

21 870115
24°

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DESARROLLO DE UN OSCILOSCOPIO DE
ESTADO SOLIDO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

OSCAR ALEJANDRO TOPETE NAVARRO

GUADALAJARA, JALISCO. 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES	3
CAPITULO II	
TEORIA BASICA DEL OSCILOSCOPIO	16
CAPITULO III	
DESARROLLO	27
CAPITULO IV	
COSTO DE PRODUCCION	61
CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFIA	66

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

El uso del osciloscopio se ha hecho de gran importancia en cualquier laboratorio que se relacione con alguna de las ramas de la electrónica. Su uso consiste, principalmente, en obtener el valor de uno o varios voltajes; esto depende del número de canales, con una amplia selección de frecuencia de oscilación.

Es fácilmente observable la marcada diferencia que existe entre un voltímetro y un osciloscopio. El voltímetro se ha diseñado para medir el valor del voltaje para el caso en que la frecuencia sea cero (corriente continua) y para frecuencias predeterminadas; las más comunes: 50 ó 60 Hertz. Mientras que en un osciloscopio las frecuencias se pueden escoger, determinar algunas veces, en un rango bastante amplio.

Otra ventaja consiste en observar la forma de onda; esto es, determinar sus valores mínimos y máximos y saber si se trata de una sinusoidal, cuadrada, diente de sierra, etcétera.

Lo que me motivó a escoger este tema de tesis es -- que, para la adquisición de un osciloscopio se debe contar con un elevado recurso económico debido a que éste emplea una circuitería muy compleja y muy cara, además de incluir el tubo de rayos catódicos.

Otra característica que tiene un osciloscopio de estado sólido es la ventaja de ser portátil, debido a que, como se ha señalado, carece de rayos catódicos como monitor. Además de estas virtudes cuenta con la cualidad de poder -- ser alimentado por una fuente de bajo voltaje, esto es, de

5 a 9 Volts.

En otras palabras, aunque la exactitud de un osci -
loscopio de estado sólido no es tan alta como el de uno de
cristal de cuarzo, de reciente aparición en el mercado, con
otra ventaja (también es portátil y es casi tan exacto como
el de CRT) y la desventaja de que es sumamente caro, su pre
cio es de unas 4 a 6 veces el valor de uno del tipo de ra -
yos catódicos, es notablemente económico cuando se compara
con cualquiera de éstos, su precio varía conforme a la exac
titud deseada.

En conclusión, es el fin primordial el hacer este -
desarrollo con mira a mostrar lo altamente costeable que re
sulta ser este aparato en casos de no mucha precisión como
lo es el caso del estudiante o aficionado a la electrónica.

CAPITULO I

GENERALIDADES

BASE TEORICA

Para poder desarrollar nuestro estudio en forma adecuada nos es necesaria una fundamentación teórica que a continuación detallaremos en forma elemental. (fig. N° 1).

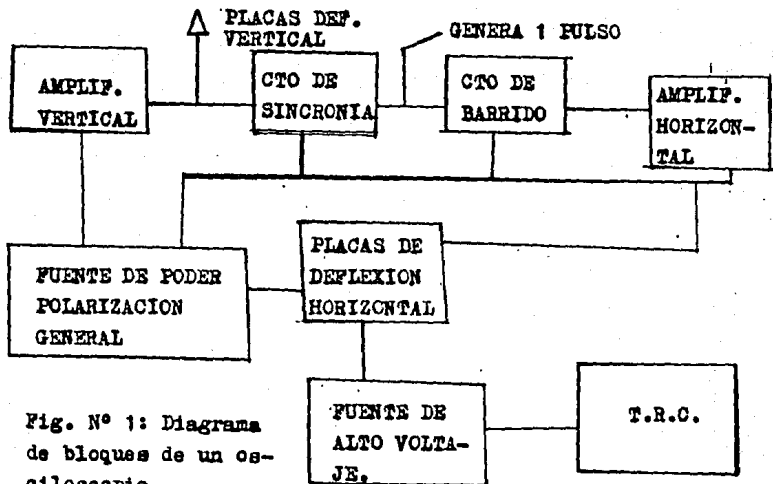


Fig. N° 1: Diagrama de bloques de un osciloscopio.

Como podemos observar, la primera etapa por la cual se procesa la señal es el amplificador vertical (es aquí en los amplificadores donde se determinan el ancho de banda y sensibilidad). Este amplificador tiene la función de hacer variable la sensibilidad, esto es, el desplazamiento en centímetros por Volt, mediante el selector de Volts/División y en forma continua mediante el control variable.

Luego de que la señal ha pasado por el amplificador vertical ésta es enviada a las placas deflectoras verticales, simultáneamente se manda al Circuito de Sincronía. La función de este circuito consiste en "congelar" una imagen sobre la pantalla.

Después de que la onda pasa por el circuito de sincronía se emite un pulso, luego la señal pasa al Circuito de Barrido. En esta etapa llamada también base de tiempo se generan voltajes que varían en proporción al tiempo, de modo que cierto intervalo quede representado por un desplazamiento horizontal determinado.

Este amplificador se utiliza para amplificar, generalmente la señal de barrido. Este es normalmente de menor sensibilidad y respuesta en frecuencia que el Amplificador Vertical.

Las placas deflectoras es la última parte en el procesamiento de la onda; en ésta, dependiendo de la respuesta de los amplificadores, se hace variar el ángulo de incidencia del rayo producido por el cañón de electrones con respecto a la pantalla.

EL TUBO DE RAYOS CATODICOS

El tubo de rayos catódicos es la parte fundamental del osciloscopio. Sus elementos principales son la pantalla de fósforo, las placas deflectoras y el cañón de electrones, dispuestos en un tubo al alto vacío como se muestra en la siguiente figura N° 2.

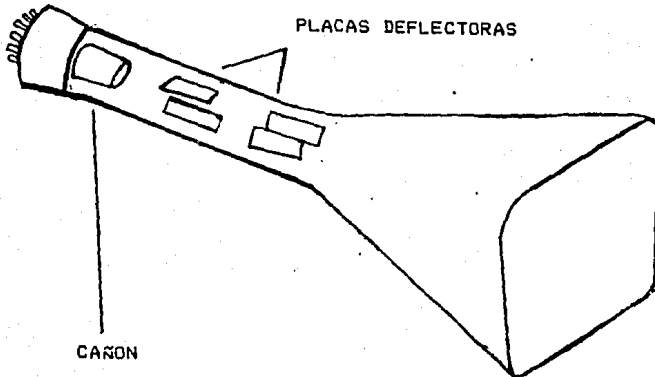


Figura N° 2: Detalle de partes elementales de un tubo de rayos catódicos.

La pantalla consiste en una capa de fósforo en la cara interna del frente del TRC; que al ser bombardeada con electrones emite luz (fluorescencia). Esta emisión continúa momentos después de cesar el bombardeo, dando cierto tiempo de persistencia.

De cerca de 40 tipos de fósforos para TRC sólo unos cuantos son útiles en osciloscopios. Los colores disponibles son el blanco, amarillo, naranja, verde azul y combinaciones de ellos, con persistencias desde menos un microsegundo hasta más de un minuto. Por la respuesta del ojo se prefieren los colores verdes, con persistencias de 50 microsegundos a 50 milisegundos típicas, de acuerdo a las aplicaciones.

Para mejorar la brillantez de imagen se acostumbra aluminizar la parte posterior de la pantalla, de modo que la mayor parte de la luz se dirija al operador.

EL CAÑON DE ELECTRONES.

Ubicado al otro extremo del TRC, en el cuello del mismo, el cañón de electrones es el encargado de proveer un fino haz de electrones de alta velocidad para bombardear la pantalla. Fundamentalmente consta de un filamento calefactor, un cátodo, una rejilla de control y dos ánodos.

El cátodo es calentado indirectamente por el filamento, enrollado en forma de espiral doble para neutralizar su campo magnético, y unido térmicamente pero eléctricamente aislado. El cátodo en sí es un cilindro de níquel con un extremo cóncavo recubierto con sulfato de bario o algún óxido que promueva la emisión de electrones por calentamiento, lográndose de esta forma una nube o carga espacial a su alrededor.

El siguiente elemento es la rejilla de control, de forma cilíndrica y cubierto parcialmente al cátodo. Aunque no es en realidad una rejilla, conserva el nombre por su función de control de los electrones emitidos, controlando

su voltaje negativo puede variarse la intensidad de la emisión hasta incluso anularla. Además, ayuda a concentrar -- los electrones sobre su eje, dejándolos escapar por un pe -- queño orificio formando un haz.

La influencia de la rejilla sólo alcanza una corta distancia, quedando el haz bajo control del primer ánodo, -- también llamado ánodo de enfoque. Este ánodo se mantiene -- a un voltaje positivo, del orden del utilizado en las pla -- cas de bulbos comunes, y atrae a los electrones que emergen de la rejilla de control. También de forma cilíndrica, en su entrada tiene un pequeño orificio y su salida aparece to -- talmente abierta, variando su voltaje con el control de enfoque se logra controlar el grueso del haz.

Posterior en la trayectoria aparece el segundo ánodo o ánodo acelerador, encargado de aumentar la velocidad -- de los electrones en su movimiento hacia la pantalla median -- te un potencial positivo muy alto. Asociado a este alto po -- tencial existe un recubrimiento interno en el tubo, normalmente de grafito, utilizado para completar el circuito del haz de electrones hacia la fuente de voltaje y el cátodo -- que además permite recoger los electrones desprendidos por emisión secundaria dado el bombardeo y sirve como blindaje. Este recubrimiento se conoce con el nombre de Aquadag.

La aceleración lograda con el cañón de electrones -- es la adecuada para osciloscopios de baja frecuencia, hasta unos 5 MHz; para mayores frecuencias se requiere más ener -- gía de impacto sobre la pantalla para buena intensidad del trazo.

Una solución sería aumentar los potenciales en el -- cañón, pero también habría que alterar las placas deflecto -- ras en su área o voltajes y esto anularía cualquier ventaja.

La mejor solución entonces es una aceleración posterior a la deflexión.

El método más sencillo consiste en una espiral re-sistiva enrollada internamente conectada a un potencial positivo en el extremo de la pantalla para lograr una aceleración progresiva de los electrones. Su principal desventaja es que requiere de tubos muy largos.

Otra forma más adecuada de crear los gradientes de potencial emplea una malla semi-esférica posterior a las --placas deflectoras y conectada al potencial del cañón, estableciéndose un fuerte campo electrostático entre la malla y el recubrimiento interno del TRC. Con el alto potencial positivo del recubrimiento se forma un campo esférico por la malla, de modo que los electrones son acelerados sin cam--biar su dirección. Los tubos equipados con este sistema --tienen menos de la mitad de largo que los que utilizan la --espiral.

LAS PLACAS DEFLECTORAS.

El haz del cañón de electrones viaja en línea recta y forma un pequeño punto en la pantalla, que sin influen --cias externas debe aparecer centrado. Para que sea útil este haz debe poderse mover en todas direcciones en forma controlada.

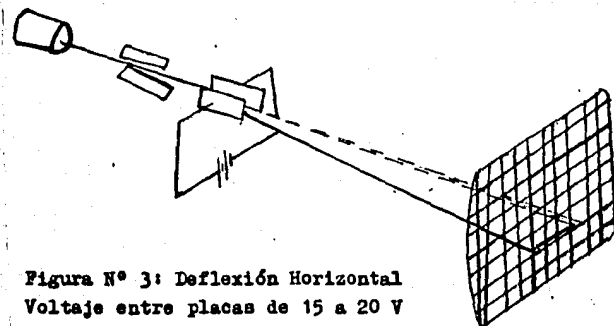
Existen dos formas de lograr la deflexión; la elec-tromagnética y la electrostática. La deflexión electromag-nética es la utilizada en los tubos de imagen de TV, logra-da mediante bobinas exteriores alrededor del tubo. Aunque la resolución obtenible es superior, el hecho de que el ta-maño de las bobinas se incrementa con la frecuencia limita

su aplicación aproximadamente a 5 MHz y es poco utilizada.

