

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ВИХІДНОГО ОПОРУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ГЕНЕРУВАННЯ СИГНАЛІВ

Одним з головних параметрів радіоелектронних пристроїв є вихідний імпеданс $Z_{вих}$, значення якого визначає умова передачі сигналів між окремими пристроями. Крім того, при вимірюваннях енергетичних параметрів сигналів значення вихідного імпедансу пристроїв генерації і обробки сигналів визначає погрішність взаємодії засобу вимірювань і об'єкту вимірювань [1,2].

Вимірювання вихідного імпедансу пасивних пристроїв здійснюються через прямі вимірювання і не представляють труднощів. Вимірювання вихідного імпедансу активних пристроїв, на виході яких генеруються або формуються сигнали більш складне. В цьому випадку доводиться удаватися до непрямих вимірювань. По одній з методик [3] вихідний опір джерел синусоїдальних сигналів визначають при різних значеннях напруги за наявності навантаження, за відсутності навантаження (яловий хід) U_2 і обчислюють по співвідношенню:

$$R_{OUT} = R_H \frac{U_1 - U_2}{U_2} \quad (1)$$

Даний метод може бути вдосконалений [4], із застосуванням двох різних резисторів навантажень: R_H та $R_H \square R_D$, що виключає режим ялового ходу. В цьому випадку:

$$R_{OUT} = R_D \frac{U_1 - U_2}{2U_2 - U_1} \quad (2)$$

У згаданих методиках не враховуються параметри вхідного ланцюга вольтметра, а також параметри радіочастотного кабелю, що обумовлює значну погрішність вимірювань вихідного опору в ширшому діапазоні частот як пристроїв, що формують сигнали синусоїдальної форми, так і пристроїв, що генерують сигнали з формою, що значно відрізняється від гармонійної. Схема, еквівалентна традиційною, в діапазоні частот до 10 МГц, коли

радіочастотний кабель, навантажений на високий вхідний опір вольтметра Z_{BX} , може бути замінений ємкістю $C_{КАБ}$ порядку 100 пФ/м, представлена на рис. 1.

Аналіз схеми свідчить, що до підключення додаткового резистора свідчення вольтметра, за умови, що сигнал на виході схеми - гармонійний, а вихідний опір - чисто активний, будуть рівні:

$$U_{D1} = \frac{E_{\Gamma}}{\sqrt{1 + (\omega(C_{\hat{E}\hat{A}\hat{A}} + C_{\hat{A}\hat{O}})R_{\hat{A}\hat{E}\hat{O}})^2}} \quad (3)$$

Після підключення резистора R_D свідчення вольтметра відповідатимуть значенню:

$$U_{D2} = \frac{E_{\Gamma}}{\sqrt{(1 + R_{\hat{A}\hat{E}\hat{O}}/R_D)^2 + (\omega(C_{\hat{E}\hat{A}\hat{A}} + C_{\hat{A}\hat{O}})R_{\hat{A}\hat{E}\hat{O}})^2}} \quad (4)$$

Відповідно, вихідний опір пристрою:

$$R_{\hat{A}\hat{E}\hat{O}} = R_D \frac{-n^2 + \sqrt{n^2 - a^2(n^2 - 1)^2}}{n^2 + a^2(n^2 - 1)^2}, \quad (5)$$

де: $a = 2\pi f(C_{\hat{E}\hat{A}\hat{A}} + C_{\hat{A}\hat{O}})R_{\hat{A}\hat{O}}$; $n = U_{D2}/U_{D1}$.

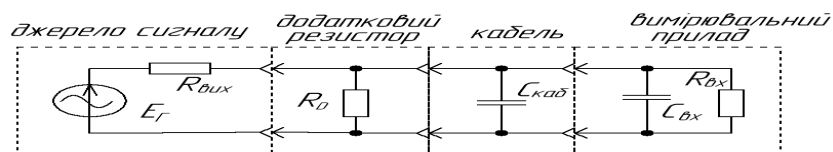


Рис. 1 Еквівалентна схема вимірювального ланцюга.

Для вимірювань вихідного опору джерел сигналів складних форм в схему вимірювань замість звичайною вольтметра необхідно підключати селективний вольтметр або аналізатор спектру з настроюванням на частоту

першої гармоніки сигналу.

Дана методика непрямих вимірювань вихідного опору джерел сигналів будь-яких форм дозволяє значно зменшити погрішність вимірювань в діапазоні частот до 10 МГц за рахунок обліку параметрів сполучного кабелю і вхідного ланцюга вольтметра. У діапазоні частот понад 10 МГц радіочастотний кабель не можна розглядати як зосереджену ємність, а необхідно розглядати як лінію з розподіленими параметрами і для виконання правильних вимірювань в ширшому діапазоні частот вирішувати аналогічну задачу з урахуванням розподіленого характеру лінії передачі.

Література:

1. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений. Нормативно-технические документы. - М.: Стандарты, 1988. - 152 с.
2. Петрищев А. А. К выбору нормируемых метрологических характеристик вольтметров действующего напряжения / А. А. Петрищев // Радіоелектроніка, інформатика, управління. - 1999. - № 1. - С. 27-30.
3. Collinson A. Measuring Input and Output Impedance [Электронный ресурс] / Andy Collinson. – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.zen22142.zen.co.uk/Theory/inzoz.htm>. - Загл. с экрана.
4. ОСТ 45.9096. Стыки цифровых каналов и групповых трактов первичной сети взаимоувязанной сети связи Российской Федерации. Методы испытаний основных параметров. - Введ. 19970101. - М. : ЦПИИС, 2006. -16 с.