

Изследване надеждността на електронни компоненти

Често в областта на електрониката, интензивността на отказите се представя като брой откази на 1 милиард часа (**FIT**):

$$FIT = \lambda(t) \times 10^9; \quad (1.1)$$

- **средно време между отказите (MTBF)** – основен показател на надеждността при възстановими изделия. Дава информация за средното време, през което изделието работи между възникването на отделните откази. По време на периода на нормална експлоатация (където интензивността на отказите има близка до постоянна стойност), MTBF може да се дефинира като реципрочна стойност на интензивността на отказите за този период:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}. \quad (1.2)$$

Внимание: MTBF дава информация за средното време между отказите и не дава информация за минимално гарантираното време между два отказа, както и за експлоатационния живот на изделието.

- **средно време за безотказна работа (MTTF)** – основен показател на надеждността при невъзстановими изделия, показващ средното време на работа на изделието до настъпването на отказ.

- **вероятност за безотказна работа (надеждност) $R(t)$** – вероятността да не възникне отказ за зададено време. Надеждността може да се изчислява за произволен момент от време, използвайки стойността за MTBF или λ :

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{t}{MTBF}}, \quad (1.3)$$

където t [h] показва след какъв период от време се изчислява надеждността.

При известна стойност за надеждността, MTBF и FIT могат да се определят от следните изрази:

$$MTBF = \frac{t}{\ln \frac{1}{R(t)}} \quad (1.4)$$

$$FIT = \frac{10^9}{MTBF} \quad (1.5)$$

- **вероятност за отказ при работа (ненадеждност) $F(t)$** – вероятността да възникне отказ за зададено време.

Сумата от надеждността и ненадеждността е равна на 1:

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (1.6)$$

Следователно ненадеждността е:

$$F(t) = 1 - R(t) \quad (1.7)$$

1.1. Надеждност на електронни и механични компоненти

За да се определи надеждността на различни електронни системи е важно да се знаят надеждностните характеристики на компонентите, които ги съставят. Тези системи са съставени както от електронни, така и от механични елементи. Определянето на надеждностните характеристики на даден елемент може да стане основно по следните начини:

- чрез провеждане на надеждностни изпитвания на достатъчен брой единици от даден елемент, обобщаване на данните и дефиниране на зависимостите;
- чрез използване на каталози, съдържащи необходимите данни за надеждностните параметри на елементите, получени при обобщаването на множество резултати от изпитвания;
- чрез използване на надеждностните данни, предоставени от производителя на елемента (ако са налични такива).

Тъй като в повечето случаи за изграждането на тези системи се използват стандартни елементи, са налични данни за техните надеждностни параметри или от техния производител или от каталозите с надеждностни данни. В много случаи могат да се използват данните за подобен тип елемент, ако не се очаква съществена разлика. Провеждането на собствени надеждностни изпитвания се налага обикновено, когато се търсят надеждностните данни на собствено разработен елемент, при положение, че не може чрез използване на данните от каталозите да се постигне достатъчна достоверност.

Важно е да се отбележи, че данните от надеждностни изпитвания са получени при някакви определени параметри на натоварване върху изпитвания елемент (напрежение, отделяна мощност, температура на околния въздух и др.). За да може да се извърши преизчисляване на надеждностните параметри при друго работно натоварване (режим на работа) се използват съответните корекционни коефициенти, които са предоставени в каталозите с надеждностни данни.

1.1.1. Каталози/наръчници с надеждностни данни

Съществуват различни каталози с такива данни. Те съдържат необходимите модели, по които може да се прогнозира надеждността на даден вид елемент, както и данни за конкретни елементи. Най-често използваните в областта на електрониката са:

- **MIL-HDBK-217** – един от най-популярните, но вече остарял (последно е обновяван през 1995 година). Има изключително богата база данни. Има повече възможности по отношение на отчитане влиянието на околната среда (поддържа 14 варианта за околна среда). Насочен е повече към военни приложения. Използва два метода за прогнозиране на надеждността – PCM, PSM, които се използват и от други каталози/наръчници:

Метод на прогнозиране с поелементно изчисляване на надеждността (Part Count Method – PCM)

Използва се основно, когато няма достатъчно информация за това на какви натоварвания ще бъдат подложени елементите. Не изисква въвеждането на данни за натоварването на елементите, но е по-неточен. Използва се основно в процеса на предварително моделиране на дадено електронно изделие.

Метод на прогнозиране с анализиране на натоварването върху компонентите (Part Stress Method – PSM)

При този метод вече се отчита и натоварването върху елементите (приложено напрежение, отделяна мощност и др.). Методът дава доста по-точни данни, но е необходима информация за натоварването, на което ще бъде подложен всеки елемент.

- **Telcordia SR-332** – съдържа по-съвременни данни. Насочен е повече към цивилни приложения. Има по-ограничени възможности по отношение отчитане влиянието на околната среда (поддържа 6 варианта за околна среда). Използват се и други каталози/наръчници – Siemens SN 29500-1, British Telecom HRD5 и др.

2. Задачи за изпълнение

1. Запознаване с базите данни на различните каталози и необходимите параметри, които трябва да се въведат за различните видове елементи. Да се проучат възможностите за откриване на конкретни елементи в базите от данни. Да се проучат възможности за получаване на надеждностни данни от документацията на електронните елементи.

