

## КОРРЕКЦИЯ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛИТЕЛЯ «ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ» ЕМКОСТЬЮ

Ю. В. ПИКАЛКИН

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры радиотехники)

В литературе [1—4] имеются предпосылки возможности использования конверторов отрицательного сопротивления (КОС) для целей коррекции. В статье дается анализ коррекции, получаемой с помощью устройства подобного рода. Рассмотрим работу усилительного каскада, нагруженного на активный двухполюсник (рис. 1). Величина входного

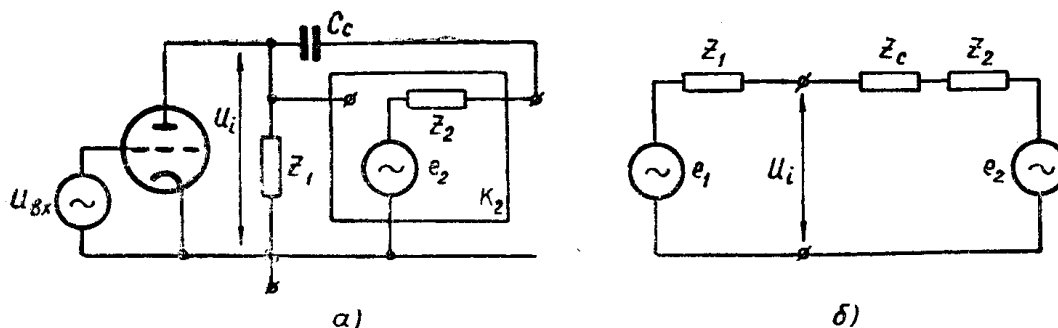


Рис. 1.

сопротивления двухполюсника определится [1] как  $Z = -(Z_2 + Z_c) / (K_2 - 1)$ ,

где

$Z_2$  — выходное сопротивление усилителя с коэффициентом усиления  $K_2$ ;

$Z_c$  — сопротивление связи.

Схему рис. 1, а можно свести к рис. 1, б,

где

$$e_1 = SZ_1 U_{\text{вх}} = K_1 U_{\text{вх}}, \quad e_2 = K_2 e_1.$$

Интересующий коэффициент усиления определится обычным образом:

$$K_i = K_1 \frac{Z}{Z_1 + Z} = S \frac{Z_1 Z}{Z_1 + Z} = SZ_3.$$

Полагая  $Z_1 = R_1 / (1 + j\omega C_1 R_1)$ ,  $Z_2 = R_2 / (1 + j\omega C_2 R_2)$ ,  $Z_c = 1 / j\omega C_c$ ,  $K_2 = K_2 > 1$ , можем выразить  $Z_3$  в форме

$$Z_3 = R_1 \left[ 1 + jx \frac{C_2 + C_c}{C_1} \cdot \frac{R_2}{R_1} \right] \cdot \left\{ 1 - x^2 \frac{C_2 R_2}{C_1 R_1} \left[ 1 + \frac{C_c}{C_2} - \frac{C_c}{C_1} (K_2 - 1) \right] + \right. \\ \left. + jx \left[ 1 + \frac{C_2 + C_c}{C_1} \cdot \frac{R_2}{R_1} - \frac{C_c}{C_1} (K_2 - 1) \right] \right\}^{-1},$$

где  $x = \omega C_1 R_1$ . Достаточным условием устойчивости усилителя  $K_2$  будет соотношение

$$K_2 \leq 1 + \frac{C_1}{C_c},$$

при котором мнимые части в выражении для  $Z_3$  равны и определяются постоянной  $(C_2 + C_c)R_2$ ; широкополосность же каскада определяется отношением  $C_c R_2 / C_1 R_1 = R_2 / R_1 (K_2 - 1)$ .

Величины  $K_2$  и  $R_2 / R_1$  могут быть выбраны для обеспечения положительной обратной связи сравнительно малыми:  $K_2 \approx 2$ ,  $R_2 / R_1 = 1/K_1$ . Это позволяет считать усиление  $K_2$  частотонезависимым.

Анализ выражения для  $Z_3$  показывает, что при  $K_2 \approx 1 + \frac{C_1}{C_c}$   $Z_3$  может иметь максимум при отставании фазы подобно низкодобротному контуру  $LC$ .

Это позволяет использовать КОС для увеличения широкополосности сравнительно низкочастотных каскадов при одновременной коррекции их фазовой характеристики, что существенно в системах с обратной связью: коррекция с помощью КОС позволяет получить большую широкополосность при предельном фазовом сдвиге  $90^\circ$ , чем коррекция пассивными цепями при одинаковом коэффициенте усиления. Введение КОС в цепь катодной коррекции может обеспечить коррекцию фазы при неизменном (и даже увеличивающемся) затухании до частоты  $x^2 = C_1 R_1 / C_c R_2$ . Недостатком является значительное увеличение числа элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Бессонов. Нелинейные электрические цепи. «Высшая школа», 1964.
2. Б. Я. Лурье. Проектирование транзисторных усилителей с глубокой обратной связью. «Связь», 1965.
3. А. Д. Артым. Электрические корректирующие цепи и усилители. «Энергия», 1965.
4. Джонс, Кейвуд, Уильямс. Использование отрицательного реактивного сопротивления для получения независимых частотной и фазовой характеристик. «Электроника» (США), т. 37, № 31, 1964.