



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO  
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO

# UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO

## Projetos de Circuitos de Comunicação 2019.1

### Osciladores

Prof. Paulo Hugo

paulo.hugo@poli.br

paulo.hugo.poli.br

# Agenda

- ❑ Osciladores
- ❑ Oscilador de Ponte de Wien

# Oscilador

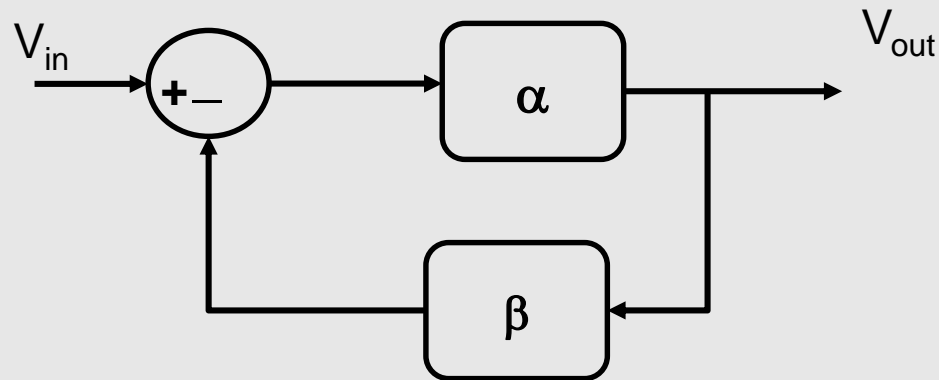
- ❑ Um circuito que produz oscilações elétricas em uma frequência específica é chamado de circuito de oscilação ou **circuito tank**.
- ❑ Um oscilador é usado como fonte de sinal para sincronismo temporal. O temporizador e a portadora em Modulação são formados por meio de osciladores.
  - ❑ Os osciladores sintonizados ou harmônicos, que empregam transistores e/ou AmpOp, são capazes de gerarem senoides puras.
  - ❑ Os osciladores de relaxação (não lineares ou multivibradores astáveis) empregam elementos biestáveis como flip-flops e capacitores. Eles são usados para gerar outras formas de onda como quadradas, dente de serra, etc.

# Oscilador

- ❑ Dentre as características de um oscilador, a estabilidade da frequência de oscilação e estabilidade da amplitude da tensão devem ser destacadas.
- ❑ Para áudio, o ideal é uma senoide pura. Para aplicações digitais, deseja-se uma rápida transição entre estados (*slew rate*)
- ❑ Alguns circuitos osciladores são:
  - Ponte de Wien
  - Hartley
  - Armstrong
  - Colpitts
  - Clapp
  - Pierce

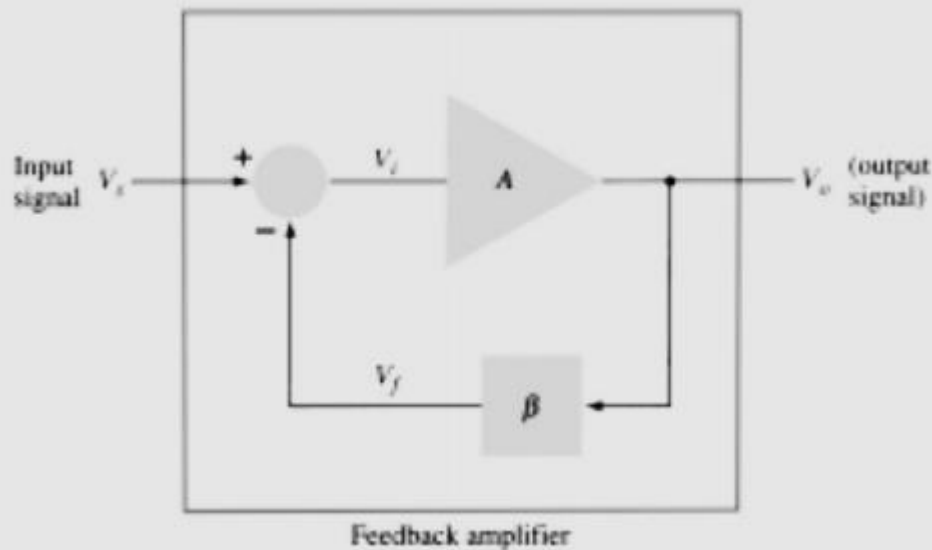
# Oscilador

- A estrutura básica de um oscilador contém um estágio de amplificação (bloco  $\alpha$ ) e um estágio de realimentação (bloco  $\beta$ ).



