

1. Дайте определение термина «Схемотехника».

Наука (или искусство) о построении разнообразных по функциям и целям электронных узлов и устройств.

2. Какие вы знаете формы представления информации.

Аналоговый и цифровой (дискретный).

3. Что такое «схемный интерфейс»?

Соглашение о значениях (диапазонах значений) физ. носителя информации допустимых при взаимном объединении схемных элементов.

4. Дайте определение понятия «Сигнал».

Переменный во времени физический процесс (носитель информации), развивающийся в линиях связи и обеспечивающий передачу информации в согласованной форме.

5. Что такое «физический носитель информации»?

Процесс (явление), одно или несколько свойств которого могут принимать технически различные значения.

6. Дайте определение термина «Схемный элемент».

Электронный (или электрический) прибор или функционально законченный узел, пригодный к объединению в соответствии с правилами схемного интерфейса.

7. Перечислите специфические особенности аналоговой формы представления информации.

Способность передать бесконечно большой объем информации, принципиальная незащищенность от воздействия помех, вычисление имеют ограниченную точность.

8. Перечислите источники погрешностей представления аналогового сигнала.

Наводки, дрейфы, помехи, техн. отклонениями схемных элементов, ограниченный диапазон существования основной функции схемных элементов узлов (частотные свойства, динамика, диапазон, ограниченные мощностные характеристики), неэквивалентность реальной и идеальной функции схемных узлов (форма передаточной или частотной характеристик и т.д.)

9. Что такое «дрейф параметров схемного элемента»?

Инфранизочастотное изменение параметров схемных элементов, зависящее от температуры, влажности, ионизирующих излучений и т.д.

10. Что такое «помеха»?

Любое физическое явление, изменяющее форму сигнала или искажающее его.

11. Дайте определение АЧХ и ФЧХ.

Зависимости соответственно амплитудной и фазовой составляющей сигнала от частоты.

Частотная и фазовая характеристика являются полным описанием объекта и условием неискаженной передачи сигнала. $A = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)}$. $A(\omega)$ - ЧХ, $\varphi(\omega)$ - ФХ, ω - омега

12. Что такое «передаточная характеристика» и ее модельное представление?

Под ПХ в широком смысле понимают отношение выходной величины Y к входной X . $H = Y/X$

13. Что такое «коэффициент передачи» и способы его представления

Модуль или действительная составляющая передаточной функции задается в натуральном или логарифмическом масштабе и называется коэффициентом передачи. Коэффициент передачи определяется по току или по напряжению. $K_I = I_{вых} / I_{вх}$; $K_U = U_{вых} / U_{вх}$.

$K' = 20 \lg(K)$ в дБ или $K' = \ln(K)$ в Неперах,

или по мощности $K_p = P_{вых} / P_{вх}$. $K' = 10 \lg(K)$ Дб или $K' = 1/2 \ln(K)$ Нп.

14. Дайте определение терминам «Фазовая скорость», «групповое время задержки».

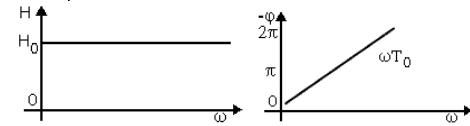
$$\text{Фазовая скорость } T_p = \frac{-\varphi(\omega) + 2\pi k}{\omega}, k = \dots -2, -1, 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{Групповое время задержки } T_G = -\frac{d\varphi(\omega)}{d\omega}$$

15. Чем отличаются «линейные» искажения от «нелинейных»?

Линейные искажения – изменение формы сигнала во времени, вызываемое различными условиями передачи его частотных составляющих.

16. Изобразите АЧХ и ФЧХ идеальной линейной системы.



17. Дайте определение импульсной и переходной характеристик.

$$h(t) = \frac{Y(t)}{v(t)} \text{ - импульсная характеристика (реакция на единичный импульс)}$$

$$g(t) = \frac{Y(t)}{\sigma(t)} \text{ - переходная характеристика (реакция на единичный скачок)}$$

18. Дайте определение активного и пассивного компонентов электронной схемы.

Активный элемент – элемент изменяющий параметры сигнала.

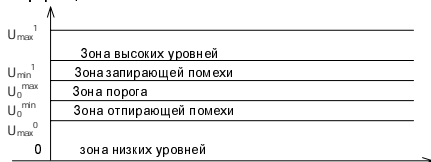
19. Приведите примеры аналогового представления информации.

Телевидение, модемы, радио.

20. В чем отличие цифрового представления от аналогового?

В аналоговой форме представления сигнала информативна каждое значение физического процесса, а при цифровой форме информативны все точки процесса.

21. Нарисуйте диаграмму напряжений, иллюстрирующую двоичное представление информации.



22. Объясните термин помехоустойчивость.

Способность логических элементов достоверно различать высокие и низкие уровни сигналов при наличии помех.

23. Почему не используют многозначное представление цифровой информации?

Физические процессы в электронных приборах протекают непрерывно, транзистор не знает, что он должен реализовать некоторое цифровое представление информации. С целью обеспечения любой наперед заданной точности введены специальные зоны, значения сигнала в которых однозначны или не определены.

24. Объясните роль порогового напряжения в цифровом представлении информации.

Зона порогового напряжения – величина не зависит от величины логических уровней, что позволяет распознавать двоичные уровни при приеме.

25. Поясните термин отпирающая помеха.

Отпирание транзистора формирователя уровня в логическом элементе при превышении порогового напряжения.

26. Как связаны соглашения о представлении цифровой информации и быстродействие элементной базы?

Импульсы (длительность = const) – низкое быстродействие, потенциалы (длительность = var) – высокое.

ГЛАВА 2. Структурные основы линейной схемотехники

1. Дайте определение термина каскад и перечислите его возможные функции.

Каскад – простейшая функционально законченная схема, дальнейшее деление которой нецелесообразно. Функции:

- усиление (ослабление) по току, напряжению или мощности
- фильтрация
- генерация гармонических или сложных сигналов
- линейные или нелинейные математические операции (сложение, умножение, интегрирование)
- специальные функции

2. Что такое каскадирование?

Схематический прием направленный на реализацию сложной функции путем последовательного и/или параллельного соединения каскадов в соответствии с соглашением схемного интерфейса (ССИ).

3. Дайте определение суммарного коэффициента усиления многокаскадной схемы

Если каскады соединены последовательно, то суммарный коэффициент – произведение всех коэффициентов и межкаскадных коэффициентов передачи; если параллельно, то суммарный коэффициент – сумма.

4. Опишите особенности цепей межкаскадной передачи сигнала.

КМП учитывает ослабление сигнала при межкаскадной передаче из-за ненулевого выходного сопротивления каждого из них.

Особенности:

- наряду с коэффициентом передачи определяют АЧХ многокаскадной схемы
- функция КМП нелинейна (это надо учитывать при построении нелинейных математических блоков)

5. Что такое непосредственная связь и где она применяется?

Когда каскады связаны без использования реактивных элементов, в этом случае коэффициент межкаскадной передачи частотонезависим. (неприятно то, что при этом возникает возможность изменения положения рабочей точки при каскадировании, что определяет специфику применения).

6. Нарисуйте обобщенную схему узла, охваченного ОС и напишите выражение для коэффициента передачи линейного блока с ОС.



7. Дайте классификацию ОС.

Различают отрицательную и положительную, по току и напряжению, последовательную и параллельную.

8. Дайте определение и схему параллельной ОС по напряжению.

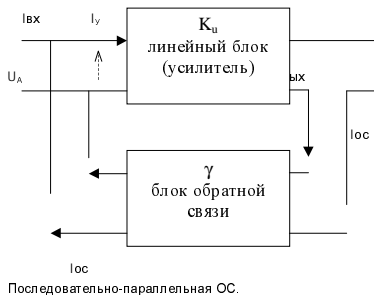


Параллельно-параллельная ОС.

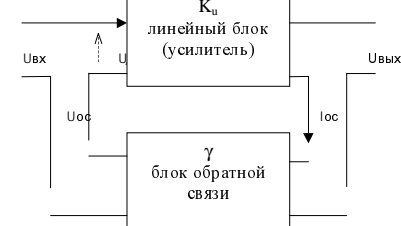
9. Дайте определение и схему параллельной ОС по току.



10. Дайте определение и схему последовательной ОС по напряжению.



11. Дайте определение и схему последовательной ОС по току.



Последовательно-последовательная ОС.

12. Определите положительную и отрицательную связь.

Выходной ток или напряжение такой связи имеет знак (фазу) совпадающий(+) или несовпадающий(-) со знаком (фазой) входного напряжения или тока.

13. Определите коэффициент передачи по цепи ОС и глубину ОС.

Положительная обратная связь: $K_n^+ = K_u / (1 - K_u \gamma)$.
Глубина: $G = U_{вых} / U_{вх} (U_{вх} \neq 0, U_{вых} - \text{напряжение на входе})$.

14. Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с параллельной ООС по напряжению.

$$K_n = \frac{1 / R_1 g^{oc}}{1 + \frac{R_{вх} + R_n}{K_u R_n} \left(1 + \frac{1}{R_1 g^{oc}} + \frac{1}{R_{вх} g^{oc}} \right)}$$

15. Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с параллельной ООС по напряжению.

$Z_{вх} = Z'_{вх} / (1 + K_u)$ ($Z'_{вх}$ – входной соимпеданс схемы без ОС). При исп. во вх. цепи источника напр. и сопротивления R_1 , $Z_{вх}$ всей схемы в целом будет определяться только R_1 .
 $Z_{вых} = Z_{нагрузки} / (1 - K_u \gamma)$

16. Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного параллельной ООС по напряжению?

Действие рассматриваемой ОС приводит к уменьшению результирующего входного сопротивления в $(1 + K_u)$ раз (эф. Миллера), а выходного в $(1 - K_u \gamma)$ раз.

17. Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с последовательной ООС по напряжению.

$K_n = U_{вых} / U_{вх} = K_u / (1 + K_u K_u \gamma)$ (если $K \rightarrow \infty$, то $K_n = 1 + R_2 / R_1$)

18. Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с последовательной ООС по напряжению.

$Z_{вх} = Z'_{вх} / (1 + K_u)$ ($Z'_{вх}$ – входной соимпеданс схемы без ОС).
 $Z_{вых} = Z'_{вых} / (1 - K_u \gamma)$

19. Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного последовательной ООС по напряжению?

Действие рассматриваемой ОС приводит к уменьшению результирующего входного сопротивления в $(1 + K_u)$ раз (эф. Миллера), а выходного в $(1 - K_u \gamma)$ раз.

20. Дайте определение термина "Устойчивость".

Устойчивость – свойство линейной схемы сохранять свою функцию при любых значениях входных (выходных) сигналов, допустимых в соответствии с соглашениями схемного интерфейса.

21. В каких системах в принципе не может быть потеряна устойчивость?

Явление нарушения устойчивости не присуще для систем без ОС (обр. связи). Однокаскадный усилитель с резисторной ОС абсолютно устойчив. Устойчив и двухкаскадный усилитель с чисто резисторной ОС, поскольку у них поворот фазы не достигает 180° .

22. Дайте условие самовозбуждения линейной схемы.

Самовозбуждение возможно, если коэффициент передачи в петле ОС становится равным единице и меняет знак.

Самовозбуждение колебаний с частотой ω возможно лишь в том случае, когда знаменатель выражения передаточной функции линейного блока с ОС для реальных частот ω становится равным 0:

$$1 + \overline{K_u(p)} \cdot \overline{\gamma(p)} = 0 \quad \overline{K_u(p)} \cdot \overline{\gamma(p)} = -1$$

$$\overline{K_n(p)} = \frac{K_u(p)}{1 + \overline{K_u(p)} \cdot \overline{\gamma(p)}}$$

23. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (положение нулей полюсов).

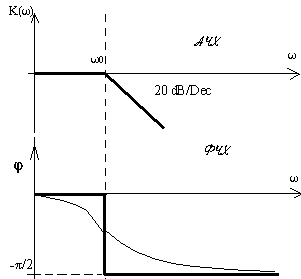
$$K(\omega) = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{\omega \cdot C R_{вых}} \cdot \frac{1}{R_{вых} + \frac{1}{\omega \cdot C}} = \frac{1}{\omega \cdot C R_{вых}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\omega \cdot C R_{вых}}}$$

Ноль - при $\omega \rightarrow \infty$, полюс - при $\omega = 1 / RC$

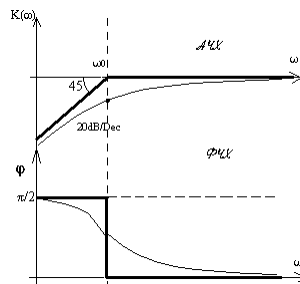
24. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (положение нулей полюсов).

Ноль - при $\omega = 0$, полюс - при $\omega = 1 / RC$

25. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (диаграмма Бode).



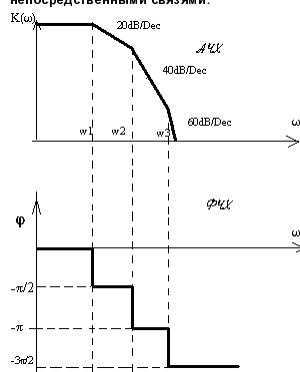
26. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (диаграмма Бode).



27. Нарисуйте диаграмму Бode для двухкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями.

АЧХ: $K(\omega) = \text{const}$
ФЧХ: $\varphi(\omega) = 0$

28. Нарисуйте диаграмму Бode для трехкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями.



29. Нарисуйте диаграмму Бode для двухкаскадного линейного усилителя с емкостными связями.

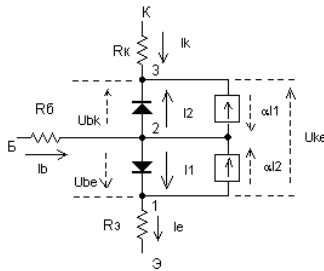
См. для трехкаскадного. Внести коррекцию:
АЧХ – последний отрезок имеет темп спада 40 dB/Dec;
ФЧХ – поворот фазы до -pi (две ступени)

30. Приведите пример коррекции частотной характеристики двухкаскадного линейного усилителя.

- Введение ОС;
- включение корректирующих емкостей в одном из каскадов.

ГЛАВА 3. Схематические компоненты

1. Нарисуйте эквивалентную схему замещения биполярного транзистора в статике (Эберса-Молла).



2. Напишите аналитическое выражение для тока р-п перехода.

$$I_1 = I_{сб0}(e^{U_{бк}/\varphi_T} - 1) \quad I_2 = I_{кб0}(e^{U_{бе}/\varphi_T} - 1)$$

где $I_{сб0}$ – обратный ток эмиттера при $U_{бк}=0$, $I_{кб0}$ – обратный ток коллектора при $U_{бе}=0$, $\varphi_T = KT/\varphi$

3. Определите величину тока через р-п переход при 20°C , если напряжение на переходе 0,6В, а обратный ток 1мкА.

$$I_{pn} = I_0(e^{U/\varphi_T} - 1) \Rightarrow I_{pn} = 1 \cdot 10^{-6}(e^{0.6/0.025} - 1) \approx 26500 \text{ A}$$

4. Напишите аналитическое выражение для температурного потенциала и укажите его численное значение при нормальной температуре для кремния.

$\varphi_T = KT/\varphi$ (K – постоянная Больцмана, φ – заряд электрона, T – абсолютная температура). Для кремния при нормальной температуре (20°C) $\varphi_T \approx 25\text{мВ}$.

