



6.01



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

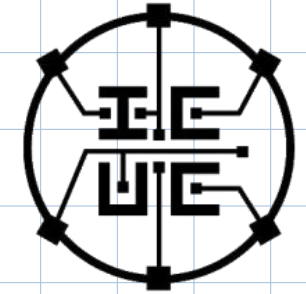
Osciladores sintonizados: Condición de Barkhausen

Dependencias:

angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas

Osciladores



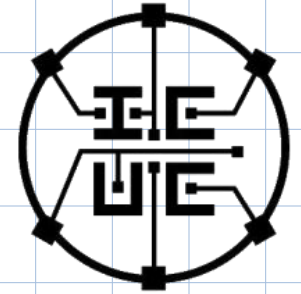
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Un oscilador es un circuito electrónico capaz de producir una señal oscilatoria. En general los osciladores emplean **realimentación positiva**. Existen varios tipos:



- Especificaciones típicas:
 - Frecuencia y rango de frecuencia de sintonización
 - Amplitud / rango de amplitud
 - Estabilidad / ruido de fase y jitter
 - Estabilidad de amplitud
 - THD

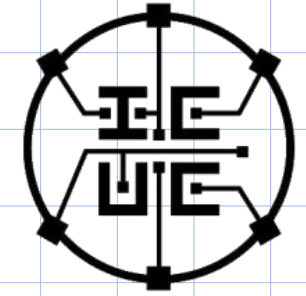
Más en detalle...



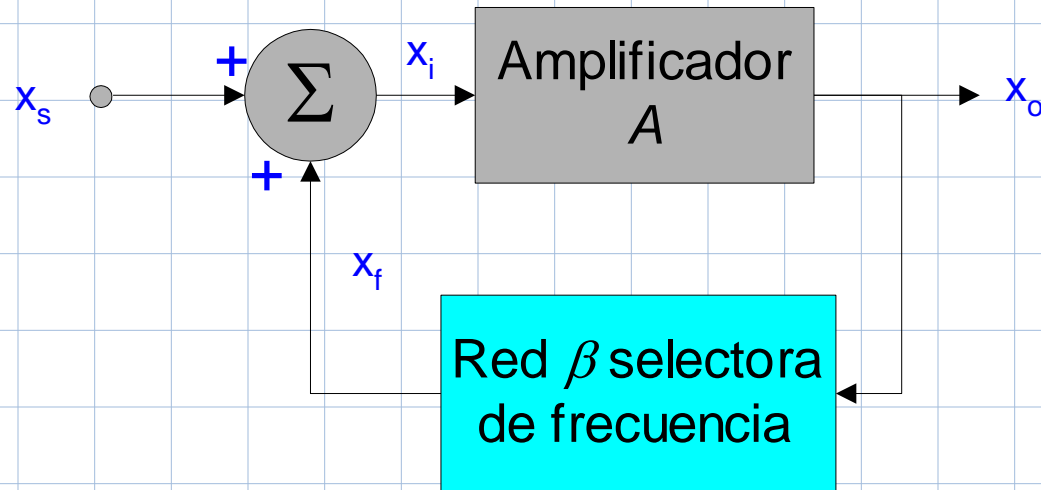
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Oscilador sintonizado:
 - Amplificador con red selectora de frecuencia que produce oscilación mediante realimentación positiva
 - Red selectora de frecuencia puede incluir un cristal
- Oscilador de relajación:
 - VCO: Voltage controlled Oscillator
 - XR2207: VCO
 - XR2206: Generador de funciones basado en VCO
 - Timer 555
 - Comparador con realimentación positiva
- Oscilador de anillo
 - cadena de amplificadores inversores

Principio básico de un oscilador sintonizado



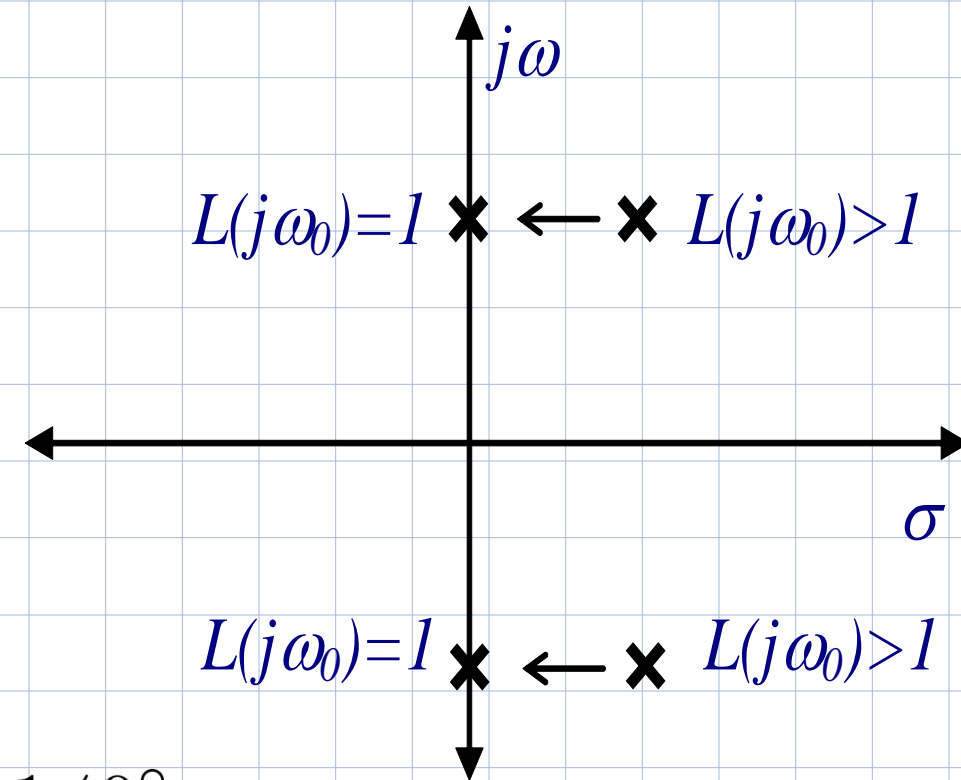
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



$$A_f(s) = \frac{A(s)}{1 - A(s)\beta(s)} = \frac{A(s)}{1 - L(s)}$$

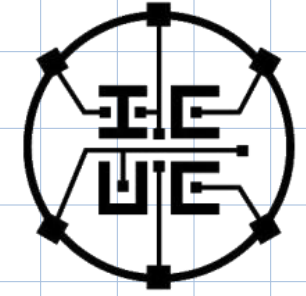
Condición de oscilación

de Barkhausen: $L(j\omega_0) = A(j\omega_0)\beta(j\omega_0) = 1 \angle 0^\circ$





6.02



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

Osciladores sintonizados: Control de amplitud y desplazamiento de fase

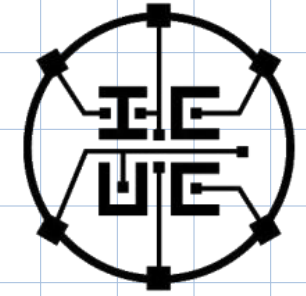
Dependencias:

- 6.01 Osciladores sintonizados: Condición de Barkhausen

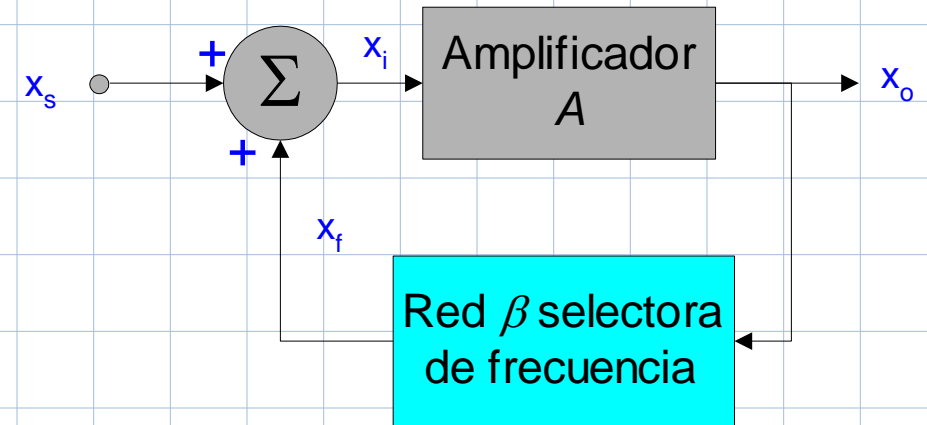
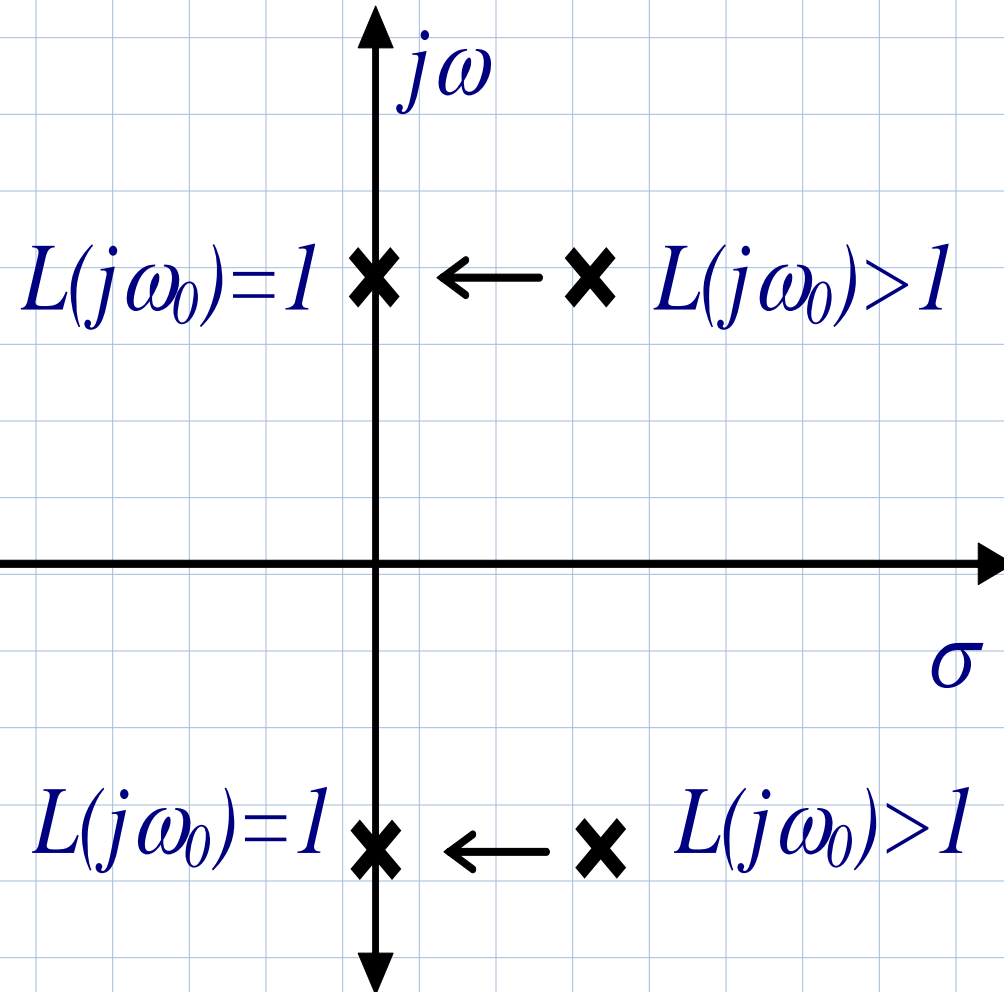
angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas

Recordemos: osciladores sintonizados tienen sus polos **JUSTO** sobre el eje $j\omega$



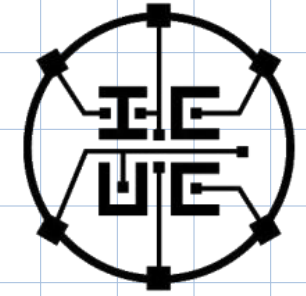
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



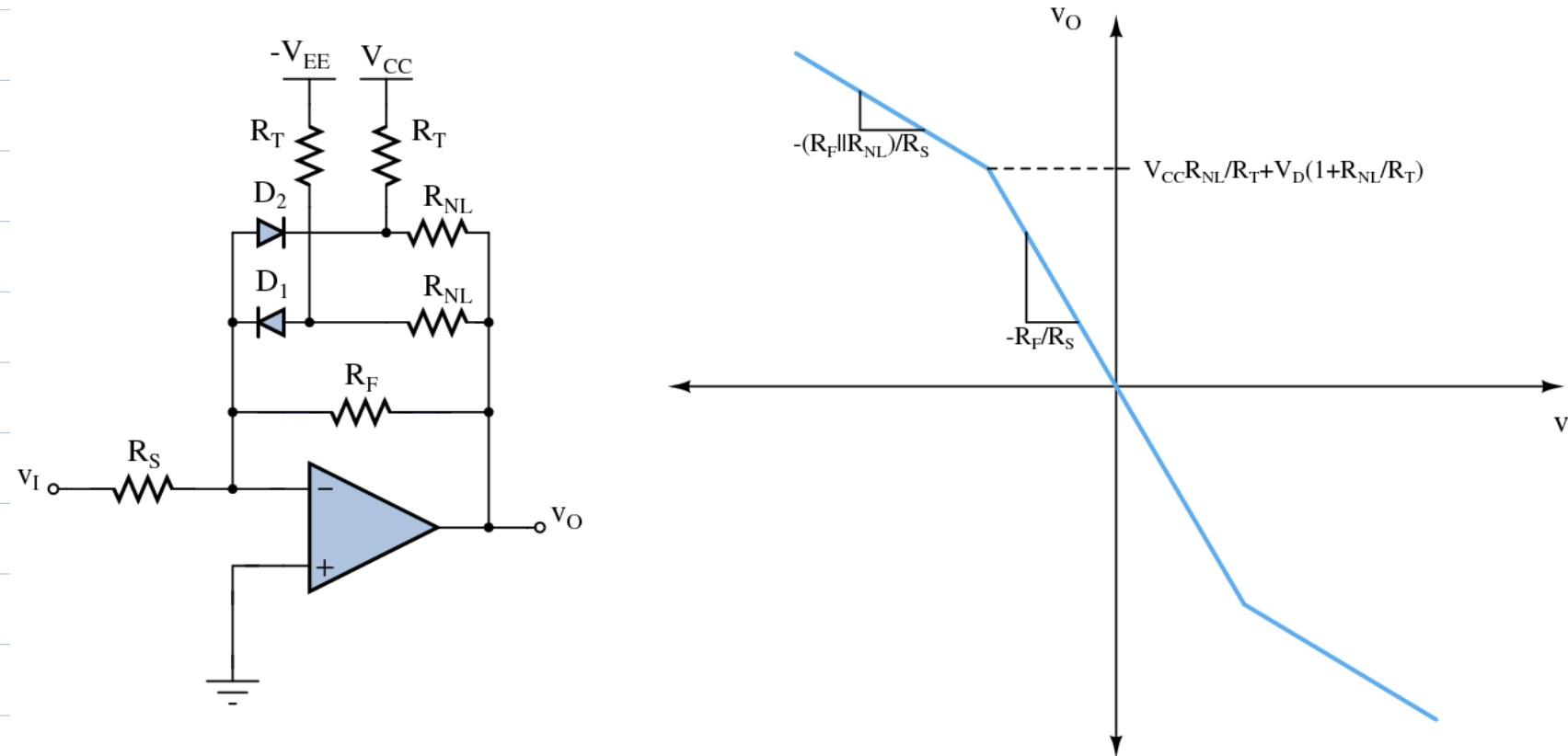
$$L(j\omega_0) = A(j\omega_0)\beta(j\omega_0) = 1 \angle 0^\circ$$

¿Cómo logramos esto?

Control no lineal de la amplitud

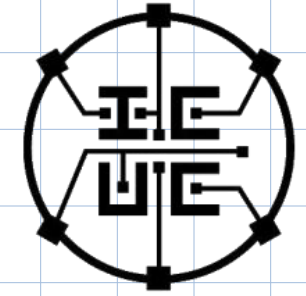


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



Control no lineal de Amplitud: Necesario para lograr $L(j\omega_0) > 1$ al principio de la operación, y $L(j\omega_0) = 1$ en régimen permanente. Puede aparecer como una consecuencia de la saturación del amplificador en los rieles.

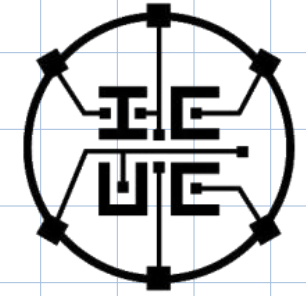
Desplazamiento de fase mediante $\beta(j\omega)$



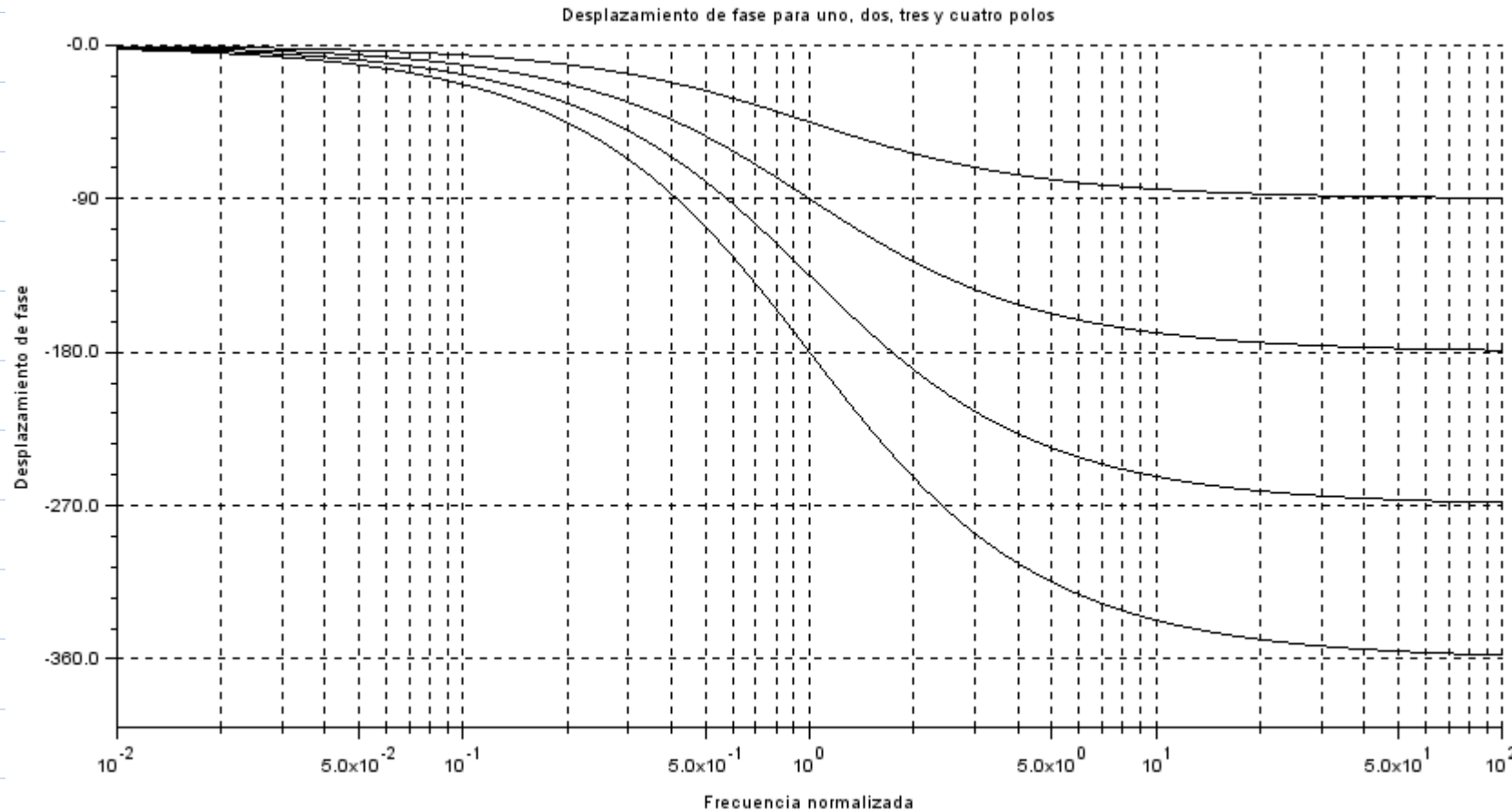
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- De acuerdo a la condición de oscilación de Barkhausen, la red selectora de frecuencia produce un desplazamiento de fase de 180° a la frecuencia de oscilación
- El desplazamiento de 180° puede ser producido por componentes activos y pasivos
 - Desplazamiento con componentes activos no es buena idea, porque dependen de la temperatura, de tolerancias de fabricación y del dispositivo en uso
 - **Es mejor utilizar componentes pasivos (R, L, C, cristales)**
- Un polo RL o RC contribuye 90° , por lo que se requieren al menos 2 polos
 - Es más fácil sintonizarlo si tiene 3 o más

Recordar de Bode: desplazamiento de fase en función del número de polos reales



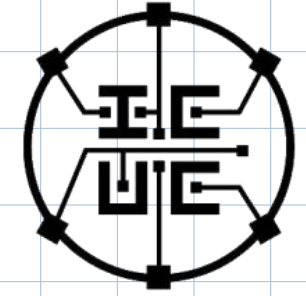
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



$$\phi(\omega_{\text{norm}}) = -N \arctan \omega_{\text{norm}}^N$$



6.03



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

Osciladores sintonizados: Algunas arquitecturas

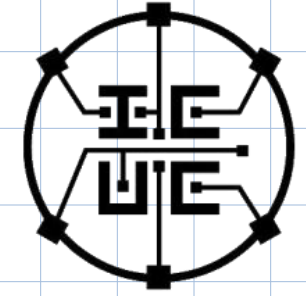
Dependencias:

- 6.01 Osciladores sintonizados: Condición de Barkhausen
- 6.02 Osciladores sintonizados: Control de amplitud y desplazamiento de fase

angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas

Algunos osciladores armónicos

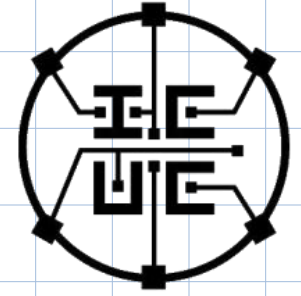


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

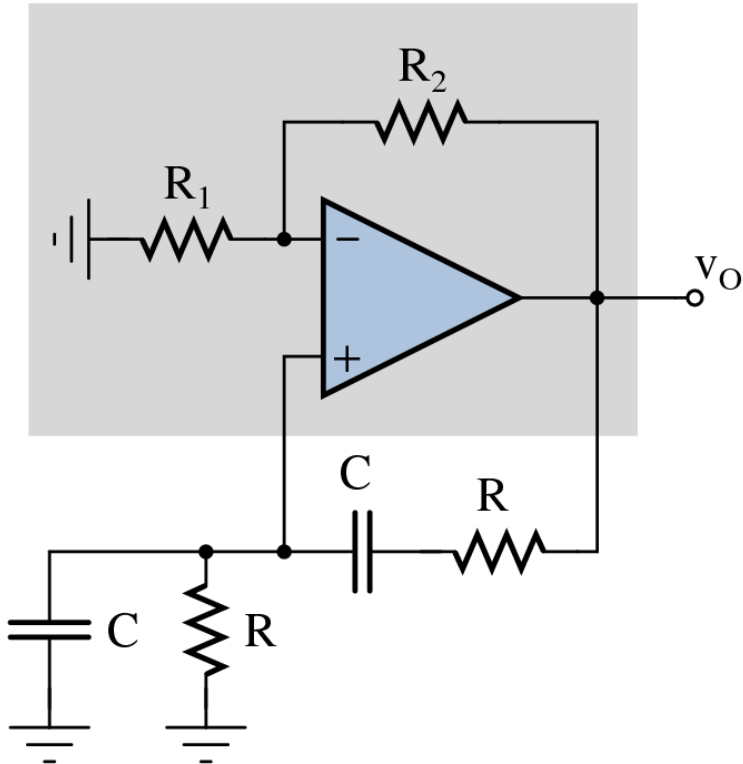
- Osciladores con redes RC: para aplicaciones a bajas frecuencias, pueden ser implementados con opamps
 - Puente de Wien
 - Oscilador de desplazamiento de fase
- Osciladores con redes LC y cristal: para operación a frecuencias más altas
 - Oscilador Colpitts
 - Oscilador Hartley
 - Oscilador de cristal

