

Содержание

Предисловие.....	
Расчетно-графическая работа .	
Расчет источника вторичного электропитания	
Список литературы	
Приложения.....	

ПРЕДИСЛОВИЕ

При выполнении расчетно-графических работ (РГР) по электронике студенты сталкиваются с необходимостью использования типовых методик расчета различных электронных устройств, начиная с простейших выпрямителей. В учебной литературе этот вопрос освещается недостаточно полно, часто без подробных разъяснений и без справочных данных на элементы электроники. В предлагаемом учебно-методическом пособии рассмотрены те варианты устройств, которые вошли в состав заданий на выполнение расчетно-графических работ по электронике для студентов.

Приведенные в приложениях справочные материалы составлены на основе данных, указанных в государственных стандартах и технических условиях на изделия промышленной электроники.

Расчетно-графическая работа

Расчет источника вторичного электропитания

1.1. Задание на выполнение РГР

1. Произвести расчет источника вторичного электропитания для электронного устройства в соответствии с номером варианта (табл.1.1.) задания по типовой методике.
2. Выбрать по справочнику элементы схемы со стандартными номинальными параметрами и занести в таблицу типовой формы.
3. В программах электронного моделирования (ПЭМ) “Electronics Workbench” v.5.0/5.12; MicroCAP; Matlab выполнить моделирование работы цепи в режиме Transient и сравнить результаты моделирования с расчетными значениями. В отчете привести схему моделирования, графики напряжений на выходе выпрямителя, на выходе фильтра и на нагрузке. А также токи протекающие в нагрузке, на любом из выпрямительных диодов, на балластном резисторе и на стабилитроне. Также нужно сравнить среднее значение напряжения на нагрузке, коэффициенты сглаживания и пульсаций. Сделать вывод о причине их различий, если таковые будут.

Примечание: если в ПЭМ нет моделей выбранных вами стабилизаторов, то для целей грубой оценки результатов, подберите аналог из доступных в ПЭМ : во-первых по ближайшему значению к напряжения стабилизации вашего стабилизатора параметра модели **BV**, и во-вторых ближайшее к сопротивлению стабилизатора принятого в расчетах параметра модели **RS**, в данном случае предельные значения по току можно не рассматривать, т.к. они не учитываются при моделировании.

Оформить отчет по выполненной РГР в соответствии с существующими требованиями для оформления расчетных работ на стандартных листах формата А4. Образцы оформления титульного листа приведен в прил.1, задания – в прил.2. выбранных элементов в прил.3.

1.2. Исходные данные

Таблица 1.1

№ варианта	Тип выпрямителя	Тип фильтра	Тип стабилизатора	Ток нагрузки I_n , мА	Напряжение нагрузки U_n , В
1	2	3	4	5	6
1	1	2	1	10	5
2	2	1	2	20	9
3	3	1	1	15	12
4	1	2	1	8	15
5	2	2	2	12	20

1	2	3	4	5	6
6	3	1	2	13	25
7	1	1	1	12	13
8	2	2	1	20	14
9	3	2	2	25	17
10	1	1	2	5	20
11	2	1	1	6	25
12	3	2	1	7	13
13	1	2	2	8	14
14	2	1	2	9	15
15	3	1	1	10	7
16	1	2	1	12	15
17	2	2	2	15	8
18	3	1	2	20	10
19	1	1	1	25	18
20	2	2	1	14	16
21	3	2	2	15	17
22	1	1	2	10	20
23	2	1	1	12	25
24	3	2	1	15	13
25	1	2	2	20	14
26	2	1	2	22	15
27	3	1	1	15	7
28	1	2	1	12	12
29	2	2	2	8	15
30	3	1	2	10	20
31	1	1	1	12	13
32	2	2	1	15	14
33	3	2	2	18	15
34	1	1	2	15	10
35	2	1	1	18	15
36	3	2	1	22	20
37	1	2	2	12	22
38	2	1	2	8	24
39	3	1	1	10	18
40	1	2	1	12	16
41	2	2	2	15	10
42	3	1	2	18	7
43	1	1	1	20	20
44	2	2	1	22	9
45	3	2	2	24	13
46	3	1	2	15	14
47	2	1	1	12	15
48	1	2	1	8	17
49	1	2	2	10	15
50	2	1	2	12	18
51	3	1	1	5	10
52	1	2	1	11	20

1	2	3	4	5	6
53	2	2	2	12	25
54	3	1	2	20	9
55	1	1	1	25	22
56	2	2	1	45	24
57	3	2	2	16	9
58	1	1	2	17	13
59	2	1	1	18	13
60	3	2	1	15	14
61	1	2	2	20	15
62	2	1	2	25	12
63	3	1	1	30	17
64	1	2	1	35	18
65	2	2	2	40	20
66	3	1	2	45	21
67	1	1	1	12	22
68	2	2	1	8	23
69	3	2	2	10	11
70	1	1	2	12	20
71	2	1	1	15	25
72	3	2	1	12	13
73	1	2	2	8	14
74	2	1	2	10	15
75	3	1	1	12	17
76	1	2	1	15	15
77	2	2	2	18	8
78	3	1	2	20	10
79	1	1	1	22	20
80	2	2	1	12	13
81	3	2	2	8	13
82	1	1	2	10	14
83	2	1	1	12	15
84	3	2	1	15	17
85	1	2	2	18	20
86	2	1	2	20	12
87	3	1	1	22	13
88	1	2	1	12	14
89	2	2	2	8	15
90	3	1	2	10	7
91	1	1	1	12	15
92	2	2	1	15	8
93	3	2	2	18	10
94	1	1	2	20	20
95	2	1	1	22	25
96	3	2	1	12	13
97	1	2	2	8	14
98	2	1	2	10	15
99	3	1	1	12	17
100	1	2	1	15	15

