



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Источники электропитания электронных средств»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Источники электропитания электронных средств»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Источники электропитания электронных средств» / Коллектив авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – XX с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий курсовой работы по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Источники электропитания электронных средств».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

Содержание

Исходные данные.....	5
Выбор схемотехнического решения	6
Описание работы схемы	7
Обоснование выбора элементной базы.....	8
Управляющая схема.....	8
Выбор диодов.....	9
Выбор магнитопровода.....	10
Выбор микросхем стабилизаторов напряжения	11
Расчёт трансформатора.....	12
Расчет КПД стабилизированного источника питания.....	15
Список использованных источников	16

Исходные данные

В данной работе необходимо разработать вторичный источник питания с заданными параметрами.

В таблицу 1 сведены исходные данные для выполнения домашнего задания.

Табл. 1. Исходные данные

Параметр	Значение
Диапазон входных напряжений, В	-29.7 .. -22.95
Выходное напряжение, В	± 9
Выходной ток, А	2.0
Напряжение пульсаций, мВ	10.0

Работа должна содержать:

- Расчетные данные;
- Электрическую принципиальную схему;
- Перечень комплектующих;
- Эскиз общего вида ВИП.

Выбор схемотехнического решения

Работа была выполнена на основе уже разработанного ранее инвертора напряжения для Измерителя статических параметров n-канальных полевых транзисторов в схеме измерения тока стока [4]. В данной работе было необходимо сделать гальваническую развязку измерителя тока стока от управляющей схемы. В ходе анализа способов решения данной проблемы было принято решение о разработке инвертора напряжений, управляемого внешним микроконтроллером PIC12F628. На рис. 1 представлена схема электрическая принципиальная данного преобразователя.

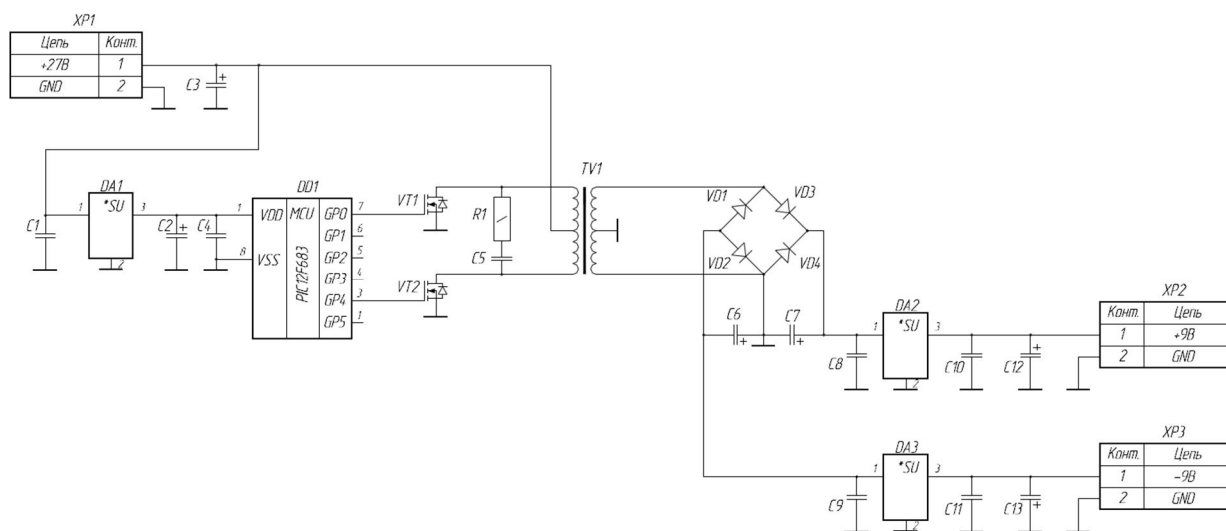


Рис 1. Схема электрическая принципиальная вторичного источника питания

Описание работы схемы

На разъём XP1 подаётся входное напряжение $U_{вх}=27В$. Микроконтроллер DD1 питается от стабилизированного напряжения $+5В$, полученного с выхода DA1 и в противофазе открывает транзисторы VT1 и VT2 (рис. 2), в результате чего постоянное входное напряжение преобразуется в последовательность импульсов и далее понижается на трансформаторе TV1. RC-цепочка R1-C5 предназначена для фильтрации всплесков на первичной обмотке трансформатора. Для предотвращения образования сквозных токов, а также подмагничивания магнитопровода, было введено «мёртвое время» (t_m) между данными импульсами. Диодный мост VD1-VD4 служит выпрямителем, после него установлены фильтры C6-C9. Микросхемы DA2 и DA3 (L78S09CV и L79S09CV) – стабилизаторы $+9В$ и $-9В$ соответственно. Конденсаторы C10-C13 предназначены для понижения пульсаций с выхода DA2 и DA3 до уровня, заданного в ТЗ. Выходное напряжение снимается с разъёмов XP2 и XP3.

