

УДК 621.38:004.93

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЕКВІВАЛЕНТНИХ МЕРЕЖ

Грабіщенко Я.О.

Науковий керівник – к.ф.-м.н., доц. каф. МЕЕПП Бабиченко О.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП,
м. Харків, Україна

e-mail: yaroslav.hrabishchenko@nure.ua

The paper considers the importance of early testing for electromagnetic interference in the development of electronic products with an emphasis on EU standards. It is proposed to use a flexible system of devices for testing conductive interferences in the early stages of development, reducing the risk of further partial modernization of the product. The work considers the use of a digital oscilloscope with the function of fast Fourier transformation for detecting obstacles. This method is presented as an efficient and standards-compliant solution for early electromagnetic interference analysis in product development.

Метою роботи є розгляд систем вимірювання кондуктивних завад за стандартами ЄС. Ці вимірювання виконуються на пізніх етапах розробки, зазвичай результатом стає часткова модернізація продукту. Подібний ризик можна значно знизити за рахунок проведення випробувань на кондуктивне генерування джерелом завади електромагнітної енергії (завадоємисії) на ранніх стадіях циклу розробки. Для виявлення кондуктивних завад потрібен дуже чутливий прилад, котрий здатен вимірювати спектр із досить високим рівнем чутливості.

Для створення еквіваленту мережі використовуються різні методи: метод заміщення опору, індуктивності або ємності, метод суперпозиції та метод Нортон та Тевеніна. Цей спрощений підхід дозволяє здійснювати аналіз складних систем з меншою обчислювальною складністю та об'ємом даних. Еквівалент мережі знаходить широке застосування в електротехніці та електроніці для аналізу та моделювання електричних систем. Його використання дозволяє інженерам та дослідникам швидше та ефективніше розробляти та оптимізувати електричні мережі. Обчислення параметрів еквіваленту мережі може бути проведено як аналітично, так і чисельно, використовуючи спеціалізовані програмні засоби. У результаті, застосування еквіваленту мережі спрощується аналіз та розрахунки складних електричних систем, що забезпечує ефективніше вирішення інженерних завдань [1].

Для відокремлення досліджуваного пристрою від зовнішнього джерела живлення та визначення повного вхідного опору використовують мережевий еквівалент. Разом вони забезпечують отримання відтворюваних результатів вимірювань. Спеціалізовані еквівалентні мережі для проведення попередніх випробувань на відповідність стандартам ЄС є в асортименті

багатьох виробників. Однак для проведення налагодження за стандартами ЄС не потрібні мережі з високими робочими характеристиками. Для виявлення кондуктивних завад можна використовувати саморобні аналоги еквіваленту мережі.

Для вимірювання кондуктивних завад можна використати цифровий осцилограф з функцією швидкого перетворення Фур'є для визначення амплітуди частотної складової. У той же час є можливість визначати сигнали в часовій області, спостерігаючи кореляцію небажаних спектральних випромінювань в цій області. В поєднанні з окремою еквівалентною мережею осцилограф утворює високоефективну вимірювальну установку для проведення випробувань на кондуктивну завадоємісію пристроїв електроніки [2].

На рисунку 1 наведено схему еквівалента та блок схему його підключення. Схема складається з джерела живлення для тестованого пристрою, сам еквівалент мережі, осцилограф, тестований пристрій та навантаження для нього. Осцилограф в цьому випадку служить інструментом для попереднього вимірювання на відповідність нормам. Окремий еквівалент мережі разом з осцилографом забезпечує низьку вартість витрат на вимірювання та досить високі робочі показники для аналізу проблем з електромагнітними завадами. Для забезпечення відповідного узгодження між приладами коаксіальний вихід еквівалентної мережі повинен бути підключений до осцилографа кабелем з входним опором 50 Ом. Навантаження повинно бути правильно підібране до кожного тестованого пристрою.

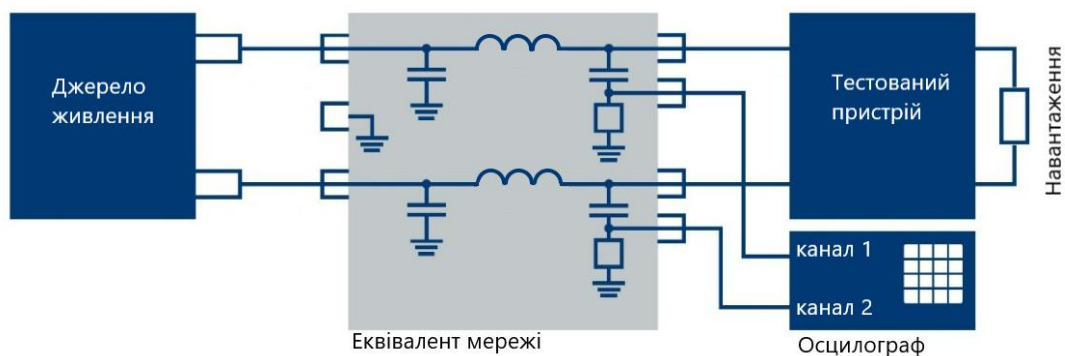


Рисунок 1 – Схема еквіваленту мережі та його підключення.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко І.М., Бородін О.В., Карнаушенко В.П. Сучасна компонентна база електронних систем: Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2020. 268 с.

2. Бондаренко І.М., Бородін О.В., Карнаушенко В.П., Васильєв Ю.С. Прилади та пристрої інтегральної електроніки. Частина 1: Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2020. 228 с.