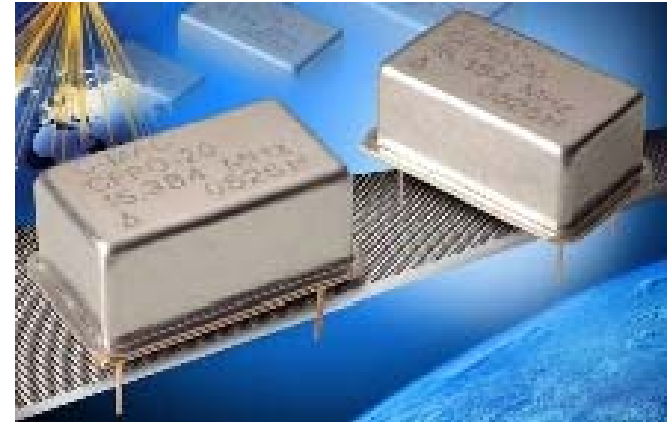


GENERACIÓN DE PORTADORA

Contenido

- 1.- Principios de oscilación.
- 2.- Osciladores LC.
- 3.- Osciladores controlados por cristal.



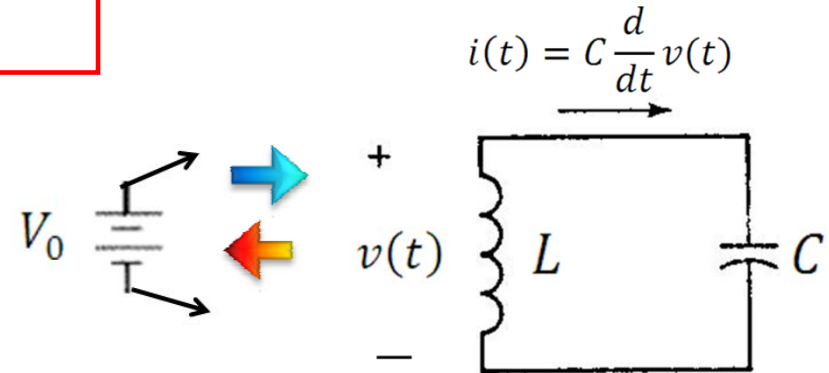
Objetivo.- Al finalizar, el lector será capaz de describir y dibujar los circuitos respectivos y analizar los tipos más comunes de osciladores radiofrecuencia.

Última modificación:
1 de agosto de 2010

Tema 2 de:
COMUNICACIONES ANALÓGICAS
Edison Coimbra G.

1.- Principios de oscilación

La señal **portadora de alta frecuencia** se genera con osciladores de RF. Los más comunes son los contruidos con un **circuito tanque LC**, cuya operación involucra un **intercambio de energía** entre el capacitor **C** y el inductor **L**.



→ El circuito se activa al conectar una batería en sus extremos, cargando al capacitor C.

← La batería se **separa** en el tiempo $t = 0$. En ese momento la carga en C es V_0 .

La operación del circuito para $t \geq 0$, se describe:

$$LC \frac{d^2}{dt^2} v(t) + v(t) = 0$$

Es una **ecuación diferencial de orden 2**, cuya solución está dada por:

$$v(t) = V_0 \cos(2\pi f_0 t)$$

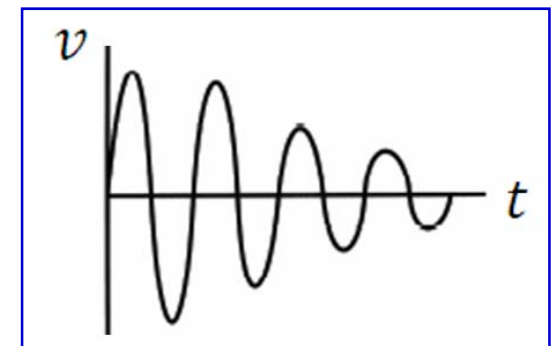
Donde la frecuencia de resonancia del circuito **LC** es la **frecuencia de oscilación**.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

f_0 = frecuencia de oscilación, en **Hz**.
 L = inductancia del inductor, en **H**.
 C = capacitancia del condensador, en **F**.

