

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 1
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Часть 2

Воронеж 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 1
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Часть 2

Воронеж 2022

УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7-5

Составитель Ю. В. Худяков

Конструкторско-технологическая документация в РЭС:
методические указания к выполнению лабораторной работы № 1 для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Ю. В. Худяков. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. Ч.2.– 41 с.

В методических указаниях рассматриваются основные требования к чертежам электрических схем. Тематика лабораторной работы соответствует рабочей программе дисциплины «Конструкторско-технологическая документация в РЭС».

Предназначены для студентов 5 курса специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» очной формы обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле КТД_УМД_ЛР1Ч2pdf.

Ил. 49. Табл. 3. Библиогр.: 8 назв.

**УДК 721:53(073)
ББК 38.113я7-5**

**Рецензент – А. В. Останков, д-р техн. наук, профессор
кафедры радиотехники ВГТУ**

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с программой курса «Устройства функциональной электроники в радиоэлектронных системах и комплексах» для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

В указаниях рассматриваются основные ГОСТы, определяющие требования к электрическим схемам. Варианты заданий приведены в методических указаниях первой, второй и третьей части.

1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ПО ЕСКД

Номером варианта электрической схемы являются две последние цифры зачетки.

1.1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- Получение практических навыков по оформлению чертежа схемы электрической принципиальной и перечня элементов по ЕСКД
- Подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Содержанием практической части работы является анализ работы предоставленного варианта электрической схемы и разработка чертежа схемы электрической принципиальной по ЕСКД.

Выполнение лабораторной работы проводится на ПЭВМ с использованием прикладной программы «SPlan»

Правила безопасности при выполнении лабораторной работы являются типовыми

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с ниже приведенными стандартами:

ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.301-68. Форматы.

ГОСТ 2.701-2008. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702-75. Правила выполнения электрических схем.

ГОСТ 2.708-81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.

ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

ГОСТ 2.721-74. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

4. СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. ВЫБОР СПОСОБА МЕЖПЛАТНЫХ И ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ

После проведения в процессе компоновки разбивки электрической схемы на части, которые расположены на разных несущих конструкциях, необходимо определиться со способом межплатных и внешних соединений:

- паяные неразъемные соединения;
- с помощью разъемных электрических соединителей;
- комбинированным методом.

Паяное неразъемное соединение предполагает наличие контактного элемента на печатной плате, в качестве которого конструктивно могут быть контактные площадки, пистоны и специальные штифты, к которым припаиваются соединительные провода. Этот контактный элемент отображается на схеме электрической схеме в виде окружности диаметром 2 мм. Жесткая регламентация по форме представления позиционного обозначения паяного соединения на электрической схеме стандартами не регламентируется. Обычно их обозначают таким же образом как они обозначены при маркировке на соответствующей печатной плате: цифрами, буквами, сокращенными названиями функциональной цепи или адресом. Процесс изготовления паяного соединения обычно предполагает предварительную механическую фиксацию проводника к контактному элементу и самого процесса пайки. На электрической схеме указывается проводник, исходящий из запаянного контактного элемента, который из окружности превращается в круг черного цвета (заполняется проводником и припоем).

Паяное соединение обычно изготавливается малопроизводительным ручным образом, а сам процесс изготовления межплатных и внешних соединений методом пайки является одним из элементов критического пути технологического процесса сборки, то есть напрямую влияет на длительность изготовления изделия. Присутствие ручных операций на критическом пути являются нежелательным фактором технологического процесса при серийном и массовом производстве, одним из основных преимуществ которых перед единичным производством является высокая производительность труда. Поэтому этот метод применяется в основном при единичном или мелкосерийном типах производствах.

В остальных случаях используют электрические соединители или на вульгарном языке разъемы. Изготовление внеплатных сборок соединителей (вилки или розетки плюс кабели или провода и др.) в этом случае производится параллельно с критическим путем. В сложных электронных устройствах при расположении его схемы на большом число плат очень часто межплатные соединения осуществляются с помощью соединительных плат, на которых устанавливаются ответные части электрических соединителей.

В процессе проведения регулировочных работ с целью устранения влияния предыдущих и последующих каскадов (функциональных узлов) на

показания измерительных приборов необходимо оперативно отключить регулируемый каскад по сигнальным цепям от остальной электрической схемы. Для этой цели используются перемычки, которые отображаются на электрической принципиальной схеме с помощью стандартного УГО и позиционного обозначения для разборного соединения (ХТ1, ХТ2 и т.д.). На исходной электрической схеме вариантов контрольных работ перемычки не указываются. Поэтому необходимо представить себя в роли инженера-технолога по регулировке и с помощью руководителя дипломного проекта или прикрепленного преподавателя по проведению практических занятий дисциплины, а также на основе знаний, полученных при анализе работы электрической схемы, ввести при необходимости эти перемычки в электрическую схему.

Наименование «Перемычка» и документ, по которому он применен в электрической схеме записывается в перечень элементов. Различными зарубежными фирмами выпускаются перемычки (джемперы), конструктивно оформленные как самостоятельные элементы общего применения, а для технологии поверхностного монтажа (SMT) - SMD резисторы с нулевым сопротивлением. В этом случае производится запись полного условного обозначения, принятого на фирме-изготовителе с указанием этой фирмы. В условиях единичного или мелкосерийного производств в виду высокой квалификации регулировщиков и отсутствием жесткой временной регламентации перемычки тоже как правило не используются, а отделение регулируемого фрагмента от остальной электрической схемы и подключение измерительных приборов производится с помощью паяльника

Оперативный контроль параметров промежуточных каскадов (функциональных узлов) в условиях серийного и массового производства, а также в процессе эксплуатации при проведении регламентных и ремонтных работах осуществляется с помощью контрольных точек на печатных платах, которые отображаются на электрической принципиальной схеме с помощью стандартного УГО (окружность) и позиционного обозначения разборного соединения (ХТ1, ХТ2 и т.д.). В качестве конструктивного элемента для контрольной точки наиболее часто используются контакты одно- или двухполюсных вилок, представляющих из себя штифты, адаптированные под установку на печатную плату.

Также как и перемычки, на исходной электрической схеме вариантов контрольных работ контрольные точки не указываются. Поэтому необходимо снова представить себя в роли инженера-технолога по регулировке и с помощью руководителя дипломного проекта или прикрепленного преподавателя по проведению практических занятий дисциплины УНПР, а также на основе знаний, полученных при анализе работы электрической схемы, ввести при необходимости эти контрольные точки в электрическую схему. Наименование «Штифт» или другой конструктивный элемент и документ, по которому он применен в электрической схеме записывается в перечень

элементов. Если этот элемент импортный, то производится запись полного условного обозначения, принятого на фирме-изготовителе с указанием этой фирмы.

В условиях единичного или мелкосерийного производств в виду высокой квалификации регулировщиков и отсутствием жесткой временной регламентации контрольные точки как правило не используются, а подключение измерительных приборов производится непосредственно к контактными площадкам элементов с помощью паяльника.

5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

41 Вариант 41 Милливольтметр с высоким входным сопротивлением

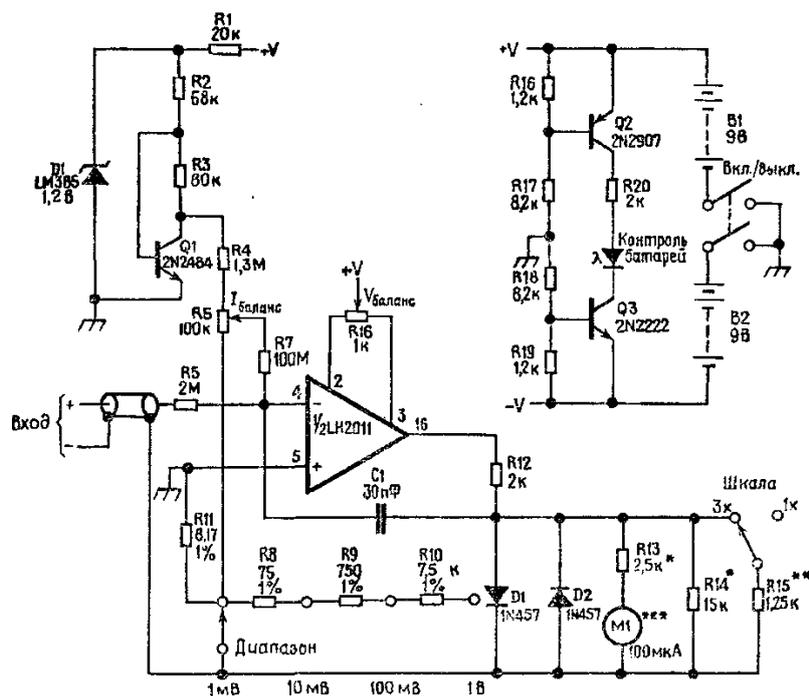


Рис. 1. Электрическая схема милливольтметра с высоким входным сопротивлением

Входной ток пропорционален входному напряжению (10 пА на всю шкалу) Опорный источник можно использовать для реализации омметра с линейной шкалой.

* Калибровка шкалы 1.

** Калибровка шкалы.

*** Содержит переключатель полярности.

Возможны замены: LM385 - источник опорного напряжения 1,2 В (можно реализовать на операционном усилителе); 2N2484- на КТ3102Е; LH2011 на К1409УД1; 1N457 на ГД508; 2N2007 на КТ502Б; 2N2222 на КТ503Б.

42 Вариант 42 Микромощный интервальный таймер, управляемый микропроцессором

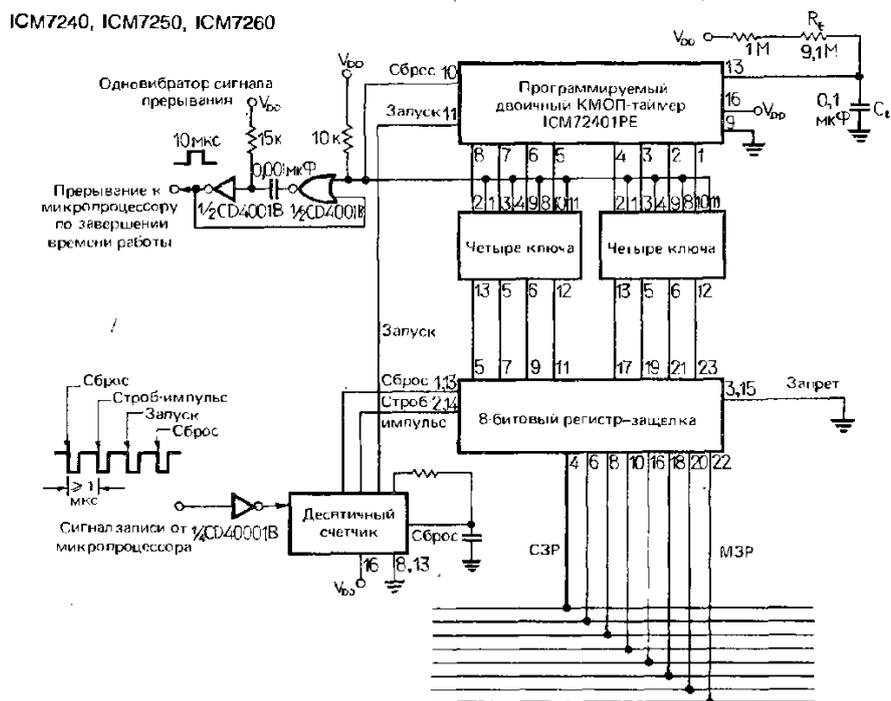


Рис. 2. Электрическая схема микромощного интервального таймера, управляемого микропроцессором

Программируемый двоичный КМОП-таймер ICM7240, дополненный несколькими недорогими ИС серии CD4000, может функционировать в качестве недорогого реле времени, управляемого микропроцессором.

Устройство, показанное на рисунке, работает следующим образом. Микропроцессор выдает на свою шину ввода-вывода 8-битовый двоичный код (двоичный код требуется для программирования ИС ICM7240), сопровождаемый четырьмя импульсами записи WRITE, поступающими на десятичный счетчик CD4017B. Первый импульс сбрасывает

8-битовый регистр-защелку, второй стробирует двоичный код в этот регистр, третий запускает ИС ICM7240, активизируя ее цикл выдержки времени, и четвертый сбрасывает десятичный счетчик. Затем ICM7240 отработывает временной интервал, определяемый параметрами RC-цепочки, подключенной к выводу 13, и предварительно установленным двоичным кодом на выводах 1-8. По окончании запрограммированного временного интервала срабатывает одновибратор сигнала прерывания, информируя микропроцессор о том, что запрограммированный временной интервал окончен.

С резистором 10 Мом и конденсатором 0,1 мкФ время цикла ICM 7240 равно 1 с. Таким образом, микропроцессор может запрограммировать временной интервал от 1 до 225 с и, изменяя величины R и C, можно установить большее или меньшее время цикла.

