



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

#70 Весна 2020



Полярное сияние в марте 2015 года. Автор снимка: Кирилл Казачков

СОДЕРЖАНИЕ

Великая магнитная буря — *Владислав Евстратов RX3ALL*
Новости науки — Ректенна без диодов. Бестопливная энергетика
ППП Радиоклуба МИЭТ — *Влад Жигалов R2DNN, Герман Антошкин R3YAB*
Применение сердечников из аморфного железа — *Дмитрий Горох UR4MCK*
Рамочка на палочке или LOP-antenna — *Владимир Поляков RA3AAE*
Автоматическое зарядное устройство — *Василий Текин*
Радио-Юмор... против коронавируса

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*
Редколлегия: *Владислав Евстратов RX3ALL, Дмитрий Горох UR4MCK,*
Владислав Жигалов R2DNN, Михаил Паршиков RK3FW

© Клуб RU-QRP

Великая геомагнитная буря мая 1921 года

По материалам зарубежных изданий

Владислав Евстратов RX3ALL

Здравствуйтесь, уважаемые читатели!

Этой весной особых событий в нашем Клубе не было, а сейчас мы всей страной сидим на карантине и события разворачиваются вне нашего Клуба. Поэтому даем описание события почти 100-летней давности, прямо относящееся к нашей тематике, и о котором стоит помнить.

На этой неделе ровно 99 лет назад люди по всему миру проснулись и увидели в газетах необычные заголовки. «Телеграфная служба легла, комета не виновата», — объявила Los Angeles Times 15 мая 1921 года. «Электрические помехи "худшие из известных"», — сообщила Chicago Daily Tribune. «Солнечное пятно ответственно за остановку железных дорог», — невозмутимо писала The New York Times. Газетчики не знали этого в то время, но они освещали самую сильную геомагнитную бурю 20-го века. Ничего подобного не происходило с тех пор.

Это началось 12 мая 1921 года, когда гигантское пятно AR1842, пересекающее Солнце во время фазы спада 15-го солнечного цикла, начало производить вспышки. Несколько вспышек, следовавших одна за другой, сопровождались выбросами корональной массы в сторону Земли. В течение следующих 3 дней они сотрясали магнитное поле нашей планеты. Ученые всего мира были удивлены, когда их магнитометры внезапно зашкалили — ручки ленточных самописцев бесполезно были прикованы к верхней части бумаги.

Заголовки некоторых газет, вышедших в середине мая 1921 года (рис. 1):

May 1921 Geomagnetic Storm

SUNSPOT CREDITED WITH RAIL TIE-UP

New York Central Signal System Put Out of Service by Play of Northern Lights.

The sunspot which caused the brilliant aurora borealis on Saturday night and the worst electrical disturbance in memory on the telegraph systems was credited with an unprecedented thing at 7:04 o'clock yesterday morning, when the entire signal and switching system of the New York Central Railroad below 125th Street was put out of operation, followed by a fire in the control tower at Fifty-seventh Street and Park Avenue.

This is the first time that a sunspot has been blamed for such a piece of mischief. From other accounts it appeared

The New York Times
Published: May 16, 1921
Copyright © The New York Times

SUNSPOT AURORA PARALYZES WIRES

Unprecedented Disturbance Is Attributed to Solar Manifestations.

BROADWAY LIGHTS DIMMED

Theatre Crowds Returning Home Amazed at the Brilliance of the Skies.

WASHINGTON, May 14.—The unusually severe aurora borealis of tonight has been blamed for the unprecedented disturbance which interrupted telegraphic transmission in the United States last week has been making itself felt also in

ELECTRIC DISTURBANCES AFFECT FRENCH WIRES

Aurora Not Visible, Its Absence Being Attributed to Atmospheric Conditions.

Copyright, 1921 by The New York Times Company
By Wireles to THE NEW YORK TIMES.

PARIS, May 14.—The disturbance which interrupted telegraphic transmission in the United States last week has been making itself felt also in

Рис. 1. Заголовки газет о геомагнитном шторме мая 1921 года

Ann. Geophys., 33, 109–116, 2015
www.ann-geophys.net/33/109/2015/
doi:10.5194/angeo-33-109-2015
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.



The extreme solar storm of May 1921: observations and a complex topological model

H. Lundstedt¹, T. Persson², and V. Andersson¹
¹Swedish Institute of Space Physics (IRF), Lund, Sweden
²Centre for Mathematical Sciences, Lund University, Lund, Sweden

Correspondence to: H. Lundstedt (henrik@hund.irf.se)

Received: 4 June 2014 – Revised: 19 November 2014 – Accepted: 29 December 2014 – Published: 27 January 2015

110

H. Lundstedt et al.: The extreme solar storm of May 1921

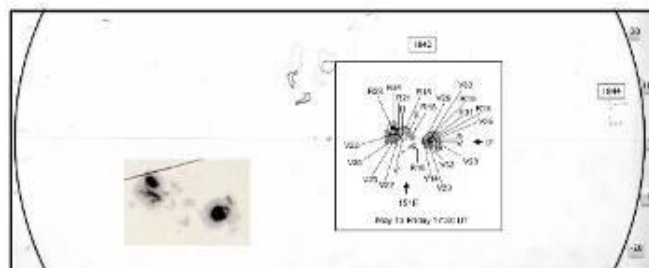


Figure 1. Mount Wilson drawing of active regions occurring on 13 May 1921 at 17:30 UT and to the left, a white-light observation by Royal Greenwich Observatory (RGO) at 09:55 UT.

Рис. 2. Солнечное пятно AR1842 13 мая 1921 года. Снимок и зарисовка

Затем начались пожары. 15 мая около 02:00 по Гринвичу в Швеции загорелся телеграфный пункт. Примерно спустя час тоже самое произошло на другом конце Атлантики в деревне Брюстер, штат Нью-Йорк, США. Пламя охватило телеграфный коммутатор на станции Брюстер Центральной железной дороги Новой Англии и быстро распространилось на все здание, полностью уничтожив его. Этот пожар, наряду с другими примерно в тоже время, является причиной того, что данное событие иногда называют «Нью-Йоркской железнодорожной супербурей».

Что вызвало пожары? Переменное магнитное поле наводит электрические токи во всех металлических предметах. Если он достаточно длинный — будь то мост, трубопровод, линия электропередач, — то наведенные токи могут быть весьма существенными. Сильные токи разрушили телеграфные системы в Австралии, Бразилии, Дании, Франции, Японии, Новой Зеландии, Норвегии, Швеции, Великобритании и США. The Ottawa Journal сообщило, что многие междугородние телефонные линии в Нью-Брунсуике (Канада) были сожжены штормом. На некоторых телеграфных линиях в США скачки напряжения достигали 1000 Вольт.

15 мая во время пика шторма южные города, такие как Лос-Анджелес и Атланта, ощущали себя как будто на Аляске — северное сияние «танцевало» в зените, а на телеграфных линиях трещали геомагнитные токи. Красное полярное сияние было замечено в Тихом океане на островах Самоа и Тонга, а также на кораблях, пересекающих экватор.

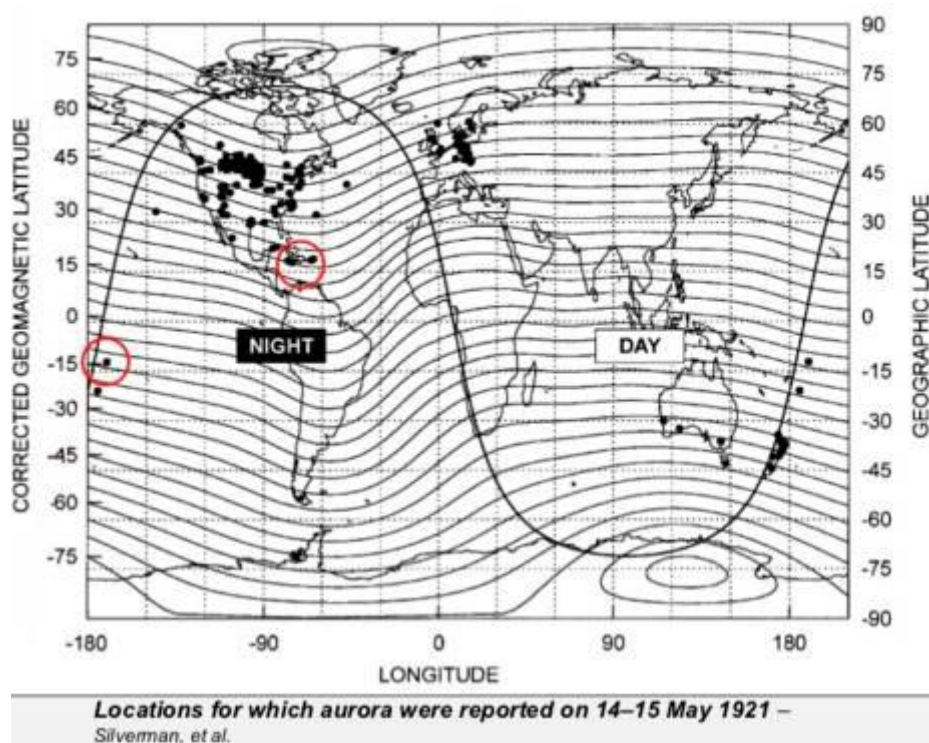


Рис. 3. Места, в которых было видно полярное сияние 14-15 мая 1921 года. Красным кругом слева обведен остров Самоа. Показаны скорректированная геомагнитная широта и географическая широта

Что будет, если сегодня случится подобная геомагнитная буря?

Исследователи уже давно занимаются этим вопросом. Совсем недавно вышла пара подробных статей, опубликованных в журнале Space Weather. «Великий шторм в мае 1921 года: пример опасного события космической погоды» Майка Хэпгуда (Лаборатория Резерфорда-Эплтона, Великобритания) и «Интенсивность и влияние Нью-Йоркской железнодорожной супербури в мае 1921 года» Джеффри Лава (Геологическая служба США) и его коллег.

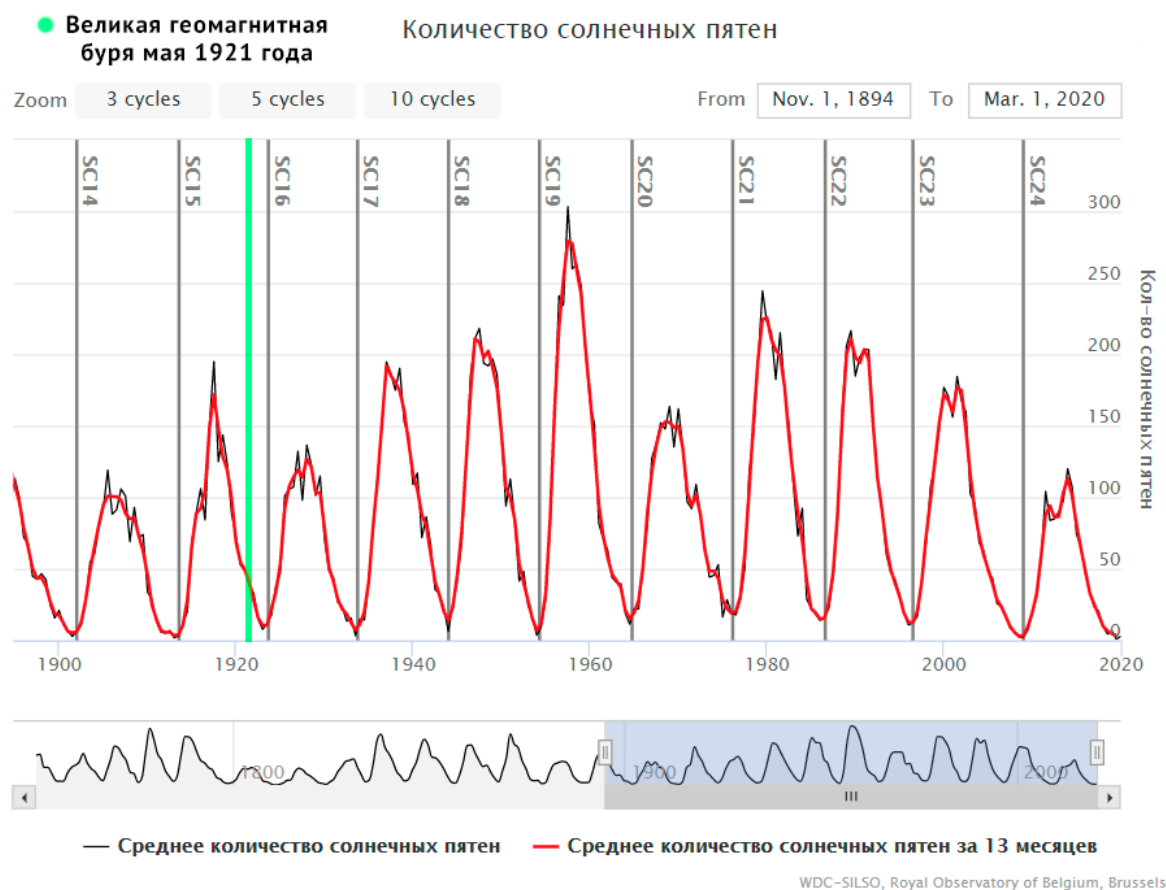


Рис. 4. Великая геомагнитная буря мая 1921 года случилась во время фазы спада 15-го солнечного цикла. Как можно видеть, 15-й солнечный цикл был средним по интенсивности