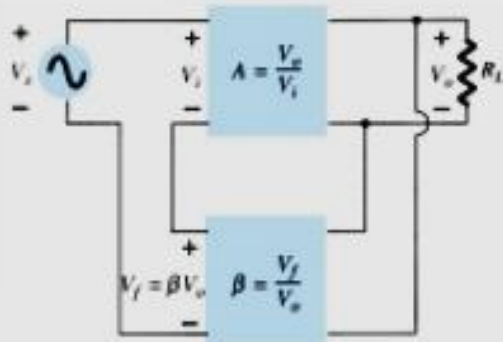
# Oscilador

- ❑ Com uma realimentação negativa tem-se
  - ❑ Redução do ganho
  - ❑ Melhoria na estabilidade do circuitos (linearidade, resposta em frequência, menos ruído, etc.)
- ❑ Com uma realimentação positiva os circuitos oscilam

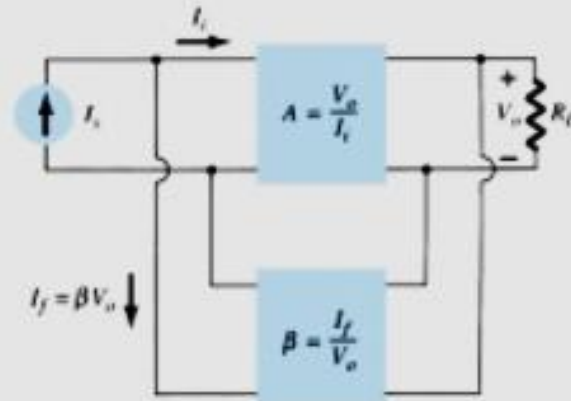


# Oscilador

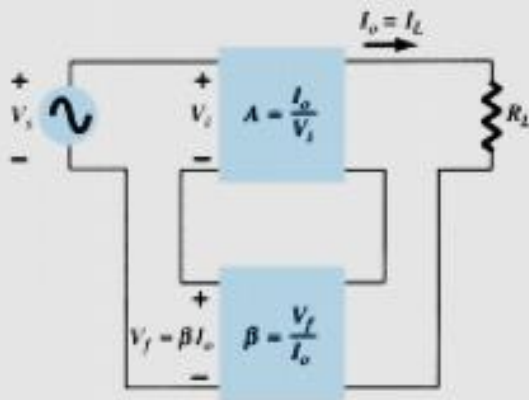
## Tipos de realimentação



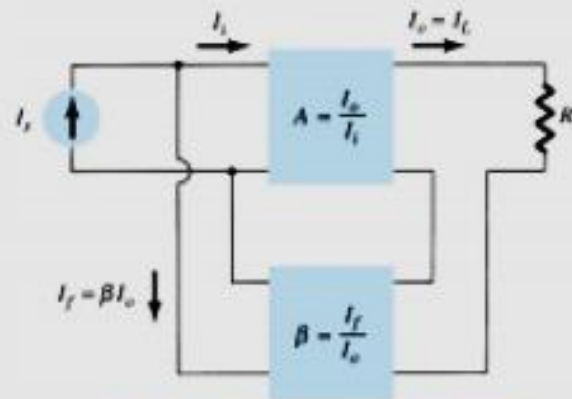
Realimentação-série de tensão



Realimentação-paralela de tensão



Realimentação-série de corrente



Realimentação-paralela de corrente

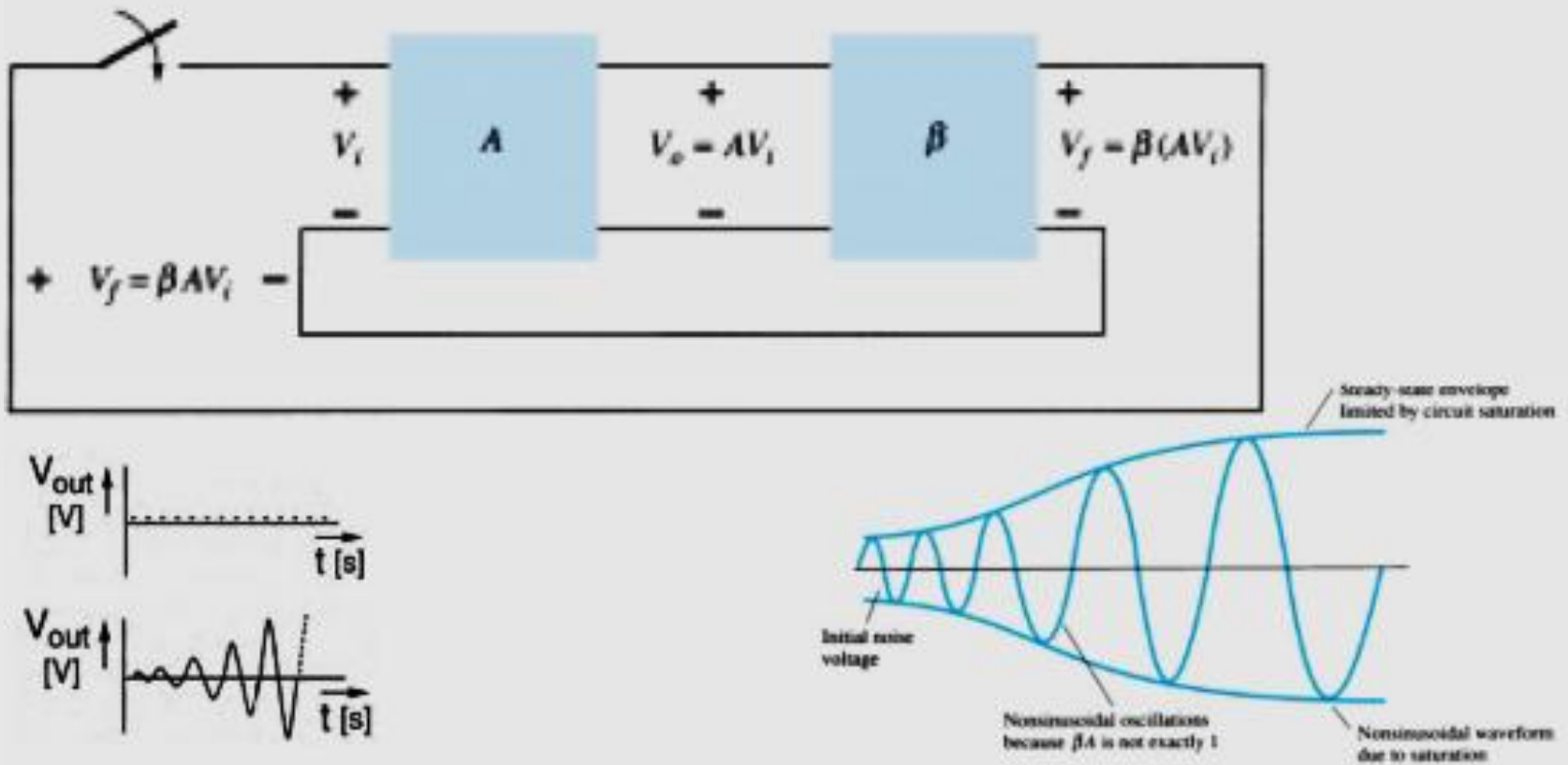
# Oscilador

- ❑ Para que um oscilador funcione é preciso obedecer aos dois critérios de Barkhausen:
  1. O sinal de realimentação deve estar em fase com o sinal de entrada original.
  2. O ganho em estado estacionário geral da malha de realimentação deve ser exatamente igual à unidade.
    - Se o ganho em malha fechada for maior que 1, o circuito é instável. A amplitude do sinal cresce exponencialmente.
    - Se o ganho em malha fechada for menor que 1, o circuito é estável, mas a amplitude do sinal decresce exponencialmente.
    - Os estágio de amplificação e realimentação, inserem um polo e um zero, respectivamente. Servem para manter o ganho unitário.



# Oscilador

## ❑ Funcionamento



# Oscilador Ponte de Wien

- ❑ O oscilador em Ponte de Wien é do tipo linear, e é empregado para gerar sinais senoidais com baixa distorção harmônica em baixa ou alta frequência.
- ❑ A frequência de oscilação é dada por

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi RC}$$

- ❑ Este oscilador pode ser visto como um amplificador não inversor com ganho  $\alpha$ .
- ❑ Para que o oscilador funcione, é preciso que se inicie as oscilações (oscilações de arranque).

