

[RADIOMASTER](#) [Новости](#) [Статьи](#) [База знаний](#)[Вход](#)

[Документация](#) [Схемотехника](#) [CAD / CAM](#) [Статьи](#)
[Компьютеры](#) [Радиолюбителю](#)

- [Главная](#)
/
- [База знаний](#)
/
- [Статьи](#)
/
- [Радиолюбителю](#)

Усилители с электронным управлением

👁️24348

💬0

0

Усилители данного типа используются для автоматической подстройки или регулировки коэффициента усиления усилителей, например , усилителей биопотенциалов. Они выполняются в виде отдельного блока и устанавливаются в качестве промежуточного каскада в тракте усиления. Как правило, коэффициент усиления каскада может изменяться в пределах от 0 до 1 , или от 1 до некоторого предельного значения, что определяется особенностями схемных решений.

1.1 Усилители с аналоговым управлением

Аналоговое управление подразумевает изменение коэффициента усиления усилителя под действием электрического сигнала. Для этих целей необходимо использовать активный элемент, сопротивление которого практически линейно изменяется при изменении управляющего напряжения. Такими свойствами обладает полевой транзистор, который при малых напряжения "сток-исток" ведет себя как сопротивление, величина которого линейно зависит от напряжения на затворе.

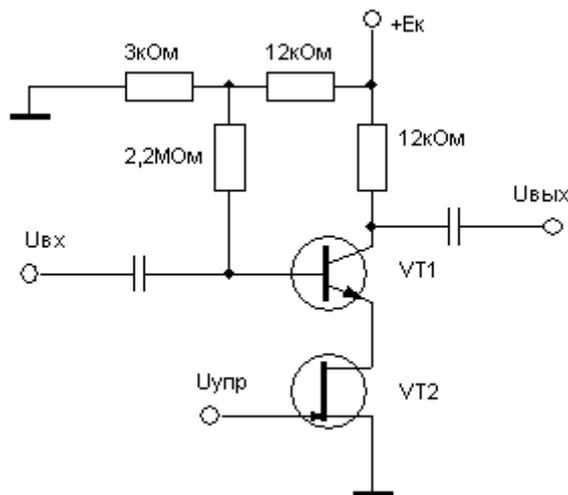


Рисунок 1.1 - Управляемый транзисторный усилитель

Простейшая схема, приведенная на рис.1.1 представляет собой однокаскадный транзисторный усилитель, в цепи эмиттера которого установлен полевой транзистор VT2. Сопротивление "сток-исток" транзистора формирует сигнал отрицательной обратной связи по току, от величины которой зависит коэффициент усиления в соответствии с выражением:

$$K_{OC} = \frac{K_{\alpha}}{1 + \gamma K_{\alpha}}$$

Схема хорошо ведет себя при усилении переменных сигналов, обеспечивая изменение коэффициента усиления в пределах 1-2 декад. В схемах усилителей постоянного тока, например усилителей биопотенциалов, целесообразно использовать регулируемые схемы на основе операционных усилителей.

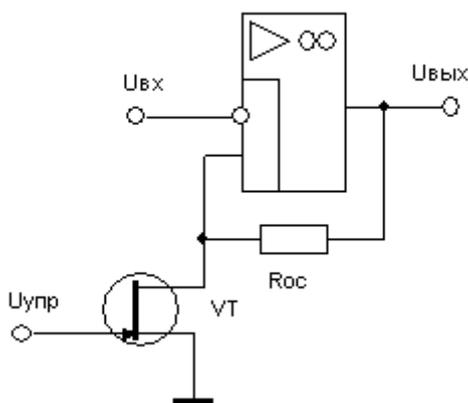


Рисунок 1.2 - Неинвертирующий управляемый усилитель

На рис.1.2 представлена схема неинвертирующего усилителя на ОУ, в котором в качестве одного из резисторов используется сопротивление "сток-исток" полевого транзистора. Коэффициент усиления усилителя будет определяться как:

$$K = \left(1 + \frac{R_{OC}}{R_{C-I}}\right)$$

а так как $R_{C-И} = f(U_{УПР})$, то и коэффициент усиления будет изменяться в зависимости от управляющего напряжения. Диапазон изменения колеблется от нескольких единиц до нескольких десятков. Ограничения накладываются ввиду необходимости поддерживать напряжение "сток-исток" в пределах, не превышающих величины нескольких десятков милливольт. При увеличении напряжения полевой транзистор выходит из режима управляемого сопротивления и режим управления коэффициентом усиления нарушается. Кроме того, в схеме отсутствует компенсация влияния токов смещения на параметры усилителя, что может оказать существенное влияние на величину погрешности прецизионных усилителей.

Управляемый усилитель рис.1.3 выполнен на базе инвертирующего усилителя. Транзистор VT1 подключен параллельно резистору R1 и их суммарное сопротивление

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{C-И} R_1}{R_{C-И} + R_1}$$

будет изменяться при изменении управляющего напряжения $U_{УПР}$.

