

УДК 683.35

Сергій Васильович Ленков
Павло Альфредович Шкуліна
Олексій Володимирович Карпенко

ДІАГНОСТИЧНА МОДЕЛЬ РАДІОКОМПОНЕНТА ДЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ У СКЛАДІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ

Вступ

В Україні експлуатується і знаходиться на збереженні велика кількість об'єктів радіоелектронної техніки (РЕТ). Своєчасне виявлення й усунення причин відмов об'єктів РЕТ на місці експлуатації призводить до підвищення кількісних характеристик надійності і зниження витрат на їх експлуатацію. Це визначає необхідність проведення їх якісного діагностування [1].

До складу об'єктів РЕТ входять радіоелектронні пристрої (РЕП), що складаються з радіоелектронних компонентів. Проведення якісного контролю технічного стану аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів залежить від адекватності діагностичної моделі (ДМ) об'єкта контролю, методики проведення контролю технічного стану (ТС) і методу контролю технічного стану. Умовою прояву дефекту є зміна діагностичних параметрів (ДП) при виникненні будь-якого дефекту у радіоелектронних компонентах [2]. Вибір діагностичних параметрів є однією з основних задач при розробці методу контролю (ТС). Для її рішення необхідно розробити таку діагностичну модель, яка дозволяє оцінити вплив різних дефектів на діагностичні параметри радіоелектронних компонентів.

Викладення основного матеріалу

У даній статті вирішується задача розробки ДМ для контролю технічного стану аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів РЕП електромагнітним методом, що дозволяє проводити цей контроль із заданою вірогідністю. Суть електромагнітного методу діагностування радіоелектронних компонентів радіоелектронних пристроїв полягає в тому, що в якості діагностичних параметрів використовується параметри сигналів, що наводяться у «антенному» пристрої, що накладається на сам радіоелектронний компонент РЕП. Робота радіоелектронного компонента РЕП супроводжується зміною електромагнітного поля навколо нього при подачі на нього діагностичного тесту. Потужність випромінювання радіоелектронного компонента являється

достатньою, щоб згенерувати у «антенному» пристрої сигнали, параметри яких можна використовувати у якості діагностичних параметрів радіоелектронного компонента радіоелектронного пристрою. При вимірі даного діагностичного параметра виконуються вимоги прояву й транспортування будь-якого дефекту в контрольну точку.

Діагностична модель радіоелектронних компонентів - це їх формальний опис, що відображає залежність вихідної реакції радіоелектронних компонентів від поданого на його вхід тестового впливу. Вона повинна відповідати визначеним вимогам, дозволяти встановлювати зв'язок параметрів сигналів у контрольній точці з параметрами вихідного сигналу радіоелектронних компонентів і вибрати найбільш інформативні параметри для контролю їх технічного стану.

Подібні моделі мають володіти властивостями виявлення і розрізнення несправностей [1]. Радіоелектронні системи, які складають основу об'єктів радіоелектронної техніки як об'єктів діагностування і моделювання, володіють функціонально різноманітністю, ієрархічною конструкцією і відрізняються складністю виконуваних задач, високою автономністю, високою ціною наслідків відмов, що дозволяє віднести їх до категорії складних систем, які представляються основними групами діагностичних моделей, а саме:

– безперервні моделі, які представляють об'єкт і процеси, що протікають в ньому, в безперервно змінюваному часі і являються аргументом модельних функцій;

– дискретні моделі, які визначають стан ОД для послідовності дискретних значень часу;

– гібридні моделі, які описують реальні об'єкти, що складаються з пристроїв безперервної дії і дискретних пристроїв;

– спеціальні моделі, які враховують особливості діагностичного забезпечення і функціонування об'єкта.

За видами представлення взаємозв'язків між станом ОД, його елементами і параметрами

вихідних сигналів методи синтезу моделей поділяються на аналітичні, графоаналітичні, функціонально-логічні і інформаційні.

Графічні моделі володіють наочністю, відображають логіку взаємодії елементів об'єкта, проходження енергії і інформації. Використовуються для розробки алгоритмів діагностування, які розрізняють дефекти типу обрив і перевантаження. Подібні моделі мають обмеження: елементи можуть мати будь-яке число входів, але тільки один вихід.

Матричні моделі зручні для обробки на електронно-обчислювальних машинах і не вимагають від користувача високої кваліфікації при підготовці вихідних даних. На їх базі можливий синтез як умовних, так і безумовних алгоритмів діагностування. Ці моделі мають обмеження на ступінь пошкодження об'єкта: при наявності кратних дефектів можливе встановлення неправдивого діагнозу. Вони можуть подаватися у формі таблиці дефектів, матриці станів, таблиці функцій несправностей і широко використовуються при розробці засобів технічного діагностування.

