje	0.695	1.39	125.10
2 juegos de plantillas letras			180.00
Cabina metálica	10.95	10.95	985.50
16 alambres			160.00
Soldadura			50.00
			<hr/> 6,749.90

1a. Tarjeta (placa)

Elemento	Valor unitario (Dólares)	Valor Total (Dólares)	Valor Total (Suces)
3 7490A	1.09	3.27	294.30
2 7473	0.79	1.58	142.20
1 7400	0.69	0.69	62.10
1 7404	0.79	0.79	71.10
1 74121	0.99	0.99	89.10
2 capacitores 470 p _f	0.195	0.39	35.10
1 capacitor 150 p _f	0.195	0.195	17.55
1 capacitor 56 p _f	0.195	0.195	17.55
2 capacitores .1 u _f	0.245	0.49	44.10
1 capacitor variable 30 p _f	0.99	0.99	89.10
1 potenciómetro 10 K	0.59	0.59	53.10
1 potenciómetro 500	0.59	0.59	53.10
1 resistencia 220 1/8W	0.08	0.08	7.20
1 resistencia 100 1/8W	0.08	0.08	7.20
2 resistencias 330 1/8W	0.08	0.16	14.40
1 cristal cuarzo 14.31818Mhz	50.00	50.00	4,500.00
8 bases para circuitos inte grados	0.485	3.88	<u>349.20</u>
			5,846.40

2a. Tarjeta (placa)

Elemento	Valor unitario (Dólares)	Valor Total (Dólares)	Valor Total (Suces)
5 74121	0.99	4.95	445.50
1 7473	0.79	0.79	71.10
1 7400	0.69	0.69	62.10
1 7410	0.79	0.79	71.10
4 capacitores 470 p _f	0.195	0.78	70.20
1 capacitor 47 p _f	0.195	0.195	17.55
1 capacitor 330 p _f	0.195	0.195	17.55
2 capacitores .1 u _f	0.245	0.49	44.10
1 capacitor 82 p _f	0.195	0.195	17.55
5 potenciómetros 10 K	0.59	2.95	265.50
2 resistencias 8.2 K	0.08	0.16	14.40
2 resistencias 5.6 K	0.08	0.16	14.40
1 resistencia 4.7 K	0.08	0.08	7.20
8 bases para circuitos integrados	0.485	3.88	349.20
			<hr/> 1,467.45

3a. Tarjeta (placa)

Elemento	Valor unitario (Dólares)	Valor Total (Dólares)	Valor Total (Suces)
3 7490A	1.09	3.27	294.30
1 7430	0.79	0.79	71.10
3 7400	0.69	0.69	62.10
1 74121	0.99	0.99	89.10
3 capacitores .1 u ϕ	0.245	0.735	66.15
1 capacitor .47 u ϕ	0.79	0.79	71.10
1 capacitor 220 p ϕ	0.195	0.195	17.55
1 capacitor .01 u ϕ	0.195	0.195	17.55
1 potenciómetro 10 K	0.59	0.59	53.10
2 resistencias 4.7 K	0.08	0.16	14.40
1 resistencia 470 1/8W	0.08	0.08	7.20
8 bases para circuitos integrados	0.485	3.88	349.20
			<hr/> 1,112.85

4a. Tarjeta (placa)

Elemento	Valor unitario (Dólares)	Valor Total (Dólares)	Valor Total (Suces)
3 74121	0.99	2.97	267.30
1 7486	0.25	0.25	22.50
1 capacitor .015 u _f	0.195	0.195	17.55
2 capacitores 4700 p _f	0.79	1.58	142.20
3 capacitores 500 p _f	0.79	2.37	213.30
1 capacitor .1 u _f	0.245	0.245	22.05
1 potenciómetro 2 K	0.59	0.59	53.10
2 potenciómetros 10 K	0.59	1.18	106.20
4 potenciómetros 1 K	0.59	2.36	212.40
2 resistencias 100	0.08	0.16	14.40
3 resistencias 1 K	0.08	0.24	21.60
3 resistencias 220	0.08	0.24	21.60
3 transistores ECG 128	0.89	2.67	240.30
4 bases para circuitos integrados	0.485	1.94	174.60
			<hr/> 1,529.10

Sumando los valores de cada una de las 5 secciones tenemos:

S/. 6,749.90
5,846.40
1,467.45
1,112.85
<u>1,529.10</u>
S/. 16,705.70

Hay que hacer la acotación de que para obtener el valor total en sucres se calculó a S/.90 el dólar.