# Oscilador Ponte de Wien

- ❑ O oscilador em Ponte de Wien é do tipo linear, e é empregado para gerar sinais senoidais com baixa distorção harmônica em baixa ou alta frequência.
- ❑ A frequência de oscilação é dada por

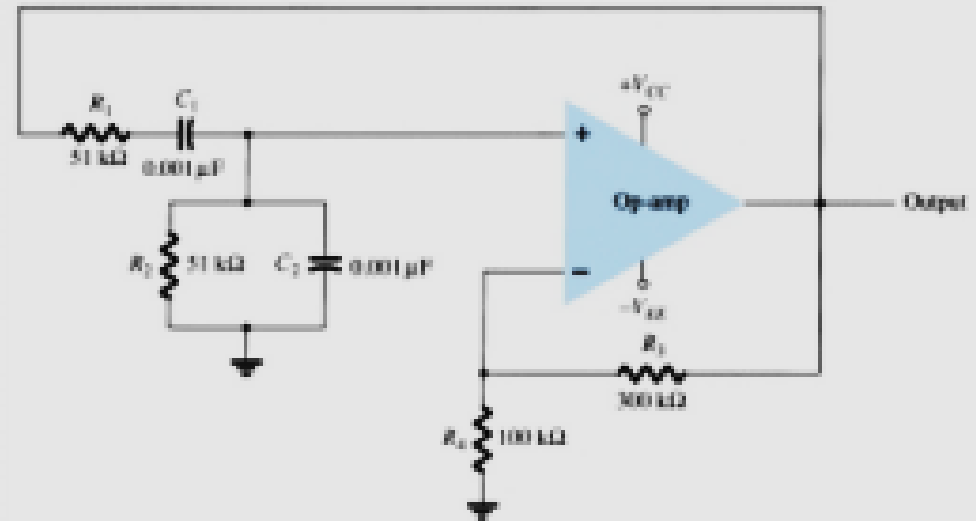
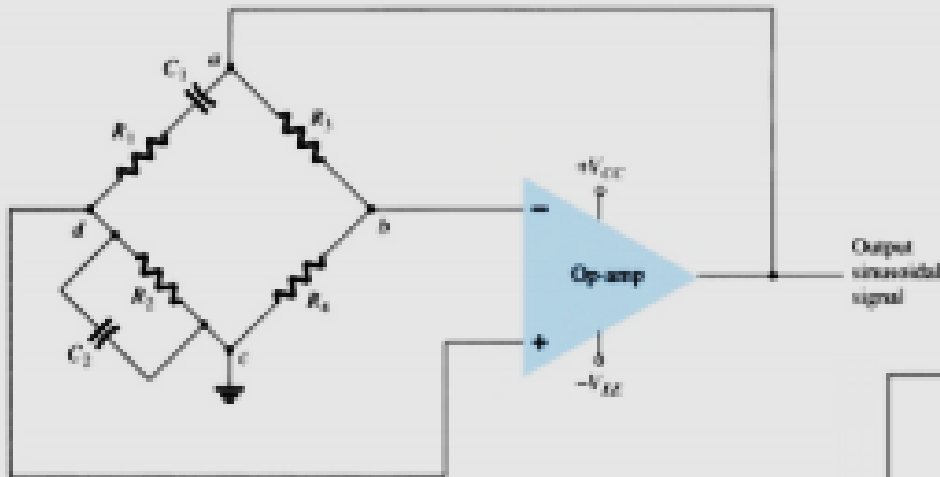
$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi RC}$$

- ❑ Este oscilador pode ser visto como um amplificador não inversor com ganho  $\alpha$ .
- ❑ Para que o oscilador funcione, é preciso que se inicie as oscilações (oscilações de arranque).