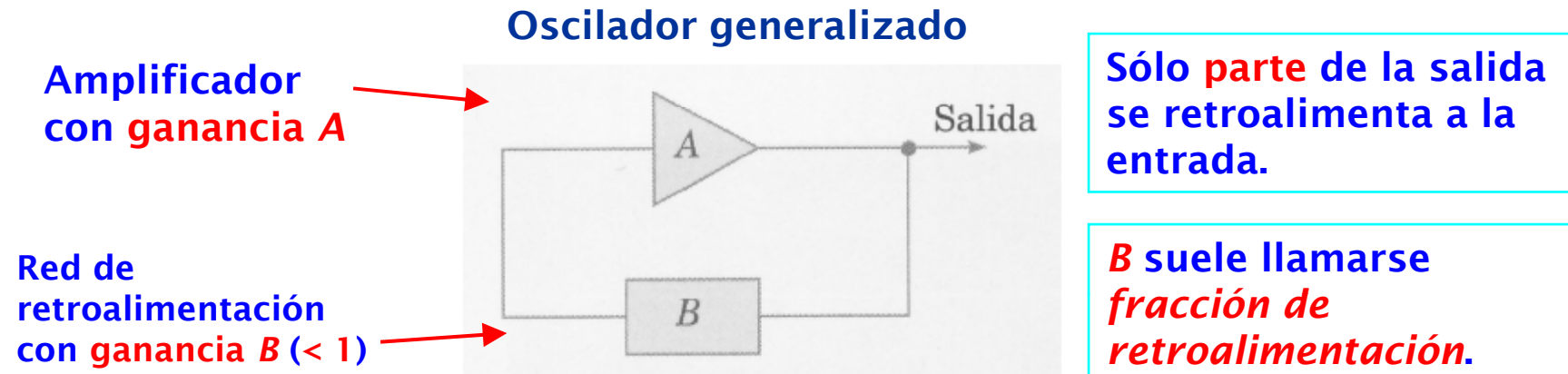
En todo circuito hay **resistencia** (aunque sea la del conductor), por lo que la energía se **disipa** hasta hacerse **0**. La forma de onda de voltaje de salida será senoidal **amortiguada**.

Para evitar esta amortiguación, se debe entregar al circuito **una energía de mantenimiento**. Ver **criterios de Barkhausen**.



Criterios de Barkhausen

Cualquier **amplificador puede oscilar**, si una porción de la salida se **retroalimenta** a la entrada, de tal manera que se satisfagan los **criterios de Barkhausen**.



Criterios de Barkhausen:

1

La **ganancia** alrededor del lazo debe ser **igual que uno** para mantener el nivel del voltaje de salida.

$$A \times B = 1$$

2

El **desfasamiento** alrededor del lazo debe totalizar **0° o algún múltiplo de 360°** a la frecuencia de operación. Esto significa que si el amplificador es inversor, **B** también debe invertir la fase inicial.

La **señal inicial** necesaria para empezar el proceso puede ser **ruido** o un **transitorio** causado por el encendido de **la fuente DC** del circuito oscilador

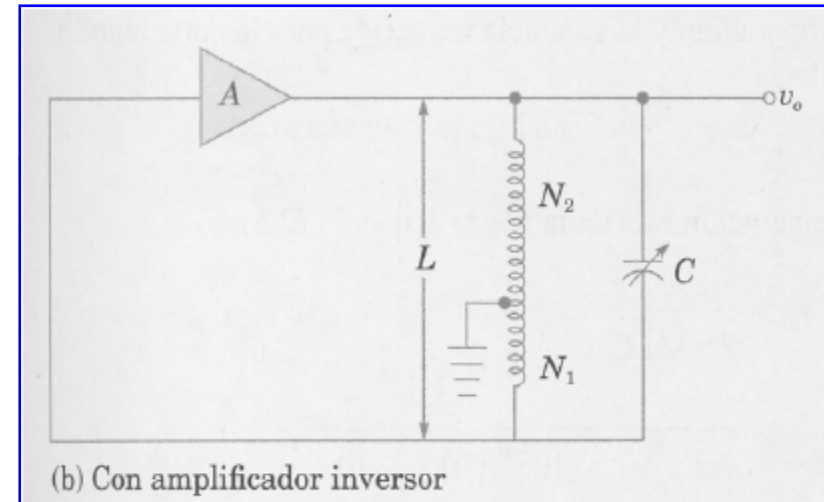
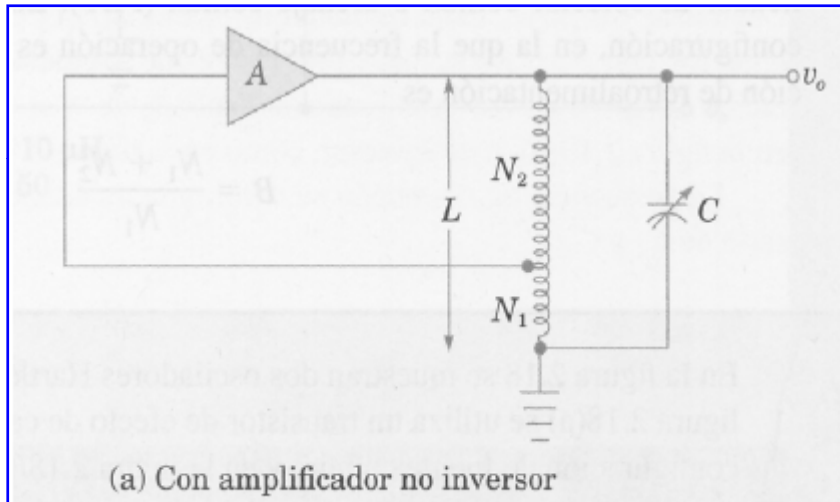
2.- Osciladores LC

