

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автоматизации производственных процессов

В.Е. Выборнов  
В.М. Машков

# **СБОРНИК ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Методические указания  
по дисциплине «Электроника»  
для студентов очной и заочной форм обучения  
специальности 22030165 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»

Екатеринбург  
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛИФа УГЛТУ.  
Протокол № 84 от 16 октября 2009 г.

Рецензент – канд. техн. наук доцент В.Я. Тойбич

Редактор Е.А. Назаренко  
Оператор Г.И. Романова

---

Подписано в печать 20.05.10

Плоская печать

Заказ №

Формат 60x84 1/16

Печ. л. 1,16

Поз. 108

Тираж 65 экз.

Цена 6 руб. 80 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельное решение нижеприведенных электронных задач-ребусов позволит технически грамотно осуществлять сопряжение задействованных электрорадиоизделий (ЭРИ). Под сопряжением следует понимать выполнение требования пропускать ток через ЭРИ или прикладывать к ним напряжение на 30-40% меньше предельно допустимых значений, оговариваемых в справочной литературе (лучше пользоваться техническими условиями на рассматриваемые ЭРИ). Выполнение требований правильного сопряжения позволит создать высоконадежное электронное устройство.

Кроме того, использование в трактах прохождения сигналов простейших интегрирующих RC-цепей, различных селекторов импульсных сигналов как по длительности, так и по амплитуде, а также применение различных оптоэлектронных элементов гальванической развязки с использованием так называемой токовой петли позволит резко повысить помехозащищенность электронного устройства. При этом, если читатель научится самостоятельно строить временные диаграммы форм и величин сигналов, полученных в контрольных точках приведенных схем, при воздействии определенной формы входных сигналов, то у него, можно сказать, просто откроются глаза в видении процессов, происходящих в рассматриваемых схемах.

Здесь следует упомянуть, что с появлением на рынке компьютеров и специальных компьютерных программ, например, Multisim 7 компании Electronics Workbench, стало возможным производить компьютерное моделирование приведенных электронных задач-ребусов. Работая с такой компьютерной программой, можно рисовать на мониторе приведенные схемы, задавать виртуальные параметры входных сигналов, а на виртуальном двулучевом осциллографе наблюдать ожидаемые формы и величины входных и выходных сигналов в заданных контрольных точках.

## ЗАДАЧА №1

Рассчитать схему, изображенную на рисунке 1а. Определить величины сопротивлений резисторов R1, R4 и R5, построить временные диаграммы согласно рис. 1б.

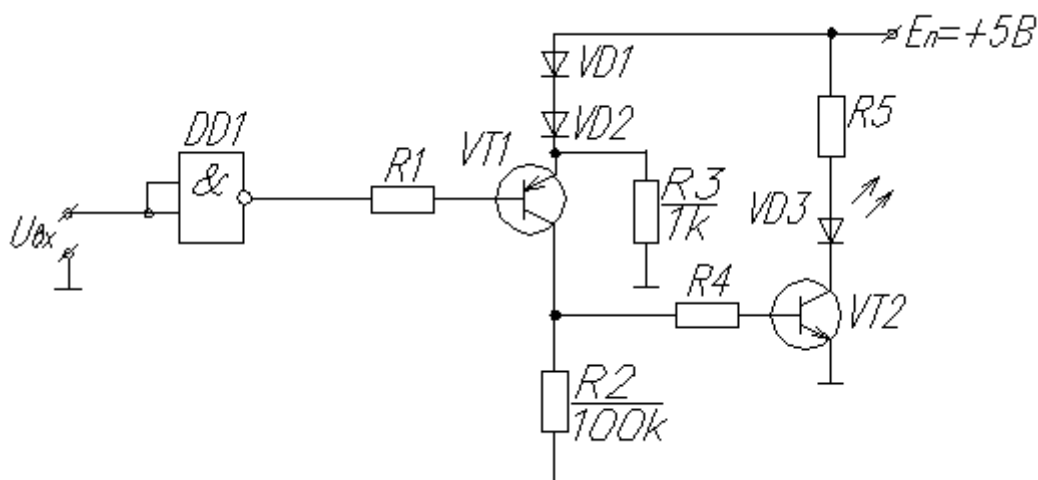


Рис. 1а. Усилитель импульсных сигналов

Исходные данные для расчета схемы, представленной на рисунке 1а:

$I_{сд\ VD3} = 20\ \text{мА}$ ,  $U_{сд\ VD3} = 2\ \text{В}$ ,  $\beta_{VT1} = \beta_{VT2} = 10$ ,  $R2 = 10\ \text{кОм}$ ,  $R3 = 1\ \text{кОм}$ ,

$U_{\text{вых}\ DD1} = 4,5\ \text{В}$ ,  $U^0_{\text{вых}\ DD1} = 0,2\ \text{В}$ ,  $I^1_{\text{вых}\ DD1} \leq 0,4\ \text{мА}$ ,  $I^0_{\text{вых}\ DD1} \leq 16\ \text{мА}$ ,

$U_{VD1} = U_{VD2} = 0,7\ \text{В}$ .

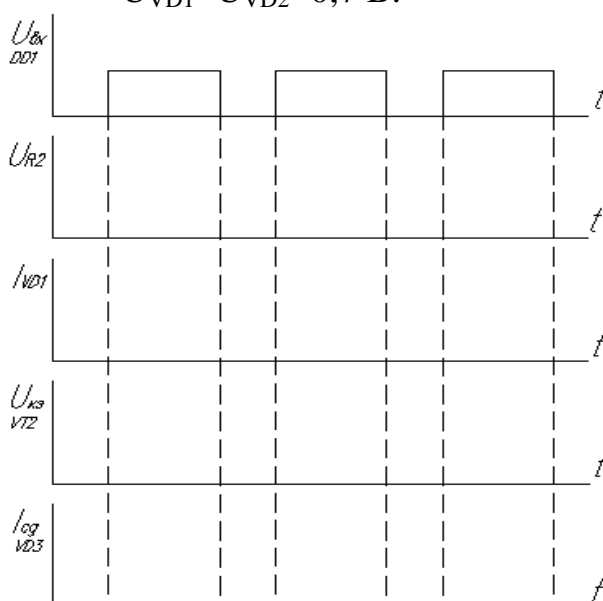


Рис. 1б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 1а

## ЗАДАЧА №2

Рассчитать схему усилителя, изображенную на рисунке 2а. Определить  $I_{\text{вых VD1}}$ , величины сопротивления резисторов  $R1, R3$ , рассчитать  $U_{C1}$  при наличии и отсутствии на входе схемы сигнала, построить временные диаграммы схемы согласно рисунку 2б.

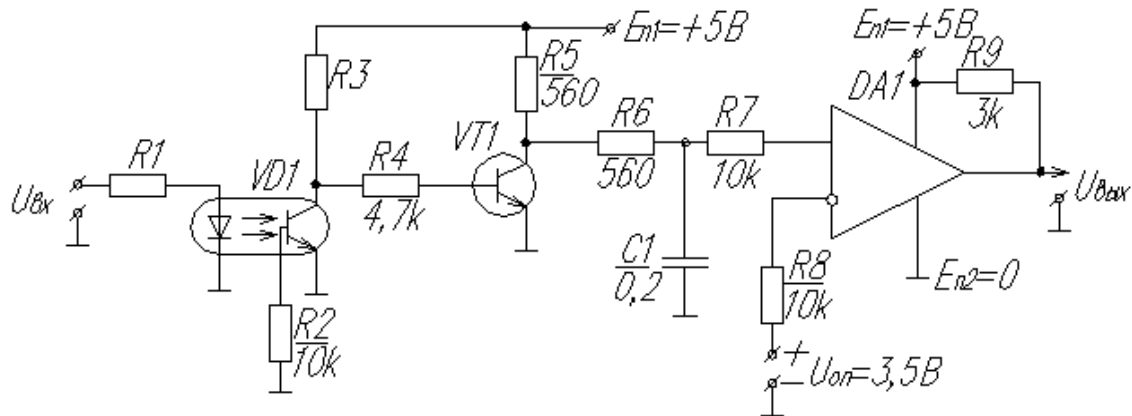


Рис. 2а. Схема усилителя

Исходные данные для расчета схемы, представленной на рисунке 2а:

$$I_{\text{сд VD1}}=20 \text{ мА}, U_{\text{сд VD1}}=1,5 \text{ В}, \beta_{\text{VT1}}=10, U_{\text{кэ VD1}}=0,5 \text{ В}, E_{\text{п1}}=5 \text{ В},$$

$$R2=R7=R8=10 \text{ кОм}, R4=4,7 \text{ кОм}, R5=R6=560 \text{ Ом}, U_{\text{вх}}=5 \text{ В}, C1=0,2 \text{ мкФ}.$$

