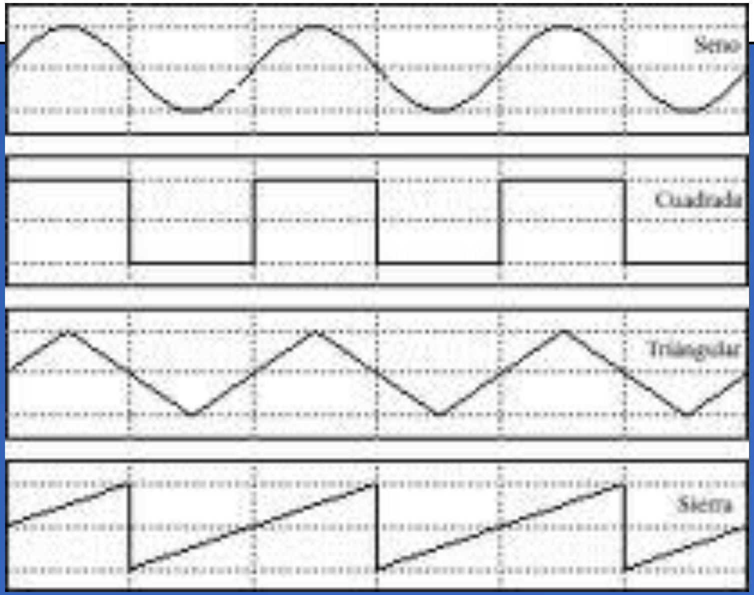
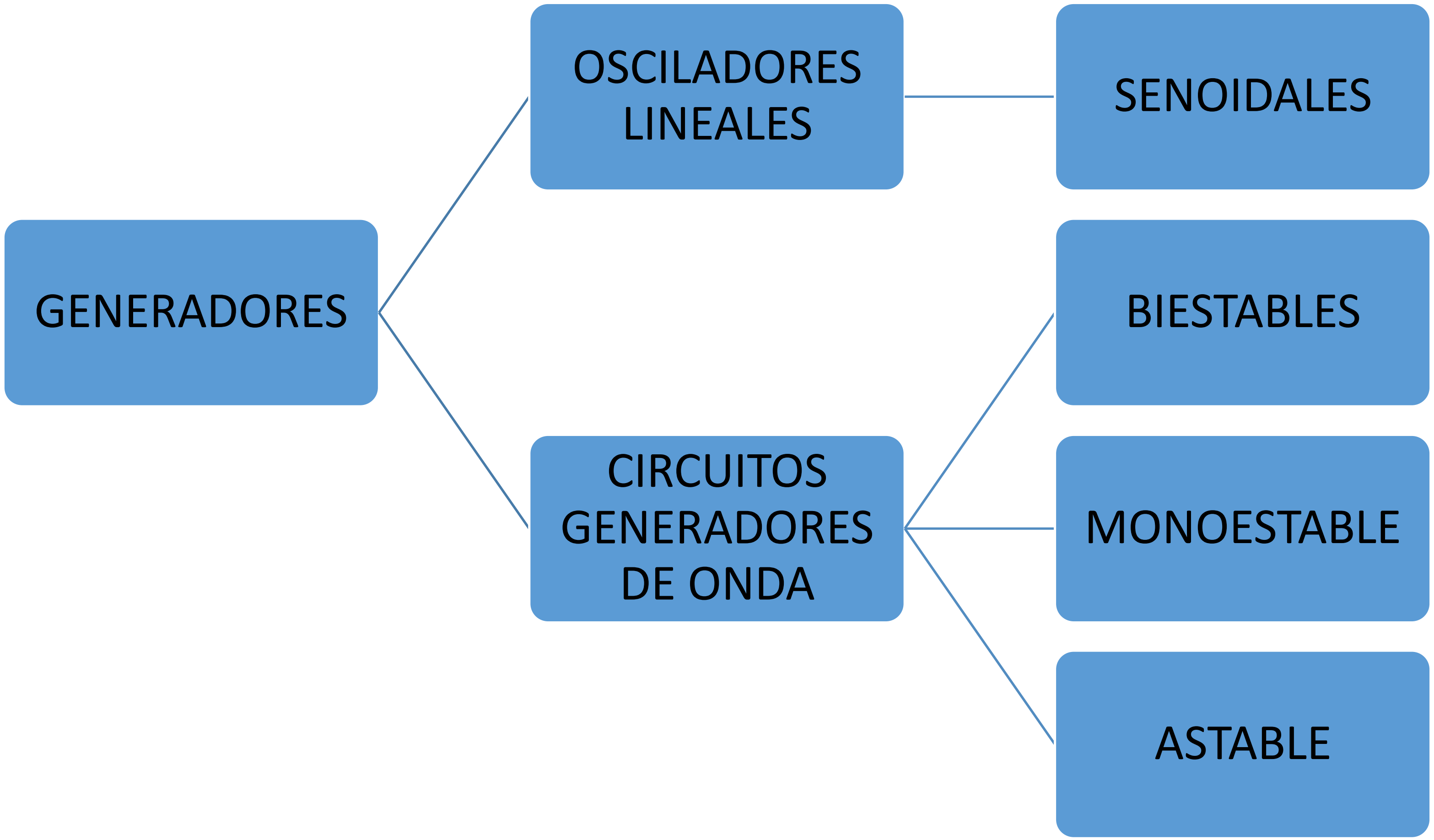
OSCILADORES
GENERADORES DE SEÑAL

¿QUÉ ES UN OSCILADOR?

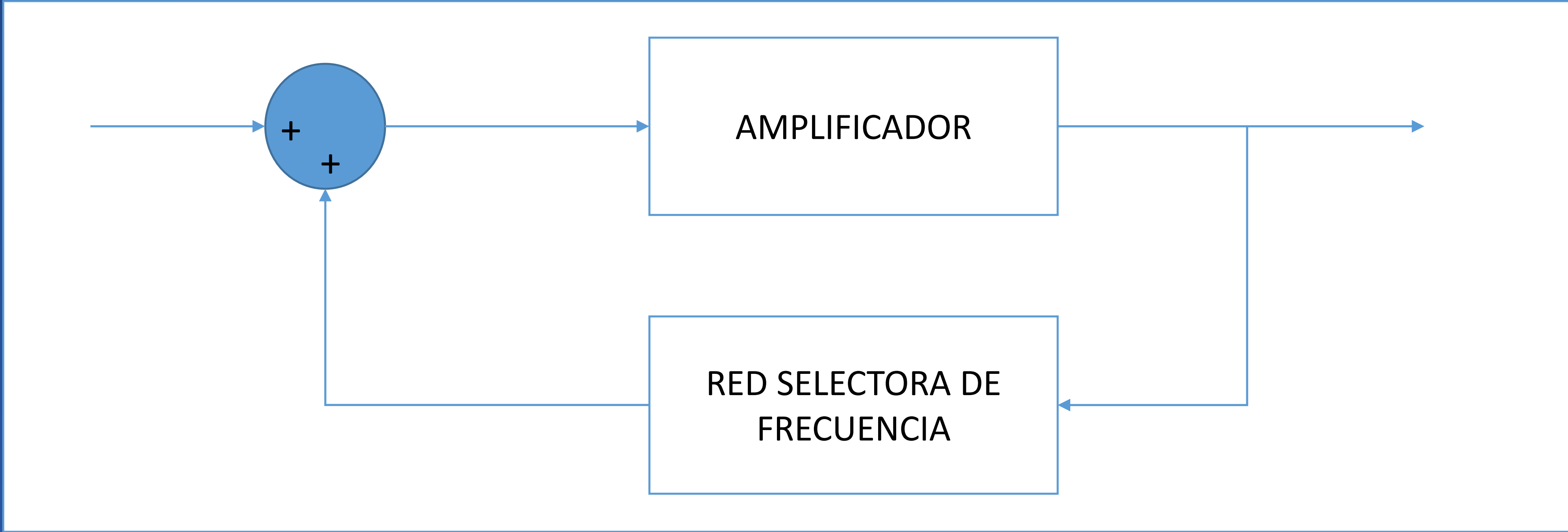
Oscilador es un circuito que genera una señal periódica, es decir, que produce una señal periódica a la salida sin tener ninguna entrada periódica.