Указания

Да се разгледа приложеният каталог. Основно за работа с каталозите се използва софтуерен продукт за прогнозиране надеждността на електронни и механични изделия, работещ с най-често използваните каталози. Да се използват инструкциите за работа със софтуерния продукт. Да се разгледат приложената

документация на електронни елементи и блокове и да се разгледат надеждностните данни.

2. Да се изчисли интензивността на отказите (FIT) и MTBF на зададен модел MOS транзистор по зададена разсейвана мощност и температура на околната среда чрез използването на различни методи за прогнозиране на надеждността (каталози/наръчници). Да се снемат изменението на надеждността при промяна на разсейваната мощност при зададени момент от време, метод и температура.

Указания

Да се използва софтуерният продукт за прогнозиране на надеждността и да се намери съответния компонент. В случай, че липсват данни, те могат да се снемат от документацията на елемента (datasheet) и да се използва общия модел за MOS транзистор. За изчисляване на надеждността в даден момент от време да се използва формула (1.3) или наличния калкулатор. За снемане на зависимостта на надеждността от разсейваната мощност се задават различни стойности за разсейваната мощност през определена стъпка.

3. Да се изчисли интензивността на отказите (FIT) и MTBF на зададен вид резистор по зададена температура на околната среда, разсейвана мощност и максимално допустима мощност. Да се снемат изменението на надеждността при промяна на температурата на околната среда за зададен момент от време.

Указания

Да се използва софтуерният продукт за прогнозиране на надеждността и да се намери съответния компонент. За снемане на зависимостта на надеждността от температурата на околната среда се задават различни стойности за температурата на околната среда през определена стъпка.

4. Да се изчисли интензивността на отказите (FIT) и MTBF на зададена цифрова интегрална схема чрез използването на различни методи за прогнозиране на надеждността (каталози/наръчници). Да се снемат изменението на надеждността при промяна на температурата на околната среда за зададен момент от време.

Указания

Да се използва софтуерният продукт за прогнозиране на надеждността и да се намери съответния компонент. За снемане на зависимостта на надеждността от температурата на околната среда се задават различни стойности за температурата на околната среда през определена стъпка.

Разпределението на заданията според поредния номер в списъка на групите се извършва по следната схема:

Номер в списъка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Задание №	1	2	3	4	5	6	1	2	3

Номер в списъка	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Задание №	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Номер в списъка	19	20	21	22	23	24	25		
Задание №	1	2	3	4	5	6	1		

Индивидуални задания по тема „Изследване надеждността на електронни компоненти“

ЗАДАНИЕ №1

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (P_d): 100 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се снее в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 1 k Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (P_{rat}): 0.25 W
- Разсейвана мощност (P_{oper}): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.

ЗАДАНИЕ №2

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (Pd): 50 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress

- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се снемат в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 10 k Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (Prat): 0.25 W
- Разсейвана мощност (Poper): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снемат при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снемат при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.

ЗАДАНИЕ №3

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (Pd): 90 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се сHEME в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 4.7 k Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (Prat): 0.25 W
- Разсейвана мощност (Poper): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се сHEME при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се сHEME при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.

ЗАДАНИЕ №4

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (Pd): 80 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се снее в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 220 k Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (Prat): 0.25 W
- Разсейвана мощност (Poper): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed

- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.

ЗАДАНИЕ №5

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (Pd): 120 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се снее в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 220 Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (Prat): 0.25 W
- Разсейвана мощност (Poper): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.

ЗАДАНИЕ №6

По задача 1:

Да се разгледа какви параметри е необходимо да се въвеждат за нискочестотен транзистор (LF Transistor) при следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part count
- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009
- Telcordia Issue 3
- IEC 62380

По какъв начин можете да определите стойностите на тези параметри?

По задача 2:

- MOS транзистор: IRF3205
- Разсейвана мощност (Pd): 150 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 35 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 10 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- BELLCORE Issue 6
- ALCATEL
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от разсейвана мощност да се снее в границите от 100W до 200W през стъпка от 20W за метод MIL-217-2 Part stress. Да се използват

зададените по-горе параметри. Получените стойности се въвеждат в наличния калкулатор (Калкулатор.xlsx). Автоматично се изчислява надеждността и се построява графиката на зависимостта.

По задача 3:

- Вид резистор: слоен резистор (FILM) с фиксирана стойност от 22 k Ω
- Максимално допустима разсейвана мощност (Prat): 0.25 W
- Разсейвана мощност (Poper): 0.1 W
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C
- Момент от време, за който се изчислява надеждността: след 20 години

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- BELLCORE Issue 6
- Telcordia Issue 3

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 45 °C и 60 °C.

По задача 4:

- Интегрална схема: SN74HC74N
- Тип околна среда: GF Ground, Fixed
- Температура на околната среда: 25 °C

Да се използват следните методи за прогнозиране на надеждността:

- MIL-217-2 Part stress
- FIDES 2009

Зависимостта на надеждността от температурата на околната среда да се снее при температура 30 °C, 50 °C, 70 °C, 90 °C и 110 °C.