

TEMA 7:

TEMPORIZADORES Y RELOJES

TEMA 7: TEMPORIZADORES Y RELOJES

- Contexto
- Conocimiento Previo Necesario
- Objetivos del Tema
- Guía de Estudio
- Contenido del Tema
- 7.1. Circuitos de Tiempo
- 7.2. Monoestables
- 7.3. Astables
- 7.4. Circuitos de Tiempo Tipo 555
- 7.5. Temporizadores Programables
- 7.6. Relojes
- 7.7. Problemas
- Preparación de la Evaluación
- Referencias Bibliográficas

7.1. Circuitos de Tiempo

■ TEMPORIZADORES Y RELOJES

■ Circuitos de tiempo

□ Monoestable \Rightarrow

- 1 estado estable y otro inestable. Se usa como temporizador.

□ Astable \Rightarrow

- No tiene estado estable. Se usa para generar relojes.

□ Biestable \Rightarrow

- 2 estados estables. Se usa como báscula

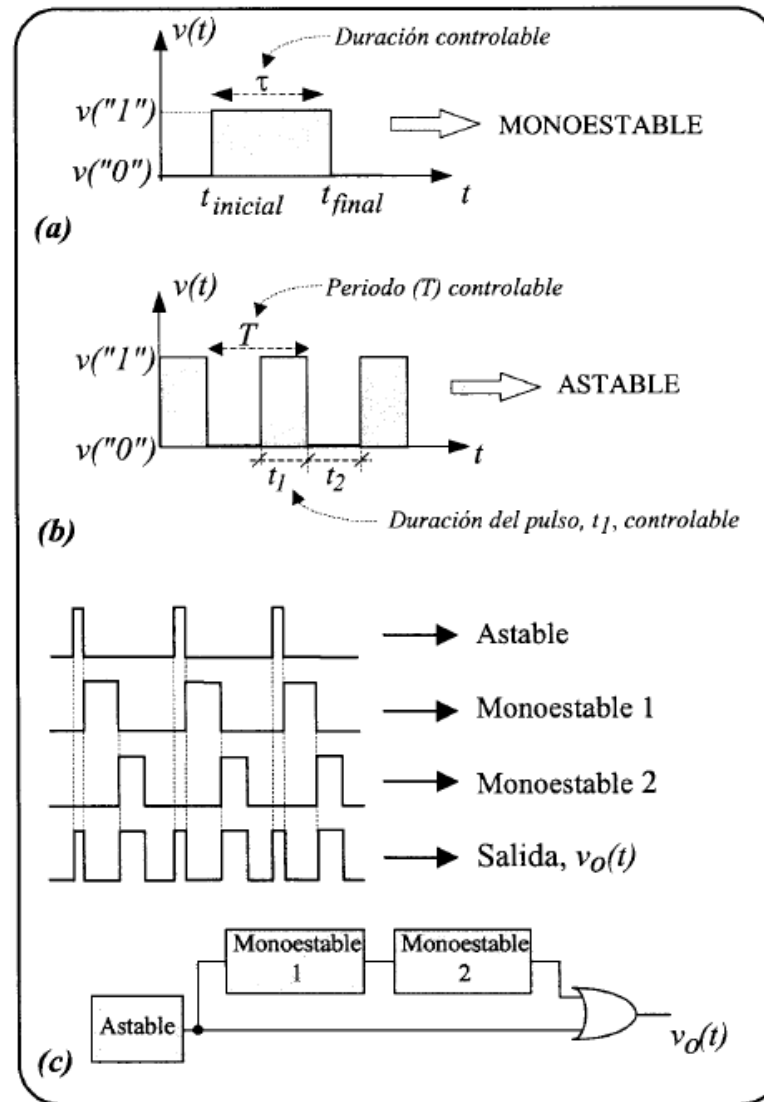


Figura 10.1. Necesidades de circuitos de tiempo. (a) Monoestable (genera un pulso de duración predeterminada). (b) Astable (oscilación). (c) Formas de onda compuestas sintetizables a partir de astables, monoestables y puertas lógicas.