Примечания:

В таблице 1.1 использованы следующие обозначения.

Тип выпрямителя:

- 1 – однополупериодный однофазный;
- 2 – двухполупериодный однофазный со средней точкой трансформатора;
- 3 – мостовой однофазный.

Тип фильтра:

- 1 – емкостный;
- 2 – Г-образный RC-фильтр.

Тип стабилизатора:

- 1 – параметрический стабилизатор напряжения однокаскадный с термокомпенсацией;
- 2 – параметрический стабилизатор напряжения двухкаскадный без термокомпенсации.

1.3. Методические указания

Воспользовавшись одной из типовых методик расчета, рассмотренных на учебных занятиях, в учебной литературе или других источниках, выполнить расчет источника вторичного электропитания, включающего в себя выпрямительную схему, пассивный электрический сглаживающий фильтр и параметрический стабилизатор напряжения.

При выполнении расчёта определить действующее значение напряжения вторичной обмотки трансформатора, к которому подключается выпрямительная схема. Внутреннее сопротивление вторичной обмотки трансформатора принять равным нулю. Полный расчёт трансформатора в данной работе не производится.

1.4. Краткие теоретические сведения и примеры расчета типовых узлов источников вторичного электропитания

1.4.1. Расчет выпрямительных схем (линейного источника питания)

Выпрямительная схема входит в состав источников вторичного электропитания (ИВЭП) – электронного устройства, предназначенного для получения постоянного по направлению тока из переменного, например из синусоидального промышленной частоты 50 Гц. Структурная схема ИВЭП классического варианта с сетевым трансформатором приведена на рис. 1.1.

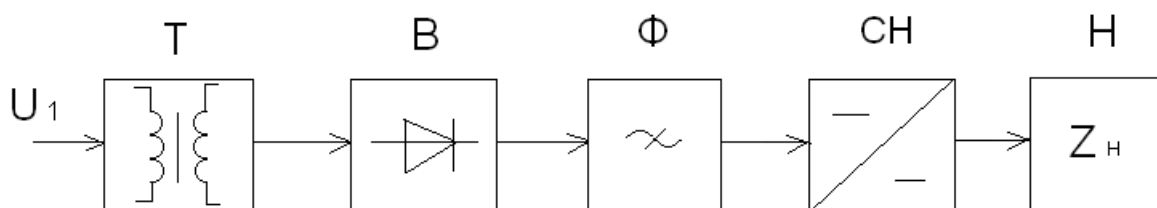


Рис. 1.1. Структурная схема неуправляемого выпрямителя:
 Т – трансформатор; В – выпрямительная схема;
 Ф – сглаживающий фильтр; СН – стабилизатор напряжения;
 Н – нагрузка

Конечной целью расчета выпрямителя обычно является определение параметров элементов, входящих в состав этого выпрямителя и выбор типов элементов со стандартными электрическими параметрами. Исходными данными для расчета, как правило, являются параметры нагрузки.

В случае полного набора функциональных узлов в схеме (см. рис.1) расчет производится от нагрузки, то есть сначала рассчитывают стабилизатор, затем фильтр и только после этого выпрямительную схему. Так как в состав выпрямителя могут не входить фильтр и стабилизатор напряжения, то анализ расчета начнем с выпрямительной схемы.

Рассмотрим порядок расчета трех вариантов однофазных выпрямительных схем.

А. Однофазная однополупериодная выпрямительная схема

Схема представлена на рис. 1.2.

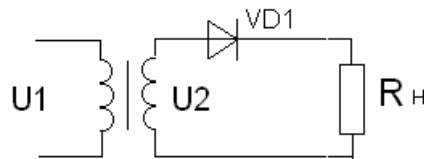


Рис. 1.2. Принципиальная электрическая схема однофазного однополупериодного выпрямителя

Основными электрическими параметрами выпрямительных диодов являются:

$I_{пр.ср}$ — прямой средний за период повторения максимально допустимый ток;

$U_{обр.макс}$ — максимально допустимое обратное напряжение;

Сопротивление нагрузки R_n

$$R_n = U_n / I_n;$$

где U_n — действующее напряжение на нагрузке (постоянное, выпрямленное);

Ток нагрузки I_n равен току диода для рассматриваемой схемы поэтому

$$I_{пр.ср} = I_n,$$

Максимальное напряжение на выпрямительном диоде в обратном направлении возникает в середине отрицательного полупериода напряжения вторичной обмотки трансформатора, которое является амплитудным его значением U_{2m} .

