**Розрахунок основних показників надійності друкованого вузлу.**

Надійність – це фізична властивість об’єкта (виробу) яка залежить від кількості і якості його складових елементів, від умов, в яких він експлуатується та від ряду інших причин.

В загальному об’єкти можуть знаходитись у двох станах: в працездатному та непрацездатному. Працездатним називається такий стан об’єкта, при якому він здатний виконувати задані функції з параметрами, які встановлені вимогами технічної документації.

Подія, яка характеризується порушенням працездатності об’єкта, називається відмовою.

Всі вироби поділяються на відновлювальні і невідновлювальні.

Відновлювальні – такі вироби, працездатність яких у випадку виникнення відмови підлягають відновленню. У невідновлюваних виробів відмови не усуваються. До числа останніх відносяться майже всі радіокомпоненти (резистори, конденсатори, транзистори, мікросхеми і т.д.), а також окремі категорії радіоелектронної апаратури.

Найбільш точна кількісна міра надійності кожного конструктивного елементу – його індивідуальне напрацювання до моменту виникнення відмови.

На практиці ж достатньо повна характеристика надійності - щільність розподілення часу безвідмовної роботи даного типу КЕ та інтенсивність відмов . Функції та визначаються експериментально. При цьому період нормальної експлуатації для ІС характеризується високою надійністю. Тоді величини та зв’язані відношенням:

Знаючи та , можна визначити інші кількісні характеристики надійності протягом часу від 0 до t:

Важлива характеристика надійності - середній час безвідмовної роботи, визначається:

Інтенсивність відмов ЕРЕ є їх вихідною характеристикою надійності, залежить від режиму роботи та степені тяжкості таких зовнішніх впливів, як температура, тепловий удар, вологість, вібрації і т.д.

Тоді можна записати:

де - інтенсивність відмов елементу при нормальних умовах роботи температура навколишнього середовища - , відносна вологість - 65±15%, коефіцієнт електричного навантаження - поправочні коефіцієнти, що враховують режими роботи та умови експлуатації.

Для врахування впливу режиму роботи на інтенсивність відмов ЕОА вводять коефіцієнт навантаження , що дорівнює відношенню навантаження в робочому режимі до навантаження в номінальному режимі.

Коефіцієнт навантаження для **резисторів**:

Розрахуємо відповідне значення коефіцієнту для резистору :

Для всіх інших резисторів розрахунок проводиться аналогічно, дані занесено до таблиці1.

*Таблиця 1.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позначення | Кількість |  |  |  |  |
|  | 1 | 4,7 кОм | 0,125 Вт | 9 В | 0,1378 |
|  | 1 | 12 кОм | 0,054 |
|  | 1 | 22 кОм | 0,0295 |
|  | 1 | 30 кОм | 0,0216 |
|  | 2 | 47 кОм | 0,0138 |
|  | 1 | 470 кОм | 0,0014 |
|  | 1 | 1 МОм | 0,0006 |
|  | 1 | 47 кОм | 0,5 Вт | 0,0034 |

Виділене значення приймемо за максимально можливий коефіцієнт навантаження для кожного резистору для розрахунку найгіршого випадку.

Коефіцієнт навантаження для **конденсаторів**:

Так як номінальна напруга пробою у кожного конденсатора однакова і рівна 16 В, а за робочу напругу приймемо максимально можливе значення для розрахунку найгіршого випадку(тобто маємо:

Коефіцієнт навантаження для **транзиторів** за струмом :

Так як розсіювана потужність транзисторів буде досить незначною, проведемо розрахунок коефіцієнту за струмом, маємо:

*Таблиця 2.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Позначення | Кількість |  |  |  |
|  | 1 | 10 мА | 20 мкА | 0,002 |
|  | 2 | 100 мА | 20 мкА | 0,0002 |

Виділене значення приймемо за максимально можливий коефіцієнт навантаження для кожного транзистору для розрахунку найгіршого випадку.

Коефіцієнт навантаження для всіх інших елементів виберемо рівним 1 для розрахунку найгіршого випадку.

Визначимо результуючу інтенсивність відмов друкованого вузлу цифрового індикатору напруги. Друкований вузол відноситься до наземної переносної апаратури, експлуатується при , інші умови експлуатації номінальні.

Найбільш поширеним кількісним показником надійності є інтенсивність відмов - тобто умовна ймовірність виникнення відмов в системі в деякий момент часу напрацювання при умові, що до цього моменту відмов у системі не було.

Вихідні дані для розрахунку (результуюча інтенсивність відмов) – схема принципова, перелік елементів, часова діаграма та інтенсивність відмов “компонентів надійності” від температурних впливів. По картам робочих режимів визначаємо коефіцієнти навантаження, температурні коефіцієнти ІС та інших ЕРЕ, підраховуємо кількість всіх елементів. Вихідні дані для визначення зведені до таблиці.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компонент** |  |  |  |  |  |  |
| **Резистори** | 9 | 0,044 | 0,1378 | 0,2 | 15 | 0,164 |
| **Конденсатори** | 9 | 0,022 | 0,5625 | 0,4 | 0,668 |
| **Транзистори** | 3 | 0,044 | 0,002 | 0,9 | 0,035 |
| **Мікросхеми** | 6 | 0,025 | 1 | 1,2 | 2,7 |
| **Семи-сегментні індикатори** | 2 | 0,88 | 1 | 1 | 26,4 |
| **Друкована плата** | 2 | 0,001 | 1 | 1 | 0,03 |
| **Мет. отвори** | 45 | 0,000017 | 1 | 1 | 0,011 |
| **Контакт роз’єму** | 4 | 0,015 | 1 | 1 | 0,9 |
| **Пайка виводу** | 154 | 0,000069 | 1 | 1 | 0,159 |
|  | сумарна інтенсивність відмов друкованого  вузлу | | | | | 31,067 |

В таблиці: - поправочний коефіцієнт щодо зовнішніх впливів (для наземної стаціонарної апаратури ), поправочний температурний коефіцієнт, відповідні дані взято з довідкових матеріалівв.

Показники інтенсивності відмов елементів, що наведені в таблиці, дещо завищені, що дозволяє виконати розрахунок для “найгіршого” випадку.

Результуюча інтенсивність відмов дорівнює сумі інтенсивностей відмов компонентів:

Середній час напрацювання до першої відмови:

Ймовірність безвідмовної роботи протягом року:

Ймовірність відмов протягом року:

Графік залежності безвідмовної роботи ДВ та ймовірність відмов ДВ від часу представлені на наступному графіку:

Висновок: