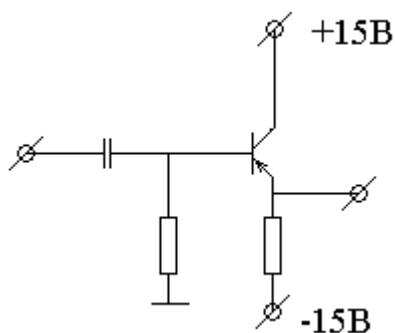
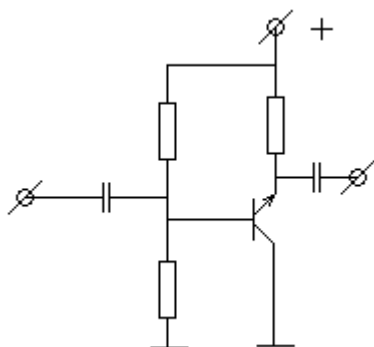
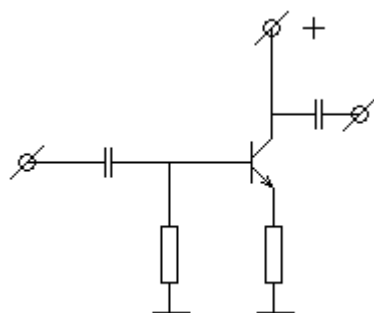


Негодные транзисторные схемы (проверка).

Повторители со связью по переменному току:



Синхронный детектор (фазовый детектор).

Синхронное детектирование с механическим прерыванием света.

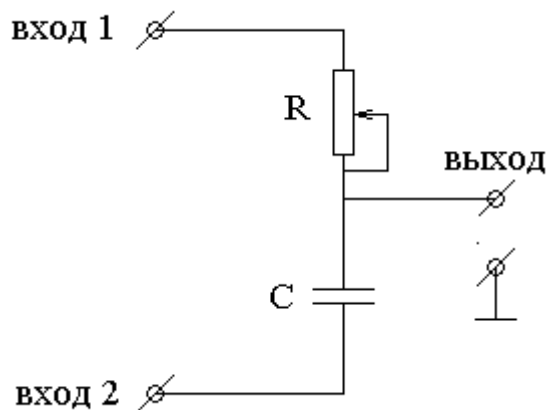
Для управления частотой генерации газового лазера зеркало лазера закрепляют на пьезокерамике. Электрическим напряжением на пьезокерамике управляют частотой генерации лазера. Для регистрации спектров насыщения поглощения свободных от доплеровского уширения спектральных линий излучение лазера пропускают через кювету с газом низкого давления, отражают зеркалом в обратном направлении и после второго прохождения кюветы направляют на приемник света. Для регистрации спектрально узких резонансов на пьезокерамику кроме медленно сканирующего напряжения подают синусоиду малой амплитуды. На приемнике сигнал на частоте синусоиды пропорционален первой производной зависимости мощности света на приемнике от частоты генерации лазера. Сигнал с приемника подают на один из входов микросхемы аналогового умножителя (525ПС2 аналог AD530). На другой вход подают синусоиду опорного сигнала. Постоянное напряжение с

выхода микросхемы пропорционально первой производной зависимости мощности света на приемнике от частоты генерации лазера.

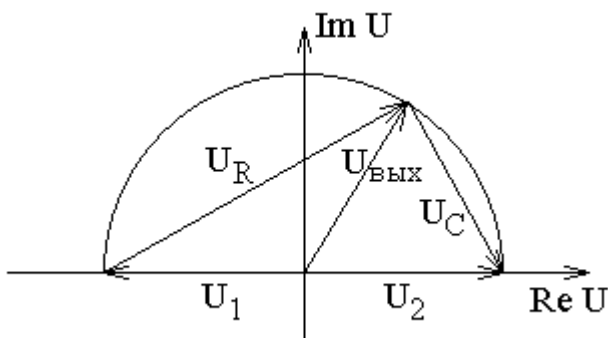
Для синхронного детектирования нужно правильно подобрать фазу опорного сигнала. Для подбора фазы служит фазовращатель.

Фазовращатель.

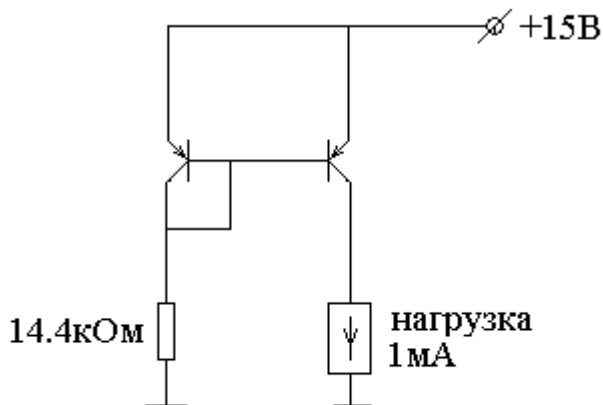
Пусть на входе расщепителя фазы будет синусоидальное напряжение. К двум выходам расщепителя фазы подключим RC -цепочку с переменным сопротивлением:



Рассмотрим комплексные напряжения на входах 1, 2 и на выходе:



Согласованные транзисторы. Токовое зеркало.