5. Перечислите режимы работы биполярного транзистора

нормальный активный, инверсный активный, режим насыщения, режим отсечки

6. Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОБ

$$\text{коэффициент усиления по току } k_I = \frac{\Delta I_{вых}}{\Delta I_{вх}} \approx \frac{I_k}{I_b} \approx \frac{\beta}{1+\beta} = \alpha \approx 1$$

$$\text{коэффициент усиления по напряжению } k_U = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = \frac{E_n - \Delta I_k R_k \parallel r_{сз}}{-\Delta I_b R_b}$$

$$I_c = \beta I_b$$

$$k = \frac{\beta R_k \parallel r_{сз}}{r_{бз} I_b} = \beta \frac{R_k \parallel r_{сз}}{r_{бз} (R_b + r_{сз})}$$

7. Дайте выражение для входных выходных сопротивлений в схеме с ОБ

$$\text{входное сопротивление } R_{вх} = \frac{\Delta U_{вх}}{\Delta I_{вх}} \approx \frac{\varphi_T}{I_b} \approx \frac{r_{бз}}{\beta}$$

$$\text{выходное сопротивление } R_{вых} = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta I_{вых}} \approx \frac{I_c R_k \parallel r_{сз}}{I_c} \approx R_k \parallel r_{сз}$$

8. Напишите выражение, связывающее ток коллектора и ток базы в схеме с ОЭ

$$I_c = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_b + \frac{I_{сз1}}{1-\alpha}$$

отношение $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ будем называть коэффициентом передачи по току в схеме с общим эмиттером

$$-\beta = \frac{I_c}{I_b}. \text{ Тогда } I_c = \beta I_b + (1+\beta)I_{сз1}$$

9. Напишите выражение для напряжения на переходе база-эмиттер при нулевом входном токе

$$U_{бз} = \varphi_T \ln \frac{(1-\alpha)(I_{сз1} + I_{бз1})}{I_{бз1}} = \varphi_T \ln(1 + \frac{\beta}{\alpha})$$

10. Определите выражения для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОЭ (нормальный активный режим)

$$\text{усиление по напряжению } k_U = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = \frac{E_n - \Delta I_c R_k \parallel r_{сз}}{\Delta I_b R_b} = -\beta \frac{R_k}{r_{бз} + R_b \parallel r_{сз}}$$

$$\text{при } r_{сз} \gg R_k \quad k_U = -\beta \frac{R_k}{r_{бз}} \quad \text{усиление по току } k = \frac{\Delta I_{вых}}{\Delta I_{вх}} = \frac{I_c}{I_b} \approx \beta$$

11. Дайте выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОЭ (нормальный активный режим)

$$\text{входное сопротивление } R = \frac{\Delta U_{бз}}{\Delta I_b} = \frac{\varphi_T [1 + \beta(1-\alpha)]}{I_b [1 + \beta(1-\alpha)] + (1+\beta)I_{сз1} + I_{бз1}} \approx \frac{\varphi_T}{I_b} = r_{бз}$$

$$\text{выходное сопротивление } R = \frac{R_k}{1 + \frac{R_k}{r_{сз}}} \approx R_k$$

12. Укажите значение потенциалов на электродах биполярного транзистора в режиме насыщения (ОЭ).

$$\varphi_{сз} < \varphi_T \text{ при технической границе насыщения } U_{сз} = 0,5 \dots 0,6 \text{ В}$$

$$U_{бз} > 0 \quad U_{сз} < 0 \quad \text{п-п транзистор}$$

$$U_{бз} < 0 \quad U_{сз} > 0 \quad \text{р-п транзистор}$$

13. Напишите выражение для коэффициента насыщения

$$S = \frac{I_b}{I_{бн}}$$

14. Сравните величины входных сопротивлений биполярного транзистора (ОЭ) в нормальном активном режиме и режиме насыщения

Сопротивление $R_{вх}$ транзистора в β раз меньше входного сопротивления транзистора в активной области

15. Напишите выражение, определяющее напряжение база-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЭ)

$$U_{бз} = U_{бн} - m\varphi_T \ln S$$

16. Напишите выражение, определяющее напряжение коллектор-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЭ)

$$U_{кз} = m\varphi_T \ln \frac{\alpha[I_b + (1-\alpha)I_k]}{\alpha[I_b - (1-\alpha)I_k]}$$

17. Определите величину границы режима отсечки

Границей режима отсечки является обратное напряжение (напряжение отсечки) на переходе база-эмиттер, при котором $I_b = 0$

$$U_{отс} = -m\varphi_T \ln(1 + \beta)$$

18. Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОК

$$\text{усиление по напряжению } k = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = \frac{I_c R_k \parallel r_{сз}}{I_b R_b + I_c R_s \parallel r_{сз}} \approx \frac{1}{1 + \frac{R_s}{\beta R_k} + 1} \approx 1$$

$$\text{усиление по току } k = \frac{\Delta I_{вых}}{\Delta I_{вх}} = \frac{\beta + 1}{1 + \frac{R_s}{R_k}} \approx \beta$$

19. Напишите выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОК

$$\text{входное сопротивление } r_{вх} = r_{бз} + \beta R_k$$

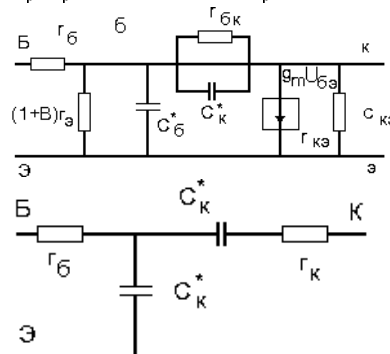
$$\text{выходное сопротивление } r_{вых} = \frac{R_s \parallel r_{бз} (R_b + r_{бз})}{\beta R_s + R_b + r_{бз}} \approx R \parallel \frac{r_{бз} + R_s}{\beta}$$

20. Перечислите причины, определяющие динамические характеристики каскадов на основе биполярных транзисторов

Для схем, работающих в активном режиме, чаще всего рассматривают частотную характеристику коэффициента передачи по току (α или β), определяемую:

- инерционностью процессов переноса носителей в транзисторной структуре
- наличием реальных электрических емкостей переходов (смещенных прямо или обратно) и конечным значением внутренних сопротивлений
- эффектами накопления и рассеивания зарядов (особенно существенны при анализе ключевых схем)

21. Нарисуйте эквивалентную схему биполярного транзистора, определяющую динамические характеристики схем на его основе в режиме отсечки и нормальном активном режиме



а) активный режим

б) режим отсечки

22. Проведите классификацию полевых транзисторов

Существуют 2 большие группы полевых транзисторов:

- полевые транзисторы с управляющим р-п переходом (JFET – Junction Field Effect Transistor), в которых изоляция канала от источника управляющего напряжения обеспечивается обратным смещением р-п переходом;
- полевые транзисторы с МДП структурой (MOSFET, MISFET – Metal Oxide (Insulator) – Semiconductor Field Effect Transistor), где изоляция обеспечена диэлектрическими свойствами двуокиси кремния (чаще всего), отделяющей канал от электрода затвора. В свою очередь у МДП транзисторов существуют 2 разновидности:
 1. со встроенным (созданным технологически каналом)
 2. с индуцированным (внешним полем) каналом

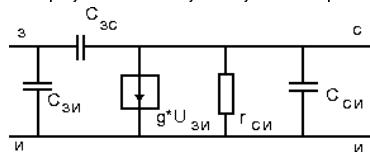
23. Дайте определение терминов «крутизна» и «удельная крутизна» для полевого транзистора

коэффициент пропорциональности g_m называется удельной крутизной и определяется либо из

$$\text{характеристик транзистора } (g_m = \frac{2I_c^*}{(U_{зс} - U_0)^2}, \text{ где } I_c^* \text{ ток стока при } U_{зс} - U_0 = 2U_0 \text{ для}$$

транзистора с индуцированным каналом и $U_{\text{зи}} = 2U_0$ для транзистора со встроенным каналом), либо из его топологии и параметров полупроводника ($g_0 = \frac{\mu_0 C_1}{l_s}$, где μ_0 – подвижность носителей в полупроводнике, C_1 – удельная емкость затвора, l_s – длина канала и размерность $g_0 \frac{A}{B^2}$). Необходимо отметить, что полевой транзистор может получать управление не только со стороны затвора, но и со стороны подложки. При этом вводят величину g_a – крутизну управления по подложке, которая меньше крутизны управления по затвору $g = \frac{\partial I_c}{\partial U_{\text{зи}}} = g_0 U_{\text{зи}}$.

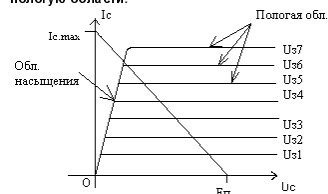
24. Нарисуйте эквивалентную схему полевого транзистора



25. Напишите выражения для тока стока полевого транзистора в крутой и пологой областях

Крутая область стоквой характеристики:
 $I_c = g_0((U_{\text{зи}} - U_0)U_{\text{си}} - (U_{\text{си}}^2/2))$ при $|U_{\text{си}}| < |U_{\text{зи}} - U_0|$
 Пологая область стоквой характеристики:
 $I_c = g_0(U_{\text{зи}} - U_0)^2/2$ при $|U_{\text{си}}| \geq |U_{\text{зи}} - U_0|$
 Где $U_{\text{зи}}$ – напряжение затвор-исток;
 g_0 – удельная крутизна;
 $U_{\text{си}}$ – напряжение между стоком и истоком;
 U_0 – пороговое напряжение

26. Нарисуйте стоквую характеристику полевого транзистора. Определите крутую и пологую области.



27. Напишите выражения определяющие значения удельной крутизны полевого транзистора, исходя из значений токов и напряжений определяющих коэффициент усиления каскада с ОИ. Информация отсутствует.

29. Запишите выражение для коэффициента передачи по напряжению истокового на кремниевом МДП транзисторе (потенциал подложки = 0).

Вариант включения А:

$$K_u(\omega) = (g + j\omega C_{\text{зи}})(1/R + 1/r_{\text{св}} + g + j\omega(C_{\text{зи}} + C_{\text{си}}))$$

Где g_0 – крутизна транзистора на подложке, $C_{\text{зи}}$ – емкость подложка-исток.

Вариант включения Б:

$$K_u(\omega) = (g + j\omega(C_{\text{зи}} + C_{\text{си}}))(1/R + 1/r_{\text{св}} + g + j\omega(C_{\text{зи}} + C_{\text{си}} + C_{\text{пд}}))$$

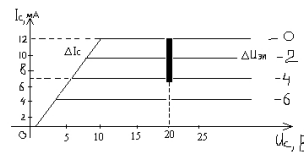
Где $C_{\text{пд}}$ – емкость подложка-сток

30. Проведите сравнительную характеристику эмиттерного повторителя и истокового повторителя.

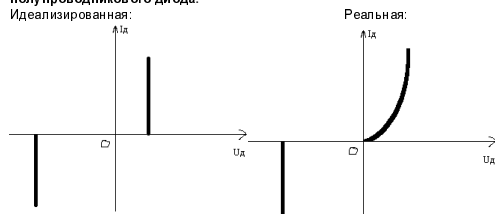
В схеме с общим эмиттером, управляющее напряжение прикладывается к участку база – эмиттер, выходной сигнал снимается с резистора нагрузки, включенного в эмиттерную цепь. Для этой схемы отсутствует режим насыщения, поскольку потенциал коллектора никогда не может быть потенциала базы. Коэффициент усиления по напряжению = 1. В схеме истокового повторителя выходной импеданс низкий, а инвертирования нет. Коэффициент усиления по напряжению всегда < 1. транзистор может находиться в крутой и пологой областях стоквой характеристики. Проводя аналогию с биполярным транзистором, крутая область стоквой характеристики соответствует области насыщения, а пологая – линейной области усиления.

31. Проиллюстрируйте графически методику определения крутизны полевого транзистора по его стоквым характеристикам.

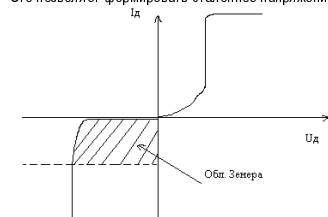
Крутизну g определяют для конкретных значений $U_{\text{зи}}$ и I_c , исходя из $g = \Delta I_c / \Delta U_{\text{зи}}$ при $U_c = \text{const}$



32. Нарисуйте идеализированную и реальную вольт – амперные характеристики полупроводникового диода.



33. Где используется Зенеровский пробой в полупроводниковых диодах. Используется в стабилизаторах. Динамическое сопротивление в области Зенера практически равно нулю. Это позволяет формировать эталонное напряжение.



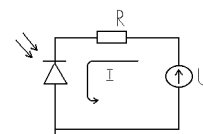
34. Опишите особенности изготовления интегральных полупроводниковых диодов. Интегральный полупроводниковый диод изготавливается на монокристалле кремния, который достигает в длину до 1-5 м. Охваченный кристалл кремния электрически нейтрален и обладает весьма малой проводимостью. Электронная проводимость организуется за счет внесения донорских примесей, которые могут отдавать электроны.

35. Опишите особенности диодов Шоттки.

1. Отсутствие инжекции неосновных носителей при прямом смещении, и, как следствие, отсутствие явления накопления и рассасывания этих носителей;
2. инерционность обусловлена только барьерной емкостью контакта и может быть малой при малых размерах диода (время подключения менее 0.1 нс);
3. падение напряжения в прямом направлении (=0.4 В) в два раза меньше, чем на р-п переходе при одном и том же токе, обратные токи малы;
4. вольт – амперная характеристика диодов Шоттки имеет строго экспоненциальную зависимость прямого падения напряжения от рабочего тока, позволяет использовать их в специальных схемах высокоточных логарифматоров.

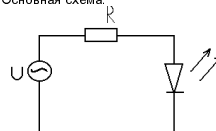
36. Фотодиод. Определение и основная схема включения.

Фотодиод является р-п диодом, область р-п перехода которых освещается внешним источником света. Основная схема:

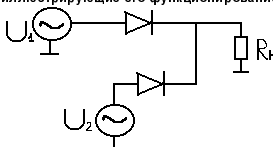


37. Светодиод. Определение и основная схема включения.

Светодиод работает на излучение света в прямом направлении. Основная схема:



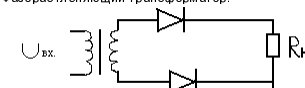
38. Нарисуйте схему двухполупериодного выпрямителя и эюры напряжений иллюстрирующие его функционирование.



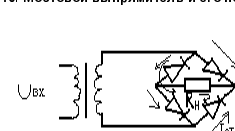
Нарисуйте $U_{\text{вх}}$ как график синуса $(B; t)$: $u \in [-4.5, 4.5]$ х с
 а $U_{\text{вых}}$ как модуль того же графика.

39. Подключение двухполупериодного выпрямителя к силовому трансформатору.

Фазорасщепляющий трансформатор:



40. Мостовой выпрямитель и его подключение к силовому трансформатору.



41. Дайте определение ограничителей и их классификацию.

Под ограничителем обычно понимают узел, фиксирующий выходное напряжение на постоянном уровне при выполнении одного из условий:

$U_{\text{вых}} = U_{\text{огр}}$ при $U_{\text{вх}} > U_{\text{огр}}$
 $U_{\text{вых}} = U_{\text{огр}}$ при $U_{\text{вх}} < U_{\text{огр}}$

$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}}$ при $U_{\text{вх}} < U_{\text{огр}}$
 $U_{\text{вых}} = U_{\text{огр}}$ при $U_{\text{вх}} > U_{\text{огр}}$

Бывают ограничители двух типов:

- 1) последовательные
- 2) параллельные

Схема последовательного:

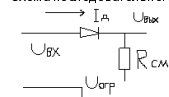
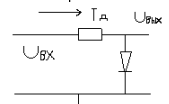


Схема параллельного:



42. Нарисуйте схемы параллельного и последовательного ограничителей и эюры напряжений, иллюстрирующие их работу.

Схема параллельного ограничителя:

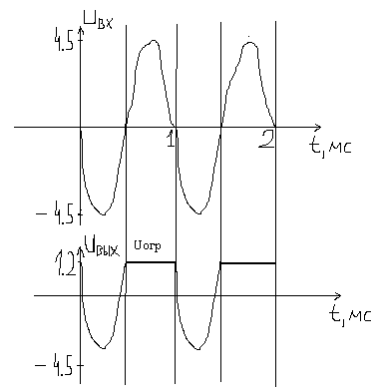
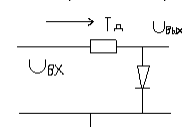
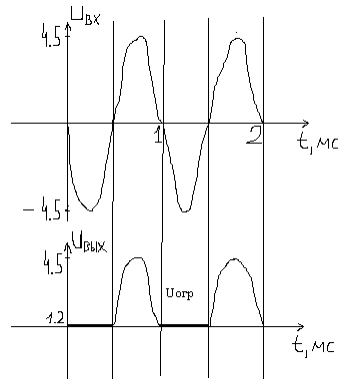
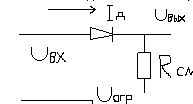


Схема последовательного ограничителя:

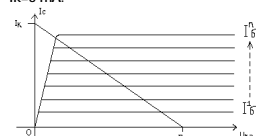


ГЛАВА 4. Линейные каскады

1. Дайте определение термина «рабочая точка».

Рабочая точка определяется совокупностью значений постоянных токов базы и коллектора, а также напряжением коллектора. Эта точка находится на нагрузочной прямой, построенной на семействе коллекторных прямых характеристик биполярного транзистора.

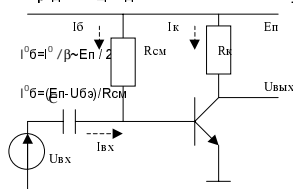
2. Постройте нагрузочную линию на семействе коллекторных характеристик при $E_p = 12 \text{ В}$ и $I_k = 5 \text{ мА}$.



3. Дайте определение положения рабочего диапазона выходных токов на нагрузочной линии.

Совокупность значений постоянных токов базы и коллектора, а также напряжение коллектора. ???
 Хер его знает. ???

4. Нарисуйте схему простейшего однокаскадного RC усилителя и выражение, определяющее для этой схемы величину начального тока базы.



5. Опишите последовательность действий при выборе начального положения рабочей точки.

1. Выбор транзистора (коэф. передачи по току β , предельно допуст. напряж. коллект. $U_{к \text{ доп.}}$, пред. допуст. рассеиваем. мощность на коллект. транз. $P_{\text{мах}} = U_{\text{вых}}^{\text{макс}} \cdot I_{к \text{ мах.}}$, граничная частота усиления).
2. Выбор напряж. источника питания (не более $0.7-0.8 U_{к \text{ доп.}}$, не менее $2.0-2.5 [U_{\text{вых}}^{\text{макс}}]$, мощность рассеиваемая на коллект. резисторе $<$ заданой мощн. усилитель. каск. $(E_p - U_{\text{вых}}^{\text{макс}})^2 / R_k < P_{\text{мах}}$).
3. Расчёт величины коллект. резистора ($R_k = [U_{\text{вых}}^{\text{макс}}] / \beta$, при $R_б = 0$, $R_k < 1/\omega \text{ сРк}$).
4. Определ. величины нулевого (нач.) уровня вых. напряж. $U_{\text{вых}}^0$ (напряж. $U_{\text{б}}^0$ э) исходя из ожидаемого уровня рабочих вых. напряж.
5. Расчёт нач. тока базы ($I_{\text{б}}^0 = (E_p - U_{\text{б}}^0) / R_{\text{б}}$), и резистора смещения $R_{\text{см}} = (E_p - U_{\text{б}}^0) / I_{\text{б}}^0$).