Puente de Wien

Oscilador muy sencillo
en implementación y
funcionamiento

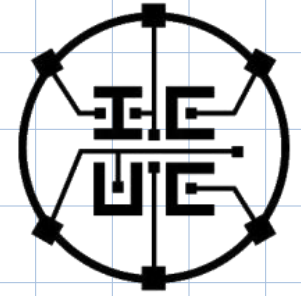


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

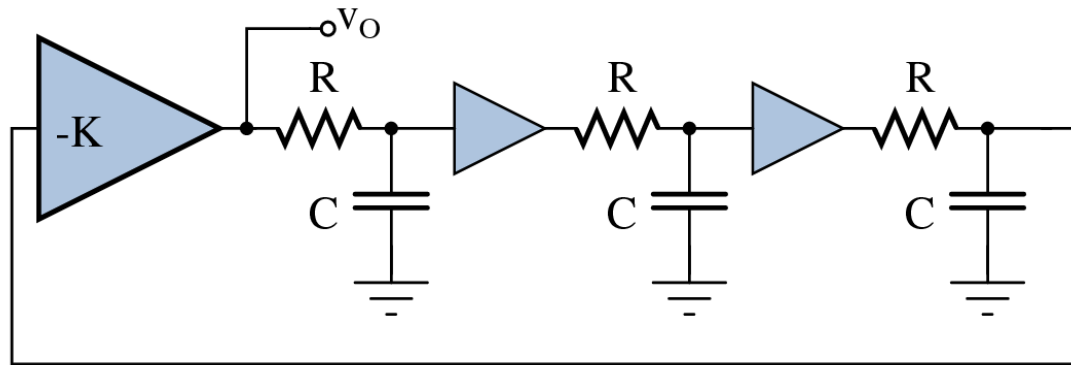


Oscilador de desplazamiento de fase

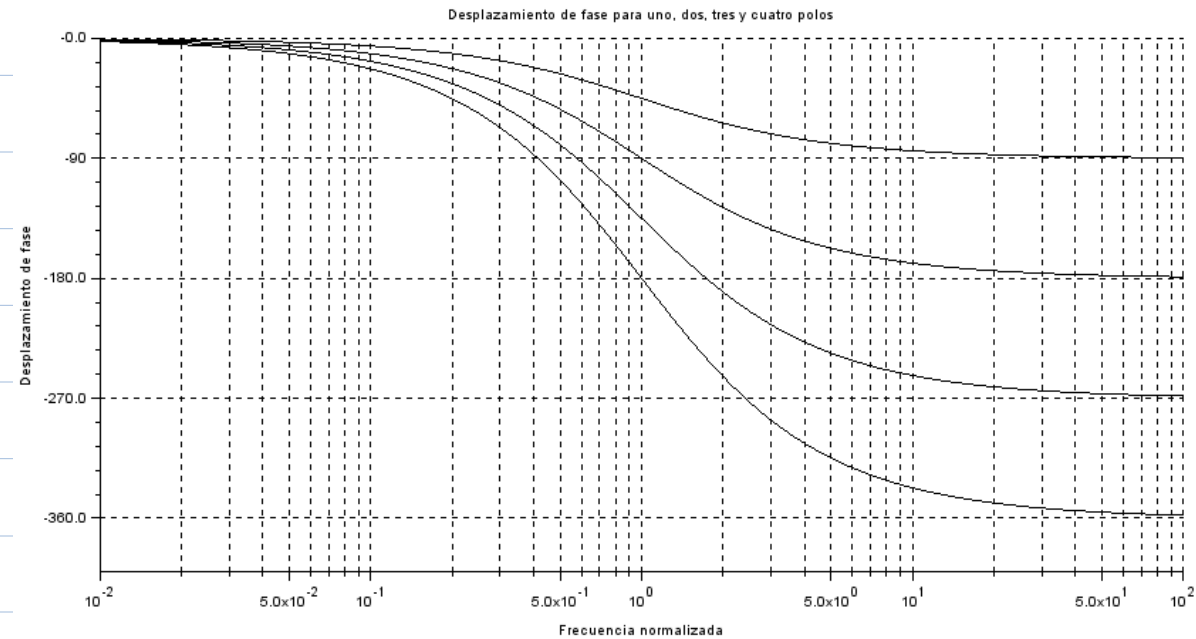
El circuito oscila a una frecuencia tal que el desplazamiento de fase es de 180° . Pueden ser de adelanto o **retraso**.



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

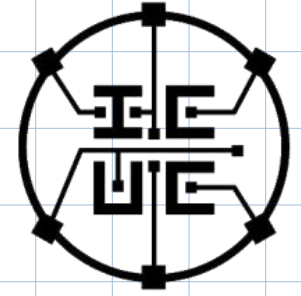


¿Son necesarios los buffers?

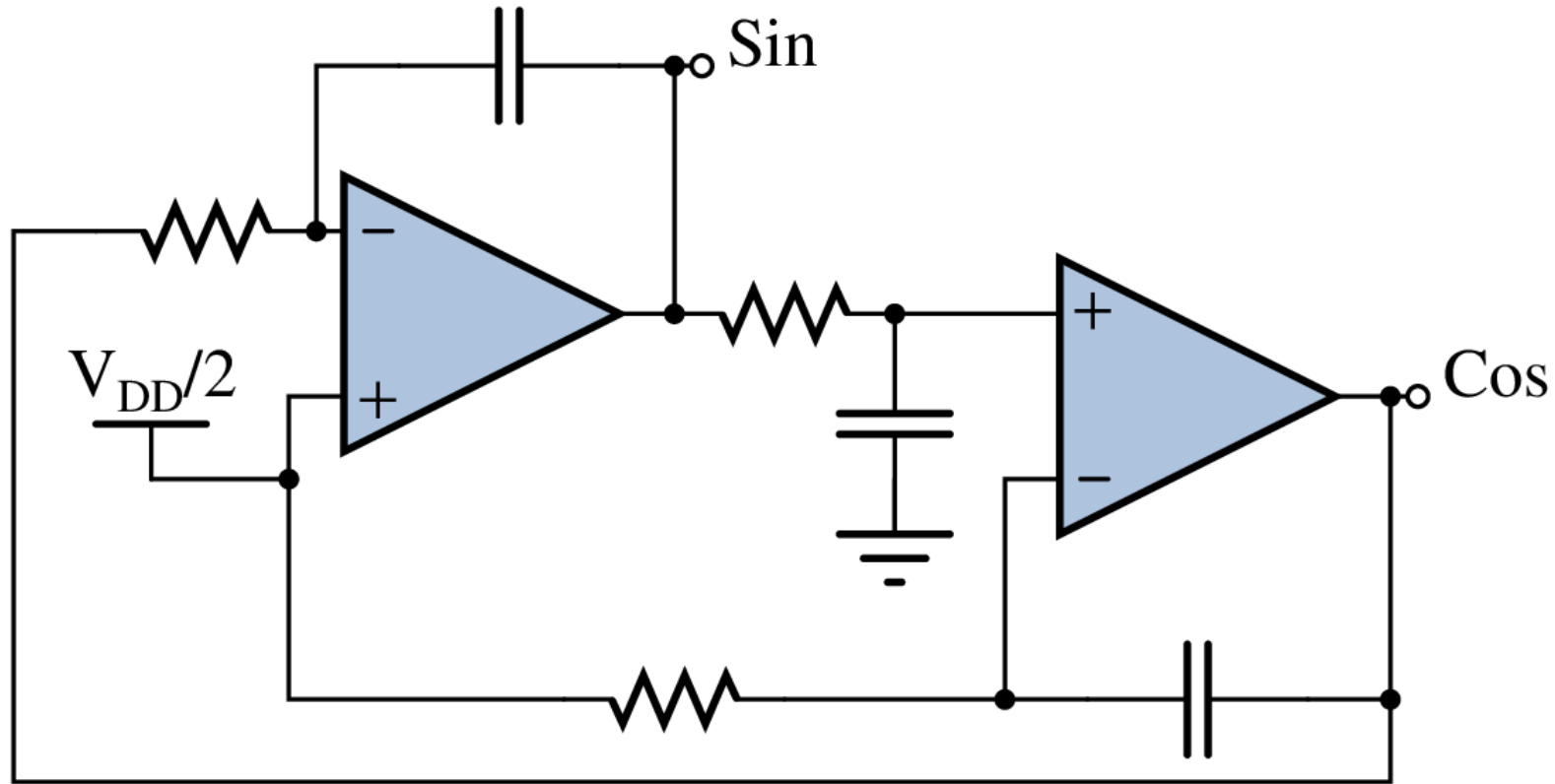


Recordar de 6.02

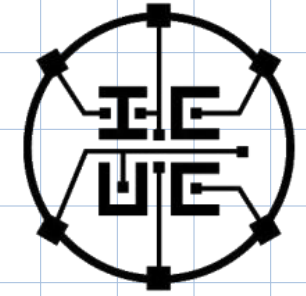
Oscilador de cuadratura



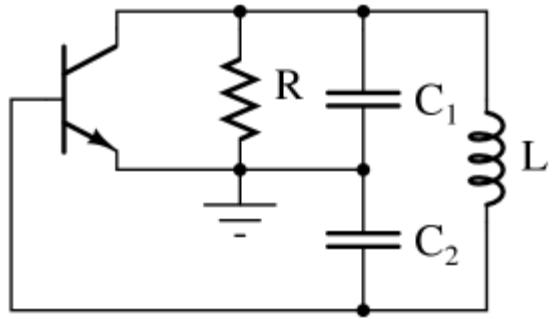
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