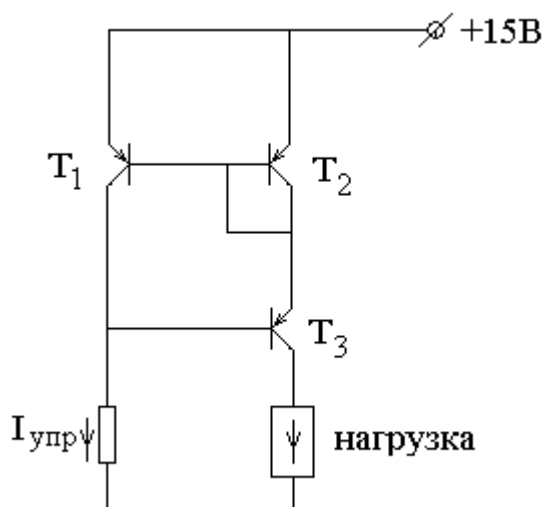


Согласованные транзисторы или согласованная пара транзисторов — это транзисторы с максимально одинаковыми характеристиками. Токовое зеркало часто используется внутри схемы операционного усилителя. Операционные усилители будут рассмотрены позднее.

Стабилизация тока нагрузки в этой схеме не слишком велика. При стабилизации тока нагрузки напряжение на нагрузке может изменяться почти на 15 Вольт, например из-за изменения сопротивления нагрузки. Пусть напряжение на нагрузке уменьшилось на 12.5 Вольт. На эти же 12.5 Вольт увеличилось падение напряжения на переходе эмиттер-коллектор правого транзистора. Согласно эффекту Эрли, чтобы удержать ток нагрузки правого транзистора, его напряжение эмиттер — база нужно увеличить примерно на 12.5 мВ, но ему не дает измениться напряжение эмиттер — база левого транзистора. Изменение напряжения эмиттер-база правого транзистора на 25 мВ должно изменять ток коллектора правого транзистора в $e \approx 2.7$ раз. Соответственно эти 12.5 мВ приведут к изменению тока коллектора правого транзистора в $\sqrt{e} \approx 1.65$.

Обычно такой стабилизации тока нагрузки достаточно внутри схемы операционного усилителя.

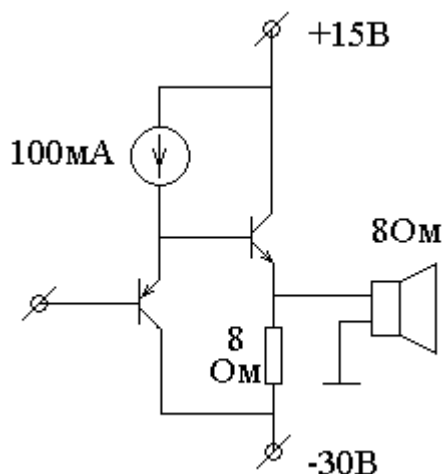
Ток гораздо меньше зависит от сопротивления нагрузки в токовом зеркале Уилсона:



Здесь на коллекторах обоих транзисторов T_1 и T_2 токового зеркала напряжение почти не изменяется при изменении напряжения на нагрузке. Чуть меняется (в 1000 раз меньше, чем на нагрузке, за счет эффекта Эрли) напряжение эмиттер-база транзистора T_3 . Соответственно в 1000 раз меньше изменяется напряжение эмиттер-коллектор транзистора T_1 , и ожидаемый коэффициент стабилизации тока нагрузки в 1000 раз больше, чем для обычного токового зеркала.

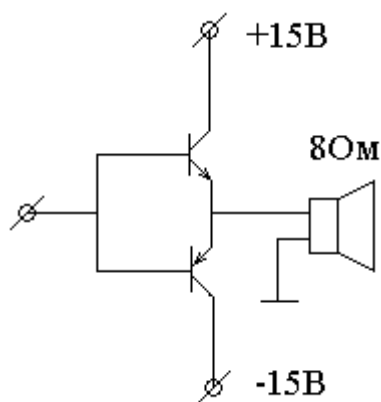
Двухтактные выходные каскады.

Если нагрузка имеет низкое сопротивление, то выходной каскад усилителя должен быть эмиттерным повторителем.



