

чения C и R . Однако возможности для уменьшения емкости C ограниченные, а уменьшение эквивалентного сопротивления R сопровождается, как это видно из (5.15), снижением коэффициента усиления.

Эффективность каскада резисторного усилителя принято оценивать его *добротностью*, или *площадью усиления*, которая определяется следующим образом:

$$D = K_{\text{ср}} \Delta F \approx K_{\text{ср}} f_{\text{в}} = \frac{SR}{2\pi CR} = \frac{S}{2\pi C}. \quad (5.33)$$

Выражение (5.33) показывает, что произведение верхней граничной частоты на коэффициент усиления усилителя в области средних частот есть величина постоянная. Следовательно, в рассмотренных усилителях переменного напряжения увеличение $f_{\text{в}}$ неизбежно сопровождается уменьшением $K_{\text{ср}}$.

Для увеличения $f_{\text{в}}$ при неизменном значении $K_{\text{ср}}$ необходимо увеличивать площадь усиления усилителя, т. е. площадь, заключенную под АЧХ в полосе пропускания. Это достигается применением активного элемента с большей крутизной или введением в усилитель элементов, осуществляющих подъем АЧХ в области верхних частот, иначе говоря, *высокочастотной коррекцией АЧХ*. Элементы, которые ее обеспечивают, называются *элементами высокочастотной коррекции*.

Высокочастотная индуктивная коррекция. Наиболее распространенным видом высокочастотной коррекции является включение в цепь стока или коллектора транзистора дросселя с индуктивностью L (рис. 5.25, а). Эквивалентная схема усилителя для области верхних частот приведена на рис. 5.25, б. Согласно этой схеме, индуктивность L с емкостью C и сопротивлением R_c образуют параллельный колебательный контур. На резонансной ча-

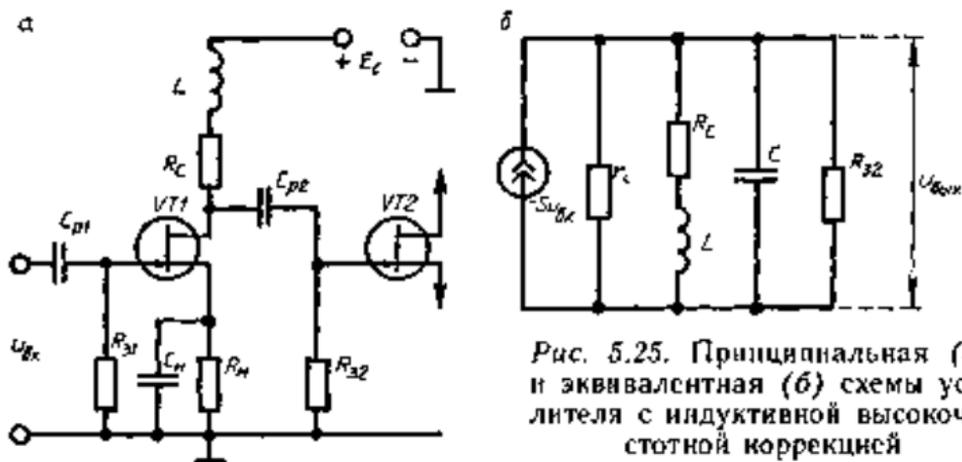


Рис. 5.25. Принципиальная (а) и эквивалентная (б) схемы усилителя с индуктивной высокочастотной коррекцией

стоте эквивалентное сопротивление контура $R_{\text{экв}}$ будет больше, чем сопротивление резистора $R_{\text{св}}$, вследствие чего увеличивается сопротивление нагрузки по переменному току и коэффициент усиления. Если резонансную частоту контура выбрать в области верхних частот, то из-за увеличения коэффициента усиления произойдет подъем АЧХ в этой области частот (кривая δ на рис. 5.26) и увеличе-