Таким образом, $U_{\text{обр.макс}} = U_{2m} = 1,41 U_2$,

Связь между U_H и U_2 в расчетах принимают следующей: $U_H = 0,45 U_2$.

Пример выполнения расчета:

Дано: $I_H = 0,3 \text{ A}$; $U_H = 150 \text{ В}$.

Рассчитать параметры диода и выбрать его тип по справочнику.

$$I_{\text{пр.ср}} = I_H = 0,3 \text{ A}.$$

Обратное напряжение на диоде

$$U_{\text{обр.макс}} = U_{2m} = 1,41 U_2 = 1,41 (U_H / 0,45) = 1,41 (150 / 0,45) = 471 \text{ В}.$$

По справочнику выбираем диод типа КД205Е с параметрами $U_{\text{обр.макс}} = 500 \text{ В}$,

$$I_{\text{пр.ср}} = 0,3 \text{ A}.$$

Б. Однофазная двухполупериодная выпрямительная схема со средним выводом вторичной обмотки трансформатора

Схема представлена на рис. 1.3.

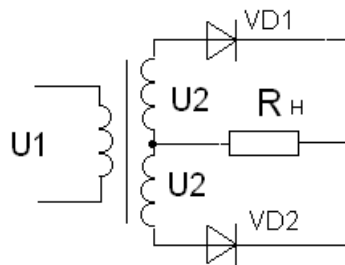


Рис. 1.3. Принципиальная электрическая схема однофазного двухполупериодного выпрямителя со средним выводом вторичной обмотки трансформатора

Ток нагрузки I_H равен половине тока диода для рассматриваемой схемы, (нужно учесть что мы рассматриваем **действующие** значения) поэтому

$$I_{\text{пр.ср.}} = I_H / 2;$$

$U_{\text{обр.макс}} = 2U_{2m} = 2(1,41 U_2)$. учитывая что $U_{\text{обр.макс}}$ амплитудное значение, а U_2 - действующее.

Связь между U_H и U_2 в расчетах принимают следующей:

$$U_H = 0,9 U_2 .$$

В. Однофазный мостовой выпрямитель (рис. 1.4)

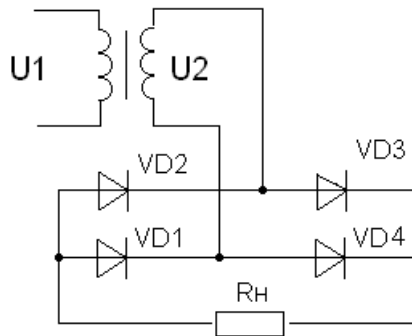


Рис. 1.4. Принципиальная электрическая схема однофазного мостового выпрямителя

Ток нагрузки I_H для мостовой схемы также равен половине тока диода, поэтому

$$\begin{aligned} I_{\text{пр.ср}} &= I_H / 2, \\ U_{\text{обр.макс}} &= U_{2m} = 1,41 U_2; \\ U_H &= 0,9 U_2. \end{aligned}$$

1.4.2. Расчет схем сглаживающих пассивных фильтров

Для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения между выпрямительной схемой и нагрузкой включают сглаживающий фильтр. Различают пассивные и активные сглаживающие фильтры. Пассивные строятся на основе накопителей энергии (например, индуктивности, емкости), а активные представляют собой системы автоматического регулирования выходного напряжения и выполняются на основе транзисторов и (или) операционных усилителей в интегральном исполнении.

Рассмотрим порядок расчета простых пассивных сглаживающих фильтров.

Самыми простыми являются одноэлементные индуктивные и емкостные фильтры. Индуктивная катушка включается последовательно с нагрузкой, а конденсатор включается параллельно нагрузке. Двухэлементными фильтрами являются Г-образные RC-фильтры и LC-фильтры, трехэлементные П-образные RC-фильтры и LC-фильтры (рис. 1.5)