Oscilador Colpitts

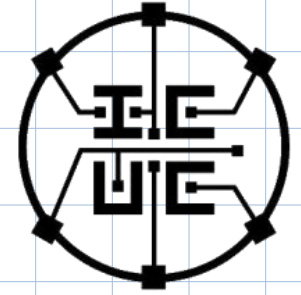


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

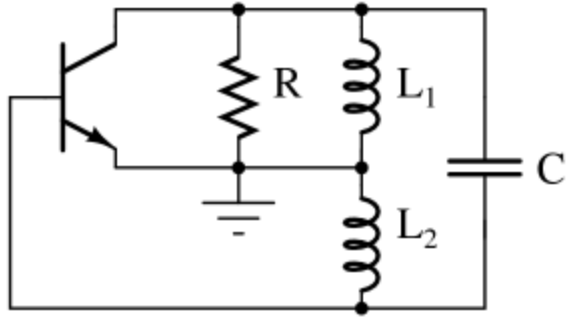


Este oscilador permite alcanzar frecuencias muy elevadas, y requiere la sintonización de un circuito tanque para su operación (polarización omitida)

Oscilador Hartley (el dual del Colpitts)



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA





6.04



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

Cristales Piezoeléctricos

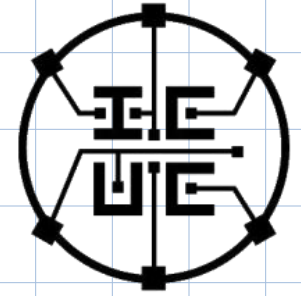
Dependencias:

- 6.01 Osciladores sintonizados: Condición de Barkhausen

angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas

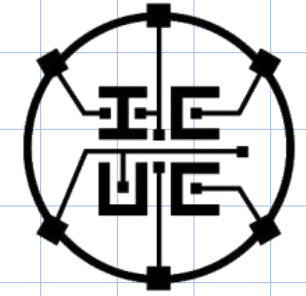
Piezoelectricidad



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

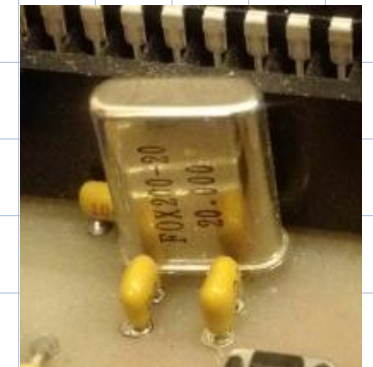
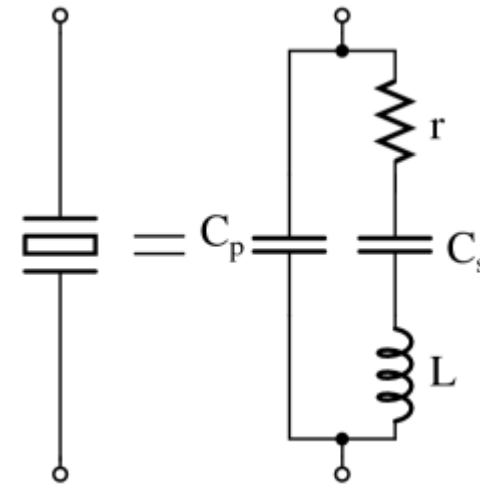
- Propiedad de los materiales de polarizarse y producir un voltaje en respuesta a un esfuerzo mecánico
 - Y también funciona al revés: un voltaje externo produce una deformación mecánica
- Los cristales piezoeléctricos son transductores, es decir convierten energía mecánica a eléctrica y viceversa
- Son empleados como parlantes y como micrófonos
- Al ser “golpeado”, un cristal piezoeléctrico puede vibrar como una campana, pero con frecuencia mucho más alta
 - Las vibraciones se traducen en señales eléctricas...

Cristales de cuarzo



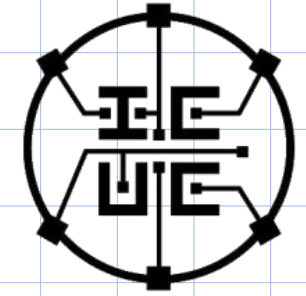
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Son cortados con gran precisión para que sus modos de oscilación presenten resonancia a la frecuencia especificada
- Los cristales mantienen características de resonancia **muy estables**, y un elevado factor Q (cientos de miles)
- Un cristal **no tiene** en su interior elementos circuitales pasivos, pero **se comporta** como si los tuviera



¿Qué es el cuarzo?

Reactancia de un cristal de cuarzo



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- Frecuencia de resonancia serie:

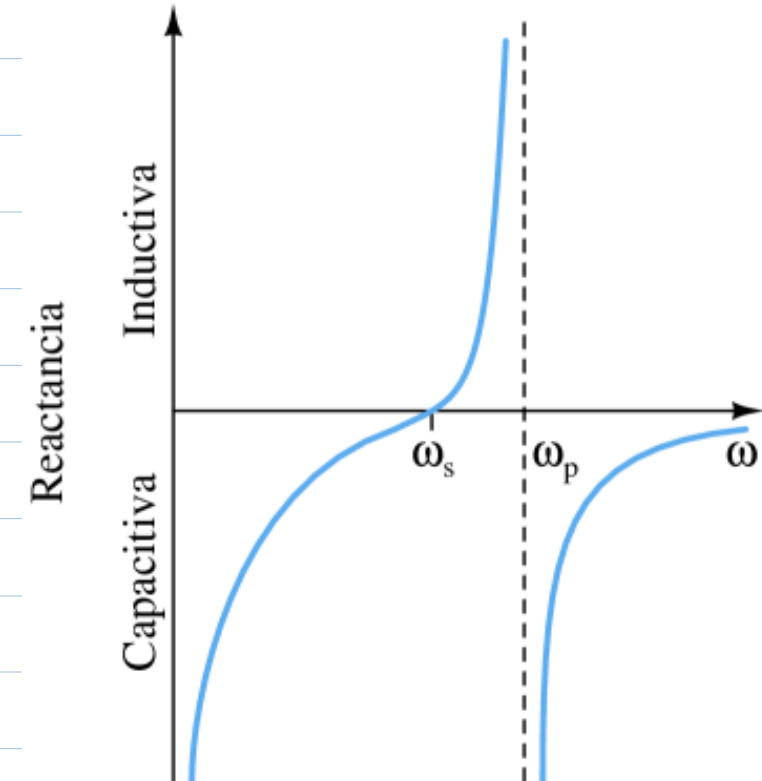
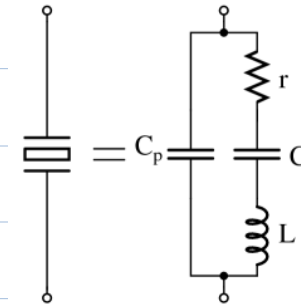
$$\omega_s = \frac{1}{\sqrt{LC_s}}$$

- Frecuencia de resonancia paralelo:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L(C_s \parallel C_p)}} > \omega_s$$

