



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Docente: Rildo Afonso de Almeida

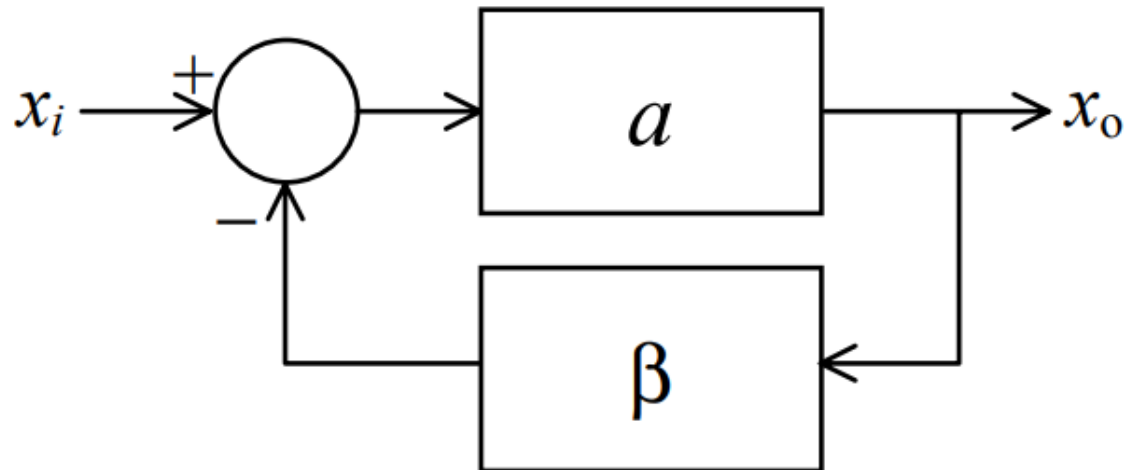
Eletrônica Aplicada
Aula 06 – 28/09/2023



Osciladores

Osciladores

Estrutura básica de osciladores

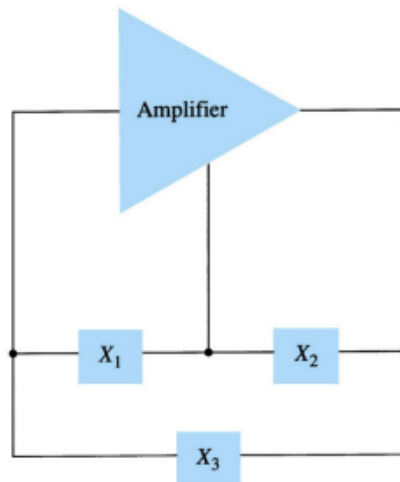


Blocos do oscilador:

- Amplificador – α – circuito de amplificação de sinais, ativo, formado por transistores e/ou amplificadores operacionais.
- Rede de realimentação – β – circuito de realimentação, normalmente com elementos passivos (resistores, capacitores e indutores).

Osciladores

- ✓ Vários circuitos podem ser montados utilizando-se o esquema mostrado abaixo, onde tanto a entrada como a saída do circuito são sintonizadas.
- ✓ Uma análise da figura revela que é possível obter diferentes tipos de osciladores quando os elementos de reatância:

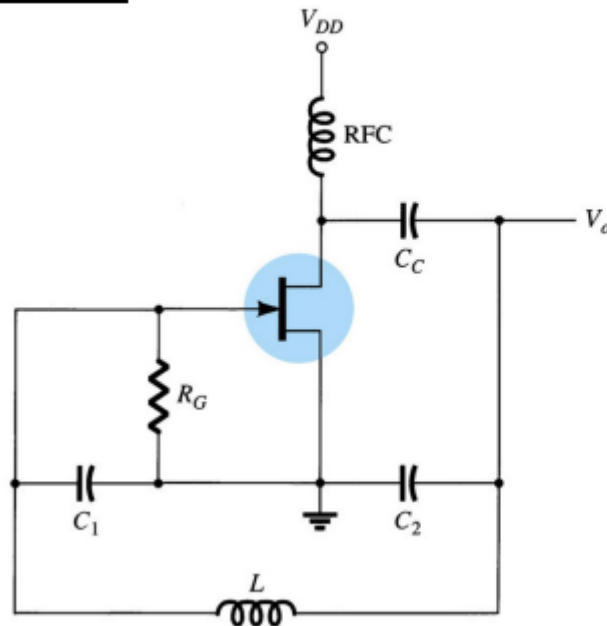


<u>Tipo de Oscilador</u>	X1	X2	X3
Colpitts	C	C	L
Hartley	L	L	C
Entrada / saída sintonizadas	LC	LC	---

Osciladores

I. Oscilador Colpitts:

a. com FET:

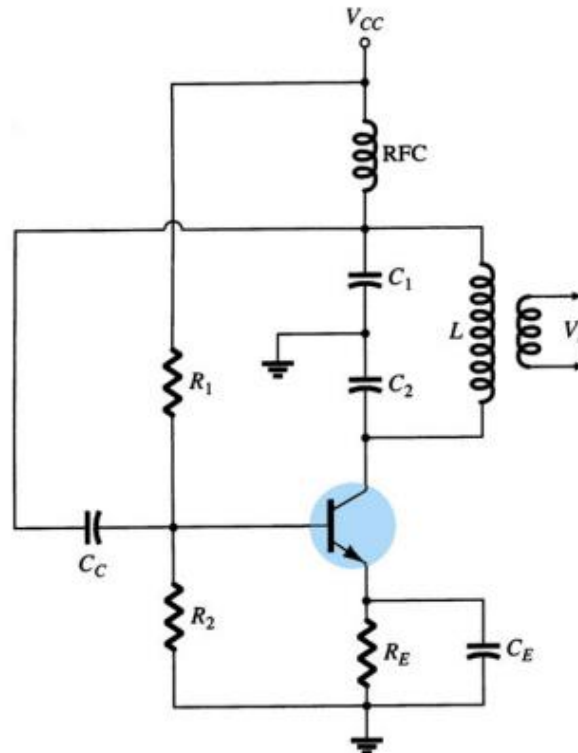


$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{eq}}}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Osciladores

b. com TBJ:

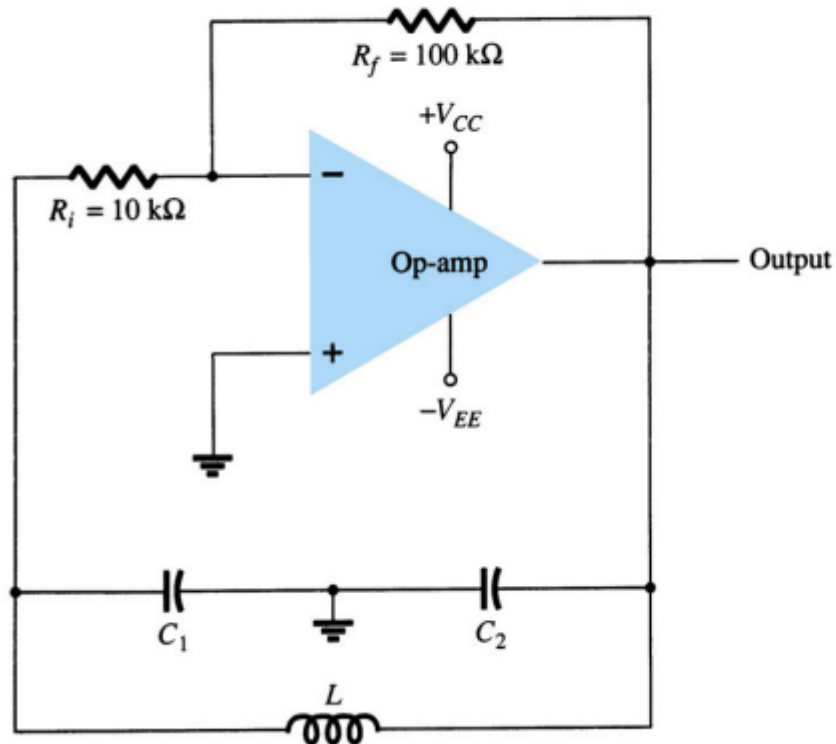


$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{eq}}}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Osciladores

c. com CI:



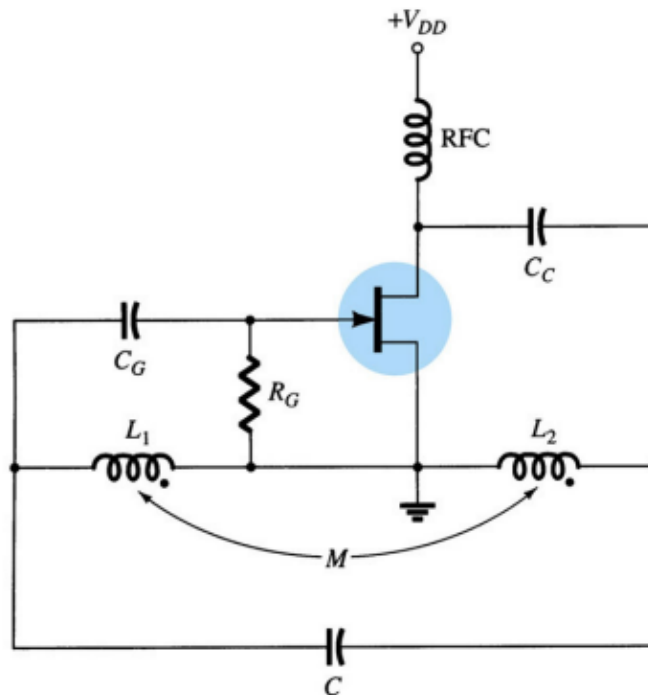
$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{eq}}}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Osciladores