Математичні і інформаційні моделі використовуються, головним чином, при проектуванні засобів і систем технічного діагностування складних об'єктів радіоелектронної техніки на базі електронно-обчислювальних машин. Виходячи з особливості побудови радіоелектронного компоненту радіоелектронного пристрою радіоелектронної техніки, для визначення його технічного стану будемо використовувати наступну математичну модель.

Нехай довжина антенного пристрою дорівнює l , а відстань між ним і випромінювачем дорівнює r і $r \approx 1$, тоді:

$$\dot{E}_r = -j \frac{\dot{I} e^{-j\beta r}}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} (1 + j\beta r) \cos \Theta, \quad (1)$$

$$\dot{E}_\theta = -j \frac{\dot{I} e^{-j\beta r}}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} (1 + j\beta r - \beta^2 r^2) \sin \Theta. \quad (2)$$

Враховуючи, що $l \ll \lambda$, $r \approx 1$, отримаємо $\beta \ll 1$. Тоді (1) і (2) перетворюються до вигляду [2]:

$$\dot{E}_r = -j \frac{\dot{I} e^{-j\beta r}}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} \cos \Theta,$$

$$\dot{E}_\theta = -j \frac{\dot{I} e^{-j\beta r}}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} \sin \Theta.$$

Крім того, враховуючи малу відстань між випромінювачем і антенним пристроєм, можна

записати, що $\Theta = \frac{\pi}{2}$ і $\dot{E}_r = 0$. Звідси:

$$\dot{E}_\theta = -j \frac{\dot{I}}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} = E_{\text{прийм.}}$$

Даний вираз дозволяє розраховувати напруженість електричного поля, створеного струмом випромінювача поблизу антенного пристрою.

Формула розрахунку електрорушійної сили, яка виникає у прийомній антенні, має вигляд [2]:

$$e_A = E F(\varphi, \Theta),$$

де $F(\varphi, \Theta)$ - діаграма спрямованості антенного пристрою.

Враховуючи, що кут між напрямом хвилі, яка надходить, і віссю диполя $\Theta = \frac{\pi}{2}$, отримаємо:

$$\dot{e}_a = \dot{E} l = -j \frac{\dot{I} l}{2\pi\omega\epsilon_a r^2}.$$

Визначимо дійсну частину даного виразу, яка являє собою модуль комплексного числа.

$$\left| \dot{e}_a \right| = \frac{I_m l}{2\pi\omega\epsilon_a r^2} \sin \varphi. \quad (3)$$

Таким чином, вираз (3) являє собою діагностичну модель аналогового і цифрового радіоелектронного компоненту.

При $r \approx 1$, отримаємо:

$$e_a = k \frac{I}{\omega}. \quad (4)$$

де $k = -j \frac{1}{2\pi\epsilon_a r}$,

$\dot{I} = I_m e^{j\varphi}$ - комплексна амплітуда струму у випромінювачі.

Отриманий вираз (4) являє собою залежність між струмом у випромінювачі і електрорушійною силою у антенному пристрої на частоті ω і являється діагностичною моделлю радіоелектронного компоненту при $r \approx 1$.

На практиці була проведена перевірка виконання умови виявлення й транспортування несправностей у аналогових і цифрових радіоелектронних компонентах РЕП у «антенний» пристрій для електромагнітного методу діагностування на основі теоретичних даних про фізичні процеси, які відбуваються в елементах радіоелектронних компонентів і «антенному» пристрої. Дана перевірка підтвердила можливість отримання діагностичної інформації в «антенному» пристрої.

Висновки

Розроблено діагностичну модель аналогових і цифрових радіоелектронних компонентів РЕП для електромагнітного методу діагностування. Модель призначена для визначення параметрів сигналів у «антенному» пристрої при подачі на радіоелектронні компоненти РЕП діагностичного тесту і дозволяє вибирати найбільш інформативні параметри для контролю їх технічного стану.

Література

1. **Діагностика** цифрових та аналогових пристроїв радіоелектронної техніки: Монографія / Вишнівський В.В., Жердев М.К., Ленков С.В., Проценко В.О. ; під редакцією М.К. Жердева, С.В. Ленкова. – К.: Знання

України, 2009. – 220 с. 2. **Цибизов К.Н.**, Пасечник С.Г. Военные линии радиосвязи и антенные устройства : Учеб. пособие. – Киев.: КВВИУС, 1987. – 128 с.

Рассматривается новая диагностическая модель радиокомпонента для определения его технического состояния электромагнитным методом в составе радиоэлектронного устройства. Эта диагностическая модель позволяет проводить измерение диагностических параметров в антенне, которая накладывается на радиоэлектронный компонент радиоэлектронного устройства при подаче на него тестового влияния.

Ключевые слова: электромагнитный метод, техническое состояние, диагностическая модель.

Consider the new radio component diagnostic model to determine its technical condition by the electromagnetic method in the electronic device. This diagnostic model allows us to measure the diagnostic parameters of the antenna, which is superimposed on the radioelectronic component of a radioelectronic device upon application of the test exposure.

Key words: electromagnetic method, maintenance, diagnostic model.