

37 Проектирование базовой модели ОУ. Особенности схемотехники базовой двухкаскадной модели ОУ. Формирование коэффициента передачи. ООС ОУ.

При постоянном уровне входного сигнала $U_c(t)$ выходное напряжение схем, представленных на рис. 1.56. а.б., пропорциональны преобразуемым величинам

$$U_{\text{ВЫХ } Zx} = -U_c(t) \frac{Z_x}{R_0}$$

$$U_{\text{ВЫХ } Yx} = -U_c(t) Z_x R_0$$

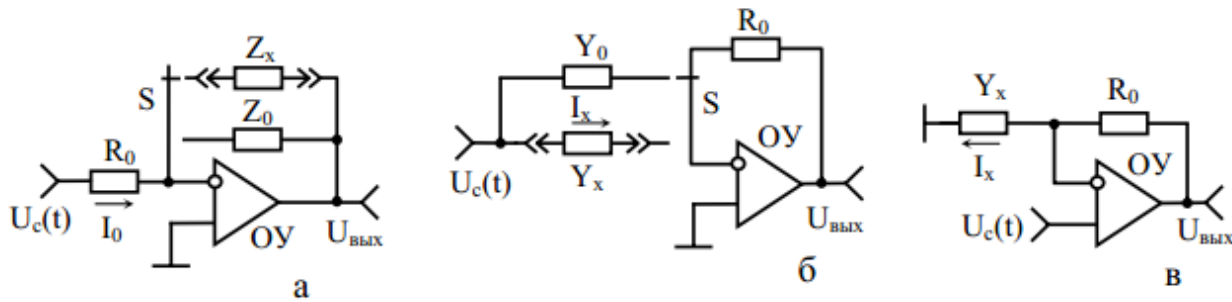


Рис.1.56. Базовые схемы преобразователей полных сопротивлений (а) и проводимостей (б, в) в напряжение

Общим недостатком рассмотренных базовых схем преобразователей является то, что в них объекты преобразования изолированы от общей шины. Это создает особые неудобства, когда преобразования изолированы от сопротивления реализованы схемным путем, например, на основе конверторов и инверторов сопротивлений, имеющих неразрывную связь с общей шиной. Не противопоказано соединение с общей шиной и объектов, исходно изолированных, так как, например, при автоматических измерениях множества компонентов может быть упрощена их коммуникация к измерительному преобразователю.

38 Обеспечение режима работы ОУ по постоянному току и защиты от случайных коротких замыканий (КЗ).

Схема включения ОУ во внешнюю показана на рис. 1.12. Она содержит два источника питания $E_{п}^{+}$ и $E_{п}^{-}$, сопротивление нагрузки $R_{н}$ и источник входного диф напряжения $U_{вх}$.

Выходное напряжение может быть двухполярным, так же как и входное, причем если $U_{вх}=0$, то $U_{вых}=0$ (условие баланса).

В зависимости от точки заземления источника сигнала $U_{вх}$ различают неинтегрирующую (1) и интегр.(2) операционные схемы (ОС) рис .1.13.

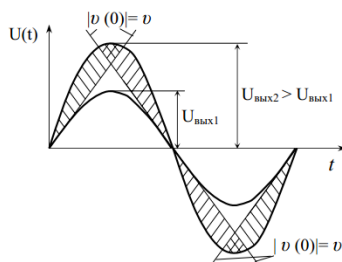


Рис.1.11. Диаграммы, показывающие образование треугольных ограниченных по скорости нарастания выходных сигналов ОУ при разных амплитудах выходных сигналов с одинаковыми частотами

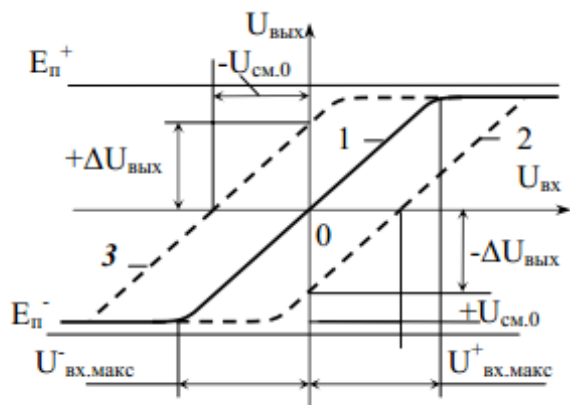


Рис.1.14. Образование входного напряжения смещения нуля ОУ (1—сбалансирован, 2,3—разбалансирован)

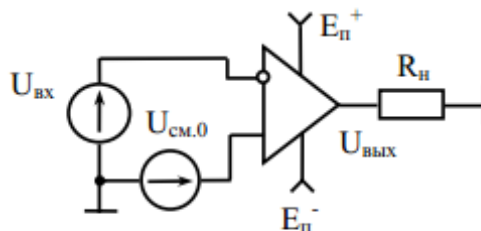


Рис.1.15. Эквивалентная схема компенсации разбаланса ОУ с помощью генератора $U_{см.0}$

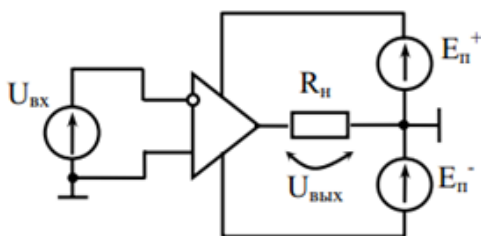


Рис.1.12. Включение ОУ по постоянному току

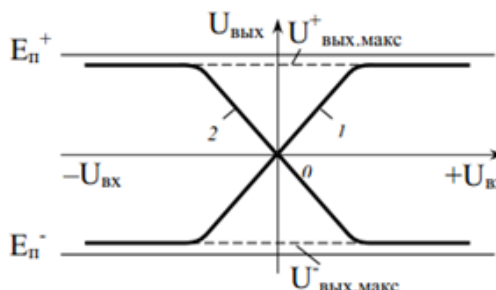


Рис.1.13. Амплитудные характеристики ОУ для неинвертирующей (1) и инвертирующей (2) ОС

Так как в схеме ОУ (см рис 1.12) внешняя ООС отсутствует, то наклон амплитудной характеристики ОУ равен собственному коэффициенту передачи

$$\frac{\Delta U_{\text{ВЫХ}}}{\Delta U_{\text{ВХ}}} = K_0$$

Предельная амплитуда $U_{\text{вых}}$ приближается к напряжению источника питания $E_{\text{п}}$, так как при ограничении выходного сигнала оконечные транзисторы ОУ находятся в насыщении, и разность напряжений ($E_{\text{п}}^{\pm} - U_{\text{ВЫХ МАКС}}^{\pm}$) составляет несколько десятков долей вольта.

Вблизи предельных величин выходных напряжений нелинейность амплитудной характеристики становится значительной, поэтому часто амплитуду неискаженного выходного сигнала ОУ определяется при уровне нелинейных искажений.

Таким образом, эквивалентная схема ОУ, учитывающая усилительные параметры, входное и выходное сопротивления и статические ошибки, может быть представлена рис.1.20. Кроме этого, приняты во внимание генераторы выходных ошибок. При малом внутреннем сопротивлении R_i источника сигнала основную роль играет генератор напряжения выходной ошибки $U_{\text{ош}}$, а при большом - генераторы токов ошибок $I_{\text{ош}}$.

Генераторы токов ошибок $I_{\text{ош}}$ эквивалентны выходным токам ОУ, которые, как следует из определения идеального ОУ, должны стремиться к нулю.