Relojes monofásico y polifásicos

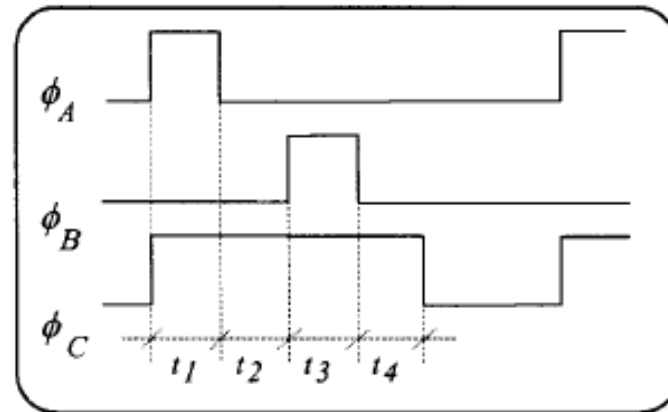
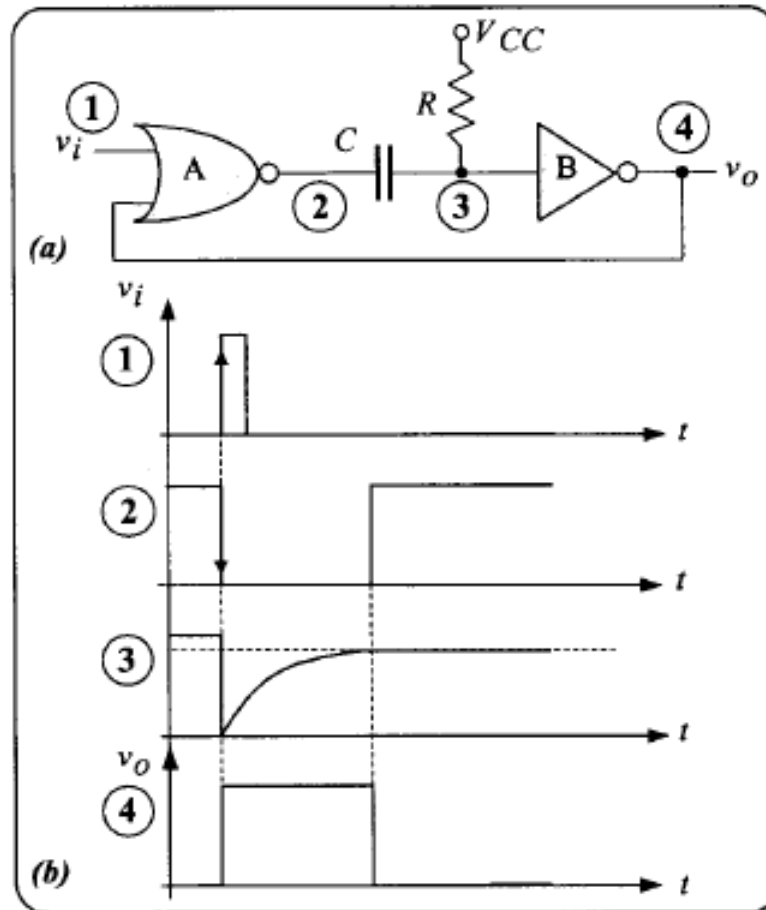


Figura 10.2. Formas de onda típicas de los relojes polifásicos. Las tres señales, ϕ_A , ϕ_B y ϕ_C , mantienen una relación fija que se repite en cada periodo.

7.2. Monoestables



$$\tau = -R \cdot C \cdot \ln \frac{V_{CC} - V_T}{V_{CC}}$$

Figura 10.3. Diseño de monoestables a partir de inversores CMOS. (a) Circuito básico. (b) Cronograma, ilustrando la evolución temporal de los potenciales en los distintos puntos de interés para comprender el funcionamiento del circuito.

Funcionamiento

- Inicialmente el condensador está descargado ya que la entrada 1 y la salida 4 están a “0” (como puede apreciarse en los diagramas de tiempos) y en la salida 2 habrá un “1” y como el otro extremo “3” está a V_{cc} no habrá caída de tensión en extremos del condensador y estará descargado. La tensión en el punto 3 será “1”, corroborando esto el nivel “0” de la salida 4.
- Cuando se introduce un pulso “1” por la entrada 1, la salida 2 se pone a “0”, provocando que la tensión en el punto 3 sea “0”, ya que el condensador todavía está descargado, este nivel provocará que el nivel en el punto 4 sea “1”, reforzando esto un nivel “1” en la entrada de “A” aunque se elimine el impulso introducido en la entrada 1.
- Al haber un nivel “0” en el punto 2, habrá una diferencia de potencial en la célula RC, que provocará una corriente por el condensador, una progresiva carga en éste y un aumento progresivo de su caída de tensión y por tanto de la tensión en el punto 3. Mientras esta tensión sea inferior al nivel de tensión VOH (Tensión mínima de entrada para considerar nivel lógico “1”), se tomará como nivel lógico “0” y se mantendrá el estado mencionado.
- Cuando la tensión en el punto 3 sobrepase VOH debido a la carga del condensador, se tomará como nivel lógico “1”, en la salida 4 habrá un nivel “0”, que junto con el “0” de la entrada 1 provoca que en el punto 2 haya un “1”, apareciendo dicho “1” también en el punto 3 y un “0” en el 4, estando de esta manera en el estado inicial (estable) hasta que se vuelva a introducir un nuevo pulso de entrada.
- El tiempo que el monoestable está en el estado estable (“1” de salida) dependerá del valor de la resistencia y condensador de la célula RC.