6. Объясните необходимость использования межкаскадных разделительных конденсаторов.

Для того чтобы в цепи базы не появился дополнительный ток от источника сигнала (а это может привести к искажению величины нач. тока смещения)

7. Опишите ограничения накладываемые на величину напряжения питания простейших однокаскадных усилителей.

Не более $0.7-0.8 U_{к \text{ доп.}}$, не менее $2.0-2.5 [U_{\text{вых}}^{\text{макс}}]$, мощность рассеиваемая на коллект. резисторе $<$ заданой мощн. усилитель. каск. $(E_p - U_{\text{вых}}^{\text{макс}})^2 / R_k < P_{\text{мах}}$

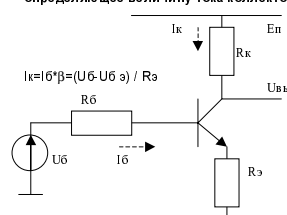
8. Из каких соображений определяется величина коллекторного резистора однокаскадного линейного усилителя.

Из требуемого коэф. усиления $R_k = [U_{\text{вых}}^{\text{макс}}] / \beta$, при $R_б = 0$, или из ограничений связ. с потребл. мощностью. Если задано знач. частоты среза в област. и верх. частот, то предел. знач. величины колл. резист. $\Rightarrow R_k < 1/\omega \text{ сРк}$

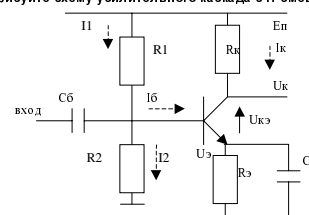
9. Из каких соображений определяется параметры биполярного транзистора для однокаскадного линейного усилителя.

Коэф. передачи по току β , предельно допуст. напряж. коллект. $U_{к \text{ доп.}}$, пред. допуст. рассеиваем. мощность на коллект. транз. $P_{\text{мах}} = U_{\text{вых}}^{\text{макс}} \cdot I_{к \text{ мах.}}$, граничная частота усиления.

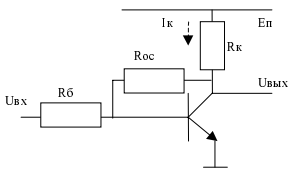
10. Нарисуйте схему усилительного каскада с последовательной ОС по току и выражение, определяющее величину тока коллектора.



11. Нарисуйте схему усилительного каскада с Н-смещением.



12. Нарисуйте схему линейного одиночного каскада усиления на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.



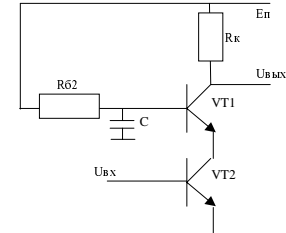
13. Напишите выражение, определяющее коэф. усиления линейного одиночного каскада усиления на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.

$$K_u = - \frac{1}{\frac{R_{б.э} + R_{б}}{R_{oc}} + \frac{R_{б.э}}{\beta(R_k \parallel R_{oc} \parallel R_{б.э})}} \approx - \frac{R_{oc}}{R_{б}}$$

14. Напишите выражение, определяющее величину входного сопротивления линейного одиночного каскада усиления на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.

$$R_{bx} = R_{б} + \left(\frac{R_{б.э} + R_{б}}{\beta(R_k \parallel R_{oc} \parallel R_{б.э})} R_{oc} \parallel R_{б.э} \right) \approx R_{б}$$

15. Нарисуйте схему каскодного усилителя, и выражение, определяющее величину коэф. усиления.



Если транзисторы примерно одинаковы, то коэф. усиления по напряж. схемы на основе VT1 равен 1, поскольку коллект. нагрузкой VT1 служит сопротивл. эмиттер-база VT2 (это означает, что входная емкость мала, т.к. мал эффект Миллера), а общее усиление по напряж. опред.

$$K_u = -\beta \cdot R_k / R_{б2}$$

16. Напишите отличительные особенности каскадной схемы линейного усилителя.

Входной транзистор работает с ОЭ, где сопротивлением нагрузки служит входное сопротивл. схемы с ОЭ- Rб2 / β

Если транзисторы примерно одинаковы, то коэф. усиления по напряж. схемы на основе VT1 равен 1, поскольку коллект. нагрузкой VT1 служит сопротивл. эмиттер-база VT2 (это означает, что входная емкость мала, т.к. мал эффект Миллера), а общее усиление по напряж. опред.

$$K_u = -\beta \cdot R_k / R_{б2}$$

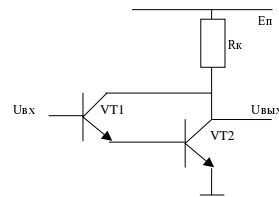
21

Такая каскадная схема воплощает в себе достоинства схемы с ОЭ, у которой большое входное сопротивление и одновременно при малой входной емкости.

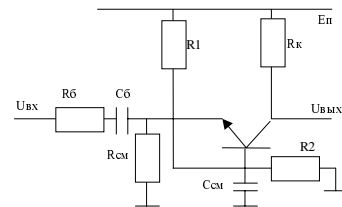
17. Нарисуйте схему усилителя Дарлингтона и выражение, определяющее величину коэф. усиления.

В этой схеме параметры одиночного транзистора не обеспечивают нужных характеристик усилительного каскада т.е. коэф. усиления.

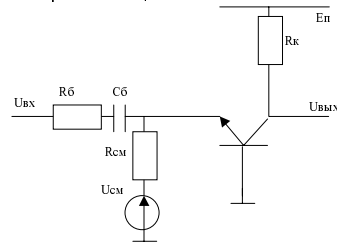
Коэф. передачи по току: β=β1β2



18. Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и Н-смещением.



19. Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и независимым источником напряжения смещения. Величина начального тока эмитера.



22

$$I_{э}^0 = \frac{U_{cm} - U_{э.б}}{R_{cm}}$$

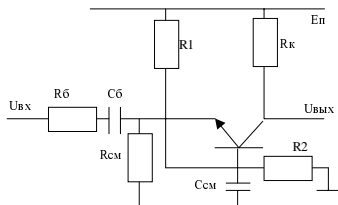
20. Укажите обстоятельство, благодаря которому в линейном каскаде усиления в схеме ОБ нет необходимости стабилизировать начальное положение рабочей точки.

Величина начального тока эмиттера при β>>1

$$I_{э}^0 = \frac{U_{cm} - U_{э.б}}{R_{cm}}$$

I⁰э не зависит от β, а следовательно, нет необходимости вводить ОС для стабилизации рабочей точки при изменении β

21. Нарисуйте схему линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.



22. Укажите коэффициент передачи по напряжению линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.

$$K_u = - \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} = - \frac{I_k R_k \parallel R_{кб}}{U} = - \frac{g U R_k \parallel R_{кб}}{U} = - g R_k \parallel R_{кб}$$

где g-крутизна усиления полевого транзистора g=ΔIк/ΔU

P.S. Я бы это не списывал (бить морду - Sheik Off A)

23. Перечислите обстоятельства, определяющие полную величину эмиттерного резистора схемы с ОК.

Исходным пунктом в процедуре определения величины начального тока базы является задание величины эмиттерного резистора (нагрузка эмиттерного повторителя). При использовании емкостных связей между каскадами линейного усилителя Rэ представляет полное сопротивление нагрузки по постоянному току. В случае использования непосредственных связей между каскадами, что часто бывает при использовании эмиттерного повторителя в современных схемах, полное сопротивление нагрузки Zэ = Rэ||Zвх. Исходя из этого, конкретное значение эмиттерного резистора определяется с одной стороны необходимой величиной входного сопротивления рассматриваемого каскада, с другой — допустимым током коллектора и положением рабочей точки на статической коллекторной характеристике. (Стр. 88)

24. Напишите выражение, определяющее величину резистора смещения линейного каскада с ОК

$$R_{см} = \frac{E_{п} - U_{э.б} - (1 + \beta) I_{э} R_{п}}{I_{э}^0} = \frac{E_{п} - U_{э.б} - U_{э.б}}{I_{э}^0}, \text{ где } I_{э}^0 = I_{э}^0 / \beta \text{ или } I_{э}^0 = E_{п} / (2 R_{п.см} \beta)$$

(Стр. 88)

23

25. Каким образом можно избежать нелинейных искажений в эмиттерном повторителе при динамическом уменьшении эмиттерной нагрузки?

При динамическом уменьшении эквивалентного эмиттерного резистора, будет ощущаться недостаток коллекторного тока (ток базы ограничен сопротивлением смещения), рассчитанного из статического значения Rэ, что приведет к нелинейным искажениям выходного сигнала. Выход из этой ситуации в создании "резервного" тока базы I_б⁰ = (I_п - I_э⁰) / β, где I_п ток нагрузки. (Стр. 88)

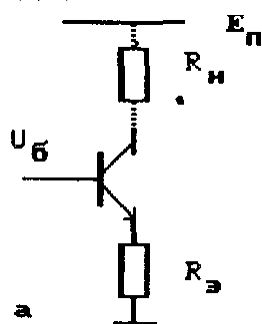
26. Каким образом можно избежать запирания транзистора эмиттерного повторителя при формировании отрицательного перепада напряжений на выходе?

Неприятная ситуация возникает при разряде емкости нагрузки через эмиттерный резистор, что бывает при формировании отрицательных перепадов напряжения на выходе. Здесь увеличение напряжения на эмиттере транзистора может привести к его запиранию, что также обуславливает появление нелинейных искажений.

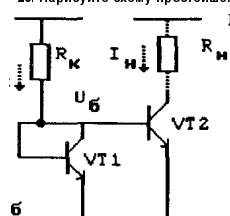
Решение этой проблемы в выборе соответствующей величины Rэ (уменьшение его по сравнению со статическим режимом) в зависимости от допустимой скорости изменения выходного напряжения. Rэ ≤ 1 / ω_{сн}, где ω_{сн} верхняя граница рабочего частотного диапазона при максимальном уровне выходного напряжения. (Стр. 88)

27. Нарисуйте схему простейшего источника тока.

(Стр. 88)



28. Нарисуйте схему простейшего токавого зеркала.



24

29. Укажите чем определяется величина КПД линейного усилительного каскада.

Под КПД усилителя будем понимать, выраженное в процентах, отношение мощности потребляемой нагрузкой к общей мощности потребляемой усилителем. КПД усилителя мощности определяется как отношение полезной мощности (выходной мощности переменного тока) к входной мощности получаемой от источника питания.

Обратите внимание, что основная часть потерь рассеиваемой мощности приходится на коллекторный и эмиттерный резисторы.

(Стр. 89-90)

30. Что такое "каскад с динамической нагрузкой"?

Концепция усилителя с динамической нагрузкой:

Необходимо таким образом изменить схему усилителя, чтобы коллекторная нагрузка изменялась согласованно с изменением коллекторного тока усилительного транзистора.

Увеличению коллекторного тока транзистора должно сопутствовать уменьшение сопротивления коллекторной нагрузки, уменьшению коллекторного тока — увеличению нагрузки.

(Стр. 90)

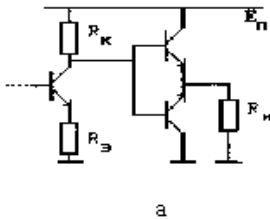
31. Определите усилители класса А, В, С.

Усилитель класса А — усилитель, начальное положение рабочей точки которого расположено в середине интервала входных токов, обеспечивающих неискаженную передачу гармонического сигнала.

Усилитель класса В — усилитель, начальное положение рабочей точки которого расположено на краю (точнее одном из краев) интервала входных токов, обеспечивающих неискаженную передачу гармонического сигнала. При этом неискаженно передается **один полупериод** входного сигнала.

Усилитель класса С — усилитель, начальное положение рабочей точки которого расположено вне интервала входных токов, обеспечивающих неискаженную передачу гармонического сигнала. Такие каскады часто называют **ключевыми**.

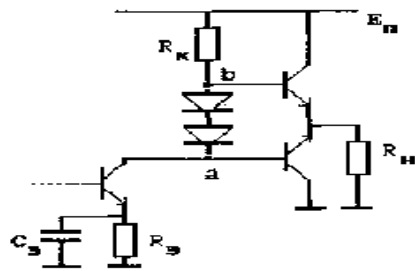
(Стр. 90)

32. За счет чего образуются искажения "ступенька" в двухтактных выходных каскадах?

а

В рассматриваемой схеме совместить рабочие точки комплементарных транзисторов в принципе невозможно из-за ненулевого падения напряжения на переходе база—эмиттер. В этом случае рабочие точки смещаются в область отсечки, что приводит к существенным нелинейным искажениям типа "ступенька".

(Стр. 91)

33. Нарисуйте схему двухтактного выходного каскада, в котором выполнена компенсация искажения ступенька.

(Стр. 92)

34. Поясните за счет каких схемных решений устраняется искажение "ступенька" в двухтактном выходном каскаде на биполярных транзисторах?

Выше (33) приведено схемное решение, обеспечивающее компенсацию сдвига положения рабочих точек за счет падения напряжения на прямо смещенных р-п переходах диодов. Возможны, конечно, и другие приемы решения проблемы "ступеньки".

(стр. 91)

35. Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса В.

Начальное положение рабочей точки расположено на краю (точнее одном из краев) интервала входных токов, обеспечивающих неискаженную передачу гармонического сигнала.

36. Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса С.

Начальное положение рабочей точки расположено вне интервала входных токов, обеспечивающих неискаженную передачу гармонического сигнала.

37. Перечислите особенности полевого транзистора, влияющие на выбор величины стокового резистора.

*****?

Полевые транзисторы имеют некоторые принципиальные отличия от биполярных:

• высокое входное сопротивление и, как следствие, исключительно малые входные токи;
• наличие двух типов полевых транзисторов — со встроенным (проводимость канала задана технологически) и индуцированным (проводимость канала задается схемой) каналами.

(стр. 93)

38. Укажите особенности различных типов полевых транзисторов, используемых в линейных усилительных каскадах, которые влияют на выбор схемы смещения.

*****?

1. Ток затворов полевых транзисторов пренебрежимо малы и, поэтому, конкретные значения резисторов в цепях смещения затвора выбираются из требования заданной величины входного сопротивления. Исключение цепи смещения (при нулевом смещении) обычно недопустимо из-за возможного изменения потенциала затвора за счет токов утечки. С другой стороны необходимое

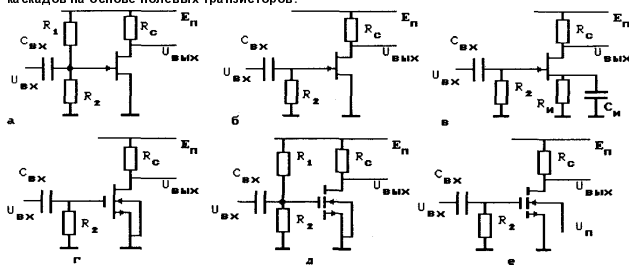
смещение в схемах с непосредственными связями может быть определено выходным потенциалом предыдущего каскада.

линейные каскады.

2. Знак напряжения смещения может совпадать со знаком напряжения питания (и обычно совпадает), но может быть и противоположным в схемах, использующих транзисторы с обобщенным каналом.

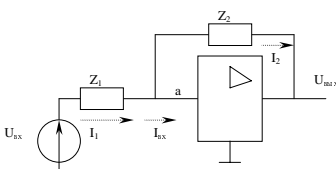
3. Потенциал подложки также может быть использован при определении положения рабочей точки (особенно в дискретных транзисторах).

(стр. 93-94)

39. Нарисуйте, по меньшей мере, две возможных схемы смещения линейных усилительных каскадов на основе полевых транзисторов.**ГЛАВА 5. Операционные усилители****1. Что такое операционный усилитель?**

ОУ — линейный усилитель удовлетворяющий ряду специфических требований:

- минимально возможная величина входного тока;
- максимально возможный коэффициент усиления разомкнутого ОУ;
- инверсия выходного напряжения, обеспечивающая реализацию отрицательной ОС;

2. Нарисуйте эквивалентную схему каскадирования линейных блоков с переменными коэффициентами передачи не вносящую систематическую погрешность.**3. Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления усилителя не бесконечно большой.**

$$K_{\text{н}} = - \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{K_u} \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1} \right)}$$

4. Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления операционного усилителя в разомкнутом состоянии и его входное сопротивление не бесконечны большие.

$$H = - \frac{Z_2 / Z_1}{1 - \frac{1}{K_u} \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1} - \frac{Z_2}{R_{\text{вх}}} \right)}$$

5. Перечислите схемные требования, предъявляемые к ОУ.

- минимально возможная величина входного тока;
- максимально возможный коэффициент усиления разомкнутого ОУ;
- инверсия выходного напряжения, обеспечивающая реализацию отрицательной обратной связи.

6. Сформулируйте частотные требования к ОУ.

Частотный диапазон ОУ обязательно должен включать в частотные характеристики область постоянных значений, т.е. нулевую частоту.

7. Сформулируйте требования к линейному диапазону выходных напряжений ОУ.

- максимально большой диапазон представления машинных переменных;
- линейность передаточной характеристики во всем диапазоне представления, обеспечивающую заданную точность;
- совпадение «математического» и «машинного» нуля;
- одновременность машинной переменной, что неизбежно приводит к использованию симметричного питания.

8. Что такое «коэффициент ослабления синфазного сигнала»?

Отношение коэффициента усиления дифференциального (разностного) сигнала к коэффициенту усиления синфазного (одинакового) сигнала при разомкнутой ОС.