Configuraciones prácticas de osciladores LC son: Hartley, Colpitts, Clapp

Oscilador Hartley

Utiliza un inductor con derivación

$$A \times B = 1$$



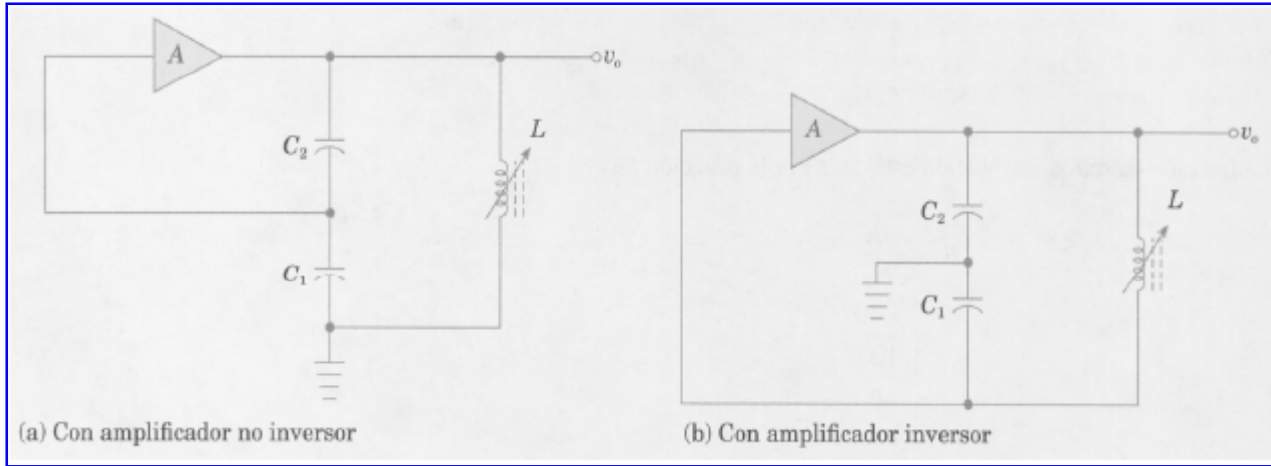
$$B = \frac{N_1}{N_1 + N_2}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$B = \frac{-N_1}{N_2}$$

Oscilador Colpitts

Utiliza un divisor de voltaje capacitivo



$$B = \frac{X_{C_1}}{X_{C_T}} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

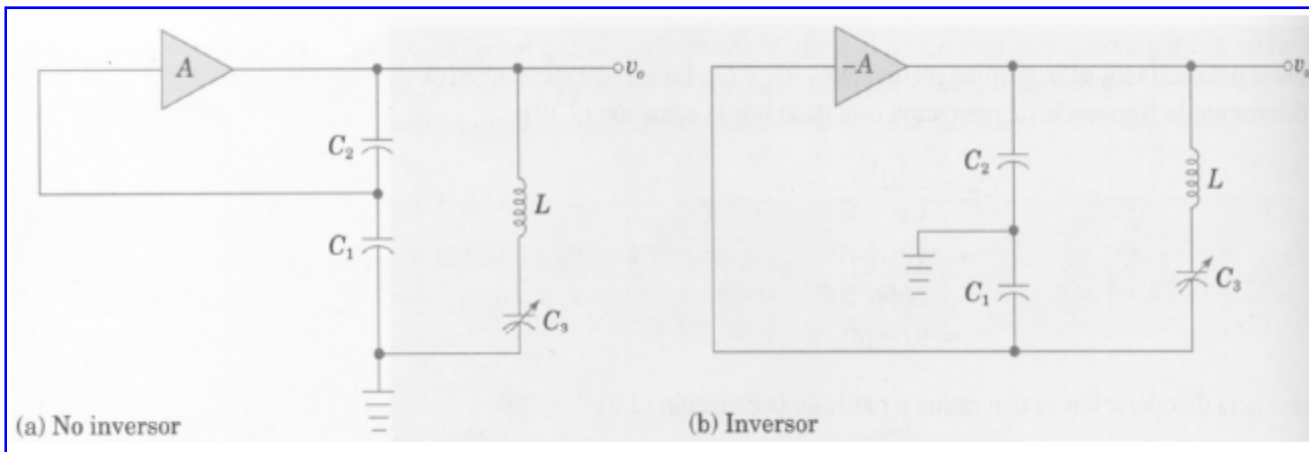
$$B = -\frac{X_{C_1}}{X_{C_2}} = -\frac{C_2}{C_1}$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_T}}$$