7.3. Astables

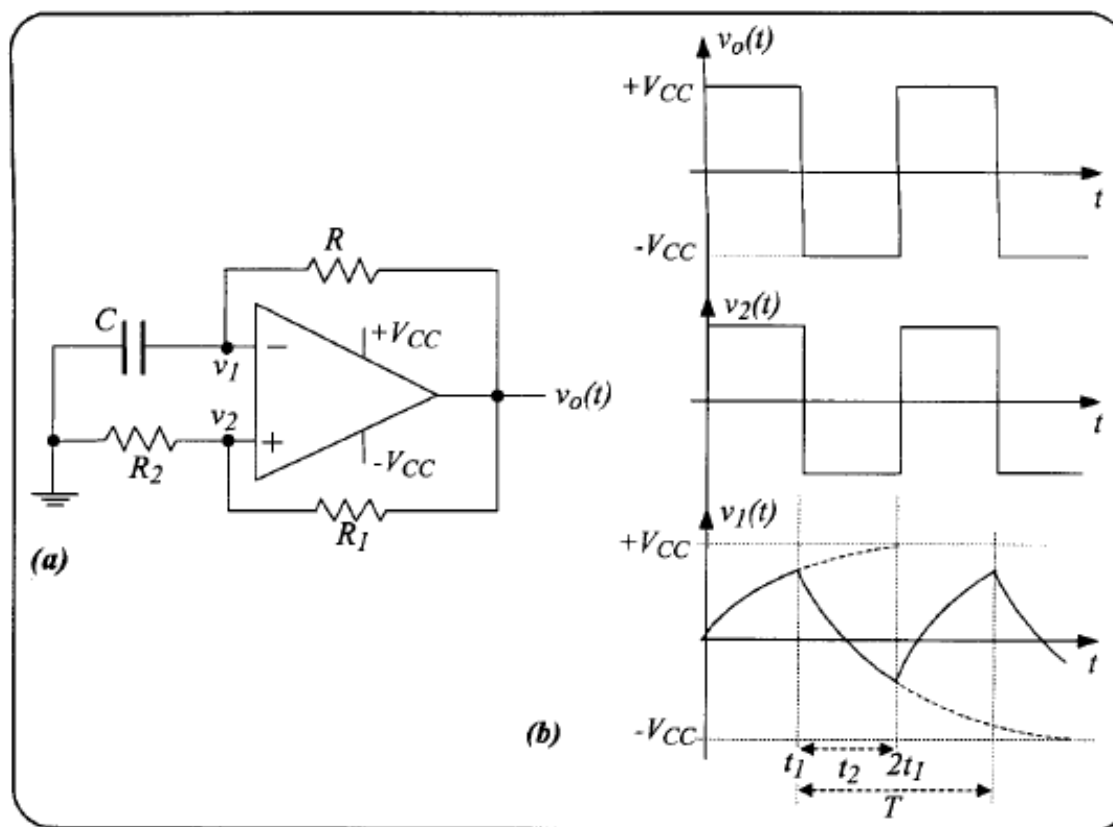


Figura 10.8. Circuito multivibrador o astable. (a) Síntesis mediante un amplificador operacional. (b) Formas de onda en los principales puntos de interés para comprender el funcionamiento del circuito. Obsérvese como la conmutación está asociada al proceso de carga y descarga del condensador C.

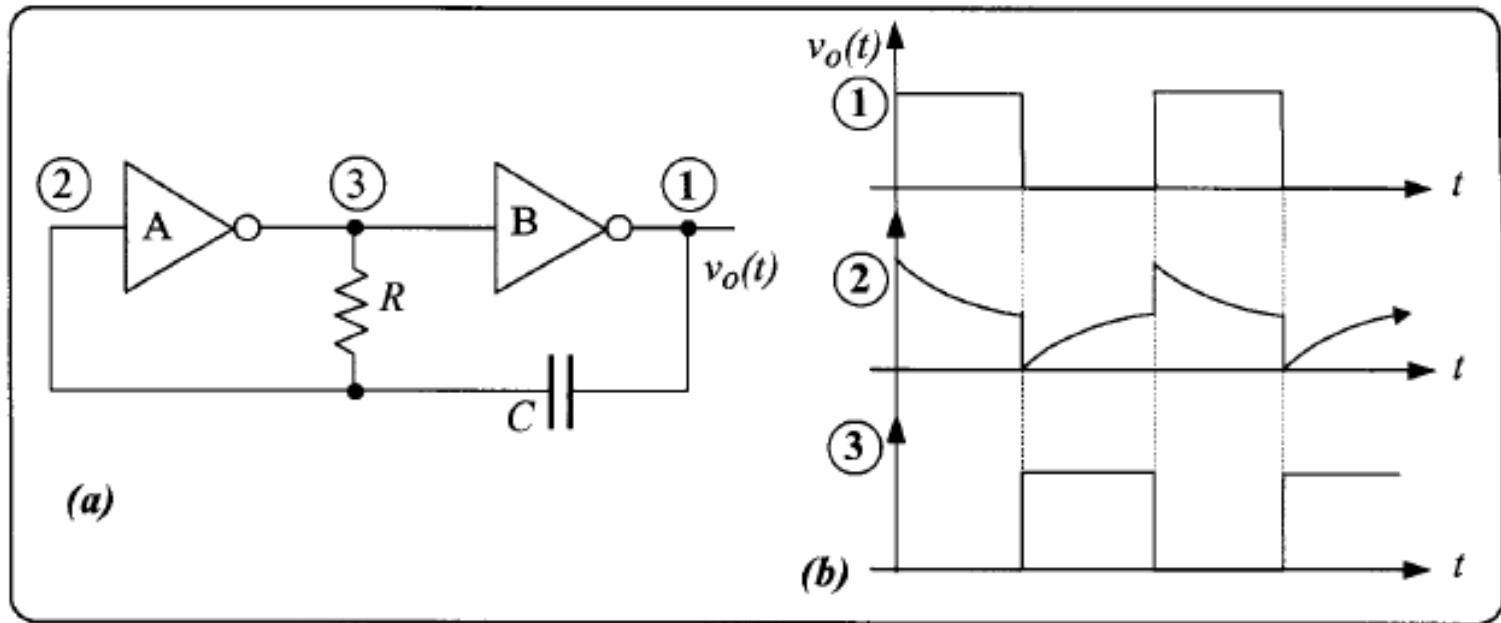


Figura 10.9. Síntesis mediante dos inversores acoplados de un astable. (a) Circuito. (b) Cronograma.

