

6.3. ДВУХТАКТНЫЕ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Двухтактные УМ могут быть трансформаторными и бестрансформаторными.

Двухтактный трансформаторный УМ представляет собой два однотактных каскада с общими цепями нулевого потенциала и с общим выходным трансформатором, имеющим выведенную среднюю точку первичной обмотки. Входные напряжения, поступающие на базы транзисторов каждого плеча, должны быть сдвинуты по фазе на 180° , что обеспечивается применением на входе УМ фазоинверсного каскада или входного трансформатора с выводом от середины вторичной обмотки (рис. 6.3, а). Вследствие такого построения входной цепи активные элементы $VT1$ и $VT2$ работают поочередно, каждый лишь в течение одного полупериода входного гармонического напряжения. На рис. 6.3, б показаны графики напряжений и токов. Через первичную обмотку трансформатора $T2$ токи протекают в каждый полупериод входного напряжения, и ток

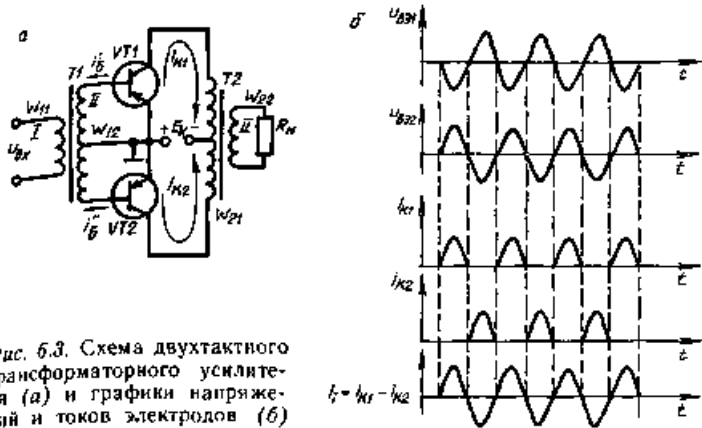


Рис. 6.3. Схема двухтактного трансформаторного усилителя (а) и графики напряжений и токов электродов (б)

первичной обмотки $i_1 = i_{K1} - i_{K2}$ при гармоническом входном напряжении также оказывается гармоническим. В двухтактном усилителе КПД может достигать 78%, что в 1,5 раза больше максимально возможного КПД в одноконтурном трансформаторном УМ.

При работе транзисторов двухтактного УМ в режиме В нелинейные искажения оказываются значительными. Это вызвано нелинейностью входных характеристик транзисторов. Действительно, согласно рис. 6.4, при отсутствии прямого смещения эмиттерных переходов при малых напряжениях $U_{БЭ}$ базовые токи транзисторов $VT1$ и $VT2$ практически не изменяются. В результате между

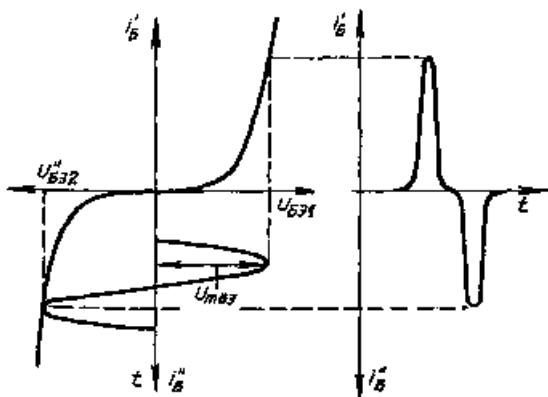


Рис. 6.4. Графики, иллюстрирующие образование нелинейных искажений типа «ступенька»

положительным и отрицательными полупериодами результирующего базового тока, протекающего через вторичную обмотку входного трансформатора $T1$, образуется небольшой горизонтальный участок — ступенька. Подобную форму будет иметь и результирующий ток, протекающий через первичную обмотку выходного трансформатора $T2$. Такие нелинейные искажения называют искажениями типа «ступенька».