GENERADORES



GENERADORES SENOIDALES - REALIMENTACIÓN



Un sistema realimentado puede ser oscilante a causa de una inestabilidad. Aprovecharemos esta particularidad, que en otro contexto se considera desventajosa.

Para tener oscilaciones sostenidas, una red debe tener una función de transferencia con un par de polos complejos en el lado derecho del plano complejo cuando se aplica potencia en t=0.

FUNCION DE TRANSFERENCIA

SISTEMA DESCRITO MEDIANTE ECUACIÓN DIFERENCIAL LINEAL INVARIANTE EL TIEMPO

COCIENTE ENTRE LA TRANSFORMADA DE LAPLACE DE LA SALIDA (FUNCIÓN DE RESPUESTA) Y LA DE LA ENTRADA (FUNCIÓN DE EXCITACIÓN)

FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA

REPRESENTACIÓN LA DINÁMICA DE UN SISTEMA MEDIANTE ECUACIONES ALGEBRAICAS EN S

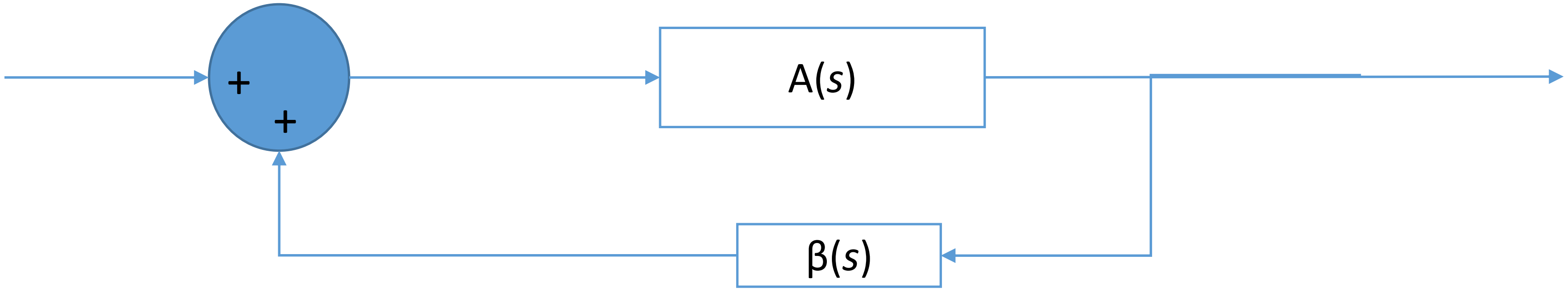
$$G(s) = \left.\frac{\mathcal{L}\,[\text{salida}]}{\mathcal{L}\,[\text{entrada}]}\right|_{\text{condiciones iniciales cero}}$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \ldots + b_{m-1} s + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \ldots + a_{n-1} s + a_n}$$

Elemento	Impedancia	Admitancia
R	$\mathbf{Z} = R$	$\mathbf{Y} = \dfrac{1}{R}$
L	$\mathbf{Z} = j\omega L$	$\mathbf{Y} = \dfrac{1}{j\omega L}$
C	$\mathbf{Z} = \dfrac{1}{j\omega C}$	$\mathbf{Y} = j\omega C$

VEAMOS ESTO MAS DE CERCA

Para obtener los polos en el semiplano derecho se requiere realimentación



En este caso la función de transferencia entre la entrada y la salida es como sigue:

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{A(s)}{1 - A(s)\times \beta(s)} = \frac{A}{1 - L(s)}$$

L(s)= ganacia de lazo

Los polos del amplificador realimentado son los ceros de la ecuación caracteristica:

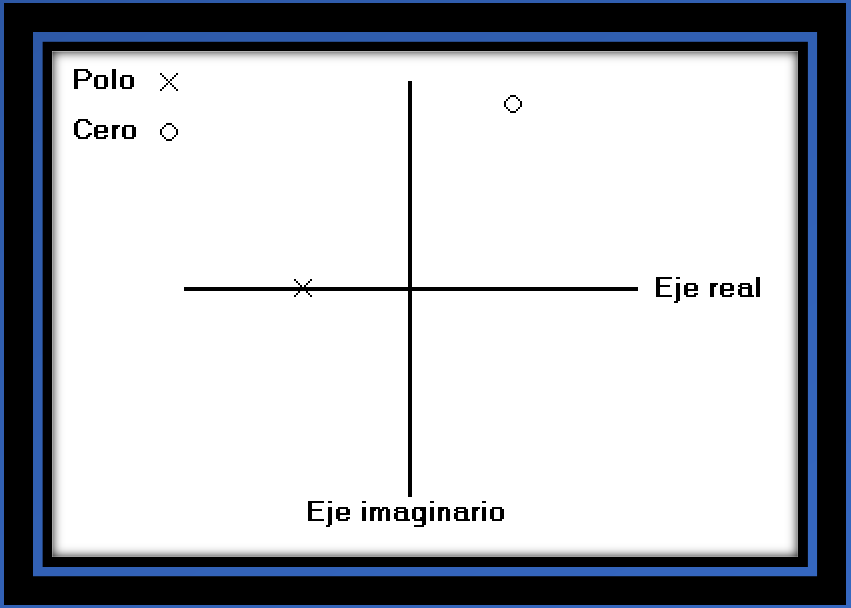
$$1 - \mathrm{L}(s) = 0$$

Si esta ecuación tiene un par de raíces en el semiplano derecho, $v_0(t)$

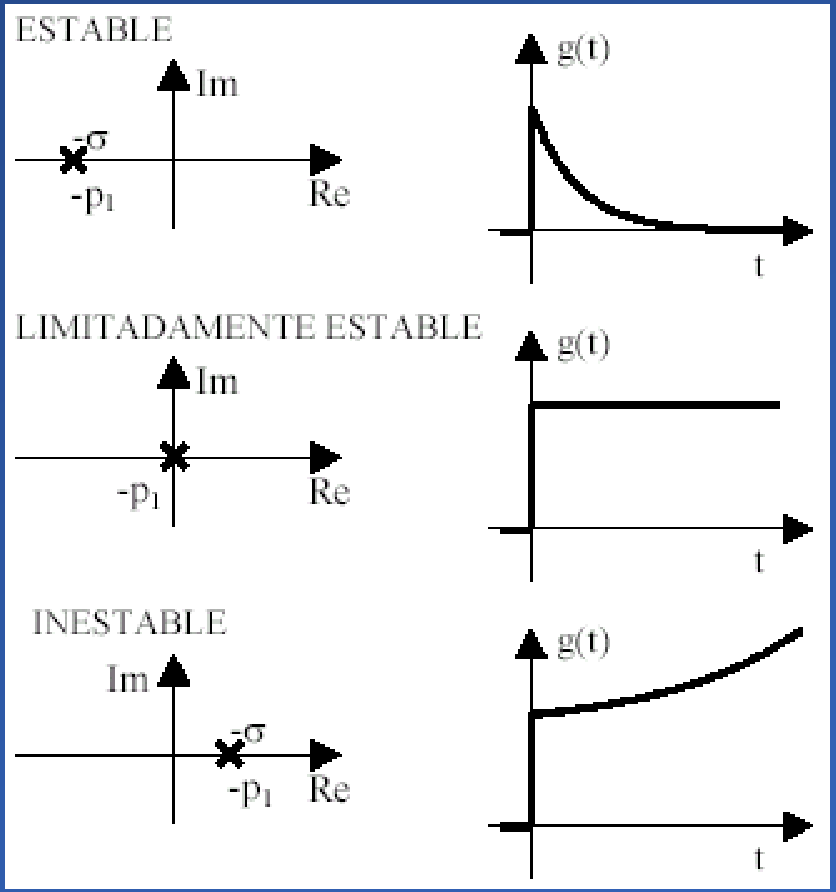
será una sinusoide creciente aún con $v_i(t) = 0$