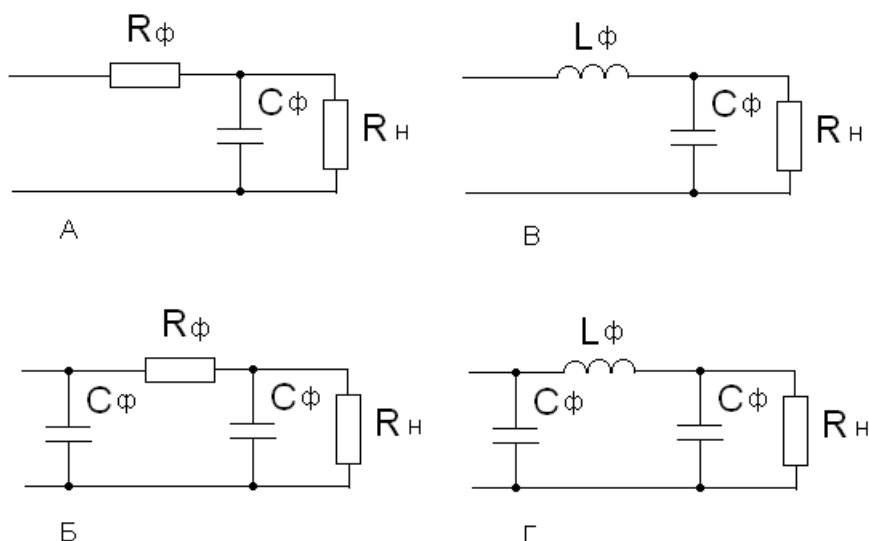


Рис. 1.5. Схемы пассивных электрических сглаживающих фильтров:
 А – Г-образный RC-фильтр; Б – П-образный RC-фильтр;
 В – Г-образный LC-фильтр; Г – П-образный LC-фильтр

Определим $K_{п.вх}$ – коэффициент пульсаций на входе фильтра;

Известно, что для синусоидального сигнала $U_{cp} = \frac{mU_{2m}}{\pi}$

m – пульсность схемы выпрямления (для однополупериодной схемы выпрямителя $m = 1$, для двухполупериодной $m = 2$);

$$K_{н.вх.} = \frac{U_{2m}}{U_{cp}} \approx \frac{U_{2m}\pi}{mU_{2m}} \approx \frac{\pi}{m}$$

$K_{п.вых}$ – коэффициент пульсаций на выходе фильтра, для учебных целей примем, что:
 $K_{н.вых.} = 0,1$

Показателем качества работы сглаживающего фильтра является коэффициент сглаживания q .

$$q = K_{п.вх} / K_{п.вых},$$

Рассмотрим порядок расчета пассивных сглаживающих фильтров

А. Расчет емкостного фильтра

Условием эффективной работы сглаживающего фильтра является $X_c \ll R_n$,
 где X_c – емкостное сопротивление конденсатора,

$$X_c = 1 / (m\omega_c C_\phi); \quad m = f_{01} / f_c,$$

m – пульсность схемы выпрямления (для однополупериодной схемы выпрямителя $m = 1$, для двухполупериодной $m = 2$);

C_Φ – емкость конденсатора фильтра;

f_{01} – частота повторения выпрямленного напряжения;

f_c – частота питающей сети;

$$K_{\text{п.вых}} = U_{01m} / U_n ; \quad U_{01m} \approx \Delta U_n / 2;$$

U_{01m} – амплитуда первой гармонической составляющей напряжения нагрузки;

U_n – среднее значение напряжения нагрузки;

ΔU_n – разница между максимальным и минимальным значениями выходного напряжения выпрямительной схемы (мгновенные значения напряжений на нагрузке),

$$\Delta U_n = I_n / (mf_c C_\Phi), \quad \text{откуда получим}$$

$$K_{\text{п.вых}} = 1 / (2mf_c C_\Phi R_n) \quad \text{или} \quad C_\Phi = 1 / (2mf_c K_{\text{п.вых}} R_n).$$

Для удобства расчетов последнюю формулу представляют в виде:

$$C_\Phi = 10^8 / [(2mf_c (K_{\text{п.вых}} \%) R_n)],$$

где $K_{\text{п.вых}} \%$ – коэффициент пульсации выходного напряжения фильтра, выраженный в процентах (для учебных расчетов возьмите 10%).

Коэффициент 10^8 дает возможность получить результат в мкФ и учитывает, что коэффициент пульсации выражен в процентах.

Б. Расчет Г-образного RC-фильтра

Схема фильтра представлена на рис. 1.5.

Требования к параметрам элементов фильтра те же, что и в рассмотренном выше примере:

$$X_c \ll R_n; \quad X_c \ll R_\Phi, \quad \text{причем рекомендуется выбирать} \quad R_\Phi = (0,2 \dots 1,0) R_n.$$

При этом коэффициент сглаживания определяют по формуле

$$q = (R_\Phi / R_n) (R_\Phi + R_n) m \omega_c C_\Phi ; \quad \omega_c = 2\pi f_c,$$

откуда выражают C_Φ и при известных значениях прочих параметров рассчитывают ее (в фарадах).

Расчет П-образного RC-фильтра сводится к расчету емкостного фильтра и Г-образного RC-фильтра по приведенной выше методике.

В. Расчет индуктивного фильтра

Условием эффективной работы индуктивного фильтра является $X_L \gg R_H$, или

$$m\omega_c L \gg R_H.$$

Так как $q = K_{п.вх.} / K_{п.вых.}$, то при условии, что $q \gg 1$, а также

$$R_H \gg r_L, \quad \text{получим} \quad L = (q R_H) / (m\omega_c),$$

где r_L – активное сопротивление катушки индуктивности.

Г. Расчет Г-образного LC-фильтра

Условием эффективной работы Г-образного LC-фильтра является

$$X_L \gg R_H \text{ и } X_C \ll R_H.$$

При этом получим $LC = (q + 1) / (m\omega_c)^2$.

Задаваясь величиной L , получим C , или наоборот.

