

08_osciladores

June 19, 2026

1 Tema 6 - Osciladores

Electronica General - 2o GIERM

1.1 Objetivos de aprendizaje

- Comprender el concepto de oscilador como amplificador inestable con realimentacion positiva
 - Aplicar el criterio de Barkhausen para determinar frecuencia y condicion de oscilacion
 - Analizar osciladores sinusoidales: puente de Wien, desplazamiento de fase, Colpitts y Hartley
 - Analizar osciladores de relajacion: comparador con histeresis y temporizador 555 en modo estable
 - Resolver ejercicios de diseno: calcular componentes para una frecuencia objetivo
-

1.2 1. Introduccion: que es un oscilador?

Un **oscilador electronico** es un circuito que genera una senal periodica **sin necesidad de senal de entrada**. Es, en esencia, un **amplificador inestable**: la salida se realimenta a la entrada de forma que el sistema se autoexcita.

1.2.1 Analogia intuitiva

Imagina un microfono acoplado a un altavoz. Si acercas el microfono al altavoz, el sonido se realimenta y aparece un pitido agudo (acople). Eso es una oscilacion: el sistema amplifica su propia senal una y otra vez.

1.2.2 Clasificacion general

Tipo	Forma de onda	Mecanismo	Ejemplos
Lineal (sinusoidal)	Senoidal	Realimentacion positiva selectiva en frecuencia	Wien, Colpitts, Hartley, cristal
No lineal (relajacion)	Cuadrada, triangular	Conmutacion entre dos estados	Comparador + RC, 555 estable

Concepto clave: Todo oscilador necesita un **elemento que seleccione la frecuencia** (red RC, red LC o cristal) y un **elemento activo** que compense las perdidas (amplificador, transistor,

OPAM).

1.3 2. Criterio de Barkhausen

El **criterio de Barkhausen** establece las condiciones necesarias para que un circuito con realimentación oscile de forma sostenida.

Consideremos un amplificador con ganancia $A(j\omega)$ y una red de realimentación $\beta(j\omega)$. La **ganancia de lazo** es:

$$T(j\omega) = A(j\omega) \cdot \beta(j\omega)$$

Para que exista oscilación sostenida a la frecuencia ω_0 :

$$|A(j\omega_0) \cdot \beta(j\omega_0)| = 1 \quad (\text{condición de magnitud})$$

$$\angle A(j\omega_0) \cdot \beta(j\omega_0) = 0^\circ \text{ (o } 360^\circ) \quad (\text{condición de fase})$$

Interpretación práctica:

- Si $|T| < 1 \rightarrow$ la señal se atenúa en cada vuelta $\rightarrow$ **las oscilaciones se amortiguan**
- Si $|T| = 1 \rightarrow$ la señal se mantiene $\rightarrow$ **oscilación sostenida**
- Si $|T| > 1 \rightarrow$ la señal crece $\rightarrow$ **oscilación creciente** (hasta que la no linealidad del amplificador la limita)

Nota de diseño: En la práctica se diseña con $|T|$ ligeramente mayor que 1 para garantizar el arranque. La amplitud se estabiliza por la saturación del amplificador o por un mecanismo de control automático de ganancia (AGC).

1.4 3. Formulario completo

1.4.1 3.1 Osciladores sinusoidales

Oscilador	Frecuencia de oscilación	Condición de ganancia	Red selectiva
Puente de Wien	$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$	$A = 3$ (no inversora)	RC serie + RC paralelo
Desplazamiento de fase	$f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$	$A = 29$ (3 etapas RC)	3 secciones RC
Colpitts	$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$	$g_m R > \frac{C_1}{C_2}$	L + C1 + C2
Hartley	$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_1 + L_2) \cdot C}}$	$g_m R > \frac{L_2}{L_1}$	L1 + L2 + C

Oscilador	Frecuencia de oscilacion	Condicion de ganancia	Red selectiva
Cristal	$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}}$	Determinada por el cristal	Cristal piezoelectrico

1.4.2 3.2 Osciladores de relajacion

Oscilador	Periodo / Frecuencia	Parametros clave
Comparador + RC	$T = 2RC \ln \left(\frac{1+\beta}{1-\beta} \right)$	$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$
555 astable	$T = 0.693(R_A + 2R_B)C$	$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$

1.5 4. Osciladores sinusoidales

1.5.1 4.1 Oscilador de puente de Wien

El puente de Wien es el oscilador sinusoidal mas utilizado en el rango de audiofrecuencias (20 Hz - 20 kHz). Usa un **amplificador no inversor** con una red RC que proporciona realimentacion positiva.