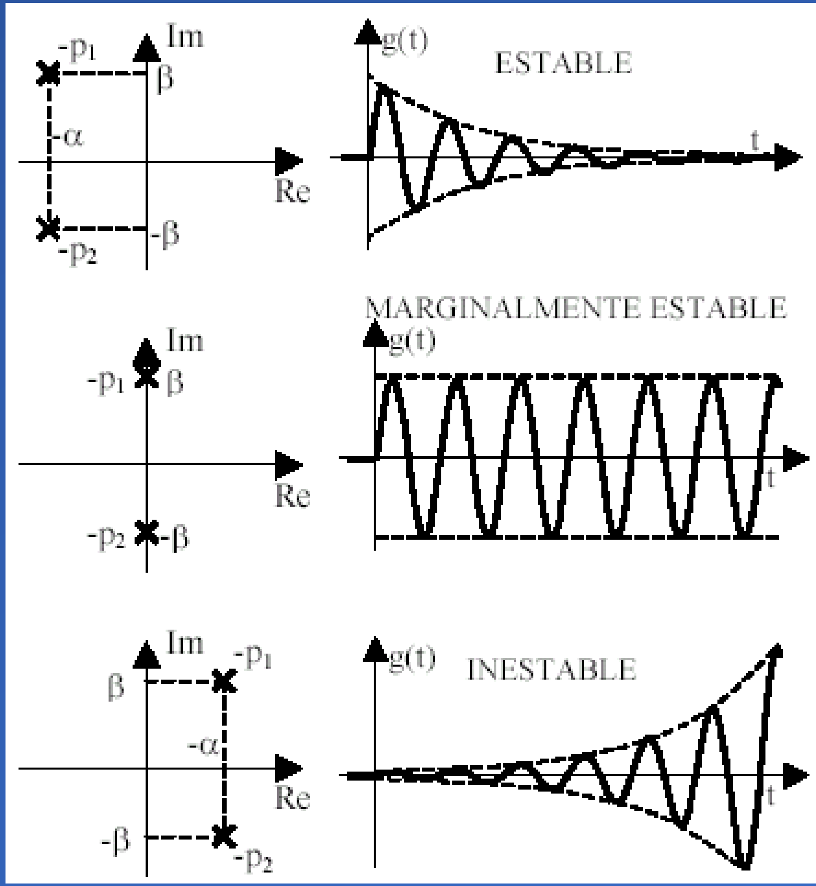
POLOS Y CEROS (¿SE ACUERDAN?)

Es muy sencillo.
Una función de transferencia es una expresión racional (una fracción).
Los polos son las raíces del denominador y los ceros las raíces del numerador.