После расчета параметров L и C проверяют условие на отсутствие резонанса:

$$LC \geq 4 / (m\omega_c)^2.$$

1.4.3. Расчет параметрических стабилизаторов напряжения

Основным параметром стабилизатора напряжения, по которому оценивают его качество работы, является коэффициент стабилизации

$$K_{стU} = (\Delta U_{вх} / U_{вх}) / (\Delta U_{вых} / U_{вых}).$$

Простейшим стабилизатором напряжения является параметрический, схема которого представлена на рис. 1.6.

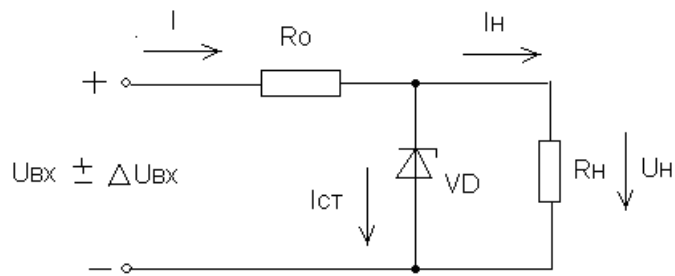


Рис. 1.6. Параметрический стабилизатор напряжения без термокомпенсации

Расчет параметрического стабилизатора обычно сводится к расчету сопротивления балластного резистора R_0 и выбору типа стабилитрона.

Основными электрическими параметрами стабилитрона являются:

- $U_{ст}$ — напряжение стабилизации;
- $I_{ст.макс}$ — максимальный ток стабилитрона на рабочем участке вольт-амперной характеристики;
- $I_{ст.мин}$ — минимальный ток стабилитрона на рабочем участке вольт-амперной характеристики;
- R_d — дифференциальное сопротивление на рабочем участке вольт-амперной характеристики.

Методику расчета рассмотрим на примере.

Дано: $U_{вых} = 9 \text{ В}$; $I_H = 10 \text{ мА}$; $\Delta I_H = \pm 2 \text{ мА}$; $\Delta U_{вх} = \pm 10\% U_{вх}$.

Порядок расчета.

1. По справочнику выбираем стабилитрон типа Д814Б с параметрами

$$U_{ст} = 9 \text{ В}; \quad I_{ст.макс} = 36 \text{ мА}; \quad I_{ст.мин} = 3 \text{ мА}; \quad R_d = 10 \text{ Ом}.$$

2. Рассчитаем необходимое входное напряжение по формуле

$$U_{вх} = n_{ст} U_{вых},$$

где $n_{ст}$ — коэффициент передачи стабилизатора.

Для оптимальных условий работы стабилизатора рекомендуется выбирать $n_{ст}$ в пределах от 1,4 до 2.

Примем $n_{ст} = 1,6$, тогда $U_{вх} = 1,6 \cdot 9 = 14,4 \text{ В}$.

3. Рассчитаем сопротивление балластного резистора R_0

$$R_0 = (U_{вх} - U_{вых}) / (I_{ст} + I_H).$$

Ток $I_{ст}$ выбирают из следующих соображений: $I_{ст} \geq I_H$.

При одновременном изменении $U_{вх}$ на величину $\Delta U_{вх}$ и $I_{н}$ на величину $\Delta I_{н}$ ток стабилитрона не должен выходить за пределы $I_{ст.макс}$ и $I_{ст.мин}$.

По этой причине обычно выбирают $I_{ст}$ из середины диапазона допустимых значений.

Принимаем $I_{ст} = 0,015 \text{ А}$.

Тогда $R_o = (14,4 - 9) / (0,015 + 0,01) = 216 \text{ Ом}$.

Выберем стандартное значение сопротивления резистора R_o по параметрическому ряду E24 (см. приложение 4).

Принимаем $R_o = 220 \text{ Ом}$.

Для выбора типа резистора необходимо рассчитать рассеиваемую на корпусе резистора мощность

$$P = I^2 R_o; \quad P = (25 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 220 = 0,138 \text{ Вт}.$$

Принимаем стандартное значение мощности рассеяния на резисторе 0,25 Вт.

Выбираем тип резистора МЛТ-0,25-220 Ом $\pm 10 \%$.

4. Произведем проверку правильности выбора режима работы стабилитрона в схеме стабилизатора напряжения:

$$I_{ст.мин} = (U_{вх} - \Delta U_{вх} - U_{вых}) / R_o - (I_{н} + \Delta I_{н});$$

$$I_{ст.мин} = (14,4 - 1,44 - 9) \cdot 10^3 / 220 - (10 + 2) = 6 \text{ мА};$$

$$I_{ст.макс} = (U_{вх} + \Delta U_{вх} - U_{вых}) / R_o - (I_{н} - \Delta I_{н});$$

$$I_{ст.макс} = (14,4 + 1,44 - 9) \cdot 10^3 / 220 - (10 - 2) = 23 \text{ мА}.$$

Если рассчитанные значения токов $I_{ст.мин}$ и $I_{ст.макс}$ выходят за пределы допустимых значений, то необходимо или выбрать другое значение $I_{ст}$, или изменить сопротивление резистора R_o , или заменить стабилитрон.

