

Cristóbal Sánchez de la Peña

G. DIENTE DE SIERRA

El circuito que les presentamos esta destinado a realizar un generador de frecuencia cuya salida tiene forma de diente de sierra, con unas características practicamente ideales. Este tipo de generadores, son muy utilizados en numerosos equipos de electrónica, tales como osciloscopios, generadores de barrido etc. ya que dicha forma de onda es la base para la medida de tiempo, dado que representa, el recorrido uniforme de una tensión en aumento de una sola polaridad.

Características Técnicas

Fcia. de trabajo Aprox. 25 a 250 Hz
Tensión de alimentación max 18 voltios
Tiempo de caída para 50 Hz (20 ms) Aprox-0,2 mS
Consumo aprox 60mA.
Amplitud de salida diente de sierra Aprox-2/3 tensión Alimentación.

QUE ES UNA ONDA EN DIENTE DE SIERRA

La gran mayoría de aficionado estan familiarizados con las formas de ondas clásicas, como son la Senoidal la Cuadrada la Triangular, pero no así con la forma de onda en diente de sierra, aunque es una onda muy empleada y se puede definir como una onda periodoca cuya amplitud varia linealmente con el tiempo entre dos valores generalmente de la misma polaridad, siendo el tiempo de subida mayor, que el tiempo de bajada. La fig. n° 1 representa la forma de onda en diente de sierra ideal, ya que el tiempo de bajada seria "0" y corresponde al segmento 2-3 y 4-5 de la fig n° 1 que como se aprecia, es una salida vertical en el eje de coordenadas, lo que representa un tiempo "0". En la práctica esta, forma de onda es imposible de lograr ya que el tiempo "0" no se puede conseguir. Por tanto la calidad de la forma de

onda es función de este tiempo de bajada. y como es evidente cuanto más se acerque este tiempo a "0" de mayor calidad sera la forma de onda. La fig. n° 2 representa la forma de onda que se logra con este circuito como Vds observarán tiene una calidad muy grande ya que, el tiempo de descenso representa aproximadamente la centésima parte del tiempo de subida.

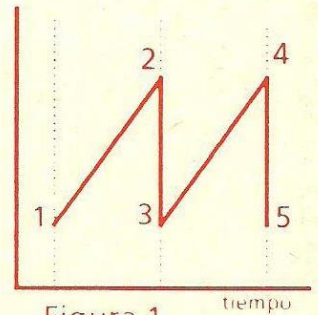
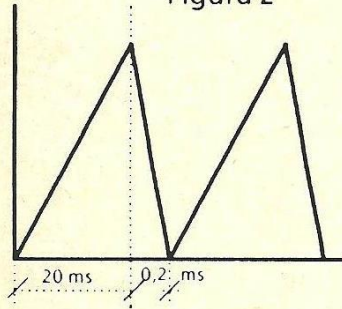


Figura 1

Figura 2



La onda en diente de sierra presenta como el resto de las distintas forma de onda, diferencias en cuanto a amplitud y frecuencia, así mismo existen para este tipo de ondas: las armónicas, es decir, frecuencias multiples de la frecuencia fundamental, puesto que la forma de onda en diente de sierra puede considerarse como la suma de una onda senoidal fundamental con sus armónicos de amplitud decreciente e inversamente proporcional a su propio orden la fig n° 3 representa el proceso.