II. Oscilador Hartley:

a. com FET:

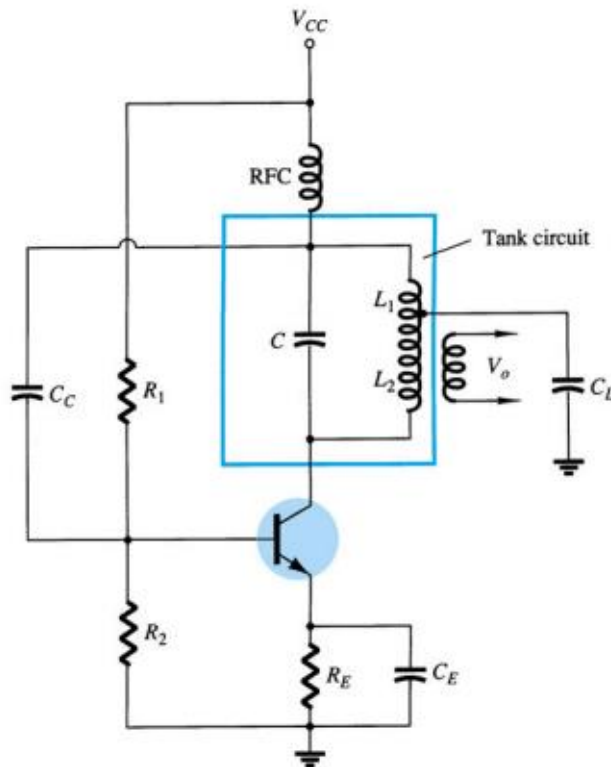


$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}\cdot C}}$$

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + 2M$$

Osciladores

b. com TBJ:



$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq} \cdot C}}$$

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + 2M$$

Osciladores a Cristal

III. Oscilador a Cristal:

- ✓ Utiliza um cristal piezelétrico: quartzo
- ✓ possui maior estabilidade e mantém f constante
- ✓ a frequência depende do modo de corte do cristal
- ✓ são utilizados em transmissores e receptores de comunicação.



Osciladores a Cristal

Dentro de muitos equipamentos eletrônicos bate um "coração" invisível" que determina com um ritmo preciso o seu funcionamento. Nos relógios, cronômetros, computadores, equipamentos de comunicações e muitos outros aparelhos minúsculos cristais de quartzo vibram com precisão garantindo que seus circuitos funcionem de maneira totalmente ordenada e sincronizada.



Osciladores a Cristal

É difícil prever o que seria da eletrônica em nossos dias sem a presença desses elementos.

O que faz com que um relógio eletrônico mantenha seu ritmo exato independentemente das variações das condições ambientes, das diversas situações em que ele deve funcionar e até mesmo do próprio estado de sua bateria?





Osciladores a Cristal

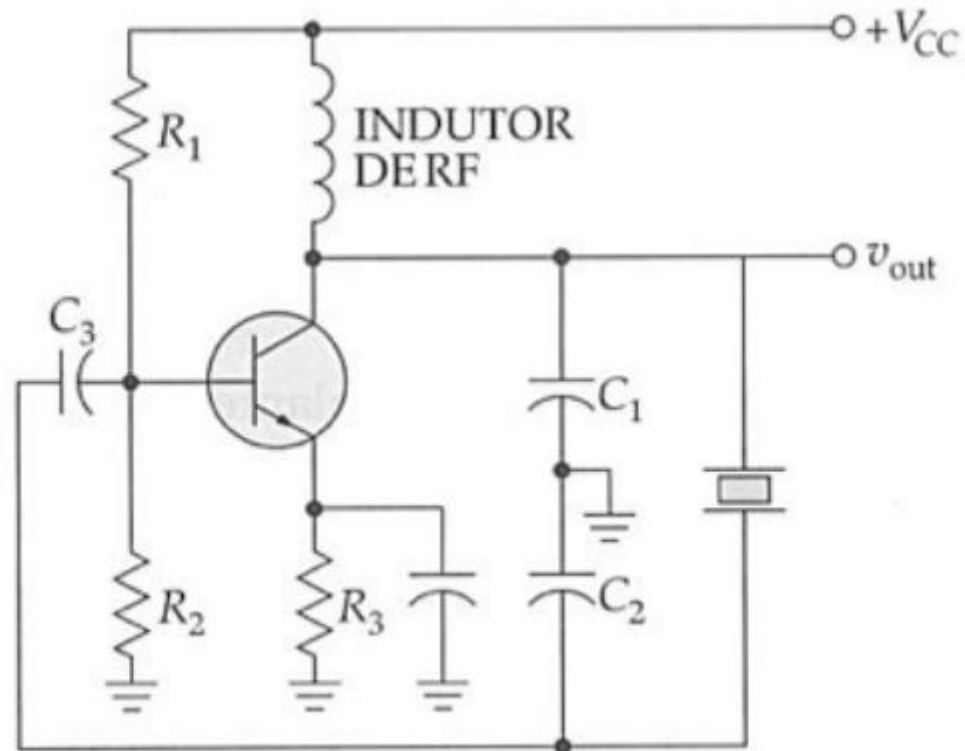
O que faz com que todas as operações de um computador sejam totalmente sincronizadas numa velocidade enorme, com um mínimo de variações?