7.4. Circuitos de Tiempo Tipo 555

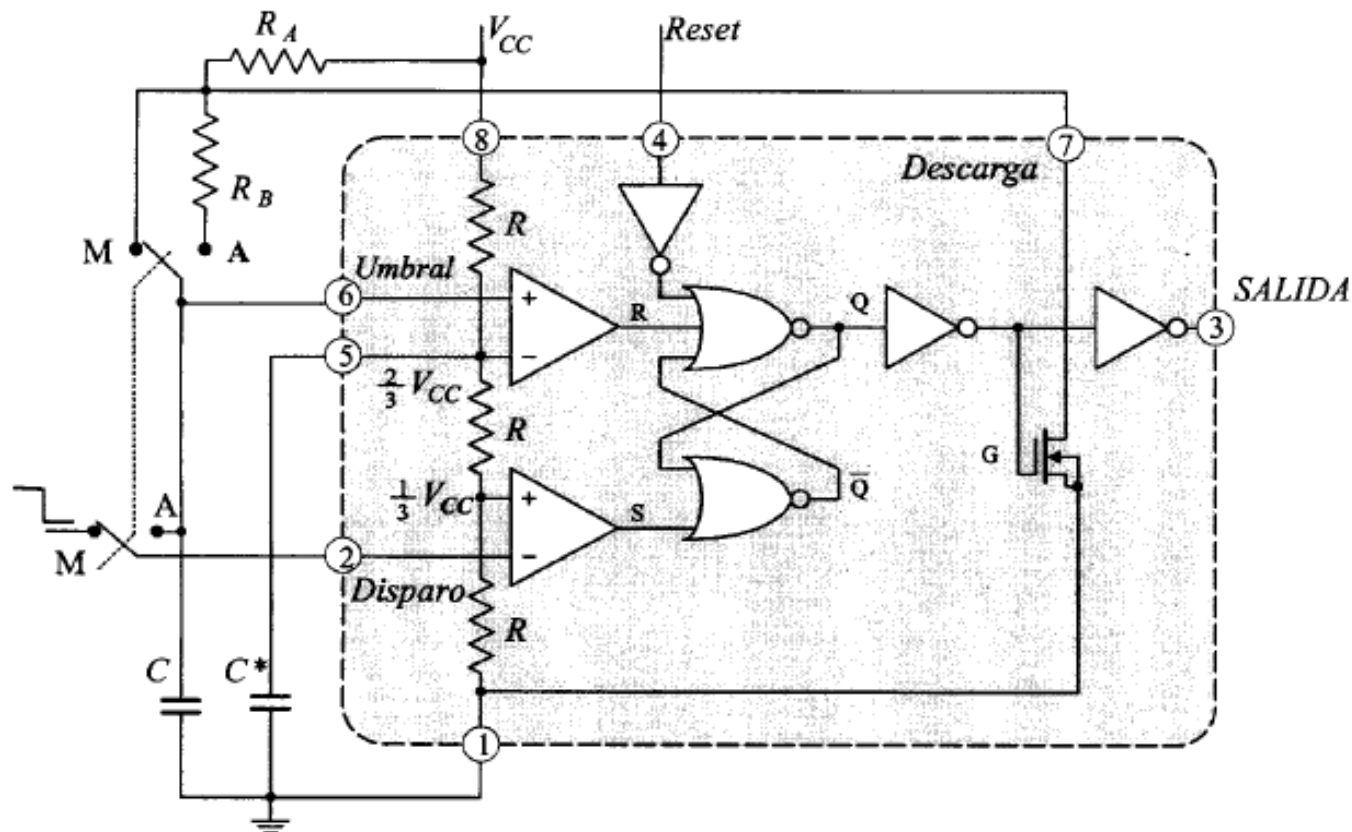
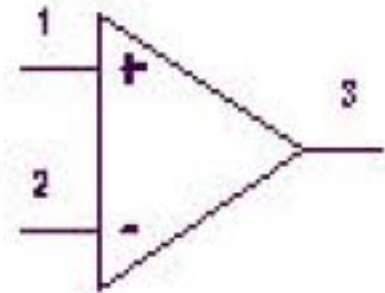


Figura 10.10. Temporizador 555. Circuito interno y esquemas externos de conexión para operación en modo astable (A) y monoestable (M).

Comparador

■ Funcionamiento:

- Siempre que la tensión en la entrada “+” sea algún milivoltio superior a la de la entrada “-“, en la salida aparecerá una tensión positiva.
- Cuando la tensión en la entrada “+” sea algún milivoltio inferior a la de la entrada “-“, en la salida aparecerá una tensión negativa o cero voltios, según la alimentación del comparador.



Patilla	Función
1	Tierra o masa.
8	Vcc, tensión de alimentación.
3	Salida
2	Disparo: Sensible a $V_{cc}/3$ de forma que si $V < V_{cc}/3$ el punto S será un "1" y por lo tanto la báscula RS se pone a "1" y la salida también. Esto se producirá siempre que la señal R sea "0", ya que predomina el reset sobre el set.
6	Umbral: Sensible a $2V_{cc}/3$ de forma que si $V > 2V_{cc}/3$ el punto R será un "0" y por lo tanto la báscula RS estará a "0" independientemente del valor de S ya que predomina el reset sobre el set.
5	Control: Variando la tensión exteriormente varían los umbrales de los puntos 6 y 7. El umbral alto será el valor de la tensión en el punto 5. El umbral bajo será siempre la mitad de la tensión en el control.
4	Reset: Resetea el 555 exteriormente
7	Descarga: Cuando en la salida aparece un "0" en la entrada del transistor aparece un "1" que puede provocar la descarga del condensador si se realizan las conexiones pertinentes de acuerdo a la utilidad.