GENERACION DE UN DIENTE DE SIERRA

Para generar un diente de sierra existen muchos metodos ya sean simples como puede ser el oscilador de relajación, empleando como

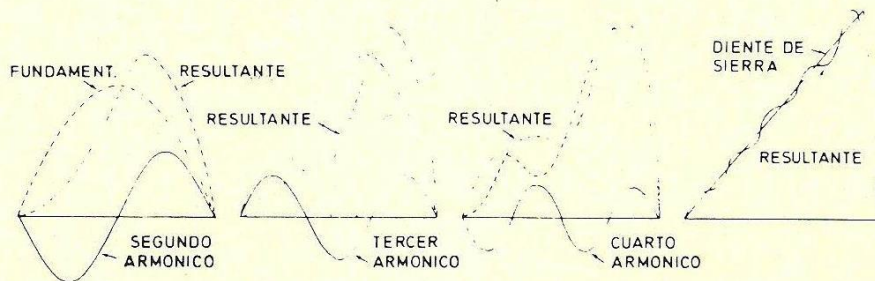
elemento activo el neon o válvula gaseosa y el transistor UJT, y más complicados a partir de otra forma de onda como puede ser los sistemas integradores, formados por una resistencia y un condensador en serie, a los que se aplica una señal en onda cuadrada que no es, ni más ni menos, que un interruptor que se abre y cierra periódicamente, pero existe un inconveniente y es que el tiempo de bajada, que como Vds recordarán era el que delimitaba la calidad de la forma, de onda, es relativamente alto, del orden del 10% del tiempo de subida, lo que nos iba a dar una forma de onda que si bien se puede considerar como un diente de sierra, se pareciera más a una onda Triangular, ver fig. 4. Los inconvenientes que nos producirá al aplicar esta forma de onda, a cualquier sistema de disparo sería que dicho tiempo de caída $t/10$ nos produciría un retorno que en el caso de que lo quisieramos visualizar en un osciloscopio produciría una doble traza que nos dificultaría el analisis posterior, si quisieramos que este analisis no fuera erróneo habría que suprimir dicha traza de retorno, diseñando un dispositivo antiretorno, lo que encarecería el sistema. Pero existe un sistema mucho mas preciso y que es el empleado en nuestro circuito y que consiste en la carga y descargade un condensador.

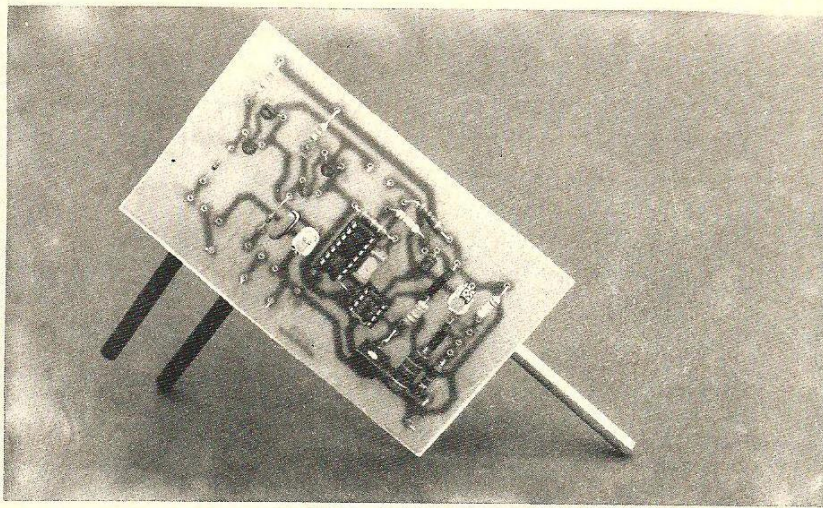
DIAGRAMA DE BLOQUES

Basandonos en los datos del parrafo anterior hemos optado por realizar el generador de diente de sierra objeto de este artículo aprovechando las condiciones de carga y

