

## **Multivibradores**

Los multivibradores son en realidad osciladores, pero su forma de onda de salida no es una señal senoidal, sino que generan una onda cuadrada.

Existen dos clases de multivibradores:

–De funcionamiento continuo, también llamados libres, recurrentes o astables, mucho más conocidos por éste último nombre, que generan ondas sin la necesidad de más excitación exterior que la propia fuente de alimentación.

–De funcionamiento excitado, que requieren una tensión exterior de disparo o de excitación para salir de unas condiciones estáticas o de reposo.

### **Multivibrador astable.**

Un multivibrador astable es un oscilador de relajación; su frecuencia de salida depende de la carga y descarga de condensadores. Estas cargas y descargas son provocadas por la conmutación de sendos transistores.

Si dividimos un multivibrador astable en dos verticalmente, se puede observar que es un circuito simétrico, desde el punto de vista geométrico. Si hacemos  $T1=T2$ ,  $R1=R4$ ,  $R2=R3$  y  $C1=C2$ , la forma de onda de cualquiera de las salidas será simétrica, es decir, la duración de ambos niveles de tensión de cada ciclo será idéntica.

La frecuencia de salida viene determinada por los valores de  $C1$ ,  $C2$ ,  $R2$  y  $R3$ ; si se rompe la igualdad, expuesta anteriormente, entre dichos componentes, la forma de onda de salida será asimétrica.

Las formas de onda de salida  $Vo1$  y  $Vo2$  están desfasadas  $180^\circ$ ; mientras una está en su nivel superior la otra está en el inferior. Esto es debido a la situación de  $T1$  en corte y  $T2$  en saturación, y viceversa.

### **Funcionamiento**

Si consideramos un instante en el que  $T2$  esté en saturación y  $T1$  en corte,  $C1$  se empezará a cargar a través de  $T2$  y  $R1$ , y, como el punto de unión de  $C1$  y  $R2$  está conectado a la base de  $T2$ , llegará un momento en que la tensión en la base de  $T2$  es insuficiente para que  $T2$  permanezca saturado, con lo que al conducir menos la tensión  $Vo2$  aumentará, iniciando el proceso descrito anteriormente pero en sentido contrario, es decir, llevando a  $T1$  a saturación y  $T2$  al corte.

Mientras  $C1$  adquiría carga para provocar tal cambio,  $C2$  se va descargando.

Este proceso se mantiene mientras estemos suministrando tensión al circuito de esta forma:

Las condiciones iniciales son estas:

$C1$  estaba prácticamente descargado.

$C2$  estaba totalmente cargado.

$T1$  estaba en corte

T2 estaba en saturación

En estas circunstancias, C2 encuentra un camino de descarga a través de R3 y T2 y C1 se carga a través de la unión base-emisor de T2 y de R1.

Momentáneamente, la base de T1 se encuentra sometida a un potencial de  $-V_{cc}$ , aproximadamente, respecto a masa. Obsérvese la polaridad con que se había cargado C2, al conectar su terminal positivo a masa a través de T2, al inicio de la descarga, en la base de T1 se reflejan  $-V_{cc}$  voltios, aproximadamente, que es la carga de C2.

A partir del instante en que T2 pasa a saturación, C2 se empieza a descargar; tardará un tiempo

$$T_2 = 0.69 \cdot C_2 \cdot R_3$$

En un tiempo menor se habrá cargado C1, ya que

$$C_1 = C_2 \text{ y } R_1 \ll R_3$$

Una vez que C2 se ha descargado totalmente empezará a cargarse en sentido contrario, esto es, el punto de unión de C2 y R3 será ligeramente positivo, por lo que también se aplicará polarización directa a la base de T1, que provocará el basculamiento del circuito y que sitúa a T1 en saturación y a T2 en corte, comenzado entonces C2 a cargarse a través de su circuito de carga y C1 a descargarse a través de R2 y T1.

