

ПРИМЕНЕНИЕ МИНИМАЛЬНО ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ
 ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОГЛАСУЮЩИХ УСТРОЙСТВ
 ИНВАРИАНТНЫХ К ИЗМЕНЕНИЮ ИМПЕДАНСА НАГРУЗКИ

تطبيق الدوائر ذات المد الأدنى من الحساسية لتصميم الأجهزة المطابقة غير المتغيرة
 للمتغيرات في مقاومة الحمل

Аннотация: *Изменение условий эксплуатации антенного устройства влияет на импеданс и уровень передачи мощности, что снижает эффективность радиотехнических систем (РТС). Разработка согласующих устройств (СУ) становится актуальной для оптимальной работы РТС в различных условиях. Функция чувствительности позволяет анализировать влияние изменений параметров на работу радиотехнических устройств (РТУ). Примеры синтеза широкополосных СУ демонстрируют необходимость минимальной чувствительности для сохранения энергетических параметров.*

Ключевые слова: импеданс, согласующее устройство, радиотехнические системы, функция чувствительности, коэффициент передачи мощности.

الخلاصة : إن تغيير ظروف تشغيل جهاز الهوائي يؤثر على المعاوقة ومستوى نقل الطاقة، مما يقلل من كفاءة أنظمة الهندسة الراديوية (RES). أصبح تطوير أجهزة المطابقة (MD) مهمًا للتشغيل الأمثل لـ RTS في ظروف مختلفة. تتيح لك وظيفة الحساسية تحليل تأثير تغييرات المعلمات على تشغيل أجهزة الهندسة الراديوية (RED). تظهر أمثلة تركيب وحدات الخدمة ذات النطاق العريض الحاجة إلى الحد الأدنى من الحساسية للحفاظ على معلمات الطاقة.
الكلمات المفتاحية : المعاوقة، جهاز المطابقة، أنظمة هندسة الراديو، دالة الحساسية، معامل نقل القدرة.



научный руководитель

المشرف العلمي

Янцевич Михаил Александрович
 к.т.н., доцент УО «Военная академия Республики Беларусь»

د. ميخائيل الكسندروفيتش يانتسفيتش
 أستاذ مشارك في الأكاديمية العسكرية
 لجمهورية بيلاروسيا

Введение

Проектирование высокочастотных приемо-передающих трактов с оптимальными частотными характеристиками, несомненно, является одной из важнейших радиотехнических задач, значимость которой возрастает в связи с освоением новых диапазонов частот и использованием в современных системах радиолокации, радионавигации, телевидения и мобильной связи сигналов со сложной структурой, применяемых в различных условиях эксплуатации.

Результаты и обсуждение

Следует отметить, что изменение условий эксплуатации приводит к изменению импеданса антенного устройства (АУ) и соответственно к изменению уровня передачи мощности (изменение энергетических характеристик) между приемо-передающими модулями (ППМ) и антенной [2]. Это уменьшает потенциальные возможности радиотехнических устройств, в том числе потенциально достижимую дальность радиолинии[1].

Таким образом, актуальной является задача разработки устройств, позволяющих решить задачу обеспечения оптимальной работы радиотехнических систем (РТС) связи в различных условиях их эксплуатации. Одним из таких устройств является согласующее устройство (СУ).

Связь между пространством параметров цепи, анализом и оптимизацией, в том числе с регулируемыми (управляемыми) параметрами, может осуществляться с помощью функции чувствительности [2, с. 14]. Данная функция может способствовать решению широкого круга задач, связанных с анализом влияния малых изменений конструктивных параметров и внешних условий на работу радиотехнических устройств (РТУ). Это наглядно было продемонстрировано в работах посвященным проектированию согласующих устройств инвариантных к изменению импеданса нагрузки на основе концепции минимальной чувствительности [3]. Связано это с тем, что для обеспечения требуемого уровня коэффициента передачи мощности (КПМ) (сохранения энергетических параметров) при наличии изменяющегося импеданса нагрузки необходимо, чтобы синтезируемое СУ обладало свойством минимальной чувствительности [1, с. 51] функции коэффициента отражения к изменению параметров нагрузки. В качестве примера на рисунке 1 представлены результаты синтеза широкополосной согласующего устройства (ШСУ) для антенны AD-44/CW-TA-30-512

المقدمة

يعد تصميم مسارات الاستقبال والإرسال عالية التردد ذات الخصائص الترددية المثلى بلا شك أحد أهم مهام الهندسة الراديوية، والتي تتزايد أهميتها فيما يتعلق بتطوير نطاقات التردد الجديدة واستخدام الإشارات ذات البنية المعقدة في أنظمة الرادار والملاحة الراديوية والتلفزيون والاتصالات المتنقلة الحديثة، المطبقة في ظروف التشغيل المختلفة.

النتائج والمناقشة

تجدر الإشارة إلى أن التغيير في ظروف التشغيل يؤدي إلى تغيير في معاوقة جهاز الهوائي (AD)، وبالتالي إلى تغيير في مستوى نقل الطاقة (تغيير في خصائص الطاقة) بين وحدات الاستقبال والإرسال (RTM) والهوائي [2]. يؤدي هذا إلى تقليل القدرات المحتملة لأجهزة الراديو، بما في ذلك النطاق الذي يمكن تحقيقه لرابط الراديو [1].

ومن ثم، فإن مهمة تطوير الأجهزة التي يمكنها حل مشكلة ضمان التشغيل الأمثل لأنظمة الاتصالات الراديوية (RTS) في ظروف التشغيل المختلفة هي مهمة ذات صلة. ومن بين هذه الأجهزة جهاز المطابقة (MD).

يمكن إجراء الربط بين مساحة معلمات السلسلة والتحليل والتحسين، بما في ذلك المعلمات الخاضعة للرقابة (المدارة)، باستخدام دالة الحساسية [2، ص. 14]. يمكن أن تساعد هذه الوظيفة في حل مجموعة واسعة من المشاكل المتعلقة بتحليل تأثير التغييرات الصغيرة في معلمات التصميم والظروف الخارجية على تشغيل أجهزة الهندسة الراديوية (RED). وقد تم توضيح ذلك بوضوح في الأعمال المخصصة لتصميم أجهزة مطابقة ثابتة للتغيرات في معاوقة الحمل بناءً على مفهوم الحد الأدنى من الحساسية [3]. يرجع هذا إلى حقيقة أنه من أجل ضمان المستوى المطلوب لمعامل نقل القدرة (PTC) (الحفاظ على معلمات الطاقة) في وجود معاوقة حمل متغيرة، فمن الضروري أن يتمتع نظام التحكم المركب بخاصية الحد الأدنى من الحساسية [1، ص. 51] وظائف معامل الانعكاس للتغيرات في معلمات الحمل. على سبيل المثال، يوضح الشكل 1 نتائج تركيب جهاز مطابقة النطاق العريض (BMD) لهوائي AD-44/CW-TA-30-512.