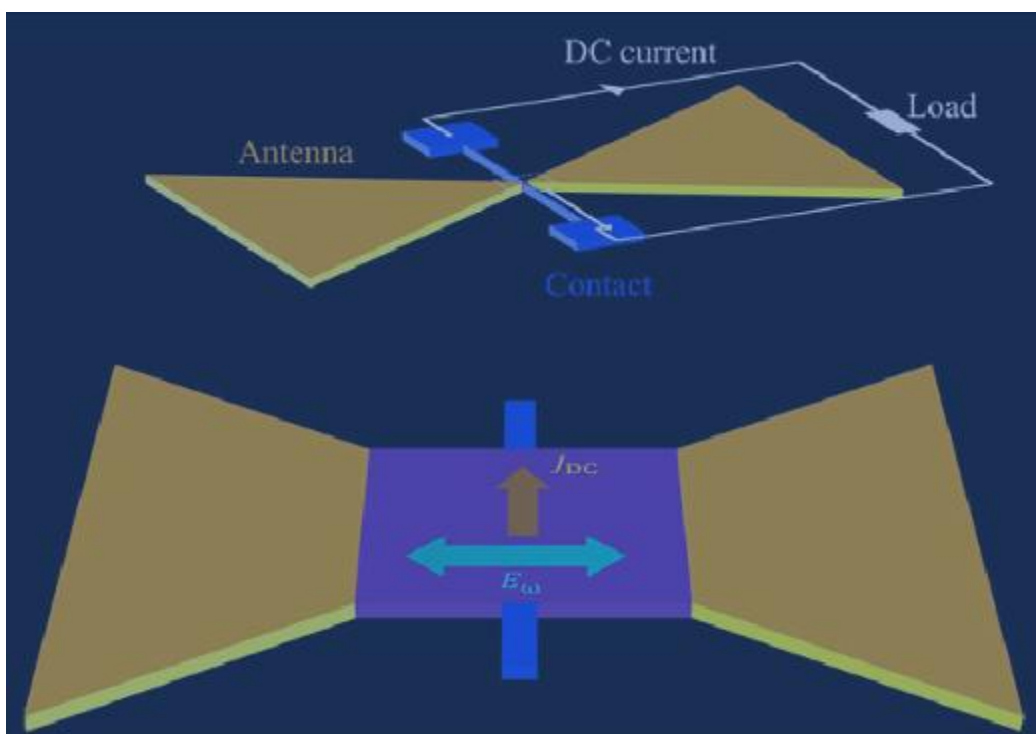
Также Джеффри Лав и его коллеги, изучая исторические данные, сорвали джекпот — они нашли несколько старых графиков магнитограмм, которые не зашкалили в мае 1921 года, когда магнитное поле нашей планеты сотрясали выбросы корональной массы. «15 мая буря достигла оценочного максимума $-Dst\ 907 \pm 132\ \text{nT}$, интенсивность которого сопоставима с интенсивностью События Каррингтона 1859 года», — пишут они в своей статье. Dst-индекс представляет собой осесимметричную относительно геомагнитного диполя компоненту возмущенного магнитного поля и определяется на основе измерений магнитного поля на четырех приэкваториальных станциях: Сан-Хуан, Херманус, Какиока, Гонолулу. Этот сухо звучащий результат противоречит общепринятой точке зрения. Студентам, изучающим космическую погоду, давно говорят, что Событие Каррингтона ($-Dst = 900\ \text{nT}$) было самой сильной

геомагнитной бурей за всю историю человечества. Теперь мы знаем, что майский шторм 1921 года был примерно такой же силы.

«Если бы подобная геомагнитная буря обрушилась сегодня, я бы ожидал, что она приведет к большинству, если не ко всем последствиям, описанным в докладе Королевской инженерной академии Великобритании 2013 года под руководством Пола Кэннона», — говорит Хэпгуд. «Это может включать в себя региональные перебои с электроснабжением, серьезные изменения орбит искусственных спутников Земли и потерю радио-технологий, таких как GPS. Нарушение работы GPS может оказать значительное влияние на логистику и аварийно-спасательные службы». Об этом стоит подумать в 99-ю годовщину 100-летнего шторма...

Новости науки

Физики придумали ректенну без диодов



Пример предложенной ректенны. Между двумя желтыми приемниками расположен материал на основе хирального кристалла, который производит ток. *Isobe et al. / Science Advances, 2020*

Американские физики описали устройство выпрямляющей антенны, в которой не используются диоды. Такая конструкция более чувствительна и энергоэффективна, и в перспективе с ее помощью можно будет подзаряжать мобильные устройства от радиоволн. Кроме того, она устраняет терагерцовый зазор. Статья [опубликована](#) в журнале *Science Advances*.

В середине XX века был изобретен способ получения постоянного тока от радиоволн. Для него необходима ректенна — выпрямляющая антенна. В ее конструкции применяют диоды, которые пропускают ток только в одну сторону. Проблема в том, что диоды обладают двумя фундаментальными недостатками. Во-первых, у них есть пороговое

минимальное напряжение для срабатывания, то есть либо радиоизлучение должно быть очень мощным, либо антенна большой. Во-вторых, ток через них начинает течь только через небольшое время после его подачи, что мешает использовать высокие частоты.

Эти и другие проблемы снижают эффективность получения электричества из радиоволн, хотя некоторые современные миниатюрные приборы потребляют микроватты энергии, и, гипотетически, их бы можно было запитать от роутера или даже использовать дистанционную зарядку мобильных устройств. Кроме того, между рабочими частотами фото- и радиодиодов существует зазор, из-за чего на данный момент трудно обнаруживать волны в диапазоне от 0,1 до 10 терагерц.

Группа ученых из Массачусетского технологического института под руководством Хироки Исобэ (Hiroki Ise) предложила альтернативную конструкцию ректенны, не использующую диоды. Вместо этого они предполагают использовать нелинейную электрическую реакцию нецентросимметричных кристаллов.

Дело в том, что некоторые материалы производят постоянный ток, будучи помещенными во внешнее колеблющееся электрическое поле. У них нет ни минимального напряжения для срабатывания, ни задержки. Поскольку нелинейная электрическая реакция появляется, в том числе, при терагерцовом и инфракрасном излучении, бездиодные ректенны устраняют терагерцовый зазор и могут заменить болометры, которые сейчас используются для обнаружения ИК-излучения, но также срабатывают с задержкой.

Ключевым элементом для этой технологии являются нецентросимметричные, хиральные кристаллы, то есть такие, чья одна половина не равна зеркальному отражению второй. Авторы предложили создавать такие кристаллы из графена из-за его проводящих свойств, но, в то же время, в чистом виде он симметричен. Для нарушения этой симметрии можно один слой графена дополнить подложкой из нитрида бора, или три слоя сложить так, чтобы атомы в получившемся кристалле образовывали неправильный треугольник. Если к материалу из таких кристаллов присоединить антенну, то он будет эффективно производить ток из радиоволн, даже если они слабы.

Недавно из графена также сделали светодетектор и аномальный магнит. На эффекте, схожем с нелинейным электрическим ответом, строится нелинейная оптика, на основе которой смогли создать дешевый дефектоскоп для двумерных материалов.

Василий Зайцев. Источник: <https://nplus1.ru/news/2020/03/31/graphene-radio>



Новости бестопливной энергетики

*Источников информации
полно в сети Интернет!*

Приемник прямого преобразования радиоклуба МИЭТ РК3АЗВ

Влад Жигалов R2DNN, Герман Антошкин R3YAB

В радиоклубе МИЭТ (Зеленоград) мы уже несколько лет давали студентам-первокурсникам задачу сделать приёмник прямого преобразования (ППП) по мотивам схем В.Т. Полякова. С переменным успехом это удавалось, но решения для монтажа каждый раз были экспериментальными. Применялись макетные платы под пайку, навесной монтаж, и даже был эксперимент с беспаячными макетками. Каждый раз даже при сделанной и отлаженной схеме студенческие конструкции не обретали законченного вида, и в эфире приёмники студентами почти не использовались. В этом учебном году мы решили разработать готовую конструкцию с промышленно изготовленными печатными платами и раздать студентам уже готовые комплекты плат и деталей. Получилась учебная конструкция, на которой студенты радиоклуба проходят некоторые базовые концепции радиотехники.

Схема. Приёмник рассчитан на диапазон 40 м (рис. 1) и сделан на основе классических схем прямого преобразования [1, 2]. Гетеродин - плавного диапазона (ГПД) с регулировкой варикапами. Питается приёмник от 9 В («Крона»).

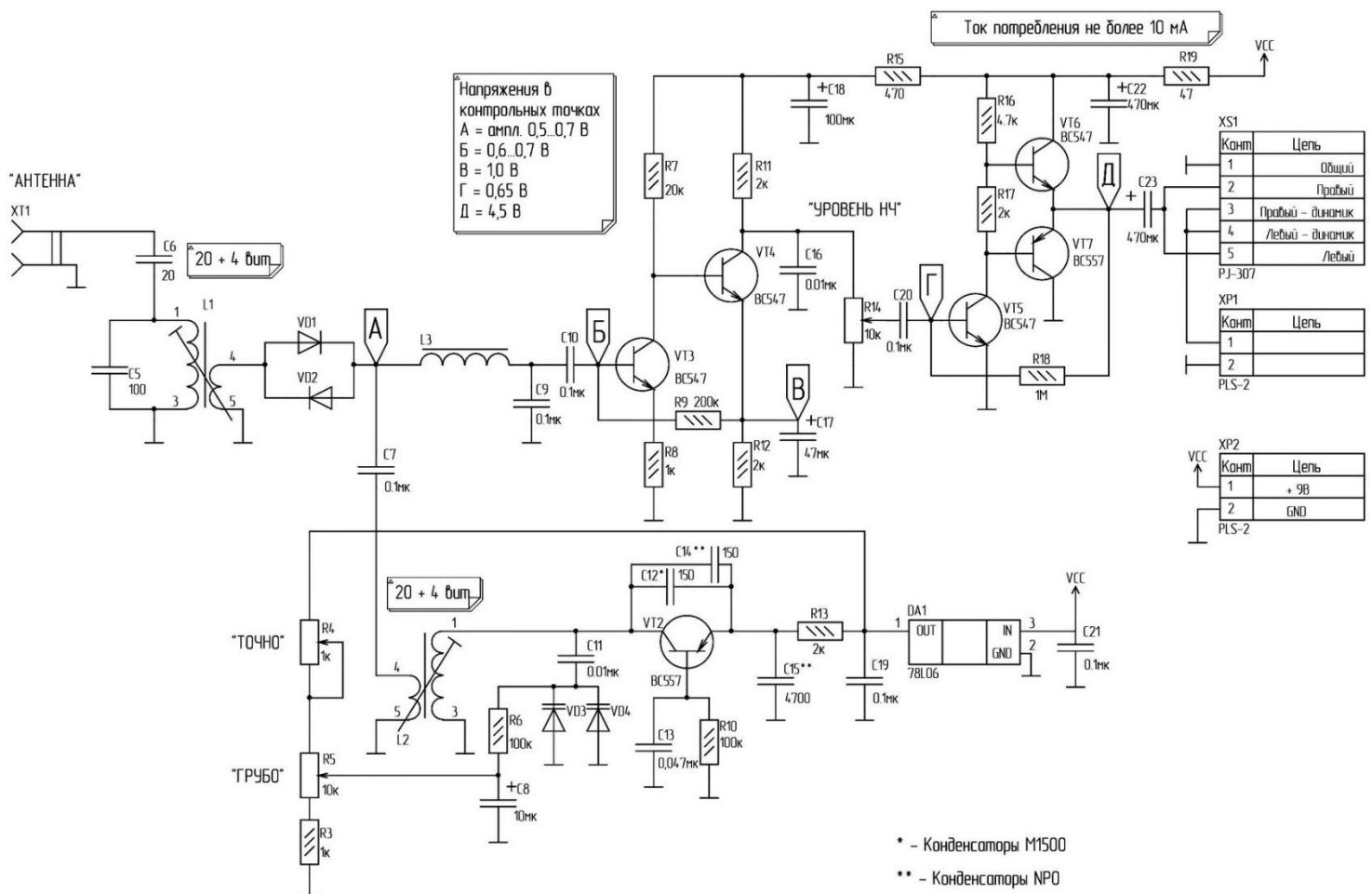


Рис. 1. Схема приёмника

В колебательный контур гетеродина входят L2 (первичная обмотка) и (VD3+VD4)-C11-(C12+C14)-C15, причем цепочки емкостей (VD3+VD4)-C11 и (C12+C14)-C15 входят в контур параллельно. Ёмкость контура определяют VD3+VD4 (переменная часть) и C12+C14 (постоянная часть). Цепочка резисторов R3-R5-R4 создает отрицательное смещение на варикапах VD3+VD4 и позволяет регулировать частоту – грубо и плавно. Гетеродин настроен на половинную частоту диапазона и перестраивается от 3500 до 3600 кГц с небольшим запасом сверху и снизу. Питание гетеродина стабилизировано 6 В стабилизатором DA1 и блокировочными конденсаторами C19 и C21.