descarga de un condensador. Para cargar un condensador existen dos procedimientos el de carga con tensión constante y el de carga con corriente constante fig. 5 y 6 respectivamente. Como se puede observar en las figuras 5 y 6 el inconveniente principal que tiene el hecho de cargar un condensador con tensión constante, es que en la carga adquirida por dicho condensador la tensión del mismo, crece de forma exponencial. Si una vez adquirido los aproximadamente $2/3$ de la tensión de alimentación en las placas del condensador (valor en el que se considera el condensador cargado) disparásemos dicho condensador, es decir, pusieramos en corto el condensador por medio de un interruptor entre el positivo y masa, la forma de onda que nos produciría. Sería un diente de sierra, pero con el plano de subida en forma exponencial fig 7. Ahora bién cuando un condensador se carga con un generador de corriente constante, la tensión del condensador crece de forma lineal y realizando se la operación anterior, de descarga del condensador aparecería un forma de onda con (planos) de subida lineales que es lo que estamos persiguiendo ver fig 8. Una vez realizada este preambulo, vamos a describir el circuito práctico, que nos ocupa, para ello, nos valdremos como siempre del diagrama de bloques. El funcionamiento es el siguiente:

El generador G, entrega una corriente constante al condensador C, el cual se va cargando linealmente, hasta alcanzar un valor





ligeramente superior, al fijado en la entrada de la tensión de referencia del comparador de tensión, en ese momento el comparador cambiara de estado y como consecuencia disparará el monoestable, formado por dos puertas NOR y a su vez, pondra en conducción el disparador colocando a masa, el terminal positivo del condensador, con lo cual se formará la pendiente de caída, en la forma de onda de diente de sierra, producida esta caída de tensión, la tensión en el comparador caera del valor prefijado y comenzará la carga nuevamente del condensador, generando otra nueva rampa y así sucesivamente, con la cadencia que limita la propia carga del condensador.

DESCRIPCION DEL CIRCUITO

Generador de Corriente Constante

Esta formado por el transistor TR1 y los elementos asociados a la salida del colector de este transistor, esta conectado el condensador que se deberá cargar y descargar, para producir la forma de onda en diente de sierra. Las resistencias R1 R2 y P1 forman un divisor de tensión y el potenciómetro P1 es el que fija la frecuencia de la onda de diente de sierra, la resistencia R3 es la resistencia de carga del emisor tengasé en cuenta que este transistor es del tipo PNP.

Condensador de Carga

Este es el elemento básico del circuito y en el esquema teorico esta

representado por C1, anteriormente hemos mencionado que el potenciómetro P1 fijaba la frecuencia, pero tratandose del mismo condensador, ya que si queremos variar esta frecuencia se puede bajar el valor del condensador, con lo que la frecuencia de trabajo subira, operando a la inversa en caso contrario.

DISPARADOR

Esta formado por TR2 y TR3 montados en configuración DARLINGTON, ya que de esta manera la respuesta y ganancia es mucho mayor. El funcionamiento es muy sencillo, al recibir un nivel lógico 1 en la base de TR3 este transistor entrará en conducción, con lo que la tensión de signo positivo presente

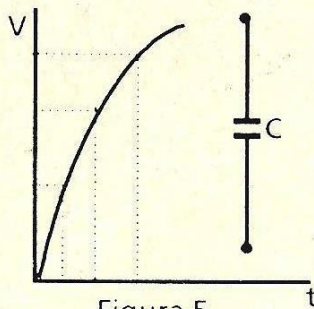
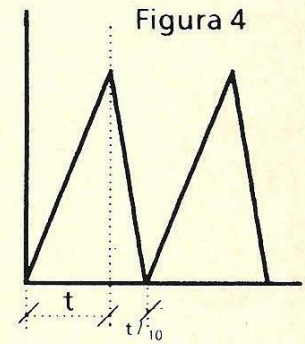