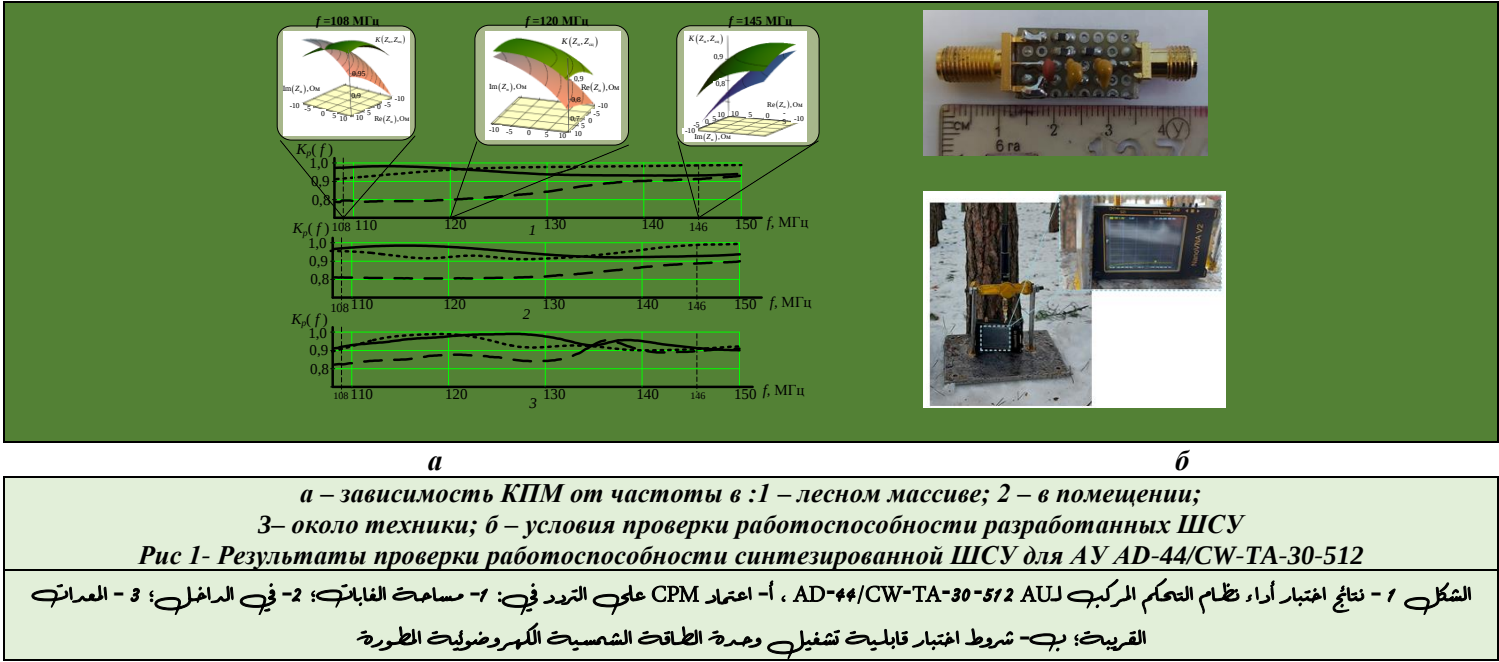


Рис 1- Результаты проверки работоспособности синтезированной ШСУ для АУ AD-44/CW-TA-30-512

Заключение

Исходя из представленных результатов (рисунок 1), можно сделать вывод, что синтезированные ШСУ обеспечивают требуемый уровень КПМ при отклонении импеданса нагрузки в заданных пределах, что позволяет уменьшать потери уровня КПМ и сохранить потенциально достижимые энергетические характеристики в различных условиях эксплуатации. Таким образом применении минимально чувствительных цепей для проектирования широкополосных согласующих устройств позволяет сохранить потенциально достижимые энергетические характеристики РТУ и обеспечить стабильность их параметров в различных условиях эксплуатации

الخاتمة

وبناءً على النتائج المقدمة (الشكل 1)، يمكن الاستنتاج أن أنظمة التحكم المصنعة توفر المستوى المطلوب من CPM مع انحراف معاوقة الحمل ضمن الحدود المحددة، مما يسمح بتقليل الخسائر في مستوى CPM والحفاظ على خصائص الطاقة القابلة للتحقيق في ظل ظروف تشغيل مختلفة. وبالتالي، فإن استخدام الدوائر ذات الحساسية الدنيا لتصميم أجهزة مطابقة النطاق العريض يسمح لنا بالحفاظ على خصائص الطاقة التي يمكن تحقيقها من وحدة RTU وضمان استقرار معلماتها في ظل ظروف التشغيل المختلفة.

Литература المصادر

1. Дик, А. М. Кашкаров А. В., Макатерчик А. В. Радиостанции малой и средней мощности / А. М. Дик, А. В. Кашмаров, А.В. Макатерчик. – Минск: БГУИР, 2014. – 108 с.
2. Гехер, К. Теория чувствительности и допусков электронных цепей /К. Гехер. М.: Сов. радио; 1973. – 200 с.
3. Дубовик, И. А., Бойкачев, П. В., Исаев, В. О., Дмитренко, А. А. Методы синтеза согласующих цепей для широкополосных радиотехнических устройств с нестабильным импедансом нагрузки. Доклады БГУИР. 2021;19(1):61-69