Ток ошибок состоит из базового тока входного транзистора ОУ $I_{\text{вх}}$, термозависимой части этого тока ($T K_{i_{\text{вх}}} \Delta T$)? Из дрейфовой части, характеризуемой средним временным дрейфом тока (СВДТ) и накапливающейся за время Δt , а также из составляющей, возникающей при изменении питающих напряжений (ООВПТ* $\Delta E_{\text{п}}$). Последняя составляющая характеризуется относительным ослаблением влияния питающего напряжения на выходной ток и определяется выражением

$$D i_{\text{ош.п}} = \text{ООВПТ} * \Delta E_{\text{п}}$$

Для соответствия эквивалентной схемы реальному ОУ (см рис 1.20) необходимо, чтобы генератор $i_{\text{ош}}^{\pm}$ генерировал токи

$$i_{\text{ош}}^{\pm} = i_{\text{вх}}^{\pm} + T * K_{i_{\text{вх}}} * \Delta T + \text{СВДТ} * \Delta t + \text{ООВПТ} * \Delta E_{\text{п}}$$

Если на входе ОУ присутствует внешняя синфазная ЭДС, то необходимо учесть $\Delta U_{\text{синф}}$

На эквив. схеме могут быть отражены и шумовые параметры ОУ, которые моделируются соответствующими генераторами шумового напряжения и тока .

40. ПТ как элемент с управляемой проводимостью. Характеристики ПТ и их аппроксимация.

Входные характеристики (зависимость тока стока I_c от напряжения сток –исток $U_{си}$ при постоянном напряжении затвор-исток $U_{зи} = \text{const}$) ПТ структуры типа металл-окисел-полупроводник (МОП) в режиме управляемого сопротивления (Область 0) описывается соотношением

$$I_c = B[(U_{зи} - U_{зи.отс})U_{си} - \frac{U_{си}^2}{2}] \quad 5.47$$

При условии

$$U_{зи} - U_{зи.отс} = U_{си} \quad 5.48$$

$$U_{си.н} = U_{зи} - U_{зи.отс} \quad 5.49$$

Происходит насыщение или отсечка тока стока:

$$I_{с.н} = B \frac{(U_{зи} - U_{зи.отс})^2}{2} = B \frac{U_{си.н}^2}{2} \quad 5.50$$