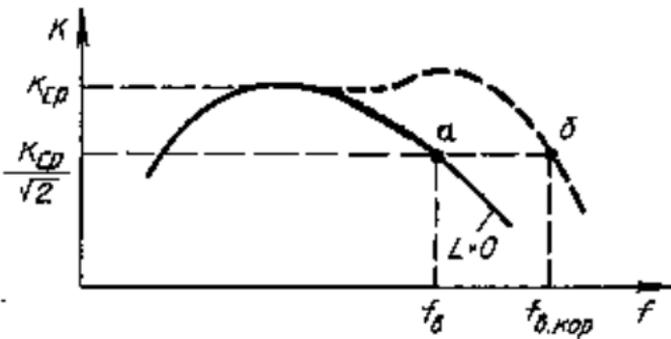


Рис. 5.26. Вид АЧХ усилителя с коррекцией в области верхних частот $f_{\text{в}}$ до значения $f_{\text{в,кор}}$. При оптимальной высокочастотной индуктивной коррекции увеличение $f_{\text{в,кор}}$ по сравнению с $f_{\text{в}}$ может достигнуть 1,7 раза.

Высокочастотная эмиттерная коррекция. В усилителях на БТ вследствие малого сопротивления $R_{\text{н}}''$ добротность параллельного колебательного контура оказывается низкой и увеличение $f_{\text{в}}$ за счет индуктивной коррекции незначительное. Более эффективной в усилителях на БТ_м является высокочастотная эмиттерная коррекция, образованная элементами $R_{\text{кор}}$ и $C_{\text{кор}}$ (рис. 5.27, а). Для пояснения принципа действия такой коррекции рассмотрим следующие случаи.

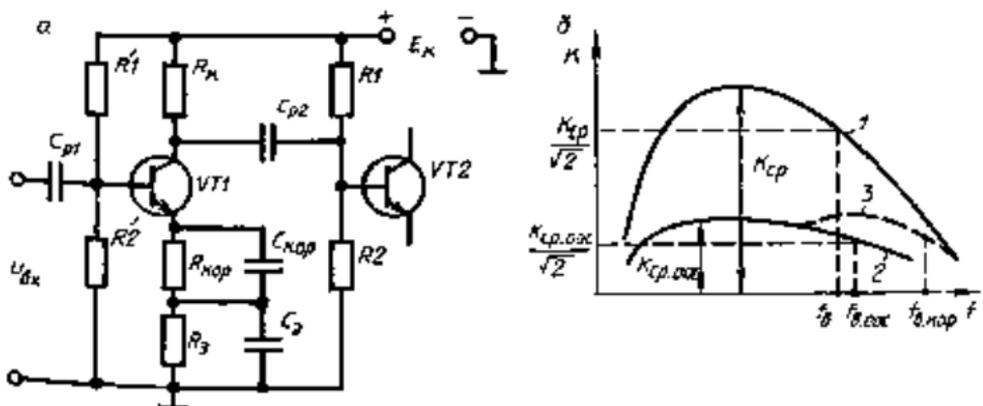


Рис. 5.27. Схема усилителя с высокочастотной эмиттерной коррекцией (а) и его АЧХ (б)

Если $C_{кор} = \infty$, то в усилителе на всех частотах ООС по переменному току отсутствует и АЧХ усилителя отображается кривой 1 на рис. 5.27, б. При $C_{кор} = 0$ (т. е. когда конденсатор $C_{кор}$ отсутствует) на резисторе $R_{кор}$ создается последовательная ООС по переменному току, что приводит к уменьшению коэффициента усиления и некоторому увеличению f_v до значения $f_{v.оос}$ (кривая 2). Для осуществления высокочастотной коррекции емкость конденсатора $C_{кор}$ выбирают такой, что на нижних и средних частотах ООС сохраняется, а на верхних уменьшается. Это приводит к увеличению коэффициента усиления в области верхних частот (кривая 3) и увеличению f_v до значения $f_{v.кпр}$.

Низкочастотная коррекция. Для уменьшения спада вершины выходного импульса, как было отмечено, необходимо уменьшать нижнюю граничную частоту усилителя. Это достигается с помощью низкочастотной коррекции АЧХ, которая заключается в увеличении коэффициента усиления в области нижних частот. Часто низкочастотная коррекция осуществляется с помощью RC-фильтра, включаемого в цепь стока или коллектора (элементы R_ϕ и C_ϕ на рис. 5.28).