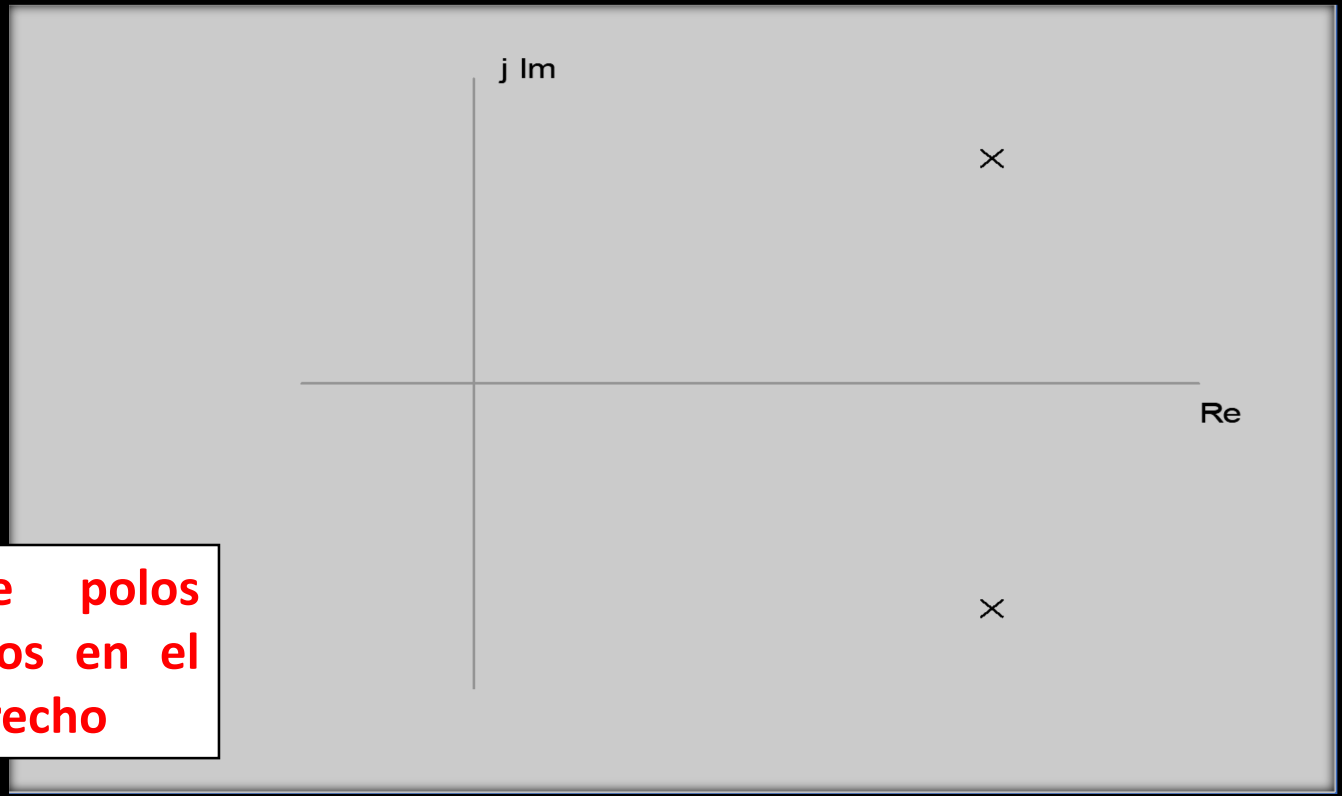


Según la posición de los polos podemos determinar si un sistema es estable o no





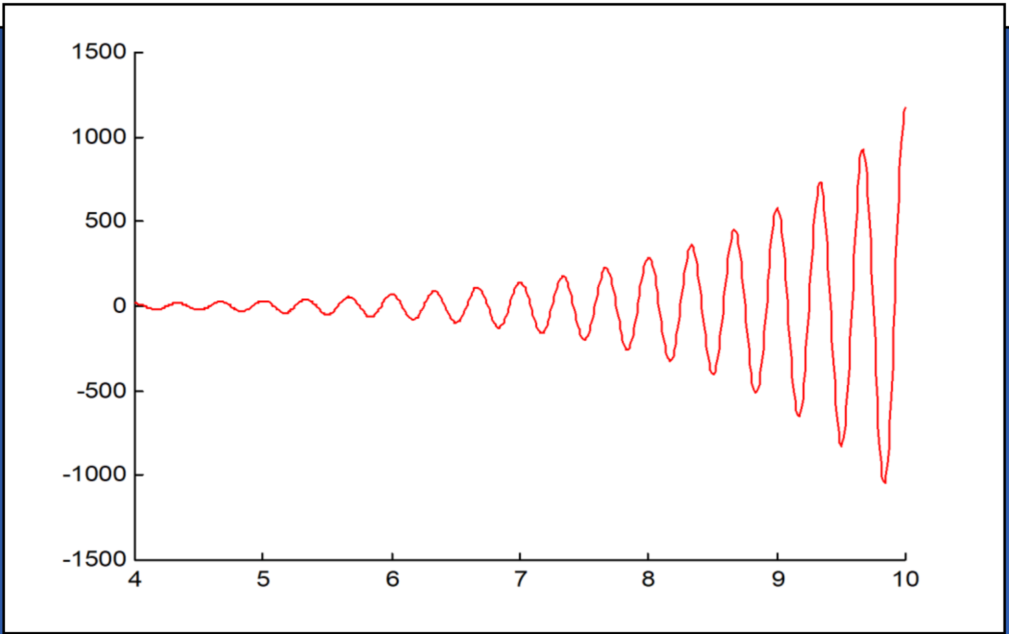
POLOS Y CEROS



par de polos complejos en el lado derecho

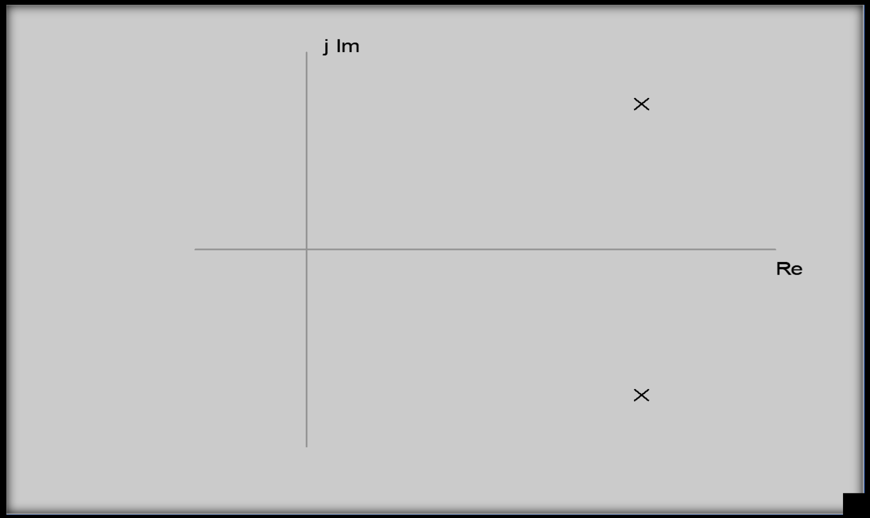
Estos polos, cuando se excitan con ruido térmico o un escalón de voltaje o corriente generado al cerrar el suiche de encendido generan un voltaje de salida sinusoidal con envolvente exponencial creciente

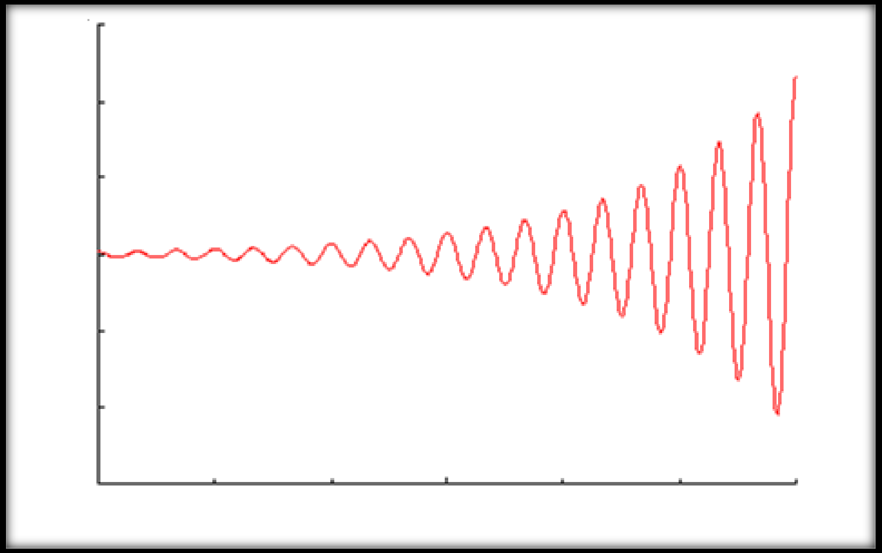
sinusoidal con envolvente exponencial creciente



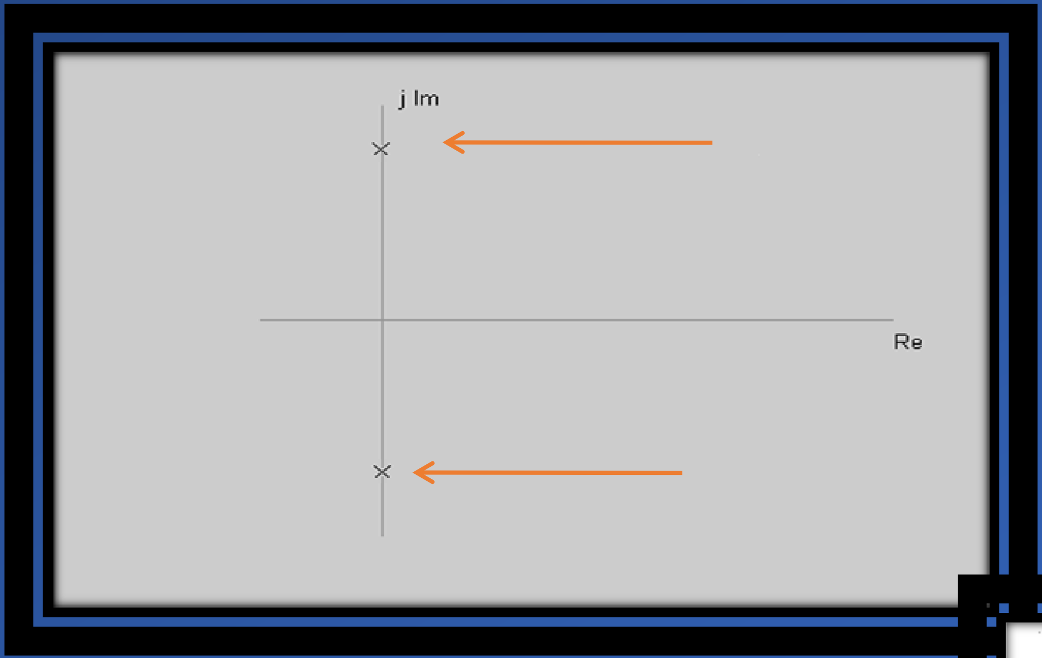
Es necesario por tanto, que a medida que la amplitud crezca, se produzca un cambio en uno o más de los parámetros de la red (generalmente la amplificación) tal que los polos conjugados **se muevan en dirección al eje imaginario**. Al final, en alguna amplitud predeterminada de la onda sinusoidal, los polos **alcanzan el eje imaginario** y se logra una salida **sinusoidal de amplitud constante**.

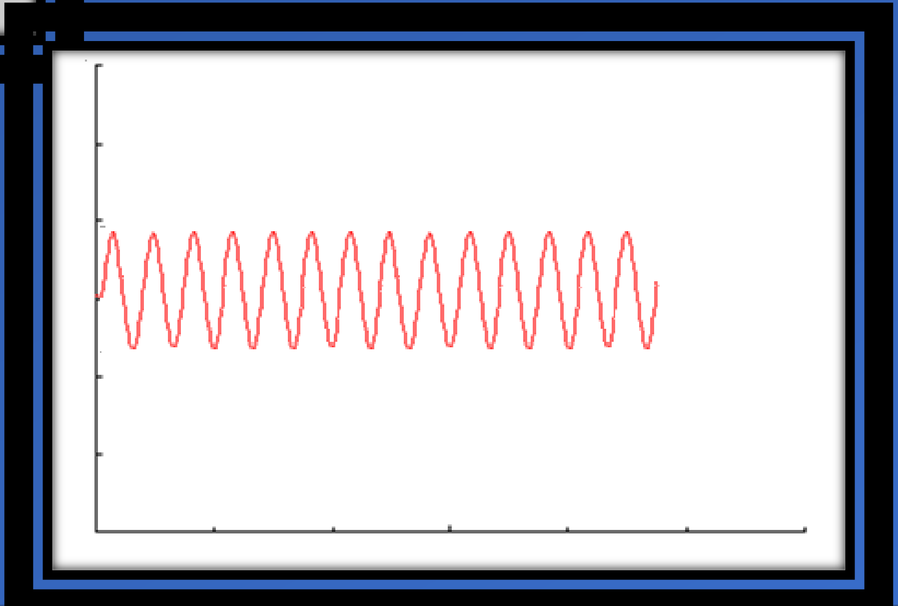
ARRANQUE





SOSTENIMIENTO





CONDICIONES (NECESARIAS, NO SUFICIENTES)

$$|L(s)| = 1$$

$$\phi\, L(s) = 0$$

•El dispositivo activo debe permitir ganancia de potencia en la frecuencia de operación suficiente para sobrepasar las pérdidas del circuito y establecer una ganancia de lazo cerrado igual a la unidad en estado estable, o sea:

$$1 - \mathrm{L}(s) = 0$$

•El desfase introducido por el lazo cerrado debe ser exactamente cero grados (360°) en la frecuencia de operación.

CRITERIO DE BARKHAUSEN

- Estas condiciones para que un circuito oscile se conocen como criterio de **Barkhausen**
- Hay que entender que este criterio da condiciones NECESARIAS para oscilación, mas no SUFICIENTES.
- Es decir, un sistema que no las cumpla no puede oscilar, pero puede existir un sistema que las cumpla y no oscile.