Figura 5
TENSION CONSTANTE

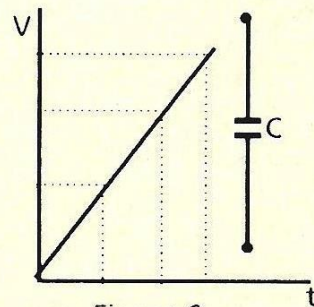
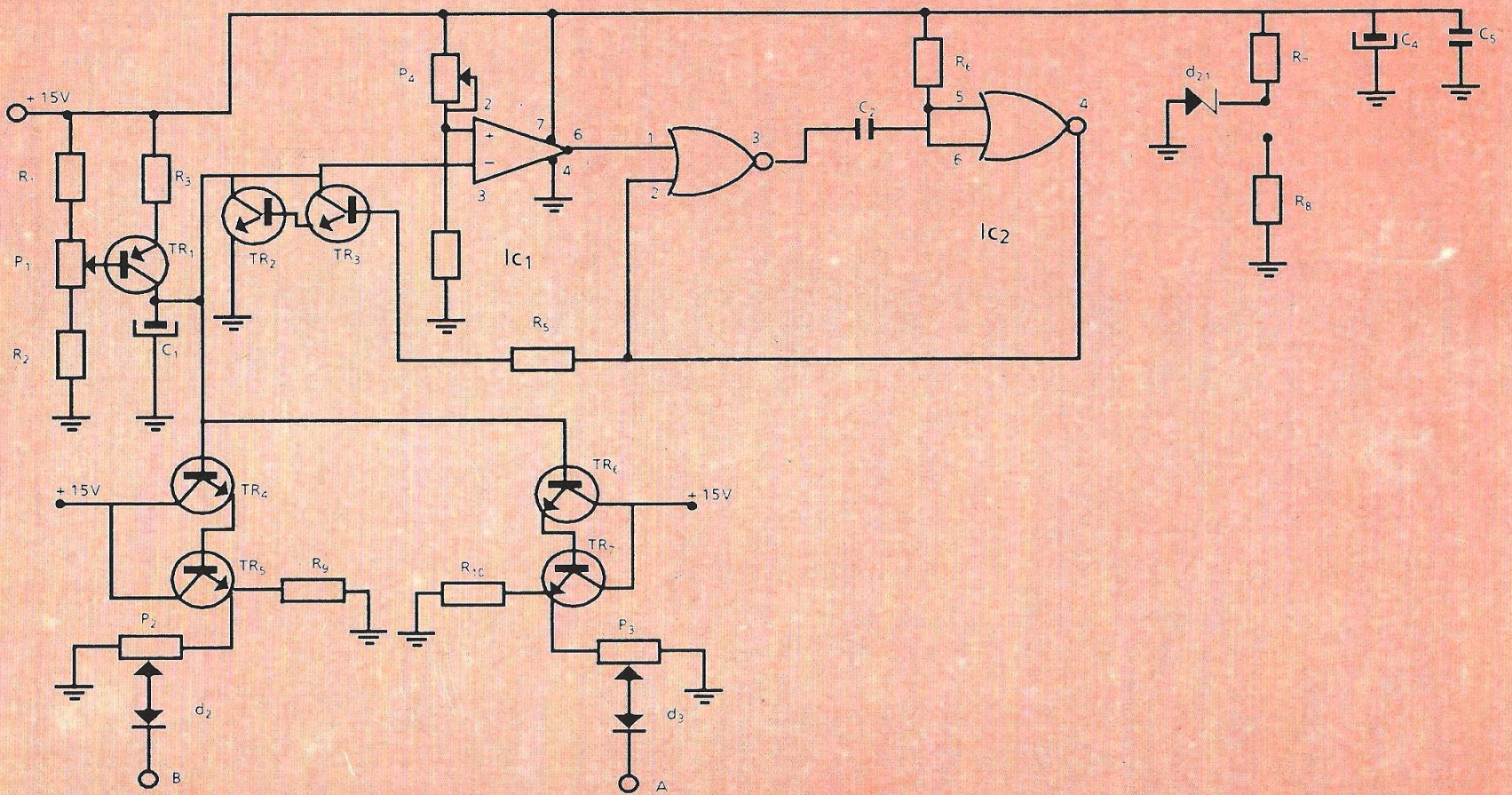