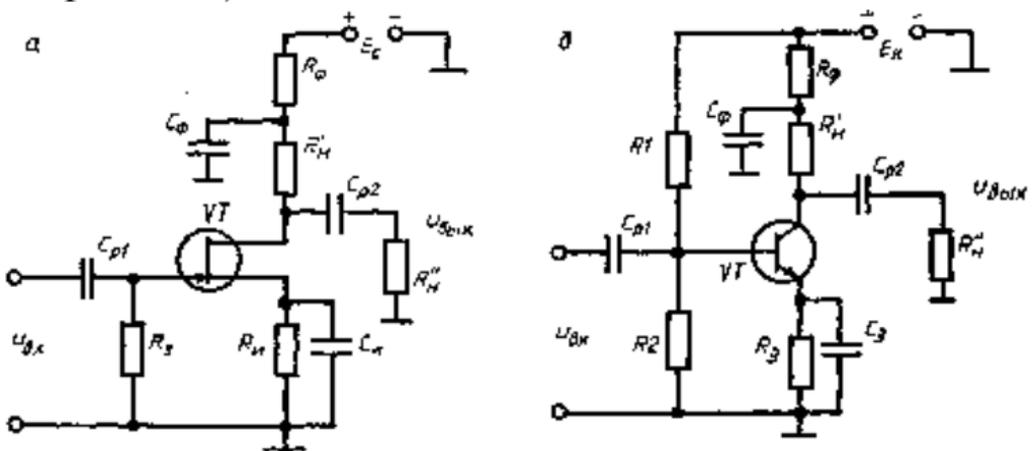


Рис. 5.28. Схемы усилителей на полевом (а) и биполярном (б) транзисторах с низкочастотной коррекцией АЧХ

Емкость конденсатора C_ϕ выбирают таким образом, чтобы он оказывал малое сопротивление переменному току на средних и верхних частотах. В таком случае на нижних частотах сопротивление цепи выходного электрода переменному току будет определяться выражением

$$Z'_H = R'_H + \frac{R_\phi \cdot 1/(j\omega C_\phi)}{R_\phi + 1/(j\omega C_\phi)} = R'_H + \frac{R_\phi}{1 + j\omega C_\phi R_\phi}, \quad (5.34)$$

И усилительный каскад можно представить в виде эквивалентной схемы, показанной на рис. 5.29, а.

Как видно из выражения (5.34), уменьшение частоты приводит к увеличению нагрузки по переменному току, что сопровождается увеличением коэффициента усиления и подъемом АЧХ в области нижних частот. Частота f_H при этом уменьшается до значения $f_{H,кор}$ (рис. 5.29, б).

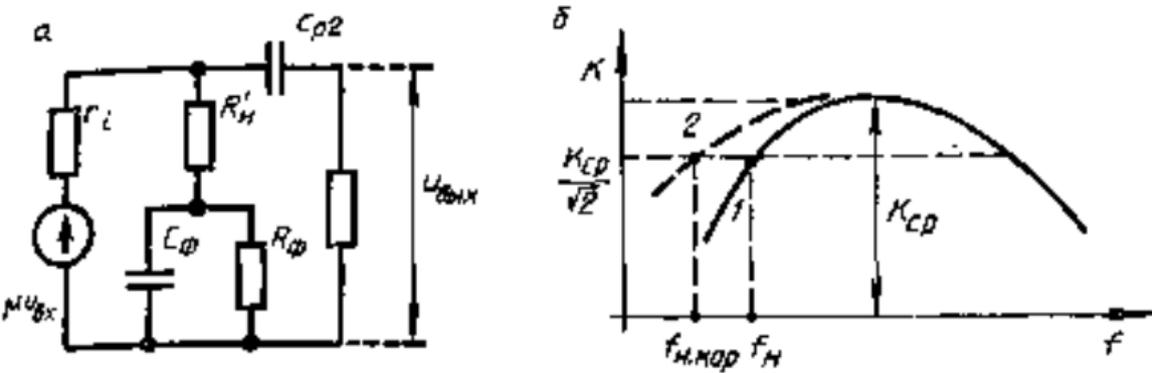


Рис. 5.29. Эквивалентная схема (а) и АЧХ (б) усилителя:
 1 — без коррекции; 2 — с низкочастотной коррекцией

Кроме осуществления низкочастотной коррекции, С-фильтр выполняет и роль развязывающего фильтра, уменьшающего связь между каскадами по переменному току через общий источник питания.