Veamos bien que pasa con L

El comportamiento del circuito se puede predecir conociendo el módulo, $|L|$ y la fase, φ L , de la ganancia de lazo.

•Si $| L | < 1$, el circuito es estable sea cual sea el valor de $\varphi\ A_L$.

•Si a una frecuencia determinada $L = 1$, es decir $| L | = 1$ y $\varphi L=0$, cualquier oscilación presente en la entrada a esa frecuencia se mantiene indefinidamente, a la misma amplitud.

•Si a una frecuencia determinada $L > 1$, es decir $| L | > 1$ y $\varphi L= 0$, cualquier oscilación presente en la entrada a esa frecuencia se amplifica indefinidamente hasta que la saturación del amplificador lo devuelve a la condición anterior.

Si el circuito tiene $L > 1$ podemos prescindir de la señal de entrada puesto que el ruido, siempre presente, contiene componentes a todas las frecuencias.

La componente de ruido a la frecuencia en la que se cumpla esta condición, conocida como condición de arranque, se amplifica indefinidamente hasta la saturación del amplificador o hasta que un circuito auxiliar consiga que para esa frecuencia $L = 1$.

A partir de entonces la amplitud de la oscilación se mantiene, por eso a la condición $L = 1$ se la denomina condición de mantenimiento.

COMPONENTES

Todos los osciladores sinusoidales deben contener al menos:

- Un dispositivo activo con ganancia de potencia en la frecuencia de operación (BJT, FET, etc.).
- Una red determinante de frecuencia (resonador).
- Un mecanismo físico estabilizador de amplitud.

PROCESO DE DISEÑO

- Se selecciona un patrón obtenible polo–cero:

$$L(s) = A\,\beta(S)$$

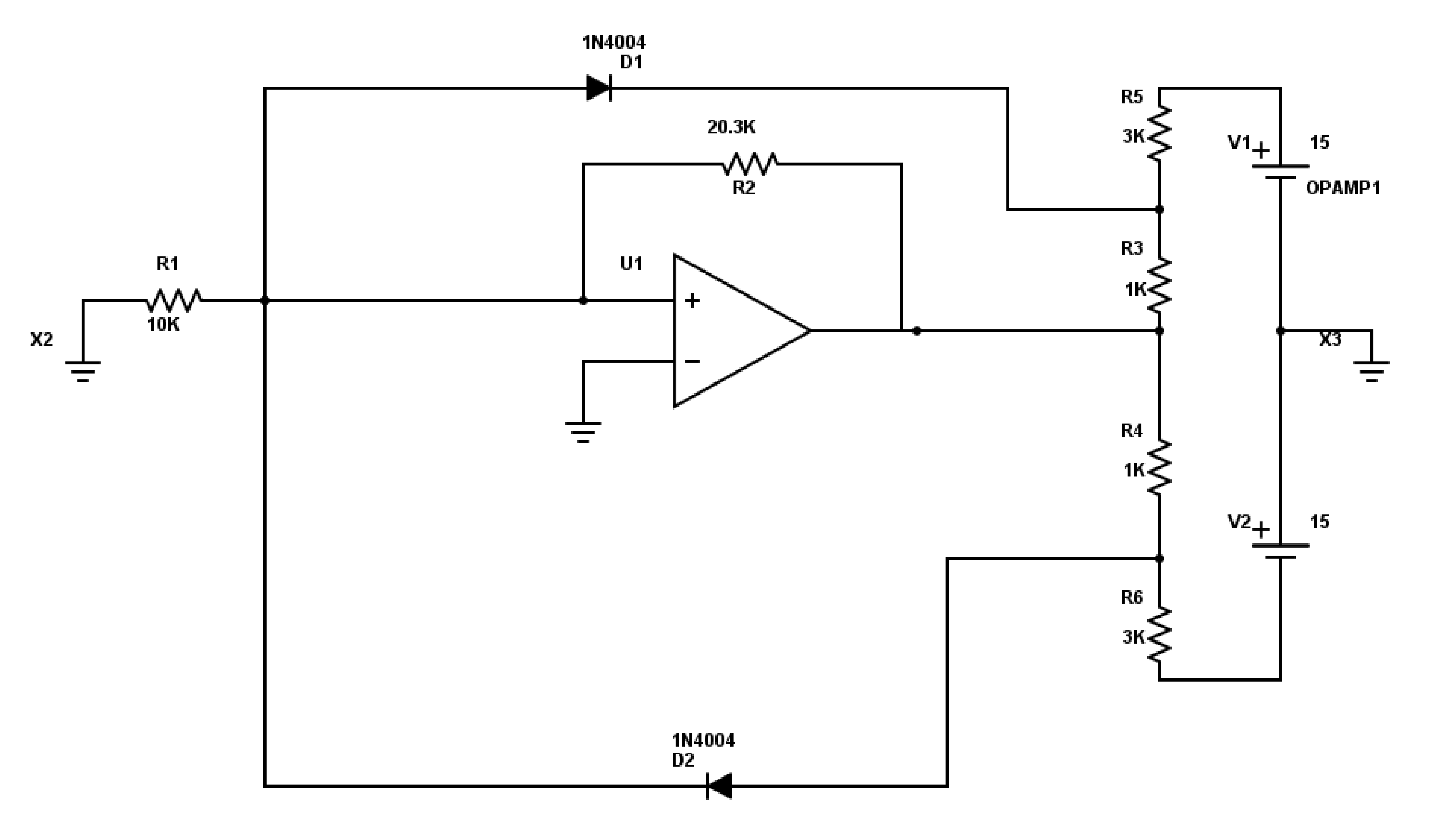
que cause un par de raíces complejas conjugadas de $1 - L(s) = 0$ tal que las raíces crucen el eje imaginario en una frecuencia predeterminada ω_0 a medida que A ó $-A$ crece.

- Se debe también determinar el valor de $A_{\text{mín}}$ que coloca las raíces en el eje imaginario y se elige A mayor que $A_{\text{mín}}$ para garantizar el autoarranque.

- Se debe incorporar un mecanismo no lineal que reduzca A a $A_{\text{mín}}$ a medida que la oscilación de salida crece.

- Finalmente se escoge una red que tenga la $L(S)$ deseada

LIMITADOR



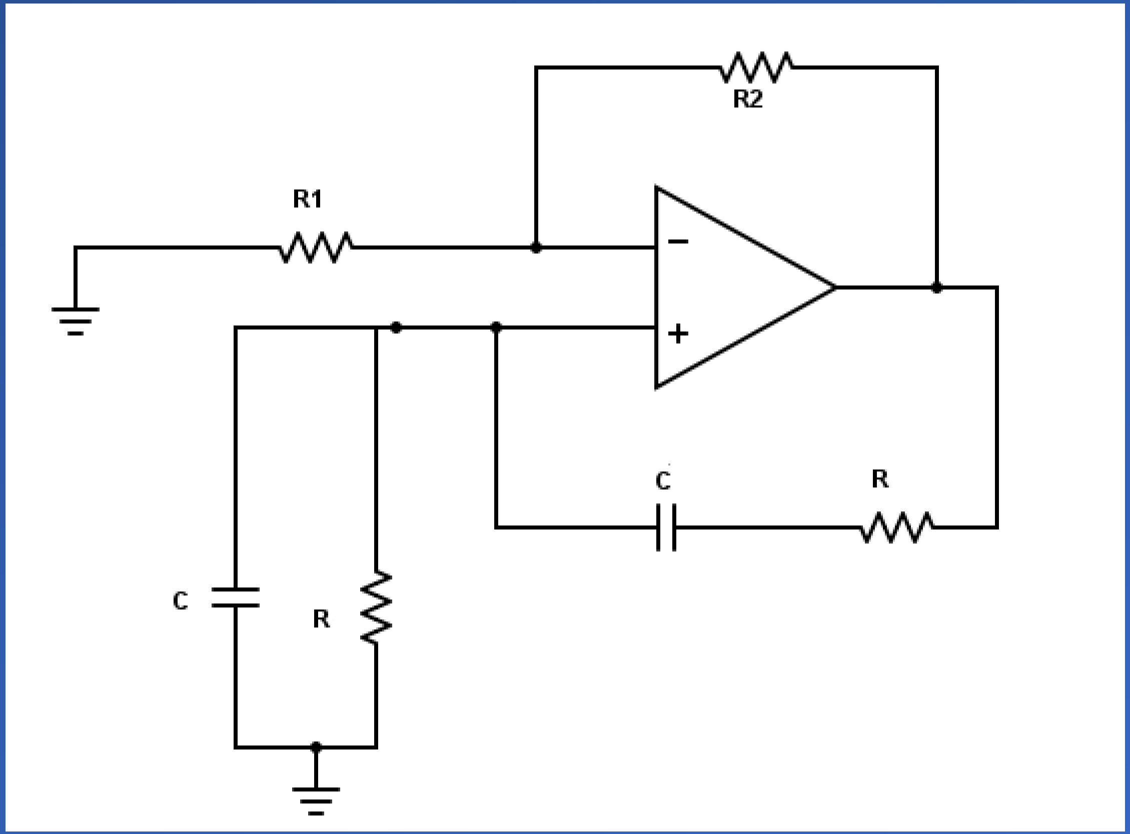
$$Va = v\frac{R3}{R3+R5} + vo\frac{R5}{R3+R5}$$