La deflexión electrostática, más común en osciloscopios, opera bajo el principio de que cargas diferentes se atraen y cargas iguales se repelen. Para lograr esto, se instalan placas deflectoras dentro del cuello del tubo, después del cañón de electrones. Al aplicar un potencial a las placas el haz de electrones se alejará de la negativa y tenderá a la positiva lográndose una deflexión proporcional al voltaje aplicado. Para evitar cambios de aceleración, y por lo tanto de brillantez, el cambio del potencial en conjunto debe ser nulo, con una placa positiva y otra negativa en igual magnitud respecto a cierta referencia.

Por lo general, las placas para deflexión vertical son las más cercanas al cañón de electrones y lejanas a la pantalla, requiriendo menor deflexión angular para una misma distancia sobre la pantalla en relación a las placas horizontales.

Un TRC típico requiere de 8 a 12 Volts de diferencia de potencial entre las placas verticales para un desplazamiento de 1 cm del haz sobre la pantalla (10 V/cm aprox), mientras que para deflexión horizontal requiere de 15 a 20 V/cm. Fig. N° 3.



**Figura N° 3: Deflexión Horizontal
Voltaje entre placas de 15 a 20 V
por centímetro.**

Con una pantalla de 8 x 10 cm y una sensibilidad -- vertical de 10 V/cm se requieren 80 Volts para cubrir todo el espacio vertical. Para 18 V/cm horizontales se necesitan 180 Volts para todo el recorrido.

La figura número 4 ilustra la posición del punto luminoso sobre la pantalla para diferentes voltajes constantes aplicado a las placas deflectoras. Las placas deflectoras montadas horizontalmente se denominan verticales puesto que su función será la de subir o bajar el haz, mientras -- que las montadas verticalmente se encargan del movimiento horizontal.

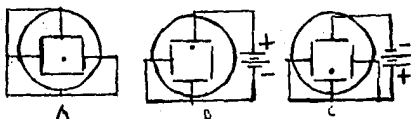
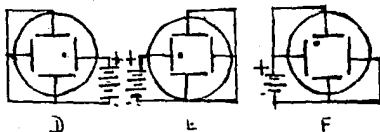


Figura N° 4:

EFEECTO DEL VOLTAJE
DE PLACAS SOBRE EL
HAZ DE ELECTRONES.



En caso de no existir diferencia de potencial, las placas deflectoras no alteran la trayectoria original del haz y el punto debe localizarse al centro. Cuando se aplica voltaje entre dos placas, el haz será atraído hacia la positiva en forma proporcional a la magnitud del potencial, como ya se ha descrito. Combinando el efecto de las cuatro

placas, el punto luminoso puede ser colocado en cualquier sitio de la pantalla.

Variando rápida y alternadamente el voltaje aplicado a un juego de placas, se puede mover el punto rápidamente de forma que aparezca como una línea, gracias a la persistencia del ojo y la pantalla. Con voltajes variables en ambos juegos de placas formaremos todo tipo de figuras imaginables. En aplicaciones tradicionales el movimiento horizontal está relacionado con el tiempo y el vertical con la magnitud de señales; por ejemplo, sin movimiento horizontal una onda senoidal aparecería como una línea recta vertical.

Físicamente las placas deflectoras se comportan como capacitores, imponiendo una limitación a la frecuencia de operación de acuerdo a su valor. Típicamente las capacitancias son del orden de 5pF y forman circuitos RC con los amplificadores relacionados, por lo que no pueden cargarse y descargarse en forma instantánea, limitando el ancho de banda del osciloscopio y la fidelidad con que presentará -- ciertas formas de onda.

BARRIDO HORIZONTAL.

La imagen más sencilla que puede lograrse con un osciloscopio es una recta horizontal a través de la pantalla. La forma de obtenerla se ilustra a continuación, en la figura N° 5.

Placas deflectoras hor.

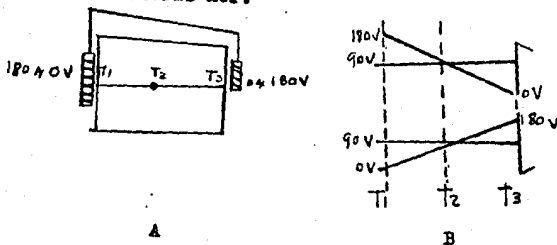


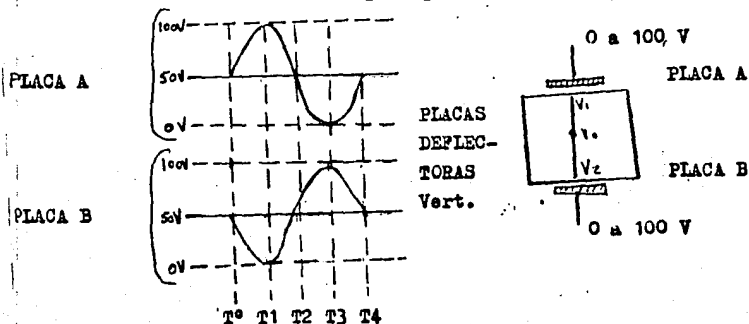
Figura N° 5

En T_1 la placa izquierda tiene 180 V contra 0 V en la derecha, y el punto está de ese lado. Con el tiempo el voltaje izquierdo se reduce y el derecho aumenta en igual proporción, hasta que en T_2 no hay diferencia (ambas tienen 90 V) y el punto aparece al centro. En T_3 las condiciones se han invertido, con el punto a la derecha donde ahora se tienen los 180 V . Posterior a T_3 el punto es obligado a regresar rápidamente a la izquierda para repetir el ciclo, pudiendo aparecer como una línea recta si la repetición es --frecuente. El regreso rápido se denomina retroceso o retraso (flyback).

DEFLEXION VERTICAL.

El funcionamiento de las placas deflectoras verticales es el mismo que el de las horizontales. Consideremos los voltajes mostrados a continuación actuando sobre las --placas. Fig. N° 6.

Fig. N° 6: Representación gráfica de voltaje para placas deflectoras verticales.



Para T⁰ ambas placas están a 50 V y el punto aparece al centro de la pantalla. A partir de este momento, la placa superior comienza a volverse más positiva mientras la inferior se vuelve menos positiva, ocasionando que el punto en la pantalla suba hasta la altura máxima, dada por los 100 V sobre la placa superior (A) y 0V en la inferior (B), en el tiempo T₁. Entonces el voltaje en A comienza a decrecer y el de B aumenta, pasando el punto de nuevo por el centro (T₂) y bajando al máximo en T₃, para luego regresar al centro en T₄. La repetición continua de este ciclo origina una recta vertical sobre la pantalla.

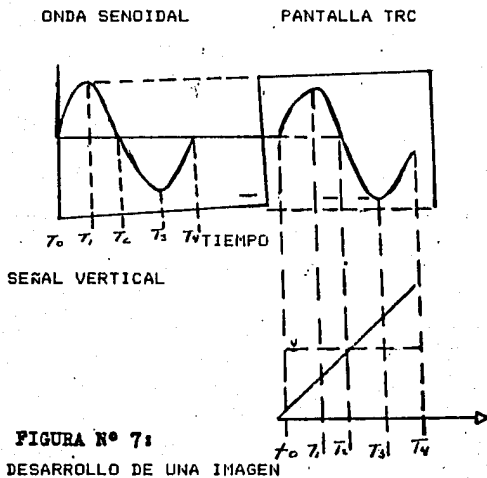
Debido a que para la deflexión vertical se requiere menor voltaje, su respuesta de frecuencia es superior pues la carga de la capacitancia asociada a las placas se logra en menor tiempo.

Para que las funciones explicadas hasta el momento sean de utilidad, las deflexiones deben sincronizarse ade-cuadamente para lograr las gráficas X-Y deseadas según la aplicación.

DESARROLLO DE IMAGENES.

Conociendo cómo podemos realizar movimientos del punto luminoso sobre el eje X (horizontal) y el eje Y (vertical), veamos ahora cómo se combinan para lograr una imagen.

Para representar un ciclo de una onda senoidal, la señal vertical debe ser también senoidal y la horizontal debe ser una rampa lineal que vaya del mínimo al máximo voltaje en el tiempo de duración del ciclo, bien sea sincronizada como se muestra en la siguiente figura N° 7.



BARRIDO HORIZONTAL.

El barrido horizontal puede darse externamente o tomar el que provee el propio osciloscopio. Si tuviéramos -- que aplicar las señales directamente al tubo necesitaríamos cumplir los requisitos mencionados en cuanto a magnitudes y polaridades, con las correspondientes señales invertidas para las placas opuestas. Los diversos circuitos que constituyen al osciloscopio se han diseñado para simplificarlos -- la tarea.

C A P I T U L O I I

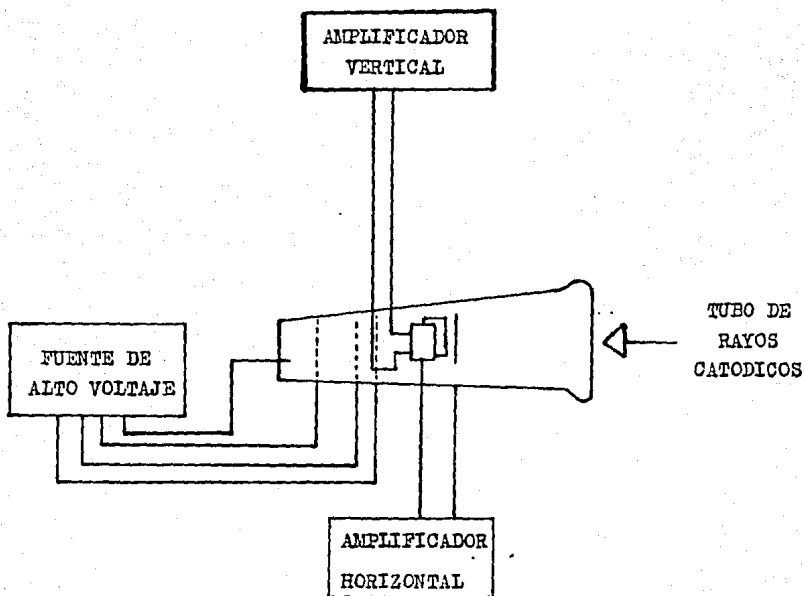
TEORIA BASICA DEL OSCILOSCOPIO

CIRCUITOS ELECTRONICOS

INTRODUCCION.

Asociados al TRC se han diseñado numerosos circuitos electrónicos para el manejo, sincronización y adaptación de las señales que deseamos observar en la pantalla.

Los principales son los amplificadores para deflexión horizontal y vertical; el generador de barrido y las fuentes de alto y bajo voltaje. Ver figura N° 3.



Los amplificadores se encargan de manejar las pla -
cas deflectoras a partir de voltajes tan bajos como 1 mV. -
El horizontal tiene dos entradas: una conectada al genera -
dor de barrido interno y otra que acepta señales externas;
el vertical sólo tiene la entrada para la señal cuya forma
de onda deseamos observar. El generador de barrido provee
la señal de referencia respecto a la cual se graficará la -
señal de entrada, la sincronía entre ambas señales es impor -
tante y puede lograrse de varias formas.