Простой входной контур L1C5 связан с антенной через небольшую ёмкость C6 и со смесителем через вторичную обмотку L1 – так согласовывается высокое сопротивление контура с низким сопротивлением смесителя и антенны.

Смеситель на встречно-параллельных диодах VD1-VD2 позволяет выделять разностную частоту между частотой сигнала и удвоенной частотой гетеродина.

Через конденсатор C7 сигнал гетеродина со вторичной обмотки L2 поступает на смеситель, и тот же C7 входит в состав фильтра низкой частоты (ФНЧ) C7L3C9 с частотой среза около 3 кГц, что позволяет комфортно слушать SSB станции.

УНЧ состоит из предусилителя (VT3-VT4) и усилителя мощности (VT5-VT6-VT7), разделенных регулятором громкости. Выход и вход предусилителя связан отрицательной обратной связью (ООС) R9, которая выставляет режим транзисторов по постоянному току. Конденсатор C17 ослабляет ООС по звуковой частоте, что поднимает коэффициент усиления. Конденсатор C16 вместе с выходным сопротивлением предусилителя и регулятором громкости R14 образует дополнительный ФНЧ, ослабляя мешающие сигналы в районе нескольких килогерц. После регулятора громкости сигнал усиливается усилителем мощности на двух каскадах, причём второй каскад – эмиттерный повторитель на транзисторах разной проводимости. С точки соединения эмиттеров VT6 и VT7 сигнал, с одной стороны, поступает через R18 на вход, образуя ООС усилителя мощности (так образуется смещение на базе транзистора VT5), а с другой – идёт на низкоомную нагрузку через разделительный конденсатор C23. Цепочки C18R15 C22R19 развязывают по питанию каскады УНЧ друг от друга и от гетеродина, препятствуя самовозбуждению.

Детали и наладивание. Собирать приёмник лучше всего по частям. Прежде всего делают УНЧ и проверяют его работу, воткнув наушники и включив питание через миллиамперметр. Нормально работающий УНЧ должен потреблять около 10 мА, при этом в наушниках должен быть слабый белый шум. Если коснуться пинцетом входа УНЧ (левый по схеме вывод C20), в наушниках будет громкий фон 50 Гц. Измеряем вольтметром напряжение в точке Д соединения эмиттеров VT6-VT7 – оно должно быть равно половине напряжения питания. Также проверяются контрольные напряжения в точках Б, В, Г (на схеме указаны их типичные напряжения). Если при работающем УНЧ ток покоя значительно больше 10 мА (20...30 мА), то стоит его уменьшить, увеличив значение резистора R18, например, до 2 МОм. Поскольку схема и конструкция приёмника рассчитаны на

маломощную «Крону», то лучше сделать приёмник максимально экономичным. Выходной каскад VT6-VT7 является главным потребителем тока в приёмнике, и коэффициент усиления этих транзисторов, во-первых, должен быть примерно одинаков, а, во-вторых, он совместно с R18 и определяет потребляемый ток.

Усиление УНЧ получается с запасом, его хватает и на работу динамика. Если всё же предполагается использовать наушники, а сигнал получается слишком громким, рекомендуем заменить значение R8 на большее, например, 2...4,7 кОм – это снизит коэффициент усиления.

Дроссель L3 наматывают на ферритовом сердечнике высокой проницаемости 6000...10000 размером 10x6x4. С помощью челнока наматывают 200...300 витков. Еще один вариант - использовать недавно появившиеся сердечники из аморфного железа (см. статью Дмитрия Гороха в этом номере журнала), тогда число витков будет сильно меньше.

Затем можно приступать к гетеродину, смесителю и входному контуру. Катушки L1 и L2 – одинаковые, они наматываются на каркасах диаметром 5 мм с ферритовым подстроечным сердечником эмалированным проводом 0,15...0,2 мм. Для первичной обмотки – 20 витков, для вторичной – 4 витка. Первичную катушку лучше мотать виток к витку, туго прижимая витки к каркасу и друг к другу. Крайние витки можно закреплять нитками, а можно воспользоваться хитростями промышленных технологий ручной намотки: вырезается тонкая полоска плотной бумаги шириной примерно 1 мм и длиной около 2 см. Прежде чем намотать первый виток на катушку, один виток провода завязывают вокруг этой полоски у ее края и прикладывают эту полоску к катушке – вдоль каркаса, так чтобы маленькая петля была у основания катушки – так закрепляется первый виток. Затем плотно наматывают первичную катушку, начиная от этой петельки, чтобы полоска бумаги была плотно прижата намоткой к каркасу. Последний виток также закрепляют в виде петельки вокруг бумажной полоски. Аналогично делают вторичную обмотку на расстоянии пары миллиметров от первичной. В конце желательно закрепить обмотки парафином, лишние хвостики бумажной полоски обрезают.

После того, как приёмник спаян полностью, проверяют работу гетеродина с помощью осциллографа (при его наличии), либо сделав простейший пробник из германиевого диода, последовательно соединенного с вольтметром – так можно оценивать амплитуду переменного напряжения в различных точках схемы. В точке А измеряют амплитуду переменного напряжения – оно должно быть около 0,5...0,7 В (среднее значение должно быть равно 0).

Далее необходимо вогнать гетеродин в рабочий диапазон. Удобнее всего воспользоваться осциллографом или частотомером, но может помочь другой приемник или трансивер, подойдет и вещательный приёмник, имеющий диапазон КВ. Внешний приёмник надо настроить на частоту 3500 кГц либо на кратную (7000, 10500 и т.д.) – тогда можно будет принять основную частоту гетеродина либо его гармоники. Во второй версии нашего приемника предусмотрен пробник с кварцевой стабилизацией на 7000 кГц (рис. 2). Он позволяет иметь эталон

частоты, что также повышает удобство при отладке и настройке приёмника. При некоторых навыках можно находить диапазон и непосредственно в эфире, хотя для начинающих это сложно. При вывернутых влево ручках настройки собираемого приёмника (нижний край диапазона) вращением сердечника катушки L2 находят частоту 7000 кГц (частота гетеродина 3500).

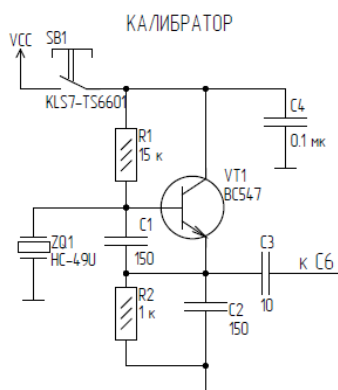


Рис. 2. Кварцевый калибратор частоты на 7000 кГц

Затем поворачиваем ручку грубой настройки вправо – смотрим, какая частота получается. В идеале должно быть около 7220...7240 кГц (оставляем по десять-двадцать килогерц запас сверху и снизу). Если диапазон получается слишком широким или слишком узким, надо подобрать значение конденсаторов C12 и C14. Ещё один способ регулировки ширины диапазона: изменить значение эмиттерного резистора R13. Дело в том, что при этом будет меняться амплитуда сигнала гетеродина, а она будет влиять на эффективную ёмкость варикапов: чем больше R13, тем меньше амплитуда, и тем больше эффективный интервал перестройки варикапов, шире диапазон. В пределах амплитуды 0,5...0,7 В в точке А смеситель будет работать хорошо, и некоторый запас в вариации амплитуды гетеродина обычно есть. И, наконец, можно также увеличить значение сопротивления R3 до нескольких килоом в случае слишком широкого диапазона.

Ещё одна работа, которую желательно провести при отладке приёмника – подобрать ТКЕ конденсаторов колебательного контура гетеродина. Варикапы и катушка имеют положительный температурный коэффициент, и их надо компенсировать отрицательными ТКЕ C12-C14. Для этого можно применить в одном из них ТКЕ M1500 (-1500 ppm на градус), а во втором NP0 (нулевой температурный коэффициент), а соотношением ёмкостей C12 и C14 можно регулировать совокупный ТКЕ.

Проверять уход частоты от температуры лучше после того, как приёмник остынет после пайки. Потребуется термометр, небольшая картонная коробка и какой-либо источник тепла либо холода. Включённый приёмник вместе с термометром закрывают в коробку и дают частоте и температуре внутри застabilizироваться вдали от источника тепла или холода. Замечают частоту гетеродина внешним приёмником, и записывают температуру. Затем переносят коробку на подоконник (если на улице холодно) или ставят на нагреватель, и дожидаются установки новой стабильной частоты и новой стабильной температуры. Достаточно перепада температуры около 10 °С. Для использования приёмника в домашних условиях желательно добиться, чтобы частота уходила не больше 100 Гц/°С.

Этот этап можно совместить с предыдущим, либо сначала грубо выставить частоту и ширину диапазона, затем подобрать ТКЕ контурных конденсаторов, а затем более точно отрегулировать ширину диапазона резисторами R3/R13.

В конце, подключив антенну, регулируют входной контур подстройкой ферритового сердечника L1 по максимуму громкости сигнала или шума в середине диапазона, затем еще раз точно выставляют начало диапазона катушкой L2, и отладка приёмника завершена.

Конструкция

Мы разработали печатные платы, которые позволяют сделать законченную конструкцию в классическом любительском форм-факторе: основная плата, передняя панель, задняя панель (рис. 3). Панели спаиваются текстолитовыми уголками (которые также входят в комплект). Можно также сверху добавить металлический кожух и закрепить его винтами, тогда конструкция будет более жесткой и влияние внешней температуры снизится. Да и смотрится такая конструкция куда более законченной и красивой. Малогабаритный динамик можно закрепить на кожухе снизу, проделав в кожухе отверстия.