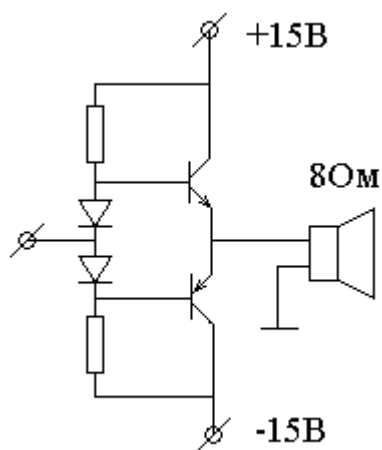
В представленной схеме сигнал на громкоговоритель подается через два эмиттерных повторителя. Низкие частоты сигнала при такой низкоомной нагрузке трудно передать через конденсатор. Достоинством представленной схемы является то, что разделительный конденсатор не нужен, так как при нулевом напряжении на входе схемы формируется нулевое напряжение на громкоговорителе. Недостаток схемы в том, что при отсутствии сигнала на входе выходной транзистор рассеивает 55 Вт, а резистор в его эмиттере рассеивает мощность 110 Вт.

Двухтактные выходные каскады позволяют минимизировать рассеиваемую схемой мощность при нулевом сигнале на входе.



В данной схеме при нулевом сигнале на входе мощность не рассеивается вовсе. Однако малые сигналы с амплитудой меньше 0.6 В в этой схеме не проходят на выход, а большие сигналы испытывают нелинейные переходные искажения, когда сигнал переходит через нуль. В результате искажается звук.

Минимизировать искажения позволяет следующая схема.



В двухтактной схеме выходного каскада стараются использовать комплементарные транзисторы — это транзисторы с примерно одинаковыми характеристиками, но противоположной полярностью питания: *n-p-n* и *p-n-p*.

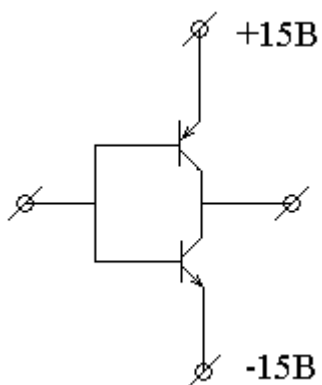
Негодные транзисторные схемы (на дом).

Стабилизатор напряжения +5 В:

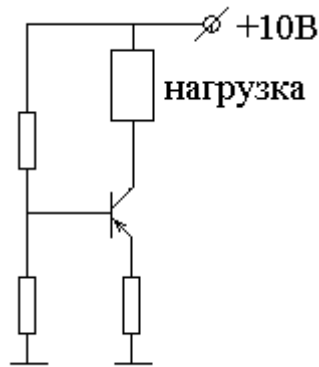
Нестабилизированное
напряжение > 10В



Двухтактный повторитель:

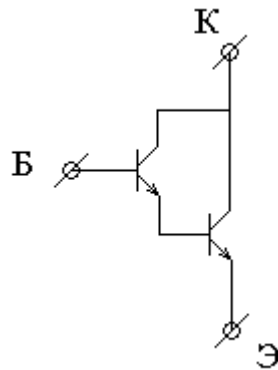


Источник тока:

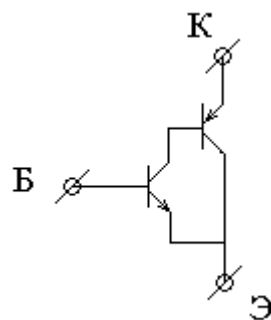


Составной транзистор.

Составной транзистор Дарлингтона. Напряжение между базой и эмиттером этого составного транзистора 1.2 В.



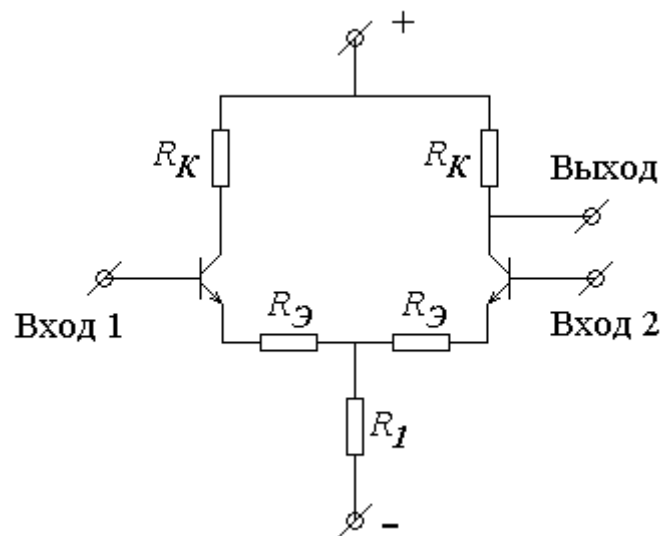
Реже используется соединение транзисторов по схеме Шиклаи, при котором также как и в составном транзисторе, схема имеет высокий коэффициент передачи по току. В этой схеме напряжение между базой и эмиттером 0.6 В.