Por último, las fuentes de alto voltaje están dedi -
cadas al TRC y las de bajo voltaje alimentan al resto de --
los circuitos de control.

GENERADOR DE BARRIDO.

Este circuito se encarga de generar una señal que -
aumenta en forma lineal respecto al tiempo hasta alcanzar -
cierto nivel predeterminado, momento en que cae súbitamente
al valor inicial. El circuito básico se ilustra a continua -
ción. Fig. N° 9.

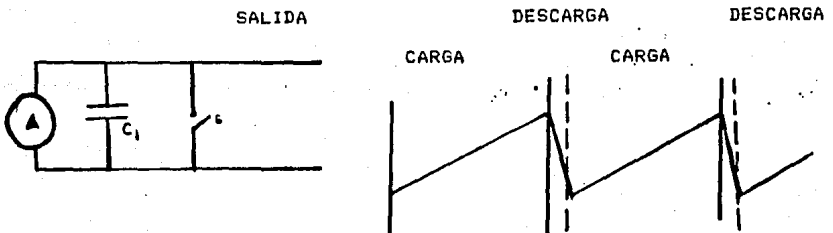


Figura N° 9

GENERADOR DE BARRIDO BASICO

Para obtener este alto voltaje positivo se emplea otro sistema rectificador de media onda similar al mencionado.

Dado que los controles de foco e intensidad pertenecen a circuitos de alto voltaje respecto al chasis, se deben tener buenas precauciones en cuanto a su aislamiento para el montaje en el panel frontal y sus accesos al operador.

En los equipos de mayor calidad donde se desean evitar cambios de intensidad o enfoque por variaciones del voltaje de línea, se emplean bulbos reguladores o diodos Zener, que absorbiendo los excesos mantienen el voltaje de salida.

Las fuentes de bajo voltaje (hasta unos 300 V) cuentan con salidas múltiples, por lo general reguladas. En estas fuentes resulta más importante la regulación puesto que deben evitarse las variaciones en las bases de tiempo, la calibración de amplitudes, linealidad del barrido, etc., en ellas resulta común encontrar reguladores más complejos, -- del tipo transistorizado y últimamente con circuitos integrados especiales.

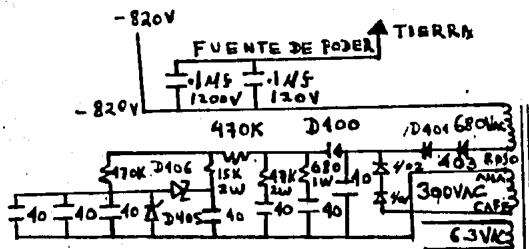
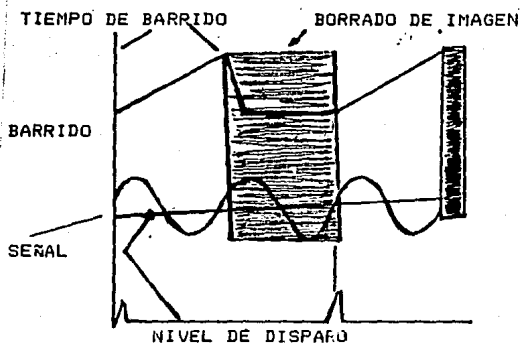


Figura N° 11
EJEMPLO DE FUENTE DE PODER

Todos estos inconvenientes son resueltos con el barrido gatillado, el cual no se inicia hasta recibir una orden y solamente dura un ciclo. El sistema utilizado comunemente emplea a la misma señal de entrada como causa del inicio o disparo del barrido, mediante una comparación de nivel. De esta forma puede repetirse la misma imagen en el sitio exacto para poderla analizar detenidamente, como se muestra en la figura N° 12.

Figura N° 12: Barrido gatillado.



GATILLADO

Al finalizar el tiempo de barrido, ajustable por el operador, se efectúa el retroceso y la pantalla permanece borrada hasta un nuevo barrido. De esta forma podemos ver uno o más ciclos completos, o parte solamente (según el tiempo seleccionado) así como señales no periódicas.

El disparo o gatillado puede generarse por pendiente positiva o negativa, ya sea que la onda rebese el nivel de disparo en forma ascendente o descendente. Estas opciones, además del nivel de comparación, son seleccionables por el operador.

En algunos osciloscopios se tienen opciones adicionales de gatillado, ya sea externo, interno a la frecuencia de línea, o intento especial para manejar señales de televi
sión.

AMPLIFICADORES.

Lo más probable es que la señal que deseamos observar o la salida del generador de barrido no sean de la magnitud requerida para lograr deflexiones adecuadas, por esta razón es necesario intercalar amplificadores. Los amplificadores utilizados serán los que determinen dos de las prin
cipales características del osciloscopio, su ancho de banda y su sensibilidad.

La sensibilidad es una medida de la cantidad de vol
taje de entrada requerido para determinada deflexión, usualmente un centímetro. Por ejemplo, 20 mV/cm indica que con 20 mV se tendrá un desplazamiento de 1 cm, haciendo referen
cia al amplificador vertical pues el horizontal por lo general no recibe señales externas ni puede ajustarse. La sensibilidad del amplificador vertical se puede variar en un amplio rango en forma discreta con el selector de Volts/Di
visión y en forma continua (no calibrada) con el control va
riable, cubriendo por lo general de 10 mV a 10 V por centímetro. Algunas señales requerirán el uso de puntas de prue
ba de baja capacitancia para evitar distorsionar la onda o sobrecargarla; estas puntas por lo general son atenuadoras (por un factor de 10) y esto se deberá tomar en cuenta al -
elegir la sensibilidad. Por ejemplo, si deseamos 20 V/cm -
debemos seleccionar 2 V/cm.

Cualquier amplificador sencillo puede cubrir los re

querimientos mencionados mientras sólo se opere a una frecuencia o una banda limitada de frecuencias, pero por lo general no es este el caso de los osciloscopios. El ancho de banda es una medida del rango de frecuencias para las cuales el osciloscopio mostrará correctamente las formas de onda, debiendo amplificarlas todas por igual. Normalmente el fabricante garantiza un error máximo de 3 dB dentro del ancho de banda especificado, lo que significa que las ganancias pueden variar de 0.7 a 1.4 veces el valor nominal. -- Arriba de la frecuencia máxima aún será posible observar -- las señales, pero sus amplitudes no corresponderán a las indicadas por los controles.

Debido al límite superior de respuesta en frecuencia, las señales no senoidales presentarán distorsiones y tiempos de levantamiento superiores a lo esperado, debidos a la atenuación de armónicas de alta frecuencia. Esto se analizará posteriormente.

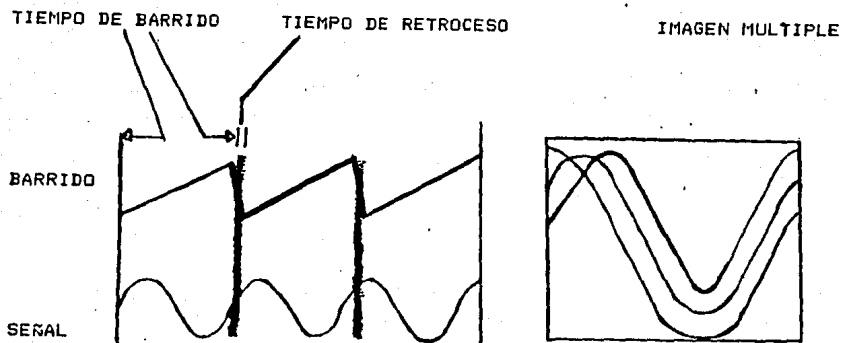
La mayoría de los osciloscopios actuales emplean amplificadores del tipo Push-Pull de banda ancha, ya sea en todas sus etapas o al menos en las últimas. Como su nombre lo sugiere, mientras una salida se vuelve más positiva la otra se vuelve más negativa en idéntica proporción.

Antiguamente, en los amplificadores a válvulas con acoplamiento capacitivo (sólo para C.A.), se utilizaron bobinas para extender su respuesta en altas frecuencias, resonando con las capacitancias residuales del circuito. Estas bobinas debían tener valores estrictos para proveer respuestas razonablemente planas, se les encontraba en serie con los capacitores de acoplamiento o hacia la fuente de poder en la salida de algunas etapas. En forma similar también se utilizaron en algunos circuitos transistorizados.

SINCRONIA POR GATILLADO.

Existen dos tipos de barrido: el libre o recurrente y el gatillado. El más sencillo es el recurrente, correspondiente a un oscilador estable de frecuencia variable. Debido al tiempo de retroceso finito, este barrido no nos permite observar la imagen de una onda de manera estable, sino que la misma aparecerá en forma múltiple sobre la pantalla, como se observa en la figura N° 13.

Figura N° 13: Barrido recurrente con oscilador estable.



Hay que recordar que para "congelar" una imagen sobre la pantalla ésta debe repetirse continuamente en el mismo sitio exacto, a menos que se trate de un osciloscopio -- con memoria o muy alta persistencia. La imagen con barrido libre sólo podrá estabilizarse cuando la frecuencia de la señal sea un múltiplo exacto de la de barrido, incluyendo el retroceso, pero cualquier diferencia la hará desplazarse, de aquí que resulte imposible ver un ciclo completo de la -

señal a todo lo ancho de la pantalla.

Otra compensación común para altas frecuencias emplea capacitores de valores muy pequeños puenteando las resistencias de realimentación negativa, al reducir su reactancia a mayores frecuencias, la realimentación se reduce y se logran mayores ganancias que compensan las pérdidas normales.

Por otra parte, una buena respuesta para bajas frecuencias requiere el uso de capacitores de valores muy grandes. En la actualidad, los amplificadores utilizados se acoplan directamente, con respuestas desde C.D. (0Hz) hasta varios MHz y se les encuentra en forma discreta e integrada, conservando la configuración Push-Pull de salida.

En lo referente a impedancias de entrada, los valores típicos actuales van de 1 a 5 Mohms con capacitancias de 25 a 50 pF; estos valores deben considerarse al calcular el efecto de carga sobre los circuitos bajo prueba.

La práctica común es que el amplificador horizontal tenga características más relajadas, con menor sensibilidad y respuesta en frecuencia, pues generalmente sólo amplificará la señal de barrido. En lugar de controles de ganancia calibrados, casi todos tienen controles de posición y a veces expansión por factores determinados ($\times 5$ ó $\times 10$) para exámenes detallados de porciones de la señal.

FUENTES DE PODER.

Normalmente se consideran dos tipos de fuente de poder: la de bajo voltaje y mediana corriente y la de alto voltaje y baja corriente; la frontera por lo general está alrededor de los 300 Volts.

Con la fuente de corriente constante se logra una carga lineal del capacitor, un cierre momentáneo de interruptor lo descarga rápidamente y el ciclo vuelve a iniciarse, dando por resultado una onda tipo diente de sierra.

En la actualidad se utilizan transistores y amplificadores operacionales para implementar la fuente; el interruptor y el comparador de nivel. A estos circuitos también se les conoce como Bases de Tiempo. En caso de no emplear corriente constante para la carga del capacitor, el voltaje disponible debe ser unas diez veces mayor al máximo deseado sobre el capacitor, de modo que se trabaje en la región lineal de la curva de carga exponencial; cualquier falta de linealidad en el barrido horizontal distorsionará la verdadera imagen de la señal que deseamos observar.