Estructura: - Amplificador no inversor con ganancia $A = 1 + R_f/R_g$ - Red de realimentacion: RC serie + RC paralelo (puente de Wien)

Funcion de transferencia de la red:

$$\beta(j\omega) = \frac{1}{3 + j \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

A la frecuencia $\omega_0 = 1/(RC)$, el termino imaginario se anula y $\beta = 1/3$.

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi RC}} \quad \boxed{A = 3 \implies R_f = 2R_g}$$

Como afectan los componentes: - Si R o C **aumentan** $\rightarrow f_0$ disminuye (oscilacion mas lenta) - Si $R_f/R_g > 2 \rightarrow A > 3 \rightarrow$ oscilacion creciente (distorsion) - Si $R_f/R_g < 2 \rightarrow A < 3 \rightarrow$ oscilaciones se amortiguan

Ventaja: Frecuencia facilmente ajustable con un potenciómetro dual (R variable).

Truco para el examen: En el puente de Wien, SIEMPRE $A = 3$, es decir, $R_f = 2R_g$.

1.5.2 4.2 Oscilador de desplazamiento de fase

Usa un amplificador inversor (180° de desfase) y una red de **3 secciones RC** que aporta otros 180° a la frecuencia de oscilacion, completando los 360° necesarios.

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}} \quad \boxed{A = 29 \Rightarrow R_f = 29R}$$

Cada etapa RC aporta 60° a la frecuencia f_0 ($3 \text{ etapas} \times 60^\circ = 180^\circ$).

Como afectan los componentes: - Si R o C **aumentan** $\rightarrow f_0$ disminuye - Si la **ganancia** $< 29 \rightarrow$ no arranca la oscilacion - Cada etapa RC introduce atenuacion: por eso se necesita $A = 29$ (compensar la atenuacion total de $1/29$)

Desventaja: La ganancia minima es alta ($A = 29$), lo que puede generar distorsion. Ademas, cambiar la frecuencia requiere ajustar 3 resistencias o 3 condensadores simultaneamente.

1.5.3 4.3 Osciladores LC: Colpitts y Hartley

Estos osciladores usan un **tanque LC** como red selectora de frecuencia. Son ideales para radiofrecuencias (RF).

Colpitts: divisor capacitivo El tanque esta formado por L en paralelo con C_1 y C_2 en serie:

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}}$$

Condicion de oscilacion: $g_m R > C_1/C_2$

La realimentacion se toma del divisor capacitivo (C_1 y C_2).

Hartley: divisor inductivo El tanque esta formado por C en paralelo con L_1 y L_2 en serie:

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2) \cdot C}}}$$

Condicion de oscilacion: $g_m R > L_2/L_1$

Comparativa Colpitts vs Hartley:

Caracteristica	Colpitts	Hartley
Divisor	Capacitivo (C_1, C_2)	Inductivo (L_1, L_2)
Ventaja	Menos ruido, mejor estabilidad	Facil ajuste de frecuencia
Uso tipico	VHF, UHF	HF, VHF

Característica	Colpitts	Hartley
Formula f_0	Usa $C_{eq} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$	Usa $L_{eq} = L_1 + L_2$

1.6 5. Osciladores de relajacion

1.6.1 5.1 Comparador con histeresis (astable)

Un **comparador con realimentacion positiva** (histeresis) combinado con una red RC genera una onda cuadrada. El condensador se carga y descarga entre los **umbrales de conmutacion** V_{TH} y V_{TL} .

