



Уральский
федеральный
университет

Проектирование антенн для БПЛА «Канатоход» и наземной станции управления с целью увеличения дальности связи приемопередающего устройства

Вид практики: Производственная практика

Тип практики: Научно-исследовательская работа

Срок практики: с 14.02.2022 г. По 05.06.2022 г

Место проведения практики: Общество с ограниченной ответственностью «ЛАБОРАТОРИЯ БУДУЩЕГО», Россия, Свердловская, Екатеринбург, Конструкторов 5

Руководитель практики: Шимова Надежда Викторовна

Студент: Григорьев Матвей Игоревич

Специальность (направление подготовки):

11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы

Формат – ВУ 481221

Цель практики: Проектирование конструкции антенн, расчет основных параметров для оптимального согласования с приемопередающими трактами БПЛА и наземной станции для повышения дальности действия.

Перечень задач, выполненных для достижения цели:

1. Антенное согласующее устройство, его назначение и техническая реализация.
2. Проектирование конструкции согласованных антенн.
3. Расчет коэффициента дальности действия антенны БПЛА и наземной станции.
4. Расчет дальнего радиуса антенн.

Антенное согласующее устройство

Техническое средство, предназначенное для согласования параметров антенны с параметрами передатчика, приемника или фидерной линии, выполненное в виде отдельного блока, устанавливаемого непосредственно у ввода антенны. При необходимости, с помощью АСУ производится также симметрирование антенны.

Под согласованием подразумевается такое преобразование входного или выходного сопротивления антенны, чтобы оно было равно волновому сопротивлению питающего фидера, либо, при непосредственном подключении соответствовало оптимальной работе выходного устройства передатчика, входного устройства приёмника.

Принципы построения согласующего устройства

Классическое СУ имеет вид, показанный на рис. 1. Как видно, оно состоит из цепи согласования, которая выполнена по одной из известных схем (собственно ЦС часто и носит название "согласующее устройство", "АТУ"), измерителя КСВ, ВЧ моста, показывающего степень рассогласования антенны, эквивалента антенны R 1, и контрольных нагрузок R2, R3. Без всего этого "окружения" СУ является лишь цепью согласования, не более того.

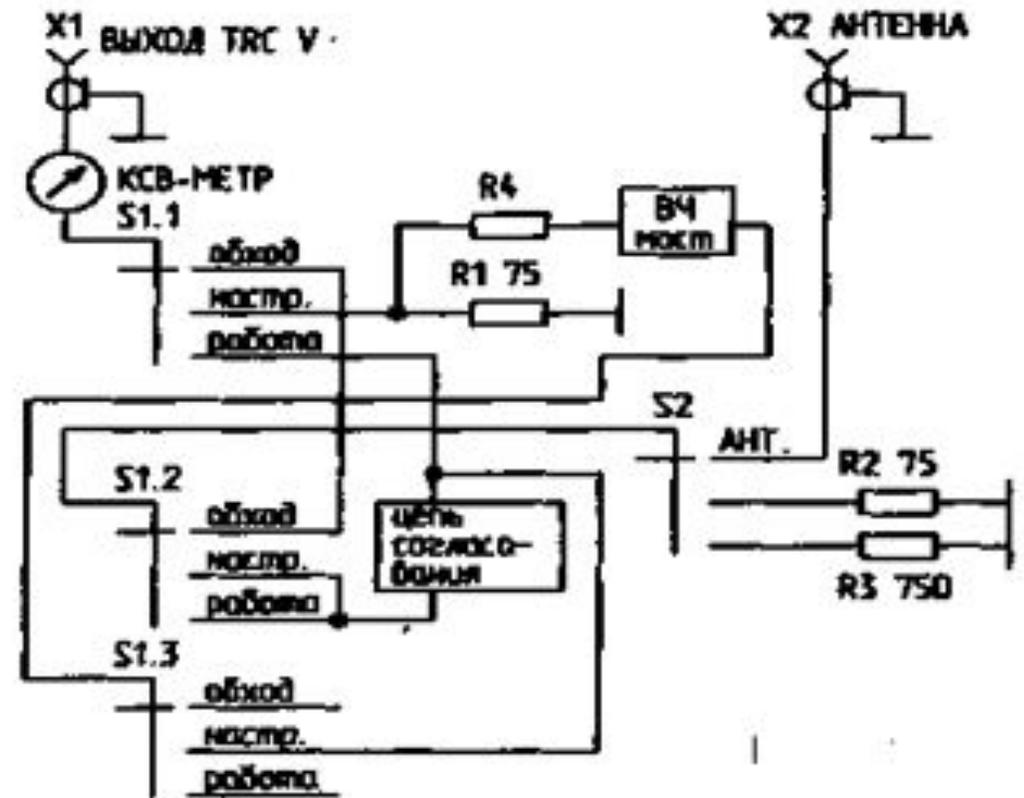


Рисунок 1 – Классическое СУ

Цепь согласования на параллельном контуре

Одна из самых эффективных и просто выполнимых ЦС показана на рис.2. Передатчик подключается через катушку L1 и конденсатор C1. L1 составляет от четверти до шестой части от количества витков L2 и наматывается в нижней ее части. L1 должна быть отделена от L2 качественной изоляцией.

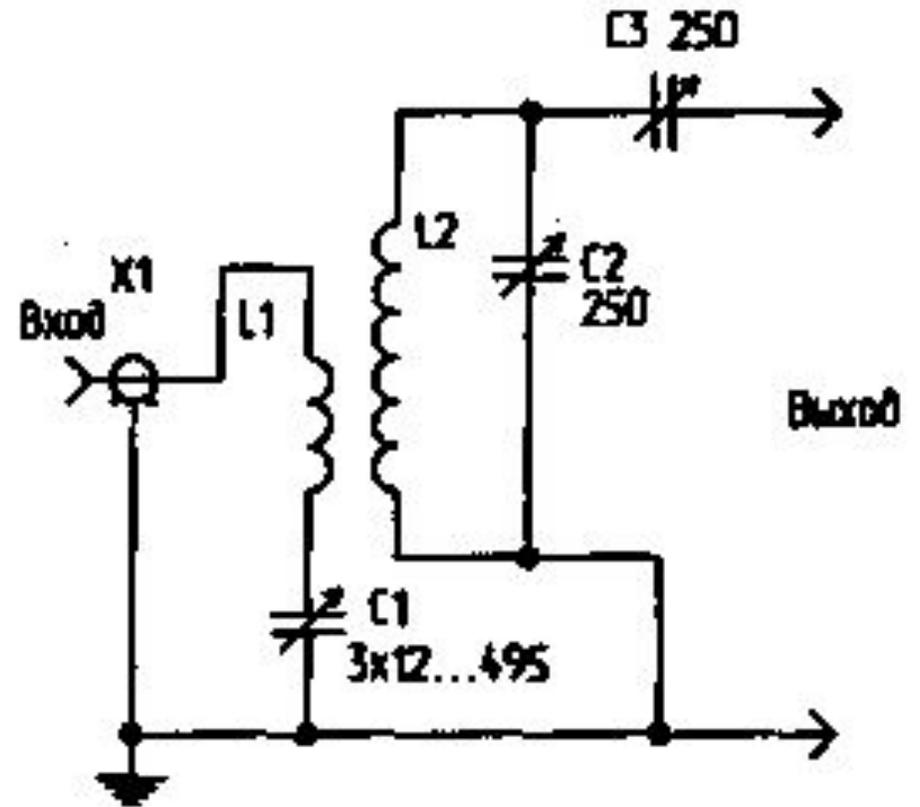


Рисунок 2 – Цепь согласования на параллельном контуре

П-образная схема согласования

П-образная ЦС, схема которая представлена на рисунке 3, широко используется в радиолюбительской практике

В реальных условиях, когда выход передатчика составляет 50...75 Ом, и согласование необходимо производить в широком диапазоне сопротивлений нагрузки, параметры П-контура меняются в десятки раз. Например на 3,5 МГц при $R_{вх}=R_{н}=75$ Ом индуктивность $L1$ составляет примерно 2 мкГн, а $C1$, $C2$ - по 2000 пф, а при $R_{вх}=75$ Ом и $R_{н}$ в несколько килоом индуктивность $L1$ составляет примерно 20 мкГн, емкость $C1$ - около 2000 пФ, а $C2$ - десятки пикофард. Такие большие разбросы в величинах используемых элементов и ограничивают использование П-контура в качестве ЦС.