9. Что такое «машинный ноль»?

учить третья надо было...

10. Что такое «скорость нарастания выходного сигнала ОУ»?

Максимальная скорость изменения выходного напряжения при подаче на вход идеального перепада напряжения. Определяется, постоянными времени коллекторных цепей дифференциального каскада и мощностью дифференциального каскада.

11. Что такое «напряжение смещения ОУ»?

Величина входного напряжения, которое должно быть приложено ко входам схемы, чтобы выходное напряжение стало равным нулю. Это требование связано с требованием минимизации «дрейфа нуля».

12. Что характеризует разность входных токов ОУ?

Характеризует симметричность дифференциального каскада на входе ОУ.

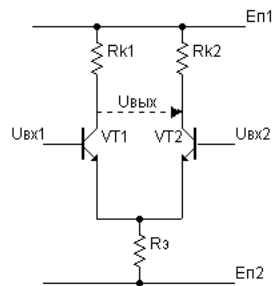
13. Перечислите причины дрейфа нуля ОУ.

- изменение параметров элементов при изменении температуры;
- изменение параметров с течением времени;
- внешние ионизационные и электромагнитные воздействия.

14. Сформулируйте общую идею параметрической компенсации дрейфа нуля ОУ.

Компенсация – вычитание из реального сигнала известной постоянной или переменной компоненты сигнала.
В компенсационных схемах выходной сигнал представляется в виде разности полезного сигнала, включающего дрейфовые компоненты, и вспомогательного сигнала, содержащего только дрейфовые компоненты.

15. Нарисуйте схему простейшего дифференциального каскада.



16. Поясните необходимость использования эмиттерной связи в дифференциальном каскаде.

Чтобы обеспечить одинаковые начальные токи коллекторов транзисторной пары.

17. Запишите выражение для коэффициента усиления плеча дифференциального каскада.

$$k_a = \frac{\beta R_k}{r_{e1} + (1 + \beta)(r_{e2} + R_{k2})}, \text{ где } r_{e2} = r_{e2} + \frac{r_{e2}}{1 + \beta}$$

18. Объясните, почему большая величина эмиттерного резистора дифференциального каскада не приводит к существенному уменьшению величины коэффициента усиления этого каскада.

Правое плечо ДК по отношению к точке соединения эмиттеров транзисторов включено по схеме с ОБ. Поэтому эмиттерный резистор шунтируется малым входным сопротивлением правого плеча.

19. Запишите выражение, определяющее значение дифференциального коэффициента передачи дифференциального каскада.

$$k_o = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_o} = \frac{\beta R_k}{r_{e2}}$$

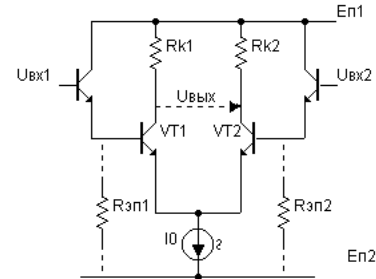
20. Запишите выражение, определяющее значение синфазного коэффициента передачи дифференциального каскада.

$$k_c = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_c} = \frac{R_k}{2R_s}$$

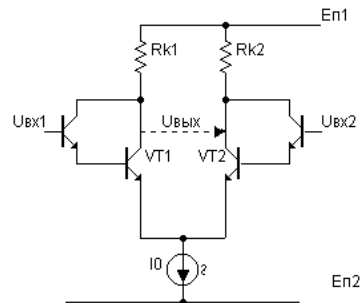
21. Запишите выражение, определяющее значение коэффициента ослабления передачи синфазной составляющей дифференциального каскада.

$$k_{осл} = \frac{k_o}{k_c}$$

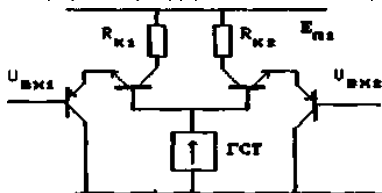
22. Нарисуйте схему дифференциального каскада с эмиттерным повторителем на входе.



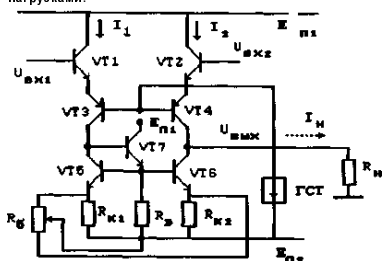
23. Нарисуйте схему дифференциального каскада, использующего схему Дарлингтона.



24. Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения.



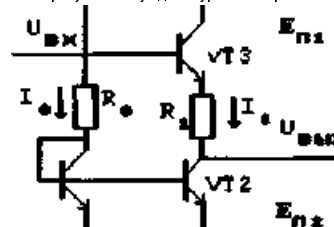
25. Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения с динамическими нагрузками.



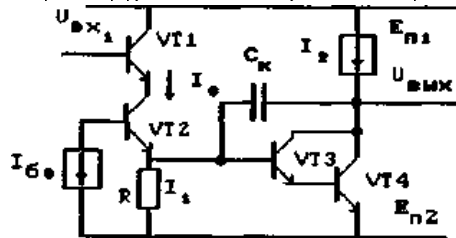
26. Укажите особенности использования полевых транзисторов в дифференциальных каскадах.

Полевые транзисторы часто используются как истоковые повторители на входах дифференциальных каскадов.

27. Нарисуйте схему сдвига уровня напряжения.



28. Проиллюстрируйте изменение АЧХ двухкаскадного ОУ при введении полной коррекции.

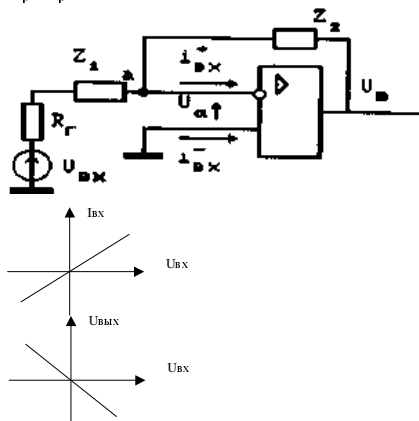


Где Ск коррект. емкость (15-30нФ)
полная кор.- абсолютная устойчивость при любых коэффициентах передачи

29. Проиллюстрируйте изменение АЧХ трехкаскадного ОУ при введении полной коррекции.

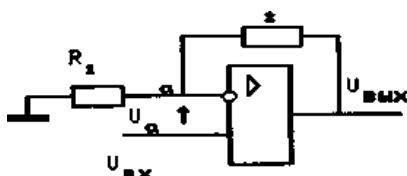
30. Укажите место установки корректирующей емкости в двухкаскадном ОУ.
Корректирующий конденсатор может изготавливаться вместе с ОУ или подключаться извне.

31. Нарисуйте инвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики.



32. Что ограничивает (в основном) линейный диапазон выходной характеристики инвертирующего ОБ?
от $I_{вх}$ и Z_2 , что в конечном итоге сводится к конечной величине тока выходного каскада ОУ, исходя из нее рассчитывают резистор обр. св. (Z_2)

33. Нарисуйте неинвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики.



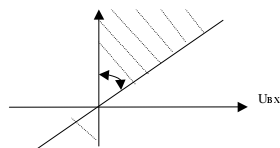
34. Поясните, зачем на неинвертирующем входе ОУ при инвертирующем его включении устанавливают балансное сопротивление и укажите его величину.

Для компенсации напряжения ошибки на выходе ОУ необходимо уравнивать сопротивления на входах усилителя при $I_{вх+} = I_{вх-}$, что достигается введением балансирующего резистора $R_0 = R_1 || R_2$

35. Почему балансирующий резистор не применяют в ОУ, использующих полевые транзисторы?

Микросхемы ОУ, использующие полевые транзисторы, обладают весьма малыми входными токами, что делает нецелесообразным применение R_0

36. Покажите зону возможных положений передаточной характеристики неинвертирующего ОБ?



37. Зачем устанавливается резистор во входной цепи неинвертирующего ОБ?

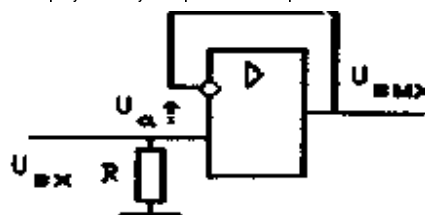
В случае применения источника входного сигнала с переменным внутренним сопротивлением, необходимо установить дополнительный входной резистор. Если этого не сделать, то входной ток, определяющий режим входного каскада ОУ, изменит свою величину, что приведет к выходу ДК из линейного диапазона

38. Укажите чем определяется минимальная величина резистора ОС операционного блока?

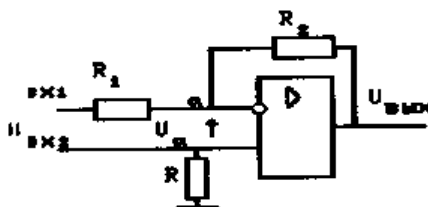
$R_{min} > R_{вых} (1 + 1/\delta)$, где δ — погрешность реализации вычислительной операции (конечной величине тока выходного каскада ОУ, исходя из нее рассчитывают резистор обр. св. (Z_2))

39. Укажите чем определяется максимальная величина резистора ОС операционного блока? Зависит от $C_{вх}$ и температурной погрешности

40. Нарисуйте схему интегрального повторителя.



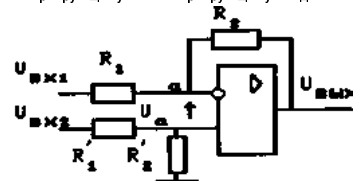
41. Нарисуйте схему операционного блока в дифференциальном включении.



42. Укажите чем определяются величины (и их соотношение) резисторов на неинвертирующем входе ОУ в дифференциальном включении?

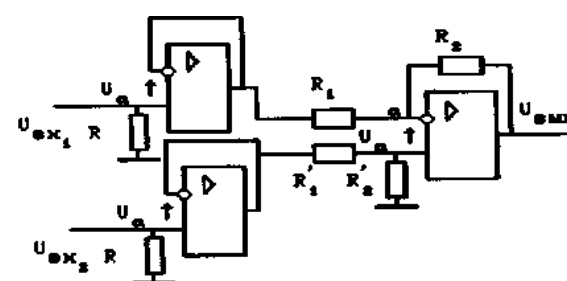
Определяются коэф. усиления

43. Покажите зону возможных положений передаточной характеристики ОУ в дифференциальном включении при одинаковом модуле коэффициентов передачи по инвертирующему и неинвертирующему входам.



$$K_{HH} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$K_{HH} = \frac{R_2}{R_1} \quad |K_{HH}| = |K_H|$$



44. Нарисуйте схему дифференциального усилителя с буферными повторителями на входе. Диф. усилитель + интегратор.

45. Перечислите причины, ограничивающие конкретные величины резисторов ОС и входной цепи ОБ.

Ограничения, связанные с погрешностью при каскадировании операционных блоков
Ограничения, связанные с наличием дрейфа нуля.

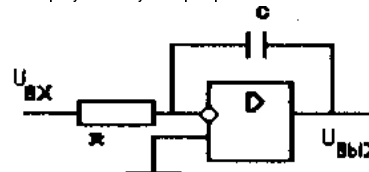
Ограничения, связанные с заданным видом частотной характеристики.

Ограничения, связанные с нарушением линейности динамического диапазона.

46. Как связаны величина заданной температурной погрешности операции ОБ и максимальная величина резистора ОС.

Если задана температурная погрешность вычислительной операции, то это означает, что определено максимальное значение резистора обратной связи для рассмотренных включений ОУ

47. Нарисуйте схему интегратора.

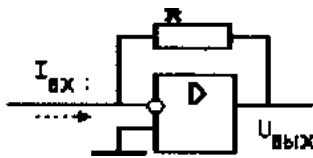


48. Нарисуйте схему дифференциатора.

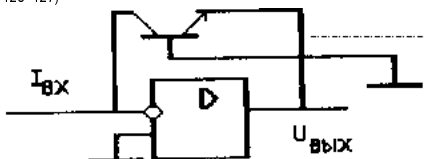
X3

49. Нарисуйте схему усилителя тока на ОУ.

R →



50. Нарисуйте схему сумматора на ОУ.
(стр. 128+127)



51. Нарисуйте схему логарифмирующего усилителя на ОУ.

52. Нарисуйте схему прецизионного двухполупериодного выпрямителя.
Стр 129+стр.73

ГЛАВА 6. Функциональные устройства аналоговой электроники

1. Дайте определение компаратора.

Компаратор - линейное устройство сравнения, для которого

$$U_{\text{вых}} = \begin{cases} U_1 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} > 0 \\ U_0 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} < 0 \end{cases}$$

$$U_{\text{вых}} = \begin{cases} U_1 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} < 0 \\ U_0 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} > 0 \end{cases}$$

Где $U_{\text{вх1}}$ и $U_{\text{вх2}}$ – сравниваемые входные напряжения, $U_1 \text{вых}$ и $U_0 \text{вых}$ – логические уровни («1» и «0»).

Во многих задачах приходится сравнивать три входных напряжения, тогда

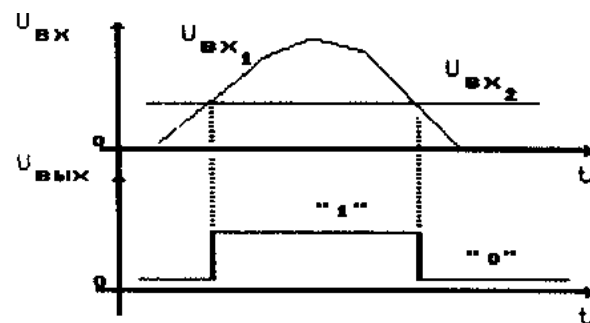
$$U_{\text{вых}} = \begin{cases} U_1 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} > 0 \text{ и } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх3}} < 0 \\ U_0 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} < 0 \text{ и } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх3}} > 0 \\ U_1 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} < 0 \text{ и } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх3}} > 0 \end{cases}$$

37

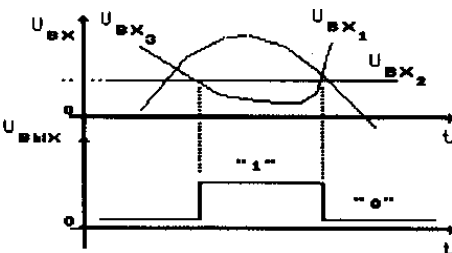
$U_{\text{вых}} =$

$U_0 \text{вых при } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}} > 0 \text{ и } U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх3}} < 0$

2. Проиллюстрируйте графически функции компаратора двух напряжений



3. Проиллюстрируйте графически функции компаратора трёх напряжений.



4. Поясните понятие статическая погрешность компаратора

K_u – и это индекс

Прежде всего, отметим, что для формирования на выходе схемы напряжения равного перепаду напряжений между логическими уровнями, необходимо подать на вход разность $\Delta U = (U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}}) / K_u$, которая при конечном K_u всегда конечна. Следовательно, заданная в статике выходная реакция соответствует некоторому минимальному $U_{\text{вх}}$, которое обычно называют разрешающей способностью (чувствительностью) компаратора и определяют как статическую погрешность (для идеального компаратора $U_{\text{вх}} = 0$).

5. Объясните зависимость времени переключения компаратора от скорости изменения входных напряжений.

38

Стр. 135 + №6

6. Перечислите составляющие динамических погрешностей компаратора.

Помимо статической погрешности существуют еще два вида динамических погрешностей. Первый связан с конечной скоростью реакции компаратора t_1 на входное воздействие и определяется только свойствами компаратора. Второй вид динамической погрешности связан со временем t_2 установления.

$\Delta U_{\text{вх}}$ Иными словами задержка включения компаратора неизбежно связана со временем установления на его входе напряжения достаточного для переключения.

7. Поясните явление гистерезиса у компаратора.

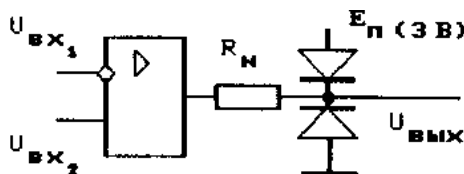
См. №6.

Эти погрешности, порождают еще одну немаловажную особенность компаратора — гистерезис (передаточная характеристика имеет вид петли). Он проявляется в том, что момент срабатывания компаратора зависит от направления изменения входных напряжений.

8. Перечислите требования к компаратору как схемному элементу.

Идеальный компаратор должен обеспечивать:

1. Сравнение входных напряжений в диапазоне частот от 0 Гц до бесконечности. Это определяет требования к компаратору в части смещения нуля и рабочей полосы частот, так же как и к операционному усилителю.
2. Сравнение входных напряжений с нулевой статической погрешностью, что требует $K_u \rightarrow$ бесконечности (сравни с ОУ).
3. Нулевое время реакции на произвольную разность входных напряжений, что требует бесконечно большой скорости нарастания выходного напряжения и нулевых внутренних задержек компаратора.
4. Выходные напряжения должны принимать два дискретных значения



9. Нарисуйте компаратор, построенный на основе операционного усилителя.