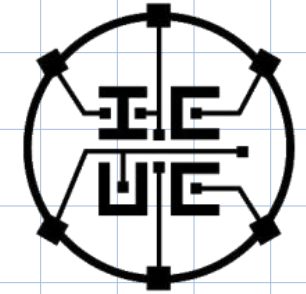
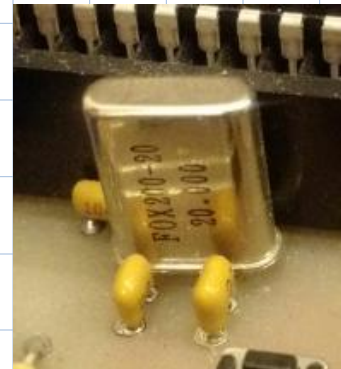
- Frecuencia de oscilación:

$$\omega_0 \approx \frac{1}{\sqrt{LC_s}} = \omega_s$$

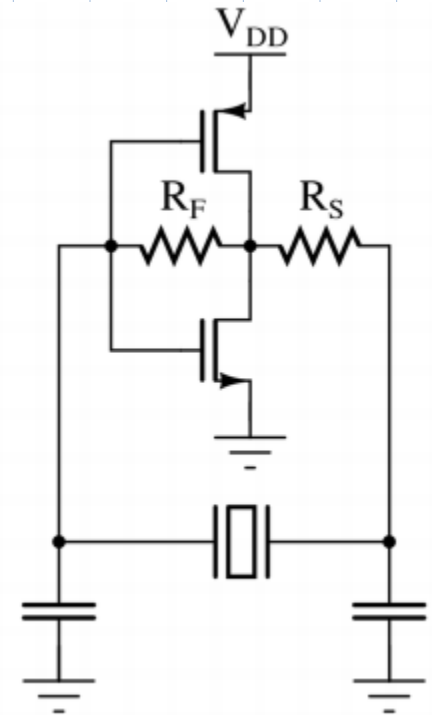


Oscilador de cristal

En general, un oscilador de cristal puede tomar la misma configuración que un Colpitts o similar, reemplazando el inductor por el cristal. En la figura, se muestra un oscilador en configuración Colpitts o Pierce, similar al circuito empleado en un microcontrolador.



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA





6.0555



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

Temporizador 555

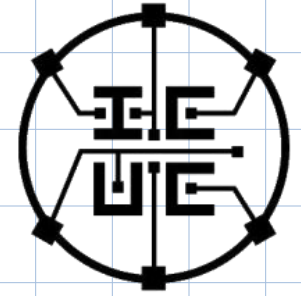
Dependencias:

angel@uc.cl

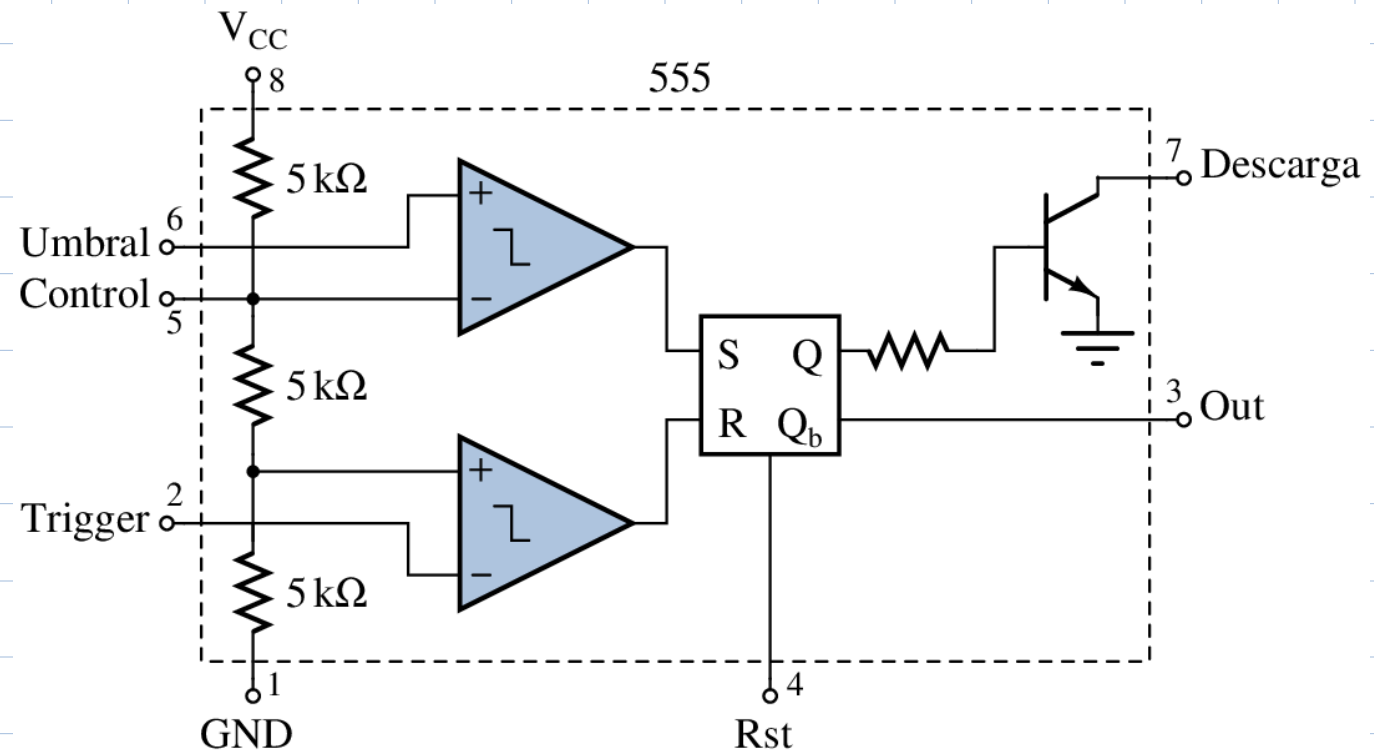
Electrónica en cápsulas

El famoso 555

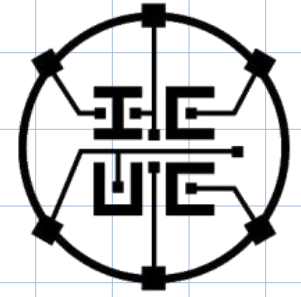
- Inventado en 1970 por Hans Camenzind
- Introducido en 1971 por Signetics (ahora Philips)
- Temporizador integrado muy estable, con rango de período desde varios segundos hasta su frecuencia máxima de oscilación, 200 KHz
- Muchísimos circuitos están basados en el famoso 555



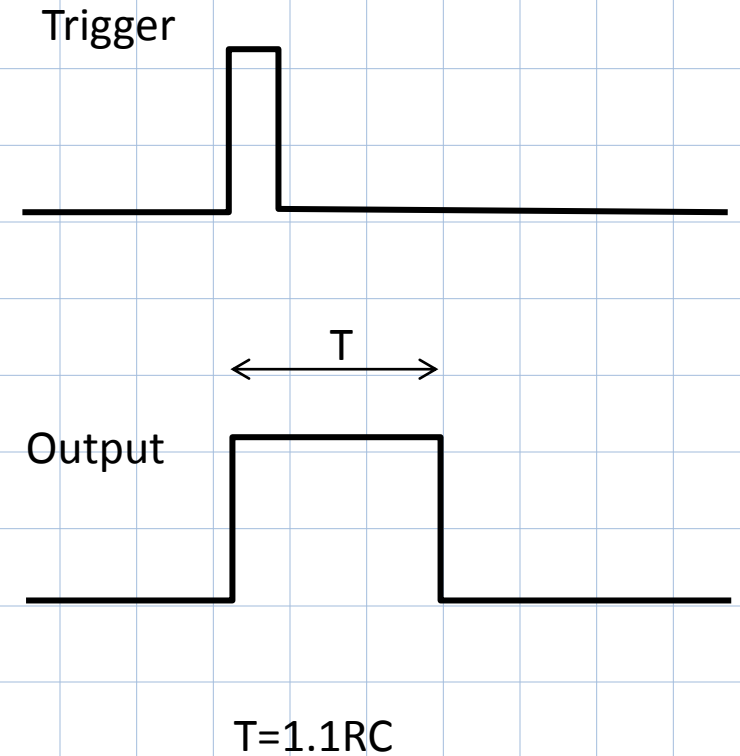
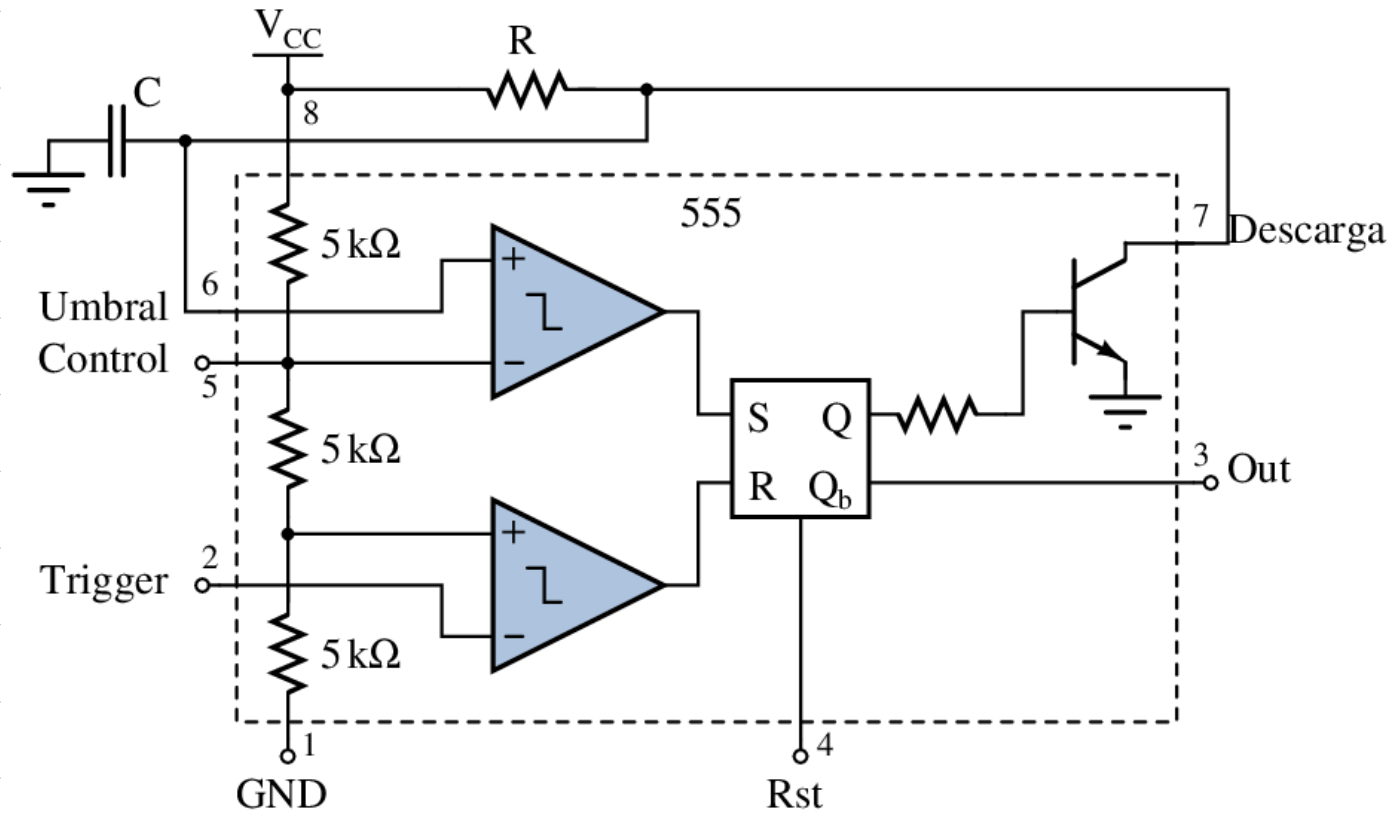
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



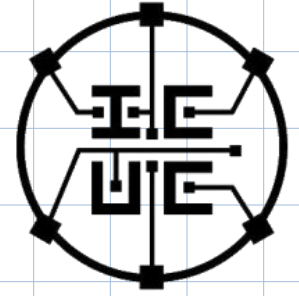
555 como monoestable



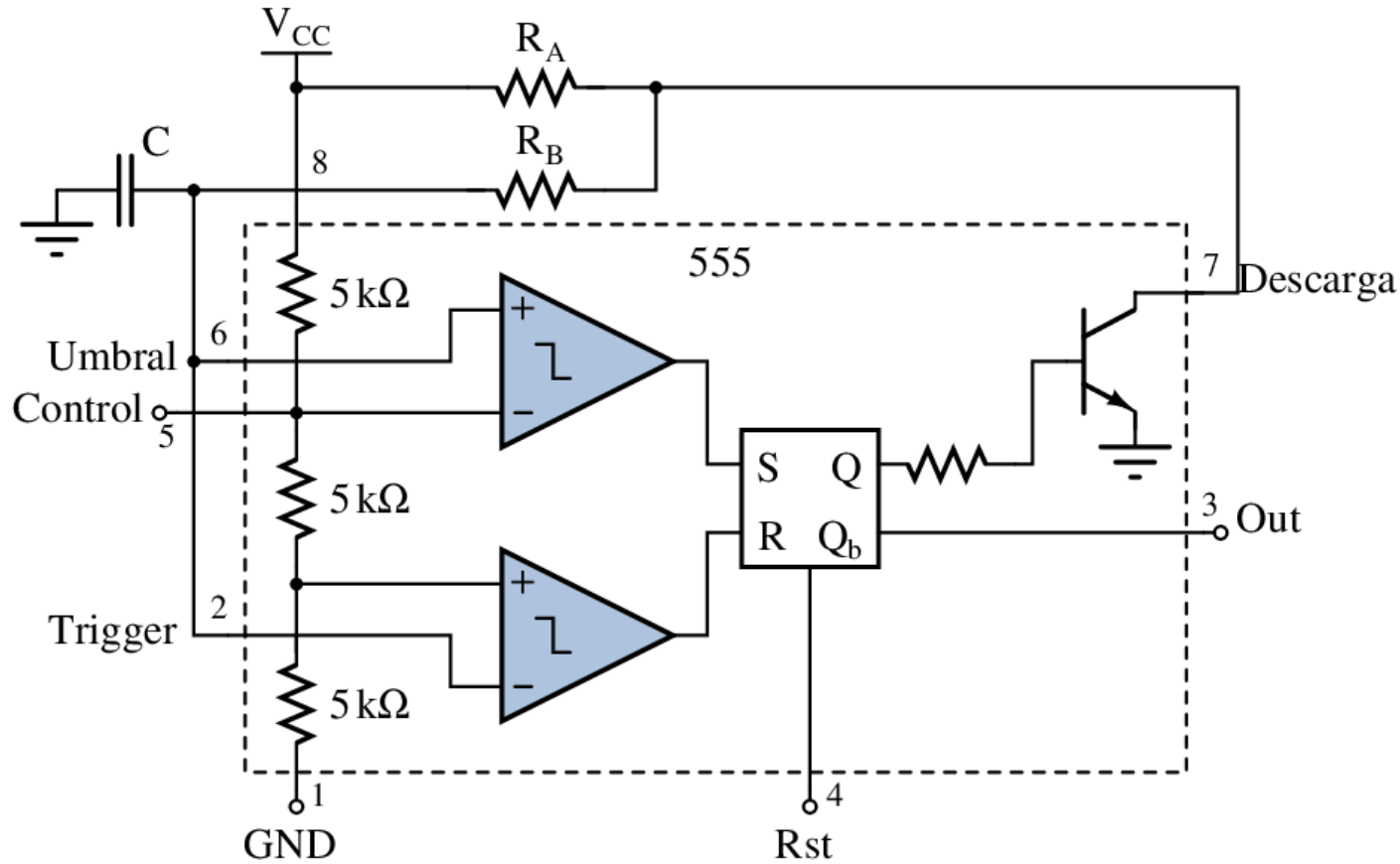
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



555 como aestable



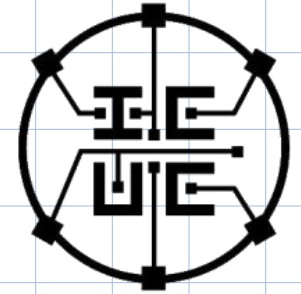
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA



$$f_0 = \frac{1.49}{(R_A + 2R_B)C}$$

$$\text{Duty Cycle} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$$

Otros circuitos con el 555



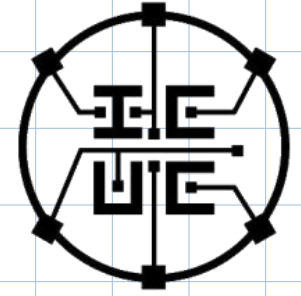
INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

- LED cube
- LED driver
- Sirena
- Dado
- Detector de metales
- Metrónomo
- Repelente de zancudos
- Controlador de servos
- Etc.