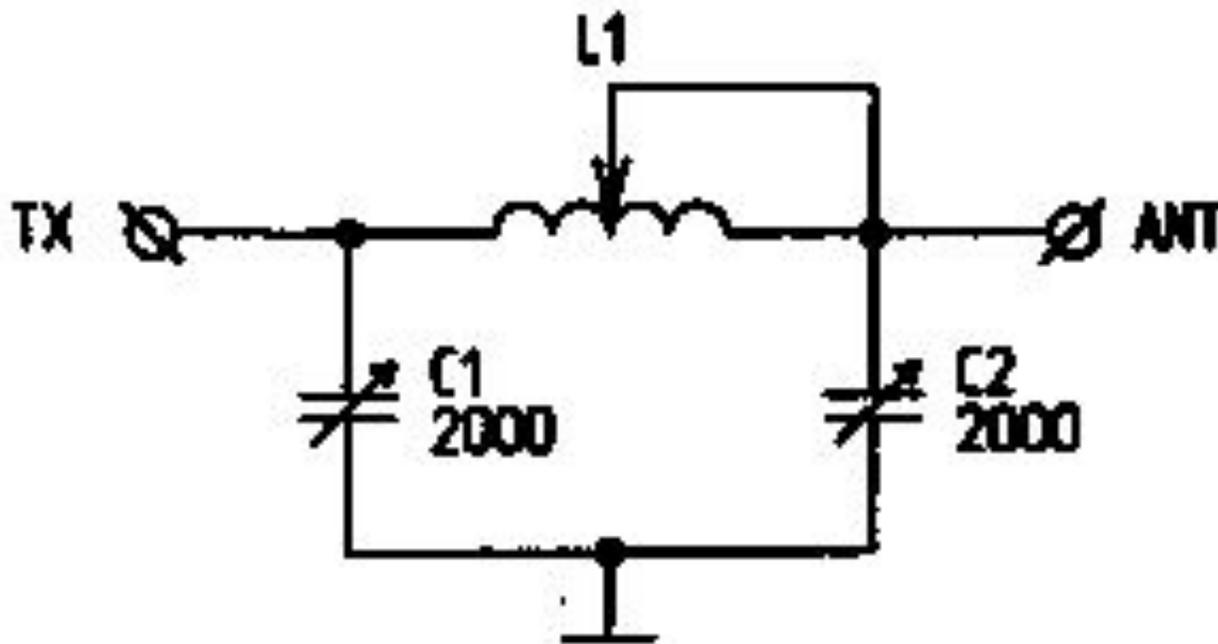


Рисунок 3 – П-образная ЦС

Повышение эффективности работы согласующего устройства

Увеличить эффективность работы передатчика, особенно при использовании случайных антенн, помогает устройство, называемое "искусственная земля". Эффективно это устройство при использовании именно случайных антенн и при плохом радиотехническом заземлении. Это устройство доводит до резонансного состояния систему заземления радиостанции (в простейшем случае - кусок провода). Так как параметры земли входят в параметры антенной системы, улучшение эффективности заземления улучшает работу антенны.

Расчет основных характеристик антенн

Диаграмма направленности

Диаграмма направленности антенны - это реакция антенны на плоскую волну, падающую с заданного направления, или относительная плотность мощности волны, передаваемой антенной в заданном направлении. Для обратной антенны эти две схемы идентичны. Было разработано множество методов измерения диаграммы направленности антенны. Первым разработанным методом был дальний диапазон, при котором тестируемая антенна (AUT) помещается в дальний диапазон дальней антенны. Из-за размера, необходимого для создания дальней зоны действия больших антенн, были разработаны методы ближнего поля, которые позволяют измерять поле на поверхности, близкой к антенне. Затем прогнозируется, что это измерение будет таким же на бесконечности. Третий распространенный метод - компактный диапазон, который использует отражатель для создания поля вблизи AUT, которое выглядит примерно как плоская волна

