

Расчет источника питания

Для заданных условий эксплуатации (таблица 4) произвести расчет источника питания, включающего выпрямитель, сглаживающий фильтр, стабилизатор напряжения:

- рассчитать и выбрать элементы электрической схемы источника питания;
- определить напряжение на входе выпрямителя, коэффициент трансформации сетевого трансформатора;
- привести принципиальную электрическую схему источника питания, его временную диаграмму работы.

Таблица 4

№ варианта	$U_1, \text{В}$	$U_n, \text{В}$	$I_n, \text{мА}$	$R_n, \text{Ом}$	Вид фильтра	Коефф. сглаживания
1	2	3	4	5	6	7
1	220	12	—	5000	RC	1000
2	220	9	5	—	LC	800
3	220	15	10	—	RC	600
4	220	5,6	—	3000	LC	500
5	220	3,3	20	—	RC	600
6	220	10	—	4500	LC	1000
7	220	8	12	—	RC	800
8	220	16	30	—	LC	500
9	220	14	—	2000	RC	600
10	220	12	8	—	LC	800
11	220	18	—	100	RC	700
12	220	3,3	50	—	LC	1000
13	220	10	—	750	RC	600
14	220	22	100	—	LC	500
15	220	3,9	—	150	RC	800
16	220	13	12	—	LC	900
17	220	27	—	300	RC	400
18	220	4,7	20	—	LC	500
19	220	9	—	550	RC	700
20	220	33	100	—	LC	1000
21	220	5,6	—	350	RC	800
22	220	11	8	—	LC	900

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
23	220	39	—	1000	RC	700
24	220	6,8	15	—	LC	500
25	220	18	—	1200	RC	600
26	220	47	50	—	LC	800
27	220	7,5	—	2500	RC	400
28	220	22	15	—	LC	600
29	220	56	—	2000	RC	1000
30	220	8,2	5	—	LC	800
31	220	24	—	2000	RC	500
32	220	68	30	—	LC	700
33	220	9,1	—	2000	RC	900
34	220	27	12	—	LC	800
35	220	82	—	4000	RC	600
36	220	10	4	—	LC	400
37	220	30	—	3500	RC	1000
38	220	100	20	—	LC	500
39	220	12	—	3500	RC	700
40	220	36	8	—	LC	900
41	220	180	—	18000	RC	800
42	220	15	2	—	LC	700
43	220	5,6	—	150	RC	400
44	220	150	13	—	LC	600
45	220	3,3	—	50	RC	1000
46	220	6,8	300	—	LC	500
47	220	130	—	8000	RC	800
48	220	3,9	100	—	LC	600
49	220	8,2	—	40	RC	700
50	220	120	18	—	LC	1000
51	220	4,7	—	70	RC	400
52	220	10	250	—	LC	900
53	220	33	—	750	RC	600
54	220	5,6	50	—	LC	700
55	220	12	—	650	RC	800
56	220	27	70	—	LC	400
57	220	6,8	—	150	RC	600
58	220	15	200	—	LC	1000
59	220	33	—	850	RC	450
60	220	8,2	40	—	LC	650
61	220	120	—	6000	RC	800
62	220	39	65	—	LC	500

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
63	220	10	—	250	RC	400
64	220	22	75	—	LC	900
65	220	47	—	1000	RC	700
66	220	12	25	—	LC	550
67	220	27	—	550	RC	1000
68	220	56	35	—	LC	750
69	220	15	—	850	RC	400
70	220	33	40	—	LC	800
71	220	68	—	3000	RC	600
72	220	11	10	—	LC	500
73	220	39	—	80	RC	1000
74	220	82	20	—	LC	700
75	220	5,6	—	300	RC	900
76	220	12	—	5000	LC	600
77	220	100	15	—	RC	400
78	220	13	—	2500	LC	800
79	220	82	20	—	RC	200
80	220	3,3	35	—	LC	700
81	220	56	—	1500	RC	300
82	220	4,7	25	—	LC	900
83	220	47	—	1000	RC	500
84	220	6,8	—	250	LC	800
85	220	39	45	—	RC	400
86	220	3,9	30	—	LC	700
87	220	33	—	500	RC	300
88	220	5,6	—	300	LC	1000
89	220	27	90	—	RC	200
90	220	8,2	—	20	LC	500
91	220	22	—	150	RC	900
92	220	6,8	450	—	LC	300
93	220	18	—	100	RC	800
94	220	5,6	—	10	LC	400
95	220	15	200	—	RC	600
96	220	4,7	75	—	LC	500
97	220	12	—	45	RC	700
98	220	3,9	—	50	LC	300
99	220	10	350	—	RC	800
100	220	3,3	90	—	LC	900

1. Согласно заданной структуре выпрямительного устройства произвести выбор электрических схем — выпрямителя, сглаживающего фильтра, стабилизатора напряжения:

– в качестве выпрямителя однофазного напряжения целесообразно использовать двухполупериодный мостовой выпрямитель, обладающий коэффициентом пульсаций меньше, чем у однополупериодного выпрямителя, и не требующий дополнительного вывода обмотки трансформатора, как в случае двухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки обмотки трансформатора;

– сглаживающий фильтр, подключаемый к выходу выпрямителя, согласно заданию, может быть емкостным или LC-фильтром;

– в качестве стабилизатора напряжения возможно использование параметрического стабилизатора.