47 Вариант 47 Измеритель периода до 2МГц и частоты до 100 МГц

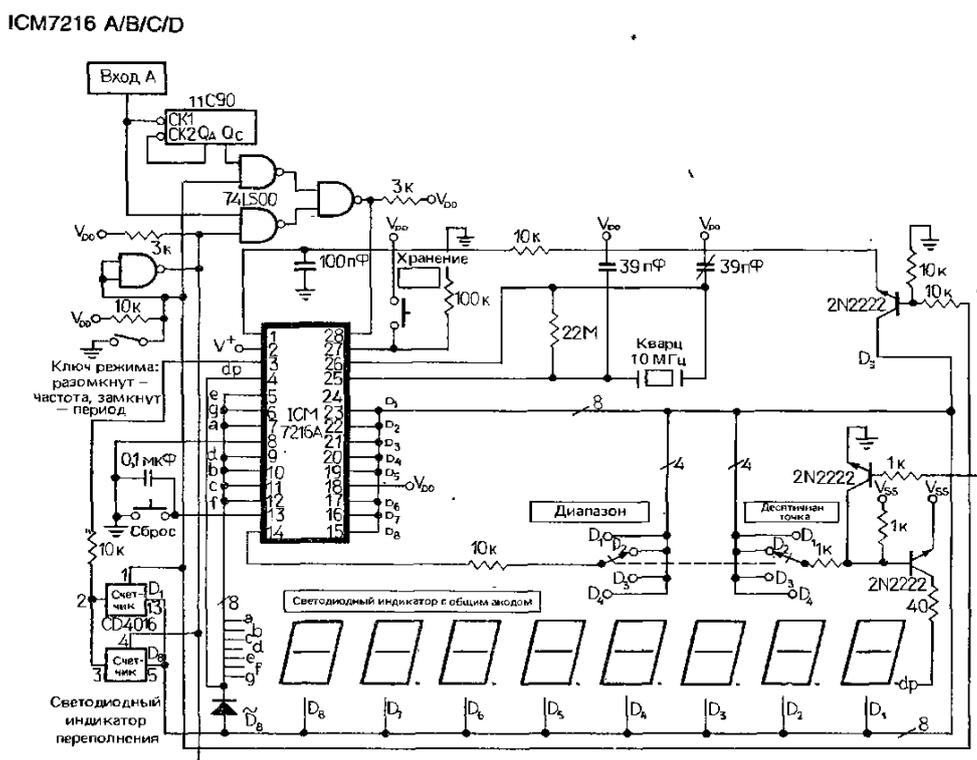


Рис. 7. Электрическая схема измерителя периода до 2МГц и частоты до 100 МГц

48 Вариант 48 Многофункциональный счетчик на частоту 100МГц

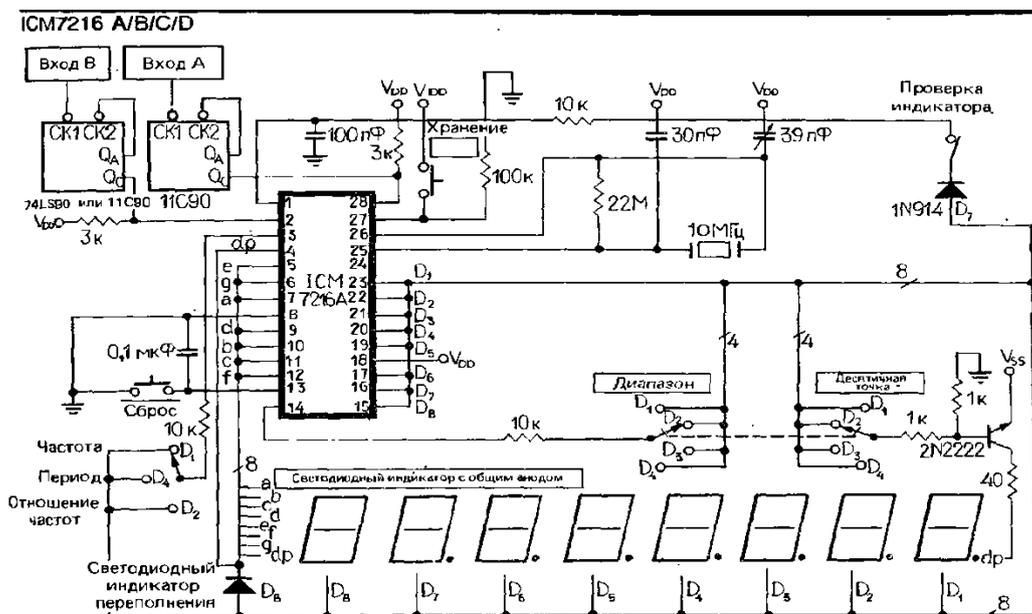


Рис. 8. Электрическая схема многофункционального счетчика на частоту 100МГц

49 Вариант 49 Частотомер на 100 МГц

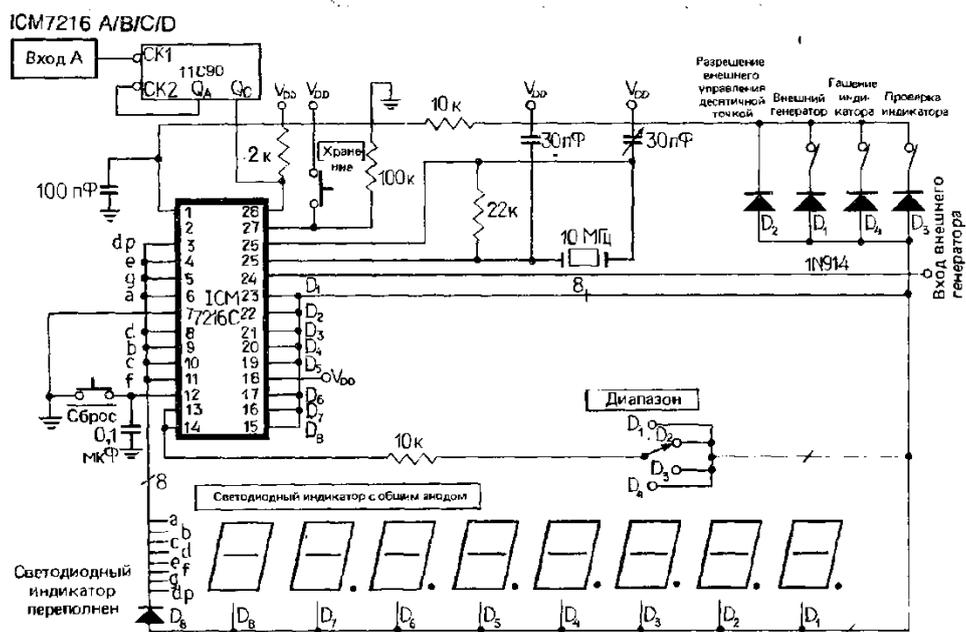


Рис. 9. Электрическая схема частотомера на 100 МГц

50 Вариант 50 Частотомер на 40 МГц

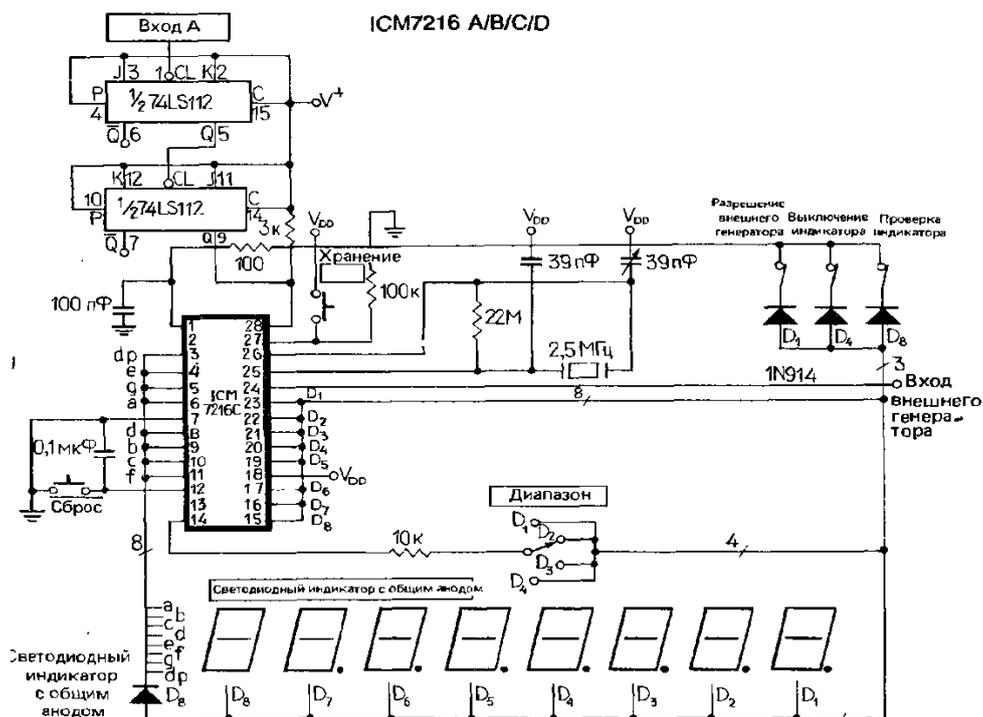


Рис. 10. Электрическая схема частотомера на 40 МГц

Если отдельные источники питания, которые предназначаются для питания ИС 4302, не обладают нужной стабильностью для получения требуемой точности преобразования может потребоваться дополнительный прецизионный источник питания +15 В.

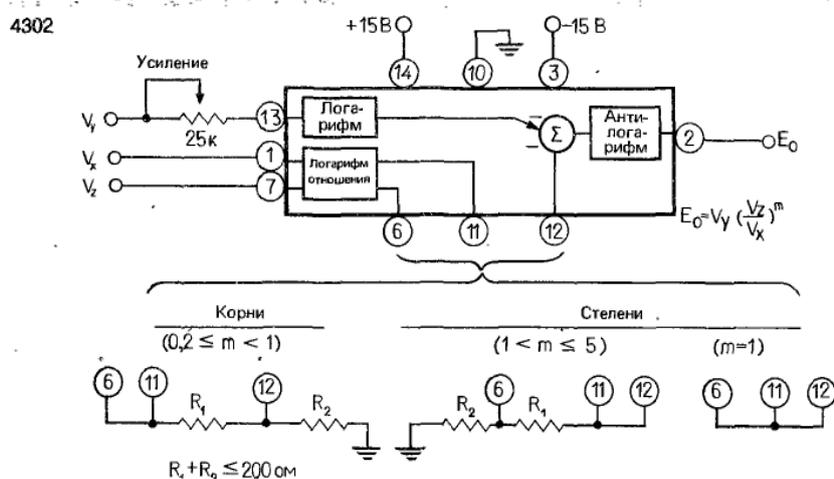


Рис. 12. Функциональная схема ИС 4302: 1 – вход X; 2 – выход; 3 – минус 15 В; 4 – не подключен; 5 – регулировка смещения X; 6 – m_a ; 7 – вход Z; 8 – регулировка смещения Z; 9 – не подключен; 10 – общий; 11 – m_b ; 12 – m_c ; 13 – Вход Y; 14 – плюс 15 В

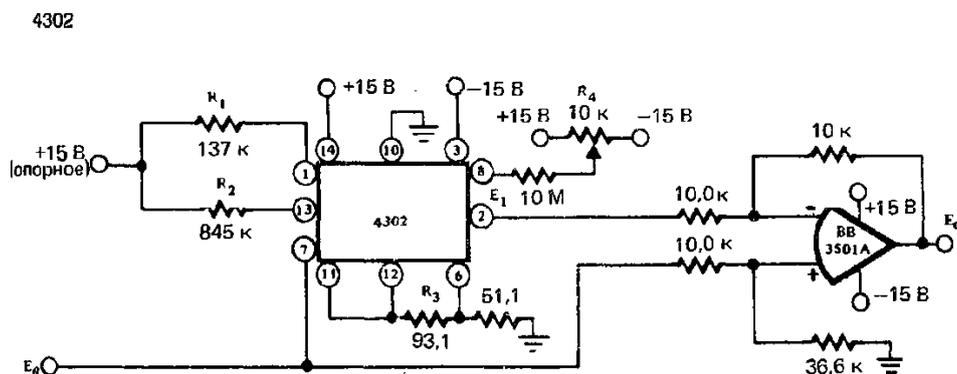


Рис. 13. Электрическая схема функционального преобразователя $10 \sin 9E_{вх}$

Передаточная функция $E_{out} = 10 \sin 9E$.

Аппроксимация степенным выражением:

$$E_{out} = 1.5708E - 1.5924(E / 6,366)^{2,827}$$

Полная погрешность преобразования (типичное значение) ± 50 мВ.

Диапазон входного напряжения от 0 до плюс 10 В.

Диапазон выходного напряжения от 0 до плюс 10 В.