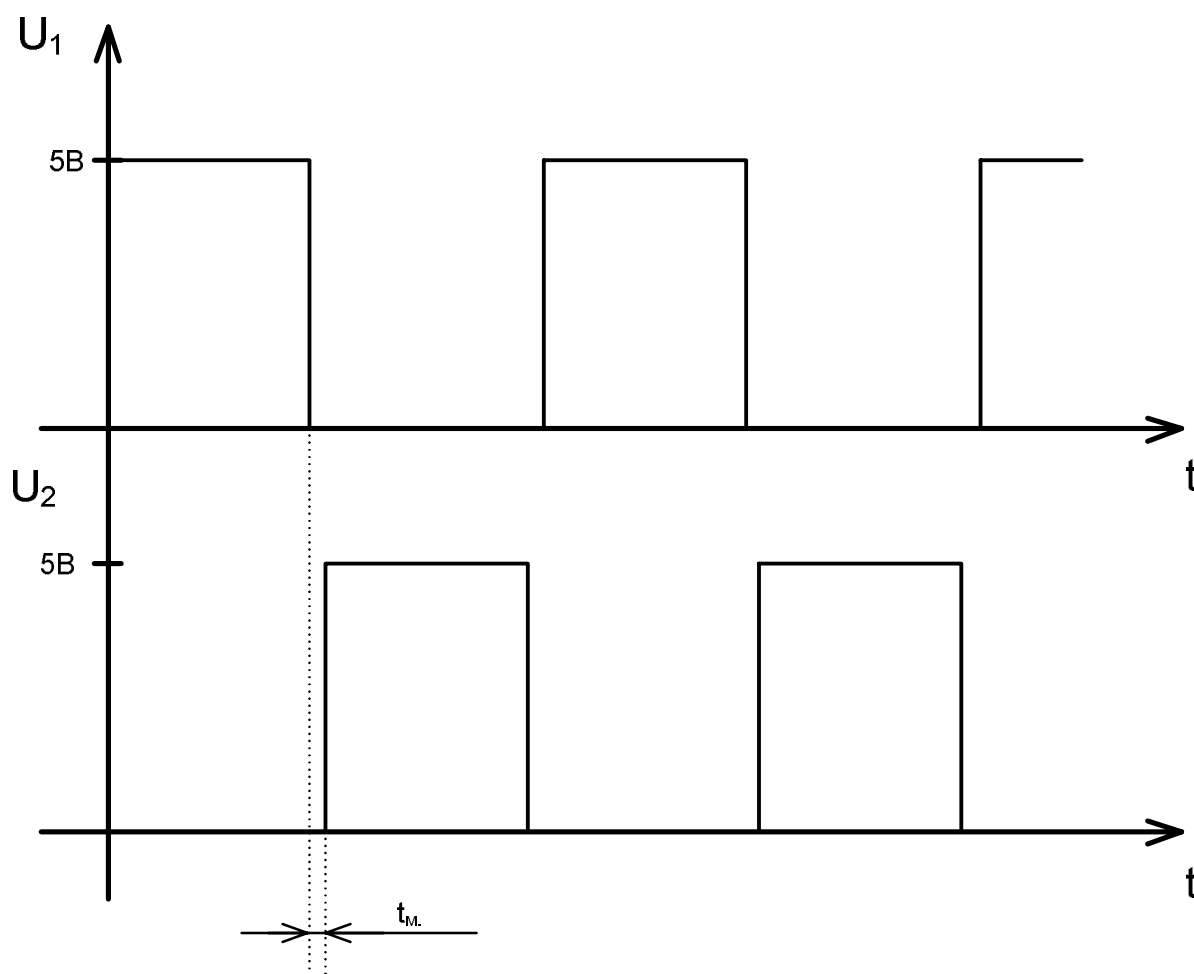


Рис. 2. Временная диаграмма генератора импульсов

Обоснование выбора элементной базы

Управляющая схема

Для реализации управляющей схемы было принято решение о разработке генератора импульсов амплитудой +5В с частотой 20кГц на микроконтроллере PIC12F683 фирмы Microchip.