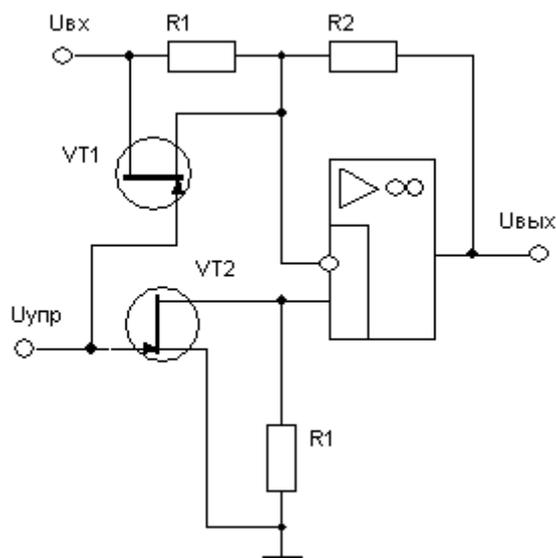


Рисунок 1.3 - Неинвертирующий управляемый усилитель

Коэффициент усиления усилителя:

$$K = -\frac{R_2}{R_{\Sigma}}$$

зависит от управляющего напряжения, однако эта зависимость будет нелинейной. В отличие от схемы рис. 1.2 в данном усилителе предусмотрена компенсация погрешности от токов смещения. Для этой цели установлены резистор R1 и транзистор VT2 в цепи неинвертирующего входа. Если транзисторы VT1 и VT2 идентичны, то при изменении управляющего напряжения сопротивления в цепи инвертирующего и неинвертирующего входов всегда будут оставаться равными по величине и погрешность от токов смещения будет минимальной.

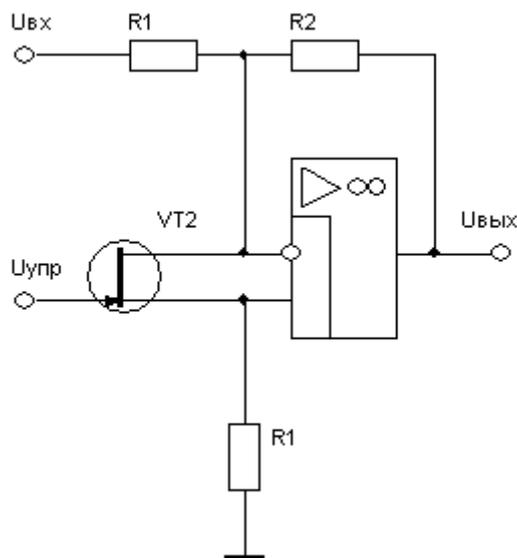


Рисунок 1.4 - Усилитель с переменным коэффициентом усиления

В схеме рис.1.4 , как и в предыдущих схемах, полевой транзистор работает в качестве переменного резистора, управляемого напряжением. Так как дифференциальное напряжение операционного усилителя не превышает нескольких милливольт, сопротивление полевого транзистора под действием управляющего напряжения может линейно изменяться в диапазоне нескольких декад, обеспечивая широкий диапазон регулировки коэффициента усиления.

1.2 Усилители с цифровым управлением

Усилители данного типа реализуются на основе операционных усилителей. В качестве программируемого элемента используется цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), сопротивление резистивной матрицы которого (R_M) изменяется в зависимости от цифрового кода. Наиболее широко в схемах с программируемым коэффициентом усиления используется микросхема К572ПА1.

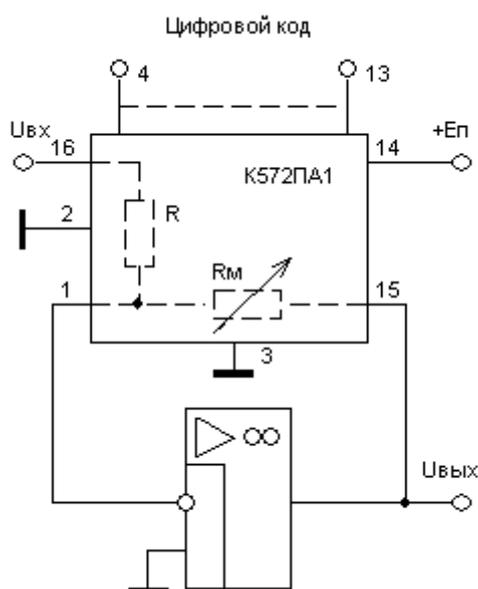


Рисунок 1.5 - Программируемый усилитель с ЦАП в обратной связи ОУ

На рис.1.5 ЦАП типа К572ПА1 (рис.10.53), построенный на основе матрицы $R - 2R$, включен таким образом, что сопротивление резистивной матрицы R_M находится в цепи обратной связи

