

УДК 621.326

С. Цюпа, О. Мосійчук, В. Невожай, М. Яворська канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЙОГО ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

S. Tsiupa, O. Mosiychuk, V. Nevozhai, M. Yavorska Ph.D, Assoc.Prof.
ESTIMATES OF THE RELIABILITY OF THE DEVICE'S OPERATION
ACCORDING TO THE RELIABILITY
CHARACTERISTICS ITS INDIVIDUAL NODES

Від моніторингу рівня надійності як окремих вузлів, так і пристрою в цілому, залежатиме ефективність його експлуатації та обслуговування. Тому важливо покладатися на ефективну систему діагностування. На характеристики надійності апаратури в цілому впливають не тільки характеристики надійності елементів ПЕС, але і взаємне поєднання окремих блоків, складених цих елементів. Математичним апаратом розрахунку надійності пристрою в даному випадку є метод диференціальних рівнянь, який можна застосовувати при експоненційному закону розподілу часу напрацювання до відмови та часу відновлення, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу елементів ПЕС.

Дифрівняння будується за графом станів системи, який відображає можливі стани системи при відмовах її елементів. Можливі напрямки переходів ТЗ з одного стану в інший відображають стрілками як показано на рис.1 б). Кожному із напрямків присвоюють значення інтенсивності переходу: $1/T$ до відмови і $1/T$ відновлення (наприклад, λ і μ).

Формуємо рівняння за наступними правилами:

- в лівій частині кожного рівняння стоїть похідна по часу від ймовірності знаходження системи в j -му стані в момент часу t ;
 - кількість доданків в правій частині дорівнює кількості зв'язків, що впливають на даний стан;
 - кожен такий доданок рівний добутку інтенсивності переходу на ймовірність вихідного стану (того, з якого виходить стрілка у діаграмі зв'язків на рис. 1);
 - знак добутку додатний, якщо стрілка входить в стан, що розглядається, і від'ємний, якщо виходить з нього;
- кількість рівнянь дорівнює кількості станів системи.

Наприклад:

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^m \Lambda_{ji} P_j(t) - P_i(t) \sum_{z=1}^n \Lambda_{iz}.$$

і доповнюється умовою:

$$\sum_{j=0}^m P_j(t) = 1,$$

де $P_j(t)$ – ймовірність знаходження системи в j -му стані; $(m+1)$ – кількість можливих станів системи.

В результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь отримаємо ймовірності знаходження пристрою в кожному із станів логічної схеми. Функція готовності, обчислюється як сума ймовірностей знаходження пристрою в усіх n робоздатних станах.

Так для розглянутого пристрою, складові компоненти якого представлені на рис. 1 а), логічна схема їх взаємодії показана на рис. 1 б).

Побудована за заданою логічною схемою система дифрівнянь за умови, що значення коефіцієнтів інтенсивності оберненених до часу напрацювання і простою $l = 1/T$ до відмови і $m = 1/T$ відновлення однакові для всіх елементів логічної схеми, матиме вигляд:

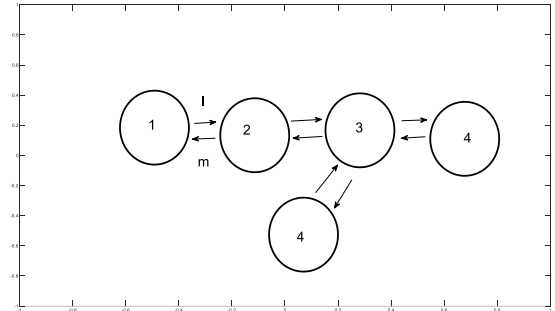
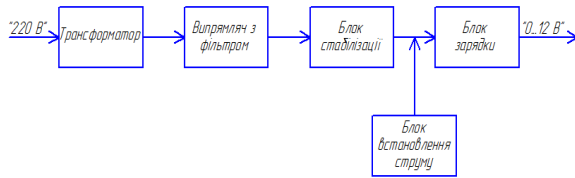
$$\frac{dP1}{dt} = lP2 - mP1$$

$$\frac{dP2}{dt} = lP1 + lP3 - 2mP2$$

$$\frac{dP3}{dt} = lP2 + lP4 + lP5 - 3mP3$$

$$\frac{dP4}{dt} = lP3 - mP4$$

$$\frac{dP5}{dt} = lP3 - mP5$$



а)

б)

Рисунок 1. Схема взаємодій вузлів пристрою в процесі функціонування (а) і граф станів системи (б)

Для знаходження розв'язку даної системи побудована відповідна S – модель в середовищі MATLAB SMULNK, яку показано на рис.2.

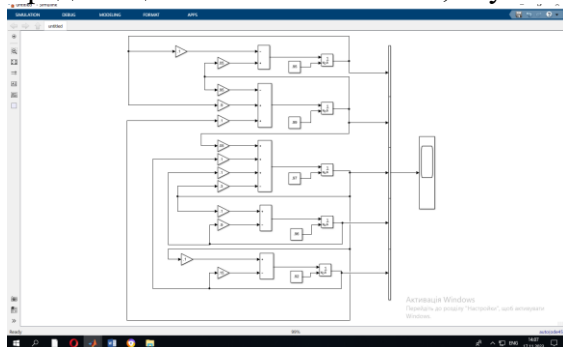


Рисунок 2. S-модель для знаходження розв'язку імовірнісної моделі

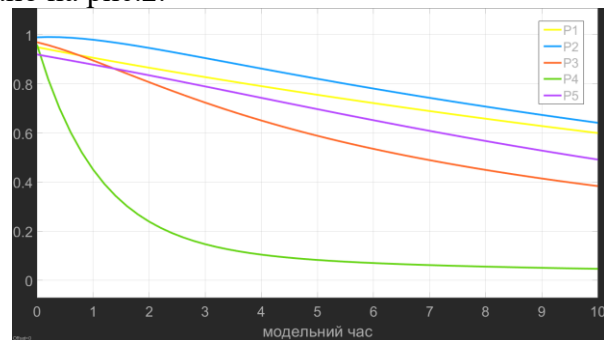


Рисунок 3. Зміна імовірностей появи неполадок у кожному із блоків пристрою з врахуванням їх взаємного впливу в процесі функціонування.

В результаті моделювання отримуємо динаміку зміни імовірностей появи неполадок у кожному із блоків пристрою з врахуванням їх взаємного впливу в процесі функціонування, показано на рис.3.

Висновки

Якщо часу напрацювання до відмови та часу відновлення, елементів радіоелектронних схем можна описати експоненційними залежностями, що в більшості випадків характерно для періоду життєвого циклу апаратури, для аналізу надійності приладу вцілому можна скористатися метод диференційних рівнянь. В розділі продемонстровано порядок його застосування для розглянутого в роботі приладу, блок-схема якого показана на рис.1 а): складено відповідну систему диференційних рівнянь і знайдено розв'язки за допомогою її імітації на S – моделі в середовищі MATLAB SMULNK.

Література

- 1 Зайцев Д.А. Математичні моделі дискретних систем: Навчальний посібник // Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. – 40 с.
- 2 Дмитрієва В.Ф. Фізика. – К.:Техніка, 2008.- 644 с.
- 3 Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович Дубиняк, В. Невожай, М. Пошивак // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 142–144. — (Нові та сучасні матеріали та технології).