El principal parámetro que debe poder controlar el operador en los generadores de barrido es el tiempo por ciclo. Por lo general existe un interruptor de varios pasos como control discreto calibrado, que selecciona uno de varios capacitores y presenta graduaciones de tiempo por distancia, por ejemplo, segundos por centímetro; adicionalmente existe un control no calibrado, consistente en un potenciómetro ligado a la fuente de corriente. Por otra parte, la amplitud del diente de sierra debe permanecer constante y permitir abarcar todo el ancho de la pantalla.

CIRCUITOS DE BORRADO.

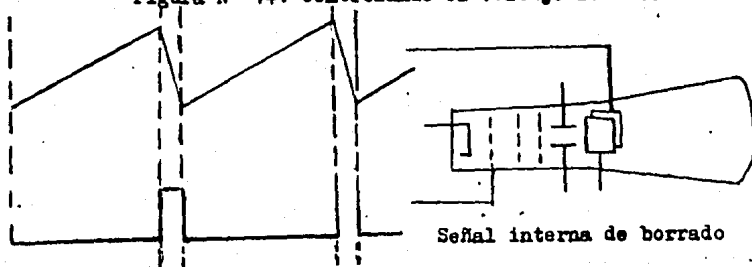
Haciendo referencia al diente de sierra generado para el barrido, la subida gradual de la señal correspondiente al movimiento de izquierda a derecha del trazo en la pantalla, pudiéndose elegir el tiempo que tomará cubrir cierta distancia.

Al llegar a su punto máximo, el voltaje regresa rápidamente a su nivel original, moviendo al haz de derecha a izquierda. Si no lo evitamos este retroceso será también visible sobre la pantalla, lo cual es indeseable.

Cuando se habló del TRC se mencionó que la intensidad del haz de electrones podía controlarse variando el voltaje entre el cátodo y la rejilla; a medida que la rejilla se hace más negativa respecto al cátodo el trazo aparece -- más ténue. Con suficiente voltaje negativo el haz puede -- controlarse totalmente, desapareciendo la imagen de la pantalla; este sistema de borrado es el empleado para altas -- frecuencias. Para frecuencias abajo de 60 Hz por lo general resulta más conveniente abrir el circuito del cátodo para el borrado. Ver figura N° 14.

Todos los osciloscopios cuentan con circuitos de borrado asociados al barrido horizontal interno, para eliminar automáticamente la imagen del regreso del trazo hacia la izquierda de la pantalla; en algunos se tiene una entrada adicional, por lo general en el panel posterior, para -- que el usuario tenga acceso a esta función para aplicaciones especiales.

Figura N° 14: Controlando el voltaje se obtiene el borrado.



Señal interna de borrado

C A P I T U L O I I I

D E S A R R O L L O

DESARROLLO DE OSCILOSCOPIO DE ESTADO SOLIDO

OBJETIVO: Representación de una onda de señal de voltaje en una pantalla constituida por LED. (Diodos Emisores de Luz).

PROBLEMA A RESOLVER: Dado que la magnitud de una señal dada de voltaje varía en función del tiempo, señales alternas, es necesario poder observar una sección completa de estos períodos repetitivos llamados alternación o frecuencia.

SOLUCION PROPUESTA: Sabiendo que el nivel de voltaje y el tiempo son los factores determinantes en la formación de la onda, se escoge como alternativa de solución, la evaluación de esta señal mediante dos etapas, como lo es el caso de nuestro osciloscopio de referencia, es decir, el Osciloscopio de Rayos Catódicos. De esto se seguirá pues: obtención del valor de voltaje, componente vertical, y luego medición de frecuencia, componente horizontal. Por consiguiente, estas dos etapas se desarrollarán en forma separada más teniéndose muy presente que la señal, en el momento de graficarse, será la resultante y consecuencia de estas etapas y más aún cuando se trata de lógica digital en donde deberemos tener un valor de voltaje existente, real, para hacer que uno de nuestros LED encienda en un momento preciso. Abramos pues nuestra mente a uno de los más interesantes campos de la electrónica, la lógica digital, en la cual los valores de 1 y 0 hacen la gran diferencia en nuestros días y del cual el hombre ha cosechado resultados inimaginables.

REALIZACION DE LA PRIMERA ETAPA:

OBTENCION DEL VALOR DEL VOLTAJE: Sabiendo que la medición de nuestro voltaje se ha de realizar mediante el uso de circuitos los cuales manejan un valor determinado de voltaje, más específicamente, 5 Volts, máximo y 2mV mínimo, sólo por esto será necesario hacer que nuestra señal se ajuste en este rango. Ahora bien, existen en consecuencia dos limitantes que deben resolverse puesto que una de éstas será cuando el valor de voltaje sea mayor de lo que nuestros circuitos manejan y el otro cuando este voltaje sea muy pequeño como para que éstos lo detecten. Es muy sabido que mediante el uso de resistencias en serie se puede disminuir el valor del voltaje, hacer esto se conoce con el nombre de ATENUACION, ahora bien, si a estas resistencias se les diera un valor que las relacione entre sí, se tiene una atenuación controlada que nos servirá para que, del valor de voltaje a medir, se obtengan submúltiplos de este valor.

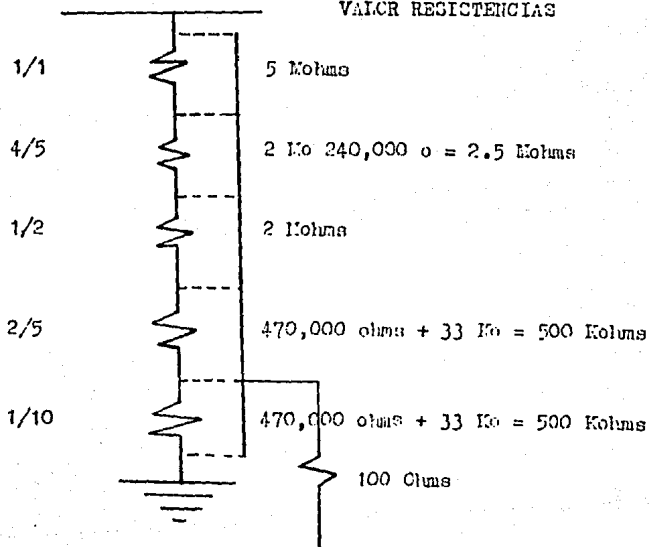
Pasando a la solución en la cual es necesario aumentar el valor de voltaje, la forma más sencilla de resolver esto sería pensar en una AMPLIFICACION de esta señal y así obtener un valor de voltaje lo suficientemente grande como para poderse manejar, pero éste al igual que un valor elevado de voltaje deberá también poder hacerse comparar para saber en qué rango se encuentra su valor, entonces manejaremos un parámetro básico del amplificador el cual se conoce con el nombre de GANANCIA. A continuación detallaré cómo se logrará la ATENUACION y la GANANCIA.

ATENUACION: Se logra a partir de implementar varias resistencias en serie interconectadas por medio de un selector de voltaje con relación de valores apropiados escogidos por conveniencia de facilidad de manejo de $1/2$, $1/4$, etcétera, para tener una fracción de voltaje conocida en es

te caso utilizaremos resistencias de los siguientes valores los cuales se ilustran en la siguiente figura, debido a que éstos son valores comunes y fáciles de relacionar entre sí.
Figura N° 15.

ATENUACION

VALOR RESISTENCIAS



AMPLIFICACION: Para lograr aumentar el valor de -- voltaje de la señal, cuando es el caso de voltaje muy bajo, se realiza entonces su amplificación. Existen varios dispositivos electrónicos que nos llevan al mismo resultado pero a fin de escoger el más adecuado nos es necesario observar características que sean determinantes como para hacer razonable esta elección. Existen dos razones importantes para seleccionar un amplificador de voltaje en cuanto a lo que se refiere en nuestro diseño, quizá la más importante sea la característica de que nuestro amplificador tenga una alta impedancia de entrada, esto se hace a fin de afectar en mínimo parte de la caída del voltaje, esto es similar a tener una resistencia en serie a la entrada del operacional y de esto que esto equivalga a tener un divisor de voltaje el cual drena corriente de tierra a la señal. De no ser así se tendría el equivalente a una resistencia en paralelo, la cual ocasionaría una mayor caída en el voltaje y esto afectaría el valor de nuestro voltaje a medir, resultando de esto un mayor error. Esta necesidad añadida a un bajo consumo de energía y un amplificador que sea buen seguidor de -- voltajes además de no requerir de componentes externos, nos hacen pensar en el amplificador operacional 741 que reúne todas estas características y precisamente por su alta impedancia de entrada lo hacen el elemento ideal para nuestros propósitos puesto que con esta se hace muy compatible con la lógica TTL, además de que tiene una ganancia prácticamente infinita, esto es en este caso, 9 Volts puesto que la ganancia máxima que este amplificador puede dar es precisamente su voltaje de alimentación.

Para escoger el valor de las resistencias que habrá de tener el circuito de retroalimentación en nuestro amplificador, nos es necesario hacer un estudio de lo que pasa en este tipo de circuito, el cual lo detallaré en seguida.

LA RETROALIMENTACION Y EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL:

El amplificador operacional es un amplificador de ganancia elevada, con una entrada diferencial. El circuito equivalente para este amplificador lo tenemos en la figura N° 16. Los parámetros que siguen definen el circuito equivalente del amplificador operacional.

$V_d = V_2 - V_1 =$ Voltaje diferencial de entrada.

$Z_{ent} =$ Impedancia de entrada.

$A_v =$ Ganancia de voltaje de lazo abierto (valor positivo).

$Z_{sal} =$ Impedancia de salida.

Obsérvese que con un voltaje de entrada $V_2 = 0$ y -- $V_d = V_1$, se invierte la salida. O sea, hay un cambio de fase de 180° entre el voltaje de salida y el de entrada a frecuencias bajas y de media banda. Con $V_1 = 0$ y $V_d = V_2$, la salida no se invierte. O sea, hay un cambio de fase de 0° entre el voltaje de salida y el de entrada en las frecuencias bajas y de media banda.

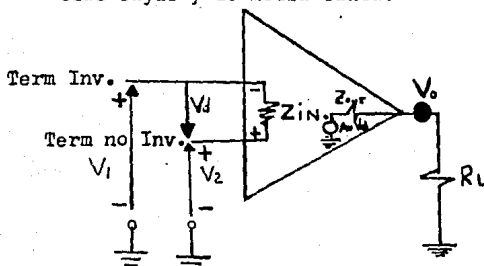


Fig. 16. Cto. Equiv. Amp. Op.

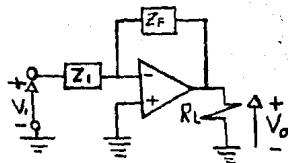


Fig. 17. Amp. Op. conectado como amplificador inversor con retroalimentación.

Históricamente, los amplificadores operacionales se diseñaron y utilizaron primordialmente para realizar las -- operaciones matemáticas de adición, multiplicación, integración, etc. Estas operaciones matemáticas se realizan me -- diante el uso de elementos de realimentación tales como resistencias y capacitores. En la figura N° 17 se muestra el modo en que se emplea la realimentación con un amplificador inversor. Por conveniencia, se omitieron Z_{ent} y el equivalente a Thévenin del amplificador. Si se escriben las ecuaciones del circuito, se descubre que la ganancia de voltaje con realimentación A_{vf} , es:

$$A_{vf} = V_o/V_i = - A_v Z_f/Z_i + Z_i (1+A_v)$$

Con un valor muy alto de A_v (de modo ideal, $A_v = \infty$) la ecuación de ganancia de voltaje se reduce a la ecuación ideal o clásica.

$$A_{vf} = \frac{-Z_f}{Z_i}$$

Normalmente, Z es mucho mayor que Z_{ent} (idealmente, $Z_{ent} = \infty$) y, por ende, la impedancia de entrada con realimentación, Z_{if} , es:

$$Z_{if} = Z_i + \frac{Z_f}{A_v}$$

Una vez más, considerando un valor elevado de A_v , se obtiene la expresión clásica para Z_{if} :

$$Z_{if} = Z_i$$

Obsérvese que la red de alimentación representada por medio de Z_f en la figura N° 17 es típica del caso de entrada en paralelo y salida en paralelo. En ese caso, la im

pedancia de salida se reduce debido al efecto de Miller de su valor, que ya es bajo en Z_{sal} . La impedancia de salida con realimentación, Z_{of} , se obtiene aproximadamente mediante:

$$Z_{of} = \frac{Z_{sal}}{1 + A_{vB}} = \frac{Z_{sal}}{A_{vB}}$$

en donde

$$B = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_f}$$

Obsérvese que B , la razón de transferencia de realimentación, representa la ganancia de voltaje ($B < 1$) de la red de realimentación.