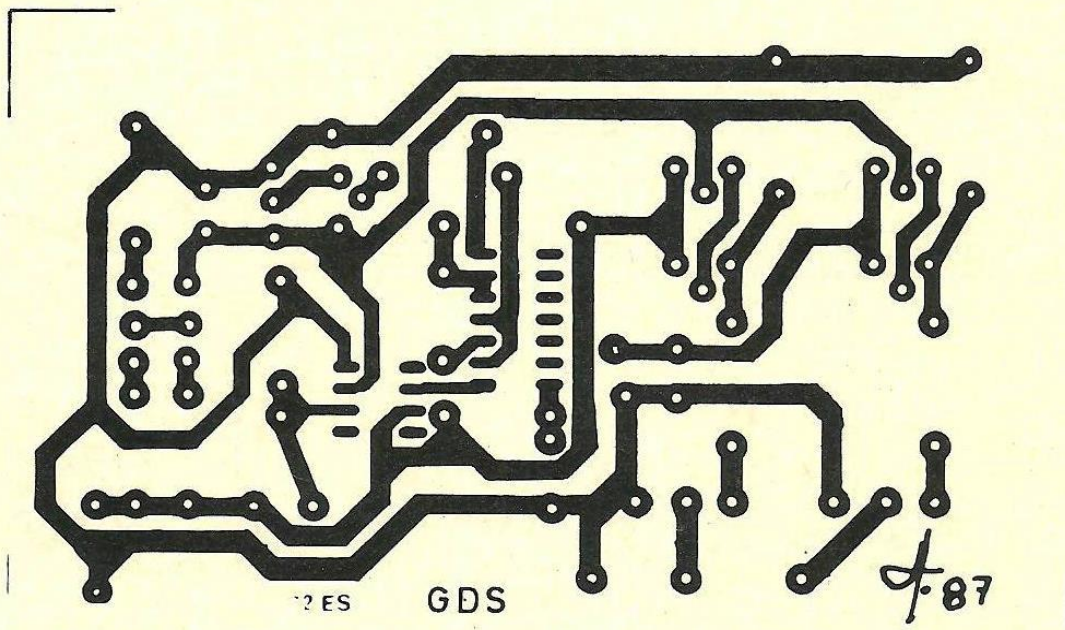
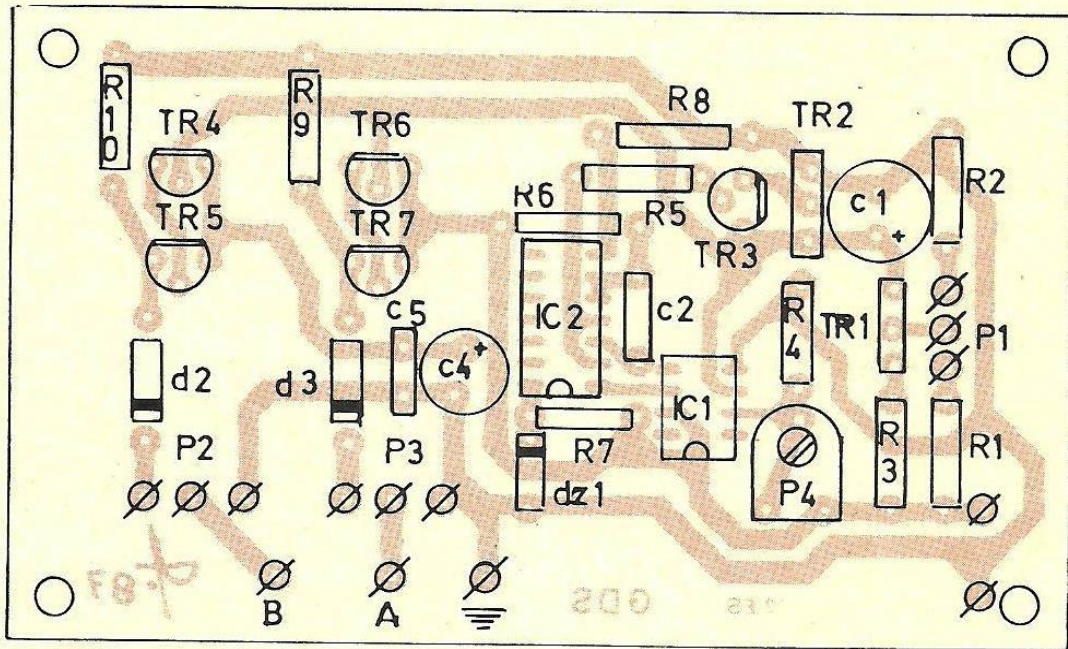
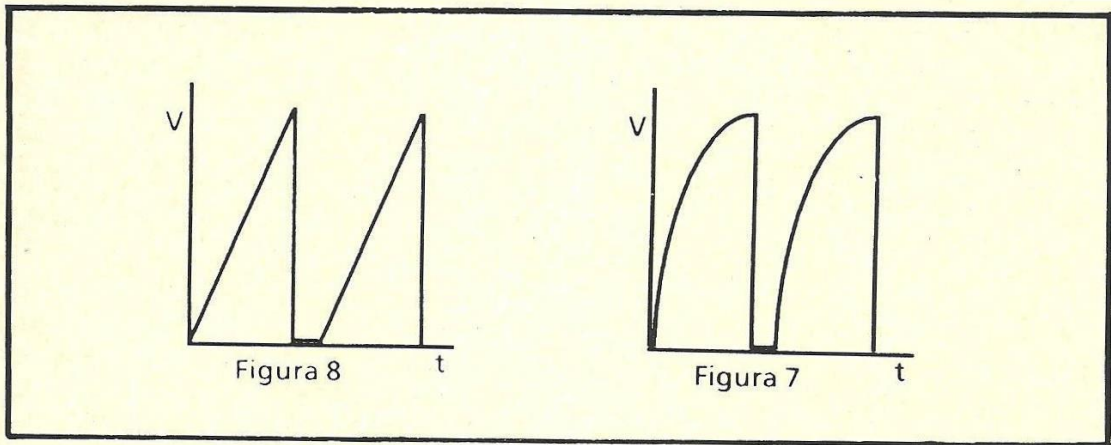