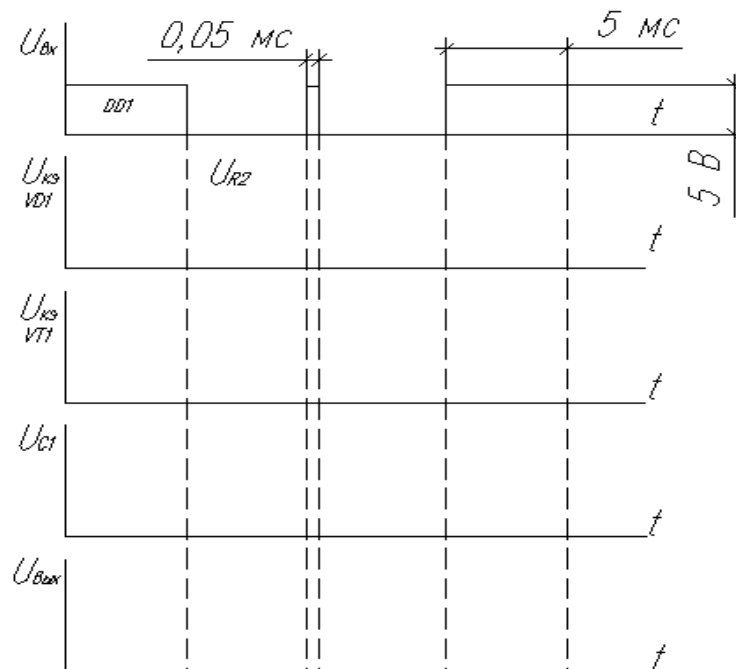


Рис. 2б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 2а

### ЗАДАЧА №3

Рассчитать схему релейного усилителя, изображенную на рисунке 3а. Определить величины  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ . Построить временные диаграммы согласно рисунку 3б. Подключить правильно диод  $VD1$  и определить фактические величины его прямого тока и обратного напряжения.

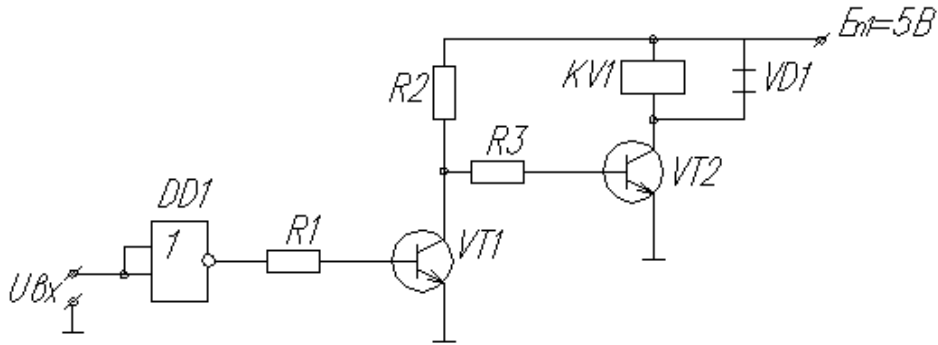


Рис. 3а. Схема релейного усилителя

Исходные данные для расчета схемы, представленной на рисунке 3а:  
 $\beta_{VT1} = \beta_{VT2} = 10$ ,  $U_{BX}$  – импульсные сигналы (см. рис.3б),  $U_{ВЫХ DD1}^0 = 0,2 В$ ,

$U_{ВЫХ DD1}^1 = 4 В$ ,  $I_{ВЫХ DD1}^1 \leq 0,4 мА$ ,  $I_{ВЫХ DD1}^0 \leq 16 мА$ ,  $R_{KV1} = 300 Ом$ .

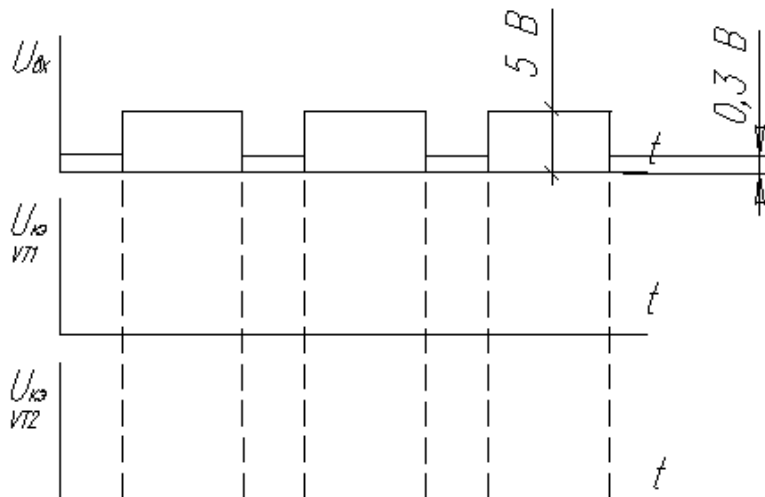


Рис. 3б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 3а

### ЗАДАЧА №4

Рассчитать релейный усилитель, изображенный на рисунке 4а. Определить  $R1$ ,  $R3$ ,  $I_{VD1}$ ,  $U_{обрVD1}$ ,  $\beta_{VT1}$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 4б. Подключить правильно диод  $VD1$ .

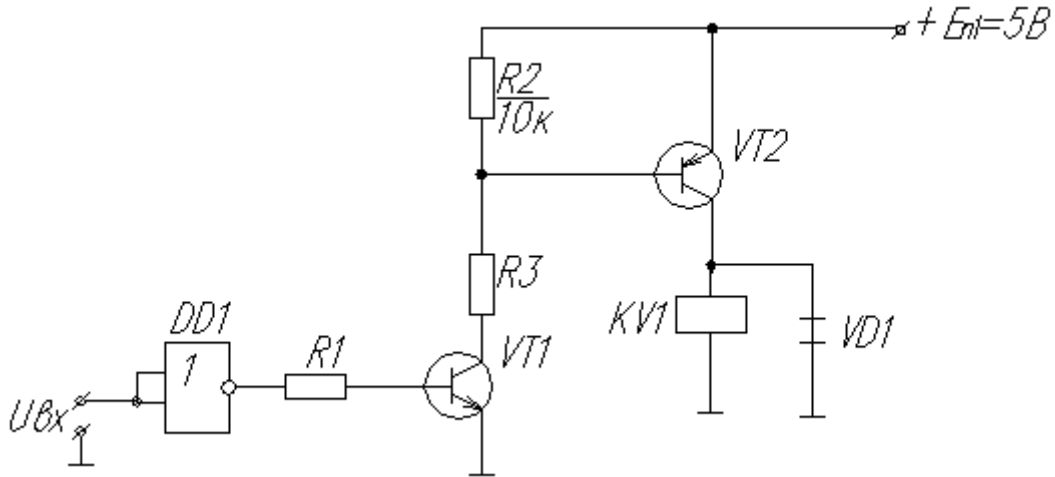


Рис. 4а. Схема релейного усилителя

Исходные данные для расчета схемы, представленной на рисунке 4а:  
 $U_{BX} = 4 \text{ В}$ ,  $R_{KV1} = 200 \text{ Ом}$ ,  $\beta_{VT2} = 10$ ,  $U_{\text{ВЫХ}}^0 \text{ DD1} = 0,4 \text{ В}$ ,  $U_{\text{ВЫХ}}^1 \text{ DD1} = 4,5 \text{ В}$ ,

$$I_{\text{ВЫХ}}^1 \text{ DD1} \leq 0,4 \text{ мА}, I_{\text{ВЫХ}}^0 \text{ DD1} \leq 16 \text{ мА}, R2 = 10 \text{ кОм}.$$

