Анализ ВЧ-коррекции с частотно-зависимой обратной связью

При использовании частотно-зависимой обратной связи в цепь общего электрода устанавливается корректирующий 2-полюсник. Для каскада по схеме ОЭ эквивалентная схема для переменного тока с паразитной емкостью в коллекторной цепи приведена на рис. 1а.

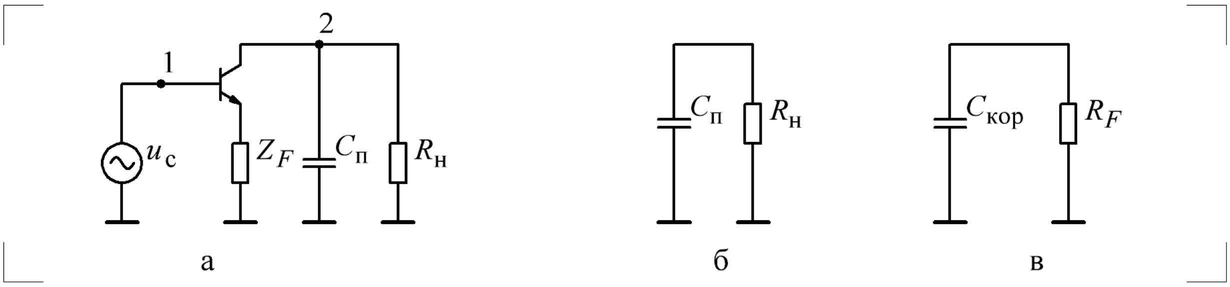

Рис. 1

Эквивалентные схемы нагрузки и корректирующего 2-полюсника приведены соответственно на рис. 1б и 1в.

Комплексное сопротивление нагрузки выражается соотношением

$$Z_{\text{н}}(jf)=\frac{R_{\text{н}}}{1+j2\pi f R_{\text{н}}C_{\text{п}}}=\frac{R_{\text{н}}}{1+j2\pi f\tau_{\text{н}}} ,$$

а комплексное сопротивление корректирующего 2-полюсника

$$Z_F(jf)=\frac{R_F}{1+j2\pi f R_F C_{\text{кор}}}=\frac{R_F}{1+j2\pi f\tau_{\text{кор}}} .$$

Коэффициент передачи схемы ОЭ определяется выражением

$$K_F(jf)=\frac{g_{21}Z_{\text{н}}(jf)}{1+g_{21}Z_F(jf)}=\frac{\dfrac{g_{21}R_{\text{н}}}{1+j2\pi f\tau_{\text{н}}}}{1+\dfrac{g_{21}R_F}{1+j2\pi f\tau_{\text{кор}}}}=\frac{g_{21}R_{\text{н}}}{1+j2\pi f\tau_{\text{н}}}\cdot\frac{1}{F(j2\pi f)} .$$

Учтем, что

$$K_F(0)=\frac{g_{21}R_{\text{н}}}{1+g_{21}R_F} .$$

Тогда

$$K_F(jf)=\frac{K_F(0)}{1+j2\pi f\tau_{\text{н}}}\cdot\frac{1+j2\pi f\tau_{\text{кор}}}{1+\dfrac{j2\pi f\tau_{\text{кор}}}{F(0)}} ,$$

где $F(0)=1+g_{21}R_F$.

Квадрат модуля нормированного коэффициента передачи

$$|M(jf)|^2=\frac{|K_F(jf)|^2}{|K_F(0)|^2}=$$

$$\frac{1+(2\pi f\tau_{\text{кор}})^2}{1+\left[\left(\tau_{\text{н}}+\frac{\tau_{\text{кор}}}{F(0)}\right)^2-\left(2\frac{\tau_{\text{н}}\tau_{\text{кор}}}{F(0)}\right)\right](2\pi f)^2+\left(2\frac{\tau_{\text{н}}\tau_{\text{кор}}}{F(0)}\right)^2(2\pi f)^4}.$$

Введем параметры

$$x=2\pi f\tau_{\text{н}},\quad m=\frac{\tau_{\text{н}}}{\tau_{\text{кор}}F(0)}\quad .$$

Тогда

$$|M(x)|^2=\frac{1+(mF(0))^2x^2}{1+(1+m)^2x^2+m^2x^4}\quad .$$

Оптимальное значение корректирующей емкости $C_{\text{кор}opt}$ соответствует оптимальному значению m_{opt}. В соответствии с принципом Брауде частотная характеристика будет максимально плоская, когда коэффициенты полнома числителя максимально близки коэффициентам полинома знаменателя при равных степенях x.

На основании этого для нахождения m_{opt} следует приравнять коэффициенты при x^2:

$$m_{opt}^2F^2(0)=1+m_{opt}^2\quad .$$

Отсюда получаем

$$m_{opt}=\frac{1}{\sqrt{F^2(0)-1}}\quad \text{или}\quad \tau_{\text{кор}\,opt}=\tau_{\text{н}}\frac{F(0)}{\sqrt{F^2(0)-1}}=\tau_{\text{н}}\frac{1+g_{21}R_F}{\sqrt{g_{21}R_F(g_{21}R_F+2)}}\quad .$$

Из последнего соотношения следует, что

$$C_{\text{кор}\,opt}=\frac{R_{\text{н}}}{R_F}\cdot C_{\text{п}}\cdot\frac{1+g_{21}R_F}{\sqrt{g_{21}R_F(g_{21}R_F+2)}}\quad .$$

Учитывая, что $1+g_{21}R_F\approx g_{21}R_F$ и $2+g_{21}R_F\approx g_{21}R_F$, приходим к простому соотношению

$$C_{\text{кор}\,opt}=\frac{R_{\text{н}}}{R_F}\cdot C_{\text{п}}\quad .$$

Смысл оптимального значения корректирующей емкости поясняется на рис. 2.

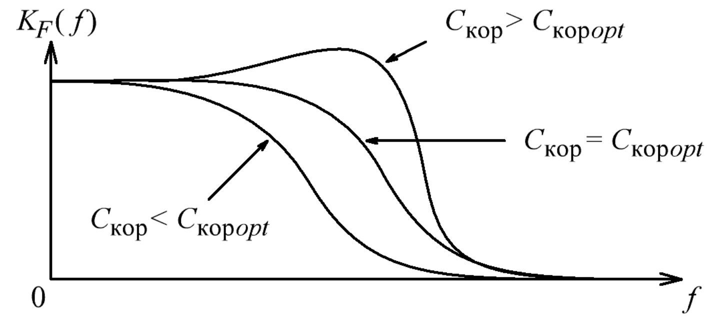

Рис. 2

Если корректирующая емкость меньше оптимальной, то модуль нормированного коэффициента передачи имеет ранний спад в области ВЧ из-за паразитной емкости. Если корректирующая емкость больше оптимальной, то на частотной характеристике возникает подъем. При оптимальном значении частотная характеристика максимально плоская.