Monoestable

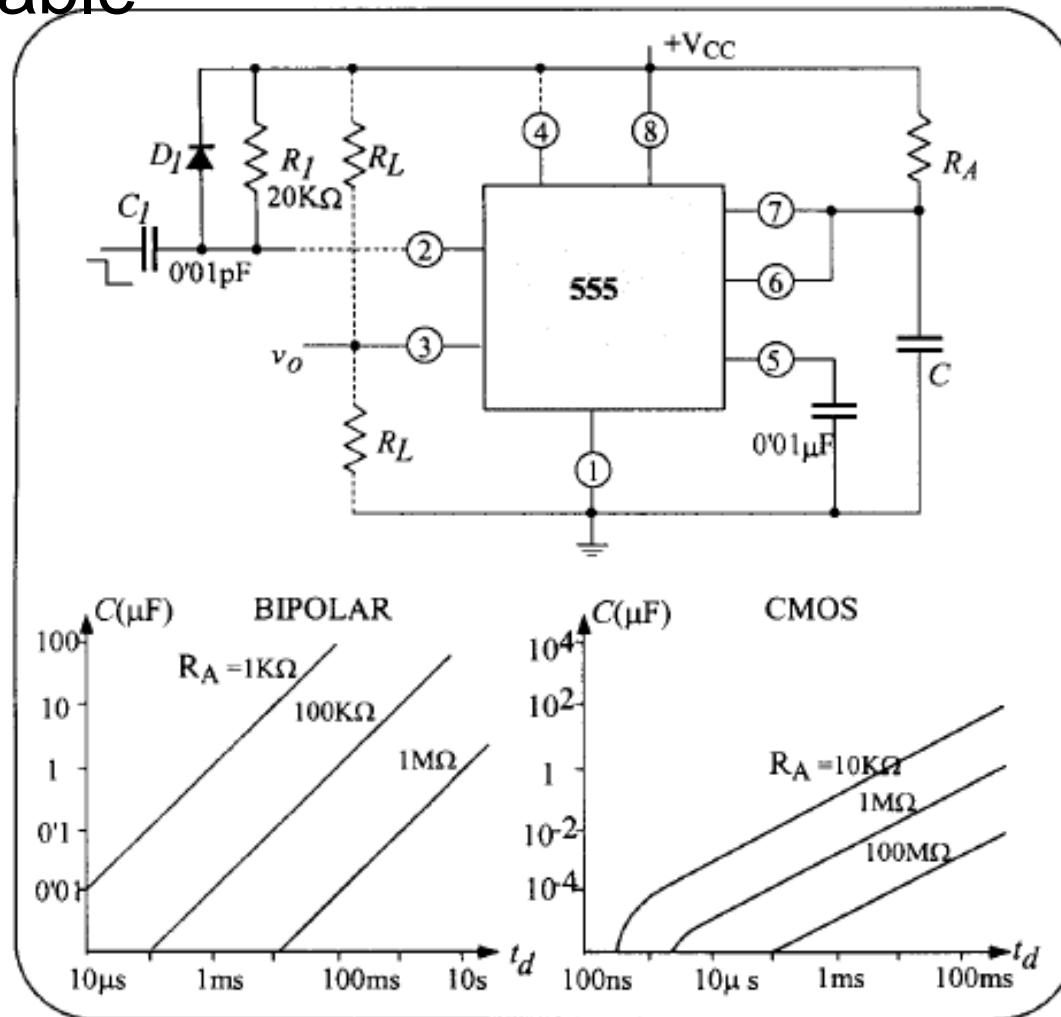
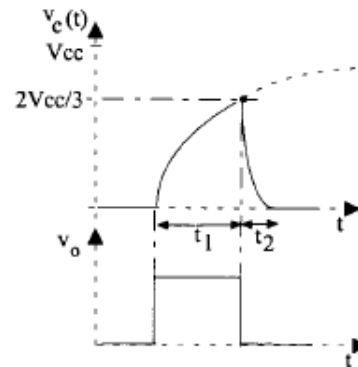


Figura 10.11. Conexión monoestable del temporizador 555 y valor del retardo en las soluciones bipolar y CMOS.

555 como MONOESTABLE

Reset ④	Disparo ②	Umbral ⑥ $v_c(t)$	R	S	Q	G	Estado del Transistor	Descarga ⑦	Umbral ⑥ $v_c(t+\Delta t)$	Salida ③	Estado del Monoestable
0	x	x	x	x	0	1	Conducción	Baja Z		0	Estable
1	$V > V_{cc}/3$	$V < 2V_{cc}/3$	0	0	0	1	Conducción	Baja Z	$v_c(t) = 0$	0	Estable
1	$V_{cc}/3 < V < 2V_{cc}/3$	$V < 2V_{cc}/3$	0	1	1	0	Corte	Alta Z	$\tau = R_A C$	1	Metaestable
1	$V_{cc}/3 < V < 2V_{cc}/3$	$V < 2V_{cc}/3$	1	0	0	1	Conducción	Baja Z	$2V_{cc}/3$ $\tau^* = r_d C$	0	Transición
1	$V > V_{cc}/3$	$V < 2V_{cc}/3$	0	0	0	1	Conducción	Baja Z		0	Estable