Oscilador Clapp

Variante del Colpitts



$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

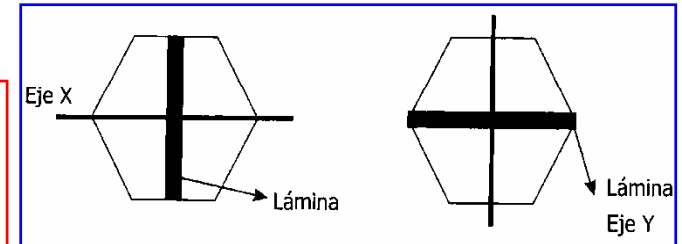
La capacitancia total se determina casi por completo por C_3 que se elige mucho mas pequeña que C_1 y C_2 .

3.- Oscilador controlado por cristal

La mayoría de las portadoras en los transmisores modernos se generan con un **oscilador a cristal**, que son más precisos y estables que los convencionales LC.

Cristal de cuarzo

El **cuarzo** es un mineral formado por **anhídrido de silicio** (SiO_2). Se encuentra en diferentes variedades. Para **telecomunicaciones** se emplea la formada por cristales prismáticos hexagonales, acabados en pirámides por sus caras extremas. Las láminas así obtenidas presentan el efecto **piezoeléctrico**.



La **piezoelectricidad** significa "electricidad por presión".

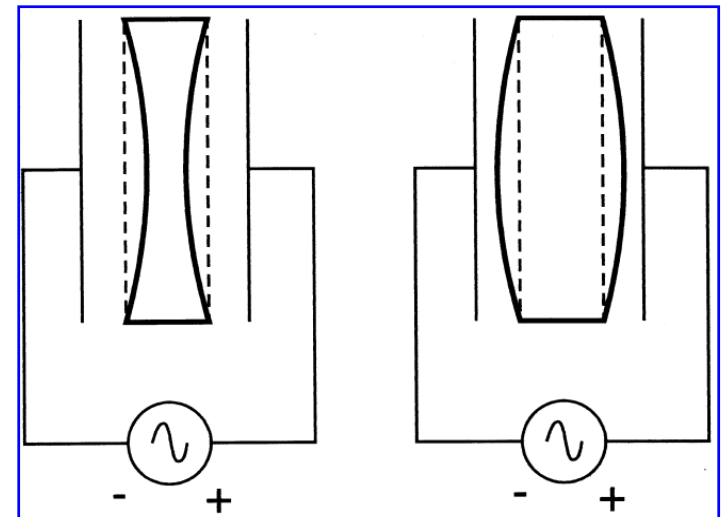
Cuando el cristal se **comprime**, se desarrolla una **diferencia de potencial** entre sus dos caras.

Aplicando un voltaje

1.- Si se aplica un **voltaje** entre sus dos caras paralelas se origina en éste una **deformación mecánica**.

2.- Al eliminar el voltaje, la lámina **recupera** su forma original, pero para llegar a ella pasará por una serie de **estados intermedios** semejantes a una **oscilación**.

La **frecuencia** a la que se produce la oscilación es fija y depende exclusivamente del cristal, pudiendo ser considerada como su **frecuencia natural de oscilación**.



Frecuencia fundamental versus armónicas

Si en lugar de un voltaje continuo, se aplica otro que **varíe** con una frecuencia igual a la de la lámina (que estén en **resonancia**), se reforzarán las vibraciones propias del cristal, y se producirá una **oscilación mantenida por éste y estabilizada**, al ser su propia de resonancia.