Se presenta un caso especial cuando $Z_f = Z_1$, para el amplificador inversor. Obsérvese, a partir de que cuando $A_{vf} = -Z_f/Z_1$, que para $Z_f = Z_1$, $A_{vf} = -1$. El amplificador de realimentación funciona ahora como cambiador de signo como se muestra en la siguiente figura N° 18.

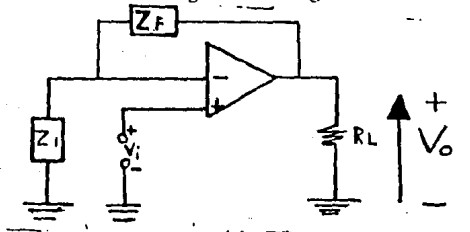


Figura 18: El amplificador operacional como amplificador no inversor con realimentación.

Con el amplificador operacional conectado como no inversor, la entrada se aplica directamente a la terminal no inversora como en la figura N° 18. A continuación, se determina la ganancia de voltaje con realimentación A_{vf} , es

cribiendo las ecuaciones del circuito y utilizando las propiedades ideales:

$$A_{vf} = \frac{Z_v + Z_f}{Z_i} = \frac{1}{B}$$

A su vez, las impedancias de entrada y salida se calculan como sigue:

$$Z_{if} = \left(\frac{A_v Z}{Z + Z_f} \right) Z_{ent} = A_v B Z_{ent}$$

$$Z_{of} = \left(\frac{Z + Z_f}{A_v Z} \right) Z_{sal} = \frac{Z_{sal}}{A_v B}$$

Obsérvese que la expresión clásica o ideal para Z_{of} es la misma para el caso del amplificador operacional inversor que para el no inversor. El amplificador no inversor con realimentación es típico del caso de entrada en serie y salida en paralelo. Todo lo visto anteriormente se resume en lo que se llama ecuaciones clásicas, las cuales son:

Tipo	Gan. Voltaje A_{vf}	Imp. Entrada Z_{if}	Imp. Salida Z_{of}
Con Inv.	$-Z_f/Z$	Z	$-Z_{sal}/A_v B$
Sin Inv.	$1/B$	$A_v B Z_{ent}$	$Z_{sal}/A_v B$

Una vez que hemos establecido las ecuaciones de nuestro amplificador escogemos entonces el valor de las resistencias para adecuar el mismo con respecto a la ganancia de voltaje de entrada. Ahora bien, como deseamos obtener una amplificación de voltaje del orden de milésimas, escogemos entonces una ganancia de: 1,000 y a fin de lograr este nuestro resultado será en proporción a esto. Un valor común en resistencias es 100 Ohms, sabiendo esto entonces nuestra incógnita queda como sigue:

$$1,000 = \frac{Z_f}{Z_1 = 100} \quad \text{entonces } Z_f = 1000 \times 100 \quad Z_f = 100 \text{ Kohms}$$

Una vez que obtenemos un valor de voltaje adecuado para que sea posible de ser manejado por los circuitos que estamos empleando, podemos proceder a desarrollar la primera etapa que hemos propuesto como medición del valor del voltaje o Componente Vertical.

Dado a que nuestro objetivo es la representación de un valor de voltaje en una pantalla a base de LED esto nos implica de manera inmediata el uso de dispositivos del tipo TTL los cuales harán que dicho valor de voltaje ocupe en su momento una representación gráfica precisa, esto es, dar al valor del voltaje un lugar en nuestro gráfico para que dicha representación tenga una lógica y una interpretación exacta.

En nuestro problema tenemos a simple vista dos factores correlacionados fuertemente entre sí. Uno es el hecho de que el valor de voltaje se desea graficar como un punto en un instante determinado y el otro es que para ser posible lo anterior se tenga que emplear un arreglo de LED con "cierta altura". En este aspecto he escogido el uso de 10 LED debido a que un valor que es submúltiplo de 10 es fácilmente manejable y la segunda causa, el factor económico, en donde aparte de hacer más difícil la realización de nuestro prototipo, eleva su costo en forma abundante debido a que lo más costoso del osciloscopio radica precisamente en los LED, así pues, reforzando que nuestro principal objetivo es de tener un prototipo de un osciloscopio que puede ser mejorado nos es conveniente adecuar la precisión vs. costo.

De lo anterior se sigue que por una parte tenemos un valor de voltaje y por el otro, la salida, la representación del valor de dicho voltaje.

Para lograr un valor el cual represente en nuestra gráfica un LED encendido de entre los diez probables nos es necesario pensar en un circuito que tenga una codificación en base decimal, sin embargo la señal de entrada no aparece de esta forma, lo cual exige un dispositivo que convierta - dicha señal a digital, entonces hablamos de un convertidor análogo-digital, esto nos representará un circuito comparador de voltaje el cual reciba a su entrada un valor de voltaje dado y a su salida un valor aceptable para la lógica - TTL, esto es, un uno o un cero o valor alto o bajo. Ahora bien, al realizar la comparación del voltaje será necesario, como la palabra comparar lo dice, proveer una referencia de voltaje a este circuito. Para obtener lo anterior pensamos que nuestro nivel de voltaje se puede dividir entre diez, puesto que estamos trabajando con una respuesta decimal en la pantalla, y de esta forma escoger un divisor de voltaje con submúltiplos de esta base. Dicho divisor de voltaje es tará conformado por resistencias del mismo valor, no impor ta cuál sino la relación que haya entre cada valor de volta je después de éstas, por lo cual he decidido colocar resis tencias de 1Kohm. Así entonces lo que se obtiene en la com paración de voltaje será lo siguiente: En nuestro caso el voltaje que se maneja, en su valor máximo será de 5 Volts, y los submúltiplos de éste al ser dividido entre diez resul ta igual a .5V. Cuando el circuito comparador de voltaje reciba una señal mayor de .5 activará su salida dando un va lor de 1 lógico a su salida. Luego cuando la segunda entra da de nuestro comparador reciba un valor igual o mayor que 1 V. activará la segunda salida dando como respuesta otro valor de 1 lógico y así sucesivamente puesto que precisamen te la relación que hemos establecido es de .5V. Lo signifi cativo de esta etapa, probablemente esto es lo más importan te en el barrido vertical, es que al tener respuestas de va lor lógico en la salida a partir de una entrada de señal de tipo análogo, se ha realizado el principio del funcionamien

to de nuestro osciloscopio en forma de lógica digital.

CARACTERISTICAS DEL COMPARADOR DE VOLTAJE.

La serie LM 139 consiste en cuatro comparadores de voltaje de precisión con voltaje de compensación de mínimo de 2 mV para ambos comparadores. Estos han sido diseñados específicamente para operar a partir de una simple fuente de poder con un rango amplio de voltajes. La operación de abastecimiento de potencia de ruptura es también posible y el abastecimiento de potencia baja de la corriente de dren es independiente de la magnitud del abasto de potencia. Estos comparadores también tienen la característica única en que la entrada de modo común del rango de voltaje incluye tierra, aún cuando éste sea operado con un abasto de voltaje simple.

Sus áreas de aplicación incluyen: Comparadores límite, convertidores simples de lógica análogo-digital; pulsos, onda cuadrada y generadores de retraso de tiempo; VCO de amplio rango; relojes MOS; multivibradores y compuertas lógicas digitales de alto voltaje. La serie LM 139 ha sido diseñada como interface con TTL y CMOS. Cuando trabajan con ambos tipos de potencia, positivo y negativo, éstos hacen interface directo con la lógica MOS de tipo negativa donde el dren de baja potencia del LM 139 es una ventaja notable de entre los demás comparadores.

VENTAJAS:

Comparadores de alta precisión.

Arrastre de V_{OS} reducido sobre la temperatura.

Eliminación de la necesidad de abastecimiento dual.

Compatible con todas las formas de lógica.

Dren de potencia compatible para operar con baterías.

ESPECIFICACIONES:

Rango de Voltaje amplio en modo sencillo o dual.

LM 139	2Vdc a	36 Vdc	6
LM 2901	<u>+1Vdc</u> a	<u>+18 Vdc</u>	
LM 3302	2Vdc a	28 Vdc	6 <u>+1Vdc</u> a <u>+14Vdc</u>

Muy bajo abasto de corriente de dren (.8 mA) - independiente del suministro de voltaje (2 mW por comparador con +5Vdc)

Baja corriente de entrada de polarización 25nA

Baja corriente de entrada de compensación +5nA

y voltaje +5mV

Rango de voltaje de entrada de modo común incluye Tierra.

Rango de voltaje diferencial de entrada igual a la potencia del voltaje de suministro.

Baja saturación de voltaje de salida 250 mV con 4 mA

Voltaje de salida compatible con TTL, DTL, ECL, MOS y sistemas lógicos del tipo CMOS.

CONTROL DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Si el cto. Comparador de voltaje puede tener referencia positiva y negativa entonces se controla el valor de $V = 5$ V mediante un diodo Zehner y una resistencia variable que acerque a dicho amplificador a un valor más negativo o más positivo. Como se ve en la figura N° 19 en donde se tienen resistencias variables, no es necesario conocer el valor exacto de estas resistencias en variación puesto que lo único que se está provocando es mover una referencia pero permaneciendo sin alterar la señal a medir.

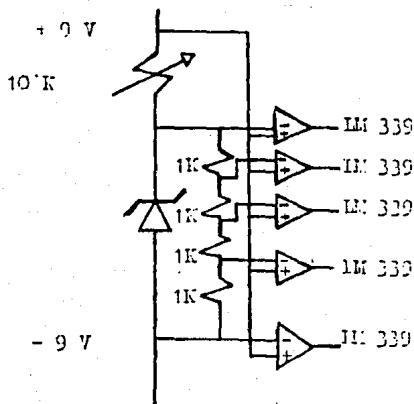


Figura 19: Desplazamiento Vertical, control. El diodo Zehner actúa como un regulador de voltaje a 5 Volts y al ser variada la resistencia se logra cambiar el punto de referencia - hacia +9 V ó -9 V, variando de esta forma la referencia de la señal de entrada.

CONTROL DE SENSIBILIDAD

Si a los comparadores de voltaje se les conecta una serie de resistencias que se relacionen entre sí se obtiene una disminución en el voltaje entre cada comparador resultando de esto un control de sensibilidad, en este modelo se escogen resistencias fácilmente relacionadas para tener una proporción fácil de relacionar, esto lo haremos en forma de múltiplos de 5.

La figura N° 20 muestra los valores seleccionados.