Notamos que el elemento más costoso es el cristal de cuarzo, que fué mandado a hacer en Savoy Electronics, Inc., 1175 N.E. 24th Street, P.O. Box 5727, Fort Lauderdale, Florida 33310, U.S.A. El valor mínimo de pedido era de US\$ 50 (S/.4.500), que fué el valor pagado por este cristal especial de 14.31818 Mhz.

El elemento que le sigue en costo es la caja metálica de Radio Shack, cuyo valor fué de US\$ 10.95 (S/.985.50).

Los demás elementos tienen valores menores normales, que sumados todos ellos dan un total de S/.16,705.70, que es el costo total del Generador de Sincronismo para Televisión.

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

El Generador de Sincronismo para televisión que se ha construido es una parte constitutiva importante de los sistemas de TV (video).

El Generador de Sincronismo provee la coordinación electrónica del sistema de transmisión de televisión entera. Esto significa que los tubos de imagen del receptor y monitor empiezan muestreando una línea particular al mismo tiempo como muestrea la cámara, barre la línea en la misma razón de tiempo, comienza el retraso de derecha a izquierda al mismo tiempo, blanquea este retraso al mismo tiempo y retorna el haz desde la parte inferior derecha a la parte superior izquierda al mismo tiempo para el comienzo del siguiente campo. Los tubos de imagen del receptor y monitor tienen su propia deflexión y blanqueo en sincronismo con aquellos en la cámara.

Es comprensible, entonces, que el generador de sincronismo sea más bien complejo en función. Debe generar no sólo pulsos temporizados precisamente sino también pulsos formados correctamente.

De lo expuesto anteriormente se deduce que los objetivos del presente trabajo fueron cumplidos a cabalidad ya que la temporización y formación de pulsos de sincronismo para televisión se la realiza de manera correcta y ajustada a los requerimientos de un sistema de televisión.

El generador de sincronismo construido tiene características modernas y posee algunas ventajas sobre los primeros generadores de sincronismo usados; a continuación se exponen estas ventajas:

- Los elementos usados son componentes electrónicos y como tales tienen una alta confiabilidad en el funcionamiento, esto a la vez reduce el tiempo requerido en mantenimiento ó reparaciones de fallas.
- Emplea circuitos de tecnología TTL que poseen un bajo consumo de potencia y amplio rango de temperatura de operación.
- El ajuste de los pulsos de sincronismo se lo realiza por medio de elementos electrónicos (potenciómetros) accesibles al operador que es tá realizando esta función.
- El costo del equipo se puede considerar aceptable y este precio puede ser aún menor si se llegan a construir algunas unidades de este tipo.
- Su utilización no requiere disposiciones especiales y únicamente se hace necesario el uso de fuentes de poder con bajos porcentajes de rizo, es decir, para su trabajo se necesita una fuente de voltaje regular de + 5 voltios.

- Este equipo permitirá disponer en laboratorio de todos los pulsos de sincronismo de video necesarios para el efecto de sincronización de señales de video.
- El oscilador maestro del generador de sincronismo para TV parte de la frecuencia de 14.31818 Mhz, lo cual permitirá tener una exacta referencia para un conversor análogo-digital de video.

G L O S A R I O

AND : Un operador lógico que tiene la propiedad de que si P es una sentencia y Q es una sentencia, luego P y Q es verdadera si ambas sentencias son verdaderas, pero es falso si cualquiera ó ambas son falsas. La verdad es normalmente expresada por el valor 1, y la falsedad por el valor 0.

Back Porch : Porción de la señal de video compuesta en el nivel de "blanking" y entre el filo de terminación del pulso de sincronismo horizontal y el filo de terminación del pulso de "blanking" horizontal (H blanking).

Binario : Una característica, propiedad, ó condición en la cual hay dos posibles alternativas. En el caso del sistema binario que usa el número 2 como su base, utiliza sólo los dígitos cero (0) y uno (1).

Bit : Un dígito binario, 0 ó 1, representados por la condición (set ó clear) de un estado.

Blanking : Pulsos de tal amplitud como para cortar el haz en el tubo de rayos catódicos. Este pone el nivel del negro de la señal.

Burst : Una señal que consiste de 8 a 10 ciclos de 3.5795452 Mhz de referencia, usada para sincronizar la información de color del receptor con la transmitida. Esta es anulada durante el intervalo de 9 líneas en el comienzo del V Blanking.