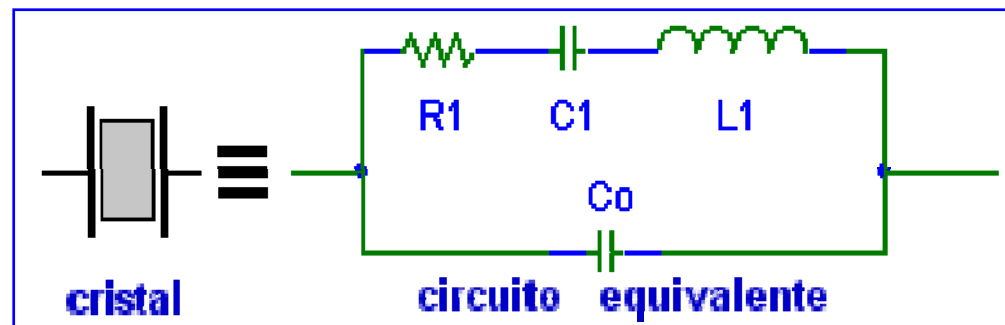
Si se **incrementa la frecuencia** requerida, el **espesor** de la lámina de cristal **disminuye**, y será muy delgada para oscilaciones de **30 MHz**. En estos casos, no se emplea la oscilación mecánica **fundamental** de la lámina, sino que se la hace vibrar a frecuencias superiores múltiplos de aquélla, encontrándose así tipos de cristales que funcionan en la 3^{ra.}, 5^{ta.} y hasta 7^{ma.} armónica, alcanzando frecuencias de centenares de MHz.

Circuito eléctrico equivalente

R1 representa las **pérdidas** que ocurren dentro del cristal

C1 representa la elasticidad del cuarzo

L1 representa la masa vibrante del cristal



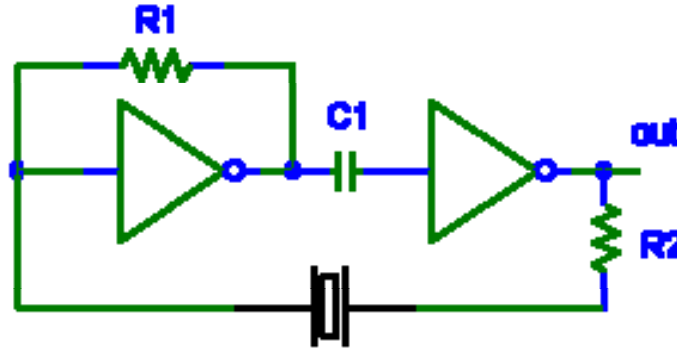
La **virtud del cristal** es la perfecta **estabilidad del valor de la frecuencia de oscilación**, por ello se lo utiliza en **osciladores maestros**.

El **capacitor en paralelo Co**, representa el total de la capacitancia entre los electrodos del cristal más la capacitancia de la carcasa y sus terminales.

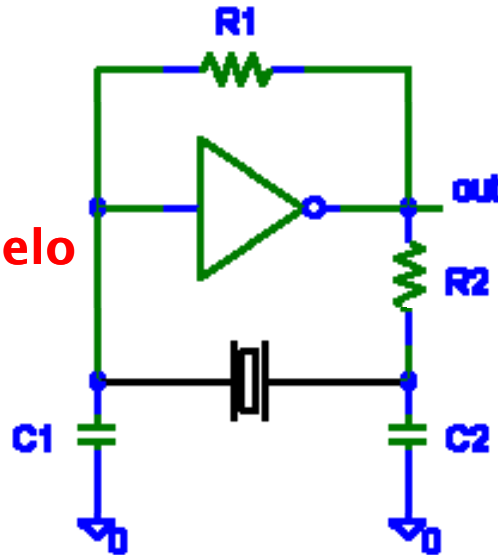
Formas de operar del cristal

El cristal puede trabajar según dos modos de operación: *resonancia serie* y *resonancia paralelo*. Las frecuencias resultantes son diferentes y en el momento del diseño del cristal se elije una de las dos.