O que faz com que os transmissores das estações de rádio eTV, estações de telecomunicações mantenham suas frequências com grande precisão não interferindo uma nas outras e permitindo que você as sintonize sempre no mesmo ponto do mostrador de seu rádio, ou sempre que tocar a mesma tecla de seu televisor ou ainda quando utilizar seu telefone celular?

Osciladores

Considerações Iniciais

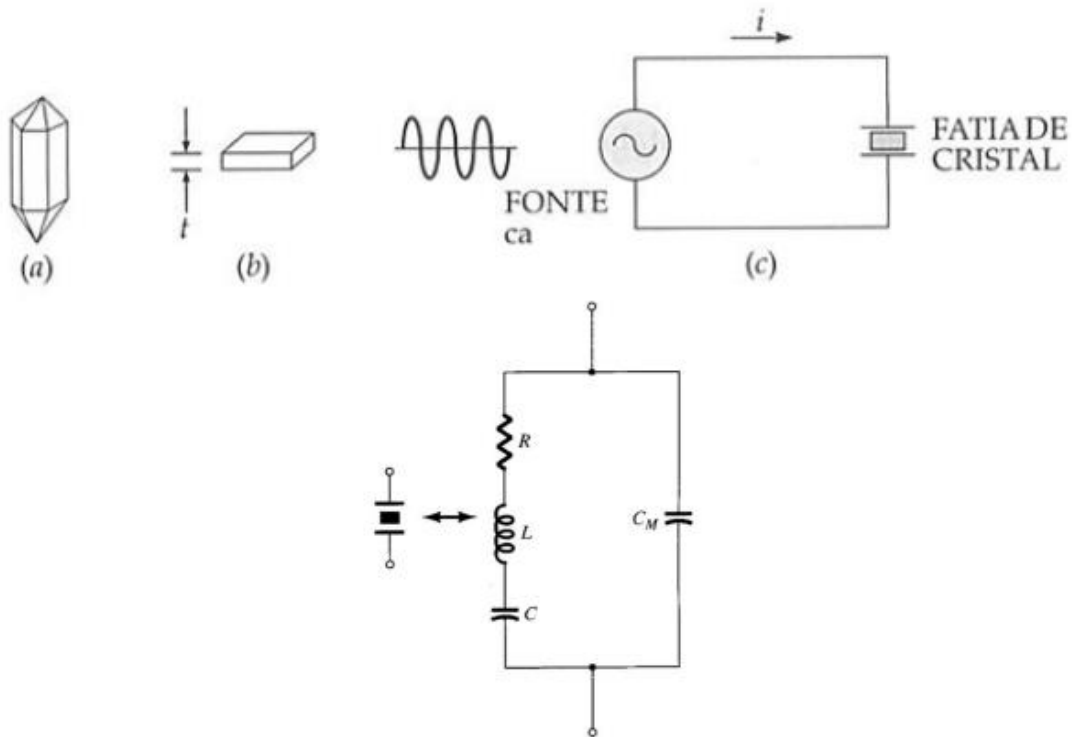
Oscilador a cristal:



Osciladores

Considerações Iniciais

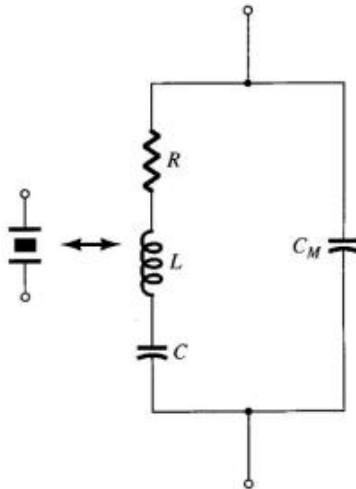
Oscilador a cristal:



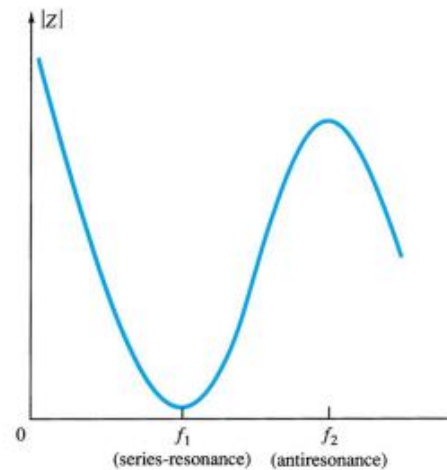
Osciladores

Considerações Iniciais

✓ Esquema elétrico equivalente:



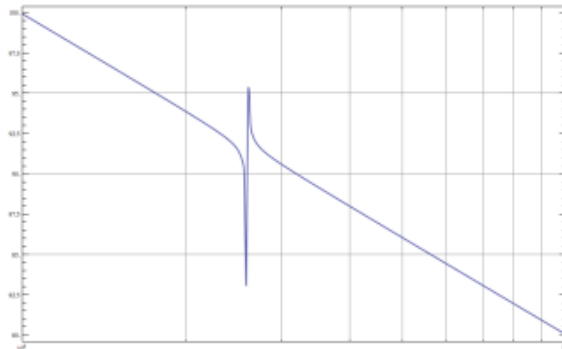
✓ Impedância *versus* frequência:



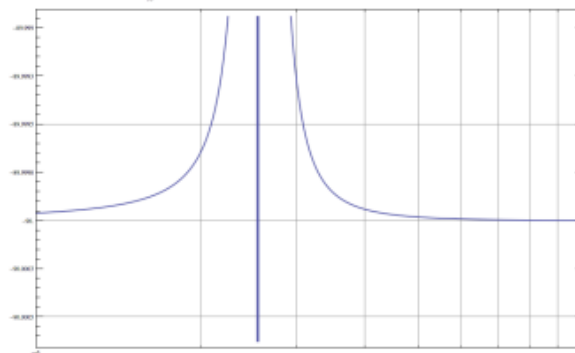
Osciladores

Considerações Iniciais

Oscilador a cristal:



$$Z_{XTAL} = \frac{\left(R + j \cdot \omega \cdot L + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} \right) \cdot \left(\frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_M} \right)}{R + j \cdot \omega \cdot L + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C_M}}$$





Osciladores

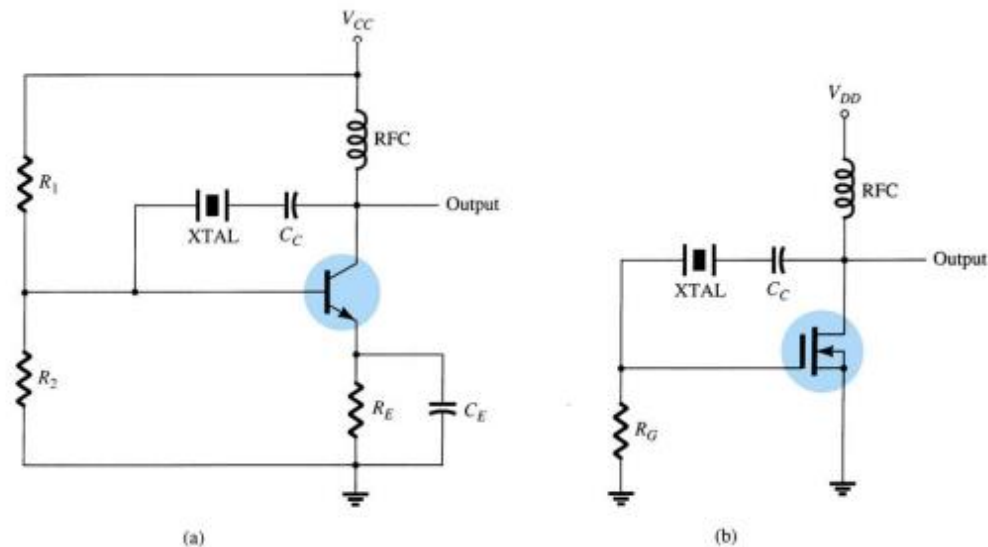
Considerações Iniciais

- Para o seu uso correto:

- conectá-lo de tal forma que sua baixa impedância seja aproveitada no modo de operação ressonante série.
- conectá-lo a fim de aproveitar a sua alta impedância no modo anti-ressonante.

Osciladores

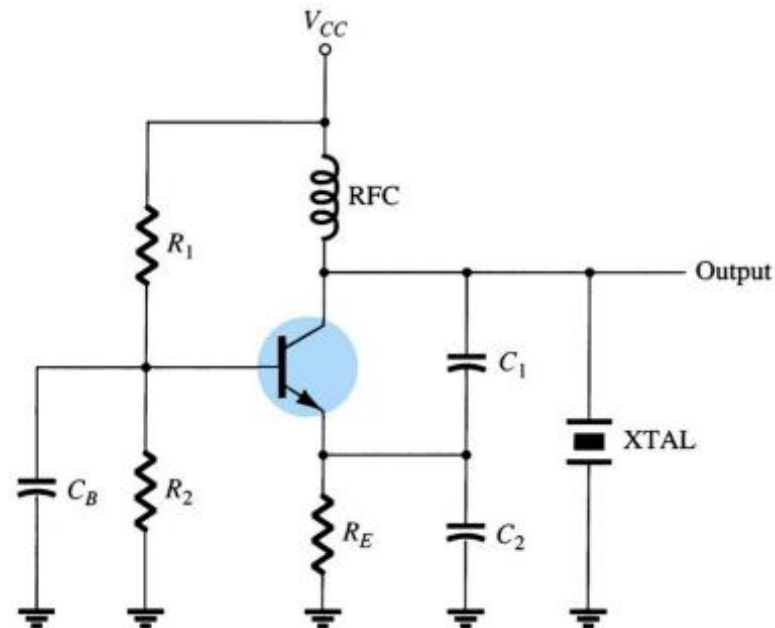
1. Circuito ressonante série:



- ⊗ realimentação série pelo cristal: baixa impedância → realimentação positiva
- ⊗ R_1 , R_2 e R_E : polarização *cc*
- ⊗ C_E : desvio *ca*
- ⊗ CRF: desacopla qualquer sinal *ca* da fonte de alimentação
- ⊗ X_{Cc} : desprezível na frequência de ressonância.

Osciladores

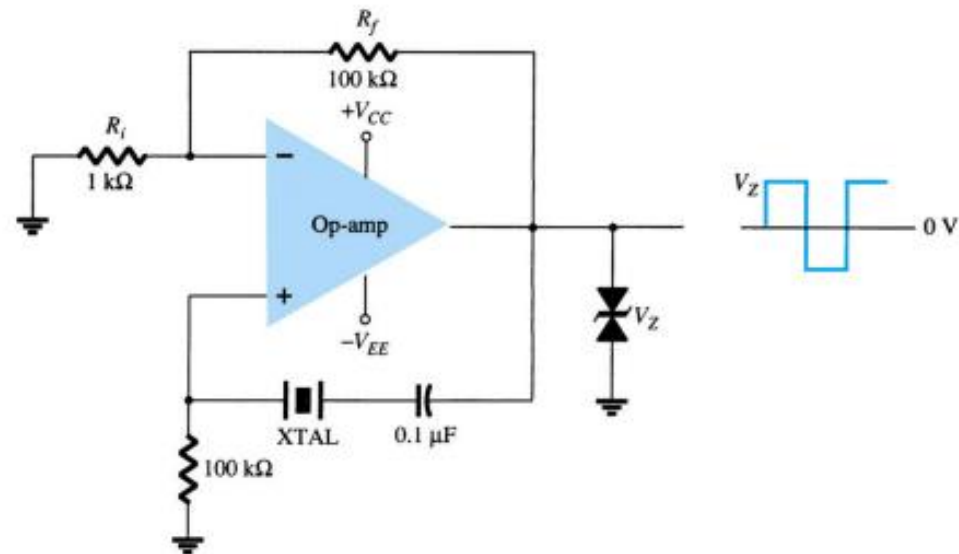
2. Circuito ressonante paralelo:



- Como a impedância ressonante paralela do cristal é máxima, a sua conexão é realizada em paralelo.

Osciladores

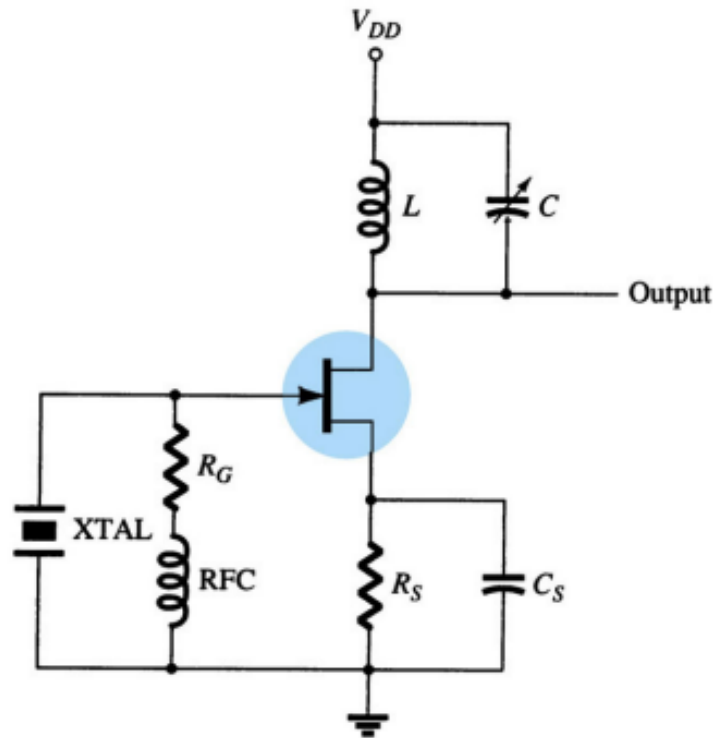
3. Oscilador a cristal:



- conectado no modo ressonante série
- circuito proporciona alto ganho na saída
- onda quadrada na saída devido aos diodos zener (V_Z).