5. Коэффициент стабилизации по напряжению для параметрического стабилизатора определяется по формуле:

$$K_{ст} = (R_o / R_d + 1) / n_{ст},$$

$$K_{ст} = (220 / 10 + 1) / 1,6 = 14,3.$$

6. Выходное сопротивление параметрического стабилизатора напряжения

$$R_{вых} = R_o = 10 \text{ Ом}.$$

На рис. 1.7 представлена схема параметрического стабилизатора напряжения с температурной стабилизацией режима работы его основного элемента – стабилитрона.

Для повышения температурной стабильности выходного напряжения в этой схеме последовательно со стабилитроном включены несколько кремниевых диодов.

Температурный коэффициент напряжения (ТКН) диода по знаку противоположен ТКН стабилитрона, однако меньше по модулю. Поэтому для температурной компенсации $U_{ст}$ требуется несколько диодов. Кремниевые стабилитроны, включенные в прямом направлении также могут быть использованы для термостабилизации. Количество термостабилизирующих элементов определяют по отношению модуля ТКН стабилитрона к модулю ТКН элемента (диода).

$$n_{диодов} = \left| \frac{TKH_{СТАБ.}}{TKH_{диода}} \right|$$

Результат деления округляется до целого числа.

Численные значения ТКН стабилитронов и диодов приведены в справочниках и выражены в $\%/^{\circ}\text{C}$ от напряжения стабилизации. Для кремниевых диодов, включенных в прямом направлении ТКН незначительно отличаются друг от друга для разных типов и находятся в пределах $1,4 \dots 1,7 \text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Для германиевых диодов, например у Д7А – Д7Ж, величина ТКН составляет $-1,9 \text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Для выполнения расчетов термостабилизации в РГР-1 использовать диод Д7Ж, у которого ТКН составляет $-1,9 \text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$.

При этом следует иметь в виду, что **при большом количестве термостабилизирующих диодов (три и более) необходимо учитывать прямое падение напряжение на них и динамическое сопротивление**. Для диода Д7Ж прямое напряжение составляет $0,5 \text{ В}$, а динамическое сопротивление 2 Ом . Общее напряжение стабилизации определяется при этом как сумма напряжений стабилитрона и диодов, а общее динамическое сопротивление определяется как сумма динамических сопротивлений стабилитрона и диодов.

Расчет такого стабилизатора производится по методике, приведенной выше.

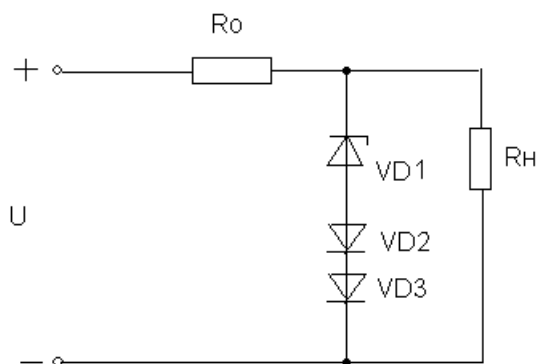


Рис. 1.7. Параметрический стабилизатор напряжения с термокомпенсацией

Список литературы

1. Бочаров Л.Н., Расчет электронных устройств на транзисторах./Л.Н.Бочаров [и др.]. – М.: Энергия, 1978. – 288 с., ил.
2. Изъюрова Г.И., Расчет электронных схем./Г.И.Изъюрова[и др.]. – М.: Высшая школа, 1987. – 335с., ил.
3. Справочная книга радиолюбителя-конструктора /под ред. Н. И. Чистякова. – М.: Радио и связь, 1990. – 624 с., ил.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Заочное отделение



Расчетно-графическая работа
по силовой электронике
Расчет линейного источника питания
Вариант № XX

Выполнил:

Студент гр. ЗФ–008а

Зайцев Р.Т.

Подпись

«__» _____ 20__ г.

Проверил:

Доц. каф. ЭТК

к.т.н. Степанов А.А.

Подпись

«__» _____ 20__ г.

г. Новосибирск 2024

**Пример оформления задания на выполнение
расчетно-графической работы**

**Задание на выполнение
расчетно-графической работы варианта № 1**

1. Произвести расчет источника вторичного электропитания для электронного устройства в соответствии с номером варианта (табл.1.1.) задания по типовой методике.
2. Выбрать по справочнику элементы схемы со стандартными номинальными параметрами и занести в таблицу типовой формы.
3. В программе MicroCAP выполнить моделирование работы цепи.

№ вар.	Тип выпрями- теля	Тип фильтра	Тип стабильза- тора	Ток нагрузк и I _н , мА	Напряж ение нагрузк и U _н , В
1	1	2	1	10	5

Таблица П3.1

Перечень элементов схемы устройства

Обозна- чение	Наименование	Количе- ство	Примечание
Диоды выпрямительные			
VD1	КД105В	1	
Конденсаторы			
C1	К50 -15 -160В -100 мкФ±10%	1	
Стабилитроны			
VD3	Д817В	1	
Резисторы			
R1	МЛТ-0.125-1.2 кОм ±5%	1	

Резисторы общего назначения

Металлодиэлектрические, типа МЛТ, ОМЛТ, МТ, С2-6, С2-11, С2-23, С2-33 и др.