53 Вариант 53 Функциональный преобразователь $10 \cos 9E_{BX}$

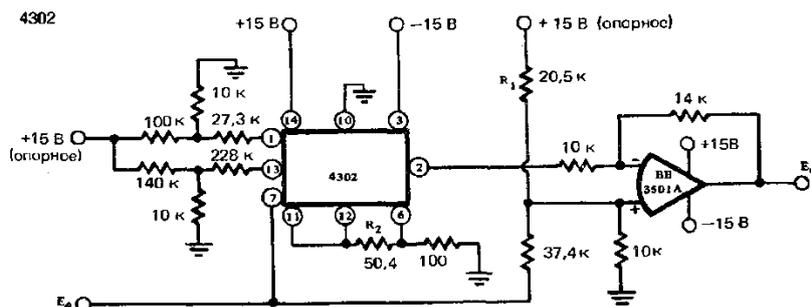


Рис. 14. Электрическая схема функциональный преобразователь $10 \cos 9E_{BX}$

Передаточная функция $E_{OUT} = 10 \cos 9E$.

Аппроксимация степенным выражением: $E_{OUT} = 10 + 0,3652 E - 0,4276 E^{1,504}$.

Полная погрешность преобразования (типичное значение) ± 80 мВ

Диапазон входного напряжения от 0 до плюс 10 В

Диапазон выходного напряжения от плюс 10 до 0 В

54 Вариант 54 Вычислитель арктангенса

ИС 4302 и нижеприведенная схема обеспечивают вычисление обратного значения тангенса отношения. Такие вычисления используются, когда требуется преобразование из прямоугольной системы координат в полярную, где $E = \arctg E_y / E_x$. Точность преобразования зависит от уровней входных сигналов.

Установить R_1 таким, чтобы при $E_1 = E_2 = +10,00V$
 $E_{OUT} = +4,500V \pm 1$ мВ.

Передаточная функция $E_{OUT} = \arctg |E_1| / |E_2|$.

Аппроксимация степенным выражением

$$E_{OUT} = 90^\circ \left(\frac{|E_1|}{|E_2|} \right)^{1,2125} / \left(1 + \left(\frac{|E_1|}{|E_2|} \right)^{1,2125} \right)$$

4302

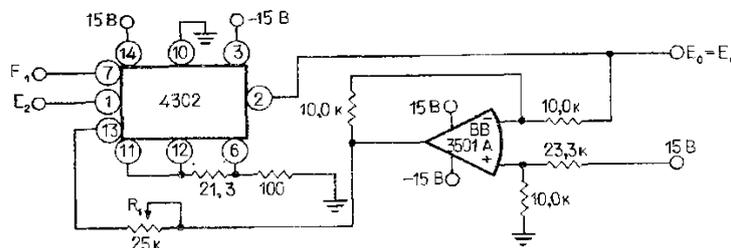


Рис. 15. Электрическая схема вычислителя арктангенса

55 Вариант 55 Вычислитель длины вектора

ИС 4302 реализует вычисление квадратного корня из суммы квадратов двух входных сигналов. Эта функция совместно с арктангенсом отношения

используется при преобразовании прямоугольных координат в полярные. На рисунке показан практический пример реализации передаточной функции $E = (E_1^2 + E_2^2)^{0,5}$ с помощью ИС 4302. В схеме использованы ОУ 3501 А. Выходное напряжение ИС 3501 составляет ± 10 В. Это предел диапазона входных напряжений E_1 и E_2 , так что всегда должны выполняться условия

$$E_1 \leq (100 - E_2^2)^{0,5}, |E_2| < E_1^2 / 20 - 5 \text{ и } (E_1^2 + E_2^2) \leq 10.$$

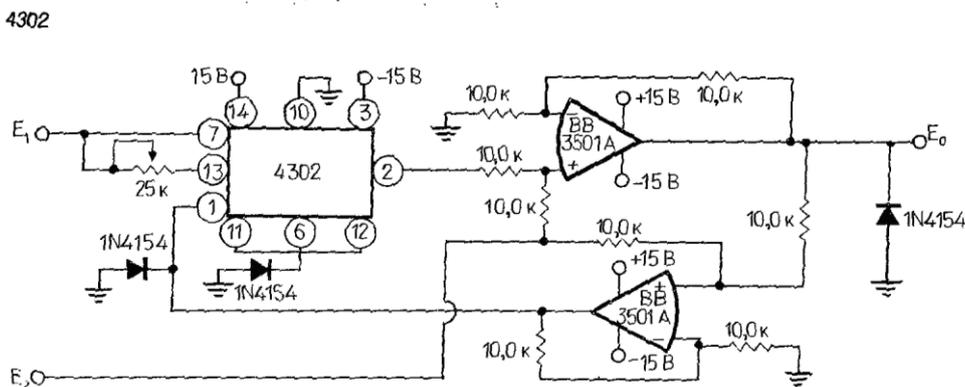


Рис. 16. Электрическая схема вычислителя длины вектора

56 Вариант 56 Быстродействующий высоковольтный ЦАП

3584

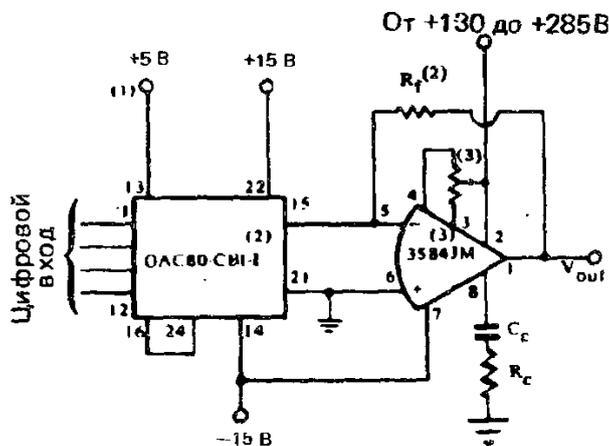


Рис. 17. Электрическая схема быстродействующего высоковольтного ЦАП

Можно подключить к источнику постоянного тока +15 В.

Используется для подгонки коэффициента передачи ЦАП $U_{out} = I_{DAC\ out}$

R_f

Необязательная регулировка смещения.

57 Вариант 57 Генератор коэффициентов полинома

Можно использовать ЦАП К572ПА1 и ОУ общего применения.

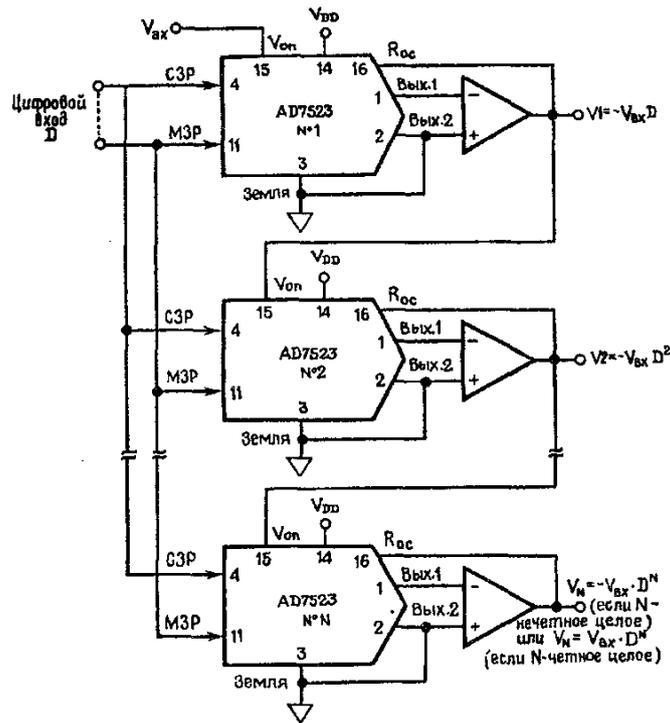


Рис. 18. Электрическая схема генератора коэффициентов полинома

58 Вариант 58 Тахометр на АЦП семейства ICL7106

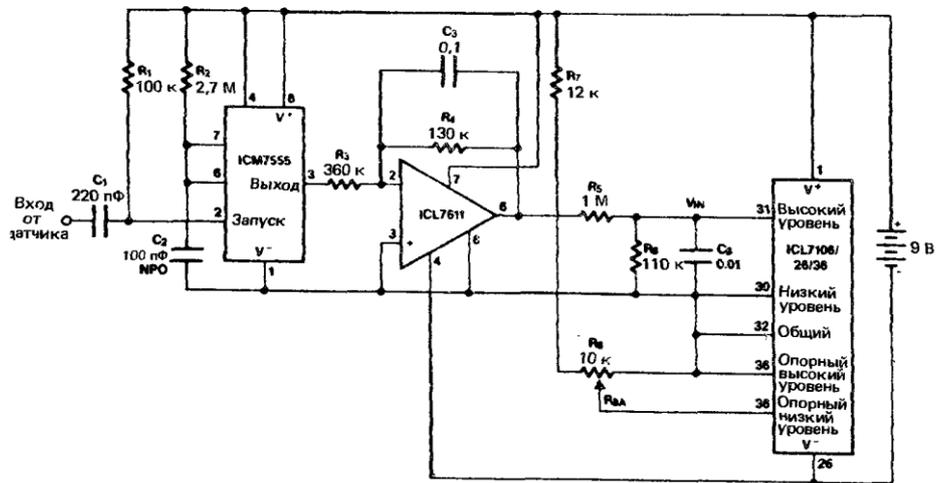


Рис. 19. Электрическая схема тахометра на АЦП семейства ICL7106

59 Вариант 59 Недорогой АЦП на трех ИМС

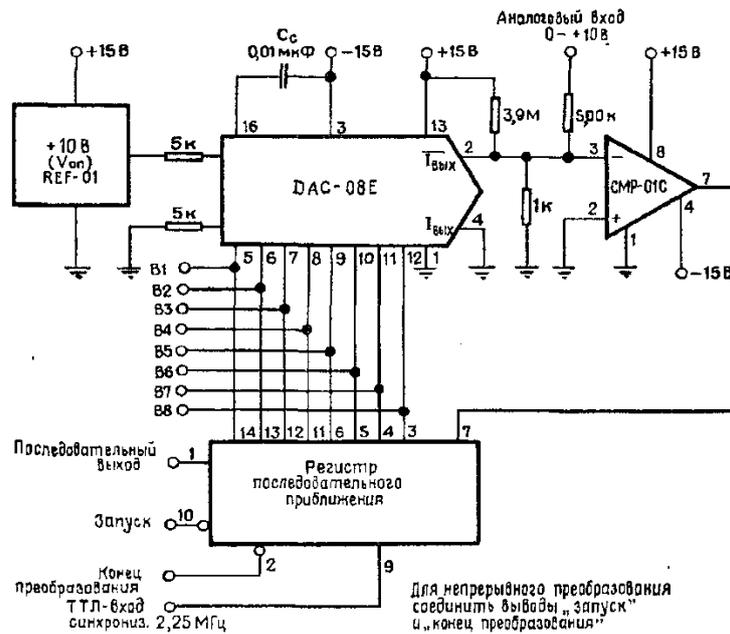


Рис. 20. Электрическая схема недорогого АЦП на трех ИМС

Возможны замены: DAC-08E на К572ПА1; CMP-01C на К554СА3А; REF-01 – источник опорного напряжения + 10 В (20 мА).

60 Вариант 60 Восьми разрядный следящий ЦАП

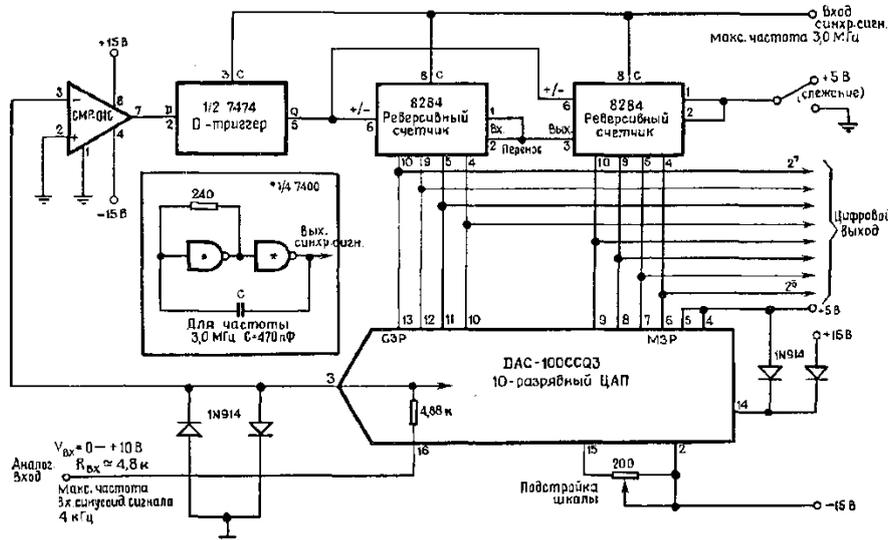


Рис. 21. Электрическая схема восьми разрядного следящего ЦАП

Возможны замены: 7400 на К155ЛА3; CMP-01C на К554СА3; 1N914 на КД521А; DAC-100ССQ3 на К594ПА1 (в типовом включении); 8284 – К531 ИЕ17; 7474 на К155ТМ2

61 Вариант 61 Устройство мгновенной непрерывной индикация при измерении сопротивления