10. Укажите особенности регенеративного компаратора

регенеративный режим — режим компаратора с положительной обратной связью (компаратор в этом случае - усилитель, находящийся на грани устойчивости). Здесь достигается два положительных момента:

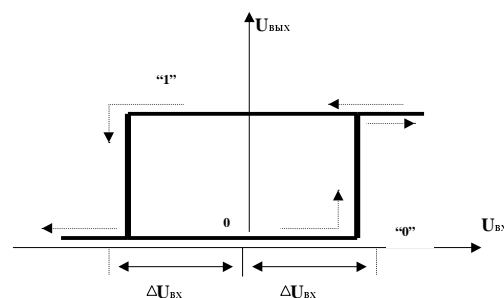
- * увеличивается, по меньшей мере, на порядок разрешающая способность;
- * вводится режим "защелки" — запоминания факта срабатывания компаратора до специальной команды (запоминание реализуется без специальных схемных решений, а только, за счет того, что усилитель потерявший устойчивость не в состоянии самостоятельно вернуться в исходное положение).

11. Какую функцию выполняет стробирование в регенеративном компараторе.

39

Имхо, возвращает его в нормальный режим (Steaht).

12. Нарисуйте передаточную характеристику идеального компаратора



13. Укажите составляющие времени переключения компаратора

t_1 – время реакции компаратора на входное воздействие (определяется только свойствами компаратора)

t_2 – время установления $\Delta U_{\text{вх}}$ (напряжения достаточного для переключения)

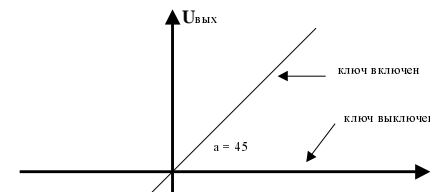
14. Определите назначение аналогового переключателя

Основным функциональным назначением электронных аналоговых переключателей (АП) является коммутация сигнальных цепей с коэффициентом передачи равным 1 и минимальными фазовыми сдвигами.

15. Проведите функциональную классификацию аналоговых переключателей

Аналоговые переключатели могут быть нормально замкнутыми, нормально разомкнутыми, последовательными и параллельными. Также в электронных схемах различают переключатели напряжения и переключатели тока.

16. Нарисуйте передаточную характеристику идеального аналогового переключателя



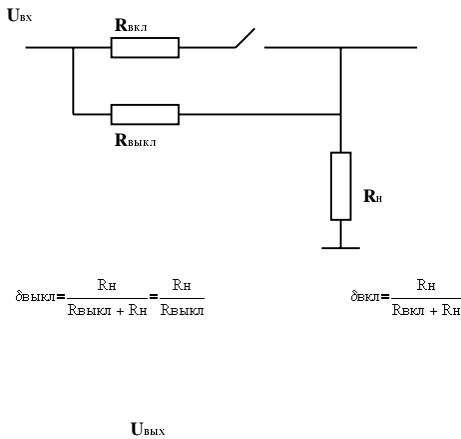
40

17. Перечислите источники статической погрешности аналогового переключателя

Источниками погрешностей АП являются:

- ненулевое проходное сопротивление АП во включенном состоянии и конечная его величина в выключенном;
- нелинейная зависимость сопротивления ключа от напряжения (тока) на информационном и управляющем входах;
- ненулевые эффекты взаимодействия управляющего напряжения с коммутируемым (как в статике, так и в динамике);
- ограниченный динамический диапазон (по амплитуде и по знаку) коммутируемых токов и напряжений;
- временные и температурные дрейфы параметров АП.

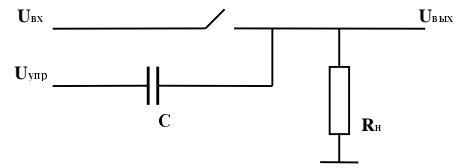
18. Укажите погрешность аналогового переключателя, определяемую ненулевым внутренним сопротивлением переключателя во включенном и выключенном режимах (для последовательного ключа)



41

19. Укажите источники динамической погрешности аналоговых переключателей

Источником динамической погрешности, как правило, является конечная ёмкость между управляющим и выходным электродами. Эквивалентная схема будет иметь вид:

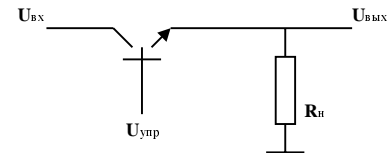


20. Поясните связь величины динамической погрешности аналогового переключателя с величиной полного сопротивления нагрузки

Динамическая погрешность может быть связана с полным сопротивлением нагрузки следующей формулой:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{упр}} \frac{-t}{R_n C}$$

21. Нарисуйте схему простейшего последовательного аналогового переключателя на основе биполярного транзистора



42

22. Укажите необходимые соотношения величин управляющего и коммутируемого напряжений для биполярного аналогового переключателя

$$U_{\text{упр}} + U_{\text{бэ}} \geq U_{\text{вх}} \quad U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} - U_{\text{кэп}}$$

23. Укажите режим работы биполярного транзистора в аналоговом переключателе

Биполярный транзистор находится в режиме насыщения и

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} - U_{\text{кэп}}$$

при любых $U_{\text{вх}}$, удовлетворяющих равенству.

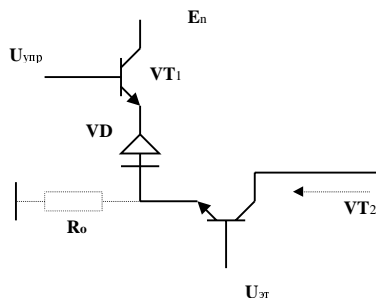
24. Объясните, чем определяется статический сдвиг коммутируемого напряжения от входа к выходу в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора

стр. 140 - 141

25. Возможно ли исключение статического сдвига коммутируемого напряжения от входа к выходу в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора

стр. 140 - 141

26. Нарисуйте схему простейшего коммутатора тока



27. Укажите особенности полевых транзисторов, дающие им преимущества при построении аналоговых переключателей

- полевые транзисторы обладают исключительно малыми входными токами, а, значит, составляющая помехи, обусловленная входными токами будет минимальна;

43

- температурный коэффициент крутизны полевых транзисторов меньше температурного коэффициента биполярного транзистора;
- полевые транзисторы имеют принципиальную возможность управления со стороны подложки, что позволяет расширить их функциональные возможности.

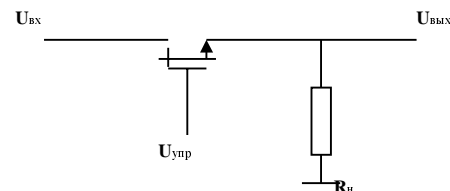
28. Укажите, чем определяется статическая погрешность аналогового переключателя на полевом транзисторе при фиксированном напряжении нагрузки

$$U_{\text{упр}} > U_{\text{вх}} + U_0$$

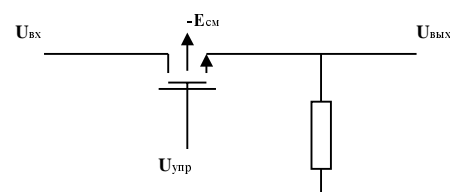
$$\delta U_{\text{вых}} = g_0 \left[(U_{\text{упр}} - U_{\text{вых}} - U_0) U_{\text{вх}} - \frac{U_{\text{вх}}^2}{2} \right] R_n - U_{\text{вх}}$$

$$\delta U_{\text{вых}} = \frac{\left[g_0 \left((U_{\text{упр}} - U_0) U_{\text{вх}} - \frac{3 U_{\text{вх}}^2}{2} \right) R_n - U_{\text{вх}} \right]}{1 + g_0 R_n U_{\text{вх}}}$$

29. Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию однополярных напряжений



30. Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию двуполярных напряжений



44

31. Укажите особенности построения и использования комплементарных МДП аналоговых переключателей

стр. 143

32. В какой области стоковых характеристик работает полевой транзистор аналогового переключателя?

33. В чем состоит особенность цепей управления аналоговых переключателей второго поколения

34. Дайте классификацию схем генераторов

стр. 144

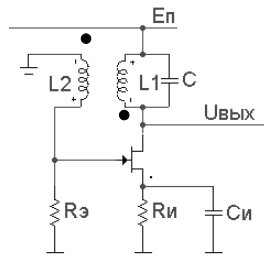
Классификация:

- По функциональным возможностям на автогенераторы и ждущие генераторы (генераторы, запускаемые синхронизируемым внешним сигналом);
- По виду сигнала на:
 - генераторы синусоидальных колебаний;
 - импульсные генераторы;
 - генераторы сигналов специальной формы (например, пилообразные);
- По схемной реализации на однотранзисторные и многотранзисторные.

35. Укажите условие самовозбуждения схемы генератора

стр. 144

Из передаточной характеристики линейной схемы с обратной связью $H(\omega) = K(\omega)/(1 + K(\omega)\gamma(\omega))$ условием нарушения устойчивости схемы является $K(\omega)\gamma(\omega) = -1$. Тогда коэффициент передачи стремится к бесконечности. Это условие является необходимым, но недостаточным. Достаточное условие определяется конкретным функцией $\gamma(\omega)$. Для генератора синусоидальных колебаний необходимо, чтобы выполнялось условие самовозбуждения на одной частоте. Особенностью импульсных генераторов является удовлетворение необходимых и достаточных условий возникновения колебаний в некоторой полосе частот.



36. Нарисуйте схему простейшего LC генератора

стр. 145

37. Какие ограничения накладываются на величину индуктивности катушки связи простейшего LC генератора при использовании полевого и биполярного транзисторов?

стр. 145 - 147

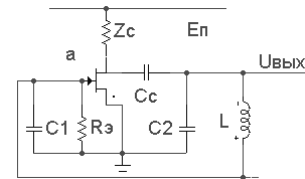
38. Укажите недостатки простейшего LC генератора

145-147

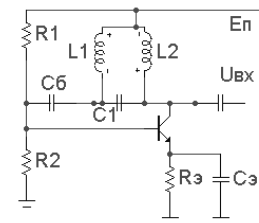
Наличие трансформаторной связи, определяющей коэффициент обратной связи γ . В реальных схемах обеспечивая заданный коэффициент усиления, входное сопротивление может не превышать нескольких кОм, а выходное не опускаться ниже 5-6 кОм. При этом потери сигнала на межкаскадном уровне могут коэффциент усиления усилителя. Проблема удержания выходного напряжения в линейном диапазоне.

39. Нарисуйте схему "емкостной трехточки"

стр. 146



40. Нарисуйте схему "индуктивной трехточки"



стр. 146

41. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения емкостного трехточечного гармонического генератора

стр. 147

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1C_2}}$$

42. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения индуктивного трехточечного гармонического генератора

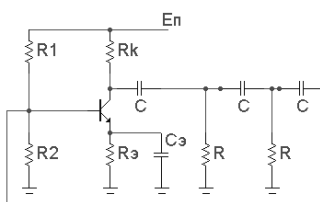
стр. 147

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L – полная индуктивность

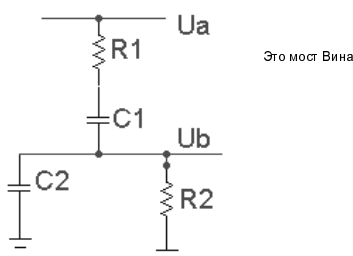
43. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с фазосдвигающей цепью ОС

стр. 149

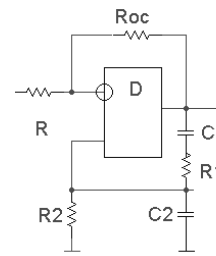


44. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с цепью ОС в виде моста Вина

стр. 150



45. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе операционного усилителя с цепью ОС в виде моста Вина



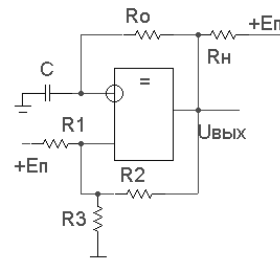
стр. 152

46. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения гармонического генератора с цепью ОС в виде моста Вина

$$f = 1/2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}$$

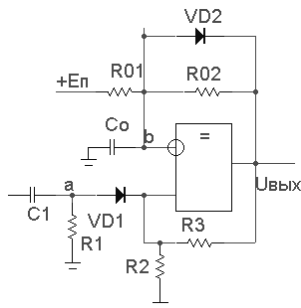
47. Дайте схему мультивибратора на основе ОУ

стр. 154



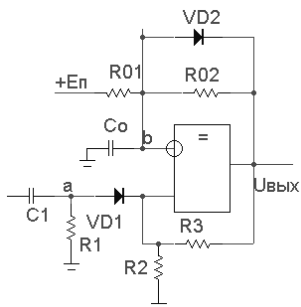
48. Дайте схему мультивибратора на основе компаратора

стр. 156



49. Запишите выражение, определяющее частоту генерации мультивибратора на основе компаратора
стр. 154-156

50. Дайте схему одновибратора на основе компаратора
стр. 157



ГЛАВА 7. Источники питания электронных схем

1. Перечислите параметры источника вторичного электропитания

- Напряжение, характеризующийся номинальной величиной напряжения, допустимыми отклонениями номинального напряжения в сторону его увеличения и/или уменьшения, величиной пульсации
- Ток, характеризующийся величиной номинального тока и величиной максимально допустимого тока.
- Мощность (номинальной и максимально допустимой) и коэффициентом полезного действия.

49

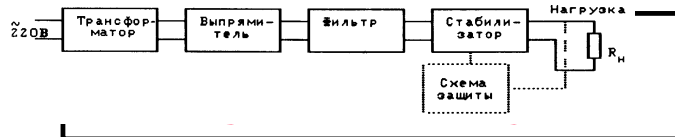
2. Перечислите функции источника вторичного электропитания.

В силу того, что рассматриваемые источники не производят электрическую энергию, а всего лишь преобразуют ее форму, их часто называют **вторичными**.

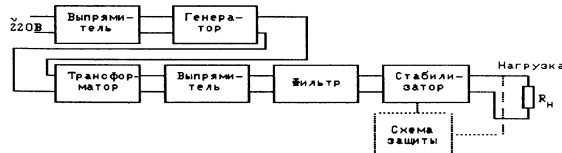
Реализация основной функции источника питания требует:

- * уменьшения (или увеличения) амплитуды переменного напряжения с помощью трансформатора. При этом должна быть реализована **гальваническая развязка (разделение) цепей питаемого устройства и силовых цепей** для обеспечения безопасности как самого устройства, так и обслуживающего персонала;
- * преобразования переменного напряжения в постоянное (выпрямление и фильтрация);
- * поддержания постоянной величины питающих напряжений при изменении амплитуды входного напряжения, величины нагрузки, температуры (стабилизация выходных напряжений);
- * защиты электронных схем питаемого устройства и/или источника питания при аварийном изменении величин входных/выходных напряжений (токов).

3. Нарисуйте функциональную схему традиционного источника вторичного электропитания.



4. Нарисуйте функциональную схему источника питания с преобразованием частоты и укажите причины его использования.



Нарастание массового выпуска электронных устройств заставило разработчиков изменить отношение к классической схеме источника питания. Прежде всего, подумали об уменьшении потребления меди в трансформаторе. Радикальным решением здесь оказалось использование промежуточного преобразования частоты — повышения частоты входного напряжения перед его трансформацией, что естественно приводит к уменьшению числа витков практически пропорционально росту рабочей частоты трансформатора. На первый взгляд сложность источника питания, а значит и стоимость возросли. Но лишняя пара мощных транзисторов генератора и нескольких диодов вполне окупаются выигрышем в габаритах трансформатора и его стоимости. Следующий шаг в развитии источников питания связан с основной идеей построения стабилизатора напряжения. В классической схеме стабилизатор использует аналоговый (непрерывный) регулирующий элемент, рассеивающий на себе достаточно большую мощность. При этом КПД всего источника питания оказывается невысоким. Стремление к повышению КПД побудило разработчиков использовать ключевые (дискретные) регулирующие элементы в импульсных источниках питания. Последний шаг совершенствования источников питания связан с использованием транзисторов высокочастотного генератора в качестве регулирующих элементов, что позволило еще уменьшить габариты и стоимость источников.

5. Перечислите параметры силового трансформатора, задаваемые при его изготовлении.

- * минимальное сечение магнитопровода;
- * число витков первичной и вторичной обмоток;
- * сечение (диаметр) провода обмоток.

6. Укажите исходный параметр при расчете силового трансформатора.

В качестве исходного параметра при расчете трансформатора является полная мощность на нагрузке, увеличенная в среднем на 20% ($P_{\text{вх}} \cdot 1,2$).

7. Дайте эмпирическое выражение для определения суммарного сечения магнитопровода.

$$S_m = 800 \sqrt{P_{\text{макс}} / B F}$$

Суммарное сечение магнитопровода в мм

B — допустимая индукция в Тл (величина B лежит в пределах $0,8 — 1,5$ Тл.), F — рабочая частота трансформатора (при использовании схемы на рис. 7.1 $F = 50$ Гц, при использовании альтернативной схемы $F = 10-4-30$ кГц.).

8. Дайте эмпирическое выражение для определения количества витков в силовом трансформаторе.

Количество витков в обмотках трансформатора определяют через вспомогательный параметр — число витков на 1 В.

Тогда: в первичной обмотке трансформатора $W_1 = 1,1 U_{\text{вх}} \text{ эфф} W$; во вторичной обмотке трансформатора $W_2 = U_{\text{вх}} \text{ эфф} W$.

9. Как определяется диаметр провода первичной и вторичной обмоток силового трансформатора?

