**Контрольная работа**

**«Расчет показателей надежности, состава ЗИП, погрешности электронных средств»**

Павловский М.И.

**1.** **Расчет показателей надежности**

Для расчета показателей надежности выбрана схема зарядного устройства на силовом инверторе из журнала «Радиолюбитель» №08 за 2009 год.

Таблица 1 - Определение величины интенсивности отказов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование элемента** | **Обозначение по схеме** | **Количество nj** | **Номинальная интенсивность отказов лj0, 10-6 ч-1** | **Режим работы** | | **Поправочный коэффициент бj** | **Значение nj\*лj0\*бj** |
| **t** | **kн** |
| Аккумулятор | GB1 | 1 | 0,01 | 45 | 1 | 2,4 | 0,024 |
| Амперметр | PA1 | 1 | 0,01 | 45 | 0,5 | 0,2 | 0,002 |
| Аналоговый таймер | DA1 | 1 | 0,075 | 45 | 1 | 2,4 | 0,18 |
| Выключатель | SA1 | 1 | 0,07 | 45 | 0,8 | 1,8 | 0,126 |
| Выпрямитель | VD6 | 1 | 0,2 | 45 | 0,9 | 0,91 | 0,182 |
| Диоды | VD1-VD5 | 5 | 0,2 | 45 | 0,7 | 0,76 | 0,76 |
| Дроссель | T2 | 1 | 0,02 | 45 | 0,9 | 2,4 | 0,048 |
| Конденсаторы | C1, C7 | 2 | 0,035 | 45 | 0,5 | 0,64 | 0,044 |
| Конденсаторы | C2, C3 | 2 | 0,035 | 45 | 0,4 | 0,9 | 0,063 |
| Конденсаторы | C4, C5 | 2 | 0,035 | 45 | 0,6 | 0,9 | 0,063 |
| Конденсаторы | C6, C8-C13 | 7 | 0,035 | 45 | 0,7 | 1,24 | 0,303 |
| Оптопара | DA2 | 1 | 0,075 | 45 | 1 | 2,4 | 0,18 |
| Предохранители | FU1, FU2 | 2 | 0,5 | 45 | 0,6 | 0,76 | 0,76 |
| Резисторы | R15 | 1 | 0,071 | 45 | 0,4 | 0,51 | 0,036 |
| Резисторы | R3, R5, R6 | 3 | 0,071 | 45 | 0,2 | 0,33 | 0,07 |
| Резисторы | R2, R8, R12, R13 | 4 | 0,071 | 45 | 0,5 | 0,6 | 0,17 |
| Резисторы | R1, R4, R7, R9-R11, R14, R16 | 8 | 0,071 | 45 | 0,3 | 0,42 | 0,238 |
| Светодиод | HL1 | 1 | 0,2 | 45 | 0,7 | 0,76 | 0,152 |
| Стабилизатор напряжения | DA3 | 1 | 1 | 45 | 1 | 2,4 | 2,4 |
| Терморезисторы | RK1, RK2 | 2 | 0,2 | 45 | 0,4 | 0,51 | 0,204 |
| Транзисторы | VT1, VT2 | 2 | 0,5 | 45 | 0,8 | 1,22 | 1,22 |
| Трансформатор | T1 | 1 | 1,09 | 45 | 0,9 | 2,4 | 2,616 |

Выберем поправочные коэффициенты в зависимости от условий эксплуатации устройства (рис. 1).

k1=1, k2=2.5, k3=1;