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного токов в качестве элементов навесного монтажа. Резисторы имеют цилиндрическую форму с аксиально расположенными выводами, впаянными в контактные колпачки.

Диапазон номинальных сопротивлений указан в таблице П4.1.

Таблица П4.1

Номинальная мощность, Вт	Диапазон номинальных сопротивлений, Ом
0,125	$8,2 \dots 3 \cdot 10^6$
0,25	$8,2 \dots 5,1 \cdot 10^6$
0,5	$1,0 \dots 5,1 \cdot 10^6$
1,0	$1,0 \dots 10 \cdot 10^6$
2,0	$1,0 \dots 10 \cdot 10^6$

Промежуточные значения номинальных сопротивлений соответствует параметрическим рядам Е24, Е96.

Значения коэффициентов для ряда Е24 приведены в таблице П4.2.

Таблица П4.2

Индекс ряда	Числовые коэффициенты
Е24	1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8; 1,1; 1,6; 2,4; 3,6; 5,1; 7,5; 1,2; 1,8; 2,7; 3,9; 5,6; 8,2; 1,3; 2,0; 3,0; 4,3; 6,2; 9,1

Допуск для ряда Е24: $\pm 5\%$; $\pm 10\%$.

Для выбора стандартного значения номинального сопротивления резистора в соответствии с параметрическим рядом (например, Е24) необходимо расчетное значение сопротивления разделить или умножить на 10 столько раз, чтобы полученный результат попал в диапазон значений от 1 до 10. Затем необходимо выбрать ближайший числовой коэффициент из таблицы и произвести обратные операции умножения или деления.

Пример условного обозначения: ОМЛТ-0.25-270 Ом $\pm 10\%$

Конденсаторы

1. Конденсаторы с оксидным диэлектриком общего назначения

Алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы (например, типов К50-3А, К50-3Б, К50-6, К50-7, К50-9, К50-12, К50-15, К50-16, К50-18, К50-20 и т.д.) предназначены для работы в цепях постоянного и пульсирующего тока. Часто их используют в качестве пассивных сглаживающих емкостных фильтров в источниках вторичного электропитания. Для отдельных типов этого класса конденсаторов минимальная емкость составляет 1 мкФ, максимальная 10 000 мкФ и более.

Промежуточные значения номинальной емкости рассматриваемых конденсаторов соответствуют параметрическим рядам Е3 (1,0; 2,2; 7,7); Е6 (1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8). Номинальные напряжения: 6, 12, 25, 50, 100, 160, 300, 350, 450 В (для отдельных типов электролитических конденсаторов могут быть указаны другие номинальные напряжения).
Допуск – 20%...+50% (-20%...+80%).

2. Низковольтные низкочастотные конденсаторы с органическим диэлектриком

Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и пульсирующего тока.

Металлобумажные: МБГП, МБТТ, МБМ и др.

Номинальные значения емкости для МБГП от 0,25 до 30 мкФ. Номинальное напряжение 160, 300, 400, 500 и 630 В.

Для конденсаторов типа МБМ: емкости от 0,01 до 1,0 мкФ., напряжение 160, 250, 500, 750 В.

Допуск: $\pm 10\%$, $\pm 20\%$.

Полиэтилентерефталатные: К73-5, К73-9 и др.

Для конденсаторов К73-9 номинальные ёмкости лежат в пределах 0,001...0,47 мкФ.

При напряжении 100 В.

Для конденсаторов К73-11 с напряжением 160В номинальные емкости лежат в пределах 0,068...6,8 мкФ. Допуск: $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$.

3. Низковольтные высокочастотные конденсаторы с неорганическим диэлектриком

Керамические монолитные: К10-17, К10-23 и др.

Предназначены для работ в цепях постоянного, переменного и импульсного тока (с частотой до 10^7 Гц.).

Для конденсаторов типа К10-7-1 с номинальным напряжением 50В., номинальные ёмкости лежат в пределах 2,2...22000пФ.

Для К10-17-2 с напряжением 25В. ёмкости 0,0068...1,5мкФ.

Допуски: $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ (для отдельных групп –20...+80%).

Номинальные ёмкости конденсаторов соответствуют параметрическим рядам Е3, Е6, Е12.

Пример условного обозначения:

К75-10-250В-0,47 мкФ $\pm 5\%$.

Унифицированные низкочастотные дроссели

Используются в основном в сглаживающих фильтрах выпрямительных схем.

Пример условного буквенного обозначения унифицированных дросселей:

Д1-0,08-0,32,

Д1 – тип дросселя;

0,08 – индуктивность при номинальном токе, Гн;

0,32 – номинальный ток, А.