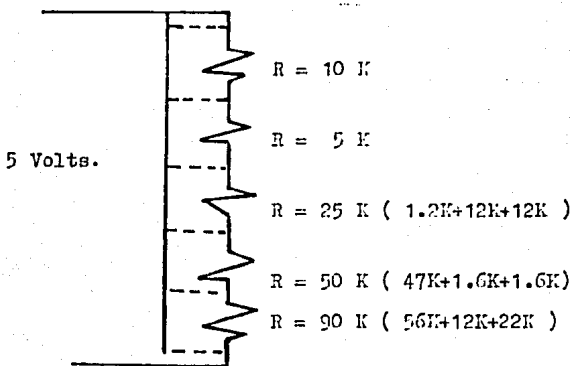


Figura 20: Circuito reductor de voltaje utilizado para la sensibilidad, el cual reduce a partir de 5V a 2.5, 2, 1 y .5 V.

A la salida del comparador de voltaje tendremos un número de salidas activadas o no dependiendo del valor de voltaje que se ha comparado. Ahora bien, en este momento tendremos una imagen de una columna de varios LED encendidos cuando éstos se conectan a la pantalla de LED, situación que es indeseable puesto que sólo se requiere conocer la forma de la onda de señal. Debido a esto el uso de un codificador de prioridad se hace compulsorio pues éste se sabe que al tener varios valores de lógica 1 a sus entradas habrá de escoger el más alto de éstos y representará un valor en base BCD en sus 4 salidas, situación que excluye la representación o graficación de componentes indeseables y nos acerca al logro de nuestro objetivo.

Al pensar nosotros en la utilización de este codificador de prioridad el uso de un codificador de BCD a Decimal es por demás esperado puesto que nuestra salida es un valor del código de numeración BCD, lo cual no tiene sentido en la pantalla, entonces es a partir de este momento donde de nuestra etapa vertical se puede considerar como realizada en forma teórica.

Existen en el mercado varios tipos de codificadores de prioridad entre los cuales se encuentran el 74148, 8318 y el 74147. Los dos primeros son codificadores de prioridad en base octal mientras que el 74147 trabaja en BCD, razón la cual nos hace pensar en éste como excelente alternativa por lo cual lo emplearemos, además de ser de fácil adquisición.

En el caso del CI comparador de voltaje escogemos el LM339 debido a que es fácil de adquirir así como de no requerirse una muy alta velocidad como es el caso de las series LM 710, que en nuestro caso serían muy costosos, además que con este integrado se tienen 4 comparadores por pantalla.

Características del 74147:

- 1) Codifica 10 datos de línea decimal a 4 BCD.
- 2) Aplicable en: Codificación de teclado y selección de - rango.
- 3) Retardo de datos típico = 10 ns.
- 4) Disipación típica de potencia - 225 mW.

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS									SALIDAS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

Donde: H = Nivel alto, L - Nivel bajo, X = No importa que.

Como se había observado anteriormente a la salida del codificador de prioridad, la cual está dada en código BCD, no se pudiera conectar directamente el decodificador de BCD a decimal puesto que la lógica de salida de éste no coincide con la entrada del codificador decimal las cuales son inversamente opuestas. ¿Menúdo problema? ¡No! Contamos en el mercado con inversores los cuales nos hacen cambiar un valor lógico de 1 a 0 y viceversa y éstos al ser interconectados entre ambos codificadores hacen que la lógica de salida del codificador de prioridad y la de entrada del codificador BCD a Decimal coincidan para ser compatibles.

Para escoger el tipo de inversores que vamos a emplear no se tiene ningún problema puesto que en este caso sólo existe uno y bien conocido. Dicho circuito es el 7404 el cual es una pastilla que contiene 6 inversores.

Una vez que se tiene el valor en código BCD se hace pasar éste a través del codificador decimal con entradas BCD y finalmente se obtiene la respuesta en valor positivo de voltaje. Pero éste, como es de esperarse, es señalado como la activación de 1 ó varias salidas y dependiendo de qué número es el que se estuviese representando en nuestro gráfico esto se observaría como 1 punto apagado de entre todos, esto sería literalmente el negativo de nuestra idea, pues ya en conjunto nuestra figura sería la única sección de LED que permanecería apagada, de más está decir que nuestro consumo de potencia se vería aumentado en forma dramática pues esta es la etapa en donde hay mayor consumo de potencia. El codificador que hemos escogido es el CI 74145.

TABLA DE VERDAD CI 74145

Nº	ENTRADAS				SALIDAS									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
2	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
3	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
4	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
5	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
6	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
7	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
9	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
I	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
N	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
V	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
.	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Donde: H = Alto nivel (apagado), L = Bajo nivel (prendido).

ETAPA DE BARRIDO HORIZONTAL

Como lo hemos establecido anteriormente, otro de los objetivos con los cuales se ha de cumplir en nuestro osciloscopio es el de poder determinar qué valor de frecuencia tiene la señal a medir. Esto se puede determinar de forma similar a la de un osciloscopio común mediante el uso de circuito de búsqueda, el cual consistirá básicamente de un oscilador.

Para poder nosotros observar qué valor de frecuencia es el que tenemos, el circuito de búsqueda deberá poder ser controlado a fin de que mediante la respuesta de su señal ésta concuerde con el valor que tenga el voltaje en un instante preciso. Si se tuviese una señal oscilante de manera constante nos sería imposible determinar el tiempo en que la señal de voltaje toma sus valores máximos, pues nuestra imagen aparecería en forma confusa; dado esto, se requiere entonces una señal que esté oscilando con intervalos de tiempo controlables, BARRIDO, a fin de que el pulso del oscilador y la señal de voltaje concuerden, esto es un poco al azar debido a que primero el barrido coincide con la señal y después se efectúa la lectura.

Una manera de tener un oscilador de frecuencia consiste de tener un circuito que nos genere pulsos. Existe un circuito integrado que realiza lo anterior el cual se conoce con el número 555. Dicho circuito es sumamente versátil puesto que el tren de pulsos que genera es proporcional a un circuito Resistivo-Capacitivo que se implemente entre sus terminales 8 a 7, 7 a 2 y 6 a 1 de donde el tren de pulsos se obtiene en su terminal 3. Para poder seleccionar valores de resistencias a este integrado nos es necesario examinarlo y de esto obtener un criterio. A continuación procederé a esto.

El LM 555 es un artificio altamente estable el cual genera retardos de tiempo en forma exacta u oscilaciones. Cuenta también con terminales adicionales para gatillado o reposicionamiento en caso que esto se desee. En modo de operación con tiempo de retardo, esto será controlado en forma precisa mediante el uso de una resistencia y capacitor. En forma estable este circuito se comporta como un oscilador, la frecuencia de corrimiento libre y el ciclo de trabajo serán controlados de manera exacta implementando dos resistencias y un condensador. El circuito puede ser gatillado y reposicionado como formas de ondas decrecientes y la salida del circuito puede ser una fuente o un hundimiento de máximo 200mA o manejar circuitos TTL.

CARACTERISTICAS

Reemplazo directo para SE555/NE555

Base de Tiempo desde microsegundos durante horas.

Puede trabajar como elemento monoestable y estable.

Ciclo de trabajo ajustable.

La salida puede ser fuente o hundimiento hasta 200mA.

Estabilidad de temperatura mejor que .005% por °C.

Salida normalmente en posición de encendido o apagado.

APLICACIONES

Base de tiempo precisa.

Generador de pulsos.

Base de tiempo secuencial.

Generación de retardamiento de tiempo.

Modulación de ancho de pulso.

Modulación de posición de pulso.

Generador de rampa linear.

El LM 555 puede ser utilizado como un elemento generador de tiempo como un oscilador de tipo monoestable o es-

table. Si se decidiése a utilizarlo como elemento monoestable sería necesario establecer un valor de alto en el gatillo antes del tiempo de término del ciclo. Lo cual nos sería inútil puesto que deseamos que este oscilador siempre nos esté generando un pulso a intervalos constantes. De aquí que escogeremos la forma estable puesto que en este modo no necesitamos aquella condición y obtenemos un pulso de frecuencia constante.

En forma astable este circuito se gatillará por sí mismo y tendrá corrimiento libre como lo es el caso de un multivibrador. El elemento capacitivo externo carga a través de $R_a + R_b$ y descarga a través de R_b . Por esto el ciclo de trabajo puede ser ajustado en razón de estas dos resistencias.

En la figura N° 21 podemos observar una conexión típica de este CI.

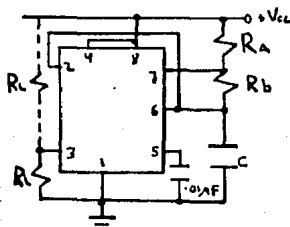


Figura N° 21

En este modo de operación, el condensador carga y descarga entre $1/3 V_{cc}$ y $2/3 V_{cc}$. Como en el modo gatillado, los tiempos de carga y descarga, y entonces la frecuencia es independiente del voltaje suministrado.

La figura N° 22 muestra las formas de onda generadas en esta forma de operación.

$V_{CC}=5V$
 Tiempo=20 s/Div
 $R_a=3.9K$
 $R_b=5 K$
 $C=.01 F$

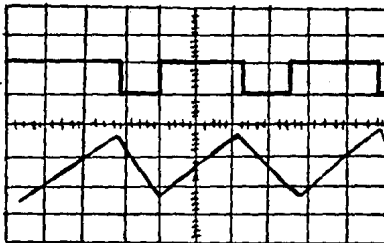


Figura N° 22. Formas de onda astables.

El tiempo de carga (salida alta) está dada por:

$$T_1 = .693 (R_a + R_b) C$$

Y el tiempo de descarga (salida baja) está dado por:

$$T_2 = .693 (R_b) C$$

De esto que el período total sea:

$$T = t_1 + t_2 = .693 (R_a + 2 R_b) C$$

Y la frecuencia de oscilación sea:

$$f = 1/T = 1.44 / (R_a + 2 R_b) C$$

En la figura N° 23 encontramos una determinación rápida de los valores RC.

El ciclo de trabajo es igual a: $D = R_b / R_a + 2 R_b$

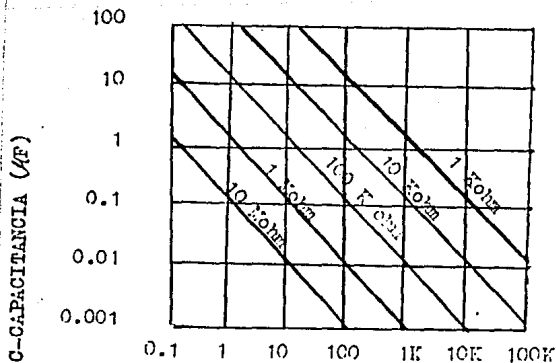


Figura 23: Frecuencia de corrimiento libre.

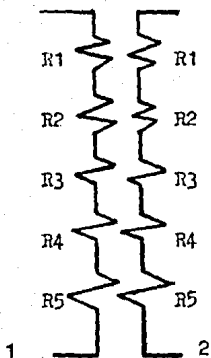
Viendo nosotros que nuestra ecuación de referencia será aquella que está dada en función de la frecuencia -- $f = 1.44 / (R_a + 2R_b) C$ al momento de escoger nuestros valores de resistencias buscamos aquellas que tengan una relación proporcional simple pero al mismo tiempo se deberá -- también tener en cuenta que si deseamos que la respuesta de oscilación de frecuencia llegue a ser muy alta, esos valores de relación entre la resistencia R_b y R_a deberá ser muy elevada. Si se escogiera un valor de $R_b = 1 K$, valor muy común, nos es necesario pensar en valores múltiples de éste a partir de 1 Mohm, para tener un múltiplo de 1000 y conforme se requiera aumentar la frecuencia añadir submúltiplos de éste a fin de ir aumentando la frecuencia o disminuirla según la señal que se esté observando.