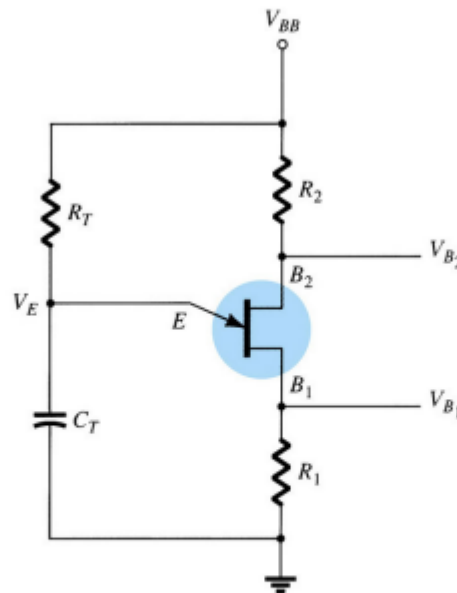
Osciladores

- Oscilador Miller controlado a cristal:



Osciladores

IV. Oscilador com transistor Unijunção UJT:



- o UJT é um dispositivo específico: pode ser aplicado em um oscilador de único estágio com saída pulsada
- também conhecido como oscilador de relaxação
- $T_{osc} = f(C_T, R_T)$

Osciladores

$$f_o = \frac{1}{R_T \cdot C_T \cdot \ln \left[\frac{1}{1-\eta} \right]}$$

onde η : relação intrínseca de disparo do dispositivo

$$0,4 \leq \eta \leq 0,6$$

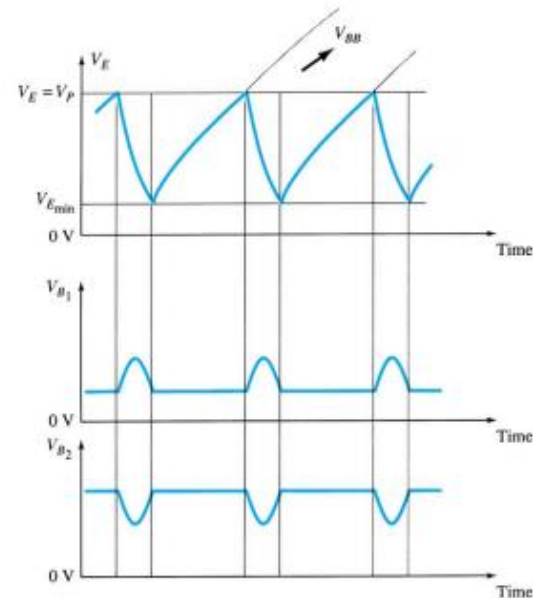
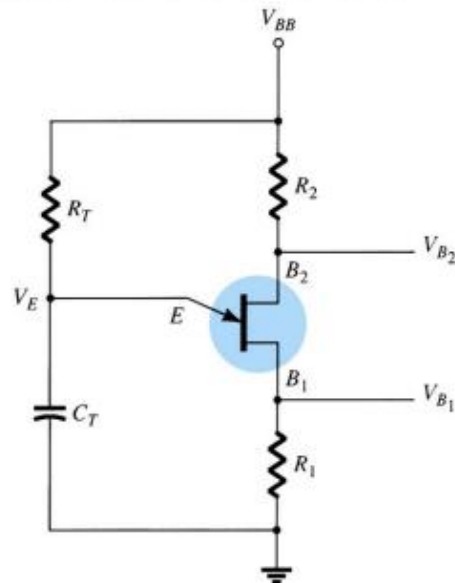
para $\eta = 0,5$:

$$f_o = \frac{1,5}{R_T \cdot C_T}$$

Osciladores

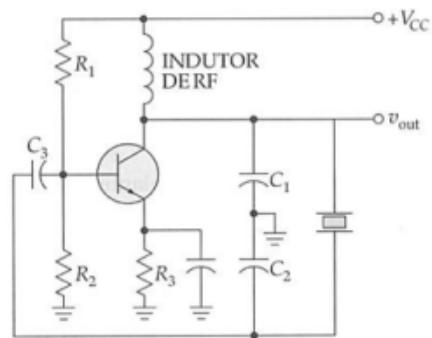
➤ Funcionamento do circuito:

- C_T : carregado através de R_T e V_{BB}
- enquanto $V_{CT} < V_p$: o emissor do UJT se comporta como circuito aberto
- quando $V_E > V_p$: o circuito dispara e C_T descarrega
- a tensão em R_1 aumenta e em R_2 diminui
- o sinal do emissor: dente de serra.