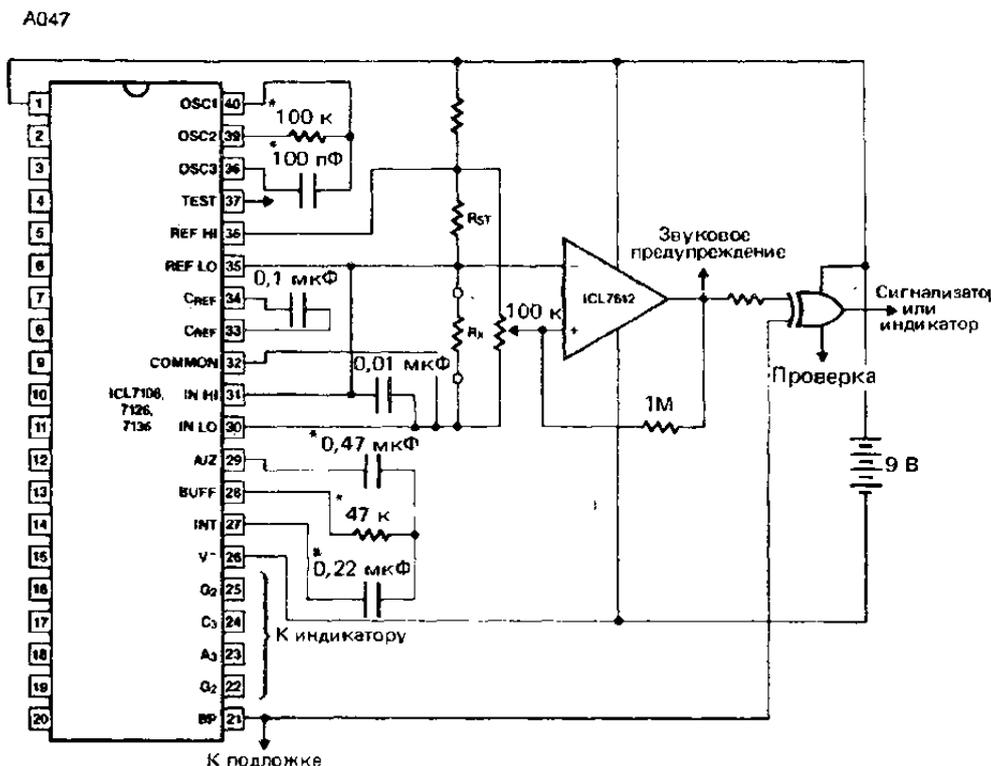


Рис. 22. Электрическая схема устройства мгновенной непрерывной индикация при измерении сопротивления

Выходной сигнал при необходимости можно использовать для управления звуковой сигнализацией и т. П. Непрерывная индикация или звуковой сигнал будет означать, не оказывая влияния на нормальный цикл измерения, что входной сигнал меньше, чем установленная часть максимального входного сигнала. При использовании ИС ICL7107 или 7109, например, потребуются различные сигнализаторы. При использовании ИС ICL7116, 7117 или 7135 следует поменять местами известное R_{ST} и неизвестное R_X сопротивления, поменять местами входы IN HI и REF HI, IN LO и REF LO соответственно и инвертировать знак выходного сигнала. Для ИС ICL7135 также потребуется источник питания для резисторов.

62 Вариант 62 Измеритель емкости на базе 3,5 – разрядного АЦП

Схема заряжает и разряжает конденсатор со скоростью, определяемой частотой кварцевого резонатора, и сохраняет в усилителе разности полученное изменение напряжения. Ток, который протекает в цикле разряда, усредняется и отношение измеряется в АЦП, использующем изменение напряжения в качестве опорного. Переключение диапазонов осуществляется изменением частоты цикла и сопротивления токоизмеряющего резистора. Частота цикла синхронизована с частотой преобразования АЦП посредством сигналов

Состояния счетчика и ключей

Ключи	Счетчик	Режим
0Y	00	Заряд C_x
1X	01	Формирование ΔV_{cx} на C_{ref}
2Y	10	Разряд C_x через делитель
3X	11	Сброс C_t в нуль

63 Вариант 63 Предусилитель с переключением

Разрешение слабых сигналов даже у лучших АЦП ограничено эффективным шумовым напряжением на входах, обычно определяемым для семейства ICL7106/07 шумовым напряжением, выделяемым на конденсаторе автокоррекции нуля.

Недорогие предусилители обычно вносят свой вклад в чрезмерную погрешность напряжения смещения, однако схема, приведенная здесь использует выход платы объединения модулей ICL7106 (или 7116, 7126, 7136) для синхронизации переключения дифференциального усилителя посредством пары аналоговых ключей, изменяющих полярность входного сигнала. На входе всегда имеется сигнал одной полярности и уровня, однако напряжения смещения предусилителя инвертируется на входе АЦП с 50 % коэффициентом заполнения, так что оно в среднем равно нулю за полный цикл. Переключение осуществляется с частотой 60 Гц, обеспечивая чрезвычайно малый уровень шумов 20 мВ на всю шкалу (10 мкВ на единицу счета).

В схеме можно использовать большинство сдвоенных ОУ, однако важно, чтобы они имели разумно близкие друг к другу скорости нарастания положительного и отрицательного сигналов.

ОУ с перекрестными искажениями (например LM124/324) использовать нельзя.

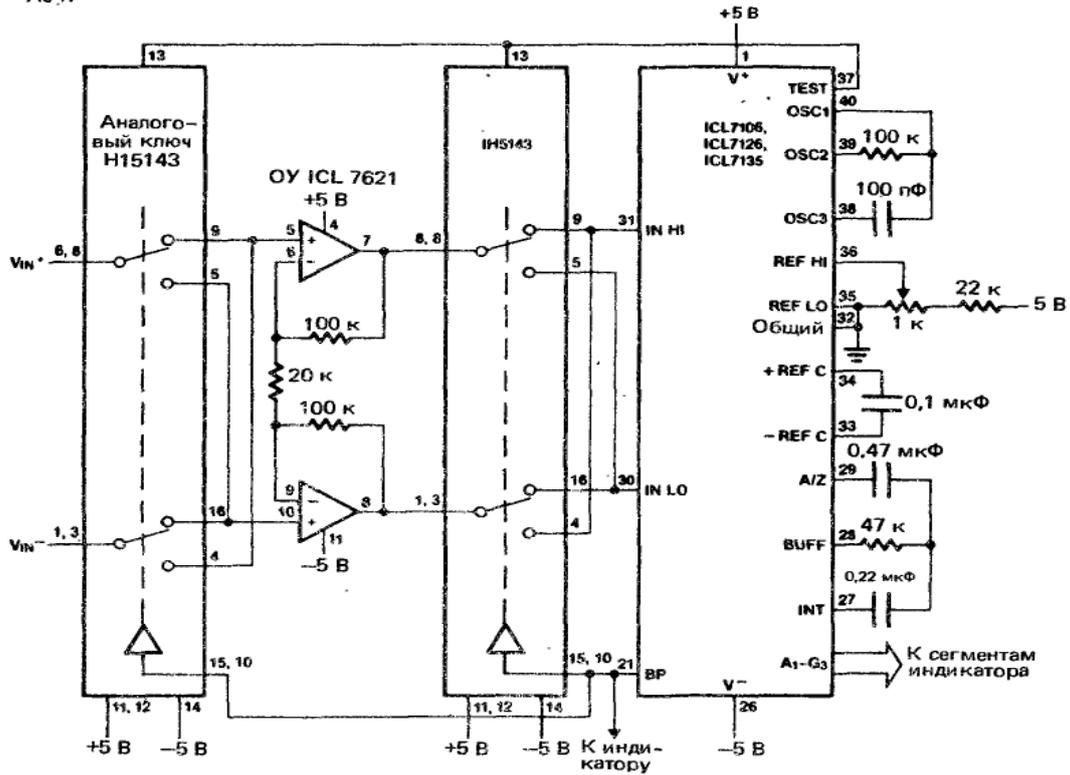


Рис. 24. Электрическая схема предусилителя с переключением

64 Вариант 64. Передатчик сигнала по электросети

ED-11, DC-7

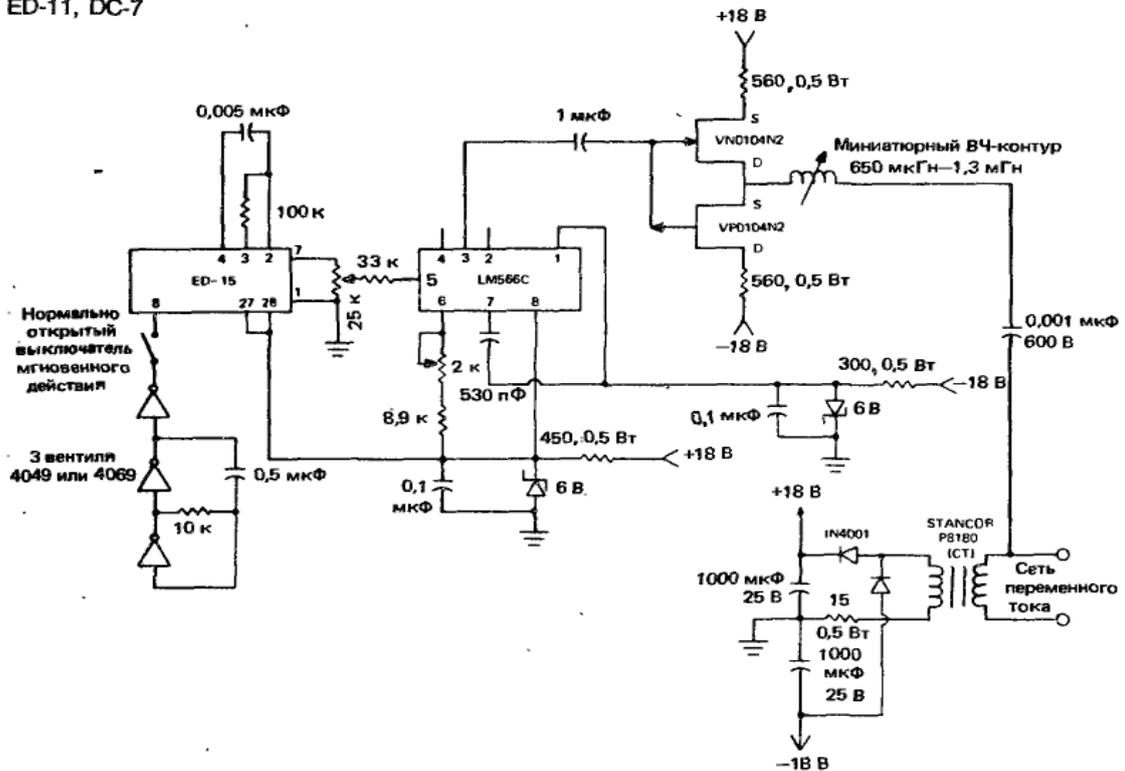


Рис. 25. Электрическая схема передатчика сигнала по электросети

65 Вариант 65 Приемник сигнала из электросети

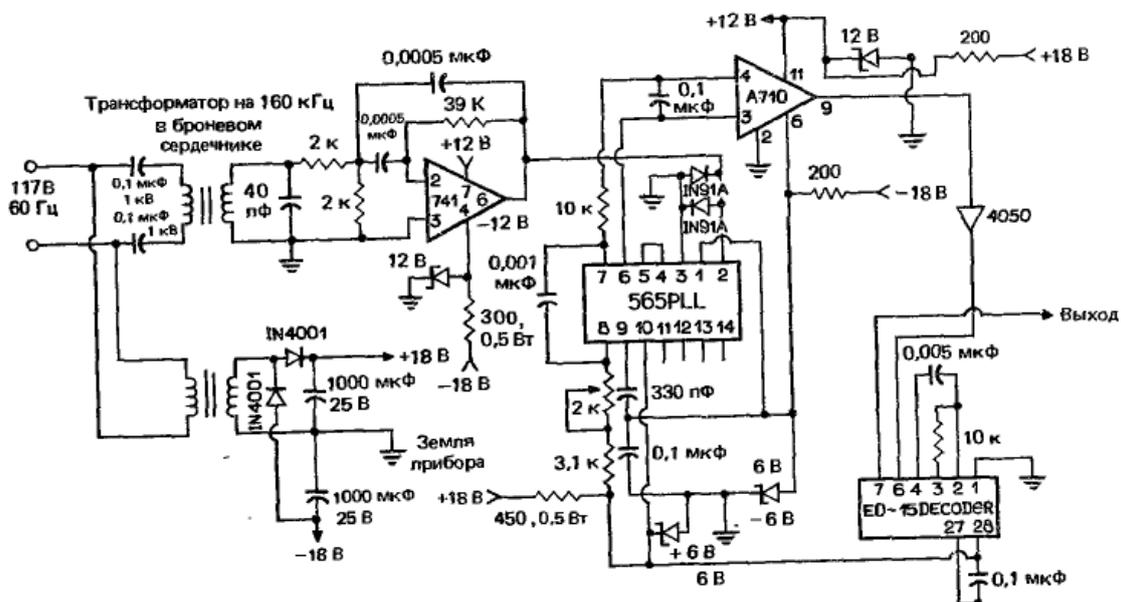


Рис. 26. Электрическая схема приемника сигнала из электросети

Трансформатор на броневом сердечнике без зазора из магнитного материала марки F размером 18×11 мм содержит 80,5 витка провода No 35 во вторичной обмотке и 5,5 витка в первичной обмотке. Это обеспечивает коэффициент трансформации 15:1.

