

МЕТОДЫ СИНТЕЗА ШИРОКОПОЛОСНЫХ СОГЛАСУЮЩИХ УСТРОЙСТВ К ИЗМЕНЯЮЩЕМУСЯ ИМПЕДАНСУ НАГРУЗКИ

Дубовик И. А., Бойкачев П. В., Исаев В. О.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {duba-77, pashapash.boi}@mail.ru, ystasmoz@gmail.com

В настоящее время широкое применение нашли методы синтеза широкополосных согласующих цепей, где в качестве нагрузки рассматриваются антенные, усилительные и другие устройства, представленные в виде значения комплексного сопротивления на дискретном ряде частот. Но в то же время в методах синтеза ШСЦ не учитывается непостоянство комплексного сопротивления нагрузки РТУ, вызванное изменением окружающей среды либо условием эксплуатации. Таким образом в данной работе был выполнен обзор с последующим анализом существующих методов синтеза к изменяющемуся импедансу нагрузки.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое применение нашли методы синтеза широкополосных согласующих устройств (ШСУ), где в качестве нагрузки радиотехнических устройств (РТУ) рассматриваются антенные, усилительные и др. устройства, обладающие некоторым комплексным сопротивлением. Но при этом в методах синтеза ШСУ, не учитывается непостоянство комплексного сопротивления нагрузки, вызванное изменением условий их эксплуатации. Изменение величины комплексного сопротивления нагрузки приводит к рассогласованию тракта РТУ с нагрузкой. Это способствует появлению в тракте отраженной волны, что приводит к потерям мощности передаваемого (принимаемого) сигнала. Таким образом, необходимо оценить возможности применения существующих методов синтеза к синтезу ШСУ в задачах адаптации РТС к возмущающим воздействиям на них.

I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исходя из поставленной задачи, был выполнен обзор и анализ (по ряду критериев [1]) методов синтеза ШСУ. По итогам проведенного обзора было установлено:

1. Использование аналитических методов синтеза [2-4] позволяет найти решение задачи синтеза ШСУ для нагрузок, имеющих невысокий порядок и представленных в виде эквивалента ограничиваясь при этом выбранной аппроксимирующей функцией В то же время, современные РТУ представляются в виде сложных нагрузок [5], поиск эквивалента которых является непростой задачей. В связи с этим, использование аналитической теории для синтеза ШСУ, с учетом изменяющегося импеданса нагрузки, нецелесообразно, что подтверждается результатами обзора.

2. Параметрические и структурно-параметрические методы синтеза [6-7] всегда приводит к определенному результату, но они

зависят от выбора начального приближения и способа формирования целевой функции. Существует проблемы сходимости, возможность получения только локальных оптимумов.

3. Использование графоаналитического метода синтеза [8] приводит к получению простых Г – или L – образных согласующих цепей, нагруженной на комплексное сопротивление нагрузки. Методика является трудоемкой при расчете ШСУ. Для анализа методов синтеза были синтезированы ШСУ, обеспечивающие максимальный уровень передачи мощности в нормированном диапазоне частоты (от 0 до 1 Гц). В качестве сопротивления генератора использовалось активное сопротивление Ом, а в качестве сопротивления нагрузки использовались нагрузки различных классов [3], отличающиеся друг от друга расположением нуля передачи. Результаты синтеза ШСУ представлены в таблице 1.

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного анализа было установлено, что использование структурно-параметрических методов синтеза позволяют синтезировать ШСУ, которые обеспечивают оптимальное значение целевой функции. Но так, как структура цепи известна лишь на последнем этапе синтеза, то данные ШСУ не будут обеспечивать минимальную чувствительность. Исходя из этого, для решения задачи синтеза ШСУ с учетом влияния изменения параметров нагрузки, предлагается использовать параметрический метод синтеза. Это обусловлено тем, что в параметрических методах синтеза структура ШСУ известна, а использование комбинационного подхода, обеспечивать как высокий уровень КПМ, так и минимальную чувствительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланнэ, А.А. Оптимальный синтез линейных электрических цепей / А.А. Ланнэ. - М.: Связь, 1969.-423с.
2. Youla, D.C., A new theory of broadband matching. IEEE Trans. 1964; 11(1): 30-50.

3. Chen, W.K., Synthesis of optimum Butterworth and Chebyshev broad-band impedance-matching networks. IEEE Trans. 1977; 5(24): 157-169.
4. Филиппович, Г.А., Широкополосное согласование сопротивлений. Минск;2004.
5. Yarman, B.S., Design of Ultra Wideband Power Transfer Networks. Hoboken, NJ: Wiley, 2010.
6. Carlin H., Amstutz P., Broadband Matching. Anales des telecommunications. IEEE Trans. 1981; 28 (5):401-405.
7. Yarman, B.S. Real frequency broadband matching using linear programming. RCA Rev. 1982; 43 (4):626-654.
8. Курушин А.А, ред: Б.Л. Когана. Проектирование СВЧ устройств с использованием электронной диаграммы Смита. М: МЭИ; 2008.

Таблица 1 – Результаты синтеза ШСЦ

Класс нагрузки	Метод вещественных частот	Графоаналитический метод Вольперта-Смитта	Структурно-параметрический метод на основе аппарата Т-матрицы	Обобщенный метод Дарлингтона
I класс ($R_1=0.2\text{Ом}$, $R_2=3\text{Ом}$, $C=0.05\Phi$)				-
II класс ($R=1\text{Ом}$, $C=1.414\Phi$)				
III класс ($L_1=4\text{Гн}$, $L_2=0.75\text{ Гн}$, $L_3=0.3\text{Гн}$, $C=2\text{Гн}$)				
IV класс ($C=0.2\Phi$, $R=5\text{Ом}$)				-