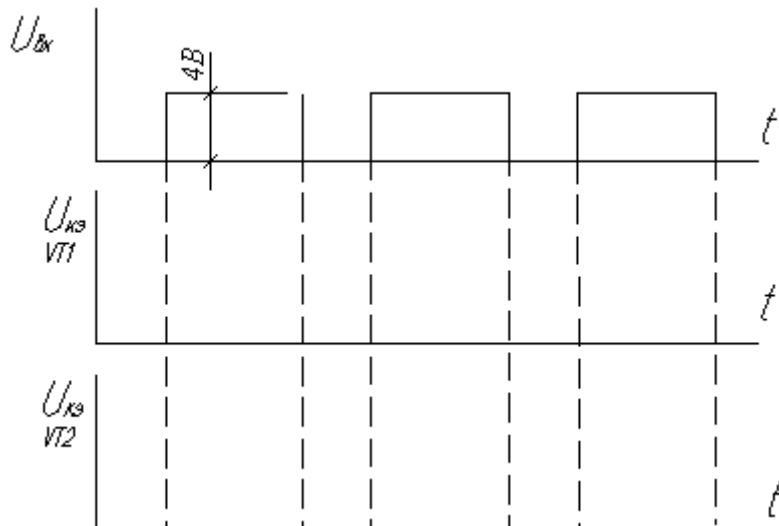


Рис. 4б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 4а

## ЗАДАЧА №5

Рассчитать усилитель, представленный на рисунке 5а. Определить  $\beta_{VT1}$ ,  $R2$ ,  $I_{VD1max}$ , показать форму тока, протекающего через лампочку HL1, построить временные диаграммы согласно рисунку 5б.

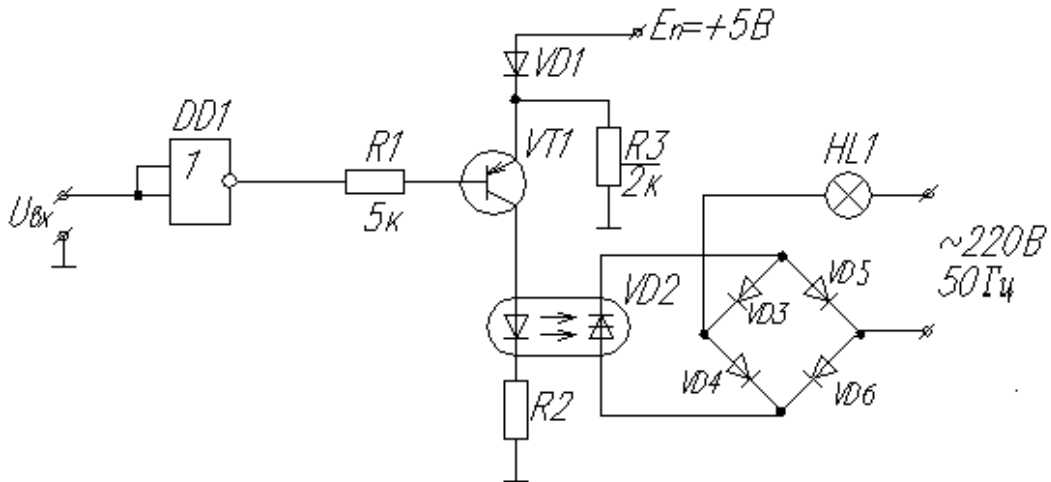


Рис. 5а. Схема усилителя с оптронной гальванической развязкой

Исходные данные для расчета схемы усилителя:

$U^1_{вхDD1}=4,5$  В,  $I_{сдVD2}=100$ мА,  $U_{сдVD2}=1,5$  В,  $U^0_{выхDD1}=0,3$  В,  $U^1_{выхDD1}=2,5$  В,  
 $I^1_{выхDD1} \leq 0,4$  мА,  $I^0_{выхDD1} \leq 16$  мА,  $R1=5$  кОм,  $U_{VD1}=0,7$  В,  $R3=2$  кОм, частота  
 входных импульсов –  $f=10$  Гц, скважность входных импульсов – 0,5.

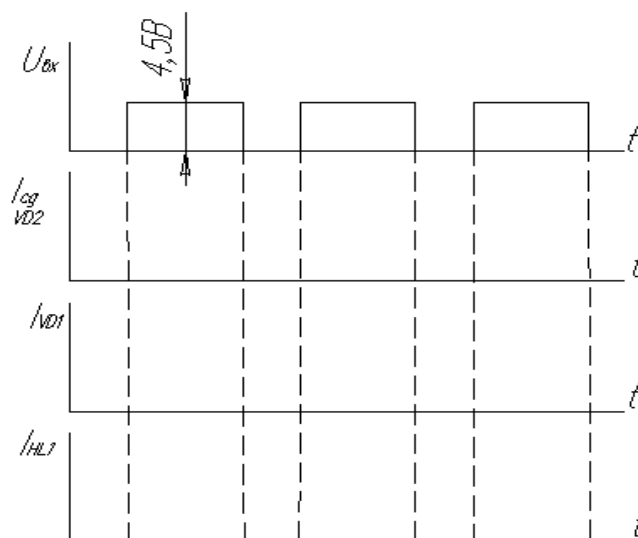


Рис. 5б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 5а



## ЗАДАЧА №6

Рассчитать усилитель с диодной оптронной развязкой, представленной на рисунке 6а. Определить величины  $\beta_{VT2}$ ,  $R3$ ,  $I_{VD2}$ ,  $U_{обрVD2}$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 6б.

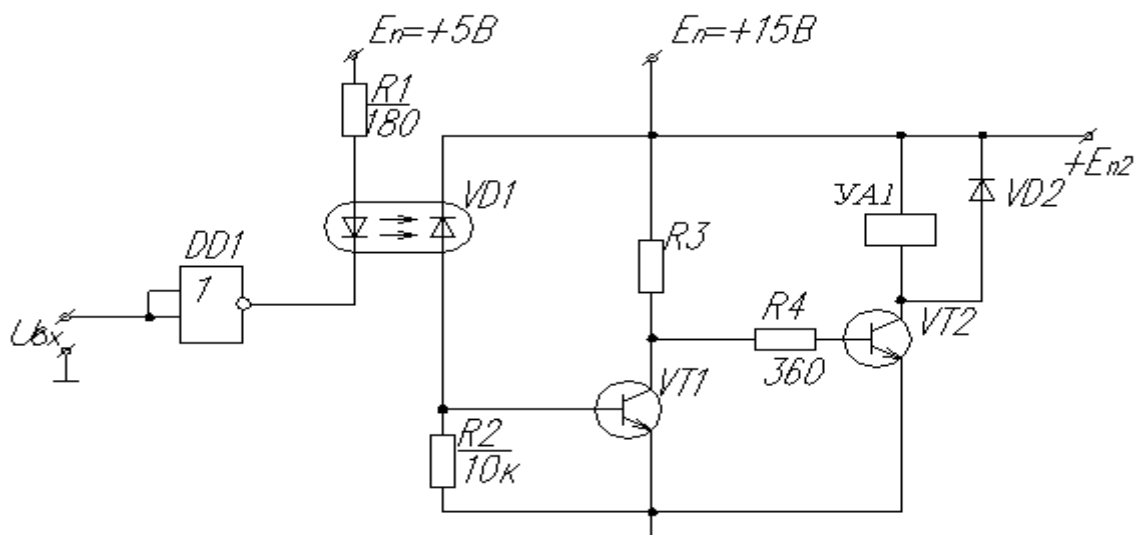


Рис. 6а. Схема усилителя с диодной оптронной развязкой

Исходные данные для расчета схемы усилителя:  
 $U_{вхDD1}^1 = (2,4-5) \text{ В}$ ,  $U_{вхDD1}^0 \leq 0,3 \text{ В}$ ,  $U_{выхDD1}^0 = 0,4 \text{ В}$ ,  $U_{выхDD1}^1 = (2,4-4,5) \text{ В}$ ,  
 $I_{выхDD1}^1 \leq 0,4 \text{ мА}$ ,  $I_{выхDD1}^0 \leq 16 \text{ мА}$ ,  $R_{обмYA1} = 110 \text{ Ом}$ ,  $U_{сдVD1} = 2 \text{ В}$ ,  $\beta_{VT2} = 20$ .