66 Вариант 66 Недорогой частотомер

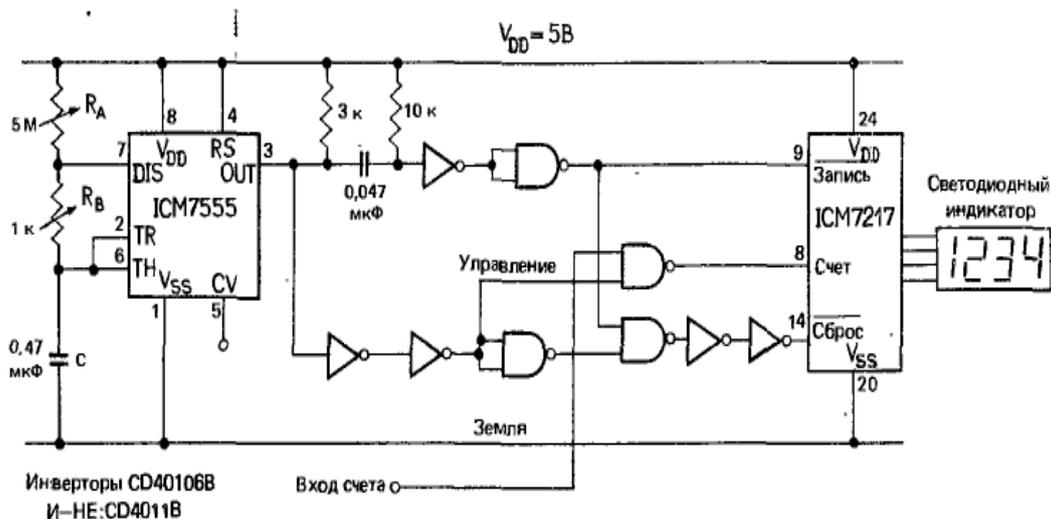


Рис. 27. Электрическая схема недорогого частотомера

69 Вариант 69 Фотоэлектрический детектор дыма

SD2

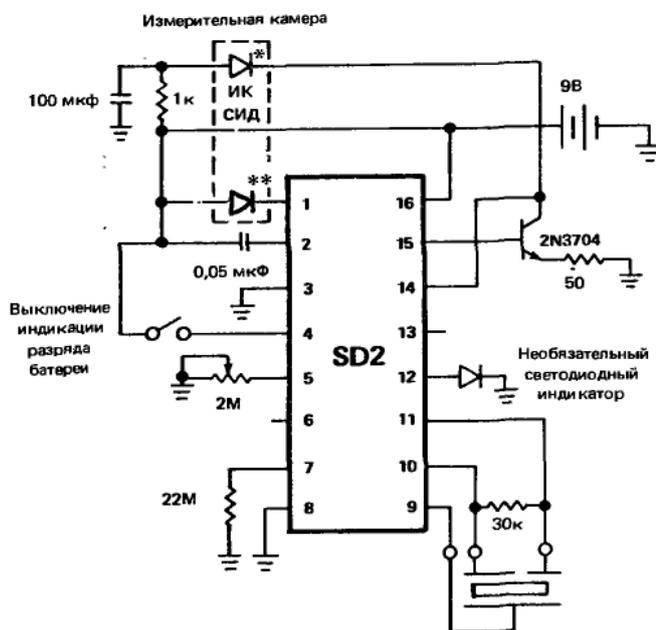


Рис. 30. Электрическая схема фотоэлектрического детектора дыма

КМОП ИС фотоэлектрического детектора дыма предназначена для использования в системах обнаружения задымления с импульсным светодиодом и кремниевым фотоприемником. Она рассчитана на использование в маломощных бытовых устройствах, питающихся от автономных источников с минимальным количеством внешних компонентов. Это устройство удовлетворяет требованиям UL217 и поставляется в 16-выводном пластмассовом корпусе с двухрядным расположением выводов. ИК-светодиод типа RCA SG1010A или Spectronics SEA5455-4, Clairex Type CLED-1. ИК-фотодетектор Vactec VTS4085. Пьезомер CATT-101FB.

70 Вариант 70 Адаптивный заграждающий фильтр для дуплексных модемов

Типичная линия для модема с частотой передачи 900 – 3000 Гц.

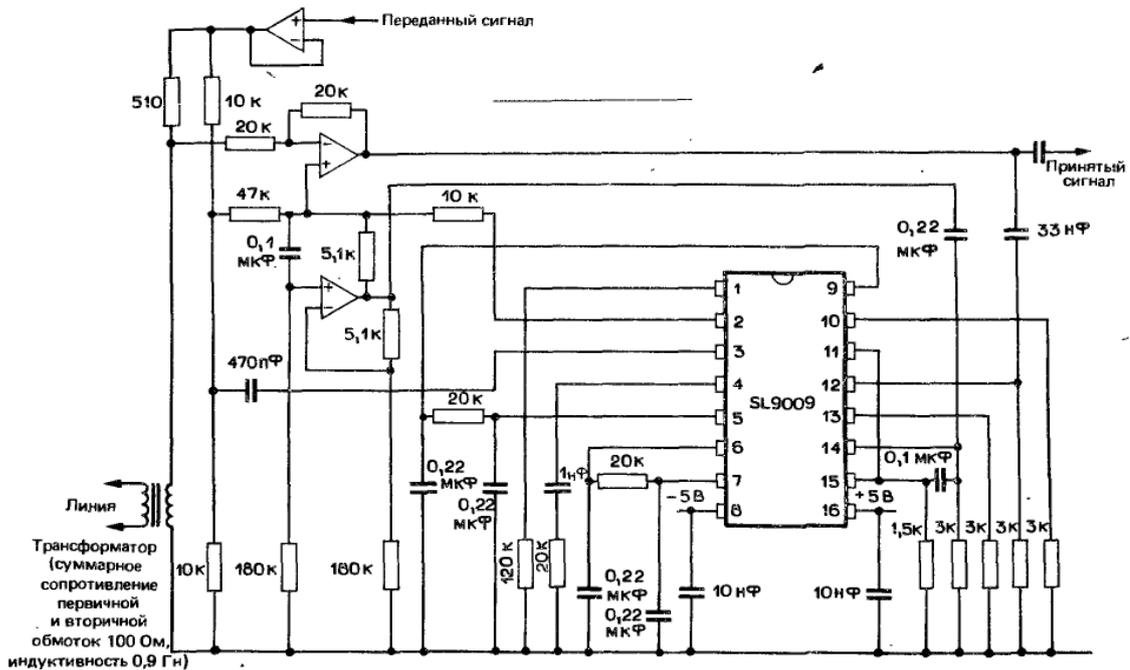
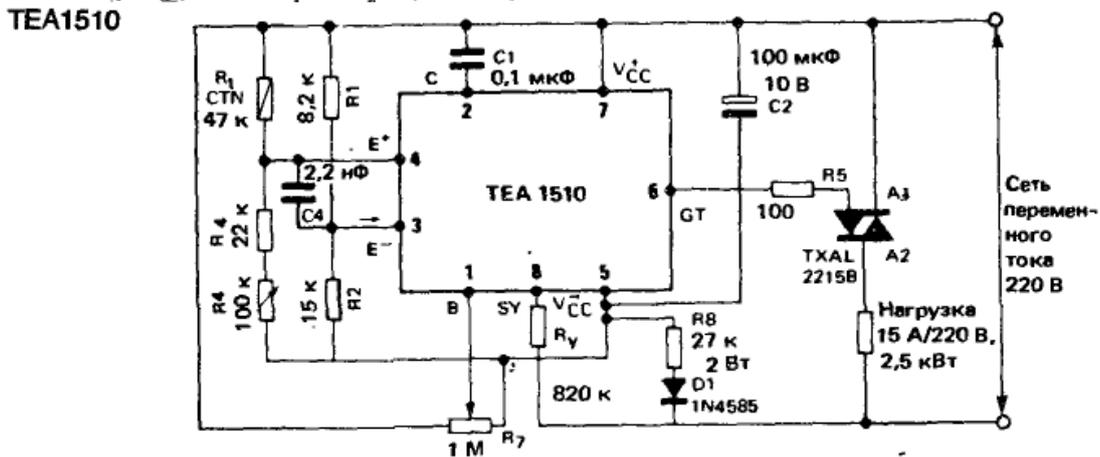


Рис. 31. Электрическая схема адаптивного заграждающего фильтра для дуплексных модемов

71 Вариант 71. Стабилизатор температуры с управляемым симистором



Использованы компоненты фирмы Thomson.
 $R_{10} = 47 \text{ кОм} \pm 20 \%$.
 $B = 4150 \pm 5\%$.
 $T_0 = +25 \text{ }^\circ\text{C}$.
 $R_t = R_{10} \exp B (1/T - 1/T_0)$.

T и T_0 в кельвинах.
 Цикл стабилизации $\approx 30 \text{ с}$.
 Температурный диапазон от $+10$ до $+40 \text{ }^\circ\text{C}$.
 Пропорциональная ширина шкалы $-1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Рис. 32. Электрическая схема стабилизатора температуры с управляемым симистором

72 Вариант 72. Приемопередающий модем V21

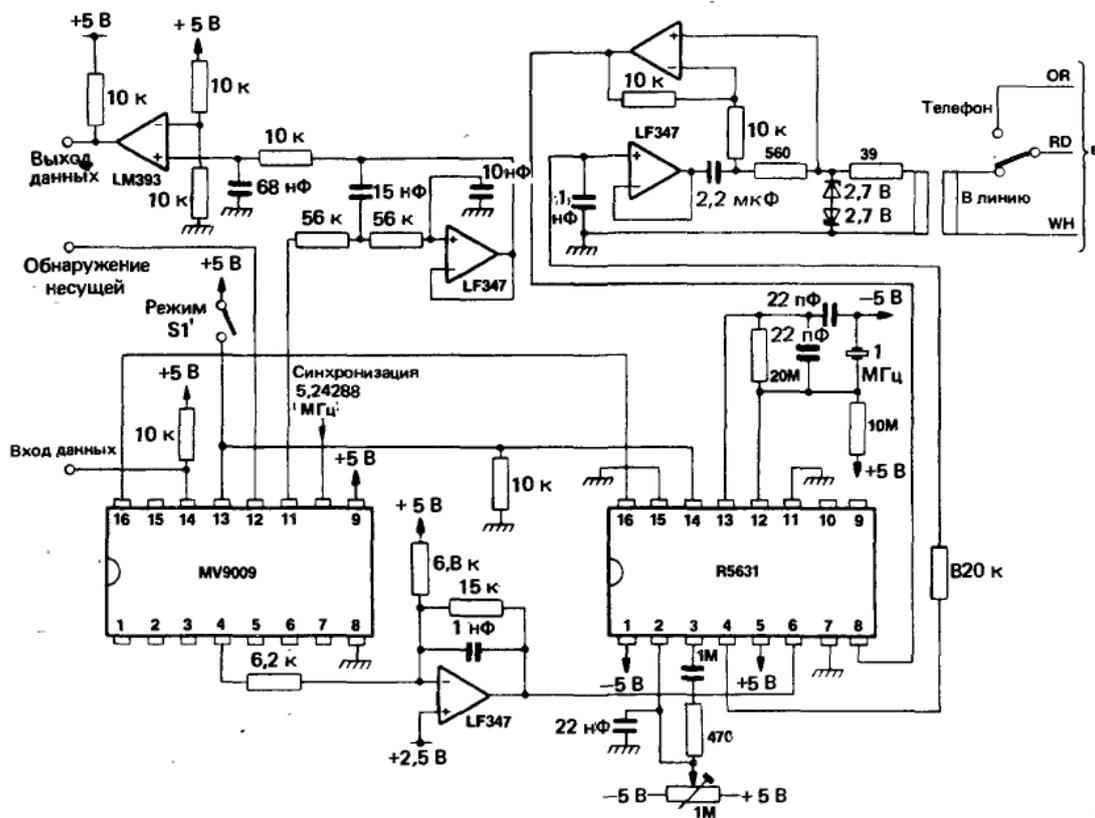


Рис. 33. Электрическая схема приемопередающего модема V21

73 Вариант 73 Стабилизатор температуры с управлением на реле

TEA1510

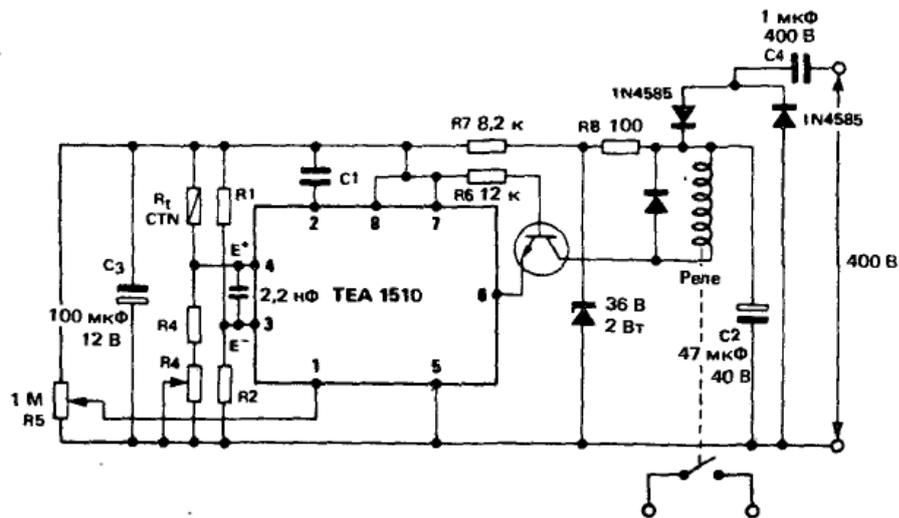


Рис. 34. Электрическая схема стабилизатора температуры с управлением на реле

74 Вариант 74 Инвертор на частоту от 50 до 240 Гц с прецизионным возбудителем

Большинство импульсных силовых преобразователей, использующих более одного силового транзистора, требует мертвое время перед включением очередного транзистора. Это позволяет гасить переходный процесс трансформаторов в соответствующих пассивных элементах, а не в переключающих транзисторах.