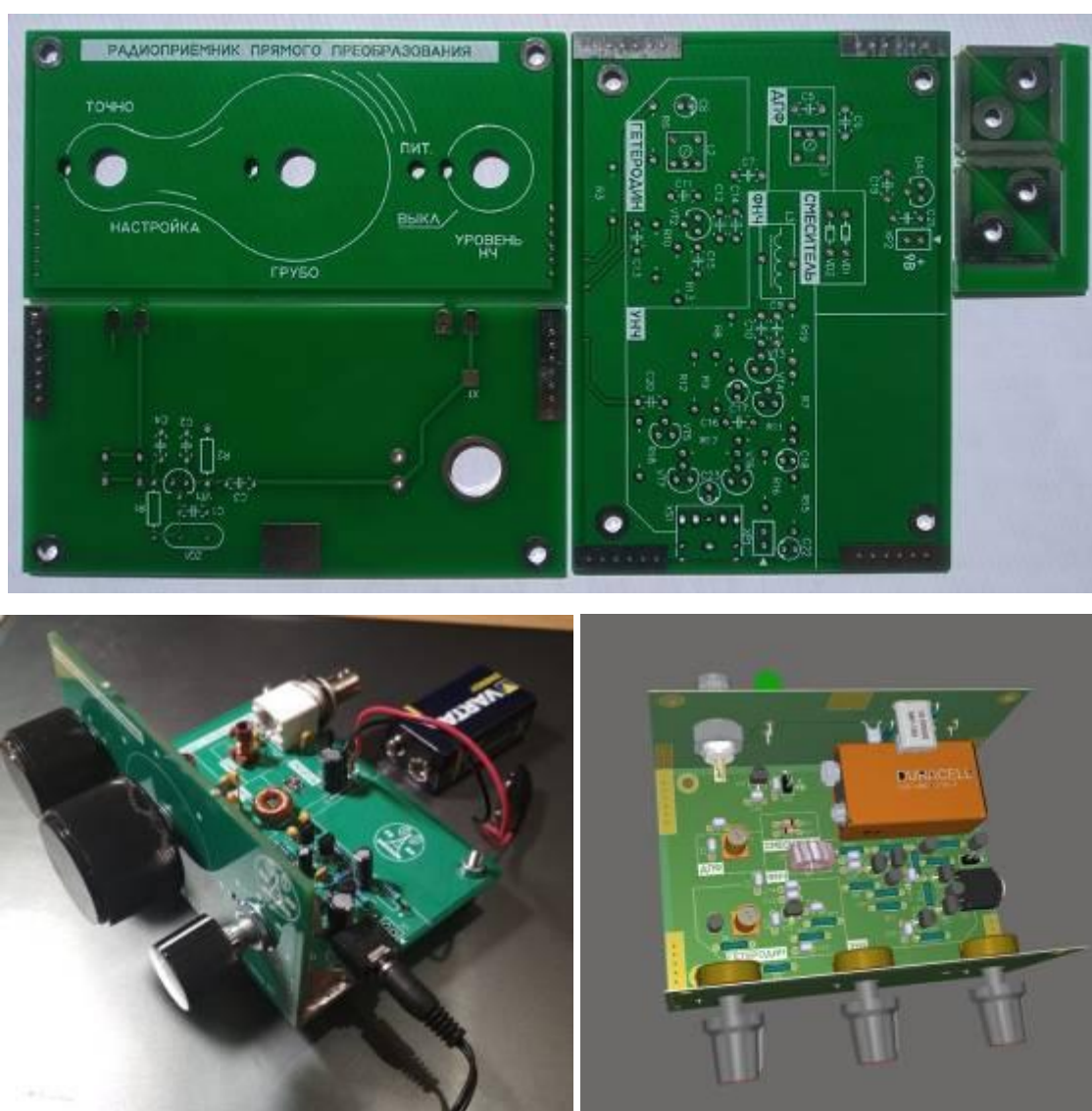


Рис. 3. Конструкция приемника. Вверху – комплект плат второй версии. Слева внизу – первая версия приёмника в сборе (без задней панели), справа внизу – модель второй версии

Роль приёмника в обучении

Мы специально выбрали схему приёмника Полякова за основу для обучения студентов первого семестра радиоклуба. Практика показывает, что современные первокурсники, как правило, не умеют паять, и представления о схемотехнике у них обычно зачаточные. На примере различных узлов конкретной схемы студенты в течение семестра знакомятся со следующими темами:

- Транзистор, усилительные каскады
- Обратная связь
- Колебательный контур, генератор
- Принцип прямого преобразования
- Диод, как нелинейный элемент, смеситель
- Фильтры

Причём теория сама по себе «заходит» не очень, а вот сопровождаемая самостоятельной сборкой конкретных узлов на каждом занятии, она усваивается гораздо легче.

Первые 20 комплектов плат и деталей были розданы студентам (платы благодаря сотрудничеству МИЭТа с предприятием «Резонит» студентам достались бесплатно, а комплект деталей обошёлся в 500 руб). В итоге примерно половина студентов дошла до работающей конструкции за 3-4 занятия. Остальные, скорее всего, в процессе решили, что радиолюбительство – не для них.

Конечно, итогом сборки приёмника должны быть регулярные наблюдения начинающих радиолюбителей в эфире. К сожалению, с этой задачей студенты почти не справляются. Видимо, желание приобщиться к эфиру у большинства из них не такое сильное, чтобы преодолеть очевидные трудности – необходимо устроить хотя бы простейшую антенну, мешают сильные помехи в помещении, надо отладить и довести «до ума» приёмник (в частности, подобрать ТКЕ). Но при наличии такого желания данная конструкция вполне может дать первый опыт в сборке собственного приёмника прямого преобразования.

Работа приёмника первой версии: https://www.youtube.com/watch?v=3a_at6dalJq

Предварительные заказы на комплект плат и деталей можно присылать по адресу zhigalov@gmail.com. Детали можно уточнить по этому же адресу или на форуме ([ссылка](#)).

Литература:

1. В.Т. Поляков. Радиолюбителям о технике прямого преобразования (1990). <http://qrp.ru/files/literature/category/10?download=247>
2. В. Борисов, В. Поляков. Приемник прямого преобразования для "охоты на лис", журнал "Радио" за 1982 год, №4, стр. 49 - 52; №7, стр.54, 55. <http://qrp.ru/files/literature/category/10?download=376>

Применение сердечников из аморфного железа

Дмитрий Горох UR4МСК

Однажды, в поисках сердечника для LC фазовращателя приемника прямого преобразования (ППП), я наткнулся на странные белые кольца [1] с малым числом витков и индуктивностью 100 мГн. Такая большая индуктивность при небольшом числе витков возможна, если кольцо обладает высокой магнитной проницаемостью. Изучение этого вопроса привело к новым для меня сердечникам из аморфного железа. Источник [2] гласит:

В материале с нанокристаллической структурой кристаллиты расположены по всему объему ленты и имеют диаметр 10...20 нм. Благодаря этой структурной особенности достигается высочайшая магнитная проницаемость и самая маленькая коэрцитивная сила. Наряду с этим малая толщина ленты и относительно высокое удельное сопротивление (110–120 мкОм/см) обеспечивают низкие потери на вихревые токи и прекрасные частотные характеристики магнитной проницаемости.

Это очень заманчивый вариант – хорошие фазовращатели и фильтры возможны на катушках с толстым проводом и небольшим числом витков. Насколько эта идея рабочая, предстояло выяснить. Я сделал заказ на Aliexpress готовых катушек на 100 мГн, а также сердечников разных размеров из этого дивного материала. Получив посылку, я был удивлен. Оказалось, что этот «сердечник» из пластика! Точнее – у него пластиковая оболочка, которая снимается, а внутри находится очень тонкая (несколько микрон толщиной) и очень хрупкая металлическая лента (рис. 1 и 2). Не советую будущим экспериментаторам повторять разборку, т.к. очень легко поранить пальцы и повредить сердечник!



Рис. 1. Разобранный сердечник

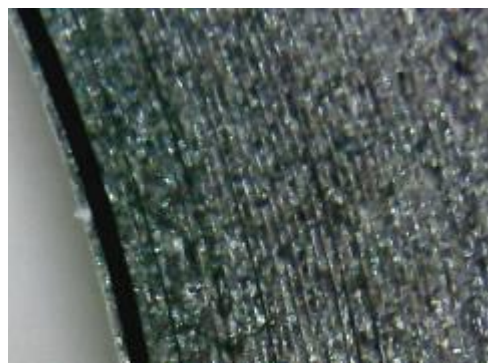


Рис. 2. Фрагмент сердечника под микроскопом

Для того чтобы определить насколько хороши свойства таких колец и имеет ли смысл их использовать в НЧ конструкциях, я провел серию экспериментов.

Прежде чем начинать эксперименты, следует хотя бы определить магнитную проницаемость колец. На рис. 3 приведен результат измерения параметров одного из таких колец из аморфного железа. Использовалась программа “mini Ring Core Calculator” [3].

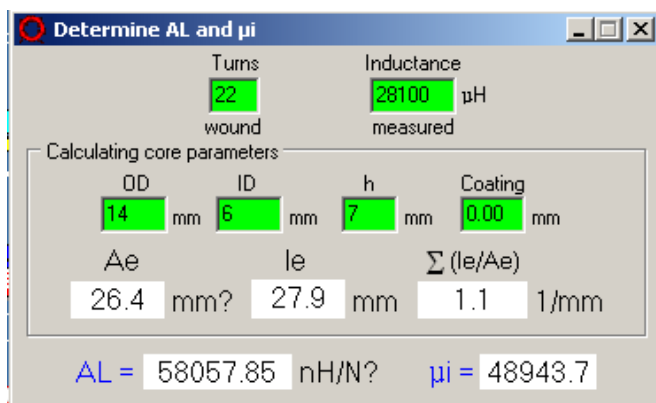


Рис. 3. Измерение параметров кольца

Сутью эксперимента было построить фильтр с частотой среза 2.7 кГц с использованием разных колец, провести измерение АЧХ и сравнить результаты на графиках. На рис. 4 показана схема Чебышевского ФНЧ 3-го порядка. Он проектировался под входное и выходное сопротивление 1 кОм с тем, чтобы получить «удобные» значения емкости и индуктивности, а также потому, что это сопротивление близко к тем, что имеют место в простых ТПП [4].

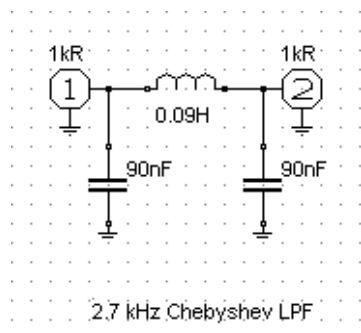


Рис. 4. Схема ФНЧ 3-го порядка

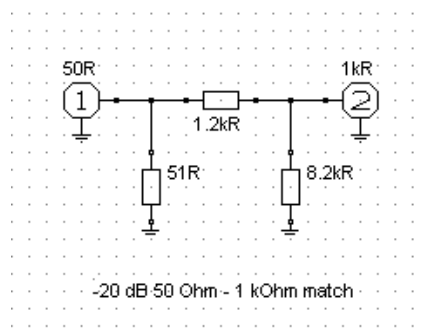


Рис. 5. Схема согласования

Генератор сигналов имеет выходное сопротивление 50 Ом, так что потребовалось согласование (рис. 5). На выходе фильтр нагружается резистором 1 кОм и через последовательный резистор в 10-12 кОм сигнал идет на линейный вход звуковой карты. SDR-программа [5] используется для считывания показаний амплитуды в децибелах. Перед экспериментом измерительный тракт был откалиброван с шагом 100 Гц в полосе 100 Гц...10 кГц. На рис. 6 представлены все типы сердечников с подписями, принимавшими участие в эксперименте.



Рис. 6. Сердечники в эксперименте

L1 – это ферритовый сердечник (также с Aliexpress) размерами 10x6x5 мм и проницаемостью 4500; **L2** – фабричная индуктивность на 90 мГн (номинал 100 мГн) из аморфного железа; **L3** – ферритовый сердечник Micrometals размерами

При 22 витках измеренная индуктивность составила 28.1 мГн, а магнитная проницаемость – почти 50 тысяч! Это небывалый результат и потому очень важно было проверить амплитудно-частотные свойства цепей с такими индуктивностями.

Эксперимент №1. ФНЧ 3-го порядка

16x10x7 мм и проницаемостью 2500; L4 – сердечник из аморфного железа размерами 14x7x7 мм, проницаемость 55000.

В качестве емкостей фильтра использовались пленочные конденсаторы номиналом 100 нФ, но их измеренная емкость была около 90 нФ. В эксперименте эти конденсаторы оставались неизменными, менялись только индуктивности. Результаты измерений АЧХ приведены на рис. 7-9. Цвета кривых соответствуют условным цветам индуктивностей (L) на рис.6. Красным обозначена кривая *идеальной* АЧХ фильтра. Измерения проводились с точностью 0.5 дБ.



