**Дифференциальные усилители на транзисторах**

Схема дифференциального усилителя содержит два транзи­стора, у которых эмиттеры соединены непосредственным обра­зом (рис. 2.3, aj. К общей точке объединенных эмиттеров под­ключен резистор Я3– Схема имеет два входа и два выхода.

К достоинствам дифференциального усилителя можно отне­сти большую полосу пропускания, высокую стабильность работы и широкий диапазон применений. Дифференциальный усилитель можно использовать как смеситель для гетеродинирования нескольких сигналов, как ограничитель для ограничения макси­мальной и минимальной величин сигнала, в качестве модуля­тора, а также умножителя частот сигнала. Поскольку такой уси­литель имеет мало компонентов (отсутствуют конденсаторы и индуктивности), он широко используется в интегральных мик­росхемах и часто входит в состав операционных усилителей, описанных в разд. 2.2.



Схемы дифференциальных усилителей.

Возможны несколько вариантов использования этой схемы. В первом варианте (рис. 2.3, а) сигнал поступает только на один из входов (при этом второй вход может быть заземлен). Поэтому, если сигнал поступает на вход транзистора *Т1,*то уси­ленный сигнал появится на коллекторе этого транзистора. Как и з схеме с общим эмиттером, входное и выходное напряжения сдвинуты по фазе на 180°. Изменения сигнального тока, проте­кающего через резистор *R3,*приводят к незначительному изме­нению падения напряжения на нем. Так как токи обоих тран­зисторов *T1*и *Т2*протекают через резистор *R3,*то ток транзи­стора *Т2*также будет меняться в соответствии с изменением то­ка транзистора *Т1.*

Если, например, на базу транзистора *Т1*поступает положи­тельная полуволна входного сигнала, то прямое напряжение на эмиттерном переходе возрастет и ток коллектора транзистора *Т1*увеличится. Поэтому падение напряжения на *R1*также увели­чится и потенциал коллектора станет менее положительным. Это изменение падения напряжения представляет собой отри­цательный сигнал, и, следовательно, между входным и выход­ным напряжениями образуется сдвиг фаз в 180°.

Увеличение тока транзистора *Т1*вызовет увеличение (хотя и небольшое) тока через резистор R3и приведет к небольшому возрастанию потенциала объединенных эмиттеров. В резуль-1ате прямое напряжение на эмиттерном переходе транзистора *Т2*уменьшится и ток через *Т2*также уменьшится, что вызовет уменьшение падения напряжения на резисторе *R2.*Коллектор транзистора *Т2*становится более положительным, т. е. на нем появляется сигнал, находящийся в противофазе с сигналом на коллекторе T1. Таким образом, данный усилитель представляет собой парафазный усилитель.

Если выходной сигнал снимается с коллектора транзистора *T1,*то схема представляет собой однотактный инвертирующий усилитель. Если же выходной сигнал снимается с коллектора *Т2,*то схему можно рассматривать как однотактный неинверти­рующий усилитель.

Сигнал можно подавать на две базы (рис. 2.3,6); в этом случае вход схемы называют *дифференциальным [*При любой конфигурации схем, показанных на рис. 2.3, снимаемый сиг­нал пропорционален разности потенциалов на входах усилителя, т. е. разно­стному (дифференциальному) сигналу. — *Прим. ред.].*Выходной сигнал (рис. 2.3, *в)*можно снимать с коллектора транзистора *Т1*или *Т2,*а также с обоих коллекторов для получения симмет­ричного выхода относительно земли.

Важной характеристикой дифференциального усилителя яв­ляется характеристика передачи напряжения при действии синфазного сигнала одновременно на оба входа. Если на вход усилителя поступают сигналы помехи, такие, как пульсации источника питания, сигналы наводки, обусловленные влиянием паразитных связей, излучения и т. д., то такие сигналы нахо­дятся в фазе на обоих входах, так что на эмиттерном резисто­ре *RZ*действует разностный сигнал. Синфазные сигналы взаим­но ослабляются, не оказывая заметного воздействия на полез­ный усиливаемый сигнал. По этой причине дифференциальный усилитель мало чувствителен к наводкам переменного тока. Когда такие наводки появляются на обоих входах одновре­менно, они взаимно подавляются.

**Двухтактный усилитель на транзисторах**

Двухтактный усилитель мощности на комплементарных транзисторах по­зволяет отказаться от использования как фазорасщепителя на входе, так и трансформатора на выходе. В этом усилителе используются два сим­метричных транзистора, *рпр-* и *npn*-типа, называемые комплементарной парой. Принцип его работы основан на том факте, что положитель­ный сигнал открывает *прп*-транзистор, а отрицательный сигнал — *рпр-*транзистор. На рис. 30.13 приведена базовая схема двухтактного усили­теля на комплементарных транзисторах (иногда называемая каскадом с дополнительной симметрией). Транзисторы T1 и T2 работают в режи­ме класса В, т. е. в точке отсечки. Используются два источника пи­тания: *+VCC* и *–VCC.* В положительном полупериоде входного сигнала транзистор T1 открыт, а транзистор T2 закрыт. Ток *i*1 транзистора T1 создает положительную полуволну тока в нагрузочном резисторе *R*. В отрицательном полупериоде открывается транзистор T2, и теперь его ток *i*2, имеющий противоположное току *i*1 направление, протекает через на­грузочный резистор. Таким образом, на нагрузке формируется полный синусоидальный сигнал, соответствующий двум половинам полного пери­ода входного сигнала. Следует отметить, что в рассматриваемом каскаде транзисторы включены по схеме с общим коллектором, то есть как эмиттерные повторители, поскольку выходной сигнал снимается с эмиттеров транзисторов.

На рис. 30.14 приведена полная схема двухтактного усилителя мощно­сти на комплементарных транзисторах вместе с предвыходным каскадом.



 Базовая схема двухтактного усилителя на комплементарных тран­зисторах.