Для исключения нелинейных искажений типа «ступенька» в усилителе используют режим AB . С этой целью с помощью делителя $R1R2$ на базы транзисторов $VT1$ и $VT2$ подают небольшое прямое напряжение, как показано на рис. 6.5, a . Благодаря этому рабочая точка каждо-

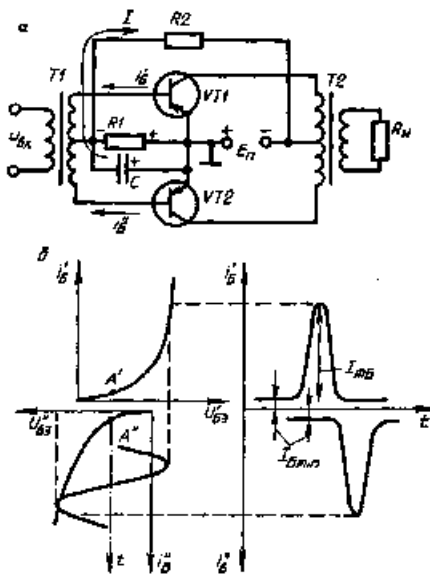


Рис. 6.5. Схема двухтактного каскада с элементами, обеспечивающими устранение нелинейных искажений типа «ступенька» (a) и график, поясняющие его работу (b)

го транзистора в режиме покоя оказывается в начале линейного участка входной динамической характеристики (рис. 6.5, b).

Двухтактным трансформаторным УМ присущи те же недостатки, что и одноктактным. Поэтому в настоящее время широкое применение получили двухтактные бес трансформаторные УМ.

Двухтактные бестрансформаторные усилители могут иметь два отдельных или один общий вход, два или один источник питания.

На рис. 6.6, а представлена схема двухтактного бестрансформаторного УМ с двумя отдельными входами

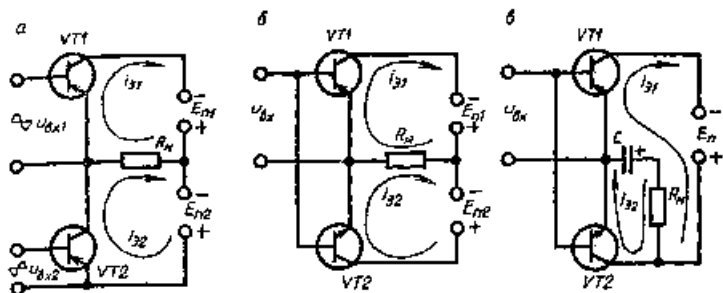


Рис. 6.6. Схемы двухтактных бестрансформаторных усилителей

и двумя источниками питания. Под действием противофазных входных напряжений транзисторы $VT1$ и $VT2$ работают поочередно, и ток через нагрузку протекает в каждый полупериод входных напряжений.

Схема однофазного двухтактного бестрансформаторного УМ дана на рис. 6.6, б. Объединение двух входов в один в таком усилителе достигнуто за счет использования в нем комплементарных транзисторов (т. е. транзисторов с близкими параметрами, но разной структурой: $p-n-p$ и $n-p-n$).

В УМ, показанном на рис. 6.6, в используется один источник питания $E_{п}$. Роль второго источника питания выполняет балансирующий конденсатор C . Ток $i_{з1}$, протекающий через открытый транзистор $VT1$ во время отрицательного полупериода входного напряжения, заряжает этот конденсатор. Во время положительного полупериода входного напряжения открывается транзистор $VT2$ и через него протекает ток $i_{з2}$. Так как в это время транзистор $VT1$ закрыт, то в качестве источника питания для $VT2$ используется заряд балансирующего конденсатора C . При одинаковых параметрах транзисторов $VT1$ и $VT2$ токи $i_{з1}$ и $i_{з2}$, протекающие через транзисторы и нагрузку R_n , также одинаковы, и конденсатор C заряжается до половины напряжения источника $E_{п}$, т. е. $U_c = E_{п}/2$. Так как при открытом транзисторе $VT1$ напряжения U_c и $E_{п}$ включены встречно, то результирующее напряжение, питаю-