Figura 6
CORRIENTE CONSTANTE







en el colector, pasará al emisor (menos la caída de tensión entre estos electrodos colector-emisor) y como la base del segundo transistor, de la configuración DARLINGTON, TR2, está unida al emisor de TR3, el transistor TR2 también entrará en conducción, con lo que produciremos el cortocircuito en el condensador C1 y por lo tanto la descarga instantánea del mismo.

COMPARADOR DE TENSION

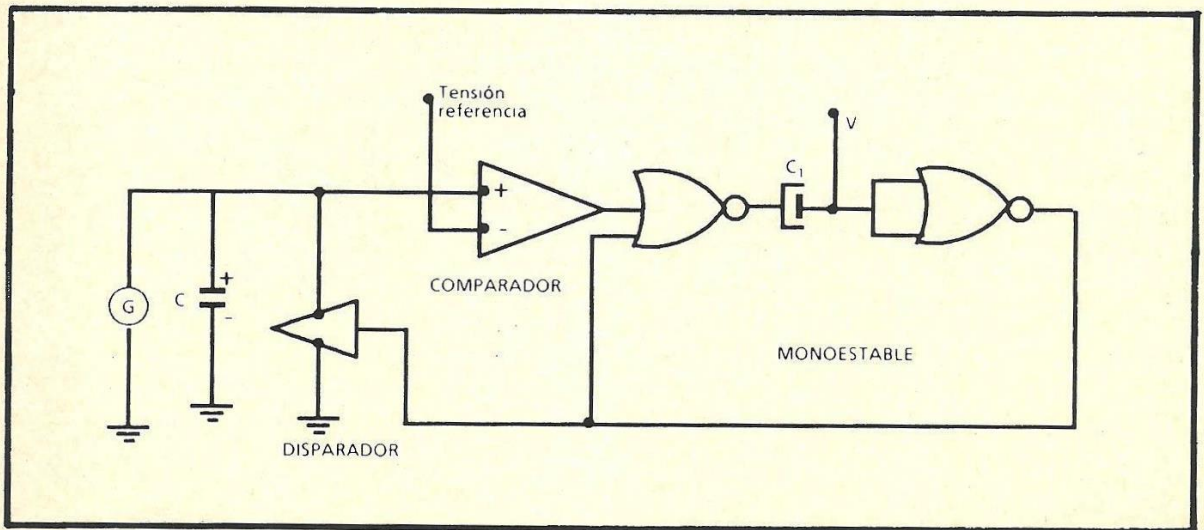
Formado por IC1 y los elementos asociados, se trata de un amplificador operacional trabajando como comparador de tensión, el funcionamiento es muy