Ниже представлен исходный код программы:

```
#include p12f683.inc

__CONFIG _FCMEN_OFF & _IESO_OFF & _BOD_ON & _CPD_OFF & _CP_OFF & _MCLRE_OFF & _PWRTE_OFF &
_WDT_OFF & _INTOSCIO

COUNTER EQU    0x20

org 0x00

INIT
    bsf     STATUS,RP0
    movlw   b'000000'
    movwf   TRISIO
    bcf     STATUS, RP0
    movlw   b'00001111'          ; max freq
    movwf   OSCTUNE
    clrf    GPIO

INFINITY
    bcf     GPIO,0
    bsf     GPIO,1
    nop
    nop
    movlw   .6
    movwf   COUNTER
    decfsz  COUNTER,F
    goto    $-1
    bcf     GPIO,1
    bsf     GPIO,0
    movlw   .6
    movwf   COUNTER
    decfsz  COUNTER,F
    goto    $-1
    goto    INFINITY

END
```

Временная диаграмма сигналов генератора представлена на рис. 2.

Выбор диодов

Максимальный ток вторичной обмотки TV $I_{\max}=2.16\text{A}$ (см. расчёт трансформатора). На основании этого были выбраны диоды 1N5400. В таблице 2 представлены их технические характеристики.

Таблица 2. Технические параметры диода 1N5400

Материал	кремний
Максимальное постоянное обратное напряжение,В	50
Максимальное импульсное обратное напряжение,В	100
Максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток,А	3
Максимально допустимый прямой импульсный ток,А	200
Максимальный обратный ток,мкА при 25гр	5
Максимальное прямое напряжение,В при 25гр. при $I_{\text{пр.}},\text{A}$	1.2 3
Рабочая температура,С	-65...150
Способ монтажа	В отверст.
Корпус	DO201AD

Выбор магнитопровода

В качестве типа магнитопровода трансформатора выберем тороидальный магнитопровод, изображенный на рис. 3.

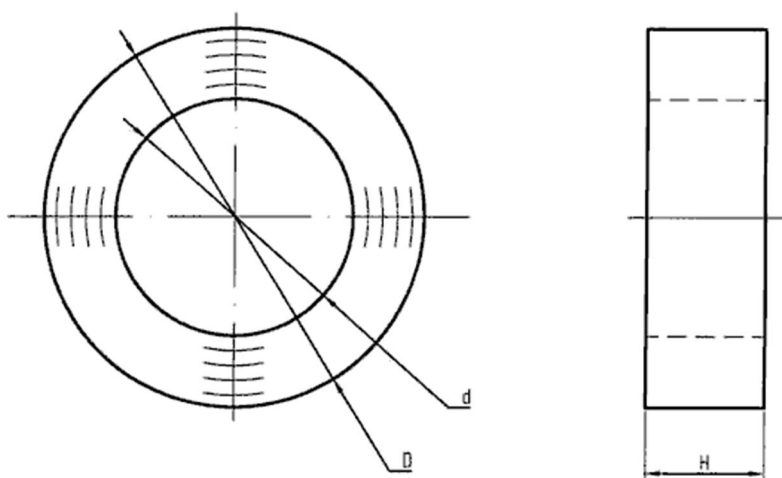


Рис. 3. Тороидальный магнитопровод

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ М8000НМ К28Х16Х9 КОЛЬЦО

Материал магнитопровода	М 8000 НМ
Начальная магнитная проницаемость	8000
Верхняя рабочая частота материала магнитопровода, кГц	30
Форма магнитопровода	кольцо

Выбор микросхем стабилизаторов напряжения

На основе технического задания было принято решение о выборе стабилизаторов выходного напряжения L78S09CV и L79S09CV производителя STMicroelectronics.

Основные характеристики:

Корпус	TO220
Номинальный выходной ток, А	2
Максимальное входное напряжение, В	40
Выходное напряжение, В	9

На рис. 4 представлена структурная схема данных стабилизаторов:

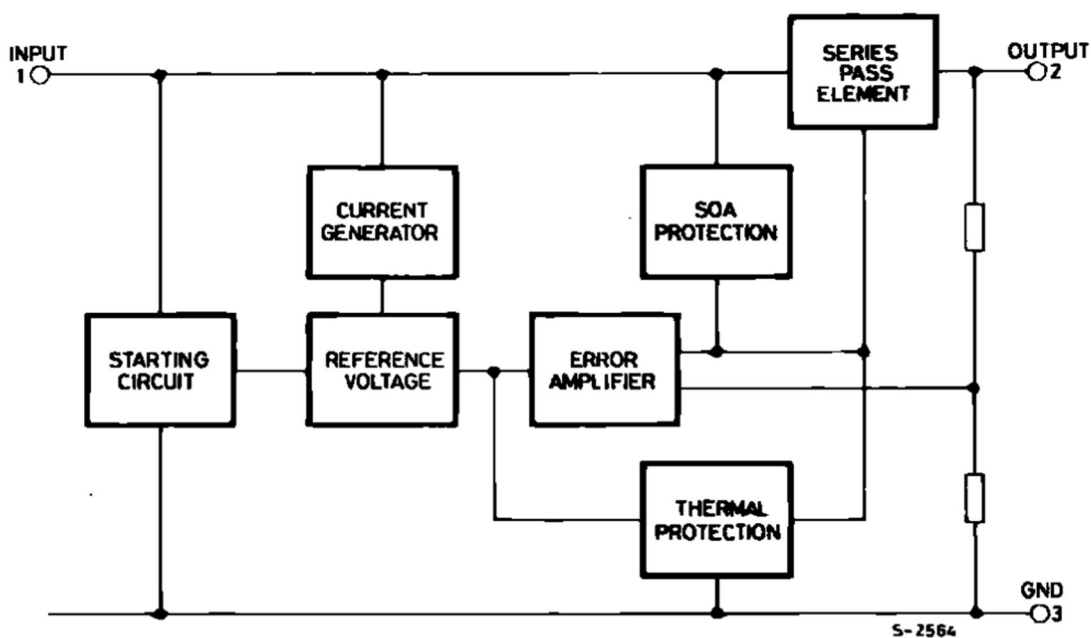


Рис. 4. Структурная схема стабилизаторов напряжения L78(9)xx

Цоколёвка выводов представлена на рис. 5.

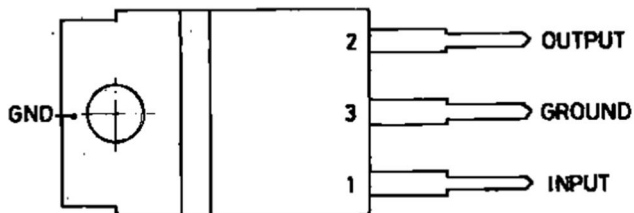


Рис. 5. Цоколёвка выводов микросхемы L78(9)xx

Параметры данных микросхем полностью удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к ВИП. Пульсации выходного напряжения, заявленные в ТУ на микросхему значительно ниже максимально допустимых значений, оговоренных в задании.

Расчёт трансформатора

Входные параметры

$$U_{\text{пит}} := 27 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\text{пит}} := 10 \% \text{ -допустимое повышения } U$$

Выходные параметры трансформатора

$$I_{\text{н}} := 2 \text{ А}$$

$$U_{\text{н}} := 22 \text{ В}$$

Частота работы преобразователя

$$F := 20000 \text{ Гц}$$

Параметры магнитопровода

$$D := 28 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$d := 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$h := 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$B_{\text{нас}} := 1.5 \text{ Тл}$$

$$\mu_{\text{эфф}} := 8000 \text{ А/м}$$

Разные параметры

$$U_{\text{си_насыщ}} := 0.8 \text{ В - падение напряжения на переходе сток-исток насыщенного ключевого транзистора}$$

$$k_{\text{с}} := 1 \text{ - коэффициент заполнения ферромагнитным материалом площади поперечного сечения магнитопровода. Для ферритов=1}$$

$$k_{\text{ф}} := 1 \text{ - коэффициент формы импульса. Для прямоугольных =1}$$

$$\mu_0 := 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$$

1. Расчёт номинальной выходной мощности

$$P_{\text{н}} := I_{\text{н}} \cdot U_{\text{н}} = 44 \text{ Вт}$$

2. Напряжение питания преобразователя

$$U_{\text{пит_пр}} := U_{\text{пит}} + \frac{U_{\text{пит}} \cdot \Delta U_{\text{пит}}}{100} = 29.7 \text{ В}$$

3. Возможный КПД трансформатора

$$\eta := 0.99 - \frac{0.175}{F} - \frac{1 + \frac{9.95}{F^{1.3}}}{P_H} = 0.967$$

