

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ТРАКТОВ
ЗА СЧЁТ ШИРОКОПОЛОСНОГО СОГЛАСОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ**

ТЕЙН ЗО У

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: theinzawoocapt@gmail.com

Научный руководитель: Бойкачѳв П.В. – канд. техн. наук, доцент, профессор факультета повышения квалификации и переподготовки института информационных технологий БГУИР

Аннотация. Обоснована необходимость использования процедуры оптимизации ВЧ-интерфейса радиолокационной системы на основе методов широкополосного согласования сопротивлений.

Abstract. The necessity of using the procedure of optimization of the RF interface of the radar system based on the methods of broadband impedance matching is substantiated.

Введение

Основной характеристикой любой радиолокационной станции, является мощность как принятого, так и зондирующего сигнала. Решение вопросов, связанных с увеличением энергетики принятого сигнала путем его обработки в радиолокационном тракте, фактически достигла своего апогея для развитого на сегодняшний день инженерно-технического обеспечения. Формирование мощного зондирующего сигнала обусловлено сложными схемотехническими решениями, которые могут отразиться на массогабаритных размерах локатора, что не вписывается в современные тренды миниатюризации. Единственным доступным и эффективным вариантом, является уменьшение потерь мощности, за счёт достижения оптимального соединения элементов высокочастотного тракта, а для этого стыковка (интерфейс) функциональных блоков приемника и передатчика радиолокационной системы (РЛС), должна сопровождаться решением задачи *широкополосного согласования сопротивлений* этих блоков [1].

Основная часть

При приеме и обработке сигналов супергетеродинным приемником (рисунок 1 (А)) а так же при формировании и передаче сигнала передатчиком (рисунок 1 (Б)), элементы радиолокационного тракта, такие как, 1–антенна, 2–широкополосный преселектор (постселектор), 3– усилитель высокой частоты, должны быть согласованны между собой по сопротивлению. Техническая реализация согласующих устройств будет зависеть от используемых методов синтеза.

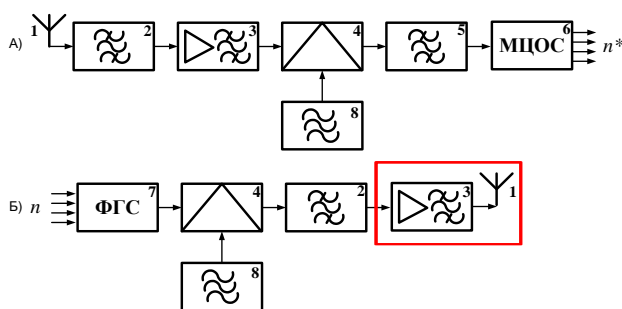


Рис. 1.– А - структурная схема супергетеродинного приемного устройства, Б - структурная схема передающего устройства, где 1- передающая и приемная антенны, 2–широкополосный преселектор (постселектор), 3– усилитель высокой частоты, 4– смеситель, 5– фильтр промежуточной частоты, 6– модуль цифровой обработки сигнала, 7–генератор группового сигнала, 8– гетеродин

Предлагается оценить эффективность передачи энергии от усилителя высокой частоты к передающей антенне (на рисунке 1 выделено красным контуром) при возможном наличии широкополосного согласующего устройства. Для упрощения задачи, в качестве антенной системы используется один элемент антенной решетки – патч-антенна. Патч-антенны являются востребованными в системах связи, радиолокации, навигации т.к. обладают рядом преимуществ по сравнению с другими типами направленных антенн, например:

- простота и относительная дешевизна в изготовлении;

- относительно малый вес конструкции;
- возможность адаптации геометрии антенны для размещения на корпусе объектов;
- обеспечение компромисса при поиске наилучших характеристик.

Сосредоточенная модель патч-антенны может быть представлена схемой, содержащей последовательный и параллельный резонансный контур (рисунок 2) [2, 3]. Параметры нагрузки (патч-антенны) нормированы относительно частоты 869 МГц и сопротивления излучения 150 Ом: $R_H = 1$; $C_H = 2.25$; $L_H = 0.444$; $C_{H1} = 0.5$; $L_{H1} = 0.18$. Сопротивление усилителя высокой частоты R_T по условию задачи может изменяться. Эти параметры близки к приведенным в [3] на частоте 820 МГц.

В качестве метода согласования использовался прогрессивный аналитический подход к синтезу по Дарлингтону [1]. Реализация согласующего устройства представлена на рисунке 2, где значения элементов соответствуют: $L_1 = 0.819$; $L_2 = 0.788$; $C_1 = 1.26$; $C_2 = 3.18$; $L_3 = 0.314$.

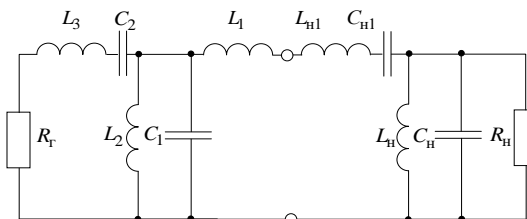


Рис. 2. Схема согласования модели патч-антенны

Из приведенной на рисунке 3 частотной характеристики следует, что уровень КСВ=1.5 обеспечивается в полосе до 40%. Полученный результат является существенным для подобного класса антенн, так как у большинства образцов полоса составляет 5-7%.

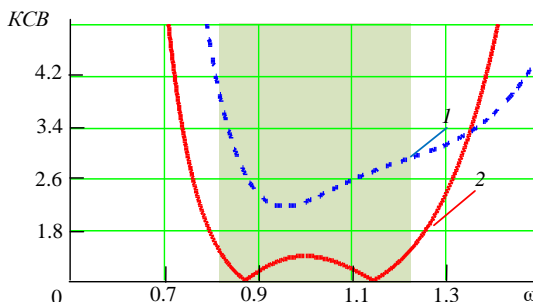


Рис.3. Частотная характеристика передачи мощности

Стандартные ряды номиналов элементов после денормировки не дадут возможности получить такой результат. Тем не менее, полученные результаты могут использоваться в процессе оптимизации, которой нередко заканчивается синтез.

Заключение

Анализ влияния *широкополосного согласования* ВЧ-интерфейса радиолокационной системы, является существенно важным прикладным вопросом, а результаты подобных исследований могут использоваться при разработке современных РЛС. Используя современные методы исследований и моделирования ВЧ-интерфейса РЛС, позволит определить оптимальные пути решения и возможный потенциал той или иной схмотехнической реализации РЛС. Другим важным практическим аспектом является поиск конструктивных решений без кардинального изменения функциональных блоков РЛС, что значительно снижает затраты и время модернизации РЛС. Именно модернизация, а не изготовление нового образца РЛС представляет значимую экономическую выгоду, а выбор такого пути оправдывает важность проводимых исследований.

Список использованных источников

1. Янцевич, М. А. Преимущества подхода решения задач широкополосного согласования с использованием модифицированных аппроксимирующих функций / М. А. Янцевич, П. В. Бойкачев, И. А. Дубовик // Проблемы инфокоммуникаций. – 2018. – № 2. – С. 76–83.
2. Ghorbani A., Abd-Alhameed R., McEwan N. J. An Approach for Calculating the Limiting Bandwidth–Reflection Coefficient Product for Microstrip Patch Antennas // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 2006. Vol. 54, № 4. P. 1328–1331. doi: 10.1109/TAP.2006.872641
3. Caytan O., Bogaert L., Li H., Kerrebrouck J. V. Compact and wideband transmit opto-antenna for radio frequency over fiber // Optics Express. 2019. Vol. 27, № 6. P. 8395–8413.