Рис. 7. Общая АЧХ ФНЧ 3-го порядка



Рис. 8. АЧХ в полосе пропускания

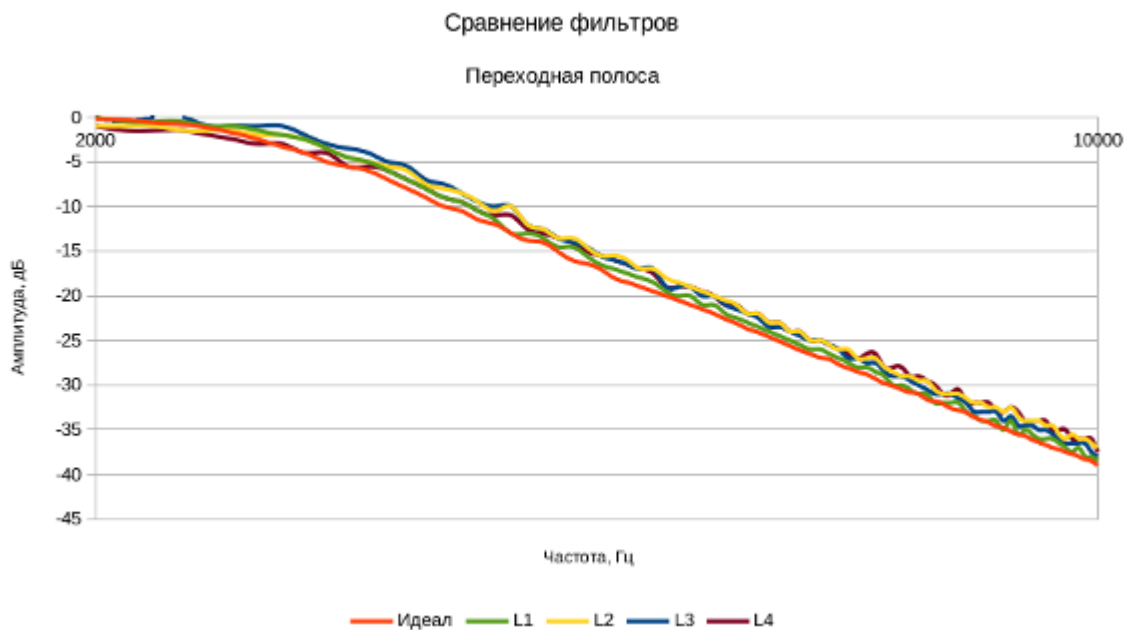


Рис. 9. АЧХ в переходной полосе

Как видно, все четыре фильтра в полосе пропускания (рис.8) близки в пределах 1-1.5 дБ к идеальной АЧХ. Самым лучшим оказался L3 (большой синий ферритовый сердечник). Это ожидаемо, т.к. его большие размеры означают также и его большую добротность. Также хорошие характеристики у другого ферритового сердечника L1 (зеленый график). А вот сердечники из аморфного железа (L2, L4) показали некоторые потери (до 1.5 дБ) в конце полосы пропускания по сравнению с идеальной АЧХ (красная кривая). Что же касается переходной полосы (рис.9), то тут результаты примерно одинаковы.

ВЫВОД: Потери в сердечниках из аморфного железа невелики и такие катушки можно использовать в простых ФНЧ.

Эксперимент №2. Последовательный резонанс

Чтобы оценить добротность катушек с сердечниками из аморфного железа и из феррита, был проведен эксперимент, в ходе которого измерялся последовательный резонанс. В качестве емкости контура использовался пленочный конденсатор из первого эксперимента. Характеристическое сопротивление составило также 1 кОм. На рис.10 показаны результаты. Чем «глубже» и «острее» пик, тем более высокой добротностью обладает катушка. Видно, как хорошие результаты показали L1 и L3 (сердечники из феррита) и несколько меньшую добротность – сердечники из аморфного железа L2, L4. Также стало заметно, что L1 имеет немного большую индуктивность и потому ее резонанс смещен вниз по частоте.

ВЫВОД: Сердечники из аморфного железа имеют несколько большие потери (а значит и меньшую добротность), чем аналогичные из феррита.

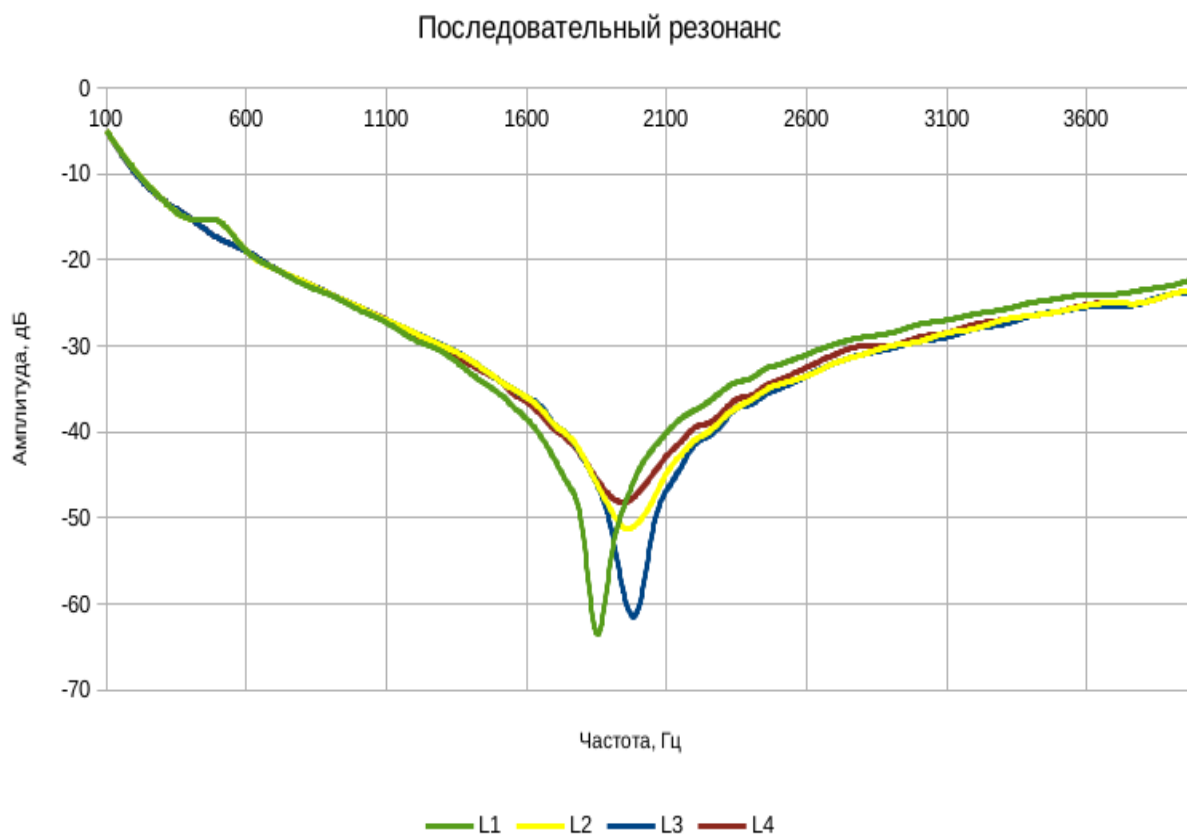


Рис. 10. АЧХ последовательного резонанса

Эксперимент №3. Фазовращатель

Чтобы окончательно убедиться в целесообразности использования сердечников из аморфного железа, было проведено сравнение на узкополосном (500...1000 Гц) LC-фазовращателе 2-го порядка с сопротивлением 50 Ом. В сравнении участвовали: 2 сердечника из феррита с проницаемостью 4500 и 2 сердечника из аморфного железа с проницаемостью 55000. На рис. 11 приведена схема фазовращателя с питанием и нагрузкой. Указанные на схеме индуктивности относятся к полным обмоткам L1 и L2 между их крайними выводами. Неполярные керамические конденсаторы C1 и C2 подбирались для настройки звеньев на указанные на схеме частоты. Источником квадратурного сигнала был генератор с двумя выходами и возможностью установки разности фаз в 90 градусов. Подстроечный резистор R3 использовался для балансировки, с его движка снимался сигнал и подавался на линейный вход звуковой карты. Подробности по конструкции фазовращателя и его настройке даны в [4, стр. 163,164].

Измерения на рис. 13 производились с переменным шагом: 100 Гц по краям диапазона отрицательных частот, а также в полосе пропускания, и с шагом 50 Гц — в полосе подавления. Чтобы на графике проявились точки «бесконечного» подавления, вблизи этих расчетных частот шаг можно еще уменьшить, вплоть до 1 Гц. Многооборотным резистором R3 следует провести тщательную балансировку выхода фазовращателя, по наилучшему подавлению в расчетной полосе частот.

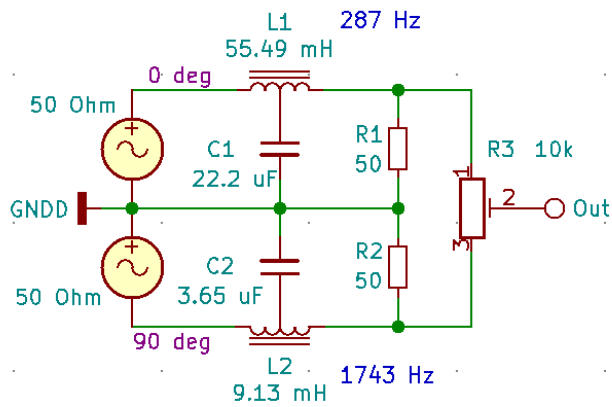


Рис.11. LC-фазовращатель 2-го порядка

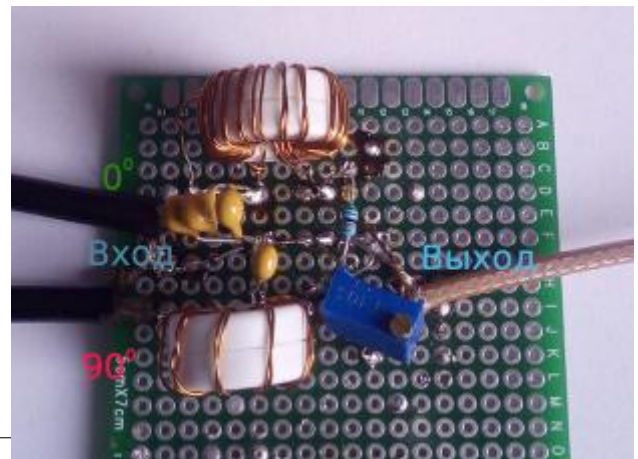


Рис. 12. Монтаж фазовращателя

Монтаж (как и в двух других экспериментах) производился на макетной плате (рис. 12). Обратите внимание, как мало витков содержит фазовращатель с сердечниками из аморфного железа! На получившейся АЧХ видны достаточно хорошие результаты для обоих вариантов (рис.13):

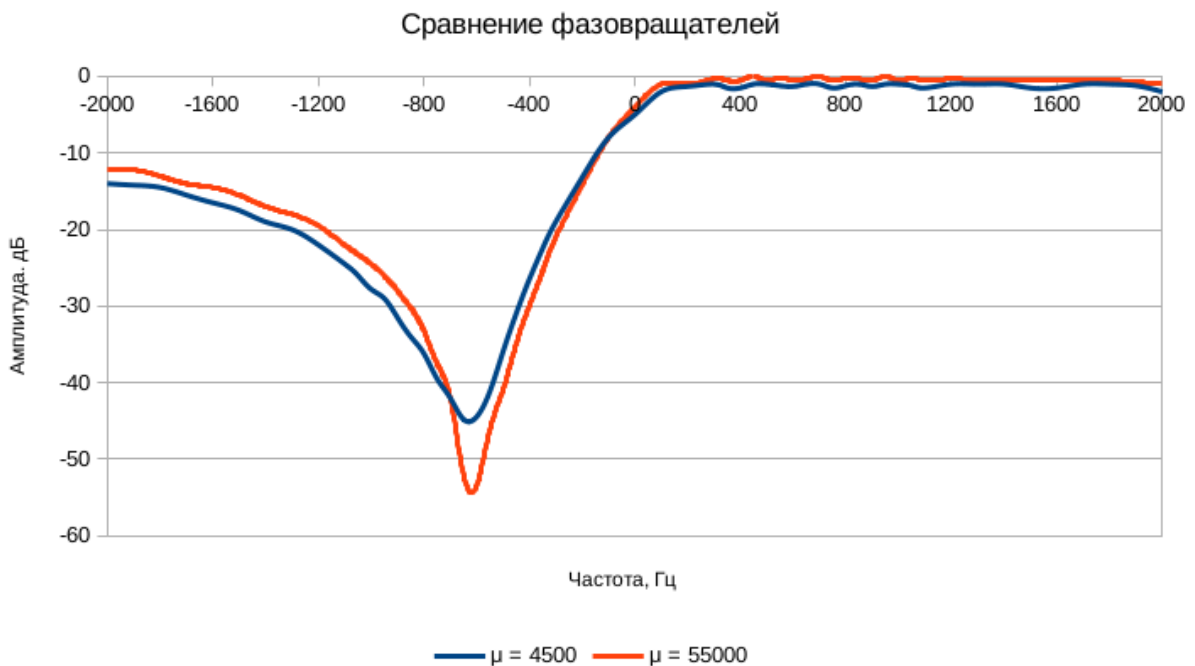


Рис. 13. АЧХ двух фазовращателей с кольцами разных проницаемостей

Результаты обнадеживающие. Потери в полосе пропускания (положительные частоты) пренебрежимо малы, а подавление нерабочей полосы (отрицательные частоты) близко к расчетному для такого узкополосного (телеграфного) фазовращателя. Тот факт, что подавление у фазовращателя с сердечниками из аморфного железа даже выше, я объясняю более точной подстройкой его звеньев на указанные на схеме частоты.