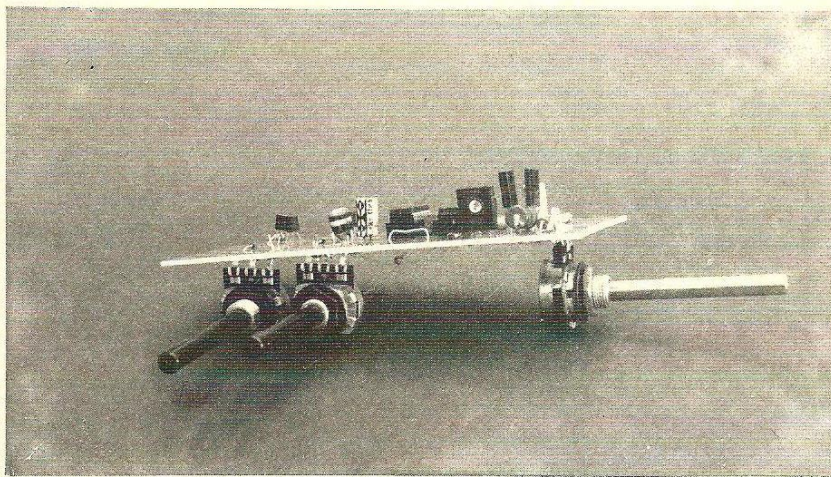
sencillo. Con el potenciómetro P4 fijamos el valor de la tensión en la entrada inversora (-) si la tensión en la entrada no inversora (+) de este circuito, es menor que la prefijada en la entrada inversora, a la salida del circuito integrado, habrá un cero lógico, ahora bien, si la tensión en la entrada no inversora, supera el valor fijado en la otra entrada el integrado, la salida cambiará de estado y pasará a un 1 lógico que posteriormente aplicado al monoestable, producirá la entrada en conducción del disparador.

MONO ESTABLE

Con el comparador de tensión

anteriormente mencionado, ya podríamos atacar al disparador, pero con ello no provocaríamos la descarga total del condensador y no llegaríamos al nivel cero de tensión en la onda, por ello, a la salida del comparador de tensión colocamos un monoestable formado por dos puertas NOR, siendo la primera en configuración clásica y la segunda, en función lógica inversora ya que las dos entradas están conectadas entre sí, y asocia a la salida un estado lógico, opuesto al de entrada, esto se puede ver, en la tabla de la verdad de una puerta NOR. Para que el disparador funcione a la salida de la segunda puerta, tiene que haber un "1" lógico. La figura A representa la tabla de la verdad, de una puerta