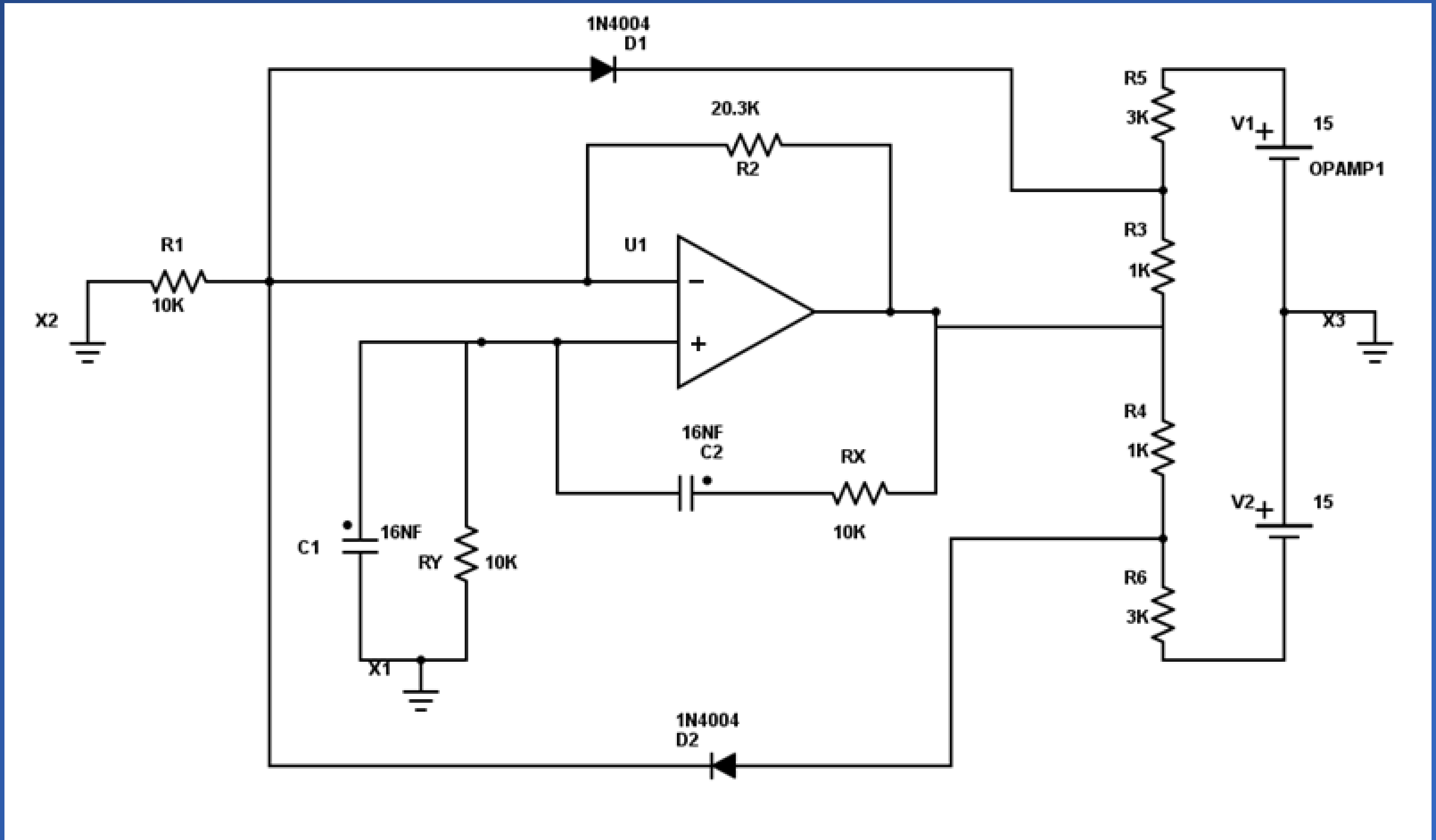
$$Vb = v\frac{R4}{R4+R6} + vo\frac{R6}{R4+R6}$$

L-$= -v\frac{R3}{R5} - vd\left(1+\frac{R3}{R5}\right)$

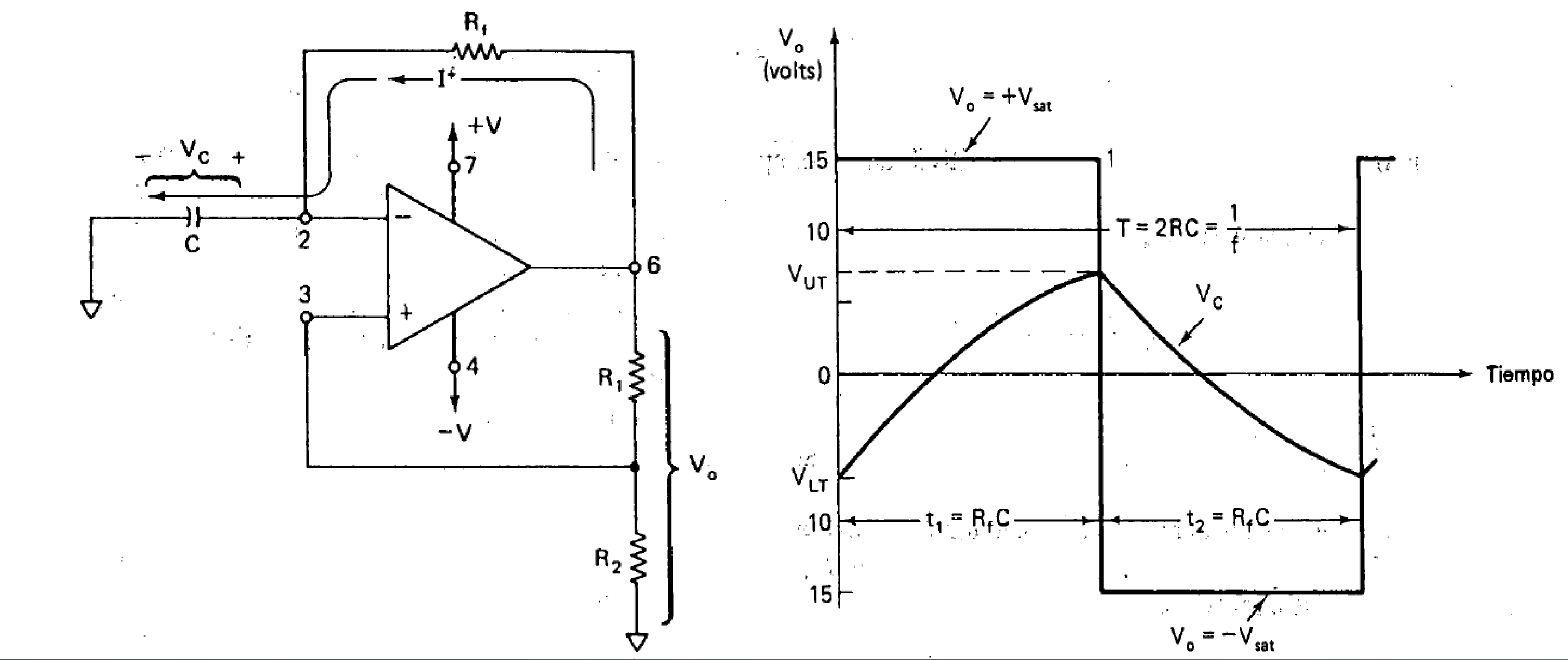
L+$= v\frac{R4}{R6} + vd\left(1+\frac{R4}{R6}\right)$