ВЫВОД: В схеме простого LC-фазовращателя сердечники из аморфного железа практически аналогичны сердечникам из феррита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты трех экспериментов показывают, что сердечники из аморфного железа достойны внимания радиолюбителей. По своим характеристикам они мало чем уступают ферритам в схемах, где не требуется высокая добротность. При этом они имеют малое количество витков; их легко изготавливать, применяя толстый провод; у них невелики потери на звуковых частотах и ничтожные омические потери на постоянном токе; малые паразитные емкости и высокие частоты собственного резонанса. Все эти положительные качества могут вернуть внимание конструкторов техники прямого преобразования к схемам на LC элементах. Там, где ранее требовалось долго мотать на феррите 500-800 витков тонкого провода с риском его обрыва, теперь можно быстро намотать 20-60 витков более толстым проводом и получить хорошие результаты!

Сфера применений сердечников из аморфного железа не ограничивается только низкочастотной техникой. Их можно использовать и как дроссели, и как малогабаритные трансформаторы, и как фильтрующие элементы антенно-фидерных устройств. Об этих и некоторых других «профессиях» «аморфов» мы поговорим в одной из будущих публикаций.

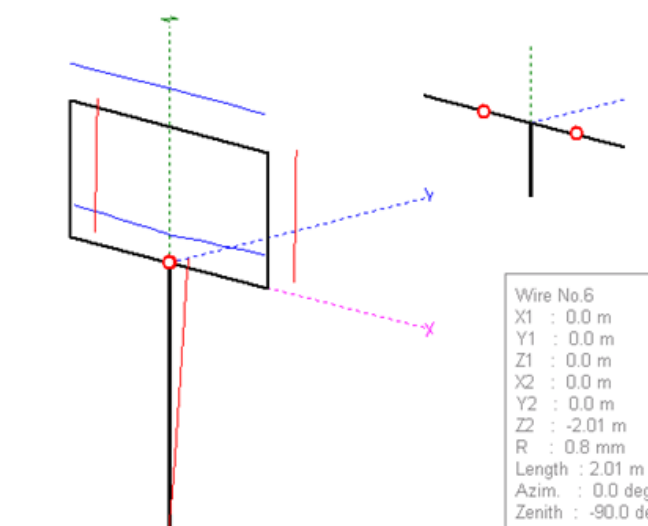
ССЫЛКИ

1. Сердечники из аморфного железа –
<https://www.aliexpress.com/item/32880121098.html>
<https://www.aliexpress.com/item/32868538198.html>
2. <https://www.ferrite.com.ua/amorphous/index.html>
3. <http://www.electroniccircuits.com/electronic-software/mini-ring-core-calculator-program>
4. Поляков В.Т. «Радиолюбителям о технике прямого преобразования»
<http://grp.ru/files/literature/category/10-ra3aaedocs?download=247>
5. <https://gqrx.dk>
6. Конденсаторы: <https://www.aliexpress.com/item/33022002546.html>
7. Ферритовые кольца: <https://www.aliexpress.com/item/33022002546.html>
8. LC-метр LC200A: <https://www.aliexpress.com/item/32781823760.html>
9. Двухканальный генератор сигналов 0-60 МГц:
<https://www.aliexpress.com/item/32841230741.html>

Рамочка на палочке или LOP-antenna

Владимир Поляков RA3AAE

О чем пойдет речь. LOP это Loop-On-Pole, по-нашему рамка на палке, или как дано в названии ласкательно-уменьшительно «рамочка на палочке». Поскольку, публикуя эту статью, автор без лишней скромности претендует на мировую славу, то придумал ей и легко запоминающееся русское, и английское название в виде аббревиатуры, как они любят, и по делу, и не очень.



Но пошутили, и будет. Речь пойдет о направленной рамочной антенне на диапазон 20 метров, уменьшенных габаритов. В нашем случае 2 x 1 м (сама рамка), а если считать еще 2 м свисающего вниз провода, то 2 x 3 м. Читатель, разумеется, уже посмотрел на рис. 1, и удивился: что это, антенна для ловли радиоволн или каркас сачка для ловли бабочек?

Рис. 1. Геометрия антенны

Откуда взялась такая конструкция и как она работает? Объяснений у

меня не меньше 3-х...4-х, причем совершенно разных, но с одинаковым результатом. Приведу самое простое и понятное. Всем хорошо известна антенна «лисолова» на диапазон 80 метров, содержащая рамку и штырь. Сигналы от них складываются, но не просто, а в квадратуре, т.е. со сдвигом фазы одного из них на 90° . Фазовый сдвиг нужен потому, что в проходящей волне электрическое поле E и магнитное поле H синфазны. Сигнал на штыре пропорционален самому полю E , а сигнал в рамке – скорости изменения магнитного поля, т.е. dH/dt . Колебания полей в проходящей волне синусоидальны, а производная от синуса есть косинус, т.е. тот же синус, но сдвинутый по фазе на 90° . Иначе говоря, в «лисолове» две антенны – электрическая и магнитная.

Итак, сдвинули фазу, уравнив амплитуды сигналов, сложили их, и получили диаграмму направленности (ДН) в виде кардиоиды. Мне представляется, что у малой, по сравнению с длиной волны, антенны лучшую ДН получить трудно, а может быть и вообще невозможно. Далее в мыслях автора начинает работать «скупердяйство». Как однажды пошутил Геннадий Шульгин: «Он резистора лишнего в схему не поставит». И он был прав. Зачем нам штырь, если уже есть провода рамки, висящие в воздухе над корпусом «лисолова». Они и послужат «штырем», то есть электрической антенной. Выводы рамки замыкать не надо – с них снимается квадратурный сигнал. А синфазный сигнал (штыревой) снимем со средней точки обмотки рамки. Но не будем дальше заниматься усовершенствованием «лисолова» (хотя надо бы), а перейдем к нашей антенне, и будем рассматривать ее как передающую.

У нашей рамки будет два источника, с одинаковой амплитудой, но с некоторым сдвигом фазы. На общем чертеже антенны рис. 1 они слились, потому что расположены в самом начале горизонтальных проводов рамки, но в правом верхнем углу рисунка источники показаны с увеличением. Источники возбуждают как рамку в качестве рамки, так и вертикальный диполь, верхнее плечо которого образуют провода рамки (она работает как емкостная нагрузка), а нижнее плечо – свисающий вниз по диэлектрической мачте провод-противовес. Получились две антенны – электрическая и магнитная. Они возбуждают соответствующие поля E и H . Теперь надо подбирать их амплитуды и фазы, чтобы они соответствовали векторам электромагнитной волны в свободном пространстве (рис. 2).

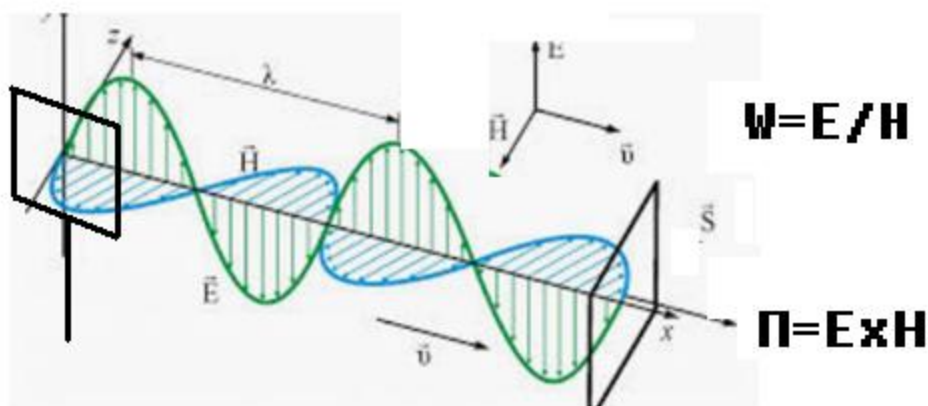


Рис. 2. Электромагнитное поле, излучаемое антенной

Небольшое отступление в электродинамику. Рисунок автор заимствовал из интернета (там таких полно), но слева в начале координат пририсовал нашу антенну, а справа приписал жирным шрифтом два соотношения для электромагнитной волны. Напомню, что E измеряется в В/м, а H в А/м. Отношение E/H дает волновое сопротивление пространства W , измеряемое в Омах. Для свободного пространства без диэлектриков и магнетиков оно равно 120π или 377 Ом. Оно вовсе не зависит ни от E , ни от H , поскольку E пропорционально H .

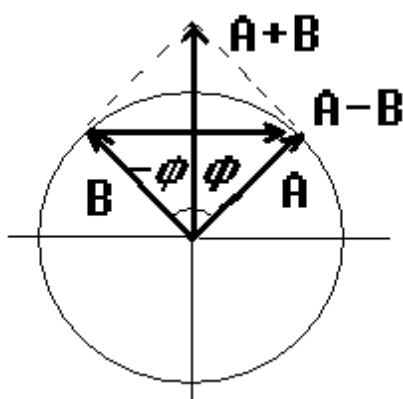
Произведение E и H дает плотность потока энергии, переносимой волной P , измеряемую в Вт/м². Вектор P называют вектором Умова-Пойнтинга. Если на пути волны стоит приемная антенна с эффективной площадью S (справа на рисунке), то принятая мощность будет равна PS . Только для больших антенн по сравнению с длиной волны (зеркала, синфазные решетки) эффективная площадь близка к геометрической. Для малых антенн она определяется выигрышем $G = \text{КНД} \times \text{КПД}$. Это то самое G_a , которое считает моделировщик антенн MMANA. Теория антенн дает следующую формулу: $S = \lambda^2 G / 4\pi$. Теперь ясно, что у хорошей антенны должен быть большой выигрыш, то есть высокий КПД, и желательна направленность (КНД). Вернемся к антенне.

Зачем нужны два источника? В этом-то и состоит главная идея. Представьте, что источники – это два генератора с коаксиальными выходами, или концы двух коаксиальных кабелей. «Земли» генераторов соединяем вместе, и подключаем к противовесу. Если у нас кабели, то оплетки соединяем вместе, а противовес уже

не нужен, им послужит внешняя поверхность оплеток. Но в самом низу, там, где кончается противовес, на кабель надо поставить запорный дроссель (так и задумывалось с самого начала). «Горячие» выводы генераторов или жилы кабелей соединяем с плечами рамки. Если генераторы строго синфазны, то оба плеча рамки возбуждаются одинаково, ток в середине верхнего провода рамки обращается в нуль, рамка работает как емкостная нагрузка и излучает только вертикальный диполь, образованный проводами рамки и противовесом. ДН такая же, круговая, как у простого вертикала, с нулем в зените.

Сделаем источники противофазными. Теперь они оказываются последовательно включенными в рамку и возбуждают в ней кольцевой ток. А «вертикал» вообще не возбуждается, поскольку токи в вертикальных проводах рамки противоположны, а противовес подключен к средней точке источников, и тока в нем тоже нет. ДН будет как у вертикальной «дельты» – «восьмерка» по азимуту и почти круговая в вертикальной плоскости, с максимумом в зенит и нулями на горизонт.