Circuito oscilador serie



Circuito oscilador paralelo

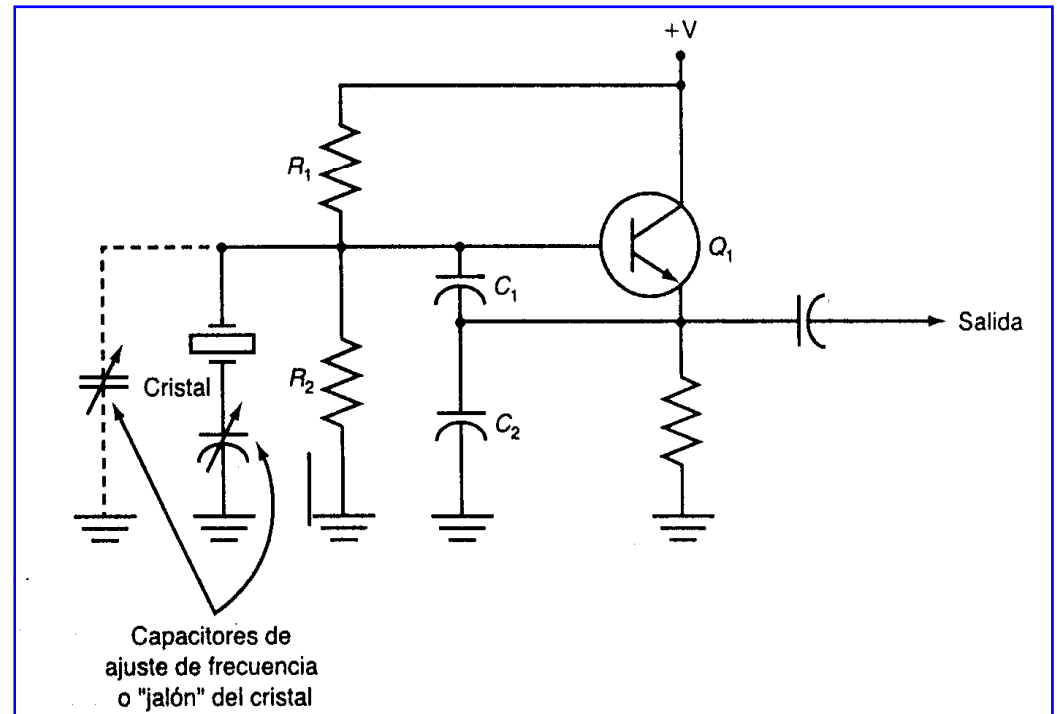
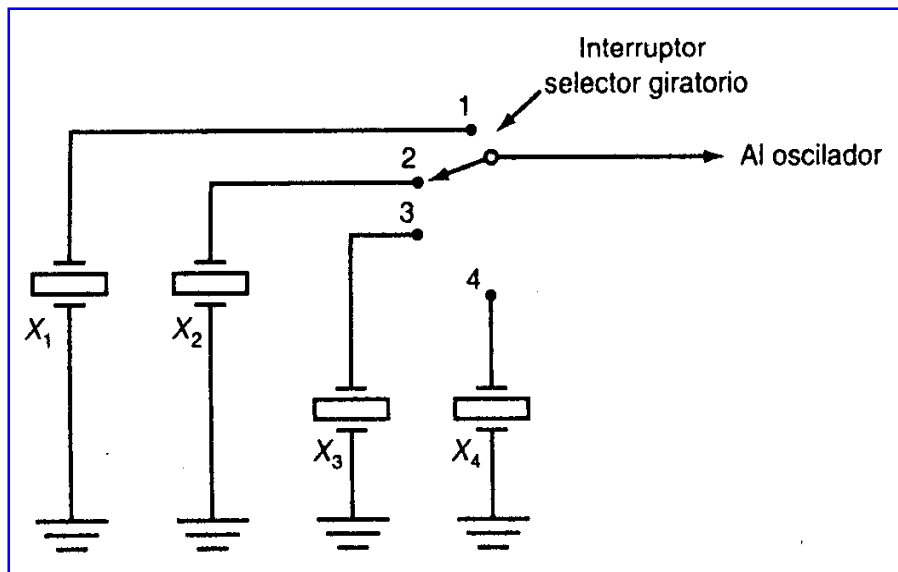


En este circuito **paralelo**, los capacitores de carga **C1** y **C2** dan lugar a una variación pequeña en la **frecuencia de oscilación**, permitiendo un **ajuste fino** de la misma.

Circuito típico de oscilador a cristal

El circuito más común de **oscilador a cristal** es el tipo Colpitts. Utiliza capacitores para **ajuste fino** de frecuencia.

Transmisores que operan en más de una frecuencia



Si un transmisor debe operar en **más de una frecuencia**, se pueden utilizar **varios cristales** y conmutar el cristal deseado. Se utiliza un interruptor rotativo mecánico.

FIN