OSCILADOR PUENTE DE WIEN



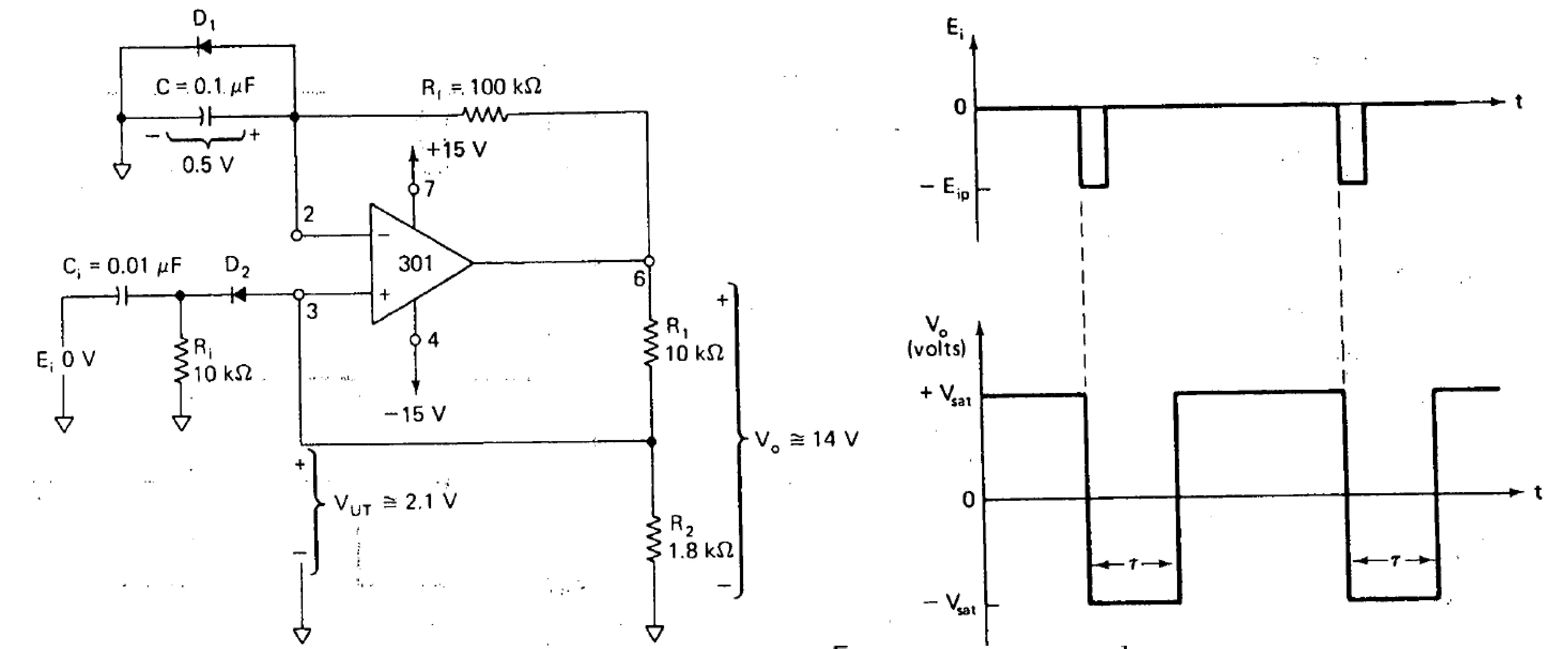

1N4004
D1
20.3K
R2
R5
3K
V1
15
OPAMP1
R1
10K
X2
U1
R3
1K
X3
16NF
C2
RX
10K
R4
1K
V2
15
C1
16NF
RY
10K
R6
3K
X1
1N4004
D2

MULTIVIBRADOR DE OSCILACIÓN LIBRE



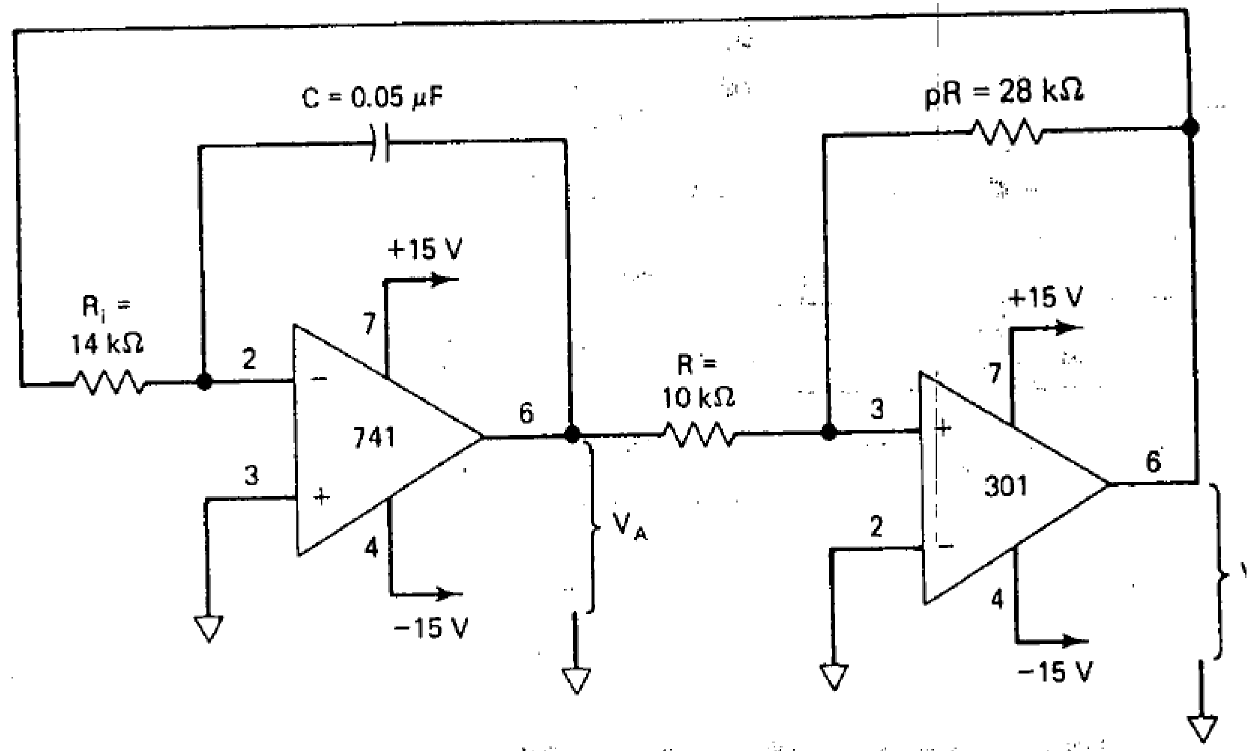
$$T = 2R_fC \qquad \text{para } R_2 = 0.86R_1$$