De forma análoga al proceso anterior, la base de T2 se encuentra en el instante de la conmutación sometida a un potencial negativo próximo a  $-V_{cc}$  que va disminuyendo según se descarga C1; lo hará en un tiempo

$$T_1 = 0.69 \cdot R_2 \cdot C_1$$

Por la razón expuesta anteriormente, C2 se cargará en un tiempo menor que T1.

Una vez extinguida la carga de C1, éste adquiere una pequeña carga en sentido contrario, que hará de nuevo conmutar al circuito, pasando T2 a saturación y T1 a corte, con lo que se inicia un nuevo ciclo.

Por todo esto se deduce que un ciclo tendrá un periodo

$$T = t_2 + t_1$$

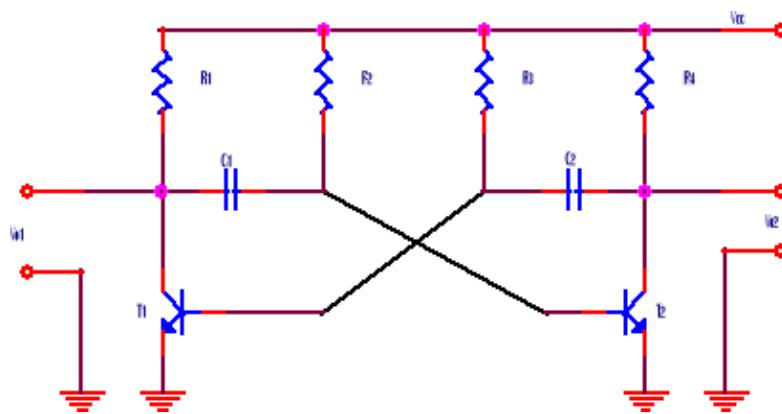
como  $C_1 = C_2$  y  $R_2 = R_3$ , tendremos que

$$t = 2 \cdot (0.69 \cdot R_2 \cdot C_1) = 1.38 \cdot R_2 \cdot C_1$$

Esta expresión es cierta sólo en el caso de circuitos simétricos; en caso contrario, la duración de un ciclo será

$$T = t_1 + t_2 = 0.69 \cdot R_2 \cdot C_1 + 0.69 \cdot R_3 \cdot R_2$$

por lo que, en cualquiera de los casos, la frecuencia de oscilación es conocida con facilidad.



### Multivibrator astable.

### Multivibrator monoestable.

Dentro de los multivibradores de funcionamiento excitado se distinguen dos tipos:

**Monoestable**, que permanecen en un estado determinado mientras no se les aplique una señal exterior que les haga cambiar al estado contrario para, posteriormente, regresar de nuevo al de reposo y permanecer en él hasta la presencia de un nuevo impulso de excitación.

**Biestable**, que pueden permanecer en cualquiera de los dos estados de forma indefinida, si no se les aplica una señal exterior que les haga cambiar al estado contrario.

El multivibrator monoestable no es estrictamente un oscilador, pero en determinadas circunstancias se puede comportar como tal, aunque siempre controlado por una señal exterior.

El multivibrator monoestable es muy similar al astable, como podemos observar.

### Multivibrator monoestable.

La sustitución del condensador C2 por la resistencia R3 es lo que le permite que el circuito permanezca en un estado concreto, esto es, T1 en corte y T2 en saturación, luego,  $V_{01} = V_{cc}$  y  $V_{02} = 0V$ .

Cuando se aplica un impulso a  $V_d$ , T1 pasa a conducir y T2 al corte; en este estado estará un tiempo determinado por  $R_2$  y  $C_1$ , y volverá de nuevo al estado primitivo.

Si la señal  $V_d$  es una señal que se repite a intervalos constantes, la señal de salida ofrecerá una frecuencia constante.

### Funcionamiento

Si suponemos inicialmente T2 en saturación, debido a la ausencia de tensión en la base de T1, éste permanecerá en corte ya que  $V_{02} = 0$ . En estas circunstancias, C1 se carga a través de R1 y de la unión base-emisor de T2 y el circuito permanece en esta situación indefinidamente.

