

0.1 *Análise de um amplificador sintonizado*

Um amplificador sintonizado apenas amplifica uma faixa estreita de frequências, adjacentes a uma frequência central ω_0 . Ele é caracterizado por ter no coletor do transistor um circuito ressonante LC, ou seja, utiliza-se um filtro passa-faixas, já estudado anteriormente, como mostrado na figura 1.

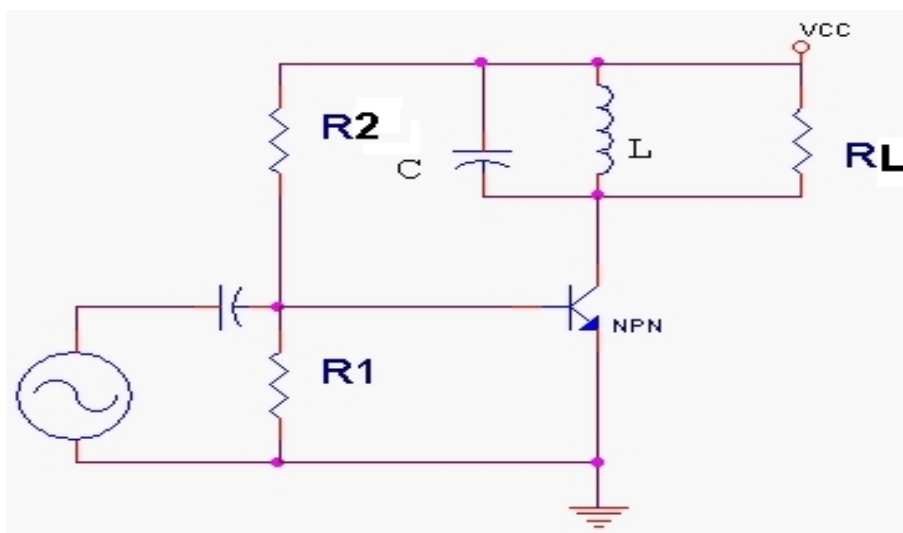


Figura 1: Amplificador sintonizado na configuração emissor comum

Seu modelo de pequenos sinais é mostrado na figura 2

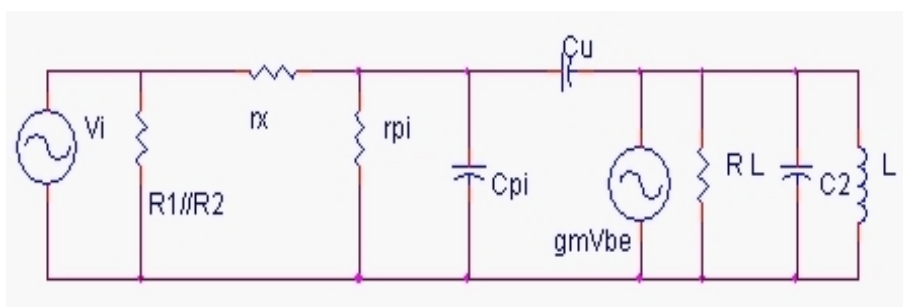


Figura 2: Modelo de peq. sinais do amplificador sintonizado na configuração emissor comum

O modelo de pequenos sinais permite concluir que, se a frequência de ressonância do circuito sintonizado for suficientemente baixa, poderemos desprezar as capacitâncias internas do transistor.

Entretanto, muitos amplificadores sintonizados devem operar em frequências relativamente altas, caso em que os capacitores C_π e C_μ não podem deixar de ser incluídos na análise.

Quando estes capacitores não podem deixar de ser considerados, devemos achar a capacitância equivalente para o cálculo da frequência de ressonância. Para o circuito da

figura 2teremos uma capacitância total em paralelo com \mathbf{L} dado pela equação (1).

$$C_{total} = C + C_{\mu} \left[1 + \frac{g_m}{g_{\pi} + \frac{1}{R_1 // R_2 + r_x}} \right] \quad (1)$$

O efeito dos parâmetros do transistor sobre ω_o pode ser reduzido a um mínimo se for possível fazer C duas ou três ordens de grandezas maior do que C_{μ} .

0.1.1 Exemplo de um amplificador sintonizado de um estágio emissor comum

Suponhamos que se deseja projetar um amplificador na configuração emissor comum para a frequência intermediária de AM, ou seja, de 455kHz utilizando o transistor 2N3564, que possui os seguintes parâmetros internos:

$$\begin{aligned} g_m &= 0,2\text{mho} \\ r_{\pi} &= 400\Omega \\ r_x &= 30\Omega \\ C_{\pi} &= 50\text{pF} \\ C_{\mu} &= 2,5\text{pF} \end{aligned}$$

Logo,

$$f_{\beta} = \frac{f_t}{\beta_o} = 7,5\text{MHz}$$

Como esta frequência é bem superior a 455kHz, podemos desprezar as capacitâncias internas do transistor.

Sabemos que na ressonância teremos, para qualquer filtro passa-faixas, apenas carga resistiva, logo o ganho do amplificador na frequência de ressonância

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{r_x}{R_1 // R_2 // (r_x + r_{\pi})} \cdot g_m \cdot R_L \quad (2)$$

Considerando que no circuito da 1 tenhamos uma resistência na fonte de entrada a equação (2) ficará da seguinte forma

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{r_x}{R_1 // R_2 // (r_x + r_{\pi}) + R_s} \cdot g_m \cdot R_L \quad (3)$$

onde R_s é a resistência interna da fonte de entrada, considerando $R_1 // R_2 \gg (r_x + r_{\pi})$ a equação (3) ficará da seguinte forma

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{r_x}{r_x + r_{\pi} + R_s} \cdot g_m \cdot R_L \quad (4)$$

Se considerarmos a resistência da fonte de $R_s = 250\Omega$ e a resistência da carga de $R_L = 500\Omega$ teremos um ganho de tensão de

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{400}{30 + 400 + 250} \cdot (0,2500) = -59 \quad (5)$$

Uma vez conhecida a resistência da carga, podemos calcular L e C do filtro

$$Q = \frac{\text{freq. central}}{\text{larg. da faixa}} = \frac{\omega_o}{\Delta\omega} \quad (6)$$

logo

$$Q = \frac{455 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 45,5 \quad (7)$$

e

$$L = \frac{R}{\omega_o \cdot Q} = \frac{500}{2 \cdot \pi \cdot 455 \cdot 10^3 \cdot 45,5} = 3,85 \mu.H \quad (8)$$

de

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (9)$$

temos que

$$C = \frac{1}{L \cdot \omega_o^2} = \frac{1}{(455 \cdot 10^3)^2 \cdot 3,84 \cdot 10^{-6}} = 3,18 \cdot 10^4 pF \quad (10)$$

Exercício: Utilizando o circuito da figura 1 considerando os mesmos valores e parâmetros da seção 0.1.1. Calcule o mesmo exemplo para o caso da frequência intermediária de FM, que é 10,7MHz e banda de 200kHz.