Диаметр провода первичной обмотки определяется через полную мощность источника питания.

$$d_1 = 0,65 \sqrt{P_{\text{макс}} / U_{\text{вх}} \text{ эфф}}$$

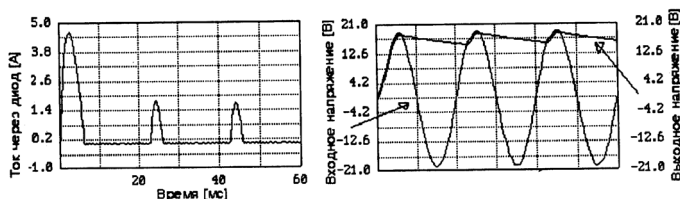
Диаметр провода вторичной обмотки определяют через максимальный выходной ток.

$$d_2 = 0,6 \sqrt{I_{\text{вых}} \text{ эфф}}$$

10. Укажите основную задачу, решаемую фильтром источника вторичного электропитания.

Обеспечить на нагрузке заданной величины постоянное напряжение с минимальной амплитудой пульсаций

11. Нарисуйте эюры напряжения на нагрузке и тока через диоды выпрямителя при использовании емкостного фильтра.



12. Как связаны величина сопротивления нагрузки и величина емкости фильтра в источнике питания?

51

В качестве исходного параметра при расчете трансформатора является полная мощность на нагрузке, увеличенная в среднем на 20% ($P_{\text{вх}} \cdot 1,2$).

- * если возрастает (в идеальном случае до бесконечности) частота входного напряжения;
- * если возрастает (в идеальном случае до бесконечности) величина фильтрующего конденсатора.

13. Что такое "угол включения диода"?

В источнике постоянного напряжения диод выпрямителя открыт только некоторую часть полупериода входного напряжения. Поэтому в технической литературе (особенно зарубежной) часто встречается термин "угол включения диода"

$$\theta = \arcsin(U_{\text{вх}} - \Delta U) / U_{\text{вх}}$$

14. Что такое "коэффициент пульсаций"?

Под этим термином понимают отношение $K = \Delta U / (2 U_{\text{вх}})$ приблизительно характеризующее величину пульсаций относительно действующего значения входного переменного напряжения, полагая усредненную величину выходного (постоянного) напряжения равную амплитудному значению переменного напряжения без половины напряжения пульсаций

15. От чего зависит величина "коэффициента пульсаций"?

Коэф-т пульсации: отношение $K = \Delta U / (2 U_{\text{вх}})$ приблизительно характеризующее величину пульсаций относительно действующего значения входного переменного напряжения, полагая усредненную величину выходного (постоянного) напряжения равную амплитудному значению переменного напряжения без половины напряжения пульсаций.

16. Зачем и используют двухполупериодный выпрямитель?

Увеличить в два раза частоту пульсующего (выпрямленного) напряжения при неизменной частоте входного сигнала можно, используя двухполупериодный выпрямитель. Это решение достаточно популярно и в большинстве схем источников питания применяется такой выпрямитель. Промышленность специально выпускает мостовые выпрямители, выполненные в одном корпусе для использования в источниках питания.

17. В каком случае используют стабилизатор напряжения?

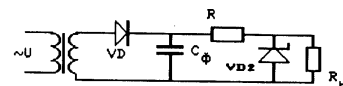
Стабилизация выходного (выпрямленного) напряжения используется в том случае, когда требуется обеспечить:

- * постоянство питающего (или питающих) напряжения при переменной нагрузке (при изменяющемся токе нагрузки);
- * постоянство питающего (или питающих) напряжения при изменении температуры;
- * малые (и очень малые) величины коэффициентов пульсаций.

18. Нарисуйте передаточную характеристику идеального стабилизатора.



19. Дайте схему простейшего параметрического стабилизатора напряжения.

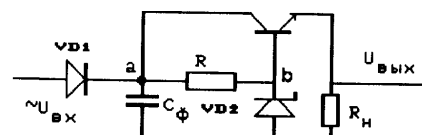


20. Укажите недостатки простейшего параметрического стабилизатора напряжения.

52

во—первых, в этой схеме не удается полностью устранить изменение тока стабилизации, $I_{CT} = I_{CT} / \beta$.
 во—вторых, приходится ограничиваться одним (нерегулируемым) выходным напряжением $U_{ВЫХ} = U_{CT} - U_{BE}$.
 в-третьих, величина выходного напряжения существенно зависит от температуры, поскольку I_{CT} и β - функции температуры.

21. Дайте схему параметрического стабилизатора напряжения с усилителем тока.



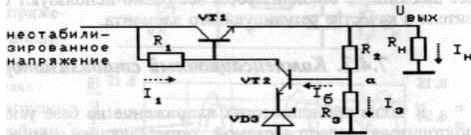
22. Чем определяется величина тока ограничительного резистора в схеме простейшего параметрического стабилизатора напряжения.
 Величина R определяет ток стабилизации – режимный ток стабилитрона, характеризующий его работу в зоне обратимого пробоя. Превышение предельного тока стабилизации приведет к неизбежному выходу прибора из строя (режим необратимого теплового пробоя).

23. Чем ограничена Величина сопротивления нагрузки в простейшем параметрическом стабилизаторе напряжения.
 Если $R_H = \infty$, то выходное напряжение равно напряжению стабилизации, а $R = (U_{CT} - U_{BE}) / I_{CT}$. При увеличении тока нагрузки (уменьшение R_H) ток стабилизации будет уменьшаться. Предельный ток нагрузки никогда не будет больше тока стабилизации.

24. Дайте функциональную схему, компенсационного стабилизатора напряжения.



25. Дайте схему простейшего компенсационного стабилизатора напряжения.



26. Что такое коэффициент стабилизации?
 Основной характеристикой (коэффициент стабилизации) независимо от вида стабилизатора напряжений, является строго не линейная зависимость выходного тока от выходного напряжения.

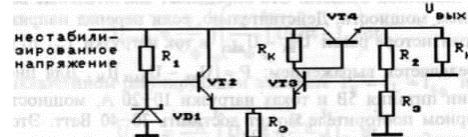
Существенное значение имеет крутизна характеристики. Чем ближе крутизна к бесконечности тем лучше.

27. Чем определяется коэффициент стабилизации в простейшем компенсационном стабилизаторе напряжения

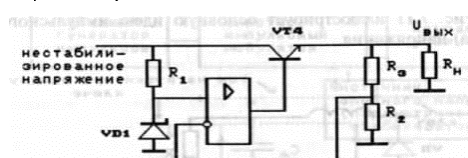
Коэффициент стабилизации или величина внутреннего сопротивления стабилизатора определяется: $r_{CT} = \Delta U_{ВЫХ} / \Delta I_{ВЫХ}$.

28. Укажите недостатки простейшего компенсационного стабилизатора напряжений
 Величина тока стабилизации стабилитрона, зависит от величин β транзисторов и тока нагрузки. Из этого можно сделать вывод о существенной зависимости величины выходного напряжения от температуры и параметров используемых транзисторов. Величина тока стабилизации определяется в основном транзистором R_1 и очень мало зависит от тока нагрузки и параметров используемых транзисторов.

29. Приведите схему компенсационного стабилизатора на напряжения с дифференциальным каскадом.

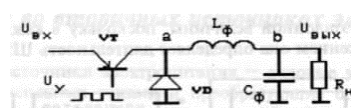


30. Приведите схему компенсационного стабилизатора на напряжения на основе операционного усилителя.



32. Укажите общие недостатки компенсационных стабилизаторов напряжений.
 Основным недостатком такой схемы является необходимость использования дополнительного (двупольного) источника питания для ОУ.

33. Приведите упрощенную схему импульсного регулятора напряжения.



34. Чем определяется величина фильтрующей емкости в импульсном регуляторе напряжения.

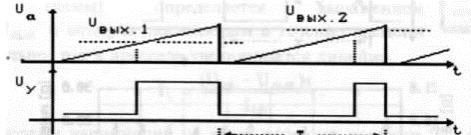
Зная величины входных, выходных напряжений и тока нагрузки, задавшись величинами максимального и минимального токов через дроссель и периодом следования управляющих импульсов, можно определить величину индуктивности дросселя, а при заданной величине пульсаций – величину фильтрующего конденсатора.

35. Зачем нужен диод в импульсном регуляторе напряжения

Когда ключ разомкнут (маленькое напряжение) диод становится в прямом включении и через него проходит ток, это позволяет уменьшить выходной сопротивление.

36. Что такое «Широтно-импульсная модуляция».

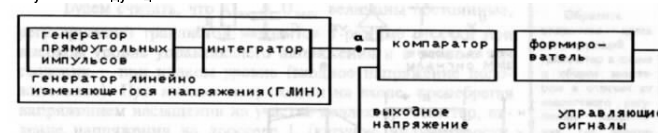
В современных стабилизаторах фрагменты управляющей схемы выполняются из универсальных или специализированных интегральных микросхем. Вместе с тем должно учитываться весьма важное обстоятельство – амплитуда выходного сигнала (пилы) генератора линейно изменяющегося напряжения должна быть эталонной величины, поскольку в каждом акте управления выходным напряжением она определяет длительность ШИМ сигнала.



37. В чем преимущество импульсного регулятора напряжения

Трансформаторный преобразователь напряжения работает на высокой частоте (10-20кГц), что позволяет существенно уменьшить его габариты и вес. Кроме этого трансформатор выполняет функции фильтрующей индуктивности.

38. Дайте функциональную схему импульсного стабилизатора напряжения с широтно импульсной модуляцией.



39. Зачем используется «гальваническая развязка» в импульсном стабилизаторе с регулятором промежуточной частоты.

Используются в качестве схемы исключаяющей протекание нефункционального сквозного тока из вторичной (низковольтной) цепи в первичную. В качестве таких развязок сейчас чаще всего используют оптроны.

40. Чем определяют величина фильтрующих емкостей и конденсатора в импульсном стабилизаторе напряжения.

Зная величины входных, выходных напряжений и тока нагрузки, задавшись величинами максимального и минимального токов через дроссель и периодом следования управляющих импульсов, можно определить величину индуктивности дросселя, а при заданной величине пульсаций – величину фильтрующего конденсатора.

ГЛАВА 1. КОМПЬЮТЕРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА... ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

1. Дайте определение термина «Схематика»	1
2. Какие вы знаете формы представления информации	1
3. Что такое «схемный интерфейс»?	1
4. Дайте определение понятия «Сигнал»	1
5. Что такое «физический носитель информации»?	1
6. Дайте определение термина «Схемный элемент»	1
7. Перечислите специфические особенности аналоговой формы представления информации	1
8. Перечислите источники погрешностей представления аналогового сигнала	1
9. Что такое «дрейф параметров схемного элемента»?	1
10. Что такое «помехи»?	1
11. Дайте определение АЧХ и ФЧХ	1
12. Что такое «передаточная характеристика» и ее модельное представление?	1
13. Что такое «коэффициент передачи» и способы его представления	2
14. Дайте определение терминам «Фазовая скорость», «групповое время задержки»	2
15. Чем отличаются «линейные» искажения от «нелинейных»?	2
16. Изобразите АЧХ и ФЧХ идеальной линейной системы	2
17. Дайте определение импульсной и переходной характеристик	2
18. Дайте определение активного и пассивного компонентов электронной схемы	2
19. Приведите примеры аналогового представления информации	2
20. В чем отличие цифрового представления от аналогового?	2
21. Нарисуйте диаграмму напряжений, иллюстрирующую двоичное представление информации	3
22. Объясните термин помехоустойчивость	3
23. Почему не используют многозначное представление цифровой информации?	3
24. Объясните роль порогового напряжения в цифровом представлении информации	3
25. Поясните термин отпирывающая помеха	3
26. Как связаны соглашения о представлении цифровой информации и быстродействие элементной базы?	3

ГЛАВА 2. СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ ЛИНЕЙНОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

1. Дайте определение термина каскад и перечислите его возможные функции	3
2. Что такое каскадирование?	3
3. Дайте определение суммарного коэффициента усиления многокаскадной схемы	3
4. Опишите особенности цепей межкаскадной передачи сигнала	4
5. Что такое непосредственная связь и где она применяется?	4
6. Нарисуйте обобщенную схему узла, охваченного ОС и напишите выражение для коэффициента передачи линейного блока с ОС	4
7. Дайте классификацию ОС	4
8. Дайте определение и схему параллельной ОС по напряжению	4
9. Дайте определение и схему параллельной ОС по току	5
10. Дайте определение и схему последовательной ОС по напряжению	5
11. Дайте определение и схему последовательной ОС по току	5
12. Определите положительную и отрицательную связь	6
13. Определите коэффициент передачи по цепи ОС и глубину ОС	6
14. Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с параллельной ОС по напряжению	6
15. Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с параллельной ОС по напряжению	6
16. Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного параллельной ОС по напряжению?	6
17. Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с последовательной ОС по напряжению	6
18. Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с последовательной ОС по напряжению	6

19. Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного последовательной ООС по напряжению?	6
20. Дайте определение термина "Устойчивость".	6
21. В каких системах в принципе не может быть потеряна устойчивость?	6
22. Дайте условие самовозбуждения линейной схемы.	7
23. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (положение нулей полюсов).	7
24. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (положение нулей полюсов).	7
25. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (диаграмма Боде).	7
26. Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (диаграмма Боде).	7
27. Нарисуйте диаграмму Боде для двухкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями.	8
28. Нарисуйте диаграмму Боде для трехкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями.	8
29. Нарисуйте диаграмму Боде для двухкаскадного линейного усилителя с емкостными связями.	8
30. Приведите пример коррекции частотной характеристики двухкаскадного линейного усилителя.	9

ГЛАВА 3. СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ9

1. Нарисуйте эквивалентную схему замещения биполярного транзистора в статике (Эберс-Молла).	9
2. Напишите аналитическое выражение для тока r -п перехода.	9
3. Определите величину тока через r -п переход при 20°C, если напряжение на переходе 0.6В, а обратный ток 1 мкА.	9
4. Напишите аналитическое выражение для температурного потенциала и укажите его численное значение при нормальной температуре для кремния.	9
5. Перечислите режимы работы биполярного транзистора.	9
6. Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОБ.	9
7. Дайте выражение для входных выходных сопротивлений в схеме с ОБ.	10
8. Напишите выражение, связывающее ток коллектора и ток базы в схеме с ОЭ.	10
9. Напишите выражение для напряжения на переходе база-эмиттер при нулевом входном токе.	10
10. Определите выражения для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОЭ (нормальный активный режим).	10
11. Дайте выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОЭ (нормальный активный режим).	10
12. Укажите значение потенциалов на электродах биполярного транзистора в режиме насыщения (ОЭ).	10
13. Напишите выражение для коэффициента насыщения.	11
14. Сравните величины входных сопротивлений биполярного транзистора (ОЭ) в нормальном активном режиме и режиме насыщения.	11
15. Напишите выражение, определяющее напряжение база-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЭ).	11
16. Напишите выражение, определяющее напряжение коллектор-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЭ).	11
17. Определите величину границы режима отсечки.	11
18. Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОК.	11
19. Напишите выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОК.	11
20. Перечислите причины, определяющие динамические характеристики каскадов на основе биполярных транзисторов.	11
21. Нарисуйте эквивалентную схему биполярного транзистора, определяющую динамические характеристики схем на его основе в режиме отсечки и нормальном активном режиме.	12
22. Проведите классификацию полевых транзисторов.	12
23. Дайте определение терминам «крутизна» и «удельная крутизна» для полевых транзисторов.	12
24. Нарисуйте эквивалентную схему полевых транзистора.	13
25. Напишите выражения для тока стока полевого транзистора в крутой и пологой областях.	13
26. Нарисуйте стоковую характеристику полевых транзистора. Определите крутую и пологую области.	13
27. Напишите выражения определяющие значения удельной крутизны полевых транзистора, исходя из значений токов и напряжений определяющих коэффициент усиления каскада с ОИ.	13

57

29. Запишите выражение для коэффициента передачи по напряжению истокового на кремниевом МДП транзисторе (потенциал подложки =0).	13
30. Проведите сравнительную характеристику эмиттерного повторителя и истокового повторителя.	14
31. Проиллюстрируйте графически методику определения крутизны полевых транзистора по его стоковым характеристикам.	14
32. Нарисуйте идеализированную и реальную вольт - амперные характеристики полупроводникового диода.	15
33. Где используется Зенеровский пробой в полупроводниковых диодах.	15
34. Опишите особенности изготовления интегральных полупроводниковых диодов.	15
35. Опишите особенности диодов Шоттки.	15
36. Фотодиод. Определение и основная схема включения.	15
37. Светодиод. Определение и основная схема включения.	16
38. Нарисуйте схему двухполупериодного выпрямителя и эюры напряжений иллюстрирующие его функционирование.	16
39. Подключение двухполупериодного выпрямителя к силовому трансформатору.	16
40. Мостовой выпрямитель и его подключение к силовому трансформатору.	16
41. Дайте определение ограничителей и их классификацию.	17
42. Нарисуйте схемы параллельного и последовательного ограничителей и эюры напряжений, иллюстрирующие их работу.	17

