



Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской революции

и ордена Трудового Красного Знамени

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Н. Э. Баумана

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

по курсу:

" Надежность технических систем"

ПЛАНИРОВАНИЕ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Выполнил:

студент группы РЛ6-38(М)

Линник Д.А.

Преподаватель:

Ветрова Н.А.

Содержание

Содержание	2
Описание принципиальной схемы	3
Расчёт коэффициента ускорения	5
Расчёт интенсивностей отказов по группам элементов.	6
Предварительные испытания.	7
Форсированные испытания.	9
Приложение	12

Описание принципиальной схемы

Источник: <http://radiostorage.net/?area=news/64>

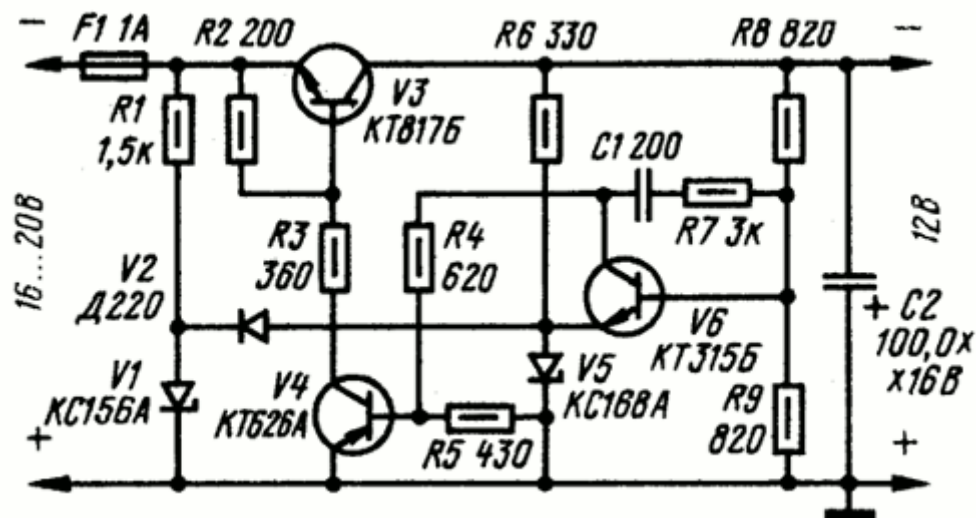


Рис. 1. Принципиальная схема стабилизатора напряжения

При выходном напряжении 12 В и токе нагрузки до 1А его коэффициент стабилизации и коэффициент подавления пульсаций превышает 2000, а выходное сопротивление составляет 20 мОм. При появлении перегрузок стабилизатор ограничивает ток на уровне в 2...2,5 раза больше номинального тока и предохранитель успевает сгореть раньше, чем температура перехода транзистора V3 превысит максимально допустимую. Стабилизатор содержит регулирующий транзистор (V3), усилитель постоянного тока (V4) и устройство сравнения (V6). Стабилитрон V5 и резистор R6 образуют источник опорного напряжения. Цепочка R7C1 и конденсатор C2 устраняют возможное самовозбуждение стабилизатора на высоких частотах.

Коллекторный ток транзистора V6 задается резистором R5 и составляет 1...1,5 мА. Резистор R3 служит для ограничения коллекторного тока транзистора V4 при переходных процессах и перегрузках стабилизатора. Поскольку источник опорного напряжения питается выходным напряжением, отсутствующим в момент включения стабилизатора, введена

специальная цепочка запуска из резистора R1, стабилитрона V1 с напряжением стабилизации, равным или несколько меньшим, чем у стабилитрона V5, и развязывающего диода V2. Когда на стабилизатор подают напряжение, через резистор R1, диод V2 и транзистор V6 протекает ток, достаточный для открывания транзисторов V3 и V4. После того как стабилизатор войдет в нормальный режим работы, диод V2 отключает цепь запуска.

Транзистор V3 (а при больших токах нагрузки и V4) следует установить на радиатор. Если стабилизатор возбуждается на высоких частотах, подбирают детали цепочки R7C1. В случае плохого запуска стабилизатора при подключенной нагрузке и минимальном напряжении на его входе, подбирают резистор R1 (уменьшают его сопротивление). Подбором резистора R3 устанавливают уровень ограничения тока (2...2,5 А). Стабилизатор подключают к выпрямителю, рассчитанному на ток нагрузки не менее 1 А.

