

Нефостеровские элементы и их применения в антенных системах

Д.В. Холодняк

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

В последние годы наблюдается растущий интерес к применению так называемых нефостеровских элементов (НФЭ), которые имитируют частотные характеристики гипотетических отрицательных емкостей или индуктивностей и используются для компенсации частотной зависимости традиционных реактивностей, в том числе для широкополосного согласования электрически малых антенн, создания широкополосных антенн вытекающей волны и антенных решеток, а также различных широкополосных СВЧ-устройств: фильтров, фазовращателей, усилителей, генераторов и др.

Согласно теореме Фостера пассивные цепи не могут обладать отрицательными значениями индуктивности или емкости. Поэтому НФЭ реализуются с помощью активных цепей, таких как конверторы отрицательного импеданса (КОИ), которые преобразуют импеданс нагрузки во входной импеданс противоположного знака. На практике преобразование импеданса происходит с некоторой ошибкой вследствие неидеальности используемых транзисторов и прочих элементов цепи КОИ, что приводит к отклонению характеристик НФЭ от заданных и ограничивает тем самым рабочую полосу частот. Минимизация отклонений при разработке НФЭ – важный аспект, расширяющий возможности их практических применений.

Поскольку КОИ представляют собой усилители с положительной обратной связью, они склонны к неустойчивому поведению. Таким образом, другим важным аспектом разработки и применения НФЭ является анализ устойчивости и стабилизация цепи КОИ с учетом подключаемых внешних нагрузок.

В лекции представлены различные примеры применения НФЭ в антенных системах, рассматриваются теоретические основы и практические аспекты разработки НФЭ на основе КОИ, выполненного по схеме Линвилла, обсуждаются существующие проблемы, подходы к решению и перспективы развития.