$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{TH} = +\beta V_{sat} \quad V_{TL} = -\beta V_{sat}$$

$$T = 2RC \ln \left(\frac{1+\beta}{1-\beta} \right)$$

Donde V_{sat} es la tension de saturacion del comparador.

1.6.2 5.2 Temporizador 555 en modo astable

El **555 en modo astable** genera una onda cuadrada con periodo ajustable. El condensador se carga a traves de $R_A + R_B$ y se descarga a traves de R_B .

$$T = 0.693(R_A + 2R_B)C$$

$$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$$

Tiempos de carga y descarga:

$$t_{HIGH} = 0.693(R_A + R_B)C \quad t_{LOW} = 0.693 \cdot R_B \cdot C$$

Ciclo de trabajo:

$$D = \frac{t_{HIGH}}{T} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$$

Como afectan los componentes: - Si R_A **aumenta** $\rightarrow t_{HIGH}$ aumenta $\rightarrow D$ aumenta (mas tiempo en alto) - Si R_B **aumenta** $\rightarrow$ tanto t_{HIGH} como t_{LOW} aumentan, pero $D \rightarrow 50\%$ - Si C **aumenta** $\rightarrow$ el periodo T aumenta (frecuencia menor)

Nota: Con el 555 basico, siempre $D > 50\%$ porque $t_{HIGH} > t_{LOW}$.

1.7 6. Metodología de resolución

1.7.1 Pasos para analizar/diseñar un oscilador

Paso 1: Identificar el **tipo** de oscilador (Wien, Colpitts, 555, etc.)

Paso 2: Escribir la **formula de frecuencia** correspondiente

Paso 3: Verificar la **condicion de ganancia** (Barkhausen)

Paso 4: Calcular la frecuencia de oscilación a partir de los componentes, o calcular los componentes a partir de la frecuencia deseada

Paso 5: Para osciladores de relajación, calcular también el **periodo**, el **ciclo de trabajo** y los **tiempos de carga/descarga**

Errores frecuentes: - Olvidar que en el puente de Wien la ganancia debe ser **exactamente 3** ($R_f = 2R_g$) - Confundir Colpitts (divisor capacitivo) con Hartley (divisor inductivo) - En el 555, usar $R_A + R_B$ en vez de $R_A + 2R_B$ para el periodo total - Olvidar el factor $\sqrt{6}$ en el oscilador de desplazamiento de fase

1.8 7. Ejercicios resueltos

Ejercicio resuelto 1: Puente de Wien Datos: $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ nF}$, $R_g = 10 \text{ k}\Omega$

Paso 1: Oscilador de puente de Wien $\rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$, condición $A = 3$

Paso 2: Frecuencia de oscilación:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 10\text{k}\Omega \times 10\text{nF}} = \frac{1}{2\pi \times 10^4 \times 10^{-8}} = \frac{1}{2\pi \times 10^{-4}}$$

$$f_0 = 1591.5 \text{ Hz} \approx 1.59 \text{ kHz}$$

Paso 3: Condición de ganancia:

$$A = 3 \Rightarrow 1 + \frac{R_f}{R_g} = 3 \Rightarrow R_f = 2R_g = 2 \times 10\text{k}\Omega$$

$$R_f = 20 \text{ k}\Omega$$

Verificación: $A = 1 + 20/10 = 3 \checkmark \rightarrow$ **Oscilación sostenida a 1.59 kHz.**

Ejercicio resuelto 2: Oscilador de desplazamiento de fase Datos: Se desea $f_0 = 5 \text{ kHz}$, $C = 1 \text{ nF}$. Calcular R y R_f .

Paso 1: Oscilador de desplazamiento de fase, 3 etapas RC.