$E_n/2$; коллекторную цепь транзистора $VT1$, также равно $E_n/2$:

$$E_{к1} = E_n - U_c = E_n - E_n/2 = E_n/2.$$

$$E_{к2} = E_n - U_c = E_n - E_n/2 = E_n/2.$$

Емкость конденсатора C должна быть такой, чтобы его сопротивление для самой низкочастотной спектральной составляющей усиливаемого сигнала было значительно меньше сопротивления нагрузки R_n . Напряжение источника питания во избежание пробоя транзистора $VT1$ в момент включения выбирают из условия

$$E_n \leq (0,8 \dots 0,9) U_{КЭ \max}.$$

В настоящее время широко применяются следующие типы бестрансформаторных УМ: 1) с параллельным возбуждением однофазным напряжением одиночных оконечных транзисторов и 2) с параллельным возбуждением однофазным напряжением составных оконечных транзисторов.

Схема усилителя 1-го типа показана на рис. 6.7, а. На транзисторе $VT1$ собран предварительный усилитель,

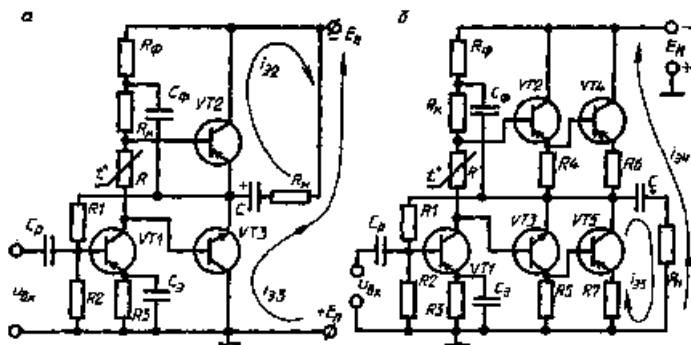


Рис. 6.7. Схемы бестрансформаторных УМ с одиночными (а) и составными (б) выходными транзисторами

работающий в режиме А. Коллекторной нагрузкой служит резистор R_k . Оконечным каскадом является двухтактный усилитель на транзисторах $VT2$ и $VT3$. Благодаря включению резистора R на базах транзисторов $VT2$ и $VT3$ создается небольшое прямое смещение, и эти транзисторы работают в режиме АВ. Нелинейные искажения при этом уменьшаются. Вместо резистора R может быть включен полупроводниковый диод в прямом направлении. Применение в качестве резистора R терморезистора или полу-

проводникового диода обеспечивает хорошую термостабильность усилителя.

В течение положительного полупериода входного напряжения на коллекторе $VT1$ формируется отрицательный полупериод, и ток протекает через транзистор $VT2$ и резистор R_n . Во время отрицательного полупериода входного напряжения транзистор $VT3$ открывается, а $VT2$ закрывается, и ток протекает через транзистор $VT3$ и резистор R_n . Таким образом, за период входного сигнала формируются положительный и отрицательный полупериоды тока и напряжения в нагрузке

Недостатком данного усилителя является трудность подбора мощных $p-n-p$ - и $n-p-n$ -транзисторов $VT2$ и $VT3$ с одинаковыми параметрами. Поэтому часто применяется схема бестрансформаторного УМ с параллельным возбуждением однофазным напряжением составных оконечных транзисторов (рис. 6.7, б). В таком УМ используются мощные выходные БТ одного типа проводимости. Подобрать близкие по параметрам мощные транзисторы одного типа проводимости легче, чем мощные БТ разных типов проводимости.