операционного усилителя, а входной сигнал подается на внешний вывод внутреннего резистора R_{OC} ЦАП (вход 16), величина которого равна $R_{OC} \approx R$. Таким образом формируется инвертирующий усилитель с переменным сопротивлением в цепи обратной связи. В схеме выходное напряжение усилителя выполняет роль опорного напряжения ЦАП, а ток в цепи обратной связи $I_{OC} = U_{ВЫХ} / R_M$, где

$$R_M = \frac{R}{\sum_{i=1}^{10} a_i 2^{-i}}$$

Величины a_i в данном выражении принимают значения 0 или 1 в зависимости от того, какое напряжение (логическая 1 или логический 0) подается на соответствующий цифровой вход ЦАП.

В соответствии с принципом работы инвертирующего усилителя, коэффициент усиления по напряжению схемы рис.1.5

$$K_U = -\frac{R_M}{R} = -\frac{1}{\sum_{i=1}^{10} a_i 2^{-i}}$$

Когда на всех цифровых входах логические единицы (все $a_i = 1$), коэффициент усиления схемы минимален и равен $K_U = 0,999$. При наращивании цифрового кода коэффициент усиления возрастает и достигает максимального значения $K_U = 1024$, когда содержится логическая единица только в младшем разряде ($a_{10} = 1$), а во всех остальных логические нули.

Другой вариант схемы усилителя с цифровым управлением представлен на рис.11.6. Здесь в цепь обратной связи включается внутренний резистор R_{OC} , содержащийся в структуре ЦАП, а программируемая резистивная матрица R_M используется в качестве входного резистора. Как и схеме рис.11.5 ОУ включен по схеме инвертирующего усилителя, сопротивление которого $R_{OC} \approx R < R_M$

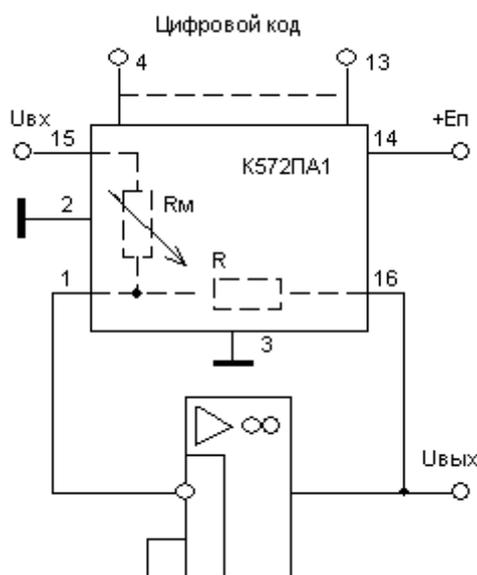


Рисунок 1.6 - Программируемый усилитель с ЦАП на входе

При этом:

$$K_U = -\frac{R}{R_M} = -\sum_{i=1}^{10} a_i 2^{-i}.$$

Нетрудно увидеть, что коэффициент усиления схемы рис.1.6 максимален ($K_U=1$) если на все цифровые входы ЦАП поданы логические единицы, т.е. все $a_i = 1$. Если же $a_{10} = 1$, а все остальные $a_i = 0$, то коэффициент передачи будет минимален и равен $K_U \approx 10^{-3}$.

Следует отметить, что в обеих схемах рассмотренных программируемых усилителей значение коэффициента усиления не определено, когда во всех разрядах цифрового входа установлены логические нули. Кроме того, при использовании некоторых типов операционных усилителей возможно возникновение самовозбуждения схемы при определенных цифровых кодах на входе. Для исключения этого нежелательного явления обычно достаточно включить между инвертирующим и неинвертирующим входами конденсатор емкостью порядка 100пФ. В прецизионных схемах для уменьшения влияния входного тока ОУ на коэффициент передачи неинвертирующий вход необходимо заземлить через резистор 10кОм для микросхем К572ПА1 и 30 кОм для К572ПА2 (заземляющий резистор должен быть равен сопротивлению R внутренней матрицы R-2R).

[Нравится](#)

[Твитнуть](#)

Теги [Радио](#)

Сюжеты Радио

[Малощумящие низкочастотные усилители](#)

👁11962 🗨0

[Влияние режима работы транзистора на шумы](#)

👁7143 🗨0

[Влияние построения схемы на параметры](#)

👁16616 🗨0

Комментарии (0)

Вы должны авторизоваться, чтобы оставлять комментарии.

[Вход](#)

[О проекте](#) [Использование материалов](#) [Контакты](#)

[Новости](#) [Статьи](#) [База знаний](#)

Радиомастер

© 2005–2022 radiomaster.ru

При использовании материалов данного сайта прямая и явная ссылка на сайт radiomaster.ru обязательна. 0.2134 s