Caracter : Un símbolo de un conjunto de símbolos elementales. Los símbolos usualmente incluyen los dígitos decimales desde 0 hasta 9, las letras desde la A hasta la Z, signos de puntuación, símbolos de operación y cualquier otro símbolo que un computador pueda leer, almacenar o escribir.

Clear : Restaurar un almacenamiento o dispositivo de memoria al estado cero.

Clock : Un dispositivo de temporización maestro usado para proveer la secuencia de pulsos básicos para la operación de un computador síncrono.

Código : Un sistema de símbolos para comunicación significativa (útil).

Contador : Un dispositivo capaz de incrementar o disminuir sus propios contenidos al recibir señales de entrada separadas.

Código Decimal Binario : Notación en la cual cada elemento del sistema decimal es representado por un número fijo de posiciones binarias. Abreviado BCD.

Dígito : Un carácter de un conjunto de números.

Driving : Pulsos (señales) que manejan los generadores de muestreo en las cámaras en el estudio.

Enable : La aplicación de un pulso que prepara un circuito para alguna

acción subsecuente.

Encoder : Un dispositivo capaz de trasladar desde un método de expresión a otro. Tal es el caso del dispositivo que transforma las señales de video originales de R, G y B en una señal de luminancia y una señal de crominancia para transmisión.

Ecuilibradores : Una serie de pulsos, 6 antes y 6 después de los pulsos de sincronismo vertical dentados a 2 veces la frecuencia de línea (31,500 Hz). Ellos son usados para asegurar temporización correcta del retraso vertical en el receptor para un entrelazado apropiado de las líneas muestreadas.

Field (campo) : Un muestreo completo del cuadro saltando una línea, incluyendo retraso a la parte superior del cuadro. La razón en la cual los campos (fields) de televisión son transmitidos es de 60 campos por segundo (60 Hz) según las normas del FCC.

Flip-Flop : Un dispositivo biestable, es decir un dispositivo capaz de asumir cualquier de dos estados estables.

Frame : Un cuadro completo. En el método entrelazado de muestreo, un frame consiste de dos campos, cada campo contiene líneas alternadas.

Front Porch : La porción del intervalo de "blanking" horizontal entre el filo de inicio del H Drive y el filo de inicio del pulso de sincronismo horizontal.

H Blanking : El acto de cortar el haz de electrones en el fin de cada línea muestreada para el intervalo de retraso.

H Sync : Un pulso de forma rectangular arriba del nivel de pedestal,

el propósito del cual es temporizar el muestreo horizontal en el receptor con el de la cámara en el estudio.

H Drive : Pulso que maneja los generadores de muestreo en las cámaras en el estudio.

Lógica : La ciencia que trata con el criterio o principios formales de razonamiento y pensamiento.

Muestreo entrelazado : Un método de muestreo en el cual una mitad del total de líneas (262.5 líneas) son muestreadas en un campo (líneas moderadas pares), y la otra mitad del número total de líneas son muestreadas en el siguiente campo (líneas numeradas impares). Así, líneas adyacentes de un cuadro completo (un frame) pertenecen a campos sucesivos.

Nivel del Negro : La amplitud de la portadora de video modulada en la cual el haz en el tubo de rayos catódicos es apagado para que las líneas de retraso (las cuales son apagadas durante el intervalo de "blanking") no sean visibles sobre la pantalla del tubo.

OR Exclusive : Un operador lógico que tiene la propiedad de que si P y Q son dos sentencias, luego la sentencia $P \text{ ó } Q$ es verdadera si P, Q, ó ambas son verdaderas, y falso si ambas son falsas.

Onda diente de sierra : Una forma de onda que se eleva linealmente con el tiempo entre dos valores de amplitud y tiene un retorno lineal más rápido al valor mínimo.

Pedestal : El nivel de la señal de video en el cual ocurre el blanqueo de las que muestrea el tubo de imagen.

Picture element (elemento de cuadro) : La parte más pequeña de un cua-

dro que puede ser definido por el sistema muestreado. Su medida no puede exceder el ancho de línea nominal.

Razón de muestreo : La razón en la cual mediciones de cantidades físicas son hechas.

Retraso : El retorno del haz de electrones después del muestreo horizontal o vertical para empezar una nueva línea o campo.

Scanning (muestreo) : El proceso de analizar de acuerdo a una secuencia predeterminada los valores de luz de los elementos del cuadro que constituyen el área total del cuadro. Esta función la realiza un circuito electrónico que genera una onda de diente de sierra.