4. Используемая мощность трансформатора

$$P_{\text{исп}} := \frac{P_H}{\eta} = 45.489 \text{ Вт}$$

5. Площадь сечения магнитопровода

$$S_c := \frac{D - d}{2} \cdot h = 5.4 \times 10^{-5} \text{ м}^2$$

6. Площадь окна магнитопровода

$$S_o := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2.011 \times 10^{-4} \text{ м}^2$$

7. Длина средней линии магнитопровода

$$l_{\text{ср_л}} := \frac{\pi(D + d)}{2} = 0.069 \text{ м}$$

8. Максимальное значение индукции для частного цикла петли гистерезиса

$$B_m := 0.625 \cdot B_{\text{нас}} = 0.938 \text{ Тл}$$

9. Габаритная мощность трансформатора (приближённая формула расчёта)

$$P_{\text{габ}} := \frac{S_c \cdot 10^4 \cdot S_o \cdot 10^4 \cdot F \cdot B_m}{150} = 135.717 \text{ Вт}$$

10. Проверка пригодности кольца

$$P_{\text{габ2}} := P_{\text{исп}} + \frac{P_{\text{исп}} \cdot 20}{100} = 54.587$$

$$P_{\text{габ}} \geq P_{\text{габ2}} \quad - \text{ ура!}$$

11. Напряжение первичной обмотки для схемы со средней точкой

$$U_1 := 2 \cdot U_{\text{пит_пр}} - U_{\text{си_насыщ}} = 58.6 \text{ В} \quad - \text{ для схемы со средней точкой}$$

12. Число витков первичной обмотки

$$w_1 := \frac{U_1}{4F \cdot B_m \cdot S_c \cdot k_c \cdot k_{\phi}} = 14 \text{ шт.}$$

13. Индуктивность первичной обмотки трансформатора

$$L_1 := \frac{w_1^2 \cdot \mu_{\text{эфф}} \cdot \mu_0 \cdot S_c}{l_{\text{ср_л}}} = 1.644 \times 10^{-3} \text{ Гн}$$

14. Амплитуда прямоугольной составляющей тока первичной обмотки трансформатора

$$I_{1\text{max}} := \frac{2P_{\text{исп}}}{U_1} = 1.553 \text{ А} \quad - \text{ для схемы со средней точкой}$$

15. Амплитуда треугольной составляющей тока первичной обмотки трансформатора

$$I_{\text{max}} := \frac{U_1}{2F \cdot L_1} = 0.891 \text{ А} \quad - \text{ для схемы со средней точкой}$$

16. Амплитуда полного тока первичной обмотки

$$I_{\Sigma\text{max}} := I_{1\text{max}} + I_{\text{max}} = 2.443 \text{ А}$$

17. Диаметр провода первичной обмотки

$$d_1 := 0.6 \cdot \sqrt{I_{\Sigma\text{max}}} = 0.9 \text{ мм}$$

18. Число витков во вторичной обмотке

$$w_2 := \frac{w_1 \cdot U_H}{U_1} = 5 \text{ шт.}$$

19. Диаметр провода вторичной обмотки

$$d_2 := 0.6 \sqrt{I_H} = 0.8 \text{ мм}$$

Расчет КПД стабилизированного источника питания

Для расчета КПД используем формулу $\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$

Выходная мощность:

$$P_{\text{вых}} = 9\text{В} \cdot 2\text{А} = 18\text{Вт}$$

Определим потребляемую мощность линейных стабилизаторов вторичного напряжения по следующей формуле:

$$P_{\text{ст}} = (U_{\text{нестаб max}} - U_{\text{стаб}}) I_{\text{стаб}}$$

Таким образом учитывая максимальное значение на входе стабилизатора,

$$P_{\text{ст}} = (11 - 9) \cdot 2 = 4\text{Вт}$$

Входная мощность:

$$P_{\text{вх}} = P_{\text{ст}} + P_{\text{вых}} = 4 + 18 = 22\text{Вт}$$

КПД стабилизированного источника питания:

$$\eta = \frac{18}{22} \cdot 100\% = 82\%$$

Список использованных источников

1. Джонс М.Х. – «Электроника – практический курс». Москва: Техносфера, 2006. - 512с.
2. Е. Москатов – «Теория расчёта импульсных источников питания и её подтверждение на практике».
3. <http://chip-dip.ru>
4. В.В. Леонидов, Р.М. Григорян, И.Б. Гуляев: «Автоматизированный измерительный комплекс статических параметров n-канальных полевых транзисторов» – Твердотельная электроника. Сложные функциональные блоки РЭА – Материалы научно-технической конференции –М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2010, - с.234-236.