Cálculo de t_1



$$v(t) = v_f + (v_i - v_f) e^{-t/\tau}$$

$$v_f = V_{cc}, \quad \tau = R_A C$$

$$v_i = 0, \quad v(t_1) = 2V_{cc}/3$$

$$2V_{cc}/3 = V_{cc} + (0 - V_{cc}) e^{-t_1/R_A C}$$

$$t_1 = R_A C \ln 3$$

Figura 10.12. Tabla resumen del comportamiento del 555 operando en modo monoestable

Astable

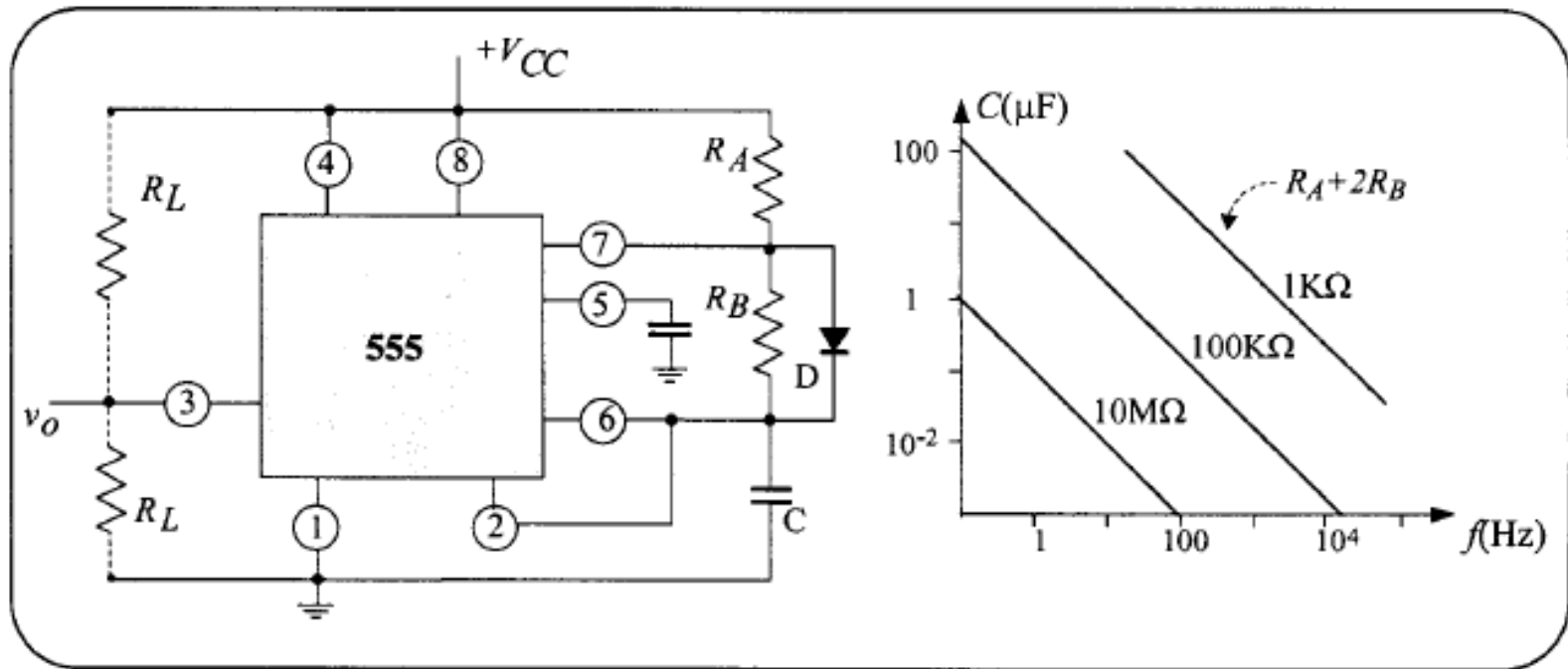


Figura 10.13. Conexión del 555 en modo astable.

$$t_1 = 0,69(R_A + R_B) \cdot C \quad (\text{salida en alta})$$

$$t_2 = 0,69R_B \cdot C \quad (\text{salida en baja})$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,69(R_A + 2R_B) \cdot C$$

El máximo ciclo de uso es: $\frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{R_B + R_A}{R_A + 2R_B}$

$$t_1 \approx 0,69R_A \cdot C \quad \text{y} \quad t_2 \approx 0,69R_B \cdot C$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,69(R_A + R_B) \cdot C,$$