ГЛАВА 4. ЛИНЕЙНЫЕ КАСКАДЫ19

1. Дайте определение термина «рабочая точка».	19
2. Постройте нагрузочную линию на семействе коллекторных характеристик при $E_n=12$ В и $I_k=5$ мА.	19
3. Дайте определение положения рабочего диапазона выходных токов на нагрузочной линии.	19
4. Нарисуйте схему простейшего однокаскадного RC усилителя и выражение, определяющее для этой схемы величину начального тока базы.	19
5. Опишите последовательность действий при выборе начального положения рабочей точки.	19
6. Объясните необходимость использования емкостных разделительных конденсаторов.	19
7. Опишите ограничения накладываемые на величину напряжения питания простейших однокаскадных усилителей.	20
8. Из каких соображений определяется величина коллекторного резистора однокаскадного линейного усилителя.	20
9. Из каких соображений определяется параметры биполярного транзистора для однокаскадного линейного усилителя.	20
10. Нарисуйте схему усилительного каскада с последовательной ОС по току и выражение, определяющее величину тока коллектора.	20
11. Нарисуйте схему усилительного каскада с Н-смещением.	20
12. Нарисуйте схему линейного однокаскадного усилителя на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.	20
13. Напишите выражение, определяющее коэф. усиления линейного однокаскадного усилителя на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.	21
14. Напишите выражение, определяющее величину входного сопротивления линейного однокаскадного усилителя на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.	21
15. Нарисуйте схему каскадного усилителя, и выражение, определяющее величину коэф. усиления.	21
16. Напишите отличительные особенности каскадной схемы линейного усилителя.	21
17. Нарисуйте схему усилителя Дарлингтона и выражение, определяющее величину коэф. усиления.	22
18. Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и Н-смещением.	22
19. Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и независимым источником напряжения смещения. Величина начального тока эмиттора.	22
20. Укажите обстоятельство, благодаря которому в линейном каскаде усиления в схеме ОБ нет необходимости стабилизировать начальное положение рабочей точки.	23
21. Нарисуйте схему линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.	23
22. Укажите коэффициент передачи по напряжению линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.	23

58

23. Перечислите обстоятельства, определяющие полную величину эмиттерного резистора схемы с ОК.	23
24. Напишите выражение, определяющее величину резистора смещения линейного каскада с ОК.	23
25. Каким образом можно избежать нелинейных искажений в эмиттерном повторителе при динамическом уменьшении эмиттерной нагрузки?	24
26. Каким образом можно избежать запаривания транзистора эмиттерного повторителя при формировании отрицательного перепада напряжений на выходе?	24
27. Нарисуйте схему простейшего источника тока.	24
28. Нарисуйте схему простейшего токового зеркала.	24
29. Укажите чем определяется величина КПД линейного усилительного каскада.	25
30. Что такое «каскад с динамической нагрузкой»?	25
31. Определите усилители класса А, В, С.	25
32. За счет чего образуются искажения «ступенька» в двухтактных выходных каскадах?	25
33. Нарисуйте схему двухтактного выходного каскада, в котором выполнена компенсация искажения «ступенька».	26
34. Поясните за счет каких схемных решений устраняется искажение «ступенька» в двухтактном выходном каскаде на биполярных транзисторах?	26
35. Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса В.	26
36. Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса С.	26
37. Перечислите особенности полевых транзистора, влияющие на выбор величины стокового резистора.	26
38. Укажите особенности различных типов полевых транзисторов, используемых в линейных усилительных каскадах, которые влияют на выбор схемы смещения.	26
39. Нарисуйте, по меньшей мере, две возможных схемы смещения линейных усилительных каскадов на основе полевых транзисторов.	27

ГЛАВА 5. ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ27

1. Что такое операционный усилитель?	27
2. Нарисуйте эквивалентную схему каскадирования линейных блоков с переменными коэффициентами передачи не вносящую систематическую погрешность.	27
3. Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления усилителя не бесконечно большой.	28
4. Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления операционного усилителя в разомкнутом состоянии и его входное сопротивление не бесконечны больше.	28
5. Перечислите схемные требования, предъявляемые к ОУ.	28
6. Сформулируйте частотные требования к ОУ.	28
7. Сформулируйте требования к линейному диапазону выходных напряжений ОУ.	28
8. Что такое «коэффициент ослабления синфазного сигнала»?	28
9. Что такое «машинный ноль»?	28
10. Что такое «скорость нарастания выходного сигнала ОУ»?	28
11. Что такое «напряжение смещения ОУ»?	28
12. Что характеризует разность входных токов ОУ?	29
13. Перечислите причины дрейфа нуля ОУ.	29
14. Сформулируйте общую идею параметрической компенсации дрейфа нуля ОУ.	29
15. Нарисуйте схему простейшего дифференциального каскада.	29
16. Поясните необходимость использования эмиттерной связи в дифференциальном каскаде.	29
17. Напишите выражение для коэффициента усиления плеча дифференциального каскада.	29
18. Объясните, почему большая величина эмиттерного резистора дифференциального каскада не приводит к существенному уменьшению величины коэффициента усиления этого каскада.	29
19. Напишите выражение определяющее значение дифференциального коэффициента передачи и дифференциального каскада.	29
20. Напишите выражение определяющее значение синфазного коэффициента передачи дифференциального каскада.	30
21. Напишите выражение определяющее значение коэффициента ослабления передачи синфазной составляющей дифференциального каскада.	30
22. Нарисуйте схему дифференциального каскада с эмиттерным повторителем на входе.	30

59

23. Нарисуйте схему дифференциального каскада, использующего схему Дарлингтона.	30
24. Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения.	31
25. Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения с динамическими нагрузками.	31
26. Укажите особенности использования полевых транзисторов в дифференциальных каскадах.	32
27. Нарисуйте схему сдвига уровня напряжения.	32
28. Проиллюстрируйте изменение АЧХ двухкаскадного ОУ при введении полной коррекции.	32
29. Проиллюстрируйте изменение АЧХ трехкаскадного ОУ при введении полной коррекции.	32
30. Укажите место установки корректирующей емкости в двухкаскадном ОУ.	32
31. Нарисуйте инвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики.	33
32. Что ограничивает (в основном) линейный диапазон выходной характеристики инвертирующего ОБ?	33
33. Нарисуйте неинвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики.	33
34. Поясните, зачем на неинвертирующем входе ОУ при инвертирующем его в выходении устанавливают балансное сопротивление и укажите его величину.	33
35. Почему балансирующий резистор не применяют в ОУ, использующих полевые транзисторы?	34
36. Покажите зону возможных положений передаточной характеристики неинвертирующего ОБ?	34
37. Зачем устанавливается резистор во входной цепи неинвертирующего ОБ?	34
38. Укажите чем определяется минимальная величина резистора ОС операционного блока?	34
39. Укажите чем определяется максимальная величина резистора ОС операционного блока?	34
40. Нарисуйте схему интегрального повторителя.	34
41. Нарисуйте схему операционного блока в дифференциальном включении.	34
42. Укажите чем определяются величины (и их соотношение) резисторов на неинвертирующем входе ОУ в дифференциальном включении?	35
43. Покажите зону возможных положений передаточной характеристики ОУ в дифференциальном включении при одинаковом модуле коэффициентов передачи по инвертирующему и неинвертирующему входам.	35
44. Нарисуйте схему дифференциального усилителя с буферными повторителями на входе.	36
45. Перечислите причины, ограничивающие конкретные величины резисторов ОС и входной цепи ОБ.	36
46. Как связаны величина заданной температурной погрешности операции ОБ и максимальная величина резистора ОС.	36
47. Нарисуйте схему интегратора.	36
48. Нарисуйте схему дифференциатора.	36
49. Нарисуйте схему усилителя тока на ОУ.	36
50. Нарисуйте схему сумматора на ОУ.	37
51. Нарисуйте схему логарифмирующего усилителя на ОУ.	37
52. Нарисуйте схему прецизионного двухполупериодного выпрямителя.	37

ГЛАВА 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ 37

1. Дайте определение компаратора.	37
2. Проиллюстрируйте графически функции компаратора трёх напряжений.	38
3. Поясните понятие статическая погрешность компаратора.	38
4. Объясните зависимость времени переключения компаратора от скорости изменения входных напряжений.	38
6. Перечислите составляющие динамических погрешностей компаратора.	39
7. Поясните явление гистерезиса у компаратора.	39
8. Перечислите требования к компаратору как схемному элементу.	39
9. Нарисуйте компаратор, построенный на основе операционного усилителя.	39
10. Укажите особенности регенеративного компаратора.	39
11. Какую функцию выполняет стробирование в регенеративном компараторе.	39
12. Нарисуйте передаточную характеристику идеального компаратора.	40
13. Укажите составляющие времени переключения компаратора.	40
14. Определите и назовите аналоговый переключатель.	40
15. Проведите функциональную классификацию аналоговых переключателей.	40

60

16. Нарисуйте передаточную характеристику идеального аналогового переключателя	40
17. Перечислите источники статической погрешности аналогового переключателя	41
18. Укажите погрешность аналогового переключателя, определяемую ненулевым внутренним сопротивлением переключателя во включенном и выключенном режимах (для последовательного ключа)	41
19. Укажите источники динамической погрешности аналоговых переключателей	42
20. Поясните связь величины динамической погрешности аналогового переключателя с величиной полного сопротивления нагрузки	42
21. Нарисуйте схему простейшего последовательного аналогового переключателя на основе биполярного транзистора	42
22. Укажите необходимые соотношения величин управляющего и коммутируемого напряжений для биполярного аналогового переключателя	43
23. Укажите режим работы биполярного транзистора в аналоговом переключателе	43
24. Объясните, чем определяется статический сдвиг коммутируемого напряжения от входа к выходу в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора	43
25. Возможно ли исключение статического сдвига коммутируемого напряжения от входа к выходу в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора	43
26. Нарисуйте схему простейшего коммутатора тока	43
27. Укажите особенности полевых транзисторов, дающие им преимущества при построении аналоговых переключателей	43
28. Укажите, чем определяется статическая погрешность аналогового переключателя на полевом транзисторе при фиксированном напряжении нагрузки	44
29. Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию однополярных напряжений	44
30. Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию двуполярных напряжений	44
31. Укажите особенности построения и использования комплементарных МДП аналоговых переключателей	45
32. В какой области стоквых характеристик работает полевой транзистор аналогового переключателя?	45
33. В чем состоит особенность цепей управления аналоговых переключателей второго поколения	45
34. Дайте классификацию схем генераторов	45
35. Укажите условия самовозбуждения схемы генератора	45
36. Нарисуйте схему простейшего LC генератора	45
37. Какие ограничения накладываются на величину индуктивности катушки связи простейшего LC генератора при использовании полевого и биполярного транзисторов?	46
38. Укажите недостатки простейшего LC генератора	46
39. Нарисуйте схему "емкостной трехточки"	46
40. Нарисуйте схему "индуктивной трехточки"	46
41. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения емкостного трехточного гармонического генератора	46
42. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения индуктивного трехточного гармонического генератора	47
43. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с фазосдвигающей цепью ОС	47
44. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с цепью ОС в виде моста Вина	47
45. Нарисуйте схему гармонического генератора на основе операционного усилителя с цепью ОС в виде моста Вина	47
46. Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения гармонического генератора с цепью ОС в виде моста Вина	48
47. Дайте схему мультивибратора на основе ОУ	48
48. Дайте схему мультивибратора на основе компаратора	48
49. Запишите выражение, определяющее частоту генерации мультивибратора на основе компаратора	49
50. Дайте схему одновибратора на основе компаратора	49

ГЛАВА 7. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ	49
1. Перечислите параметры источника вторичного электропитания	49

2. Перечислите функции источника вторичного электропитания	50
3. Нарисуйте функциональную схему традиционного источника вторичного электропитания	50
4. Нарисуйте функциональную схему источника питания с преобразованием частоты и укажите причины его использования	50
5. Перечислите параметры силового трансформатора, задаваемые при его изготовлении	50
6. Укажите исходный параметр при расчете силового трансформатора	50
7. Дайте эмпирическое выражение для определения суммарного сечения магнитопровода	51
8. Дайте эмпирическое выражение для определения количества витков в силовом трансформаторе	51
9. Как определяется диаметр провода первичной и вторичной обмоток силового трансформатора?	51
10. Укажите основную задачу, решаемую фильтром источника вторичного электропитания	51
11. Нарисуйте эпюры напряжения на нагрузке и тока через диоды выпрямителя при использовании емкостного фильтра	51
12. Как связаны величина сопротивления нагрузки и величина емкости фильтра в источнике питания?	51
13. Что такое "угол включения диода"?	52
14. Что такое "коэффициент пульсаций"?	52
15. От чего зависит величина "коэффициента пульсаций"?	52
16. Зачем используют двуполупериодный выпрямитель?	52
17. В каком случае используют стабилизатор напряжения?	52
18. Нарисуйте передаточную характеристику идеального стабилизатора	52
19. Дайте схему простейшего параметрического стабилизатора напряжения	52
20. Укажите недостатки простейшего параметрического стабилизатора напряжения	52
21. Дайте схему параметрического стабилизатора напряжения с усилителем тока	53
22. Чем определяется величина тока ограничительного резистора в схеме простейшего параметрического стабилизатора напряжения	53
23. Чем ограничена величина сопротивления нагрузки в простейшем параметрическом стабилизаторе напряжения	53
24. Дайте функциональную схему, компенсационного стабилизатора напряжения	53
25. Дайте схему простейшего компенсационного стабилизатора напряжения	53
26. Что такое коэффициент стабилизации?	53
27. Чем определяется коэффициент стабилизации в простейшем компенсационном стабилизаторе напряжения	54
28. Укажите недостатки простейшего компенсационного стабилизатора напряжений	54
29. Приведите схему компенсационного стабилизатора напряжения с дифференциальным каскадом	54
30. Приведите схему компенсационного стабилизатора напряжения на основе операционного усилителя	54
32. Укажите общие недостатки компенсационных стабилизаторов напряжения	54
33. Приведите упрощенную схему импульсного регулятора напряжения	54
34. Чем определяется величина фильтрующей емкости в импульсном регуляторе напряжения	55
35. Зачем нужен диод в импульсном регуляторе напряжения	55
36. Что такое "Широтно-импульсная модуляция"	55
37. В чем преимущество импульсного регулятора напряжения	55
38. Дайте функциональную схему импульсного стабилизатора напряжения с широтно импульсной модуляцией	55
39. Зачем используется "гальваническая развязка" в импульсном стабилизаторе с регулируемой промежуточной частоты	55
40. Чем определяют величина фильтрующих емкостей и конденсатора в импульсном стабилизаторе напряжения	55

В	Дайте определение положения рабочего диапазона выходных токов на нагрузочной линии	19
В каких системах в принципе не может быть потеряна устойчивость?	Дайте определение понятия «Сигнал»	1
В какой области стоквых характеристик работает полевой транзистор аналогового переключателя?	Дайте определение суммарного коэффициента усиления многокаскадной схемы	3
В каком случае используют стабилизатор напряжения?	Дайте определение термина «крайняя точка»	6
В чем отличие цифрового представления от аналогового?	Дайте определение термина «Схемный элемент»	19
В чем преимущество импульсного регулятора напряжения	Дайте определение термина «Фазовая задержка», «групповое время задержки»	2
В чем состоит особенность цепей управления аналоговых переключателей второго поколения	Дайте определение термина «Крутизна» и «удельная крутизна» для полевого транзистора	12
Возможно ли исключение статического сдвига коммутируемого напряжения от входа к выходу в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора	Дайте схему мультивибратора на основе компаратора	48
	Дайте схему мультивибратора на основе ОУ	48
	Дайте схему одновибратора на основе компаратора	49
Г	Дайте схему параметрического стабилизатора напряжения с усилителем тока	53
Где используется Зенеровский пробой в полупроводниковых диодах	Дайте схему простейшего компенсационного стабилизатора напряжения	53
	Дайте схему простейшего параметрического стабилизатора напряжения	52
Д	Дайте условия самовозбуждения линейной схемы	7
Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с параллельной ОС по напряжению	Дайте функциональную схему импульсного стабилизатора напряжения с широтно импульсной модуляцией	55
Дайте выражение для входного и выходного импеданса линейного блока с последовательной ОС по напряжению	Дайте функциональную схему, компенсационного стабилизатора напряжения	53
Дайте выражение для входных выходных сопротивлений в схеме с ОБ	Дайте эмпирическое выражение для определения количества витков в силовом трансформаторе	51
Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с параллельной ОС по напряжению	Дайте эмпирическое выражение для определения суммарного сечения магнитопровода	51
Дайте выражение коэффициента передачи по напряжению линейного блока с последовательной ОС по напряжению		
Дайте выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОЗ (нормальный активный режим)		
Дайте классификацию ОС		
Дайте классификацию схем генераторов		
Дайте определение активного и пассивного компонентов электронной схемы		
Дайте определение АЧХ и ФЧХ		
Дайте определение и схему параллельной ОС по напряжению		
Дайте определение и схему параллельной ОС по току		
Дайте определение и схему последовательной ОС по напряжению		
Дайте определение и схему последовательной ОС по току		
Дайте определение и импульсной и переходной характеристик		
Дайте определение компаратора		
Дайте определение ограничителей и их классификацию		

3

За счет чего образуются искажения "ступеньки" в двухтактных выходных каскадах?	25
Запишите выражение для коэффициента передачи по напряжению источника на кремниевом МДП транзисторе (потенциал подложки – 0)	13
Запишите выражение для коэффициента усиления плена дифференциального каскада	29
Запишите выражение для определяющего значения дифференциального коэффициента передачи дифференциального каскада	29
Запишите выражение определяющее значение коэффициента ослабления передачи синфазной составляющей дифференциального каскада	30
Запишите выражение определяющее значение синфазного коэффициента передачи дифференциального каскада	30
Запишите выражение, определяющее частоту генерации мультивибратора на основе компаратора	49
Зачем используется гальваническая развязка в импульсном стабилизаторе с регулируемой промежуточной частоты	55