Si aplicamos un impulso de amplitud suficiente en  $V_d$ , T1 pasará a saturación, por lo que  $V_{01}$  se hará prácticamente 0 y en la base de T2 se reflejará una tensión negativa de valor próximo a  $-V_{cc}$  que hará que T2 pase al corte; por ello  $V_{02}$  tomará un valor próximo a  $V_{cc}$  y la base de T1 permanezca en saturación.

Desde el instante en que T1 pasa a saturación, C1 comienza a descargarse a través de R2 y T1 y lo hará en un tiempo

$$T = 0.69 \cdot R2 \cdot C1$$

Una vez descargado empezará a cargarse en sentido contrario, esto es, la placa conectada a la base de T2 se hará positiva y una vez alcanzada tensión suficiente en ese punto, T2 pasará a saturación, por lo que Vo2 se hace 0 y, de nuevo, T1 pasa al corte hasta la aparición de un nuevo impulso de disparo en Vd.

### Cálculos astable.

1.-  $F = 325 \text{ Hz}$

2.-  $T = 6 \text{ segundos}$

### Circuito 1.

Como el circuito va a ser simétrico  $T = 2(0.69 \cdot R2 \cdot C1)$

$$F = 1 / T$$

$$F = 325 \text{ Hz} \quad T = 1 / 325 \text{ Hz} = 3.07 \cdot 10^{-3}$$

**$T = 3.07 \cdot 10^{-3}$**

Si suponemos  $R2 = 100 \text{ K}$

$$3.07 \cdot 10^{-3} = 2(0.69 \cdot 100\text{K} \cdot C1)$$

$$C1 = 3.07 \cdot 10^{-3} / 138 \cdot 10^3 = 22 \text{ F}$$

**$C1 = 22 \text{ F}$**

Vamos a coger una  $Vcc$  de 12 Voltios y una  $Ic$  de 10 mA

$$Vcc = Ic \cdot Rc$$

$$Rc = Vcc / Ic = 1200$$

**$Rc = 1200$**

Al ser el circuito simétrico:

$$Rc1 = Rc2 = 1200$$

$$C1 = C2 = 22 \text{ F}$$

$$R2 = R3 = 100\text{K}$$

Este circuito fue probado obteniendo una frecuencia de **332 Hz.**

### Circuito 2.

Al utilizar los mismos transistores que en el circuito anterior vamos a mantener los valores de  $R_c$  y de  $V_{cc}$ , teniendo así que calcular los condensadores, ya que podemos mantener también el mismo valor para las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ .

**$V_{cc} = 12V$**

$T = 6$  seg.

$$T = 2(0.69 \cdot R_2 \cdot C_1)$$

$$C_1 = T / 2(0.69 \cdot R_2)$$

**$C_1 = 43 \text{ F}$**

Este circuito fue probado obteniendo un periodo de 6.40 segundos.

**Cálculos monoestable.**

Tenemos que calcular un multivibrador monoestable para un tiempo de 2 segundos.

**$T = 2$  seg.**

**$T_1 = T_2 = BC548C$**

$V_{cc} = 12V$

**$R_2 = 47 \text{ K}$**

$$T = 0.69 \cdot R_2 \cdot C$$

$$C = T / 0.69 \cdot R_2 = 61 \text{ F}$$

**$C = 68 \text{ F}$**

$$R_1 = R_4 = R_c = V_{cc} / I_b$$

Vamos a suponer una  $V_{cc}$  de 12 Voltios y para este transistor  $I_c = 10 \text{ mA}$

$$R_c = 12 \text{ V} / 10 \text{ mA} = 1200$$

**$R_1 = R_4 = 1200$**

$$R_b = V_b / I_b$$

$$I_b = I_c /$$

Para este transistor la mínima es de 420

$$I_b = 10 \text{ mA} / 420 = 23 \cdot 10^{-6}$$

$$R_b = 12 \text{ V} / 23 \cdot 10^{-6} = 521 \text{ k}$$

**Rb = 500 k**