$$\frac{t_1}{t_1 + t_2} = \frac{R_A}{R_A + R_B}$$

555 como A S T A B L E

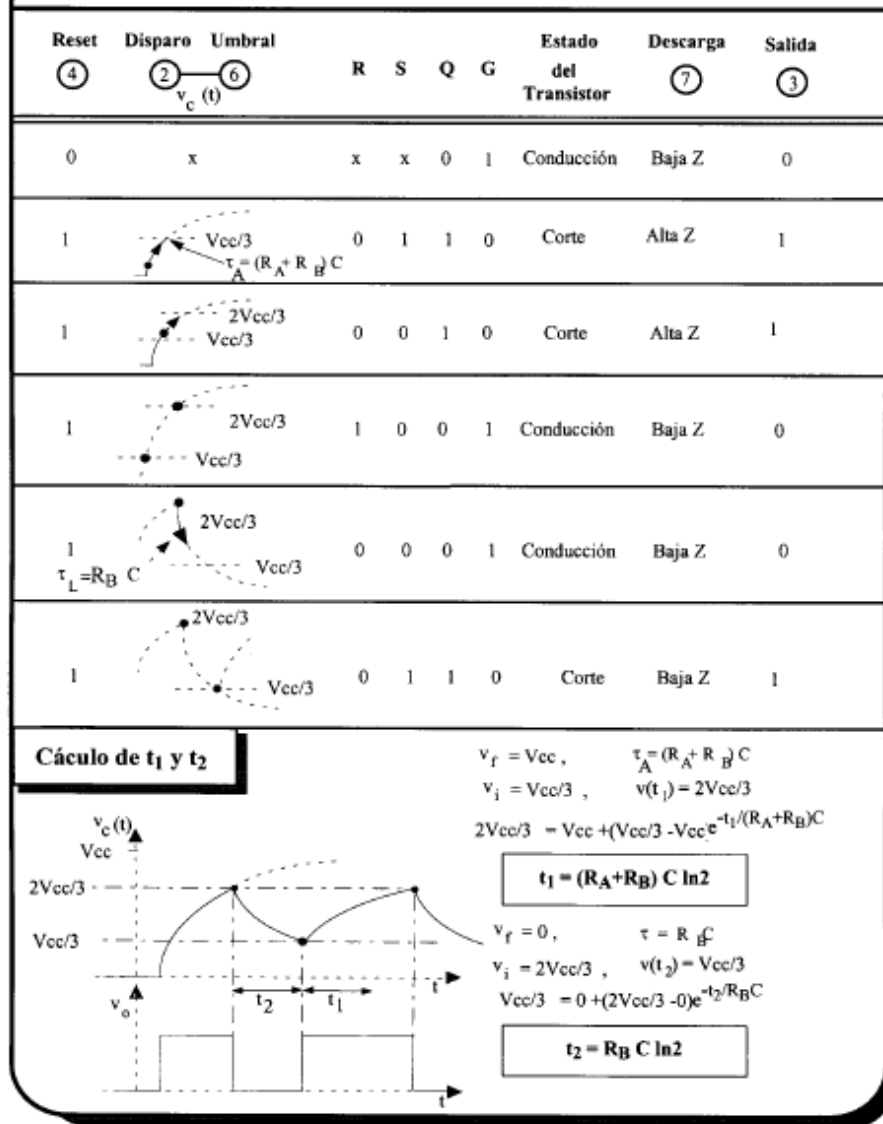


Figura 10.14. Tabla resumen del comportamiento del 555 como astable.

7.5. Temporizadores Programables

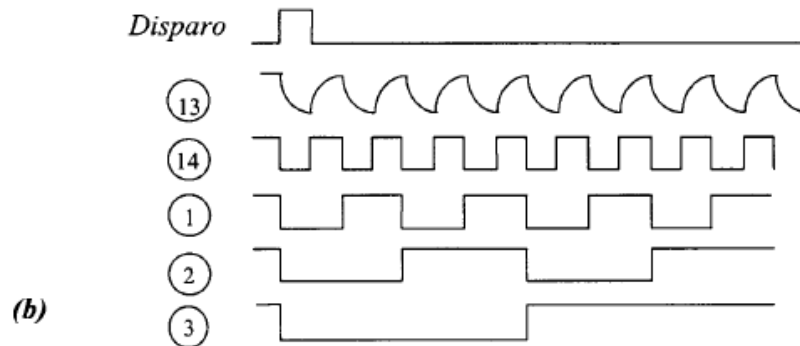
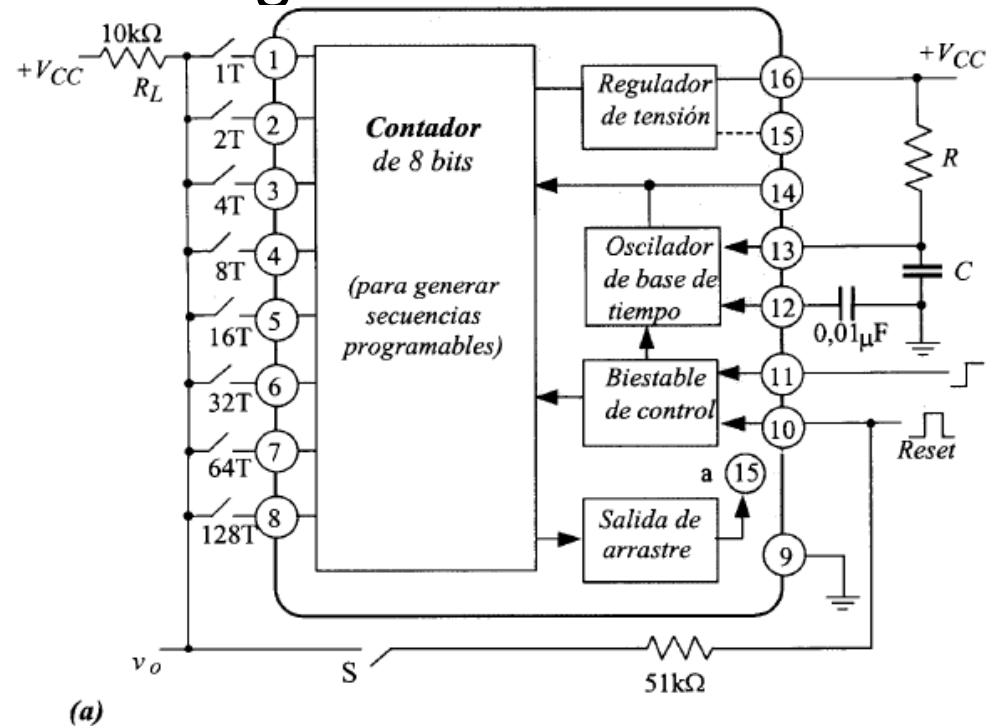


Figura 10.17. Ejemplo de temporizador programable. (a) Esquema del circuito interno. (b) Cronograma mostrando la forma de las señales en algunos puntos.