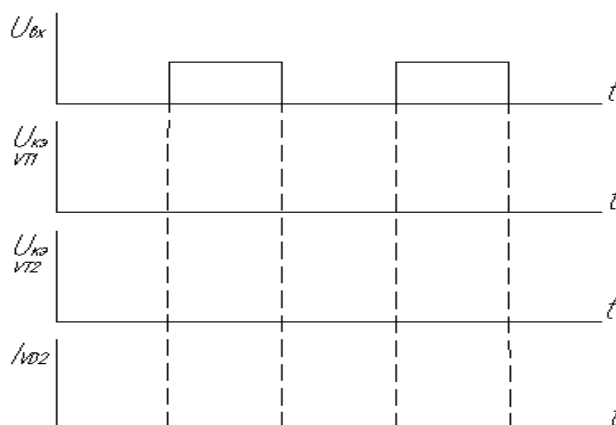


Рис. 6б. Временные диаграммы работы схемы, представленной на рисунке 6а

## ЗАДАЧА №7

Рассчитать усилитель с диодной развязкой, представленный на рисунке 7а. Определить  $R1$ ,  $I_{VD1max}$ ,  $R2$ ,  $R4$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 7б.

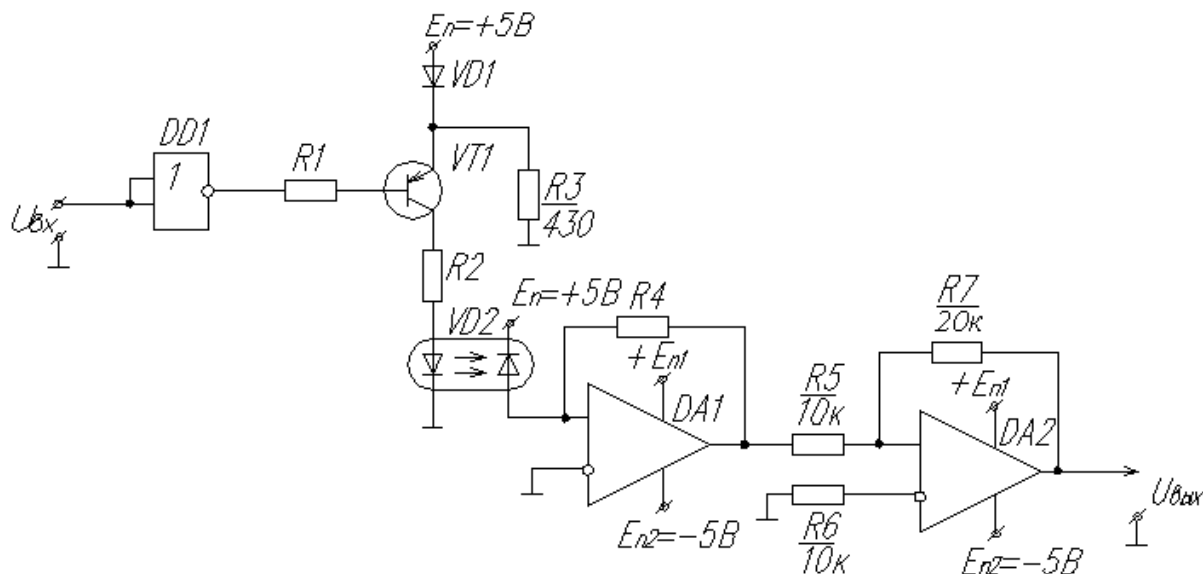


Рис. 7а. Усилитель с диодной развязкой

Исходные данные для расчета схемы усилителя:  
 $U_{ВЫХ}$  схемы должно быть 4,5 В,  $U^0_{ВЫХ DD1} \leq 0,4$  В,  $U^1_{ВЫХ DD1} = (2,4-4,5)$  В,

$$I_{сдVD2} = 20 \text{ мА}, \beta_{VT1} = 20, U_{сдVD2} = 1,5 \text{ В}, U_{VD1} = 0,7 \text{ В}.$$

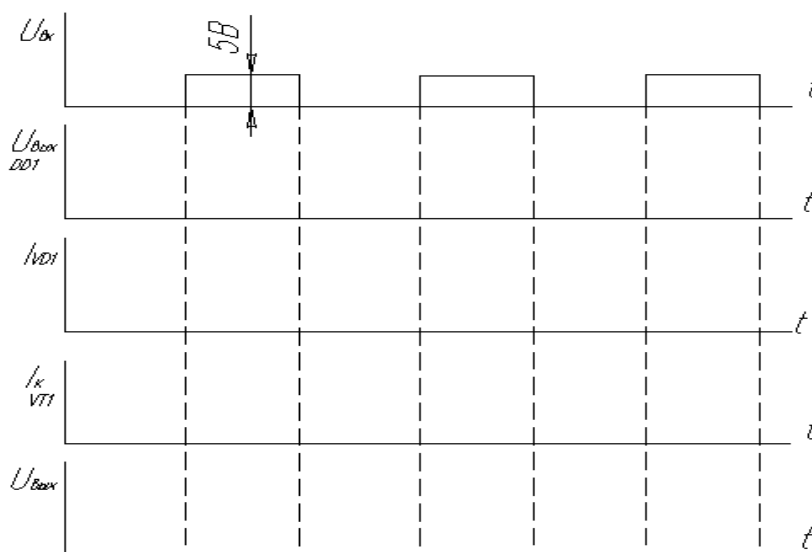


Рис. 7б. Временные диаграммы работы схемы усилителя, представленной на рисунке 7а.

## ЗАДАЧА №8

Рассчитать схему усилителя с гальванической развязкой типа «токовая петля», представленного на рисунке 8а. Определить величины сопротивлений резисторов  $R1, R3, R4, R7$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 8б.

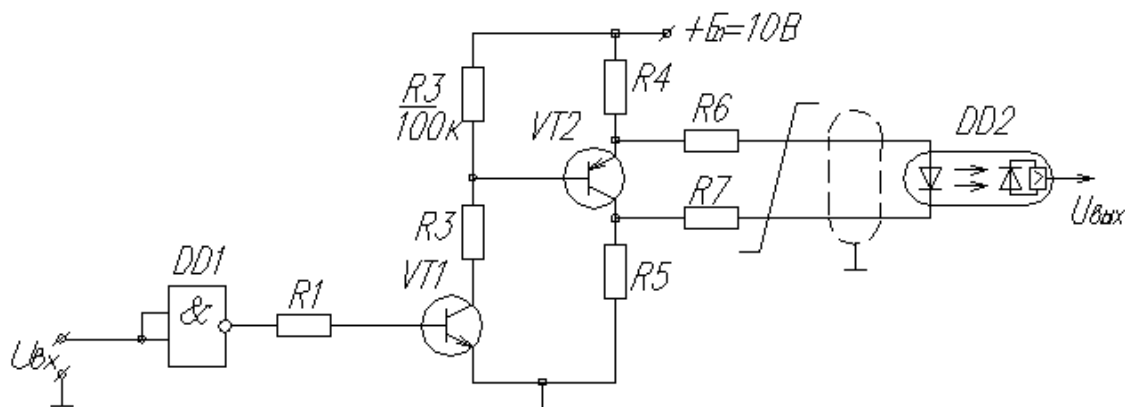


Рис. 8а. Схемы усилителя с гальванической развязкой  
типа «токовая петля»

Исходные данные для расчета схемы усилителя:  
 $R4=R5=R6=R7$ ,  $\beta_{VT1}=\beta_{VT2}=10$ ,  $I_{сдDD1}=20$  мА,  $U_{сдDD2}=1,5$  В,  $U^0_{вых DD1}=0,4$  В,

$$U^1_{вых DD1}=4,75$$
 В,  $I^1_{вых DD1} \leq 0,4$  мА,  $I^0_{вых DD1} \leq 4$  мА.