Señal de video compuesta : La forma de onda visual completa compuesta de información de cuadro, pulsos de "blanking", pulsos de sincronismo y pulsos ecualizadores.

Subportadora : Señal a una frecuencia de 3.5795452 Mhz y que se utiliza en la generación de señal de video de color.

Sweep (barrido) : La acción por la cual el haz de electrones se mueve de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo sobre el área a ser muestreado.

Sync : El mantenimiento de una operación en etapas con otra. Los pulsos (generados, formados y temporizados por el generador de "Sync") que mantienen el muestreo horizontal y vertical en los monitores y receptores en etapa con los de la cámara, son llamados pulsos de "Sync".

Sync, Generador de : La unidad que genera pulsos de control temporizados apropiadamente y los arregla en una forma de onda de sincronismo.

Tabla : Una colección de datos en una forma apropiada para referencia lista escrita en la forma de un arreglo de filas y columnas para facilidad de entrada y en la cual una intersección de filas y columnas sirve para localizar un pedazo específico de datos o información.

Tabla de verdades : Una representación de una función cambiante o función de verdades, en la cual cada posible configuración de argumento de valores 0 y 1 o verdad y falso es listado y además cada uno está dado por el valor de función asociado. El número de configuraciones es 2^n , donde n es el número de argumentos.

Toggle : (1) flip-flop. (2) que pertenece a un switch manualmente operado (on-off), es decir un switch de dos posiciones. (3) Pertenece a un flip-flop o acción biestable.

Transmisión negativa : Una transmisión que resulta de modulación negativa del transmisor visual (un incremento en el contenido de luz del cuadro resulta en una disminución en la amplitud de portadora).

Transmisión de banda lateral vestigial : Un sistema de transmisión en el cual una de las bandas laterales generadas es parcialmente suprimida en el transmisor.

Triggering : El acto de arrancar una acción en un circuito. El circuito luego continúa la función por un tiempo predeterminado bajo control de sus propias constantes de tiempo.

Vector : Una cantidad que tiene magnitud y dirección, en contraste con un escalar, el cual tiene sólo magnitud.

Video : Una señal que contiene información de cuadro.

V blanking : Pedestales de duración más larga que los pulsos de H blanking, son transmitidos en el mismo nivel del negro en la frecuencia vertical de 60 Hz. Su propósito es llevar al tubo dentro de la región del corte obscureciéndolo durante el tiempo del retraso vertical.

V drive : Esta señal consiste de pulsos rectangulares que tienen duración más larga que los pulsos de H drive y que ocurren en la frecuencia vertical de 60 Hz. Estos pulsos son únicamente alimentados a la cámara y ellos disparan el generador de diente de sierra vertical de la cámara. Ellos son usados también para disparar el generador de blanqueo (blanking) de la cámara, siendo de esta manera blanqueado el trazo de retorno vertical del tubo.

V Serr : Pulsos dentados del intervalo del pulso de sincronismo vertical; son utilizados para mantenimiento del sincronismo horizontal durante el intervalo de V blanking. Ocupan un intervalo de $3H$ (correspondiente a dos veces la frecuencia de línea). Son pulsos de más larga duración que los pulsos de sincronismo horizontal siendo generados en la frecuencia vertical de 60 Hz. Ellos son apropiadamente colocados en tiempo sobre los pedestales verticales, o pulsos de blanking. Son también usados para disparar el generador de barrido vertical en el receptor, iniciando el retorno del haz de muestreo desde el fondo a la parte superior de la pantalla en el final de cada campo.

V Sync : Lo mismo que V Serr.

BIBLIOGRAFIA

1. HAROLD E. ENNES, *Television Broadcasting: Equipment, Systems, and Operating Fundamentals*, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, Indiana, 1981. Consulta general, capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6.
2. TEXAS INSTRUMENTS, *The TTL Data Book*, Texas Instruments Incorporated, Texas, 1976.
3. MILTON S. KIVER y MILTON KAUFMAN, *Televisión Simplificada* (traducción del inglés del libro *Television Simplified*), Litton Educational Publishing Inc., U.S.A.; capítulos 16 y 21.
4. WILLIAM I. FLETCHER, *Diseño Digital: un método sistematizado*, página 301.
5. FORREST M. MIMS III, *Engineer's Notebook II*, páginas 39, 70 y 96.
6. HAROLD E. ENNES, *Digitals in Broadcasting*, Howard W. Sams & Co., Inc. Indianapolis, Indiana, 1977; páginas 189, 288 y 289.



A.F. 142022