<http://www.555-timer-circuits.com/>



6.06



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

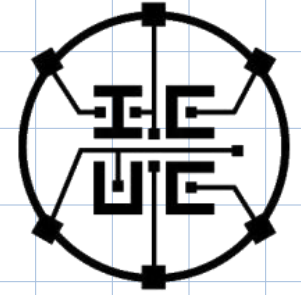
Oscilador de anillo

Dependencias:

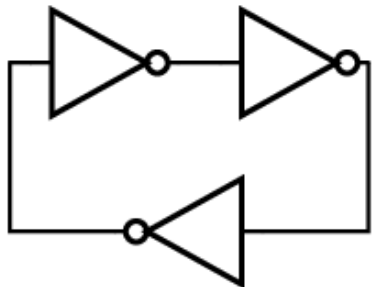
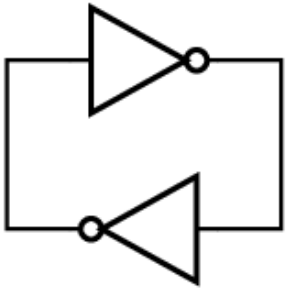
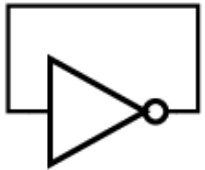
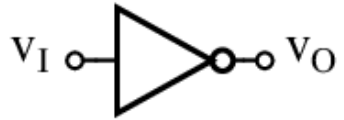
angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas

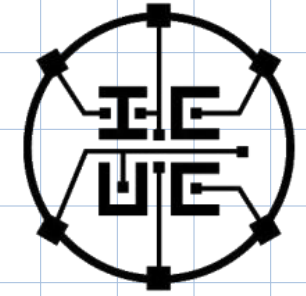
¿Qué son estos circuitos?



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

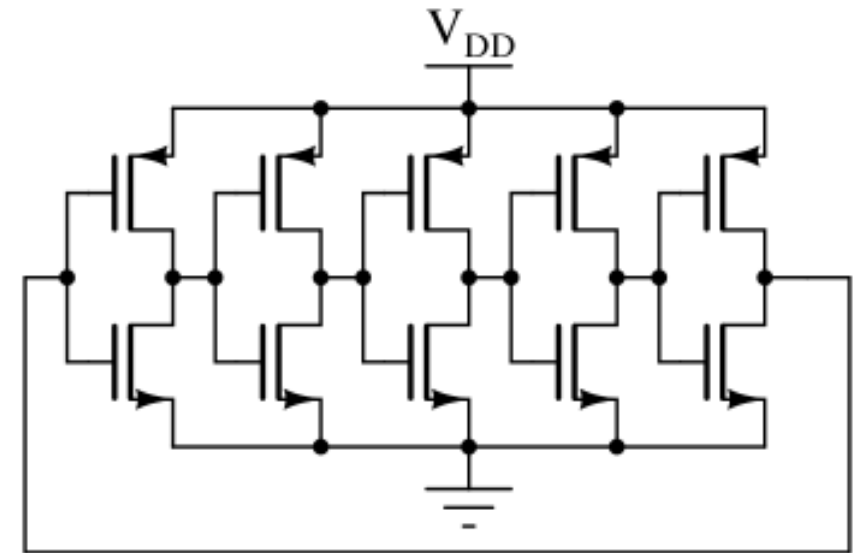


Oscilador de anillo (ring oscillator)

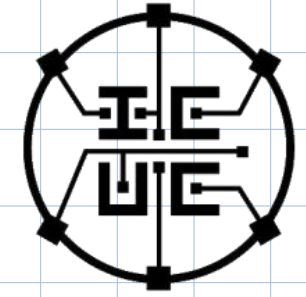


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

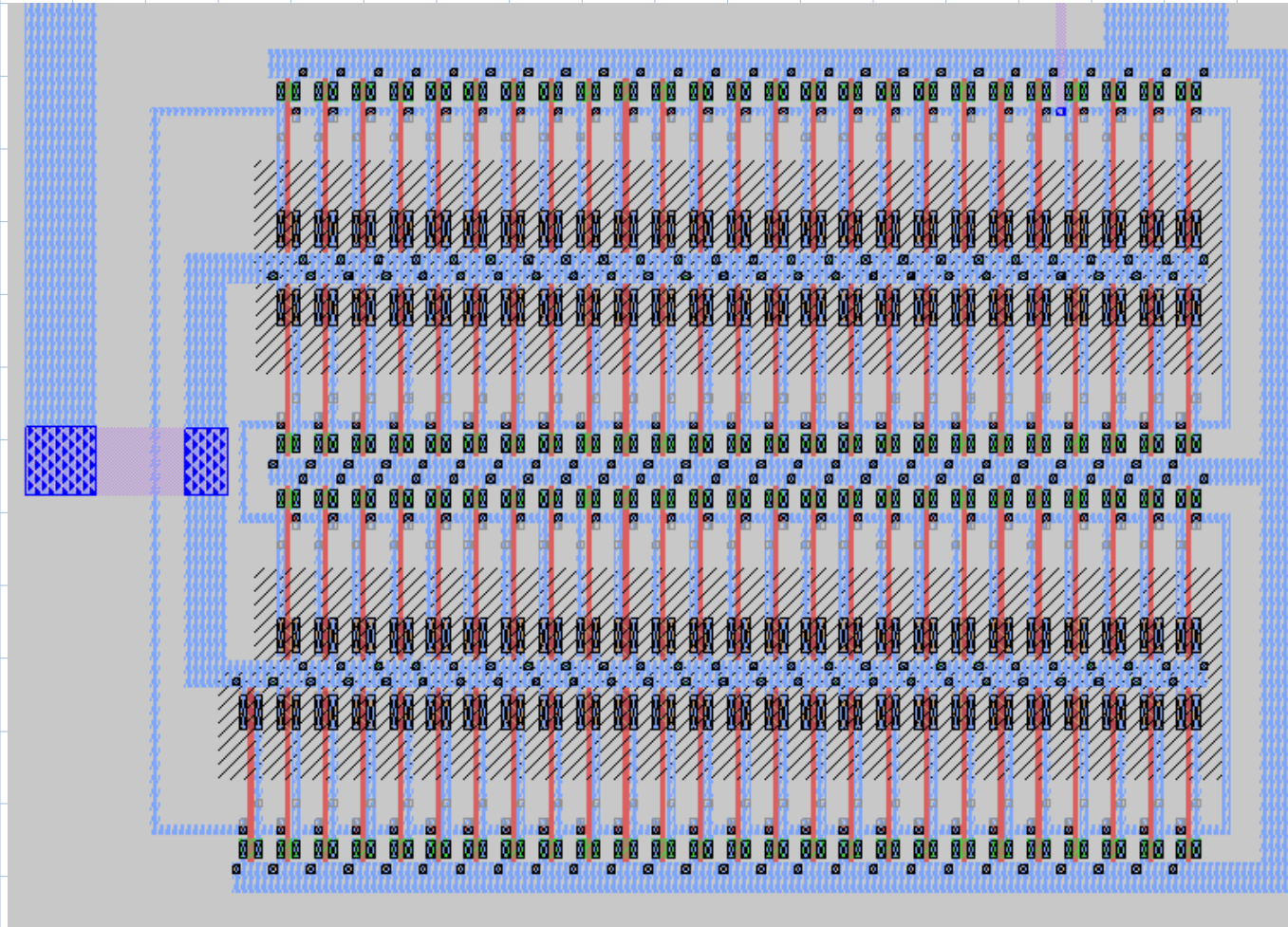
- Muy usado en circuitos integrados
 - Ej: para probar un proceso de fabricación CMOS, es como el “hello world” de un nuevo proceso
- Requiere un número impar de etapas inversoras
 - pueden ser inversores lógicos o amplificadores inversores
 - Pueden incluir redes RC explícitas a la salida de cada inversor
 - Si el número de inversores es par, tenemos un latch...
 - El período de oscilación es la suma de retardos de las etapas
 - El retardo puede ser ajustado mediante V_{DD}
 - Es posible implementar un VCO usando un oscilador de anillo
 - Consumen bastante potencia



Ejemplo de layout de un oscilador de anillo

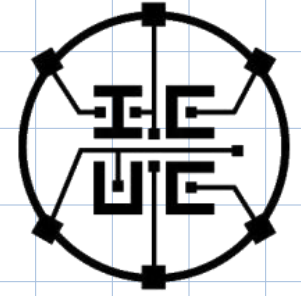


INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA





6.06



INTEGRATED CIRCUITS
UNIVERSIDAD CATÓLICA

Oscilador de anillo

Gracias por su atención

angel@uc.cl

Electrónica en cápsulas