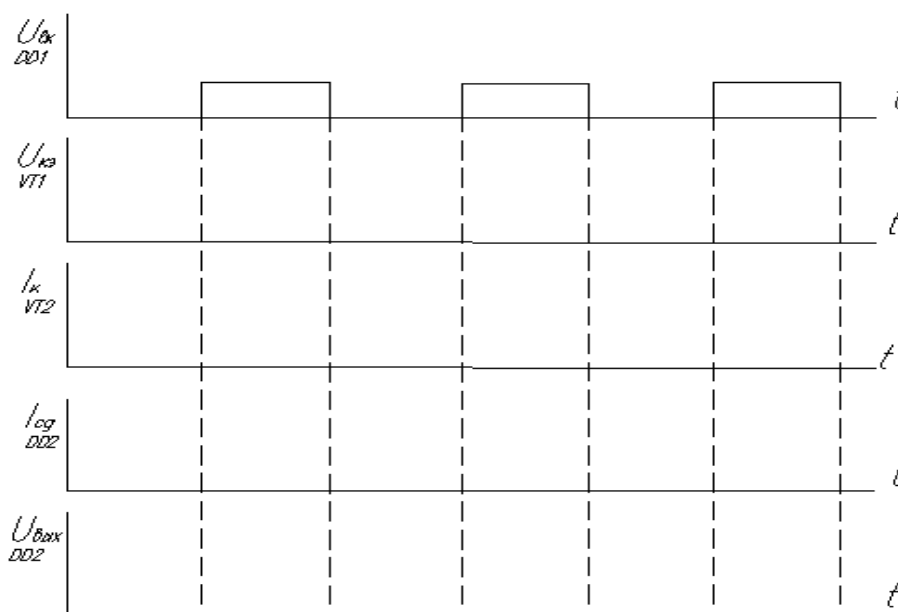


Рис. 8б. Временные диаграммы работы схемы усилителя, представленной  
на рисунке 8а.

## ЗАДАЧА №9

Рассчитать устройство контроля температуры, схема которого приведена на рисунке 9а. Определить, при какой температуре светодиоды VD1 и VD2 переключаются. Рассчитать коэффициент усиления усилителя DA1, рассчитать величины сопротивления резисторов R8, R9, R10, определить коэффициенты  $\beta_{VT1}$  и  $\beta_{VT2}$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 9б.

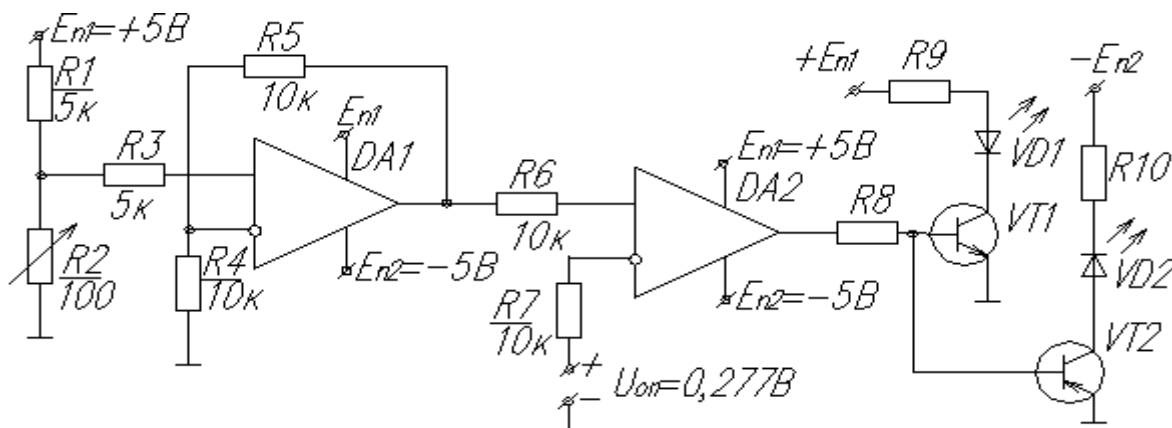


Рис. 9а. Устройство контроля температуры

Исходные данные для расчета схемы:

$R2(T^0)$  – термосопротивление медное ( $R2_{при\ 0} = 100\ \text{Ом}$ ),

$R2(T_x) = R(T^0)(1 + \alpha T_x)$ , где  $\alpha = 0,0043$  – температурный коэффициент меди,

$I_{сдVD1} = I_{сдVD2} = 20\ \text{мА}$ ,  $U_{сдVD1} = U_{сдVD2} = 2\ \text{В}$ ,  $I_{выхDA2} \leq 2\ \text{мА}$ ,  $U_{выхDA2} = 4,5\ \text{В}$ .

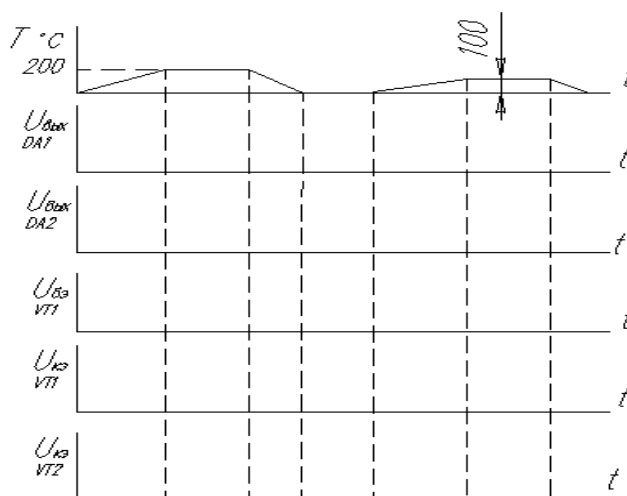


Рис. 9б. Временные диаграммы работы схемы устройства контроля температуры, представленной на рисунке 9а.

## ЗАДАЧА №10

Объяснить принцип работы схемы селектора импульсных сигналов по их длительности согласно схеме, приведенной на рисунке 10а. Определить время интегрирования интегратора, построить временные диаграммы работы схемы согласно рисунку 10б.

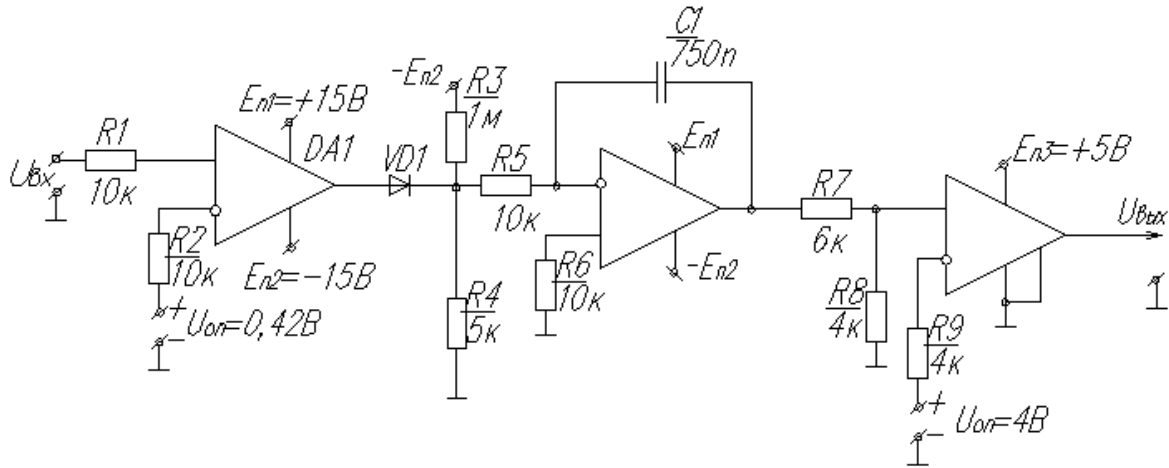


Рис. 10а. Схема селектора импульсов по длительности

Исходные данные для расчета схемы:

$$U_{\text{вхDA1}}=4 \text{ В}, U_{\text{выхDA1}}=U_{\text{выхDA2}}=\pm 11,5 \text{ В}, U_{\text{VD1}}=0,7 \text{ В}, U_{\text{выхDA3}}=4,5 \text{ В},$$

частота входного сигнала –  $f=100$  Гц, скважность –  $Q=2$ .