Мертвое время генерируется вместе с сигналами управления ДМОП-транзисторами на ИС U1 - U4, позволяющих изменять частоту инвертора и сохранять мертвое время 11,25°. ИС U5 (74C908) представляет особый интерес, так как она выдает ток более 0,25 А вместе с резисторами R3 и R4 обеспечивает оптимальное переключение ДМОП-транзисторов. При большей выходной мощности рекомендуется соединять транзисторы VN1335N1 параллельно.

VN0335N1

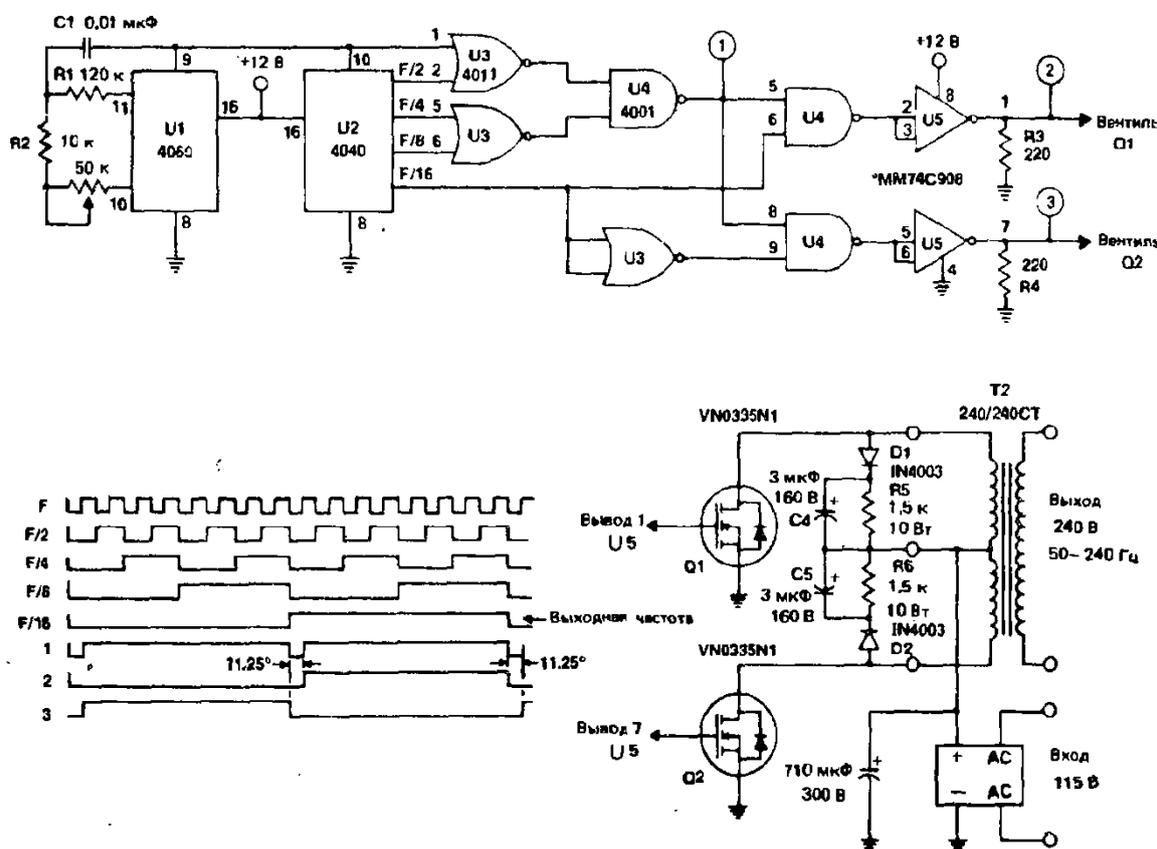


Рис. 35. Электрическая схема инвертора на частоту от 50 до 240 Гц с прецизионным возбудителем

Выходная частота $F/16 = 1/(35,2C1R2)$; ток питания > 250 мА; частота импульсов 4060 равна $1/(2,2C1R2)$.

75 Вариант 75 Формирователь ШИМ. В усилителе мощности

Эта схема представляет собой импульсный преобразователь ширины импульса в напряжение, управляемый ТТЛ-сигналами. Предлагается, используя

входы цифровых слов, представляющих уровни НЧ-сигнала, очень быстро преобразовать их в импульсы изменяемой длительности, которые затем подавать на входной каскад. Ключевая схема осуществляет преобразование временного интервала в напряжение, затем переключаемые токи интегрируются в LC-контуре. ДМОП-транзисторы обеспечивают простоту схемы управления и надежность.

Другие применения: управление скоростью и направлением вращения электродвигателя, импульсные биполярные источники питания и мощные генераторы колебаний, все с непосредственным цифровым управлением. Маломощные варианты можно использовать в выходных каскадах синтезаторов речи.

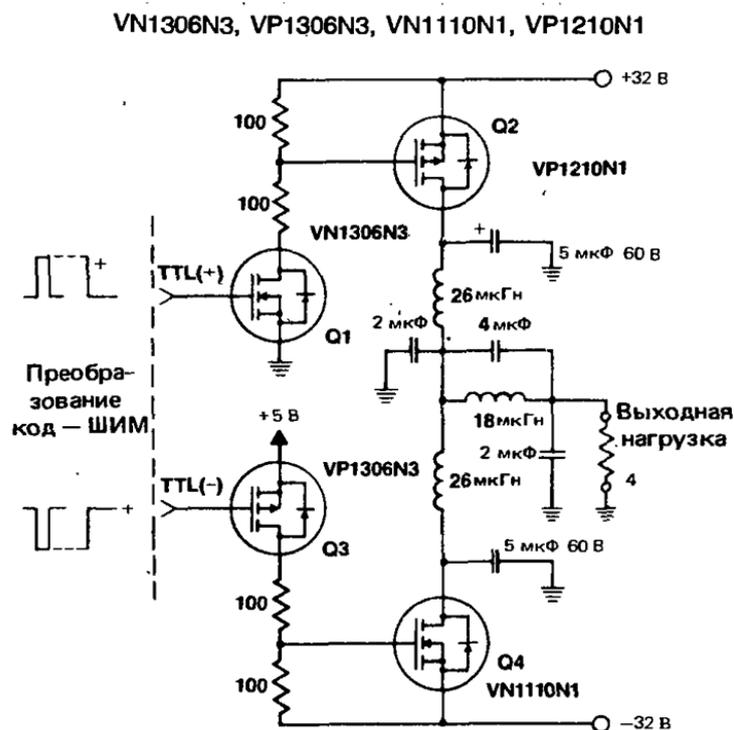


Рис. 36. Электрическая схема формирователя ШИМ. В усилителе мощности

76 Вариант 76 Пробник-индикатор с шестью состояниями

Пробник с шестью состояниями использует простой двухцветный светодиод для обнаружения и индикации шести из восьми возможных входных состояний. Входы В и С управляют индуцируемым цветом, а вход А – режимом мигания в соответствии с таблицей 76.1. Частота мигания определяется величинами R1 и C1, когда на входе А низкий уровень. Когда на всех входах низкий уровень, индикатор попеременно светится зеленым и красным светом. Двухцветный светодиод управляется непосредственно ДМОП-транзистором VN0104. Сопротивление R2 выбирается минимальным, обеспечивающим большой ток в зеленый светодиод, чтобы добиться одинаковой яркости свечения обоих светодиодов.

Управляющие сигналы и результат

Логические выходы			Результат
A	B	C	
0	0	0	Красный и зеленый попеременно
0	0	1	Мигающий красный
0	1	0	Мигающий зеленый
0	1	1	Выключен
1	0	0	Красный
1	0	1	Красный
1	1	0	Зеленый
1	1	1	Выключен

Есть несколько преимуществ использования ДМОП-транзисторов в этом устройстве. Это совместимость с КМОП-логикой и низкая стоимость. Схема пригодна для работы от батарей. Напряжение питания может быть любым в диапазоне от 3 до 18 В в зависимости от выбора R2 и R3 в схеме используется светодиод Dialight 559-3001-001 или аналогичный.

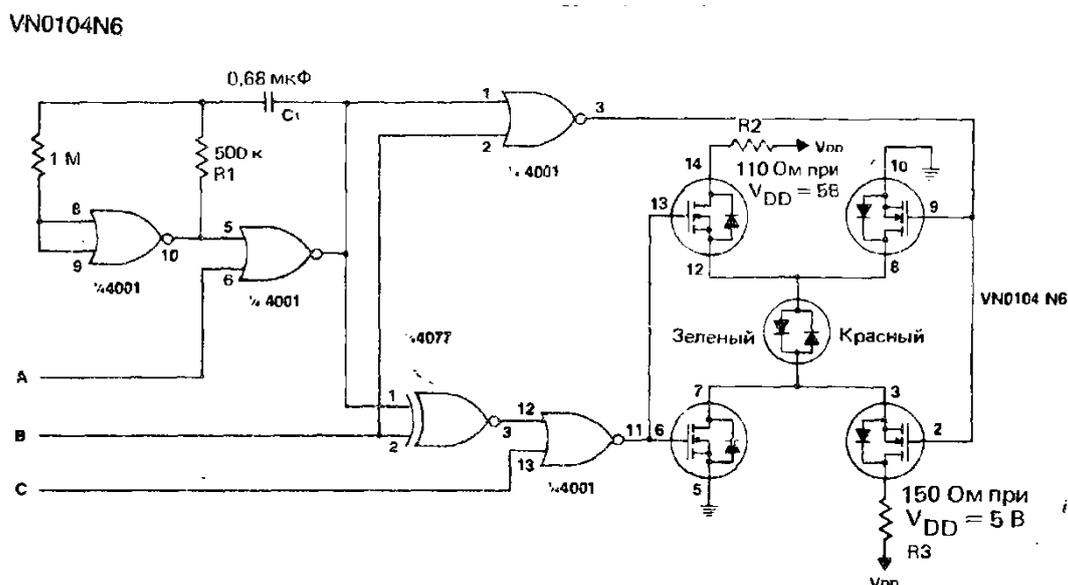


Рис. 37. Электрическая схема пробник-индикатора с шестью состояниями

77 Вариант 77 Двухполупериодный усилитель переменного тока

Полный размах выходного колебания ± 15 В достигается без усложнения схемы и ухудшения неустойчивости, присущей каскаду с общим истоком, благодаря питанию ОУ от выходного сигнала. Диоды D1 и D2 ограничивают возможный 30-В сигнал, исключая превышение допустимых параметров ОУ HA2525.

Высокочастотные характеристики, зависящие от тока ОУ и скорости нарастания его выходного напряжения, улучшены дополнительной цепью смещения. Нижняя частота ограничена зарядом в конденсаторах С1 и С2. ДМОП-транзисторы обеспечивают простоту управления каскада и более высокую надежность при комплексных нагрузках. Схема используется в передвижных аудиосистемах и портативных радиоприемниках средней мощности.