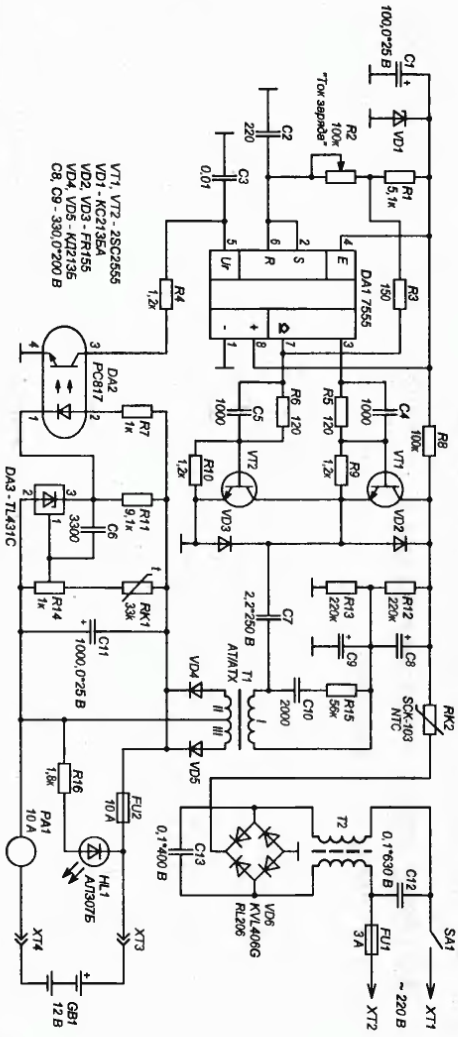


Рис. 1

Интенсивность отказов изделия:



λ=2.461\*10-5 ч-1;

Определяем среднее время безотказной работы Tm:



Tm = 40633.64 ч.

Построим график вероятности безотказной работы P(t) = exp(-λt) рис. 2.

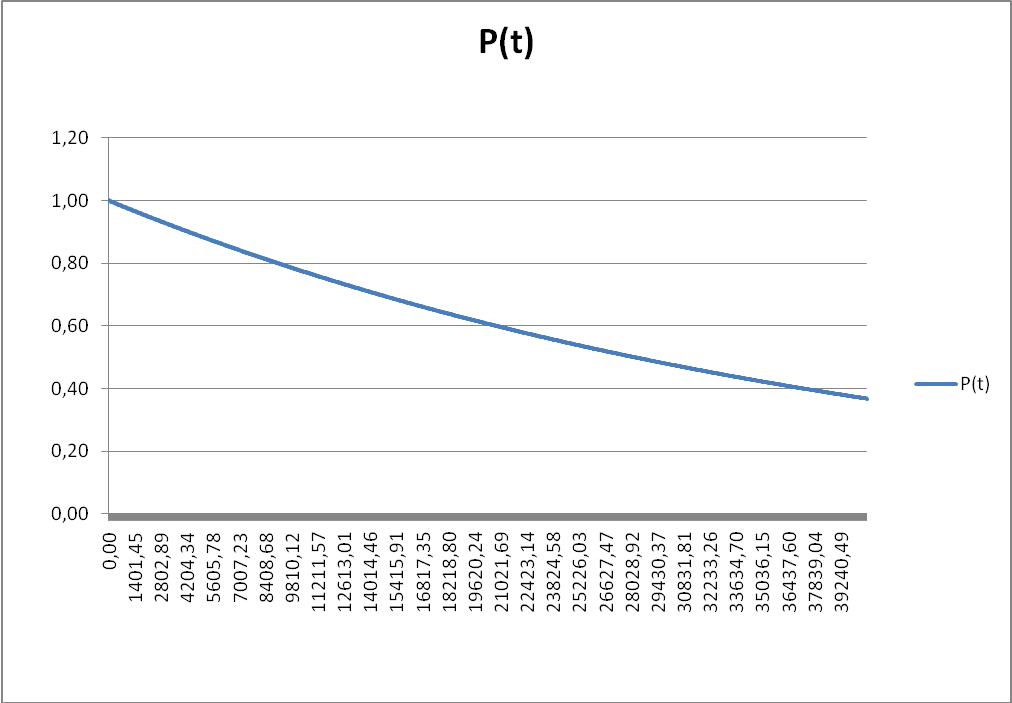


Рис. 2

P(Tm) = 0.37;