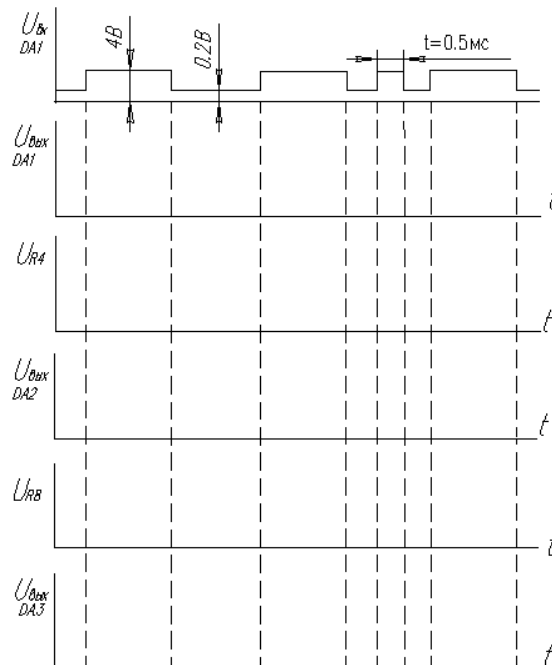


Рис. 10б. Временные диаграммы работы схемы селектора импульсов по длительности, представленной на рисунке 10а.

### ЗАДАЧА №11

Рассчитать частоту и длительность выходных импульсов генератора, приведенного на рисунке 11а. Определить  $\beta_{VT1}$   $\beta_{VT2}$ , построить временные диаграммы в контрольных точках схемы согласно рисунку 11б. Выбрать типы транзисторов VT1, VT2.

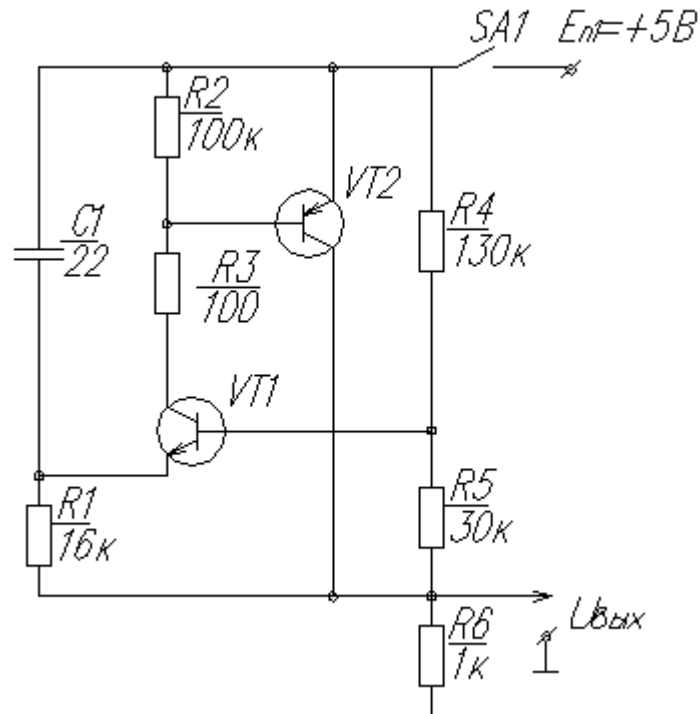


Рис. 11а. Генератор прямоугольных импульсов

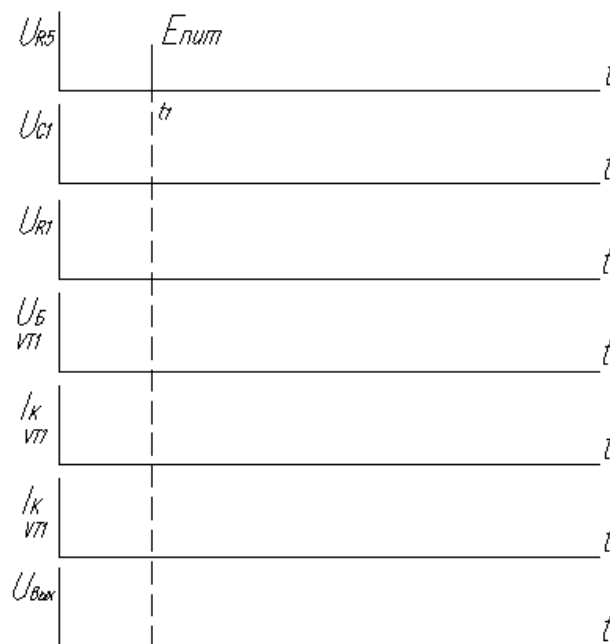


Рис. 11б. Временные диаграммы работы схемы генератора, представленной на рисунке 11а.

## ЗАДАЧА №12

Рассчитать схему генератора прямоугольных импульсов, приведенную на рисунке 12а. Определить частоту выходных импульсов генератора, построить временные диаграммы работы схемы согласно рисунку 12б.

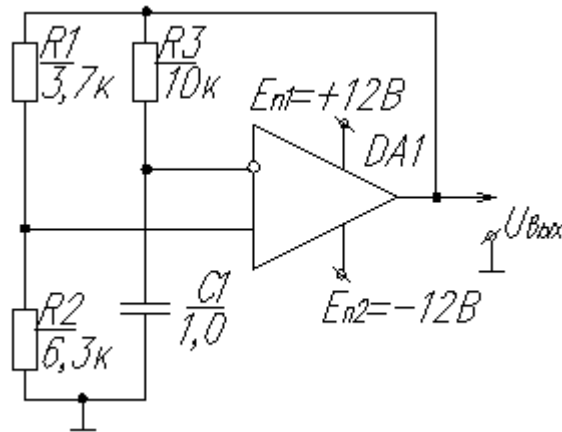


Рис. 12а. Схема генератора прямоугольных импульсов

Исходные данные для расчета схемы:

$$U_{\text{Вых}DA1} = \pm 10 \text{ В.}$$

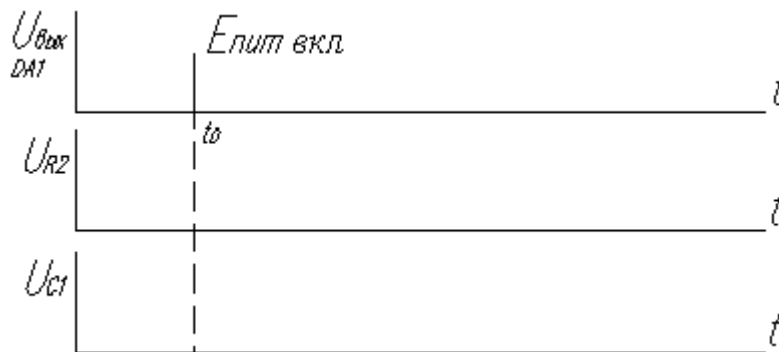


Рис. 12б. Временные диаграммы работы схемы генератора, представленной на рисунке 12а.

### ЗАДАЧА №13

Рассчитать стабилизированный источник питания с транзисторным усилителем тока, приведенный на рисунке 13.

1. Выбрать тип транзистора VT1 с необходимыми параметрами  $I_{К\max}$ ,  $U_{КЭ\max}$ ,  $\beta_{VT1}$ .
2. Определить величину выпрямленного напряжения, подлежащего стабилизации.
3. Рассчитать необходимые величины сопротивлений R1 и R2, если коэффициент пульсации на выходе выпрямителя равен  $K_{\text{п}}=1\%$ .
4. Рассчитать емкость фильтра C1.
5. Определить величину эффективного напряжения U2 на вторичной обмотке трансформатора.
6. Выбрать тип выпрямительных диодов на заданные параметры источника питания.
7. Провести проверочный расчет максимальной величины тока стабилитрона при наихудших дестабилизирующих факторах схемы.