VN1106N5, VP1206N5

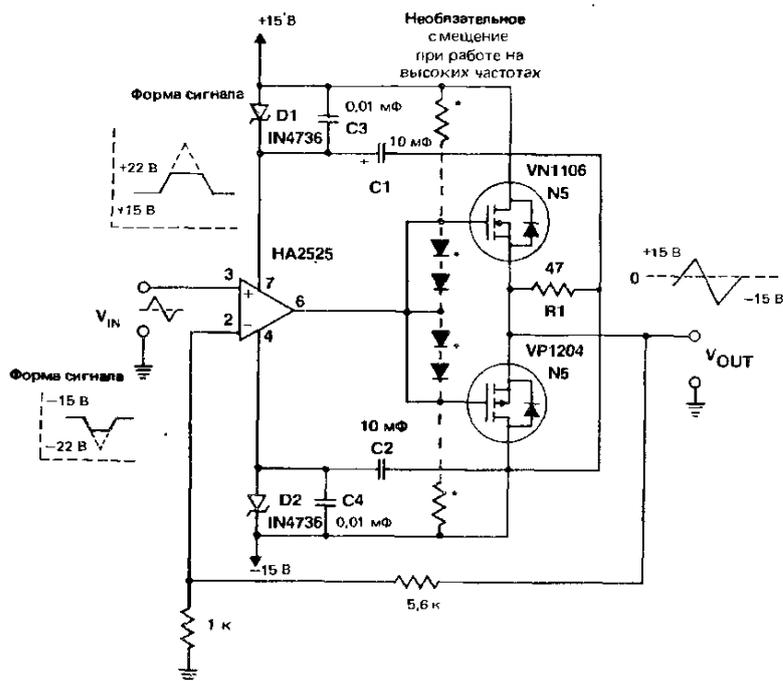


Рис. 38. Электрическая схема двухполупериодный усилитель переменного тока

78 Вариант 78 Миниатюрный стабилизатор с малым падением напряжения

Четыре компонента и р-канальный ДМОП-транзистор – все, что требуется для изготовления этого прецизионного регулируемого стабилизатора на выходной ток до 1 А. Линейный стабилизатор на ДМОП-транзисторе выгоден из-за несущественных токов управления (обычно 1 нА) и обеспечивает стабильную малую потребляемую мощность (4,5 мВт при входном напряжении 9 В). Малое падение напряжения и малые размеры позволяют использовать схему в большинстве видов портативной аппаратуры при питании от батарей.

VP1204N5

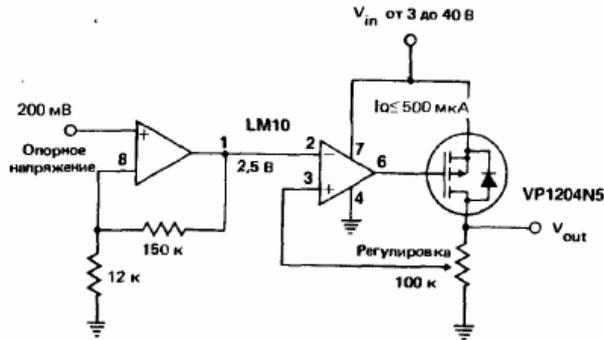


Рис. 39. Электрическая схема миниатюрного стабилизатора с малым падением напряжения

79 Вариант 79. Высоковольтный генератор для воздухоочистителя

Этот компактный высоковольтный генератор для воздухоочистителя пригоден для работы при различных входных и выходных напряжениях. Генератор на ИС LM555 питается от того же резистивного делителя стабилитрона, подающего 10 В непосредственно на затвор транзистора Q. Затвор Q3 часто переключается при работе транзисторов Q1 и Q2, тогда как. Выход ИС LM555 открывает транзистор Q4 с запазданием, обеспечивая безопасность режима переключения.

VN0340N5, VP0340N5

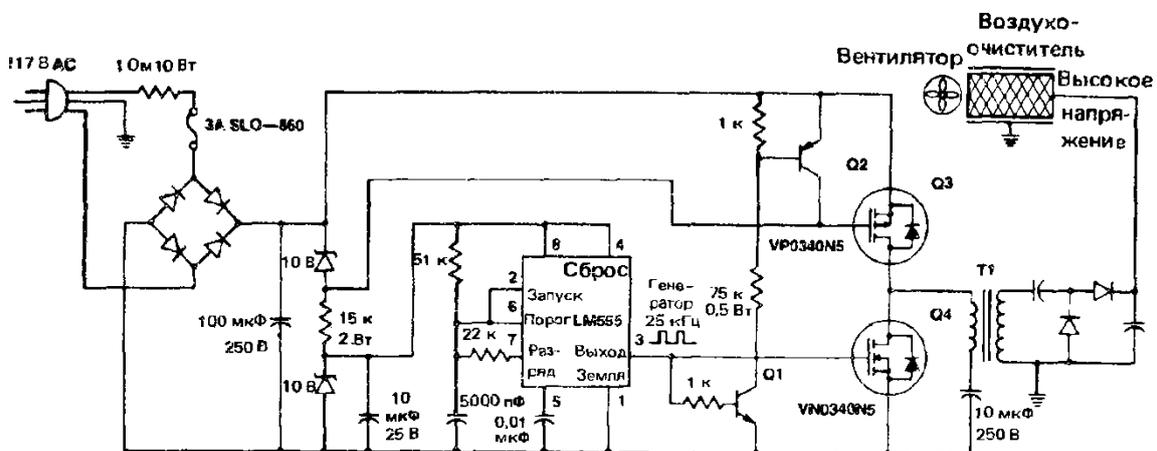


Рис. 40. Электрическая схема высоковольтного генератора для воздухоочистителя

80 Вариант 80 Источник питания с цифровым управлением

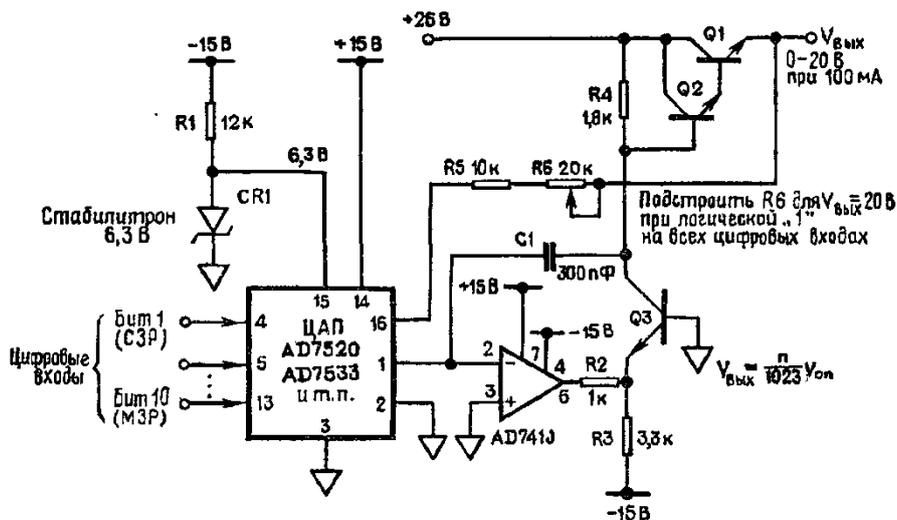


Рис. 41. Электрическая схема источника питания с цифровым управлением

Возможны замены: стабилитрон 6,3 В → КС162А; AD7520 → К572 ПА1; AD741J → К140УД7; можно использовать подходящие по мощности кремниевые транзисторы.

81 Вариант 81 Недорогой импульсный стабилизатор напряжения на ток до 3А

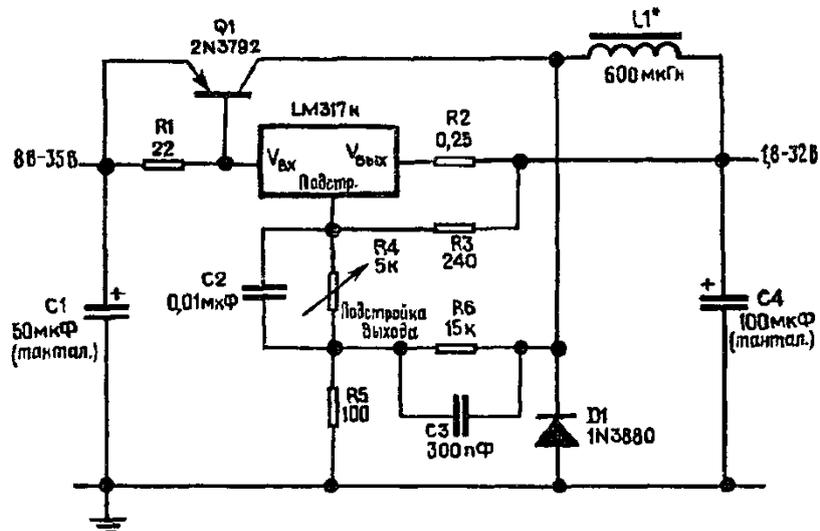


Рис. 42. Электрическая схема недорогого импульсного стабилизатора напряжения на ток до 3А

Сердечник Arnold А-354168-2 (60 витков). Возможны замены: 2N3792 на КТ818ГМ; 1N3880 на КД213; С4 – типа ЭТО, К52-1.

82 Вариант 82. Импульсный стабилизатор напряжения с защитой от перегрузки на ток до 4А

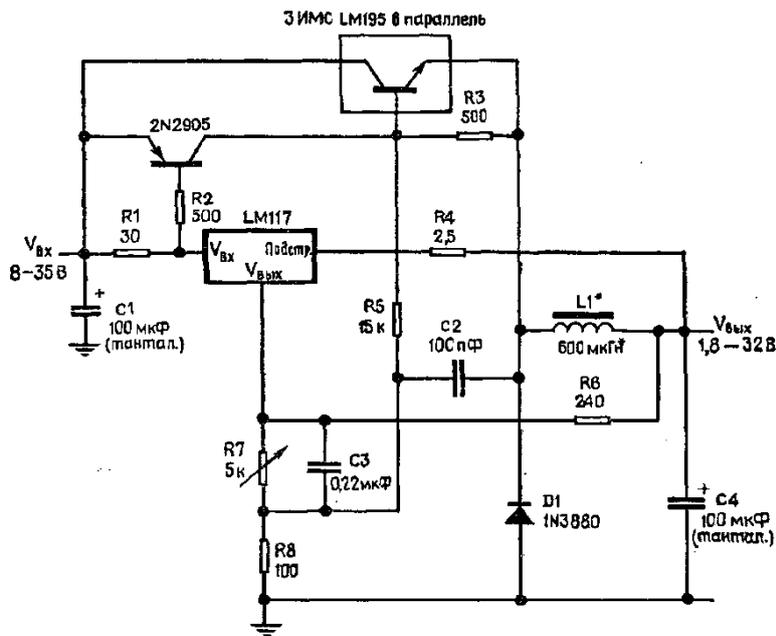


Рис. 43. Электрическая схема импульсного стабилизатора напряжения с защитой от перегрузки на ток до 4А

Сердечник Ar nold A-254168-2 (60 витков).

Возможны замены: LM195 на любой соответствующий по мощности кремниевый транзистор; 2N2905 на КТ502Б; 1N3880 на КД213; С4 – типа ЭТО, К52-1.

83 Вариант 8 Восьмиразрядный следящий АЦП

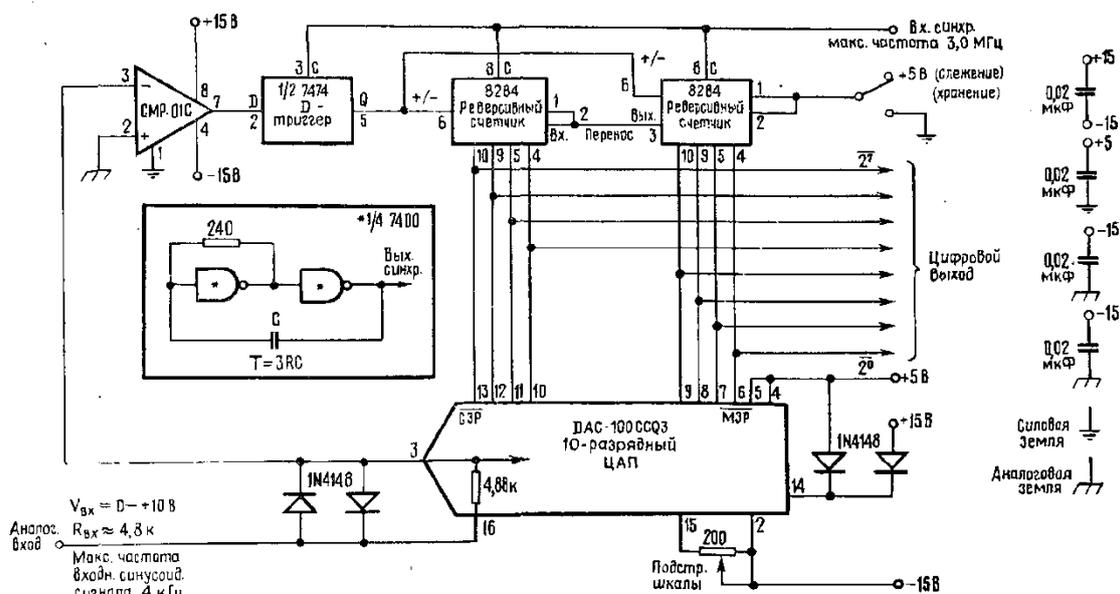


Рис. 44. Электрическая схема восьмиразрядного следящего АЦП

Возможны замены: 7400 на К155ЛА3; СМР-01С на К554СА3; 7474 на К155ТМ2; 8284 на К531ИЕ17; 1N4148 на КД521А; DAC-100ССQ3 на К1108ПА1.