Если составной транзистор по схеме Шиклаи играет роль *n-p-n* транзистора, то более мощный в паре транзистор имеет тип *p-n-p*. Транзисторы типа *p-n-p* имеют худшие характеристики по сравнению с транзисторами типа *n-p-n*. В частности составной транзистор Шиклаи не может быть таим высоковольтным, как составной транзистор Дарлингтона.

Дифференциальный усилитель.

Классический транзисторный дифференциальный усилитель представлен на рисунке.



Напряжения на входах U_1 и U_2 можно представить, как линейную комбинацию синфазного $\frac{U_1 + U_2}{2}$ и дифференциального $U_1 - U_2$ сигналов. Для

синфазного сигнала коэффициент передачи $K_{\text{синф}} = \frac{U_{\text{вых}}}{\left(\frac{U_1 + U_2}{2}\right)} = \frac{R_K}{2R_1 + R_Э + r_Э}$,

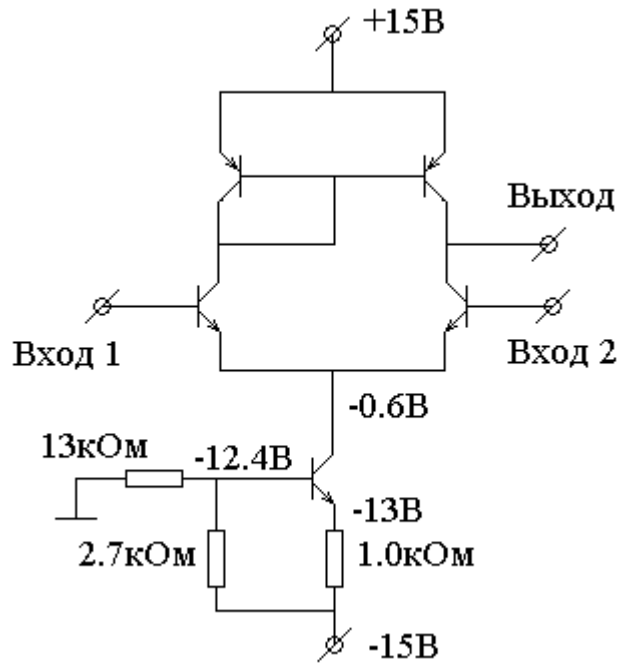
для дифференциального сигнала $K_{\text{дифф}} = \frac{U_{\text{вых}}}{U_1 - U_2} = \frac{R_K}{2(R_Э + r_Э)}$. Коэффициент

ослабления синфазного сигнала $\frac{K_{\text{дифф}}}{K_{\text{синф}}} = \frac{2R_1 + R_Э + r_Э}{2(R_Э + r_Э)}$ стремятся сделать как

можно больше.

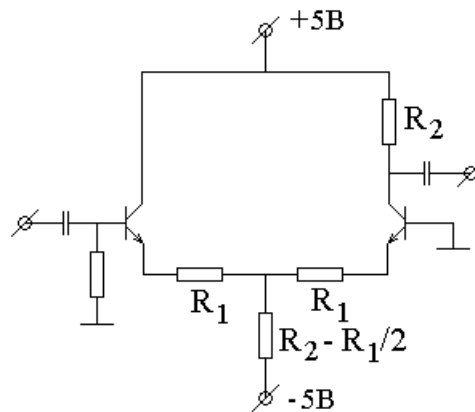
Заметим, что на входы усилителя нельзя подавать сигналы через конденсаторы. Входы обязаны быть соединены с общим проводом схемы хотя бы через большие сопротивления, например 1 МОм.

Высокий коэффициент передачи для дифференциального сигнала можно получить, если сопротивление R_K заменить источником тока, внутреннее сопротивление которого без учета эффекта Эрли стремится к бесконечности, а $R_Э = 0$. В результате получится следующая схема.



Сопротивление R_1 заменено источником тока, чтобы обеспечить высокий коэффициент подавления синфазной помехи $\frac{K_{дифф}}{K_{синф}} = \frac{2R_1 + R_{Э} + r_{Э}}{2(R_{Э} + r_{Э})}$.

Высокочастотные схемы.



$$U_{вых} = -\frac{R_2}{R_1} U_{вх}$$

Высокочастотные усилители должны быть на низкоомных сопротивлениях, чтобы уменьшить влияние паразитных емкостей. Большие мощности. Низкие напряжения питания.

Много земли.

Не использовать транзисторы с запасом по частоте. Генерация усилителя на транзисторе на половинной предельной частоте.

Предельная частота транзистора определяется временем уменьшения проводимости в результате диффузии и рекомбинации электронов и дырок.