Para escoger el valor del condensador nos referimos a la teoría de los osciladores en donde se recomienda lo siguiente: "Para asegurar un acoplamiento adecuado, C_c debe ser mucho mayor que .0006 micro Faradios. Se debe utilizar un capacitor de mica o cerámica de .005 a .01 micro Faradios, puesto que cualquiera de ellos sería menos inductivo y más conveniente para el uso que muchos otros tipos,

pág. 9-18 libro Manual para Ingenieros Técnicos Electrónicos, ed. Mc Craw Hill, año 1983.

Y como .01 Micro Faradios es submúltiplo decimal de las resistencias entonces escogemos este valor para el condensador.

A continuación se detalla la sección del selector para el oscilador de frecuencia, el cual consiste de un selector de 5 pasos del tipo estereo acoplado a varias resistencias, el cual se hará variar dependiendo del valor de frecuencia que se quiera medir. Figura N° 24.



$$R1 = 470 + 100 \text{ Ohms} = 570 \text{ Ohms}$$

$$R2 = 4.7 \text{ Kohms}$$

$$R3 = 47 \text{ Kohms}$$

$$R4 = 470 \text{ Kohms}$$

$$R5 = 4.7 \text{ Mohms}$$

Figura N° 24: Selector de Oscilador de Frecuencia. Al variar los valores de este control de Oscilación se tienen los siguientes valores de tiempo: 4 seg, .4 seg, .04 seg, .004 seg y .0004 seg.

Una vez que tenemos una señal oscilante pasamos a la etapa donde hemos de considerar que dicho tren de pulsos debe ser combinable o acoplado a nuestra pantalla para realizar la búsqueda. Este objetivo es fácilmente realizable cuando se cuenta con un circuito contador el cual tendrá como referencia, para realizar el conteo, la señal pulsante a su entrada y nos dará en su salida un número codificado en BCD de cuatro bits. Este circuito consta de 16 terminales. La activación a cero o borrado "Clear" se efectúa en el terminal N° 5 y en éste se activa el conteo ascendente, si esto se hiciera en la terminal 4 este integrado efectuaría un -- conteo descendente. Existen en el mercado básicamente dos tipos de contadores en los cuales se cuenta con LM74192, -- L192 y LS192, por una parte, y por otra se tiene la serie - 193, L193 y LS193. En la serie 192 se tiene contadores que entregan a su salida un conteo BCD pero nuestro arreglo con siste de 16 LED y como la serie 193 entregan código Binario en 4-bit entonces esto es razón suficiente como para pensar en cualquiera de éstos. A continuación se detallan estas series.

Descripción general: Estos circuitos son contad - res síncronos de conteo ascendente o descendente. Los circuitos de la serie 192 son contadores de BCD y la serie 193 son contadores binarios de 4 bit. Una operación síncrona - se logra teniendo todos los Flip-Flops con señal de reloj - en forma simultánea, así las salidas cambian de estado lóg - co cuando se les maneja con la lógica cambiante. Este modo de operación elimina efectos de conteo indeseables que se - asocian normalmente a los contadores asíncronos.

Las salidas de los 4 Flip-Flops, maestro-esclavo, - son gatillados por un nivel de transición bajo-a-alto de -- cualquier entrada.

La dirección del conteo será determinada por selec-

cionar cuál entrada es la que se ha de pulsar, mientras que la otra entrada de conteo se mantiene en nivel alto.

Todos los 4 contadores son totalmente programables, esto es, cada salida puede posicionarse a cualquier nivel - provisionando los datos requeridos cuando la entrada de carga se encuentre en nivel bajo. La salida variará independientemente de los pulsos de conteo. Esta característica - permite que los contadores sean empleados como divisores de módulo-N simplemente modificando la longitud del conteo con entradas preposicionadas.

Una entrada de borradura es dotada a este circuito, la cual cuando se lleva a nivel alto forza todas las salidas a nivel bajo, independientemente de las entradas de conteo y carga. Las entradas de borrado, conteo y carga son - amplificadas para minimizar los requerimientos de manejo de reloj, etc., necesario para palabras largas.

Estos contadores han sido diseñados para colocarse en cascada sin necesidad de circuitería externa. Ambos cargo y se lleva están dispuestos para utilizarse en cascada para funciones de conteo. La salida de se lleva produce un pulso igual en ancho a la de entrada de conteo descendente cuando existe una condición de sobreflujo.

Si se da una condición de flujo pequeño entonces la salida de cargo produce un pulso de igual ancho que la entrada de conteo descendente. Los contadores pueden ser entonces conectados en cascada mediante la alimentación de -- las salidas de cargo y se lleva para efectuar un conteo descendente o ascendente en las entradas respectivas del siguiente contador.

En este momento se tiene la señal lista para ser -- llevada a la pantalla de LED pero ésta tiene el problema de

que es una representación de un número de 4 Bit por lo cual no se acoplaría directamente a nuestro gráfico. La forma de lograr el acoplamiento es claramente autoexplicable y es to se trata de usar un decodificador de 4 Bit a Hexadecimal lo cual sí aplica perfectamente para nuestro objetivo puesto que nuestra pantalla consiste, en componente horizontal, de 16 LED.

Cuando deseamos considerar qué tipo de decodificador será el adecuado para nuestro propósito, nos encontramos con la serie del tipo 74154 la cual consta de los siguientes CI: DM 54, DM 74154, L 154 A y LS 154. Estos circuitos tienen una diferencia en cuanto a su tiempo de respuesta y dicha diferencia se encuentra en el orden de nanosegundos, en nuestro caso lo admisible es el orden de microsegundos pues esto es el rango que se le ha asignado al osciloscopio en cuanto a frecuencia, por lo cual escoger uno de estos tres estaría bien puesto que no hay cambio en el resultado debido a esto.

Otra diferencia significativa radica en el consumo de potencia, en esto el CI con más respuesta es el que consume más, dicho integrado es el 154 el cual consume 170 mW mientras que el L154A consume 24 mW y el LS154 consume 45 mW por esta razón escogemos el L154A pero al momento de conseguir este integrado sólo teníamos disponible el SN154N, un CI más nuevo y con mejores características que el L 154 A, pues éste es un dispositivo más nuevo de esta serie.

TABLA DE VERDAD CI 74154

ENTRADAS				SALIDAS																
G1	G2	D	C B A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
L	L	L	L L L L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L L L H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L L H L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L L H H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L H L L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L H L H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L H H L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L H H H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L L L L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L L L H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L H L L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L H L H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L H H L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	L H H H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H
L	H	X	X X X X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	X	X X X X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	X	X X X X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Donde: H = Alto nivel, L = Bajo nivel, X = No importa que.

El CI 74154, es un decodificador 4 a línea a 16 a línea que utiliza un circuito TTL para decodificar cuatro entradas mutuamente exclusivas cuando ambas entradas intermitentes, G1 y G2, son bajas. La función de demultiplexión es realizada usando las cuatro líneas de entrada para direccionar la línea de salida, pasando datos de una de las entra - das intermitentes con la otra entrada intermitentemente ba - ja. cuando cualquier entrada intermitente es alta, todas - las salidas son altas. Estos demultiplexores son ideales - para implementar decodificadores de memoria . Todas las en - tradas son "bufered" y provistas de diodos para minimizar - los efectos de transmisión-línea y por lo tanto simplifica - ción en el diseño del sistema.

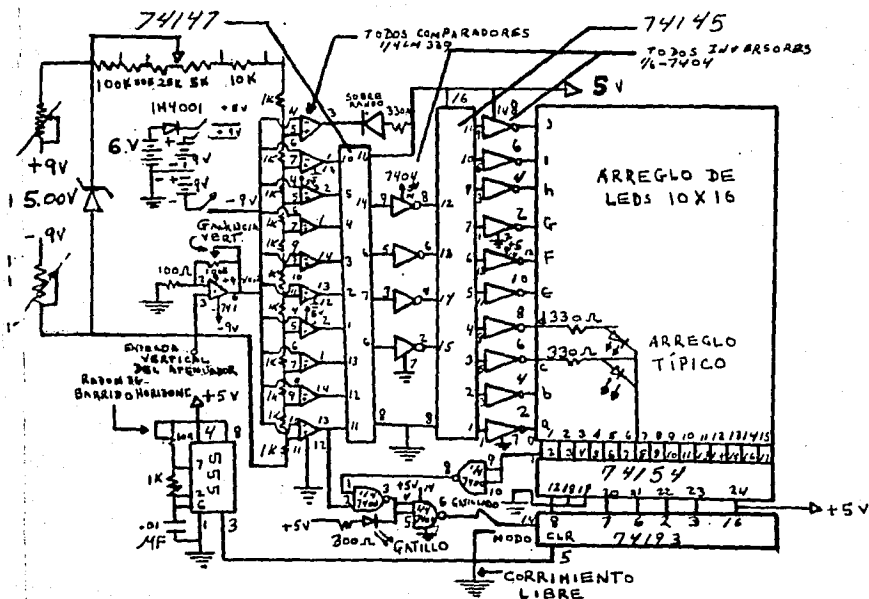
Este CI se escoge debido a la disponibilidad de éste en nuestro país y sus características que son:

- 1) Decodifica 4 entradas codificadas en binario a 16 salidas mutuamente exclusivas.
- 2) Realiza la función de demultiplexión por medio de la -- distribución de datos de una entrada de la línea a cual quiera de las 16 salidas.
- 3) Los diodos de entrada simplifican el diseño.
- 4) Alto "fan-out", baja impedancia, salidas tipo totem.

En este momento nos encontramos casi al final del lo gro de nuestro objetivo teórico pero ¡No! De dejarse el osciloscopio en esta forma se tendría siempre una señal en la pantalla en continuo movimiento, por lo cual nos es necesario dar una referencia a dicha señal a fin de que ésta se co mience a representar desde al principio y no en cualquier -- instante. Esto es fácilmente realizable puesto que como lo hemos especificado anteriormente, cuando se habló del circui to contador LM74193, se dice que tal tiene la particularidad de contar con una entrada la cual lo coloca en borrado y de esto comenzar el conteo cada vez que se le requiera. Para - lograr la borradura nos auxiliaremos de dos referencias: 1. Cuando el voltaje de la señal sea 0, esto implica a tener di cha condición a partir de la sección de la componente vertical y la otra referencia la obtenemos a partir del momento - en que la búsqueda, que se realiza en forma final al encen - der un LED (el primero que significa cero) en la etapa hori - zontal. Esto es precisamente activar el borrado de inicio - de conteo cuando nuestra señal se encuentra en cero para am - bas componentes y de aquí ahora sí se obtiene la representa - ción de nuestra señal en forma ordenada. Para poder acoplar las referencias con que contamos, valor de voltaje 0 y el va lor de cero en la búsqueda debemos de contar con un circuito capaz de comparar estos valores y en el momento que éstos se cumplan mandar la señal al terminal de borrado o lo que en - forma lógica se diría como lo que sigue: "Si este valor Y és te existe entonces..." Por obvio se entiende que se trata -

de una compuerta Y (AND para no quedar inentendido) y ahora si aplicar la señal de borrado para comenzar el conteo. En esta manera hemos desarrollado las bases para la elabora -- ción de nuestro osciloscopio de Estado Sólido. Figura N° 25.

Figura N° 25: Diagrama esquemático del osciloscopio de Estado Sólido.



Se muestran los componentes de los cuales está constituido el osciloscopio listo para ser puesto en marcha y del cual se obtienen los resultados esperados en forma satisfactoria.