2. Расчет выпрямительного устройства производят со стабилизатора напряжения. Для заданных параметров нагрузочного устройства (U_H ; I_H ; R_H) по справочно-нормативной литературе выбирают стабилитрон, главным образом, по напряжению на нагрузочном устройстве U_H и току нагрузки I_H . Номинальное напряжение стабилизации стабилитрона U_{CT} должно соответствовать напряжению на нагрузочном устройстве U_H , максимально допустимый ток стабилизации стабилитрона $I_{CT\max}$ должен превышать ток нагрузки I_H примерно в два раза.

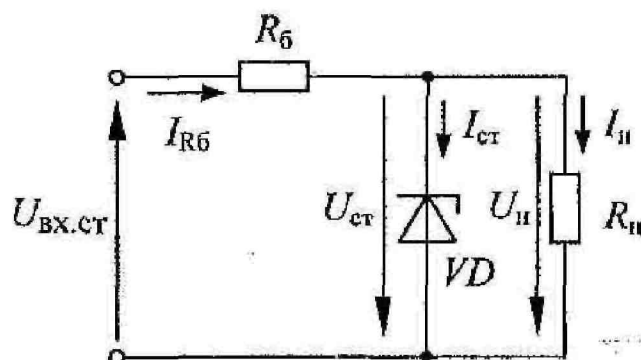


Рис. 1. Схема параметрического стабилизатора

Расчет производится согласно уравнению электрического состояния параметрического стабилизатора:

$$U_{BX,CT} = R_6 I_{R6} + U_H = R_6 I_{R6} + U_{CT},$$

где R_6 — балластное сопротивление; $I_{R6} = I_{CT} + I_H$.

Ток стабилизации I_{CT} должен соответствовать номинальному току стабилизации $I_{CT,ном}$, значение которого указывается в паспортных данных стабилитрона.

Напряжение $U_{\text{вх.ст}}$ обычно на 30–50 % больше $U_{\text{ст}}$; при напряжениях стабилизации менее 5 В $U_{\text{вх.ст}}$ может превышать $U_{\text{ст}}$ в 2 раза.

В результате расчетов определяют: электрические параметры стабилизатора ($I_{\text{ст}}$; I_{R6}) и значение сопротивления R_6 , величину входного напряжения стабилизатора $U_{\text{вх}}$, номинальное значение сопротивления и рассеиваемой мощности балластного резистора R_6 в соответствии с нормированными значениями этих величин.

В заключение расчета стабилизатора проверяют работоспособность выбранного стабилитрона при работе стабилизатора в режиме холостого хода ($R_{\text{н}} = \infty$), при этом $I_{\text{ст}} = I_{R6}$ и $P_{\text{ст}}$ (мощность, рассеиваемая на стабилитроне) не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений тока стабилизации $I_{\text{ст max}}$ и рассеиваемой мощности $P_{\text{ст max}}$ для выбранного стабилитрона.

3. Расчет сглаживающего фильтра (СФ) производится на основе заданной величины коэффициента сглаживания q .

Значение емкости конденсатора емкостного СФ определяют с помощью формул:

$$q = \frac{P_{\text{вх}}}{P_{\text{вых}}},$$

где $P_{\text{вх}}$ — коэффициент пульсаций на входе СФ, равный коэффициенту пульсаций выходного напряжения выпрямителя; $P_{\text{вых}}$ — коэффициент пульсаций на выходе СФ:

$$P_{\text{вых}} = \frac{1}{2\pi f_{\text{осн}} \tau_{\text{разр}}},$$

где $f_{\text{осн}}$ — частота выпрямленного пульсирующего напряжения на выходе выпрямителя; $\tau_{\text{разр}}$ — постоянная цепи разряда, равная $R'_{\text{н}} \cdot C_{\text{Ф}}$;

$$R'_{\text{н}} = R_{\text{вх.ст}}, \quad R_{\text{вх.ст}} = \frac{U_{\text{вх.ст}}}{I_{R6}}.$$

Значения параметров элементов LC-фильтра определяют из соотношения

$$q = (m\omega)^2 L_{\text{Ф}} C_{\text{Ф}} - 1$$

Задавая значение, например, индуктивности $L_{\text{Ф}}$, для заданного значения q вычисляют величину емкости $C_{\text{Ф}}$.

По результатам расчетов необходимо задать значения номинальной величины индуктивности L_{Φ} , емкости и рабочего напряжения конденсатора C_{Φ} в соответствии с нормированными значениями этих величин.

4. Исходными данными для расчета двухполупериодного выпрямителя служат: входное напряжение параметрического стабилизатора $U_{\text{вх.ст}}$ и его входной ток, равный I_{R6} . В результате расчетов осуществляют выбор диодов соответствующей марки и определяют коэффициент трансформации k трансформатора.

В случае применения в выпрямительном устройстве сглаживающего фильтра действующее напряжение вторичной обмотки трансформатора определяется как

$$U_2 = \sqrt{2}U_{\text{вх.ст}}$$

Обратное максимальное напряжение $U_{\text{обр.мах}}$ на диодах выпрямителя численно равно $U_{\text{вх.ст}}$, а среднее значение прямого тока, протекающего через диод в прямом направлении, $I_{\text{пр.ср}} = 0,5I_{R6}$.

Выбор выпрямительных диодов рассчитываемого выпрямителя производится из условия

$$I_{\text{пр.мах д}} \geq 1,3I_{\text{пр.ср}};$$

$$U_{\text{обр.мах д}} \geq 1,3U_{\text{обр.мах}},$$

где $I_{\text{пр.мах д}}$ — максимальный прямой ток, который способен диод пропустить в прямом направлении; $U_{\text{обр.мах д}}$ — максимальное допустимое значение обратного напряжения, действующее на диод в обратном направлении.