При моделировании схемы были использованы аналоги элементов.

Элемент в принципиальной схеме	Аналог для моделирования
KC156A	1N752A
KC168A	1N4099
КТ817Б	2SC790
КТ626А	2SA1356
КТ315Б	2N2712
Д220	1N3121

Расчёт коэффициента ускорения

Коэффициент ускорения испытаний:

$$K = \frac{t_n}{t_y},$$

где: t_n – срок службы в нормальном режиме,

t_y – срок службы при ускоренных испытаниях.

Согласно ТУ срок службы в нормальном режиме:

$$24 \text{ месяцев} \times 30 \text{ суток} \times 8 \text{ часов} = 5760 \text{ ч.}$$

Коэффициентным методом можно рассчитать интенсивность отказов при нормальных и ускоренных испытаниях. Ускоренные испытания включают следующие форсирующие факторы:

- температура окружающей среды T ;
- входное напряжение $U_{вх}$.

По справочнику можно определить комплексную интенсивность отказов для каждого из режимов, выбирая температуру окружающей среды и напряжение питания при нормальной эксплуатации и при форсированном режиме.

$$\Lambda_{РЭА} = K_a * \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_{э\ ij},$$

где: K_a – коэффициент качества производства аппаратуры;

$\lambda_{э\ ij}$ – интенсивность отказов i -го типа изделий j -ой группы;

n – количество изделий j -ой группы;

m – количество групп изделий.

$K_a = 0,2$ по положению РК – ... (см. справочник «Надежность ЭРИ»)

Расчёт интенсивностей отказов по группам элементов.

1. Полупроводниковые приборы.

Наим.	$\lambda_6, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	K_ϕ	K_Σ	$K_{пр}$	K_p		K_s		$\lambda_\Sigma, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	
					НР	ФР	НР	ФР	НР	ФР
КС156А	0,0024	1,5	4	1	0,2553	1,0143	0,7	0,8	0,0026	0,0117
КС168А	0,0024	1,5	4		0,3782	0,9998	0,7	0,8	0,0038	0,0114
Д220	0,09	0,6	4		0,2553	0,6543	0,7	0,8	0,0386	0,1131
КТ817Б	0,044	1,0	4		0,3552	1,0143	0,8	1,0	0,0905	0,2954
КТ626А	0,044	0,7	5		0,2499	0,3968	0,8	1,0	0,0273	0,0542
КТ315Б	0,044	0,7	5		0,2986	0,5243	0,8	1,0	0,0368	0,0807

$$\lambda_\Sigma = \lambda_6 * K_p * K_\phi * K_s * K_\Sigma * K_{пр}$$

2. Резисторы.

Тип	$\lambda_6, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	K_R	K_Σ	$K_{пр}$	K_p		$\lambda_\Sigma, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	
					НР	ФР	НР	ФР
Постоянные металлизированные 9 шт.	0,039	1,0	3	1	0,72	1,29	0,0842	0,1509

$$\lambda_\Sigma = \lambda_6 \cdot K_p \cdot K_R \cdot K_\Sigma \cdot K_{пр}$$

3. Конденсаторы.

Тип	$\lambda_6, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	K_C	K_Σ	$K_{пр}$	K_p		$\lambda_\Sigma, 10^{-6} \frac{1}{ч}$	
					НР	ФР	НР	ФР
Керамические постоянной емкости на номинальное напряжение <1600 В	0,0207	0,86	3	1	0,527	2,599	0,0285	0,1404
Оксидно- электролитические	0,173	0,43	3	1	0,765	3,224	0,0365	0,1804

$$\lambda_\Sigma = \lambda_6 \cdot K_p \cdot K_C \cdot K_\Sigma \cdot K_{пр}$$

$$K_C = 0,4 \cdot C^{0,12} \quad (C1 = 200 \text{ мкФ}, C2 = 100 \text{ мкФ})$$

4. Печатная плата.