Paso 2: Despejar R de la fórmula:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} \Rightarrow R = \frac{1}{2\pi f_0 C\sqrt{6}}$$

$$R = \frac{1}{2\pi \times 5000 \times 10^{-9} \times \sqrt{6}} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^{-6} \times 2.449}$$

$$R = \frac{1}{7.695 \times 10^{-5}} = 12995 \Omega$$

$$\boxed{R \approx 13 \text{ k}\Omega}$$

Paso 3: Condicion de ganancia:

$$A = 29 \Rightarrow R_f = 29R = 29 \times 13\text{k}\Omega$$

$$\boxed{R_f = 377 \text{ k}\Omega}$$

Verificacion: Con $R = 13 \text{ k}\Omega$ y $C = 1 \text{ nF}$:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 13000 \times 10^{-9} \times 2.449} = \frac{1}{1.999 \times 10^{-4}} = 5003 \text{ Hz} \approx 5 \text{ kHz} \checkmark$$

Ejercicio resuelto 3: Colpitts Datos: $L = 100 \mu\text{H}$, $C_1 = 100 \text{ pF}$, $C_2 = 400 \text{ pF}$

Paso 1: Oscilador Colpitts $\rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{eq}}}$

Paso 2: Capacidad equivalente serie:

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{100 \times 400}{100 + 400} = \frac{40000}{500} = 80 \text{ pF}$$

Paso 3: Frecuencia de oscilacion:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-6} \times 80 \times 10^{-12}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{8 \times 10^{-15}}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 8.944 \times 10^{-8}} = \frac{1}{5.621 \times 10^{-7}}$$

$$\boxed{f_0 = 1.779 \text{ MHz} \approx 1.78 \text{ MHz}}$$

Paso 4: Condicion de oscilacion:

$$g_m R > \frac{C_1}{C_2} = \frac{100}{400} = 0.25$$

El producto $g_m R$ debe ser mayor que 0.25 para garantizar el arranque.

Ejercicio resuelto 4: 555 astable Datos: $R_A = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_B = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \text{ nF}$

Paso 1: 555 en modo astable.

Paso 2: Periodo y frecuencia:

$$T = 0.693(R_A + 2R_B)C = 0.693 \times (4700 + 2 \times 10000) \times 100 \times 10^{-9}$$

$$T = 0.693 \times 24700 \times 10^{-7} = 0.693 \times 2.47 \times 10^{-3}$$

$$T = 1.712 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.712 \times 10^{-3}} = 584.1 \text{ Hz}$$

Paso 3: Tiempos de carga y descarga:

$$t_{HIGH} = 0.693(R_A + R_B)C = 0.693 \times 14700 \times 10^{-7} = 1.019 \text{ ms}$$

$$t_{LOW} = 0.693 \cdot R_B \cdot C = 0.693 \times 10000 \times 10^{-7} = 0.693 \text{ ms}$$

Paso 4: Ciclo de trabajo:

$$D = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B} = \frac{14700}{24700} = 0.595$$

$$D = 59.5\%$$

Verificacion: $t_{HIGH} + t_{LOW} = 1.019 + 0.693 = 1.712 \text{ ms} = T \checkmark$. $D > 50\%$ como se espera del 555 basico $\checkmark$.

1.9 8. Catalogo completo de ejercicios: todos los patrones

#	Tipo	Componentes	Ecuacion clave	Dificultad
1	Puente de Wien	R, C, OPAM	$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$	Baja
2	Desplazamiento de fase	R_0 , C, OPAM	$f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$	Media
3	Colpitts	L, C1, C2, transistor	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$	Media
4	Hartley	L1, L2, C, transistor	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$	Media
5	555 astable	RA, RB, C	$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$	Baja

1.9.1 8.1 Tipo 1: Puente de Wien

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi RC}} \quad A = 3 \implies R_f = 2R_g$$

Variantes de problema: - Dados R y C , calcular f_0 y R_f - Dada f_0 y C , calcular R y R_f - Dado el circuito completo, verificar si oscila y a que frecuencia

Clave: La ganancia es SIEMPRE 3. Si te dan una ganancia diferente, el circuito no oscilara de forma sinusoidal pura.

Ejercicio catalogo: Wien inverso Datos: $f_0 = 10$ kHz, $C = 4.7$ nF. Calcular R , R_f (con $R_g = 10$ k Ω).

$$R = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2\pi \times 10^4 \times 4.7 \times 10^{-9}} = \frac{1}{2.953 \times 10^{-4}} = 3386 \Omega$$

$$\boxed{R \approx 3.4 \text{ k}\Omega} \quad R_f = 2 \times 10\text{k} = 20 \text{ k}\Omega$$

1.9.2 8.2 Tipo 2: Desplazamiento de fase

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}} \quad A = 29 \implies R_f = 29R$$

Variantes de problema: - Dados R y C , calcular f_0 - Dada f_0 , disenar la red RC - Verificar si la ganancia es suficiente para oscilar

Clave: El factor $\sqrt{6} \approx 2.449$ es facil de olvidar. La ganancia minima de 29 es mucho mayor que la del Wien (3).

Ejercicio catalogo: Verificar oscilacion Datos: $R = 22 \text{ k}\Omega$, $C = 2.2 \text{ nF}$, $R_f = 500 \text{ k}\Omega$, $R_i = 22 \text{ k}\Omega$ (amplificador inversor).

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 22000 \times 2.2 \times 10^{-9} \times 2.449} = \frac{1}{7.436 \times 10^{-4}} = 1344.8 \text{ Hz}$$

$$A = \frac{R_f}{R_i} = \frac{500}{22} = 22.7$$

Como $A = 22.7 < 29 \rightarrow$ **NO oscila.** La ganancia es insuficiente.

1.9.3 8.3 Tipo 3: Colpitts

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}} \quad g_m R > \frac{C_1}{C_2}$$

Variantes de problema: - Dados L , C_1 , C_2 , calcular f_0 - Dada f_0 y la relacion C_1/C_2 , disenar el circuito - Verificar la condicion de oscilacion con g_m y R dados

Clave: Primero calcular $C_{eq} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$, despues usar $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC_{eq}})$.

Ejercicio catalogo: Disenar para f_0 dada Datos: $f_0 = 5 \text{ MHz}$, $C_1 = C_2 = C$ (iguales), $L = 10 \text{ }\mu\text{H}$. Calcular C .

$$C_{eq} = \frac{C \cdot C}{C + C} = \frac{C}{2}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C/2}} \Rightarrow C = \frac{2}{(2\pi f_0)^2 L}$$

$$C = \frac{2}{(2\pi \times 5 \times 10^6)^2 \times 10 \times 10^{-6}} = \frac{2}{9.870 \times 10^{15} \times 10^{-5}} = \frac{2}{9.870 \times 10^{10}}$$

$$\boxed{C = 20.3 \text{ pF}}$$

1.9.4 8.4 Tipo 4: Hartley

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2) \cdot C}}} \quad g_m R > \frac{L_2}{L_1}$$

Variantes de problema: - Dados L_1 , L_2 , C , calcular f_0 - Disenar para una frecuencia con relacion L_1/L_2 dada

Clave: En Hartley se suman las inductancias ($L_{eq} = L_1 + L_2$), mientras que en Colpitts se calculan capacidades en serie.

Ejercicio catalogo: Hartley directo Datos: $L_1 = 50 \mu\text{H}$, $L_2 = 150 \mu\text{H}$, $C = 100 \text{ pF}$.

$$L_{eq} = L_1 + L_2 = 50 + 150 = 200 \mu\text{H}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{200 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^{-12}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times 10^{-14}}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times 1.414 \times 10^{-7}} = \frac{1}{8.886 \times 10^{-7}}$$

$$\boxed{f_0 = 1.125 \text{ MHz}}$$

Condicion: $g_m R > L_2/L_1 = 150/50 = 3$

1.9.5 8.5 Tipo 5: 555 estable

$$\boxed{T = 0.693(R_A + 2R_B)C}$$

$$\boxed{f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}}$$

$$D = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B} \quad t_{HIGH} = 0.693(R_A + R_B)C \quad t_{LOW} = 0.693R_B C$$

Variantes de problema: - Dados R_A , R_B , C , calcular f , T , D - Dada f y D , disenar R_A , R_B , C - Calcular R_A y R_B para un ciclo de trabajo especifico

Clave: R_A solo afecta a la carga, R_B afecta a carga Y descarga.