Теперь возьмем какое-то промежуточное значение сдвига фазы между напряжениями источников $\pm\varphi$, лежащее в диапазоне от 0 (синфазные источники) до $\pm 90^\circ$ (противофазные источники). Этот случай показан на рис. 3, где напряжение первого источника (правого на всех рисунках) обозначено вектором **A**,



а второго (левого) – вектором **B**. Несложно сообразить, что штырь, или вертикал в нашей антенне возбуждается суммарным напряжением двух источников **A+B**, а рамка – разностным напряжением **A-B**. Эти вектора легко построить геометрически, и они показаны на рис. 3. Но сумма и разность двух одинаковых по длине векторов всегда перпендикулярны друг другу, и это доказывается математически.

Рис. 3. Векторная диаграмма источников

Итак, мы получили два виртуальных источника, один из которых питает вертикал, другой – рамку. И сдвиг фазы между ними всегда равен 90° , что и требуется для работы антенны. Остальное совсем просто: электрическое поле **E** создается напряжением на штыре **A+B**, и никакого дополнительного сдвига фазы тут нет. Магнитное поле **H** создается рамкой, точнее током в ней, а ток в малой рамке, имеющей индуктивное сопротивление, отстает от напряжения на 90° . Тогда поля **E** и **H** уже в самой антенне оказываются синфазными и формируют вектор Пойнтинга, направленный в сторону излучения, как на рис. 2. Регулировка сдвига фазы φ между реальными источниками (и это единственная регулировка) дает возможность подобрать амплитуды виртуальных источников и получить нуль ДН в направлении назад, т.е. классическую кардиоиду.

Моделирование антенны. Размеры автор взял «с потолка»: ширина рамки 2 м (± 1 м от начала координат), высота 1 м, длина противовеса 2 м. Все из медного провода диаметром 1,6 мм. Высота источников (начала координат) 3 м, т.е. нижний конец противовеса был всего в метре над землей с параметрами $\varepsilon = 10$,

проводимость $\sigma = 10$ мСм/м. Необходимый сдвиг фазы φ подбирался оптимизацией по F/B. Он оказался равным $\pm 29^\circ$, а поскольку важна лишь разность фаз, у первого источника можно установить удвоенную фазу 2φ , равную 58° и ее регулировать, а у второго источника – нулевую фазу. При регулировке фазы φ изменяется лишь соотношение амплитуд виртуальных источников **A+B** и **A-B**, т.е. возбуждение штыря и рамки, что и позволяет получить максимальное значение F/B оптимизацией в программе MMANA. После оптимизации получены такие результаты:

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWR 900	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Ground	Add H.	Polar.
1	14.0	856.1	0.7737	1.05	---	1.79	5.36	33.0	Real	3.0	vert.

Антенна оказалась на удивление широкополосной – в диапазоне 12...16 МГц ее параметры ухудшаются незначительно, а входное сопротивление остается высоким, в районе 900 Ом. Это не должно удивлять, поскольку входное сопротивление второго источника (тоже высокое) отрицательно. А это означает, что второй источник не отдает энергию, а получает ее.

PULSE	U (V)	I (mA)	Z (Ohm)	SWR
w1b	0.53+j0.85	0.62+j0.99	856.10+j0.77	1.05
w2b	1.00+j0.00	-1.15+j0.01	-866.66-j4.68	1.04

Через фазирующее и согласующее устройство она снова возвращается в антенну и не теряется. Реальное же сопротивление излучения, приведенное ко входу, будет разностью между абсолютными значениями Z. Оно небольшое, порядка 10 Ом, как и полагается для малых по сравнению с длиной волны λ антенн.

Диапазонные свойства антенны иллюстрируют графики рис. 4 для Z и KCB.

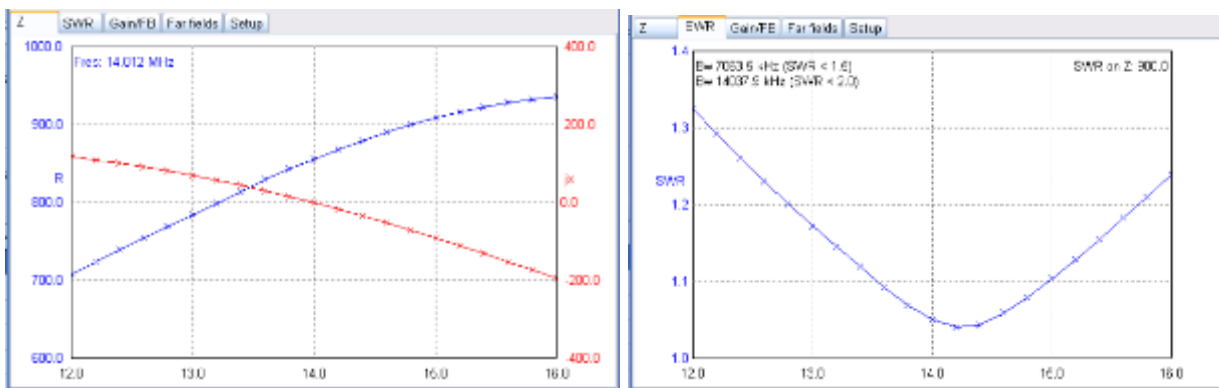


Рис. 4. Графики входного сопротивления Z и KCB антенны в диапазоне частот 12...16 МГц. KCB рассчитан для сопротивления фидера 900 Ом

Чем же объяснить широкополосность этой малой антенны? У автора только одно объяснение: в модели нет резонансных элементов или цепей. Фазовый сдвиг между источниками также фиксирован и не зависит от частоты. Удивляет также малая реактивная составляющая X входного сопротивления $Z = R + jX$. Произошло это, по-видимому, потому, что источники нагружены одновременно на штырь с емкостным сопротивлением и рамку с индуктивным. В результате

реактивные сопротивления взаимно компенсируются. Диаграмма направленности (ДН) также хорошо сохраняется в выбранном диапазоне частот (рис. 5).

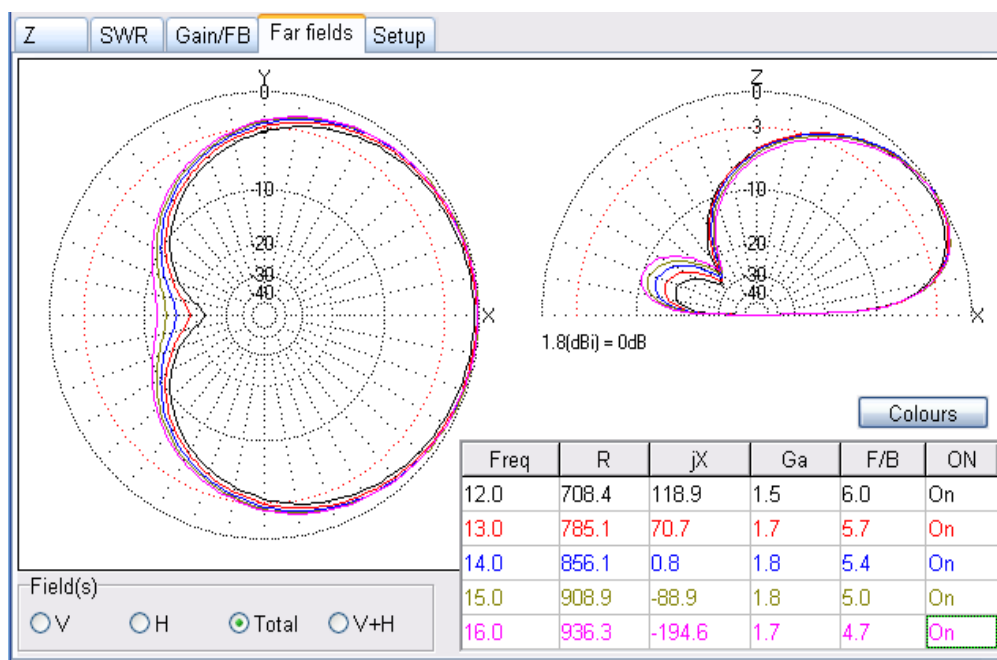
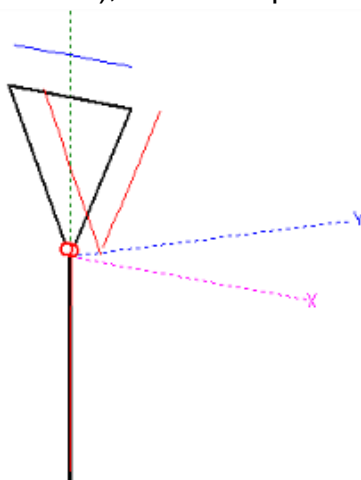


Рис. 5. Диаграмма направленности антенны в диапазоне 12...16 МГц

При желании несколько повысить выигрыш антенны, ее можно выполнить не из медного провода диаметром 1,6 мм, как по умолчанию предлагает MMANA, а из алюминиевых трубок диаметром, например, 18 мм. Такая модель тоже была просчитана, и выигрыш, действительно, возрос до +3 дБ. Это, конечно, меньше, чем полноразмерного двухэлементного бима (диполя с рефлектором), но ведь и габариты нашей антенны в 5...10 раз меньше!

Mini LOP антенна. Для проверки концепции и возможностей дальнейшего уменьшения размеров была смоделирована и совсем маленькая антенна, изготовленная на этот раз из медной трубки диаметром 10 мм. Поскольку форма рамки особого значения не имеет (лучше, конечно, круглая, но разница незначительна), была выбрана треугольная форма, что упрощает модель (рис. 6).



В модели всего 4 провода, высота рамки 0,5 м, длина горизонтальной части 0,6 м, длина наклонных частей получилась тоже около 0,6 м. Длина противовеса 0,7 м. По сути, это длина свисающего вниз кабеля, от начала координат, где расположены источники, до запорного дросселя на кабеле. Дроссель можно намотать тем же кабелем на ферритовом кольце. Согласующее-фазирующее устройство (СФУ) можно разместить около источников, тогда вниз пойдет обычный коаксиальный кабель, а можно совместить с запорным дросселем.

Рис. 6. Мини LOP антенна: высота 1,2 м, ширина 0,6 м

При таком совмещении вниз от рамки пойдут два 100-омных кабеля, жилы их соединяются с боковыми сторонами рамки, оплетки соединяются вместе и служат противовесом. Не исключено и совмещение СФУ с приемником или трансивером. На рис. 6 показано и рассчитанное распределение тока. В рамке оно равномерное, как и ожидалось, ток в противовесе настолько мал, что на рисунке линии не видно, но ток максимален в верхней части противовеса и спадает до нуля к нижнему концу. Оптимальный сдвиг фазы между источниками оказался равным 50° . Результаты моделирования приведены в таблицах для высоты антенны 5 м.

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWR 50	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Ground	Add H.	Polar.
3	14.0	116.2	49.03	2.81	---	-5.96	7.94	21.8	Real	5.0	vert.
		PULSE	U (V)	I (mA)	Z (Ohm)	SWR					
		w1b	0.64+j0.77	7.05+j3.61	116.25+j49.03	2.81					
		w2b1	1.00+j0.00	-7.30-j3.09	-116.19+j49.18	2.82					

Как видим, выигрыш заметно упал до -6 дБ и входное сопротивление понизилось до 120 Ом, но это несколько не мешает использовать антенну как приемную. Шум эфира значительно выше собственных шумов современных приемников, и проигрыш в Ga понизит и сигнал, и шумы. Бонусом будет ДН (рис. 7).