- а. Для проводников печатной платы интенсивность потока отказов:

$$\text{НР: } \lambda_{\text{пп}} = 0,7 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}};$$

$$\text{ФР: } \lambda_{\text{пп}} = 2,1 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}}.$$

- б. Для монтажных и паяных соединений:

$$\text{НР: } \lambda_{\text{м}} = 0,01 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}};$$

$$\text{ФР: } \lambda_{\text{м}} = 0,03 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}}.$$

Всего соединений:

$$n = 2 * 14 + 3 * 3 = 37;$$

$$\text{НР: } \lambda_{\text{м}\Sigma} = \lambda_{\text{м}} * n = 0,44 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}};$$

$$\text{ФР: } \lambda_{\text{м}\Sigma} = \lambda_{\text{м}} * n = 1,32 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}};$$

Интенсивности отказов для всей системы:

$$\text{НР: } \Lambda_{\text{РЭА НР}} = 2,0341 * 0,2 = 0,4068 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}}$$

$$\text{ФР: } \Lambda_{\text{РЭА ФР}} = 5,7230 * 0,2 = 1,1446 * 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}}$$

Коэффициент ускорения испытаний в данном случае можно выразить как:

$$K = \frac{\Lambda_{\text{РЭА ФР}}}{\Lambda_{\text{РЭА НР}}} = 2,81.$$

Предварительные испытания.

Усечение по времени.

$$t_{\text{и}} < 0,2T_0 = 1152 \text{ ч.}$$

Объем выборки: 100 изделий.

Отказом изделия считают такое состояние, при котором значение контролируемого параметра вышло за пределы установленного поля допусков.

Контролируемый параметр: выходное напряжение: $12\text{В} \pm 1\%$.

На испытания представляют образцы изделий, прошедших электротермотренировку и техническую проверку в объеме приемосдаточных испытаний.

Время испытаний при заданной температуре отсчитывают с момента достижения этой температуры. Допускаются перерывы в отдельных видах испытаний, но без сокращения продолжительности каждого вида испытаний.

Условия и порядок проведения испытаний.

Для проведения испытаний применяют испытательное оборудование, которое обеспечивает диапазон выбранных режимов.

Испытуемые блоки разбивают на две выборки объемом 50 блоков.

Каждое изделие первой выборки испытывают сначала в нормальном режиме до наступления условного отказа ($0.2 * U_{\text{крит.}}$). По наступлению отказа изделие переключают в первый форсированный режим ε^* . Испытания продолжаются 1152 часов.

Вторую выборку испытывают в нормальном режиме в течение 1152 часов.

Отказавшие блоки не восстанавливаются.

Параметры нормального режима испытаний:

- относительная влажность воздуха 20% (при $T=40^{\circ}\text{C}$);
- атмосферное давление 760 мм.рт.ст.;
- температура окружающей среды $T=80^{\circ}\text{C}$;
- сигнал на входе $U = 16 \dots 20 \text{ В}$.

Параметры форсированного режима испытаний:

- относительная влажность воздуха 20% (при $T=40^{\circ}\text{C}$);
- атмосферное давление 760 мм.рт.ст.;
- температура окружающей среды для режима $\varepsilon^*(1)$: $T=120^{\circ}\text{C}$;
- сигнал на входе $\varepsilon^*(2)$: $U = 14 \dots 22 \text{ В}$.

В процессе испытаний контролируют амплитуду выходного напряжения, замеры которой в нормальном и форсированном режимах осуществляют 100 раз в одни и те же моменты времени.

Результаты замеров фиксируют в журнале испытаний.

Оцениваемым показателем является коэффициент ускорения K_y , достижимый при выбранных форсированных режимах.

Обработку, анализ и оценку результатов испытаний осуществляют с использованием следующей модели:

1. Выбирают первое значение коэффициента $K=1,1$.
2. Используя зарегистрированные в журнале испытаний данные о значениях контролируемого параметра определяют прогнозируемые значения параметра в режиме ε_0 .
3. Для каждого момента времени составляют объединённый вариационный ряд, расположив в порядке возрастания значения контролируемого параметра обеих выборок в нормальном режиме.
4. Преобразовывают данные и вычисляют статистику для $K=1,1$ с использованием модели вычисления расстояния Махаланобиса между двумя выборками.
5. Задают новое значение коэффициента K , увеличив его значение на величину выбранного шага $\Delta K=0,1$ и выполняют операции пп.1-4.
6. Последовательно, с выбранным шагом $\Delta K=0,1$, перебирают разные значения $K_i=1,1+i\cdot\Delta K$, $i=1, 2, \dots$, и для каждого из них выполняют операции пп.1-4.
7. Вычисления продолжают до того значения $K=K_0$, после которого начинает возрастать значение статистики T и принимают это значение K_0 в качестве коэффициента ускорения $K_y(1)$.