Исходные данные для расчета схемы источника питания:

$U_{\text{нагр.}}=4,7\text{ В}$ ,  $I_{\text{нагр.}}=0,5\text{ А}$ , тип стабилитрона 2С147А с параметрами

$$U_{\text{ст}}=(4,7\pm 0,47)\text{ В}, I_{\text{ст min}}=3\text{ мА}, I_{\text{ст max}}\leq 58\text{ мА}.$$

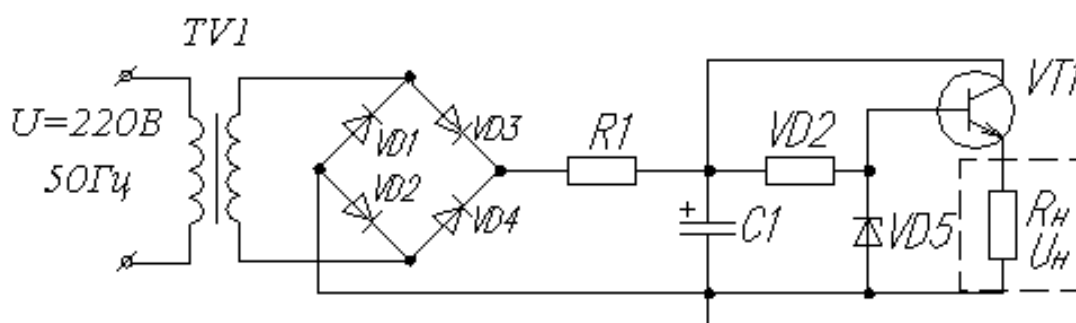


Рис. 13. Схема источника стабилизированного питания



### ЗАДАЧА №14

Рассчитать схему преобразователя тока в напряжение, приведенную на рисунке 14а. Определить  $U_{\text{выхDA1}}$ ,  $R1$ ,  $R2$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 14б.

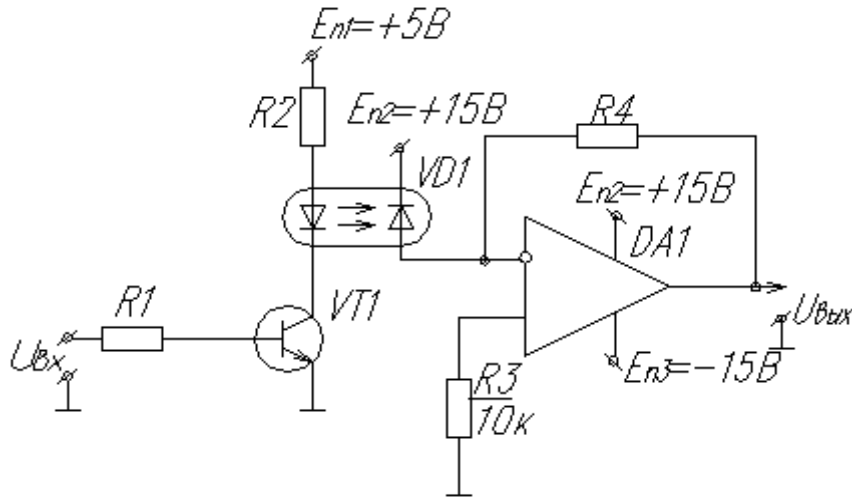


Рис. 14а. Схема преобразователя тока в напряжение

Исходные данные для расчета схемы:

$\beta_{VT1}=10$ ,  $I_{\text{сдVD1}}=20$  мА,  $U_{\text{сдVD1}}=1,5$  В,  $R4=9$  кОм,  $U_{\text{вх}}=2$  В (импульсы).

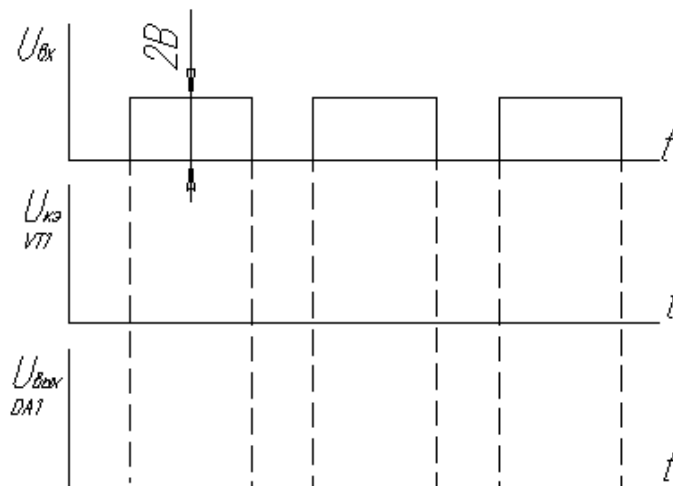


Рис. 14б. Временные диаграммы работы схемы преобразователя тока, представленной на рисунке 14а.

### ЗАДАЧА №15

Рассчитать схему преобразователя пилообразного напряжения, приведенную на рисунке 15а. Определить  $U_{\text{выхDA1}}$  и  $U_{\text{выхDA2}}$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 15б.

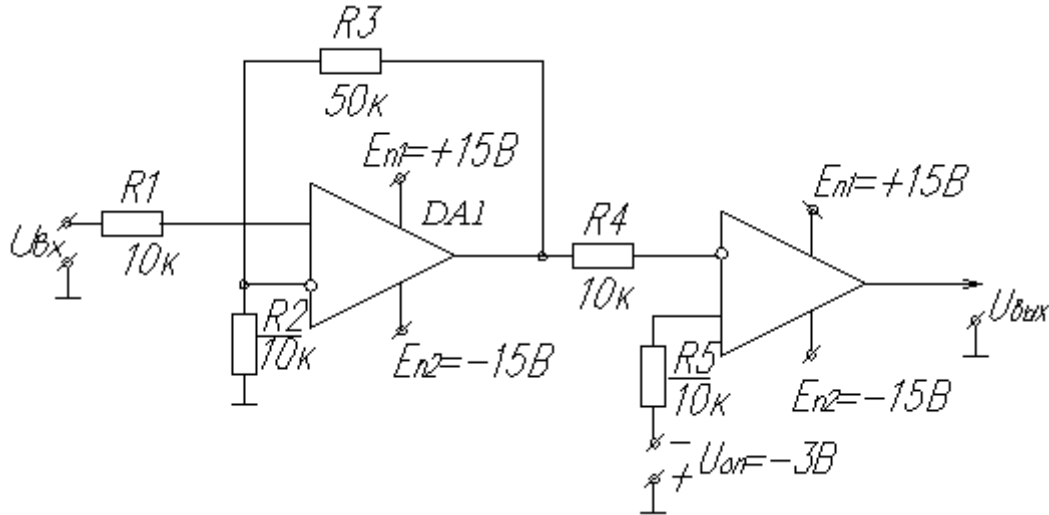


Рис. 15а. Схема преобразователя пилообразного напряжения

Исходные данные для расчета схемы:

$$U_{\text{вх}} = -1 \text{ В (пилообразная форма)}, U_{\text{опDA2}} = -3 \text{ В.}$$

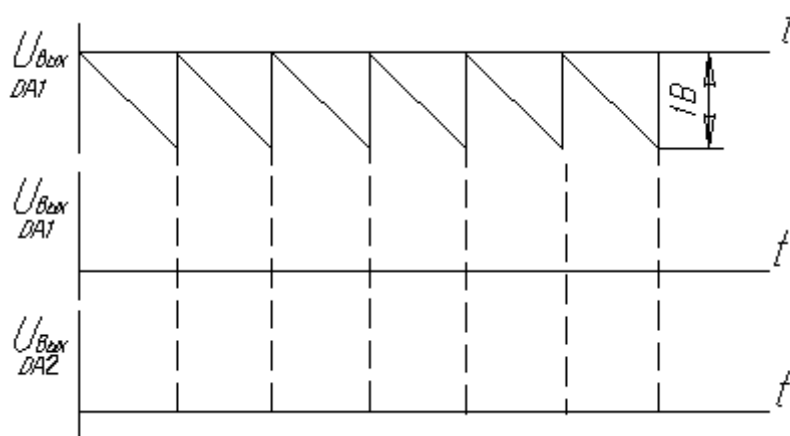


Рис. 15б. Временные диаграммы преобразователя пилообразного напряжения рисунке 15а.