Зачем и используют двуполупериодный выпрямитель?	52
Зачем нужен диод в импульсном регуляторе напряжения	55
Зачем устанавливается резистор во входной цепи неинвертирующего ОБ?	34
И	
Из каких соображений определяется величина коллекторного резистора однокаскадного линейного усилителя	20
Из каких соображений определяется параметры биполярного транзистора для однокаскадного линейного усилителя	20
Изобразите АЧХ и ФЧХ идеальной линейной системы	2
К	
Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного параллельной ОС по напряжению?	6
Как изменяется входное и выходное сопротивление каскада, охваченного последовательной ОС по напряжению?	6
Как определяется диаметр провода первичной и вторичной обмоток силового трансформатора	51
Как связаны величина сопротивления нагрузки и величина емкости фильтра в источнике питания?	51
Как связаны соглашения о представлении цифровой информации и быстродействие элементной базы?	3
Какие вы знаете формы представления информации	1
Какие ограничения накладываются на величину индуктивности катушки связи простейшего LC генератора при использовании полевого и биполярного транзисторов?	46
Каким образом можно избежать записания транзистора эмиттерного повторителя при формировании отрицательного перепада напряжений на выходе?	24
Каким образом можно избежать нелинейных искажений в эмиттерном повторителе при динамическом уменьшении эмиттерной нагрузки?	24
Какую функцию выполняет стробирование в регенеративном компараторе	39
М	
Мостовой выпрямитель и его подключение к силовому трансформатору	16
Н	
Напишите аналитическое выражение для температурного потенциала и укажите его численное значение при нормальной температуре для кремния	9
Напишите аналитическое выражение для тока р-п перехода	9
Напишите выражение для коэффициента насыщения	11
Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления операционного усилителя в разомкнутом состоянии и его входное сопротивление не бесконечно большие	28
Напишите выражение для коэффициента передачи операционного блока, если коэффициент усиления усилителя не бесконечно большой	28
Напишите выражение для напряжения на переходе база-эмиттер при нулевом входном токе	10
Напишите выражение, определяющее величину входного сопротивления линейного однокаскада усиления на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению	21
Напишите выражение, определяющее величину резистора насыщения линейного каскада с ОК	23
Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения гармонического генератора с цепью ОС в виде моста Вина	48
Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения емкостного трехточного гармонического генератора	46
Напишите выражение, определяющее величину частоты самовозбуждения индуктивного трехточного гармонического генератора	47
Напишите выражение, определяющее напряжение база-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЗ)	11
Напишите выражение, определяющее напряжение коллектор-эмиттер в режиме насыщения для биполярного транзистора (ОЗ)	11
Напишите выражение, связывающее ток коллектора и ток базы в схеме с ОЗ	10
Напишите выражения для входных и выходных сопротивлений в схеме с ОК	11
Напишите выражения для тока стока полевого транзистора в крутой и пологой областях	13
Напишите выражения, определяющие значения удельной крутизны полевого транзистора, исходя из значений токов и напряжений определяющих коэффициент усиления каскада с ОИ	13
Напишите отличительные особенности каскадной схемы линейного усилителя	21
Нарисуйте диаграмму Боде для двухкаскадного линейного усилителя с емкостными связями	8
Нарисуйте диаграмму Боде для двухкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями	8
Нарисуйте диаграмму Боде для трехкаскадного линейного усилителя с непосредственными связями	8
Нарисуйте диаграмму напряжений, иллюстрирующую двоякое представление информации	3
Нарисуйте идеализированную и реальную вольт-амперные характеристики и полупроводникового диода	15
Нарисуйте инвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики	33
Нарисуйте компаратор, построенный на основе операционного усилителя	39

Нарисуйте неинвертирующий операционный блок, его входную и передаточную характеристики.....33	
Нарисуйте обобщенную схему узла, охваченного ОС и напишите выражение для коэффициента передачи линейного блока с ОС.....4	
Нарисуйте передаточную характеристику идеального аналогового переключателя.....40	
Нарисуйте передаточную характеристику идеального компаратора.....40	
Нарисуйте передаточную характеристику идеального стабилизатора.....52	
Нарисуйте стокую характеристику полевых транзистора. Определите крутую и пологую области.....13	
Нарисуйте схему "емкостной трехточки".....46	
Нарисуйте схему "индуктивной трехточки".....46	
Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию двуполярных напряжений.....44	
Нарисуйте схему аналогового переключателя на полевом транзисторе, обеспечивающего коммутацию однополярных напряжений.....44	
Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с фазосдвигающей цепью ОС.....47	
Нарисуйте схему гармонического генератора на основе биполярного транзистора с цепью ОС в виде моста Вина.....47	
Нарисуйте схему гармонического генератора на основе операционного усилителя с цепью ОС в виде моста Вина.....47	
Нарисуйте схему двуполупериодного выпрямителя и эспры напряжений иллюстрирующие его функционирование.....16	
Нарисуйте схему двухтактного выходного каскада, в котором выполнена компенсация искажения ступенька.....26	
Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения.....31	
Нарисуйте схему дифференциального каскада второго поколения с динамическими нагрузками.....31	
Нарисуйте схему дифференциального каскада с эмиттерным повторителем на входе.....30	
Нарисуйте схему дифференциального каскада, использующую схему Дарлингтона.....30	
Нарисуйте схему дифференциального усилителя с буферными повторителями на входе.....36	
Нарисуйте схему дифференциатора.....36	
Нарисуйте схему интегрального повторителя.....34	
Нарисуйте схему интегратора.....36	
Нарисуйте схему каскодного усилителя, и выражение, определяющее величину коэф. усиления.....21	
Нарисуйте схему линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.....23	
Нарисуйте схему линейного одиночного каскада усиления на основе биполярного транзистора с параллельной ОС по напряжению.....20	
Нарисуйте схему логарифмирующего усилителя на ОУ.....37	
Нарисуйте схему операционного блока в дифференциальном включении.....34	
Нарисуйте схему прецизионного двухполупериодного выпрямителя.....37	
Нарисуйте схему простейшего LC генератора.....45	

Нарисуйте схему простейшего дифференциального каскада.....29	
Нарисуйте схему простейшего источника тока.....24	
Нарисуйте схему простейшего коммутатора тока43	
Нарисуйте схему простейшего однокаскадного RC усилителя и выражение, определяющее для этой схемы величину начального тока базы.....19	
Нарисуйте схему простейшего последовательного аналогового переключателя на основе биполярного транзистора.....42	
Нарисуйте схему простейшего токового зеркала.....24	
Нарисуйте схему смдвига уровня напряжения.....32	
Нарисуйте схему сумматора на ОУ.....37	
Нарисуйте схему усилительного каскада с H-смещением.....20	
Нарисуйте схему усилительного каскада с последовательной ОС по току и выражение, определяющее величину тока коллектора.....20	
Нарисуйте схему усилителя Дарлингтона и выражение, определяющее величину коэф. усиления.....22	
Нарисуйте схему усилителя тока на ОУ.....36	
Нарисуйте схемы параллельного и последовательного ограничителей и эспоры напряжений, иллюстрирующие их работу.....17	
Нарисуйте функциональную схему источника питания с преобразованием частоты и укажите причины его использования.....50	
Нарисуйте функциональную схему традиционного источника вторичного электропитания.....50	
Нарисуйте эквивалентную схему биполярного транзистора, определяющую динамические характеристики схем на его основе в режиме отсечки и нормальной активном режиме.....12	
Нарисуйте эквивалентную схему замещения биполярного транзистора в статике (Эберса-Молла).....9	
Нарисуйте эквивалентную схему каскадирования линейных блоков с переменными коэффициентами передачи не высочшую систематическую погрешность.....27	
Нарисуйте эквивалентную схему полевых транзистора.....13	
Нарисуйте эспоры напряжения на нагрузке и тока через диоды выпрямителя при использовании емкостного фильтра.....51	
Нарисуйте, по меньшей мере, две возможных схемы смещения линейных каскадных каскадов на основе полевых транзисторов.....27	

О

Объясните зависимость времени переключения компаратора от скорости изменения входных напряжений.....38	
Объясните необходимость использования меккаскадных разделительных конденсаторов.....19	
Объясните роль порогового напряжения в цифровом представлении информации.....3	
Объясните термин помехоустойчивость.....3	
Объясните, почему бо́льшая величина эмиттерного резистора дифференциального каскада не приводит к существенному уменьшению величины коэффициента усиления этого каскада.....29	
Объясните, чем определяется статический выход коммутаторного напряжения от входа к выходу	

в аналоговом переключателе на основе биполярного транзистора.....43	
Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (диаграмма Бode).....7	
Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной CR схемы (положение нулей полюсов).....7	
Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (диаграмма Бode).....7	
Опишите АЧХ и ФЧХ однокаскадной RC схемы (положение нулей полюсов).....7	
Опишите ограничения накладываемые на величину напряжения питания простейших однокаскадных усилителей.....20	
Опишите особенности диодов Шоттки.....15	
Опишите особенности изготовления интегральных полупроводниковых диодов.....15	
Опишите особенности цепей меккаскадной передачи сигнала.....4	
Опишите последовательность действий при выборе начального положения рабочей точки 19	
Определите величину границы режима отсечки.....11	
Определите величину тока через p-n переход при 20°C, если напряжение на переходе 0,6В, а обратный ток 1мА.....9	
Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОК.....11	
Определите выражение для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОБ.....9	
Определите выражения для коэффициента усиления по току и напряжению в схеме с ОЭ (нормальный активный режим).....10	
Определите коэффициент передачи по цепи ОС и глубину ОС.....6	
Определите значение аналогового переключателя.....40	
Определите положительную и отрицательную связь.....6	
Определите усилители класса А, В, С.....25	
От чего зависит величина "коэффициента пульсаций"?.....52	

П

Перечислите источники погрешностей представления аналогового сигнала.....1	
Перечислите источники статической погрешности аналогового переключателя.....41	
Перечислите обстоятельства, определяющие полную величину эмиттерного резистора схемы с ОК.....23	
Перечислите особенности полевых транзистора, влияющие на выбор величины стоквого резистора.....26	
Перечислите параметры источника вторичного электропитания.....49	
Перечислите параметры силового трансформатора, задаваемые при его изготовлении.....50	
Перечислите причины дрейфа нуля ОУ.....29	
Перечислите причины, ограничивающие конкретные величины резисторов ОС и входной цепи ОБ.....36	
Перечислите причины, определяющие динамические характеристики каскадов на основе биполярных транзисторов.....11	
Перечислите режимы работы биполярного транзистора.....9	

Перечислите составляющие динамических погрешностей компаратора.....39	
Перечислите специфические особенности аналоговой формы представления информации.....1	
Перечислите основные требования, предъявляемые к ОУ.....28	
Перечислите требования к компаратору как схемному элементу.....39	
Перечислите функции источника вторичного электропитания.....50	
Подключите и двуполупериодного выпрямителя к силовому трансформатору.....16	
Покажите зону возможных положений передаточной характеристики неинвертирующего ОБ?.....34	
Покажите зону возможных положений передаточной характеристики ОУ в дифференциальном включении при одинаковом модуле коэффициентов передачи по инвертирующему и неинвертирующему входам.....35	
Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса В.....26	
Покажите начальное положение рабочей точки на нагрузочной линии для усилителя класса С.....26	
Постройте нагрузочную линию на семействе коллекторных характеристик при $E_n=12 В$ и $I_k=5 мА$19	
Почему балансировочный резистор не применяют в ОУ, использующих полевые транзисторы?.....34	
Почему не используют многоканное представление цифровой информации?.....3	
Поясните за счет каких схемных решений устраняется искажение "ступенька" в двухтактном выходном каскаде на биполярных транзисторах?.....26	
Поясните необходимость и использования эмиттерной связи в дифференциальном каскаде.....29	
Поясните понятие статическая погрешность компаратора.....38	
Поясните связь величины динамической погрешности аналогового переключателя с величиной поляго сопротивления нагрузки.....42	
Поясните термин отключающая помеха.....39	
Поясните явление гистерезиса у компаратора.....3	
Поясните, зачем на неинвертирующем входе ОУ при инвертирующем его включении устанавливают балансное сопротивление и укажите его величину.....33	
Превидите упрощенную схему импульсного регулятора напряжения.....54	
Приведите пример коррекции частотной характеристики двухкаскадного линейного усилителя.....9	
Приведите примеры аналогового представления информации.....2	
Приведите схему компенсационного стабилизатора напряжения на основе операционного усилителя.....54	
Приведите схему компенсационного стабилизатора напряжения с дифференциальным каскадом.....54	
Проведите классификацию полевых транзисторов.....12	

Проведите сравнительную характеристику эмиттерного повторителя и стоквого повторителя.....14	
Проведите функциональную классификацию аналоговых переключателей.....40	
Проиллюстрируйте графически методику определения крутизны полевых транзистора по его стоквым характеристикам.....14	
Проиллюстрируйте изменение АЧХ двухкаскадного ОУ при введении полной коррекции.....32	
Проиллюстрируйте изменение АЧХ трехкаскадного ОУ при введении полной коррекции.....32	
Проиллюстрируйте графические функции компаратора двух напряжений.....38	
Проиллюстрируйте графические функции компаратора трёх напряжений.....38	

С

Светодиод. Определение и основная схема включения.....16	
Сравните величины входных сопротивлений биполярного транзистора (ОЭ) в нормальном активном режиме и режиме насыщения.....11	
Сформулируйте общую идею параметрической компенсации дрейфа нуля ОУ.....29	
Сформулируйте требования к линейному диапазону выходных напряжений ОУ.....28	
Сформулируйте частотные требования к ОУ.....28	
Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и независимым источником напряжения смещения. Величина начального тока эмиттора.....22	
Схема однокаскадного линейного усилителя с ОБ и H-смещением.....22	

У

Укажите значение потенциалов на электродах биполярного транзистора в режиме насыщения (ОЭ).....10	
Укажите и источники динамической погрешности аналоговых переключателей.....42	
Укажите и исходный параметр при расчете силового трансформатора.....50	
Укажите коэффициент передачи по напряжению линейного каскада усиления с ОБ, использующее «автоматическое» смещение.....23	
Укажите место установки корректирующей емкости в двухкаскадном ОУ.....32	
Укажите недостатки простейшего LC генератора46	
Укажите недостатки простейшего компенсационного стабилизатора напряжений.....54	
Укажите недостатки простейшего параметрического стабилизатора напряжения52	
Укажите необходимые соотношения величин управляющего и коммутирующего напряжений для биполярного аналогового переключателя43	
Укажите обстоятельство, благодаря которому в линейном каскаде усиления в схеме ОБ нет необходимости стабилизировать начальное положение рабочей точки.....23	
Укажите общие недостатки компенсационных стабилизаторов напряжения.....54	

Укажите основную задачу, решаемую фильтром источника вторичного электропитания.....51	
Укажите особенности использования полевых транзисторов в дифференциальных каскадах32	
Укажите особенности полевых транзисторов, дающие им преимущества при построении аналоговых переключателей.....43	
Укажите особенности построения и использования комплементарных МДП аналоговых переключателей.....45	
Укажите особенности различных типов полевых транзисторов, и спользуемых в линейных усилительных каскадах, которые и влияют на выбор схемы смещения.....26	
Укажите особенности регенеративного компаратора.....39	
Укажите погрешность аналогового переключателя, определяемую ненулевым внутренним сопротивлением переключателя во включенном и выключенном режимах (для последовательного ключа).....41	
Укажите режим работы биполярного транзистора в аналоговом переключателе.....43	
Укажите составляющие времени переключения компаратора.....40	
Укажите условие самовозбуждения схемы генератора.....45	
Укажите чем определяется величина КПД линейного усилительного каскада.....25	
Укажите чем определяется максимальная величина резистора ОС операционного блока?.....34	
Укажите чем определяется минимальная величина резистора ОС операционного блока?.....34	
Укажите чем определяются величины (и их соотношения) резисторов на неинвертирующем входе ОУ в дифференциальном включении?.....35	
Укажите, чем определяется статическая погрешность аналогового переключателя на полевом транзисторе при фиксированном напряжении нагрузки.....44	

Ф

Фотодиод. Определение и основная схема включения.....15	
---	--

Ч

Чем ограничена Величина сопротивления нагрузки в простейшем параметрическом стабилизаторе напряжения.....53	
Чем определяется величина тока ограничительного резистора в схеме простейшего параметрического стабилизатора напряжения.....53	
Чем определяется величина фильтрующей емкости в импульсном регуляторе напряжения.....54	
Чем определяется коэффициент стабилизации в простейшем компенсационном стабилизаторе напряжения.....54	
Чем определяют величина фильтрующих емкостей и конденсатора в импульсном стабилизаторе напряжения.....55	
Чем отличаются «линейные» искажения от «нелинейных».....2	

Что ограничивает (в основном) линейный диапазон выходной характеристики инвертирующего ОБ?.....33	
Что такое «каскад с динамической нагрузкой»?.....25	
Что такое «коэффициент пульсаций»?.....52	
Что такое «угол включения диода»?.....52	
Что такое «дрейф параметров схемного элемента»?.....1	
Что такое «коэффициент ослабления сигнала»?.....28	
Что такое «коэффициент стабилизации»?.....53	
Что такое «коэффициент передачи» и способы его представления.....2	
Что такое «малый ноль»?.....28	
Что такое «напряжение смещения ОУ»?.....28	

Что такое «передаточная характеристика» и ее модельное представление?.....1	
Что такое «помеха»?.....1	
Что такое «скорость нарастания выходного сигнала ОУ»?.....28	
Что такое «схемный интерфейс»?.....1	
Что такое «физический носитель информации»?.....1	
Что такое «широко-импульсная модуляция».....55	
Что такое каскадирование?.....3	
Что такое коэффициент стабилизации?.....53	
Что такое непосредственная связь и где она применяется?.....4	
Что такое операционный усилитель?.....27	
Что характеризует разность входных токов ОУ?.....29	