84 Вариант 84 Следящий АЦП для электропривода

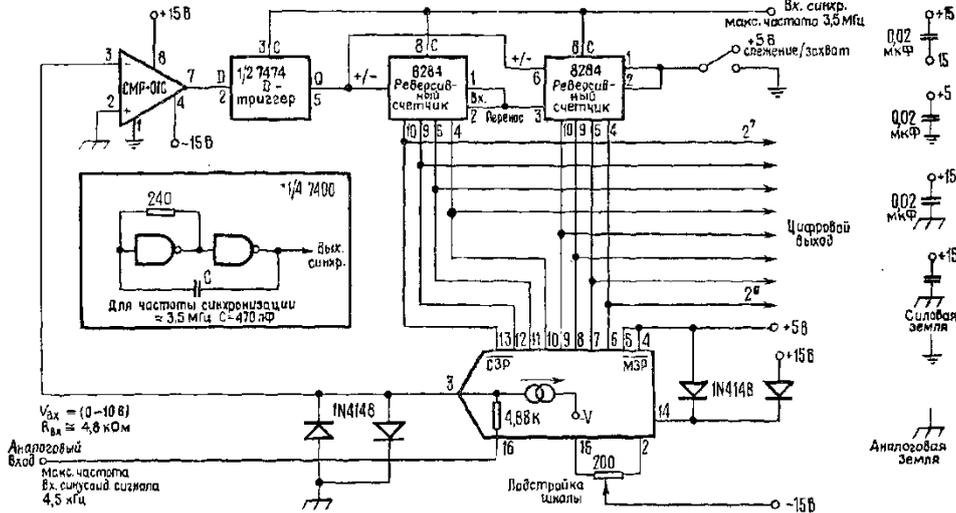


Рис. 45. Электрическая схема следящего АЦП для электропривода

Возможны замены: 7400 на К155ЛА3; СМР-01С на К554СА3; 7474 на К155ТМ2; 8284 на К531ИЕ17; 1N4148 на КД521А; ЦАП – типа К594ПА1А.

85 Вариант 85 Десятиразрядный АЦП последовательного приближения

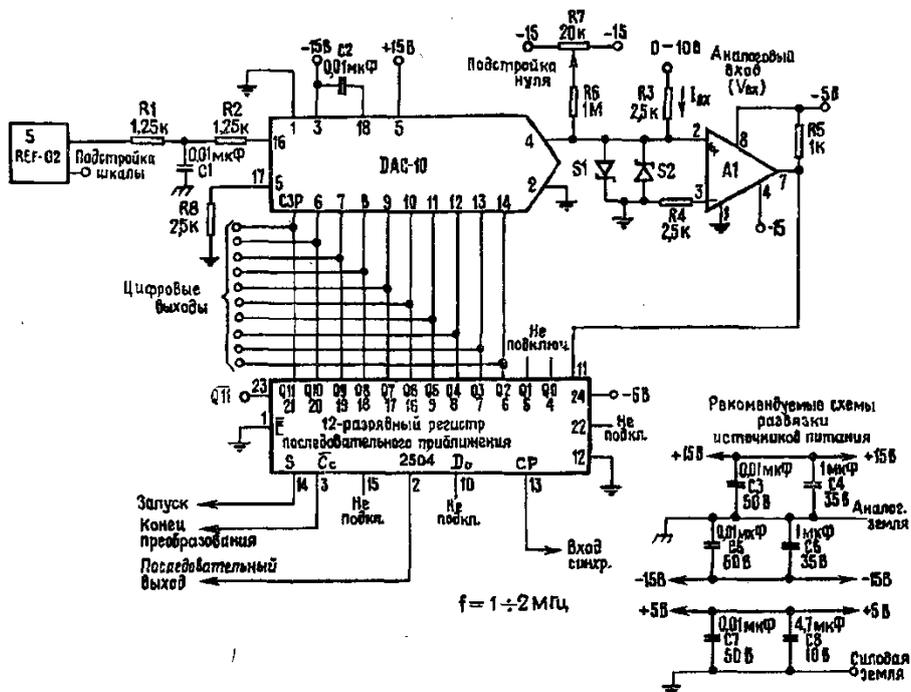


Рис. 46. Электрическая схема десятиразрядного АЦП последовательного приближения

RI, R2, R3 подобраны с точностью 0,025%; AI – RM480S, RM1И (или аналогичный); REF-02 или аналогичный; S1, S2 должны быть типа HPS082.

Возможны замены: DAC-10 на K594ПА1; 2504 на K155ИР17; RM111 на K554СА3; HP5082 на КД514А; REF-02- подстраиваемый источник опорного напряжения + 5 В.

86 Вариант 8 Высококачественный кассетный стереопроигрыватель (2×10 Вт)

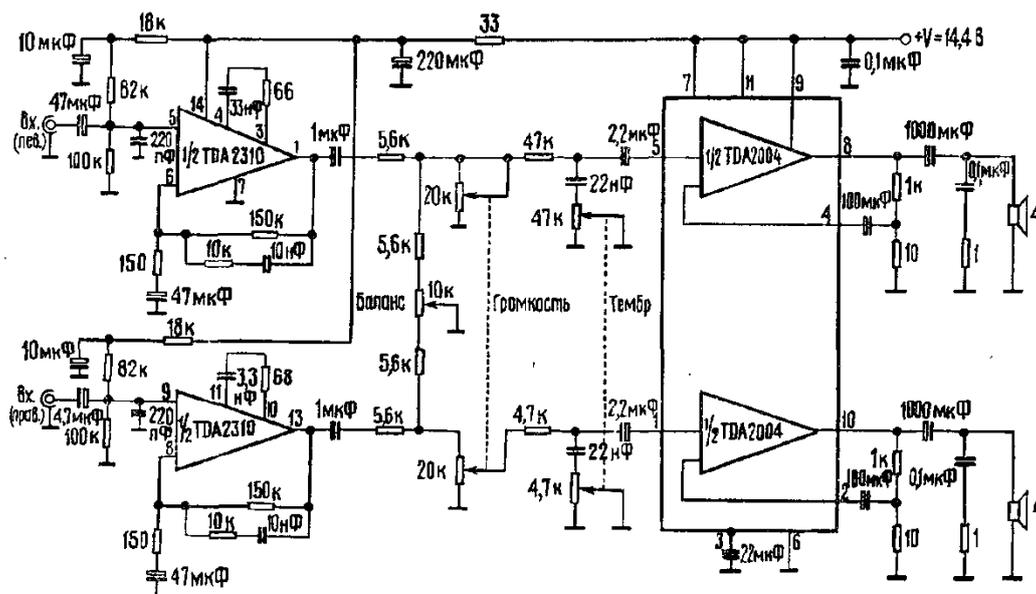


Рис. 47. Электрическая схема высококачественного кассетного стереопроигрывателя (2×10 Вт)

Возможны замены: TDA2310 на K548УН1А (в типовом включении); TDA2004 на K174УН15

87 Вариант 87 Монофонический кассетный магнитофон

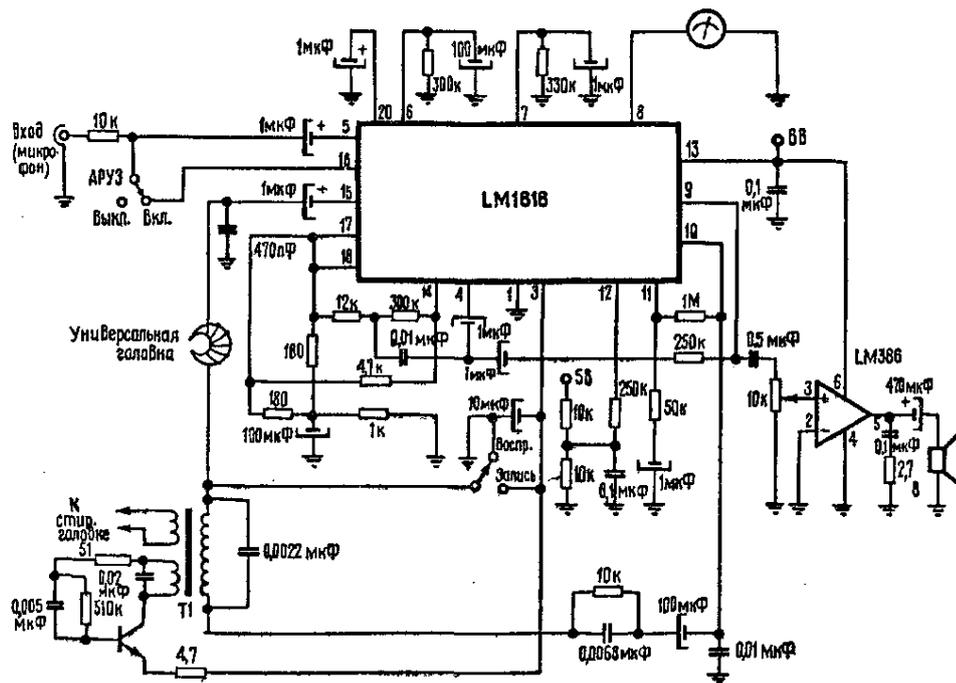


Рис. 48. Электрическая схема монофонического кассетного магнитофона

88 Вариант 88 Трехполосный активный регулятор тембра

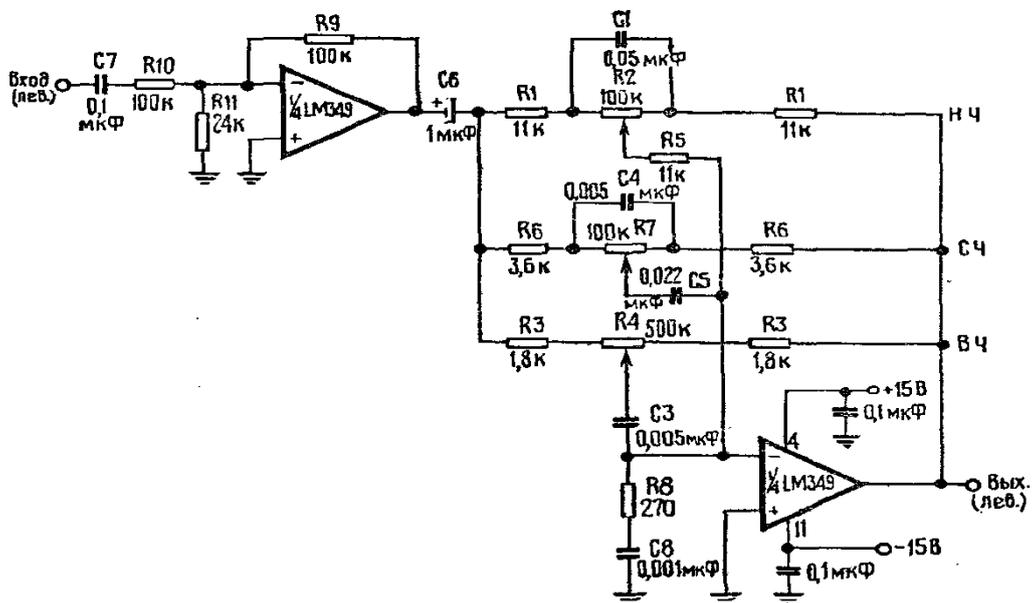


Рис. 49. Электрическая схема трехполосного активного регулятора тембра

Для правого канала схема аналогична. Можно использовать ОУ типа К1401УД2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные методические указания направлены на изучение основных требований к электрическим схемам и выполнение схемы по заданию в соответствии с ними. При необходимости углубить теоретические знания по рассмотренным темам следует обратиться к библиографическому списку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 37 с.
2. ГОСТ 2.301-68. Форматы. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.
3. ГОСТ 2.701-2008. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2008. – 33 с.
4. ГОСТ 2.702-75. Правила выполнения электрических схем. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 32 с.
5. ГОСТ 2.708-81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 37 с.
6. ГОСТ 2.710-81. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 19 с.
7. ГОСТ 2.721-74. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.
8. Э.Т. Романычева Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Э.Т. Романычева, А.К.Иванова, А.С.Куликов [и др.]; Под. ред. Э.Т.Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с.:ил.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Представление чертежа схемы электрической принципиальной по ЕСКД..	3
1.1. Цель лабораторной работы	3
2. Содержание работы.....	3
3. Теоретические сведения	3
4. Содержание и порядок выполнения работы.....	4
4.1. Выбор способа межплатных и внешних соединений.....	4
5. Варианты заданий.....	7
Заключение.....	38
Библиографический список.....	39

Конструкторско-технологическая документация в РЭС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению лабораторной работы № 1
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»
очной формы обучения*

Часть 2

Составитель
Худяков Юрий Васильевич

В авторской редакции

Подписано к изданию 22.09.2022.
Уч.-изд. л. 2,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84