# Oscilador Ponte de Wien

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$$

$$2 = \frac{R_3}{R_4}$$



# Oscilador Ponte de Wien

## ☐ Vantagens:

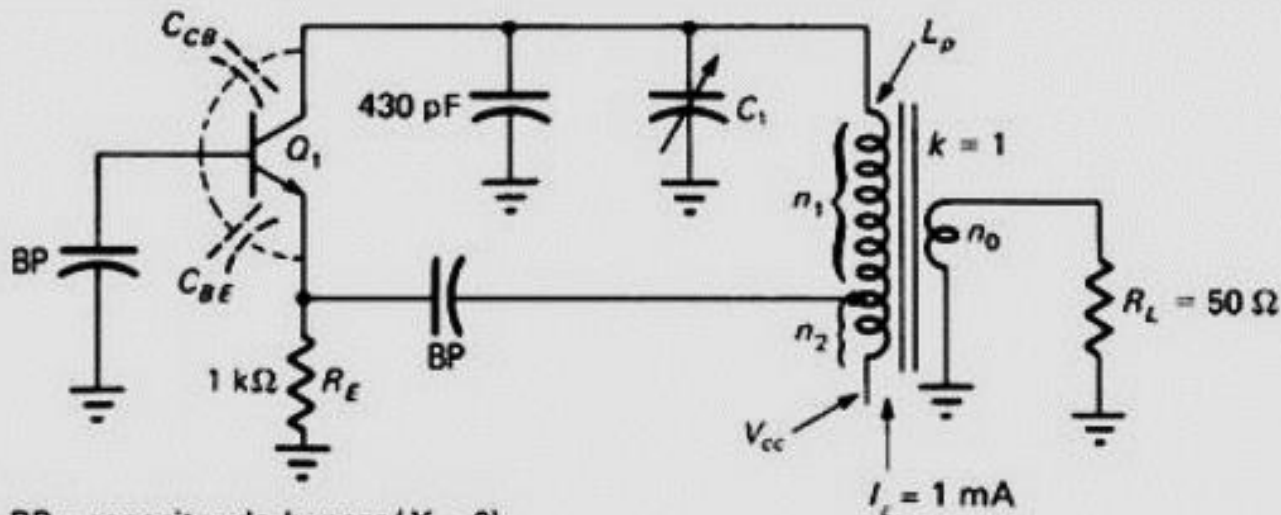
- Saída constante
- Circuito funciona relativamente fácil
- Ganho geral é bom
- A frequência de oscilação pode ser controlada por um potenciômetro

## ☐ Desvantagens:

- Exige mais componentes
- Não consegue gerar altas frequências

# Oscilador de Hartley

- Considere o circuito oscilador de Hartley.
  - Suponha que há um impulso inicial (oscilação, ruído, etc.) e uma realimentação positiva.



BP = capacitor de *bypass* ( $X_C \approx 0$ )

Dado que:  $n_1 = 100$  espiras;  $n_2 = 10$  espiras;  $n_0 = 5$  espiras.

$r_c = 50 \text{ k}\Omega$ , incluindo efeitos em decorrência de um emissor sem *bypass*

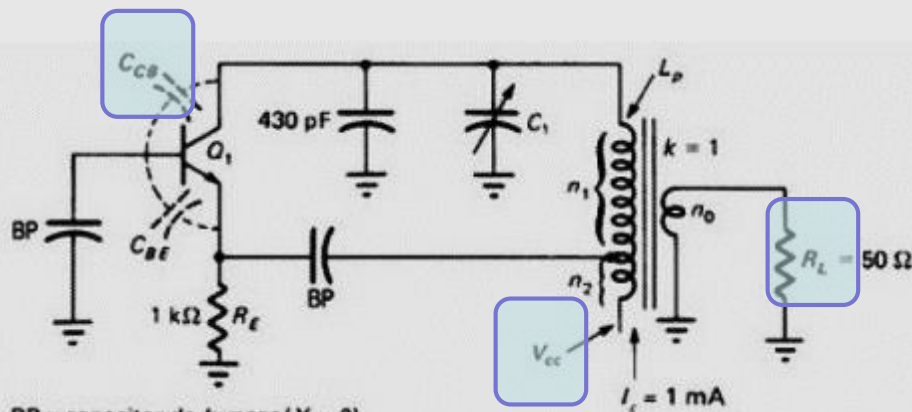
$L_p = 53 \mu\text{H}$ ;  $Q_u = 50$ .

$C_{CB} = 1,0 \text{ pF}$ .

$C_1$  sintoniza o circuito em 1 MHz.

# Oscilador de Hartley

- Quando Q1 tende ao corte, o coletor aumenta para  $V_{cc}$ .
- O sinal é dividido por  $n_2/(n_1 + n_2)$ , proporcional a  $R_L$  e em fase com a oscilação inicial.
- A carga enxergada pelo coletor é  $R'_L = R_L \left( \frac{n_1+n_2}{n_0} \right)^2 = 50 \left( \frac{110}{5} \right)^2 = 24,2k\Omega$



BP = capacitor de bypass ( $X_c = 0$ )

Dado que:  $n_1 = 100$  espiras;  $n_2 = 10$  espiras;  $n_0 = 5$  espiras.

$r_c = 50$  k $\Omega$ , incluindo efeitos em decorrência de um emissor sem bypass

$L_p = 53$   $\mu$ H;  $Q_u = 50$ .

$C_{CB} = 1,0$  pF.

$C_1$  sintoniza o circuito em 1 MHz.