LISTAS DE COMPONENTES

- R1 -- 1K Ω 1/2 watio 5%
- R2 -- 10K Ω 1/2 watio 5%
- R3 -- 10 Ω 1 watio 5%
- R4 -- 56 K Ω 1/4 watio 5%
- R5 -- 10 K Ω 1/2 w
- R6 -- 1K Ω 1/2 w
- R7 -- 10 K Ω 1/2 w
- R8 -- 10 Ω 1/2 w
- R9 -- 2K2 Ω 1/2 w
- R10 -- 2K2 Ω 1/2 w
- C1 -- 47 μ F/35 V vertical
- C2 -- 470 KpF 63 V FACO
- C4 -- 47 μ F/35 Vvertical
- C5 -- 100 KpF 63 V FACO

P1 -- Potenciómetro eje 10 K Ω lineal

P2 500 K Ω P. eje Ω lineal

P3

P4 -- PT - 10 V - 100 K Ω

IC1 -- 741

IC2 -- MC/4001 BCP

TR1 -- MC 150

TR2 -- MC 140

TR3 -- BC - 547

TR4 -- BC 547

TR5 -- BC - 547

TR6 -- BC - 547

TR7 -- BC - 547

dZ1 -- zener 15 V 400 mA

d2

1N 4148

d3

NOR, tengase en cuenta, que la segunda puerta es un configuración lógica del Inversor.

AMPLIFICADOR

Al objeto de aumentar la corriente de salida, hemos dotado a este generador de dos salidas amplificadora, en configuración DARLINTONG, formada cada una de ellas por los transistores TR4 y TR5 salida B y TR6 y TR7 salida A. Con la misma frecuencia y totalmente enfasadas los potenciómetros P2 y P3, dosifican los niveles de

salida, de cada una de ellas independientemente del nivel máximo prefijado por P4, que una vez realizado no se deba tocar y que se puede dosifican con los específicos de cada salida. El montaje no requiere especiales atenciones, realizen una soldadura adecuada, si Vds no van a emplear zocalos para los circuitos integrados, deberán hacer una soldadura rápida de los mismos, al objeto de no deteriorarlos **MUY IMPOR-TANTE** Si la tensión de alimentación, no va a superar los 15 vcc, se puede quitar R7, R8 y d2 y alimentar por medio de un puente el IC2, tengase en cuenta, que la máxima tensión que el circuito puede soportar en condiciones normales, es de 18 vcc.

La puesta en marcha es muy sencilla, pero se hace necesario un osciloscopio para poder visualizar la forma de onda para ello se situara la sonda entre una de las salidas A ó B y masa y los potenciómetros P1 lo mas cerca de R2, y el dosificador de salida P2 si se escoge la salida B ó P3 si es la salida A, hacia el emisor de su respectivo transistor, el potenciometro P4 se situará en la mitad de su recorrido. Se dara tensión al circuito, que recomendamos en principio sea menor de 15 Vcc y se visualizará la forma de onda el punto de ajuste de P4, es aquel en el

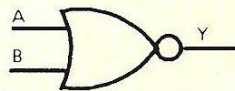


Figura A 11

ENTRADAS		SALIDAS
A	B	
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

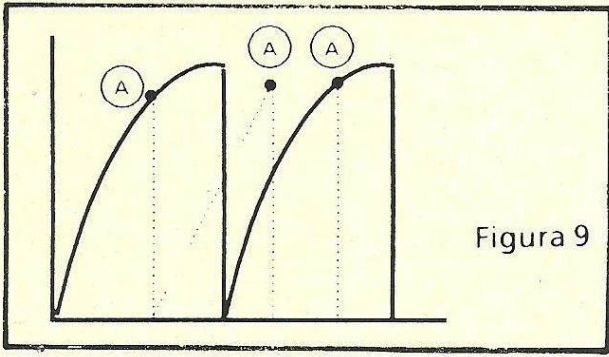


Figura 9

cual la forma de onda empieza a curvarse, punto A (fig. 9) y a su vez, será la máxima salida para la tensión de alimentación, suministrada realizado este ajuste, la frecuencia se ajustará con P1 y les recordamos que a su vez se puede variar la misma aumentado o disminuyendo el valor de C1.