Оборудование:

- трансформатор, выпрямитель, фильтр НЧ для получения колебаний в диапазонах от 14 до 22 В(ФР) и от 16 до 20 В(НР),
- термокамера,
- набор инструментов для измерения напряжений и токов.

Форсированные испытания.

ФИ проводят всегда ЭМ в лабораторных (заводских) условиях с использованием испытательных камер (стендов). Планирование, проведение, обработку, анализ и оценку результатов этих испытаний осуществляют по ГОСТ 27-410-87*) в соответствии с выбранным планом статистического контроля в следующем порядке:

1. План контроля требований по безотказности в НР выбирают по ГОСТ 27.410-87*) (как правило, из числа приведенных в нем базовых планов) в соответствии с видом и уровнем контролируемого показателя безотказности и установленными в ТТЗ (ТЗ, ТУ).
2. Испытания в ФР проводят в порядке, предусмотренном для выбранного плана контроля ПБО в НР, путем многократного повторения сформированной циклограммы ФР до момента прекращения испытаний (момента пересечения ступенчатым графиком отказов границ областей соответствия или несоответствия).
3. При контроле ПБО вида “Т” ($T_{ср}$, T_0) перед каждым вхождением в график плана контроля суммарная наработка испытуемых в ФР образцов пересчитывается на НР в соответствии с выбранной моделью пересчета (умножается на K_y если модель линейная), а затем пересчитывается в единицы T_a (делится на T_a).

В качестве исходных данных используют данные, полученные на стадии предварительных исследований: ФР, ε^* - любой из множества E , определенную циклограмму ФР и функциональную зависимость $X_0(t)=X*(\phi(t, \varepsilon^*))$, $\varepsilon^* \in E$.

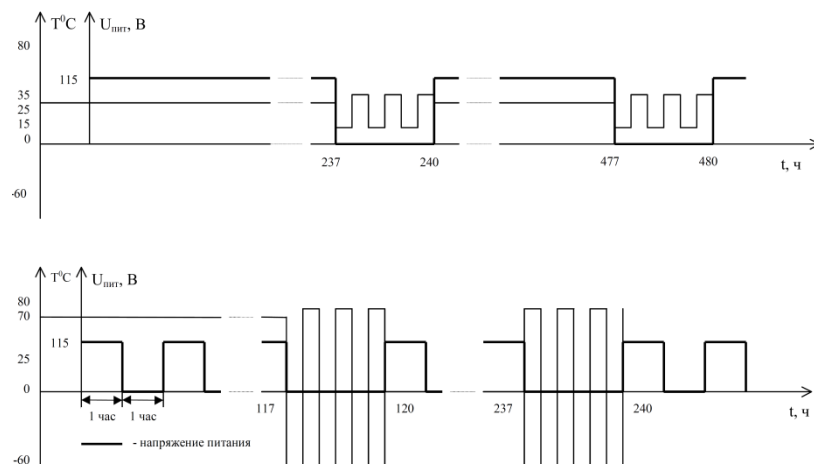


Рис. 2. Примеры циклограмм

Объем выборки ОИ (n) и время t испытаний в НР устанавливают по ГОСТ 27.402-95 или ГОСТ 27.403-95 в соответствии с выбранным (заданным) планом статистического контроля.

Для определения $P(t_{б.р})$ проводят испытания выборки объема n в режиме ε^* в течение времени $t_{и}^* = \phi(t)$ (t - среднее время испытания выборки того же объема n в нормальном режиме, равное $t_{б.р}$).

Для определения $T_{ср}$ в режиме ε_0 выборку объема n испытывают в ФР ε^* до отказы всех ОИ (если вид закона распределения неизвестен).

ТМ № Ф.3 ФИ на БО предназначены для разработки на их основе рабочих методик оценки единичных показателей БО (T_0 , $T_{ср}$, $P(t_{б.р})$), заданных для нормальных условий и режимов эксплуатации изделий, по результатам испытаний, проводимых в форсированных условиях и (или) режимах функционирования.

Вероятность $P(t_{б.р})$ рассчитывают по формуле

$$P(t_{б.р.}) = 1 - \frac{R^*}{n}$$

где R^* - число отказавших ОИ за время $t_{и}^*$.

Величину $T_{ср}$ рассчитывают по формуле

$$T_{ср} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi(\xi_*^i)$$

где ξ_*^i - наработка до отказа i -го образца, $i = 1, n$.

Приложение