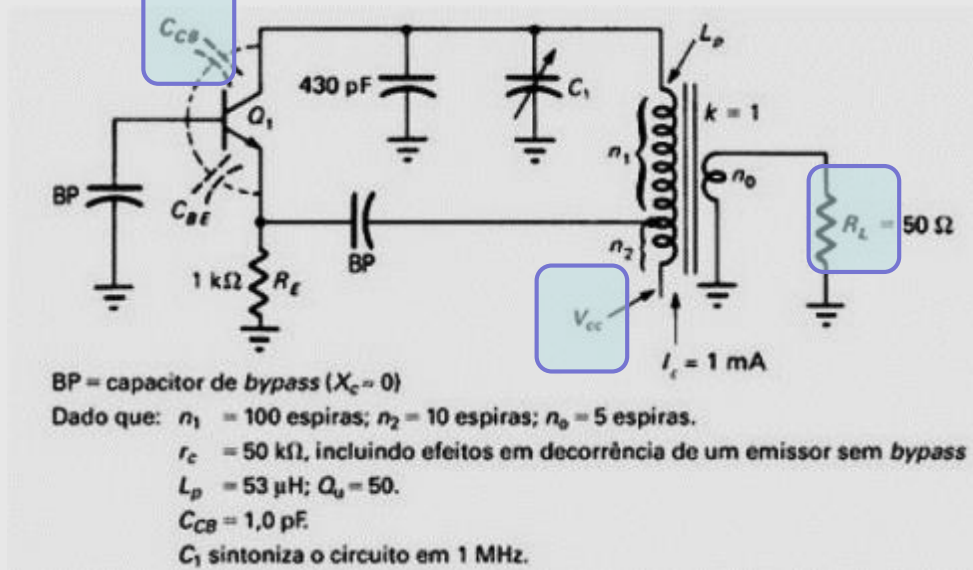
# Oscilador de Hartley

- O fator de Qualidade do transformador mostra que  $Q = X_L/R$ , e a resistência da bobina, para 1MHz, é

$$R_{bob} = 50 * 333 = 16,7k\Omega$$

- A carga total no emissor é

$$R'_e = \left( \frac{n_1 + n_2}{n_2} \right)^2 r_e \parallel R_E = \left( \frac{110}{10} \right)^2 \left( \frac{26mV}{1mA} \parallel 1K \right) = 3k\Omega$$



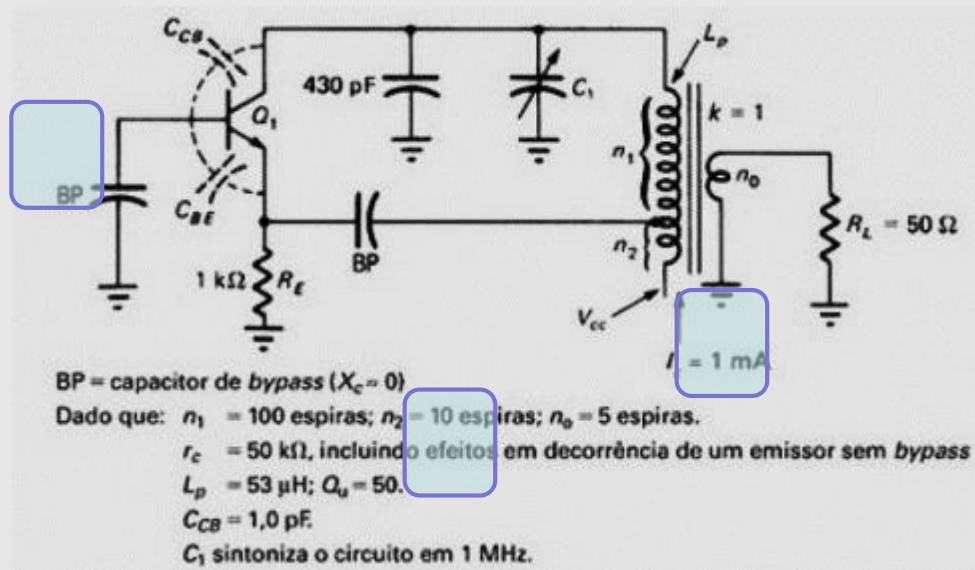


# Oscilador de Hartley

- A carga total no coletor é

$$R_C' = r_C \parallel R_L' \parallel R_{bob} \parallel R_e'$$

$$R_C' = 50k \parallel 24,2k \parallel 16,7k \parallel 3k = 2,2k\Omega$$



# Oscilador de Hartley

- A amplificação na ressonância para um amplificador base-comum é

$$A_v = \frac{R_C'}{r_e} = \frac{2,2k}{26} = 84,6$$