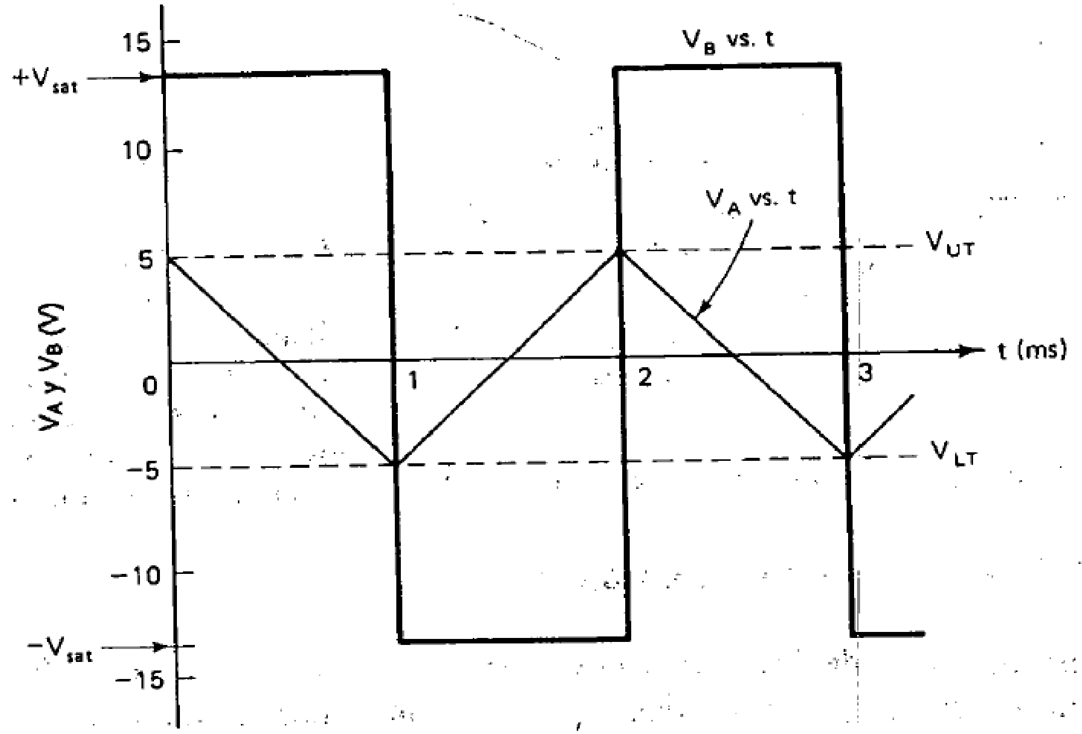
MULTIVIBRADOR DE UN DISPARO



$$\tau = R_f C \ln \left[\frac{(-V_{sat}) - 0.5\ \mathrm{V}}{(-V_{sat}) - V_{UT}} \right]$$

GENERADOR DE ONDA TRIANGULAR



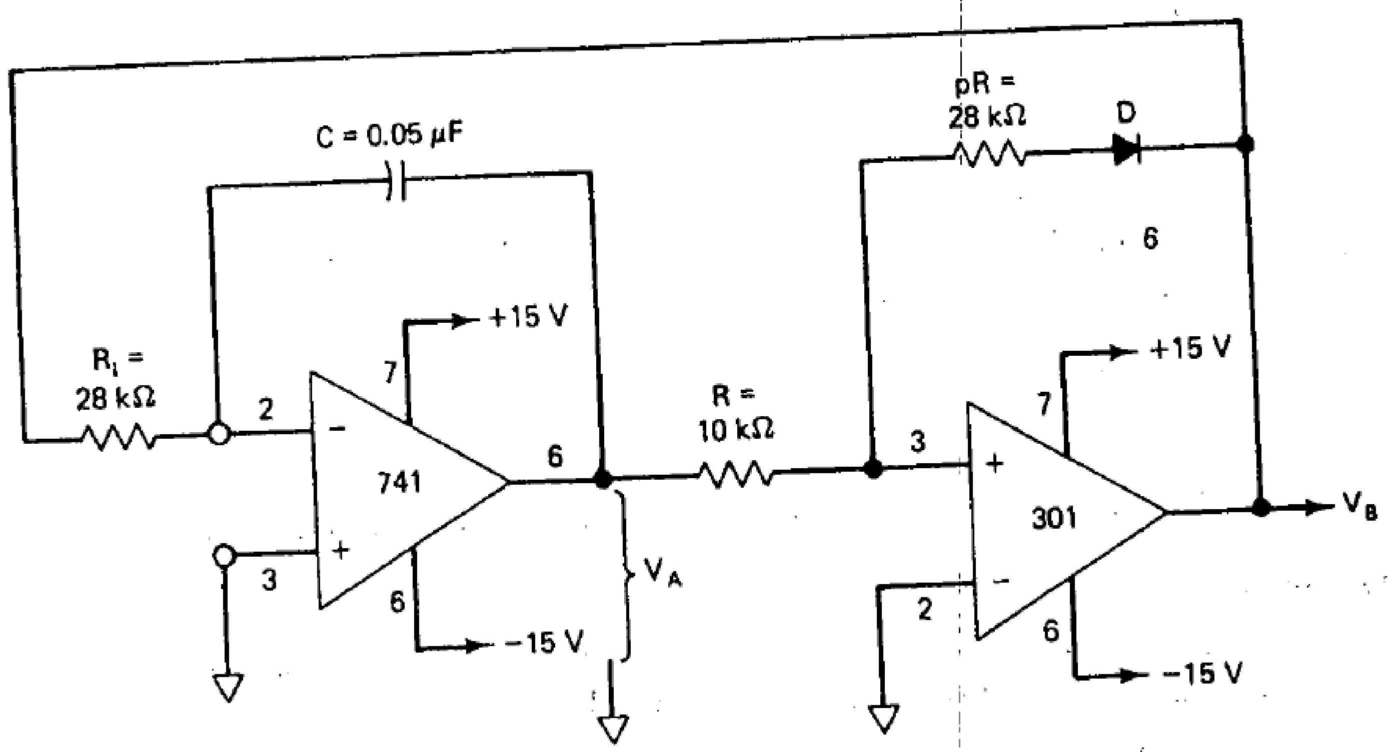


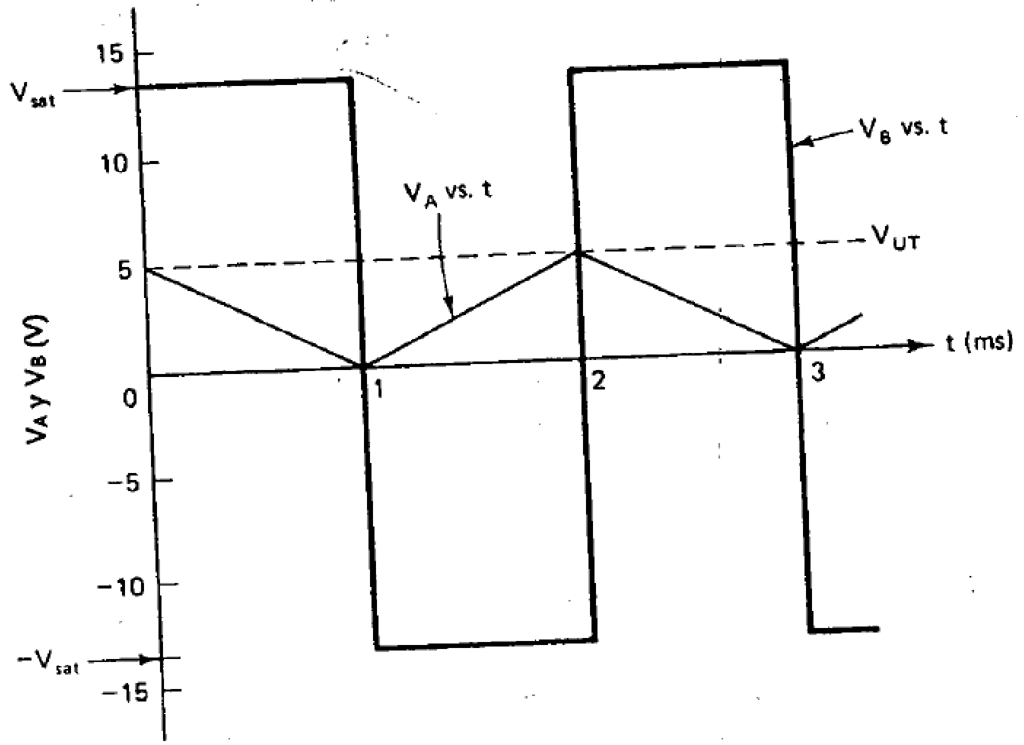
$$V_{UT} = -\frac{-V_{sat}}{p}$$

$$V_{LT} = -\frac{+V_{sat}}{p}$$

$$f = \frac{p}{4R_i C}$$

GENERADOR UNIPOLAR DE ONDA TRIANGULAR





$$V_{UT} = -\frac{-V_{sat} + 0.6\ \text{V}}{p}$$

$$f \simeq \frac{p}{2R_i C}$$

GENERADOR DE ONDA TRIANGULAR