## ЗАДАЧА №16

Рассчитать схему преобразователя пилообразного тока, приведенную на рисунке 16а. Определить  $U_{\text{выхDA1}}$  и  $U_{\text{выхDA2}}$ , построить временные диаграммы согласно рисунку 16б.

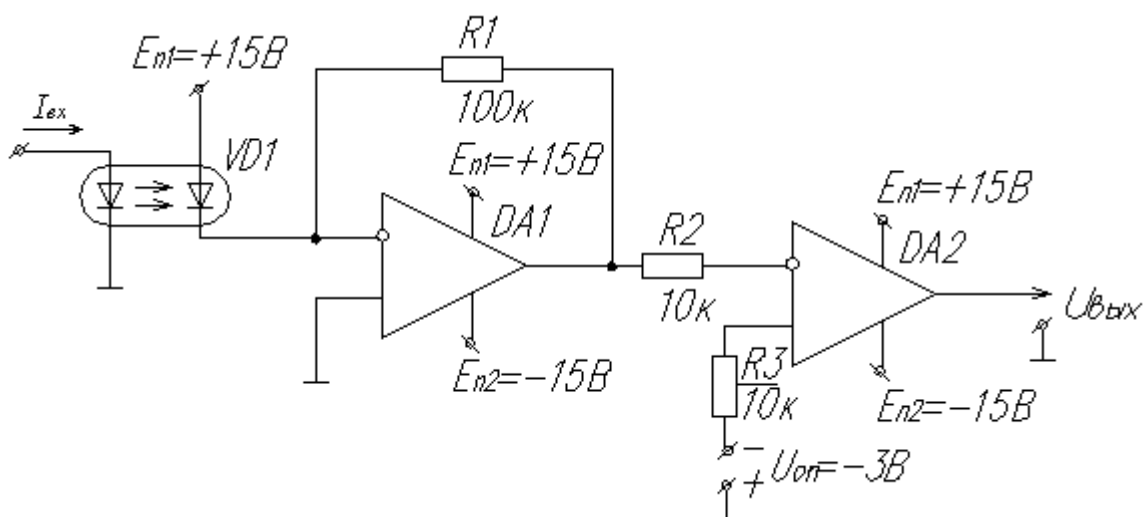


Рис. 16а. Схема преобразователя пилообразного тока

Исходные данные для расчета схемы:

$I_{\text{вх}} = (0 - 5) \text{ мА}$  – пилообразная форма.

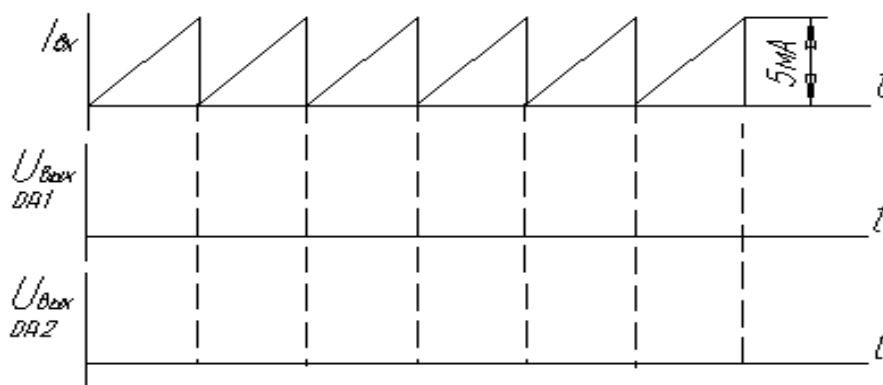


Рис. 16б. Временные диаграммы преобразователя пилообразного тока, представленной на рисунке 16а.

## ЗАДАЧА №17

Рассчитать длительность выходных импульсов на выходе схемы преобразователя длительности импульсов, представленного на рисунке 17а. Построить временные диаграммы согласно рисунку 17б.

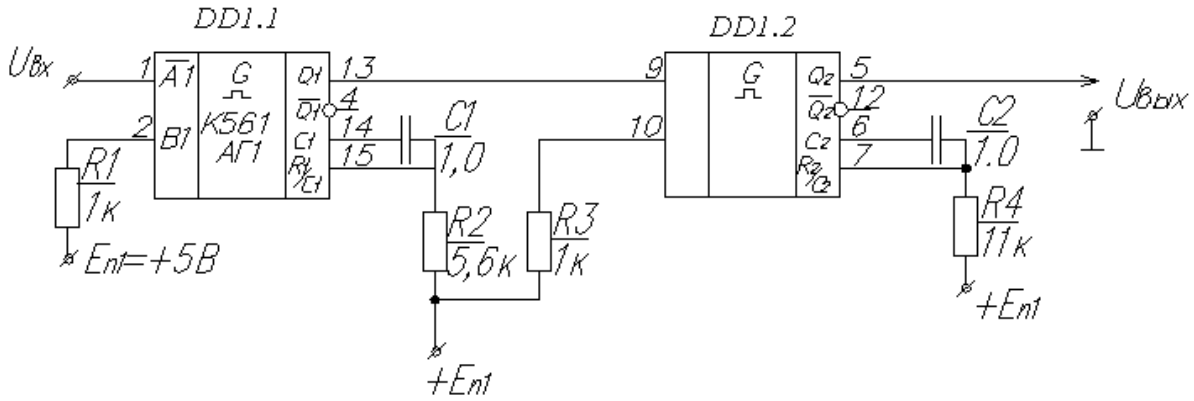


Рис. 17а. Схема преобразователя длительности импульсов

Исходные данные для расчета схемы приведены в таблице:  
Сигналы управления ждущего мультивибратора DD1

Входы		Выходы	
	E	Q	Q̄
↓	высокий		
высокий	↑		

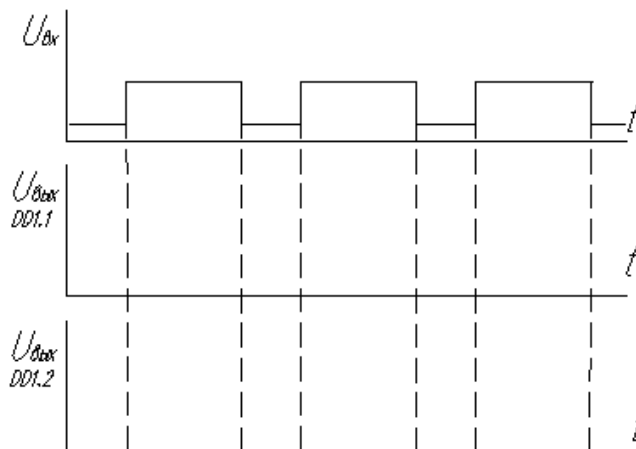


Рис. 17б. Временные диаграммы преобразователя длительности импульсов, представленной на рисунке 17а.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах [Текст]: Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат, Ленигр. отделение, 1988. 304 с.
2. Применение прецизионных аналоговых микросхем [Текст] / А.Г. Алексеенко, Е.А. Коломбет, Г.И. Стародуб. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1985. 304 с.
3. Радиокomпоненты и материалы: Справочник [Текст] / под ред. О.Н. Партала. М.: КУК-а, 1998. 720 с.
4. Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам / под ред. Н.Н. Горюнова. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Энергия, 1976. 744 с.
5. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник [Текст] / С.В. Якубовский, Л.И. Ниссельсон, В.И. Кулешова и др.; под ред. С.В. Якубовского. М.: Радио и связь, 1990. 496 с.