INSTRUCCIONES DE USO DEL OSCILOSCOPIO

1.- Procúrese, ante todo, utilizar este osciloscopio en un lugar en donde se tenga poca luz para que los LED que se encuentren prendidos sean fácilmente observables.

2.- Utilizar como fuente de alimentación 110 Volts.

3.- Antes de medir la señal que se requiera deberá colocarse el atenuador de voltaje en el punto de máxima resistencia para evitar dañar los componentes.

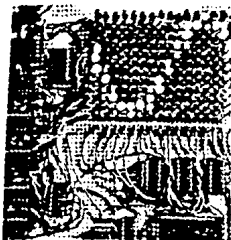
4.- Cuando se realiza la lectura de voltaje se debe tener presente que la señal de referencia es de 5V, por lo que cualquier voltaje presentado en la pantalla es sub - múltiplo de este valor entre 10 (cada LED encendido representa la décima parte de 5 comenzando de abajo hacia arri - ba).

5.- Cuando se requiere saber el valor de frecuen - cia que la señal tiene se deberá tomar en consideración que el tiempo de barrido total en la pantalla puede ser de 4, - .4, .04, .004 y .0004 Seg. Por lo que es muy importante sa - ber esto para el momento en que se debe hacer el cambio del tiempo en el barrido de la pantalla a frecuencia con la clá - sica relación de $F=1/t$.

6.- Para evitar retardo en el tiempo de lectura de frecuencia se recomienda siempre tener en posición de gati - llado el conmutador para este fin y no en forma de corri - -; miento libre. (Conmutador de tipo palanca ubicado en el cos - tado derecho el primero, en nuestro prototipo, visto el os - ciloscopio de frente).

7.- Evítese un valor de voltaje superior a 100 --- Volts en las puntas de prueba, pues la resistencia de entrada en la etapa de atenuación tiene una tolerancia un poco mayor a este valor.

8.- Para efectos de prueba este osciloscopio cumple los requerimientos para los que ha sido desarrollado pero es necesario reforzar que se tienen lecturas con margen de error, esto se aumenta conforme más resistivos se encuentren los selectores, debido a que las resistencias es el único elemento de error. Para evitar esto en forma eficaz es necesario ajustar estos valores de resistencias en forma de sus valores ideales, esto es conveniente sólo cuando el prototipo se desarrolle en forma industrial y esto ha sido señalado a lo largo de nuestro proyecto.



Muestra de una señal senoidal a 5 Volts 200 Hz.

Obsérvese que a bajas frecuencias, este tipo de osciloscopio presenta muy poco margen de error en cuanto a la resolución para fines de medición.

Se escoge este tipo de forma de onda debido a que - representa una señal típica de uso constante y porque nuestro mayor problema en cuanto a resolución es esta burda pantalla compuesta por Diodos Emisores de Luz en la cual la mayor componente de error se encuentra en las señales en forma cuadrada, en cuyo caso, este tipo de señal aparece en forma de segmentos separados, los cuales en un osciloscopio de pantalla a base de Rayos Catódicos estarían unidos entre sí por una fina línea.

C A P I T U L O I V

C O S T O D E P R O D U C C I O N

COSTO DE PRODUCCION:

MATERIAL EMPLEADO

ELEMENTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Acrílico 60 * 20 cms.	\$ 2,020.00	\$ 2,020.00
Acrílico 17.5 * 20.5 cms.	1,350.00	1,350.00
2 Protos	7,000.00	14,000.00
Transformador 110/5 V 1 A	1,750.00	1,750.00
Transformador 110/18 V 1/4 A	1,920.00	1,920.00
8 Diodos 1M4002	80.00	640.00
Condensador 470 MicF.	120.00	120.00
2 Condensadores 1000 MicF.	150.00	260.00
Cto. Integrado 74154	2,500.00	2,500.00
Cto. Integrado 74193	475.00	475.00
Cto. Integrado 7400	265.00	265.00
Circuito Integrado 555	453.00	453.00
Circuito Integrado 74147	410.00	410.00
Cto. Integrado 74145	425.00	425.00
3 Ctos. Integrados 7404	275.00	825.00
Cto. Integrado 741	765.00	765.00
Diodo Zehner 5 Volts	70.00	70.00
3 Ctos. Integrados 339 N	529.00	1,587.00
Regulador 5 Volts	415.00	415.00
2 Condensadores .2 MicF.	95.00	190.00
11 Resistencias 1 Kohms	12.00	132.00
1 Resistencia 1100 Ohms	12.00	12.00
12 Resistencias 1 Kohm	12.00	144.00
1 Resistencia 200 Ohms	12.00	12.00
2 Resistencias 350 Ohms	12.00	24.00
4 Resistencias 100 Ohms	12.00	48.00
Resistencia 120 Ohms	12.00	12.00
9 Resistencias 1 Mohms	12.00	108.00
Resistencia 220 Kohms	12.00	12.00

ELEMENTO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2 Resistencias 470 Kohms	\$ 12.00	\$ 24.00
2 Resistencias 33 Kohms	12.00	24.00
2 Resistencias 10 Kohms	12.00	24.00
Resistencia 5 Kohms	12.00	12.00
23 resistencias 12 Kohms	12.00	276.00
Resistencia 47 Kohms	12.00	12.00
2 Resistencias 1.8 Kohms	12.00	24.00
Resistencia 68 Kohms	12.00	12.00
Resistencia 22 Kohms	12.00	12.00
2 Resistencias 380 Ohms	12.00	24.00
2 Resistencias 4.7 Kohms	12.00	24.00
2 Resistencias 47 Kohms	12.00	24.00
2 Resistencias 470 Kohms	12.00	24.00
2 Resistencias 4.7 Mohms	12.00	24.00
10 Resistencias 56 Ohms	12.00	120.00
Potenciometro doble de 10 K	1,200.00	1,200.00
3 Selectores de 5K 4 Pasos	900.00	2,700.00
2 Interruptores	600.00	1,200.00
Portafusible	250.00	250.00
Fusible	55.00	55.00
Hembra	320.00	320.00
1 Mt Cable Coaxial	600.00	600.00
2 Conectores	450.00	900.00
Clavija	200.00	200.00
1 Mt Cable Duplex	55.00	55.00
30 Tornillos	5.00	150.00
162 Diodos emisores de luz	77.50	12,555.00
Mano de Obra	11,500.00	11,500.00
Cable Calibre 22	500.00	500.00
Soldadura	50.00	50.00
Alambre	15.00	15.00
GRAN TOTAL		\$ 63,854.00

=====

CONCLUSIONES

El circuito en el cual me basé tiene varias deficiencias que, con algunas modificaciones sencillas se lograría que aumentara su eficiencia por mucho. Algunos de sus inconvenientes es que, debido a que tiene potenciómetros en la ganancia de voltaje del amplificador operacional y para controlar la frecuencia del oscilador no se tiene una idea de los niveles de señal que realmente se están observando.

Para que el osciloscopio tenga más características de instrumento de medición es necesario que por medio de se lectores se obtenga una relación de la magnitud de la señal observada, para esto decidí montarlo en circuito de prueba para que se pudieran hacer las modificaciones en función de los resultados.

Uno de los primeros problemas que se hubo de resolver, fue respecto al convertidor análogo/digital porque no todos los integrados de todas las marcas fueron compatibles con este circuito, por lo que tuve que comprar hasta unos 12 integrados en lugar de los 4 que ocupa el circuito, y tuve que probarlos hasta conseguir que estos 4 trabajaran adecuadamente.

Otro de los problemas fue encontrar la base para la malla de diodos emisores de luz, que por la cantidad de éstos tenía que ser de una disposición que permitiera colocar los lo más cerca posible unos de otros para dar una mejor imagen y a la vez que en caso de fallar un LED fuera fácil y rápido cambiarlo, por lo que decidí montarlos en acrílico y soldarlos por abajo. Asimismo otro problema en la malla fue que, al estar encendido cada LED una dieciseisava parte

del tiempo total la imagen en intensidad es muy tenue, por lo que, haciendo pruebas con los LEDES que conseguí, fui decrementando el valor de la resistencia en serie con un voltaje de alimentación de 5V hasta ver cuál valor era el mínimo en la resistencia que permitiera encender a los diodos con más intensidad y a la vez no se corriera el riesgo de que en algún momento éstos se dañaran; el resultado fue cambiar la resistencia recomendada de 330 Ohms hasta 58 sin peligro. Lo que permite ver la imagen a una luz normal.

Uno de los circuitos que se modificó fue el amplificador de ganancia vertical. La resistencia de realimenta-ción se bajó a 0 y la señal de entrada se aplica a un diviisor de voltaje el cual está formado por 5 resistencias de alto valor dando 5 niveles de atenuación por medio de los cuales el voltaje de entrada se reduce a las siguientes relaciones:

- A(1/1). Se aplica señal completa.
- B) 1/2
- C) 1/4
- D) 1/10
- E) 1/20

Para obtener la primera selección se cuenta con una serie de resistencias de 5 Mohms, es necesario colocar valores muy altos de resistencia de entrada para afectar lo menos posible al circuito que se está probando, debido a que en el momento de conectarla a este divisor de voltaje se está conectando una resistencia al circuito posterior que baja la impedancia normal de éste ocasionando que la resistencia interna de la etapa a probar ocasione una caída de voltaje mayor a las condiciones normales de funcionamiento, --por lo que la medición tomada será menor a la que en realidad trabaja en condiciones normales.

Para obtener resultados de nuestro osciloscopio en forma profesional la única forma de lograr esto es desarrollar este prototipo en forma industrial y así corregir sus puntos en donde radica el mayor error. 1.- Resistencias, haciendo éstas a la forma ideal de valor exacto, y 2.- Cambiar la pantalla de LED por una de tipo nemático para obtener una definición mucho más precisa, con esto se logrará un osciloscopio que cumpla con los requerimientos de exactitud.

B I B L I O G R A F I A

Lancaster, Don.

TTL Cookbook.

Editorial Sams:

Indianápolis, Indiana, Estados Unidos, 1982.

Jung, Walter G.

I.C. Timer Cookbook.

Editorial Sams:

Indianápolis, Indiana, Estados Unidos, 1978.

Noll, Edward M.

Oscilloscope Applications & Experiments.

Editorial Sams:

Indianápolis, Indiana, Estados Unidos, 1978.

Heath Company.

Operational Amplifiers.

Heath Company:

Benton Harbor, Michigan, Estados Unidos, 1979.

Carr, Joseph J .

Microcomputer interfacing handbook A/D & D/A

Editorial Tab Books, Inc. :

Blue Ridge Summit, Pa., Estados Unidos, 1979.

Popular Electronics.

Editorial Ziff - Davis Publishing Company:

Nueva York, Nueva York, Estados Unidos, Abril 1979.

Popular Electronics.

Editorial Ziff - Davis Publishing Company:

Nueva York, Nueva York, Estados Unidos, Enero 1980.

Radio Electronics.

Editorial Gern Shack Publications, Inc. :

One Park Avenue, Nueva York, Estados Unidos, Nov. 1983.

S.A. de C.V.

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES

8 DE JULIO No. 13

(ENTRE P. MORENO Y MORELOS)

TELS. 14-01-22 y 13-01-42

GUADALAJARA, JAL.

PASAMOS SU TESIS
EN MÁQUINA IBM



USAMOS EQUIPOS XEROX Y OFFSET

- TRANSCRIPCION
- PREPARACION DE HOJAS
- PRODUCCION DE
- IMPRESION PROFESIONAL
- REVISION DE FOLIOS
- LIMPETADO

HELIOGRAFICAS

- COPIAS BOND
- PAPELERIA PARA SU EMPRESA
- REDUCCIONES
- AMPLIFICACIONES