Рекомендуемые для выбора типы дросселей:

Д1-0,08-0,32

Д2-0,16-0,22

Д3-0,3-0,16

Д4-0,6-0,12

Д5-1,2-0,075

Д6-2,5-0,06

Д7-5-0,04

Д8-0,08-0,56

Д9-0,16-0,4

Д10-0,3-0,28

Д101-0,01-0,4

Д102-0,02-0,28

Д103-0,04-0,2

Д104-0,005-0,8

Д105-0,01-0,56

Д106-0,02-0,4

Д107-0,04-0,28

Д108-0,08-0,2

Д109-0,0025-1,6

Д110-0,005-1,1

Д11-0,6-0,2

Д12-1,2-0,14

Д13-2,5-0,1

Д14-5-0,07

Д15-10-0,05

Д16-0,08-0,8

Д17-0,16-0,56

Д18-0,3-0,4

Д19-0,6-0,28

Д20-1,2-0,2

Д149-0,00015-25

Д150-0,0003-18

Д151-0,0006-12,5

Д152-0,012-9

Д153-0,0025-6,3

Д154-0,005-4,5

Д155-0,01-3,2

Д156-0,02-2,2

Д157-0,04-1,6

Д158-0,08-1,1

Приложение 7

Диоды выпрямительные

Таблица П7.1

Тип	$I_{пр.ср}, A$	$U_{обр.макс}, B$	$U_{пр}, B$	$F_{макс}, кГц$
Д104	0,03	100	2,0	150
Д105	0,03	75	2,0	150
КД102А	0,1	250	1,0	5
КД102Б	0,1	300	1,0	5
Д226А	0,3	300	1,0	1
Д237Б	0,3	400	1,0	1
КД105В	0,3	600	1,0	1
КД105Г	0,3	800	1,0	1
Д229А	0,4	200	1,0	1
Д229Б	0,4	400	1,0	1
КД205А	0,5	500	1,0	5
КД205Б	0,5	400	1,0	5
КД205В	0,5	300	1,0	5
КД205Г	0,5	200	1,0	5
Д229К	0,7	300	1,0	1
Д229Л	0,7	400	1,0	1
КД208А	1,5	100	1,0	1
КД202А	5,0	50	0,9	5
КД202В	5,0	100	0,9	5
КД202Д	5,0	200	0,9	5
КД202Ж	5,0	300	0,9	5
КД202К	5,0	400	0,9	5
КД202М	5,0	500	0,9	5
КД202Р	5,0	600	0,9	5
КД210А	5,0	800	1,0	5
КД210Г	5,0	1000	1,0	5
КД203А	10	600	1,0	5
КД102А	0,1	250	1,0	5
КД102Б	0,1	300	1,0	5
КД103А	0,1	50	1,0	20
КД103Б	0,1	50	1,5	20
КД226А	1,7	100	1,4	35
КД226Б	1,7	200	1,4	35
КД226В	1,7	400	1,4	35
КД226Г	1,7	600	1,3	35
КД226Д	1,7	800	1,3	35
Д231	10	300	1	1,1
Д232	10	400	1	1,1
Д247	10	500	1,25	1,1

Стабилитроны

Таблица П8.1

Тип	$U_{ст},$ В	$I_{ст.мин},$ мА	$I_{ст.макс},$ мА	$R_d,$ Ом	$\alpha U_{ст},$ %/°С
Стабилитроны общего назначения					
КС433А	3,3	3	191	25	0,1
КС139А	3,9	3,0	70	60	0,1
КС439А	3,9	3	176	25	0,1
КС147А	4,7	3,0	58	56	0,05
КС156А	5,6	3,0	55	46	0,05
КС468А	6,8	3	119	5	0,065
КС168А	6,8	3,0	45	28	0,06
КС175Ж	7,5	0,5	17	40	0,07
Д814А	8,0	3,0	40	6,0	0,07
КС182Ж	8,2	0,5	15	40	0,08
Д814Б	9,0	3,0	36	10	0,08
КС191Ж	9,1	0,5	14	40	0,09
Д814В	10	3,0	32	12	0,09
Д814Г	11	3,0	29	15	0,095
КС512А	12	1,0	67	25	0,1
КС213Ж	13	0,5	10	40	0,095
КС515А	15	1,0	53	25	0,1
КС518А	18	1,0	45	25	0,1
КС522А	22	1,0	37	25	0,1
КС527А	27	1,0	30	40	0,1
КС533А	33	3,0	17	40	0,1
КС551А	51	1,0	14	200	0,12
КС591А	91	1,0	8,8	400	0,12
КС620А	120	5,0	42	150	0,2
КС630А	130	5,0	38	180	0,2
КС650А	150	2,5	33	255	0,2
КС680А	180	2,5	28	330	0,2
Стабилитроны прецизионные					
КС405А	6,2	0,5	60	200	0,002
КС108А	6,4	3	10	15	0,002
КС108Б	6,4	3	10	15	0,001
КС166А	6,6	3	10	15	0,002
КС190Б	9	5	15	15	0,002
КС211Б	11	5	33	15	0,002
КС520В	20	3	22	120	0,001
КС539Г	39	3	17	65	0,005
КС568В	68	3	10	400	0,001
КС582Г	82	3	8	480	0,001
КС596В	96	3	7	560	0,001