Эффективность

Эффективность - это отношение мощности, фактически излучаемой антенной, к электрической мощности, которую она получает от передатчика. Фиктивная нагрузка может иметь КСВ 1: 1, но КПД 0, поскольку она поглощает всю падающую мощность, выделяя тепло, но не излучая радиочастотную энергию. КСВ не является мерой эффективности антенны. Излучение в антенне вызвано сопротивлением излучения, которое не может быть измерено непосредственно, но является составной частью общего сопротивления, которое включает сопротивление потерям. Сопротивление потерям приводит к выделению тепла, а не к излучению, что снижает эффективность. Математически эффективность равна сопротивлению излучения, деленному на полное сопротивление импеданса точки подачи. Эффективность определяется как отношение излучаемой мощности к общей мощности, используемой антенной; Общая мощность = излучаемая мощность + потери мощности.

$$\tilde{\eta} = \frac{P_r}{P_r + P_l}$$

Полоса пропускания

IEEE определяет полосу пропускания как "диапазон частот, в пределах которого производительность антенны по некоторым характеристикам соответствует указанному стандарту".^[4] Другими словами, полоса пропускания зависит от общей эффективности антенны в диапазоне частот, поэтому все эти параметры должны быть поняты для полной характеристики пропускной способности антенны. Это определение может служить практическим определением, однако на практике полоса пропускания обычно определяется путем измерения такой характеристики, как КСВ или излучаемая мощность в интересующем диапазоне частот. Например, полоса пропускания КСВ обычно определяется путем измерения диапазона частот, в котором КСВ меньше 2:1. Другим часто используемым значением для определения полосы пропускания резонансных антенн является значение возвратных потерь -3 дБ, поскольку потери из-за КСВ составляют $-10 \log_{10} (2:1) = -3$ д

Коэффициент усиления

Коэффициент усиления как параметр измеряет направленность данной антенны. Антенна с низким коэффициентом усиления излучает излучение во всех направлениях одинаково, тогда как антенна с высоким коэффициентом усиления будет преимущественно излучать в определенных направлениях. В частности, коэффициент усиления или усиления мощности антенны определяется как отношение интенсивности, излучаемой антенной в заданном направлении на произвольном расстоянии, деленное на интенсивность, излучаемую на том же расстоянии гипотетической изотропной антенной.

$$G = \frac{\left(\frac{P}{S}\right)_{\text{ant}}}{\left(\frac{P}{S}\right)_{\text{iso}}}$$

Расчет параметров антенны при приеме

Коэффициент усиления в любом заданном направлении и полное сопротивление на заданной частоте одинаковы, когда антенна используется для передачи или приема.

Электрическое поле электромагнитной волны индуцирует небольшое напряжение в каждом небольшом сегменте во всех электрических проводниках. Наведенное напряжение зависит от электрического поля и длины проводника. Напряжение зависит также от относительной ориентации сегмента и электрического поля.

Каждое небольшое напряжение индуцирует ток, и эти токи циркулируют через небольшую часть полного сопротивления антенны. Результат всех этих токов и напряжений далеко не мгновенный. Однако, используя теорему о взаимности, можно доказать, что эквивалентная схема Тевенина приемной антенны равна.

$$V_a = \frac{\sqrt{R_a G_a} \lambda \cos \psi}{2\sqrt{\pi Z_0}} E_0$$

Результаты практики: знания

1. Понятие цепи согласования и основных характеристик антенн.
2. Изучены принципиальные схемы цепи согласования.
3. Особенности разных цепей согласования.
4. Выбор цепи согласования.
5. Изучены основные характеристики антенн.

Результаты практики: умения и навыки

1. Приобретены и закреплены навыки работы в электронной библиотечной системе УрФУ.
2. Закреплены навыки по разработке принципиальной схемы.
3. Закреплены навыки и умения создания и оформления отчета по практике в полном соответствии с ГОСТ 7.32-2017 и шаблонами УрФУ.
4. Приобретены и закреплены навыки работы по оформлению отчета под руководством руководителя практики.

Заключение

В ходе выполнения задания на производственную практику получены следующие результаты.

1. Проанализирована литература по АСУ и расчетным основным характеристикам антенны. По ним можно будет рассчитать основные характеристики антенн.
2. Выбраны антенны на БЛПА для будущего испытания. Испытания будут проводиться на технологической практике.
3. На технологической практике будем устанавливать антенну и согласовать с приемопередающей частью. Так же планируется летные испытания БЛПА «Канатаход».