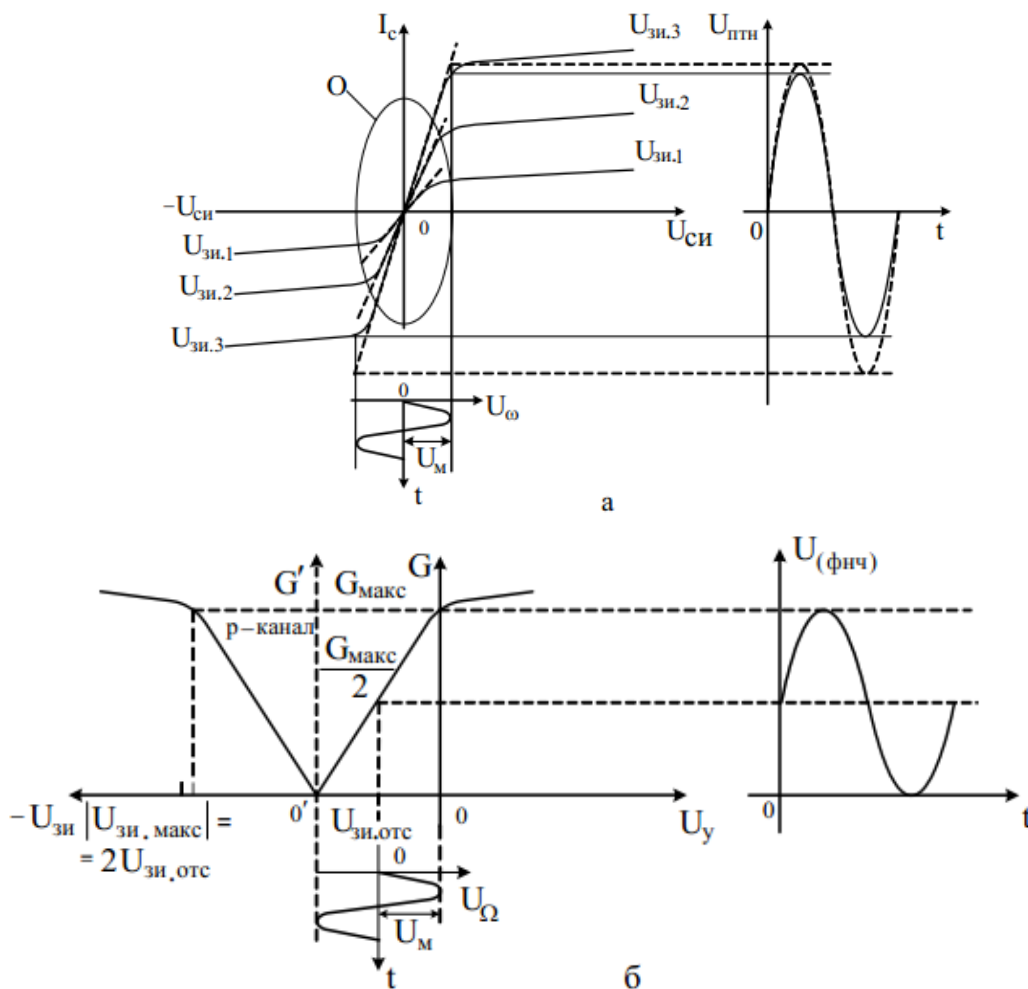


Рис. 5.11. Стоковые характеристики (а) и характеристики проводимости (б) ПТ, поясняющие сущность их линейризации

Выходные характеристики ПТ, определяемые уравнением (5.47) и ограничиваемые (5.49), асимметричны и нелинейны, а проводимость канала в функции напряжения затвор-исток

$$G(U_{зи}) = \frac{\partial I_c}{\partial U_{си}}(U_{зи}) = B[(U_{зи} - U_{зи.отс}) - U_{си}] \quad 5.51$$

Зависит от уровня напряжения, действующего между стоком и истоком.

Для получения линейных в первом приближении характеристик проводимости канала (5.51) необходимо работать при напряжении $U_{си} = 0$, что на практике не возможно.

Если осуществить ООС путем подачи половины напряжения сток-исток на затвор, то после замены

$$U'_{зи} = U_{зи} + U_{си}/2 \quad 5.52$$

напряжения $U_{зи}$ в выражении 5.47 на $U'_{зи}$ получаем

$$I'_c = B(U_{зи} - U_{зи.отс})U_{си}$$

А характеристики проводимости канала (5.51), получаемы на основании (5.53), окажутся независимыми от напряжения сток- исток:

$$G(U_{зи}) = B(U_{зи} - U_{зи.отс}) \quad 5.54$$

Вводя обозначение

$$G_{max} = G(U_{зи})|_{U_{зи}=0} = -BU_{зи.отс}$$

На основании 5.54 получаем известную линейную аппроксимацию проводимости канала (с опущенным штрихом)

$$G(U_{зи}) = G_{max}(1 - \frac{U_{зи}}{U_{зи.отс}}) \quad 5.55$$

Отсюда находим координаты двух симметричных точек перехода, соответствующего запираению, которые ограничивают расширенную область линейного измерения проводимости канала по напряжению сток-исток 5.49

$$U'_{си.н} = \pm 2(U_{зи} - U_{зи.отс}) \quad 5.59$$

И току стока 5.50

$$I'_{с.н} = 2B(U_{зи} - U_{зи.отс})^2 \quad 5.60$$

В соответствии с 5.59 и 5.60 запираение канала в области стока происходит при положительных напряжениях $U_{си}$, что возможно при плавающей подложке.

За пределами координат точек уже невозможно получение нормальных выходных характеристик ПТ.

Введенная ООС линеаризует эти характеристики, которые в данном случае веерообразно проходят через начало координат, расширяя область измерения проводимости канала независимо в первом приближении от напряжения, действующего между стоком и истоком ПТ.