7.6. Relojes

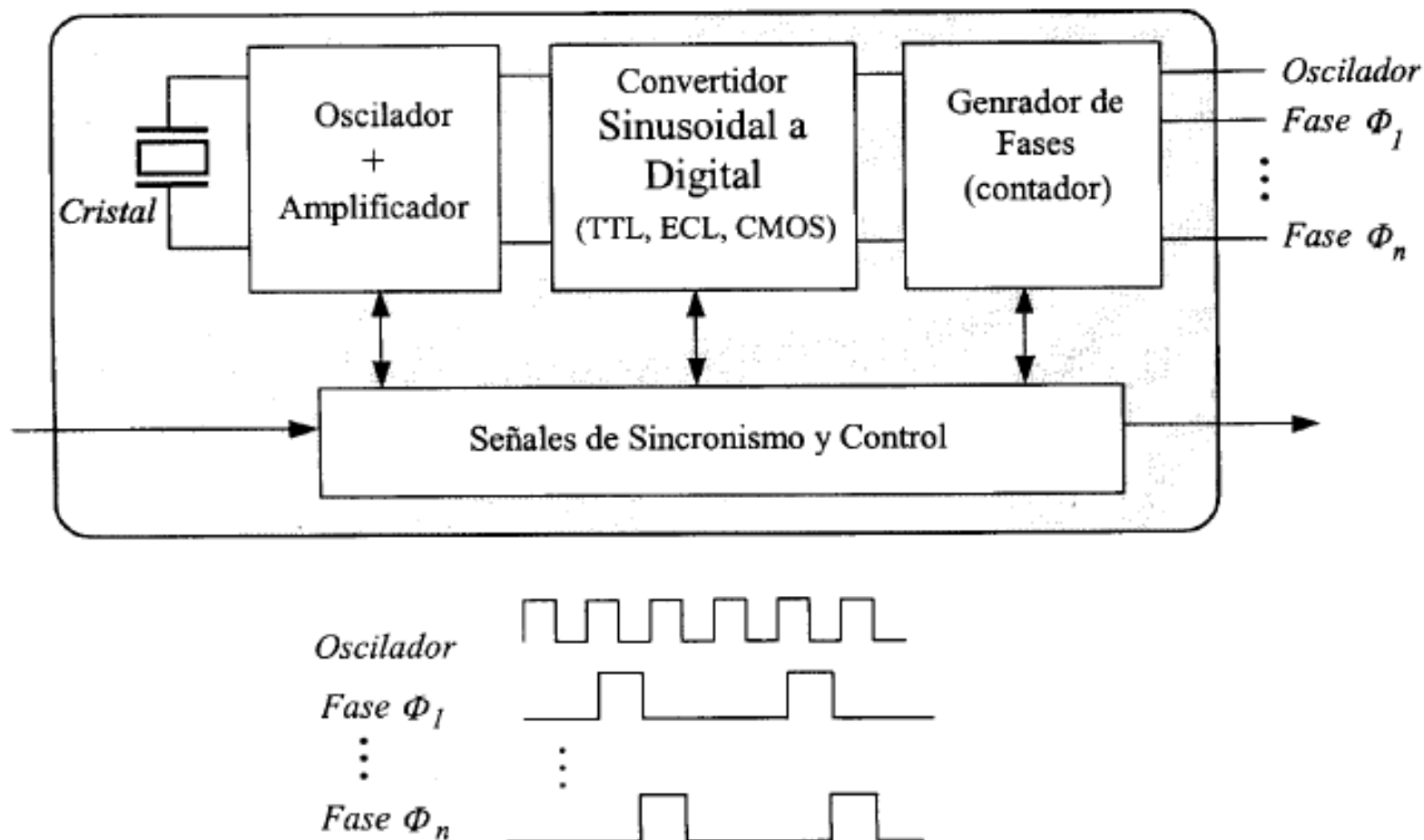


Figura 10.18. Esquema general de un reloj polifásico.

Glosario tema 7

- **Reloj central:** circuito que produce un tren de impulsos responsable del comportamiento del sistema síncrono. Básicamente es un oscilador no lineal en el que la frecuencia de oscilación la marca un cristal o un circuito multivibrador.
- **Temporización elemental.** Función que marca un intervalo de tiempo de duración predeterminado y con instantes de inicio y fin bien definidos. El circuito que realiza esta función es el monoestable.
- **Monoestable:** (ver Tema 5).
- **Astable:** (ver Tema 5).
- **Oscilador digital elemental.** Circuito que genera una onda cuadrada o un tren de impulsos de frecuencia controlable.
- **Reloj polifásico:** conjunto de señales de reloj superpuestas de forma que todos los pulsos que aparecen dentro de un periodo mantienen una relación específica entre ellos
- **Circuito de tiempo (tipo 555):** Bloque funcional de uso muy general capaz de actuar como monoestable y como astable con duración de pulso y frecuencia de oscilación controlables, realizando también funciones de modulación en anchura de impulsos, detección de pulsos omitidos, etc...
- **Temporizadores programables (tipo ICL8240):** Circuitos de tiempo programables que incluyen un oscilador (base de tiempos), un contador programable, un biestable y circuitos de control que hace que el diseño sea más flexible.