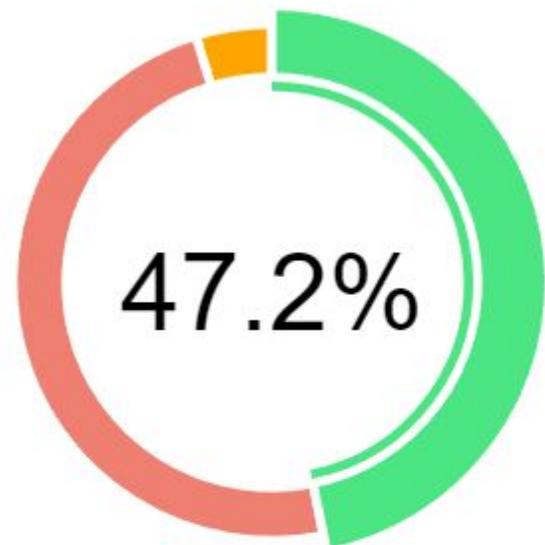
Список использованных источников

1. С.А. Balanis. Теория антенны: анализ и проектирование, 3-е изд. Wiley Interscience, 2005.
2. Асимптотическое поведение монодромии, Springer Berlin / Heidelberg, 1991, [ISBN 978-3-540-55009-9](#)
3. Маклис, Леа (2010-02-03). ["Умирает эксперт по антеннам и инженерный наставник GTRI"](#). Свисток. [Технологический институт Джорджии](#). Проверено 2011-11-09. Сайт «microwave-e.ru», URL: <https://microwave-e.ru/applications/razlichiya-mezhdu/>
4. "Стандартные определения терминов IEEE для антенн", стандарт IEEE Std 145-1993, стр. 6, 21 июня 1993.
5. Подгорный И. (EW1MM). ВЧ-заземление/ Радиолобитель. КВ и УКВ. - 1995. - N9.
6. Григоров И. (RK3ZK). Согласующее устройство на коаксиальном кабеле/ Радиолобитель. - 1995. - N7.
7. Подгорный И. (UC2AGL). Антенный тюнер/ Радиолобитель. -1994.-N2.
8. Подгорный И. (UC2AGL). Антенный тюнер/ Радиолобитель. -1991.-N1.

Список использованных источников

9. Григоров И. (UZ3ZK). Универсальное согласующее устройство// Радиолобитель. - 1993. - N11.
10. Падалко С. (RA6LEW). Антенное коммутационно-согласующее устройство/ Радиолобитель. - 1991. - N 12.
11. Орлов В. (UT5JAM). Всдиапазонное согласующее устройство к LW/ Радиолобитель. -1992. - N 10.
12. Виллемань П. (F9HY). Согласующее устройство для антенн типа LEVY/ /Радиолобитель. - 1992. - N10.
13. Подгорный И. (EW1MM). Универсальное антенное согласующее устройство/ Радиолобитель. - 1994. - N8.

Отчёт о проверке на наличие заимствований



Оригинальные фрагменты: 47.19 %
Цитирование: 3.92 %
Обнаруженные заимствования: 48.89 %

Просмотр работы

Заглавие: Проектирование антенн для БЛПА «Канатоход» и наземной станции управления с целью увеличения дальности связи действия приёмопередающего устройства.

Год публикации: 2022

Автор: Григорьев Матвей Игоревич

Проверяющий: Григорьев Матвей Игоревич

Комментарий к проверке:

Отсутствует

Сохранить результаты: [🔗](#) [📄](#) [📄](#) [📄](#) [📅](#)

Отзыв руководителя

Студент Григорьев Матвей Игоревич группы РИ-481221 института ИРИТ-РТФ за время прохождения практики выполнил поиск и глубокий анализ множества первичных документов, относящихся к тематике НИР, с целью обобщения, установления разницы и сходства, составление научно-технического обзора, изучения существующей конструкции узла передачи телеметрии, выбор увеличения дальности передачи телеметрии, изучения функционала и типовых схем включения ИМС трансмиттера.

В период практики студент проявлял ответственность при выполнении научно-исследовательской работы, тщательно изучал необходимую литературу, осуществил всё установленные сроки и добросовестно выполнял все требования научного руководителя.

Оценка за практику – 80 баллов

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**