**2.** **Расчет комплекса одиночного ЗИП**

Таблица 2 - Определение состава комплекта ЗИП

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование элемента** | **Обозначение по схеме** | **Кол-во nj** | **Номинальная интенсивность отказов лj0, 10-6 ч-1** | **Среднее число отказов mi** | **Необходимое число ЗИП** | **Фактическая вероятность необеспечения ЗИП гi** |
|
| Аккумулятор | GB1 | 1 | 0,01 | 0,0004 | 0 | 0,0006 |
| Амперметр | PA1 | 1 | 0,01 | 0,0004 | 0 | 0,0006 |
| Аналоговый таймер | DA1 | 1 | 0,075 | 0,0030 | 1 | 0,0006 |
| Выключатель | SA1 | 1 | 0,07 | 0,0028 | 1 | 0,0006 |
| Выпрямитель | VD6 | 1 | 0,2 | 0,0081 | 1 | 0,0006 |
| Диоды | VD1-VD5 | 5 | 0,2 | 0,0406 | 1 | 0,0006 |
| Дроссель | T2 | 1 | 0,02 | 0,0008 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C1 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C10 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C11 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C12 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C13 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C2 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C3 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C6 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсатор | C7 | 1 | 0,035 | 0,0014 | 1 | 0,0006 |
| Конденсаторы | C4, C5 | 2 | 0,035 | 0,0028 | 1 | 0,0006 |
| Конденсаторы | C8, C9 | 2 | 0,035 | 0,0028 | 1 | 0,0006 |
| Оптопара | DA2 | 1 | 0,075 | 0,0030 | 1 | 0,0006 |
| Предохранитель | FU1 | 1 | 0,5 | 0,0203 | 1 | 0,0006 |
| Предохранитель | FU2 | 1 | 0,5 | 0,0203 | 1 | 0,0006 |
| Резистор | R1 | 1 | 0,071 | 0,0029 | 1 | 0,0006 |
| Резистор | R11 | 1 | 0,071 | 0,0029 | 1 | 0,0006 |
| Резистор | R15 | 1 | 0,071 | 0,0029 | 1 | 0,0006 |
| Резистор | R16 | 1 | 0,071 | 0,0029 | 1 | 0,0006 |
| Резистор | R3 | 1 | 0,071 | 0,0029 | 1 | 0,0006 |
| Резисторы | R12, R13 | 2 | 0,071 | 0,0058 | 1 | 0,0006 |
| Резисторы | R2, R8 | 2 | 0,071 | 0,0058 | 1 | 0,0006 |
| Резисторы | R5, R6 | 2 | 0,071 | 0,0058 | 1 | 0,0006 |
| Резисторы | R7, R14 | 2 | 0,071 | 0,0058 | 1 | 0,0006 |
| Резисторы | R4, R9, R10 | 3 | 0,071 | 0,0087 | 1 | 0,0006 |
| Светодиод | HL1 | 1 | 0,2 | 0,0081 | 1 | 0,0006 |
| Стабилизатор напряжения | DA3 | 1 | 1 | 0,0406 | 1 | 0,0006 |
| Терморезистор | RK1 | 1 | 0,2 | 0,0081 | 1 | 0,0006 |
| Терморезистор | RK2 | 1 | 0,2 | 0,0081 | 1 | 0,0006 |
| Транзисторы | VT1, VT2 | 2 | 0,5 | 0,0406 | 1 | 0,0006 |
| Трансформатор | T1 | 1 | 1,09 | 0,0443 | 1 | 0,0006 |

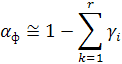
Рассчитываем усредненную вероятность необеспечения ЗИП на одну группу сменных элементов:



α=0.96;

γ ≈ 0.0011;

Исходя из полученных данных, рассчитаем значение фактической вероятности обеспечения ЗИП:



αф = 0.9778 > α

**3. Расчет погрешности**

Схема функционального узла (рис. 3):

R2

R3

R1

Рис. 3

Параметры элементов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R1, кОм | R2, кОм | R3, кОм | TKR1, оС-1 | TKR2, оС-1 | TKR3, оС-1 | KCR1, час-1 | KCR2, час-1 | KCR3, час-1 |
| 15±20% | 12±10% | 10±10% | (5±2)10-3 | (4±1)10-3 | (3±1)10-3 | (6±2)10-5 | (4±1)10-5 | (5±1)10-5 |

Исходя из предложенной схемы, получим уравнение зависимости модуля коэффициента передачи от схемных параметров:



Рассчитываем коэффициенты влияния всех параметров по формуле:



Значения коэффициентов влияния:

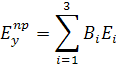
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | R1 | R2 | R3 |
| Коэф. влияния | 2/15 | 2/3 | 1/5 |

Рассчитываем среднее значение производственной погрешности Ei и величину половины допуска δi:

E1=0%, E2=0%, E3=0%;

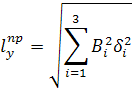
δ1=20%, δ2=10%, δ3=10%;

Рассчитаем значение середины поля рассеивания производственной погрешности:



**Eyпр =2/15\*0+2/3\*0+1/5\*0 = 0;**

Значение половины поля рассеивания *lyпр* производственной погрешности:



***lyпр* = ((2/15)2\*202+(2/3)2\*102+(1/5)2\*102)1/2≈7.45%;**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | **Eyпр** | ***lyпр*** |
| Значение | 0 | 7,45% |

Рассчитаем характеристики температурной погрешности:

E(TKR1)=0%, E(TKR2)=0%, E(TKR3)=0%;

δ(TKR1)=40%, δ(TKR2)=25%, δ(TKR3)=33%;

Среднее значение E(TKY) температурного коэффициента (ТК) выходного параметра и величина половины поля рассеивания *l(TKY)*:

E(TKY) = 2/15\*0+2/3\*0+1/5\*0 = 0%;

*l(TKY)* = ((2/15)2\*402+(2/3)2\*252+(1/5)2\*332)1/2≈18.7%;

Среднее значение Eyt и величина половины поля рассеивания *lyt* температурной погрешности выходного параметра:

Eyt = Δt\* E(TKY);

**t1=-15oC, Eyt1 = (-15-20)\*0=0;**

**t2=35oC, Eyt2 = (35-20)\*0=0;**

*lyt* = |Δt|\* *l(TKY)* ;

**t1=-15oC, *lyt1* = | (-15-20) |\*18.7=35\*0.187=6.545 oC;**

**t2=35oC, *lyt2* = | (35-20) |\*18.7=15\*0.187=2.805 oC;**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Температура/Погрешности | **Eyt, oC** | ***lyt*, oC** |
| **t1=-15 oC** | 0 | 6.545 |
| **t2=35 oC** | 0 | 2.805 |

Рассчитаем характеристики погрешности старения:

E(KСR1)=0%, E(KСR2)=0%, E(KСR3)=0%;

δ(KСR1)=33%, δ(KСR2)=25%, δ(KСR3)=20%;

Среднее значение E(KCY) коэффициента старения (КС) выходного параметра и величина половины поля рассеивания *l(KCY)* KC выходного параметра:

E(TKY) = 2/15\*0+2/3\*0+1/5\*0 = 0%;

*l(TKY)* = ((2/15)2\*332+(2/3)2\*252+(1/5)2\*202)1/2≈17.7%;

Среднее значение Eyτ и величина половины поля рассеивания *lyτ* погрешности старения выходного параметра:

τ=2000 часов;

**Eyτ = τ\* E(KCY) = 2000\*0 = 0 ч.;**

***lyτ* = τ\* *l(KCY)* = 2000\*0.177 = 354 ч.;**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | **Eyτ ч.** | ***lyτ* ч.** |
| Значение | 0 | 354 |

Определяем верхнюю и нижнюю границу поля рассеивания эксплуатационной погрешности:

Среднее значение эксплуатационной погрешности выходного параметра для температуры t и времени τ:

Eyt, τ = Eyпр + Eyt + Eyτ = 0+0+0 = 0;

Величина половины поля рассеивания эксплуатационной погрешности выходного параметра для температуры t и времени τ:



*lyt1,0* = (0.07452+6.5452+02)1/2=6.54;

*lyt2,0* = (0.07452+2.8052+02)1/2=2.80;

*lyt1,Т* = (0.07452+6.5452+3542)1/2=354.06;

*lyt2,Т* = (0.07452+2.8052+3542)1/2=354.01;

Итоговая верхняя и нижняя границы поля рассеивания эксплуатационной погрешности выходного параметра для температуры и времени:

***l+t,τ* = 354.06; *l-t,τ* = – 354.06;**