Ejercicio catalogo: Disenar para f y D Datos: $f = 1 \text{ kHz}$, $D = 60\%$, $C = 100 \text{ nF}$.

Paso 1: Del ciclo de trabajo:

$$D = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B} = 0.6$$

$$R_A + R_B = 0.6(R_A + 2R_B) = 0.6R_A + 1.2R_B$$

$$0.4R_A = 0.2R_B \Rightarrow R_A = 0.5R_B$$

Paso 2: De la frecuencia:

$$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C} \Rightarrow R_A + 2R_B = \frac{1.44}{fC} = \frac{1.44}{10^3 \times 10^{-7}} = 14400 \Omega$$

$$0.5R_B + 2R_B = 14400 \Rightarrow 2.5R_B = 14400$$

$$R_B = 5.76 \text{ k}\Omega$$

$$R_A = 2.88 \text{ k}\Omega$$

Verificacion: $T = 0.693 \times (2880 + 2 \times 5760) \times 10^{-7} = 0.693 \times 14400 \times 10^{-7} = 0.998 \text{ ms} \rightarrow f = 1002 \text{ Hz} \approx 1 \text{ kHz} \checkmark$

1.9.6 Tabla resumen de formulas por tipo de oscilador

Tipo	Formula de f_0	Condicion de ganancia	Red selectiva
1. Wien	$\frac{1}{2\pi RC}$	$A = 3$	RC serie + RC paralelo
2. Desplaz. fase	$\frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$	$A = 29$	3 etapas RC
3. Colpitts	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$	$g_m R > C_1/C_2$	L + C_1 serie C_2
4. Hartley	$\frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$	$g_m R > L_2/L_1$	$L_1 + L_2 + C$
5. 555 astable	$\frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$	N/A (digital)	RC + comparadores internos

1.10 9. Resumen y tabla de formulas clave

1.10.1 Conceptos esenciales

1. **Oscilador = amplificador inestable** con realimentacion positiva
2. **Criterio de Barkhausen:** $|A\beta| = 1$ y $\angle(A\beta) = 0^\circ$ a la frecuencia de oscilacion
3. Los **osciladores sinusoidales** (Wien, Colpitts, Hartley) usan redes selectivas en frecuencia
4. Los **osciladores de relajacion** (555, comparador) conmutan entre dos estados
5. En la practica, se diseña con $|A\beta| > 1$ para garantizar el arranque

1.10.2 Formulas clave para el examen

Formula	Oscilador	Cuando usarla
$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$	Wien	Siempre que aparezca OPAM no inversor + red RC Wien
$A = 3$ ($R_f = 2R_g$)	Wien	Condicion de ganancia, siempre fija
$f_0 = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$	Desplaz. fase	Amplificador inversor + 3 etapas RC
$A = 29$ ($R_f = 29R$)	Desplaz. fase	Condicion de ganancia, siempre fija
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$	Colpitts	Tanque LC con divisor capacitivo

Formula	Oscilador	Cuando usarla
$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$	Colpitts	Capacidad equivalente serie
$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$	Hartley	Tanque LC con divisor inductivo
$L_{eq} = L_1 + L_2$	Hartley	Inductancia equivalente serie
$T = \frac{0.693(R_A + 2R_B)C}{1.44}$	555	Periodo de la onda cuadrada
$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$	555	Frecuencia directa
$D = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$	555	Ciclo de trabajo

1.10.3 Trucos para el examen

- **Wien:** ganancia = 3, siempre. Si no, no oscila sinusoidalmente
- **Desplaz. fase:** factor $\sqrt{6}$ y ganancia = 29
- **Colpitts vs Hartley:** Colpitts = Capacidades, Hartley = Henrios (inductancias)
- **555:** el ciclo de trabajo basico siempre es $> 50\%$
- **Barkhausen:** si $|T| < 1$, muere; si $|T| > 1$, crece hasta saturar