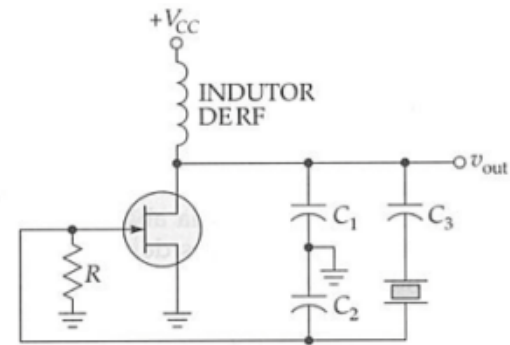


Osciladores

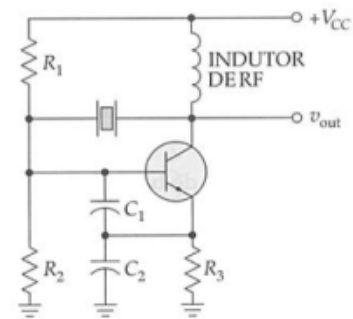
Osciladores a Cristal



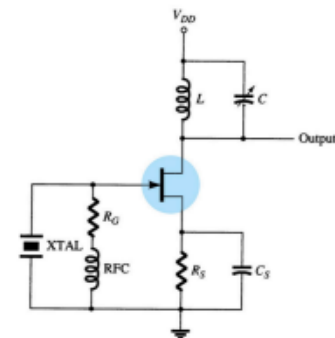
Oscilador Colpitts



Oscilador Clapp



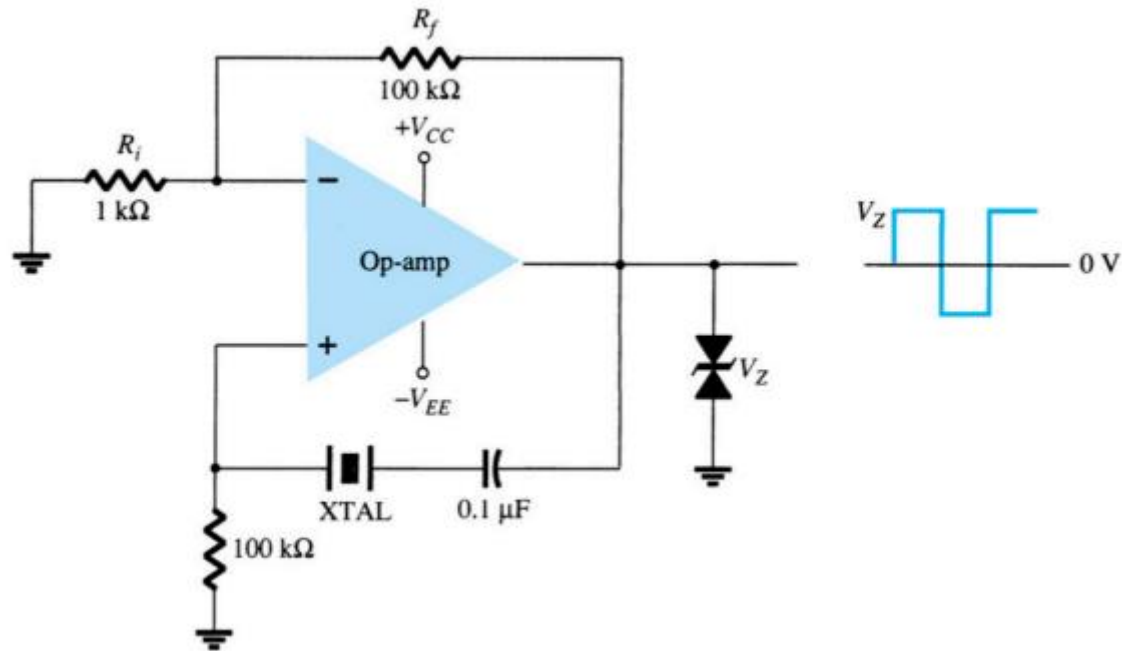
Oscilador Colpitts



Oscilador Miller

Osciladores

Osciladores a Cristal com Amplificador Operacional





Bibliografia Básica

- 1 - BOYLESTAD, R. L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 11.ed. São Paulo: Pearson, 2013.
- 2 - MALVINO, A. P. Eletrônica. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2007. v.1.
- 3 - MENDONCA, A. *Eletrônica digital: curso prático e exercícios*. Rio de Janeiro: MZ, 2004. 569p



Bibliografia Complementar

- 1 - MILLMAN, J. Eletrônica: dispositivos e circuitos. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1981. v.2.
- 2 - MALVINO, A. P.; LEACH, D. P. Eletrônica digital – princípio e aplicações. McGraw Hill, 1 V, São Paulo, 1988.
- 3 - MILLMAN, J. Eletrônica: dispositivos e circuitos. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1981. v.1.
- 4 - LEACH, D. Eletrônica digital no laboratório. São Paulo: Makron Books, 1993.
- 5 - MALVINO, A. P. Eletrônica. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2007. v.2.