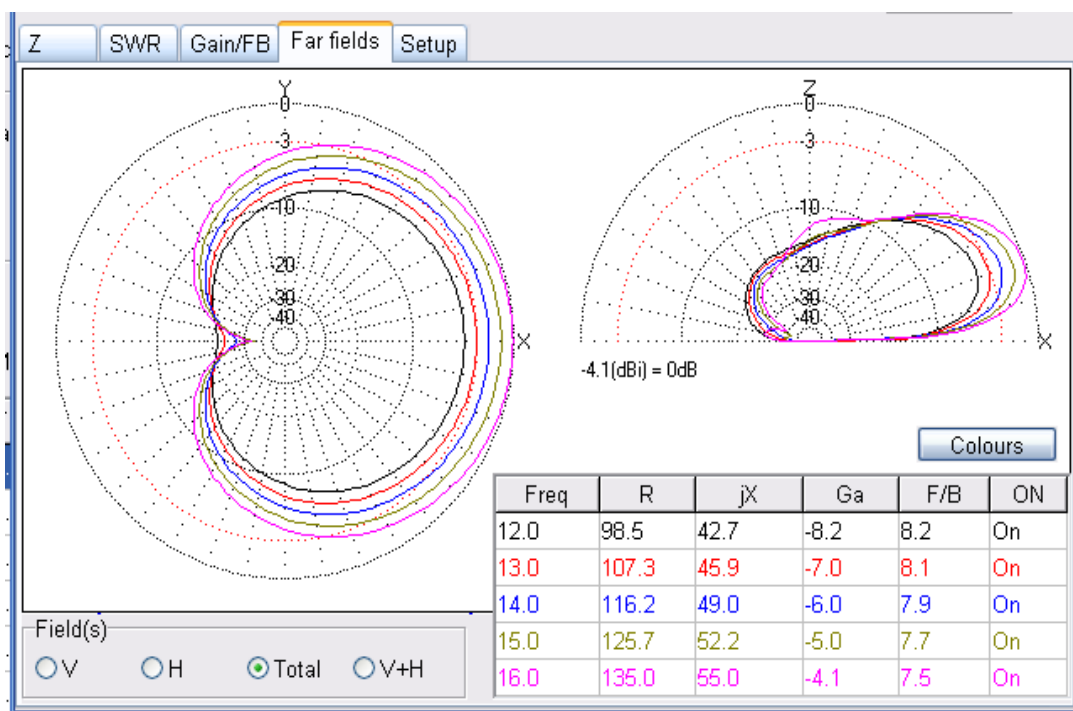


Рис. 7. Диаграммы направленности и диапазонные свойства антенны

СФУ. Это чуть ли не самый главный элемент антенны. Сдвиг фазы можно подобрать (и так часто делают), используя фидеры разной длины. Но сопротивления источников нестандартны, кабелей не подобрать (900-омных вообще не бывает), придется делать трансформаторы у источников, да и лишние 2...3 метра кабеля как-то не впечатляют. Надо делать СФУ на сосредоточенных элементах. От резонансных контуров отказываемся сразу – они сузят полосу. Остается один самый оптимальный вариант – широкополосные фазовращатель и трансформатор. Теория, практика и расчет широкополосных фазовращателей даны

в книжках автора по технике прямого преобразования, но для НЧ звукового диапазона 0,3...3 кГц. ВЧ фазовращатели проще, да и 10-ти кратная полоса здесь не нужна. Двухзвенный вариант вполне справится с задачей, тем более, фазовый сдвиг должен быть меньше 90° . Предполагаемые схемы даны на рис. 8.

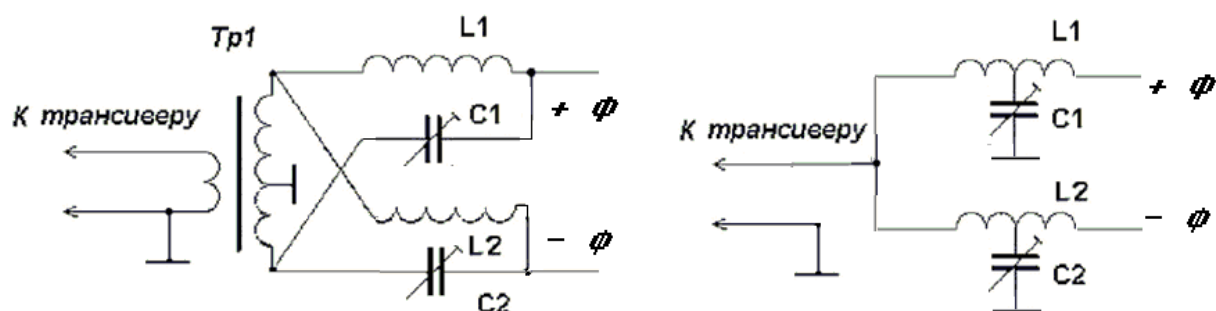


Рис. 8. Предполагаемые схемы СФУ

Слева показан обычный дифференциально-мостовой фазовращатель. Его еще, вероятно, можно смоделировать, используя вместо симметричной обмотки трансформатора $Tr1$ два одинаковых источника. Изменяя число витков первичной обмотки, его можно согласовать с фидером, идущим к трансиверу. Справа показан тот же фазовращатель, но с использованием Т-мостов. Он проще, катушки наматываются одновременно двумя проводами, затем конец одного провода соединяют с началом другого, и получившуюся среднюю точку соединяют с конденсатором. Сердечник в катушках не обязателен. ММАНА такие мосты, похоже, моделирует, и если общее входное сопротивление получится неприемлемым, тогда широкополосный согласующий трансформатор нужен.

Ориентировочные сведения для расчета частоты настройки звеньев: они должны располагаться симметрично относительно центральной частоты, скажем 10 и 20 МГц (во сколько раз одна частота ниже, во столько же раз другая выше, в данном случае в 1,4 раза). Сближение частот уменьшает фазовый сдвиг ϕ , а разность частот – увеличивает. Реактивные сопротивления L и C на частоте настройки звеньев должны равняться сопротивлению R источников. Индуктивность L в Т-мосте считается для половинки всей обмотки.

Дискуссия и заключение. Меня наверняка спросят: это что, новая ЕН антенна? Отвечу так: это продолжение концепции, описанной в [1]. Скорее она рамочно-лучевая, поскольку состоит из рамки и диполя. Были и последователи [2].

В широком смысле любая антенна – это ЕН антенна. Потому, что она создает электромагнитное поле, содержащее E и H компоненты. Они неразрывны, и это описывают уравнения Максвелла, суть которых в следующем: изменения электрического поля порождают магнитное, а изменения магнитного поля – электрическое. Так происходит непрерывно и в любой точке пространства.

Почему же тогда одни антенны называют электрическими, а другие – магнитными? Просто по преобладанию одного из полей в ближней зоне, рядом с самой антенной. Полноразмерный диполь длиной $\lambda/2$ нельзя назвать ни электрическим, ни магнитным. У его концов ток мал, а напряжение велико, и преобладает E поле. А в середине, где ток велик, а напряжение мало,

преобладает Н поле. Для малых антенн деление на электрические и магнитные вполне справедливо. Многовитковая рамка, например, почти не имеет Е-поля.

ЕН антенна в узком смысле (на пластиковой трубе, с двумя цилиндрами из фольги) безусловно, электрическая [3, 4]. Е-поле между цилиндрами очень велико, там горят неонки и ЛДС. Но это поле переменное, и порождает сильное кольцевое магнитное поле вокруг зазора между цилиндрами. А оно, в свою очередь, вызывает токи на фольге цилиндров, направленные поперек Н, вдоль оси цилиндров. Поэтому, может быть, и не стоит отрицать возможность использования ММАНы для моделирования ЕН антенн. Отрицать легко, сделать трудно.

Очень важна фазировка полей, что постоянно подчеркивали создатели СФА и ЕН. Сравнительно недавно появилась и новая концепция малых антенн – PVA, или Pointing-Vector Antenna [5]. Но и у них такие же трудности с фазировкой.

Беда обычных резонансных антенн в том, что ток и напряжение в них квадратурны, как в колебательном контуре. Отсюда и трудности фазировки. В резонансной антенне устанавливается стоячая волна, а в ней Е и Н тоже квадратурны. Значит... Значит, надо использовать либо активную нагрузку, но тогда выигрыш G_a рухнет куда-то за -30 дБ, либо второй источник, который будет возвращать энергию через СФУ обратно в антенну. А это регенерация.

Опять мы пришли к регенеративным антеннам, о чем говорилось в [6, 7] и даже на научных конференциях [8]. Положительных отзывов пока не последовало, но и серьезной критики тоже нет. Очень надеюсь, что эта статья подвигнет радиолюбителей на эксперименты, и будет достигнут полезный практический результат.

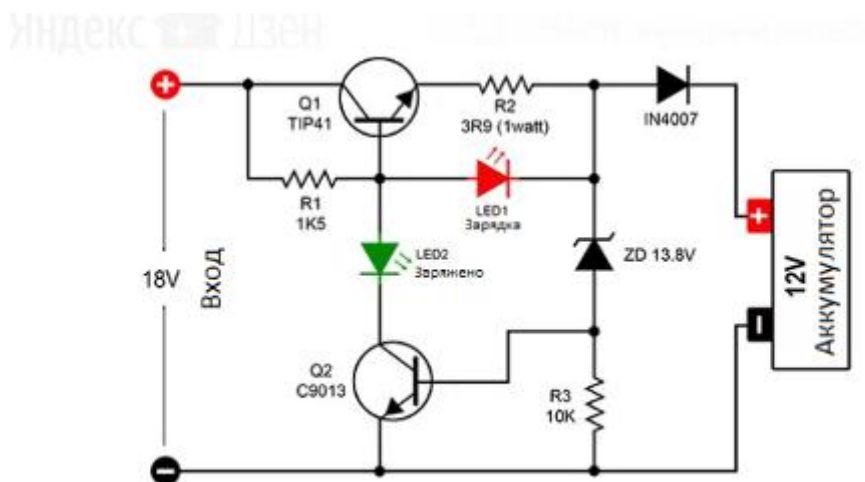
Литература:

1. В.Т. Поляков. Рамочно-Лучевая, или настоящая ЕН антенна. Схемотехника, № 5, 2007, с. 8-10. http://samlib.ru/g/grachew_a_w/3-4.shtml
- 2.. А. Грачев. Антенна UA6AGW v. 80. <http://radioamator.ru/kv-i-ukv/kv-antenny/1047-antenna-ua6agw-v-80> См. также другие публикации UA6AGW.
3. В. Кононов UA1ACO - <http://ehant.grz.ru>.
4. Н. Туркин. Моделирование ЕН антенны. CQ-QRP # 31, лето 2010, с. 13-16
5. The Ultra-T Pointing-Vector Antenna. <http://www.ve3erc.ca/antennas/>
6. В. Поляков. Регенеративные антенны. CQ-QRP #35.: <http://grp.ru/cqgrp-magazine/489-cq-grp-35>
7. В. Поляков. Снова о регенеративных антеннах. CQ-QRP #61. <http://grp.ru/cqgrp-magazine/1377-cq-grp-61>
8. Поляков В.Т. Антенны с регенерацией сигнала // В сборнике: [Цивилизация знаний: российские реалии](#) Труды Девятнадцатой Международной научной конференции. 2018, с. 726-733.

Автоматическое зарядное устройство

Нашел и прислал Василий Текин

Предлагается вашему вниманию простое автоматическое зарядное устройство, которое подзарядит ваш аккумулятор и будет поддерживать напряжение на нём длительное время без его отключения.



Собственно, автоматическое зарядное устройство представляет собой стабилизатор напряжения с ограничителем тока. Его легко можно повторить даже начинающему радиолюбителю. На вход устройства подаётся уже выпрямленное, но не сглаженное напряжение 18 Вольт, которое поступает в ограничитель тока. Функция ограничения выполнена на элементах Q1R1R2 и LED1 (при зарядке он светится), ток зарядки при указанных на схеме номиналах элементов составляет примерно 0,5 Ампер, что достаточно для подзарядки малогабаритных аккумуляторов (не литиевых) ёмкостью до 10 А/Ч. Если возникнет необходимость изменить ток зарядки, то достаточно просто подобрать номинал сопротивления R2. Далее ток через диод 1N4007 поступает в аккумулятор, диод нужен для предотвращения разряда аккумулятора через схему в случае пропадания сетевого напряжения. Для поддержки выходного напряжения на необходимом уровне и уменьшения тока зарядки по достижению определённого порога введены элементы ZDR3Q2. Конечное напряжение на аккумуляторе задаётся стабилитроном ZD, при необходимости его можно поменять на нужное напряжение. При достижении порога срабатывания стабилитрона открывается транзистор Q2, который начинает запирает транзистор Q1, напряжение и ток, поступающие в аккумулятор, снижаются, загорается светодиод LED2, сигнализируя об окончании зарядки. Если не отключать зарядное устройство, оно будет поддерживать напряжение на аккумуляторе малыми токами, компенсируя саморазряд аккумулятора. Транзистор Q1 можно заменить на КТ819, ему необходим небольшой теплоотвод. Транзистор Q2 - любой маломощный соответствующей структуры, можно КТ315.

Источник: <https://zen.yandex.ru/media/tooelectric/avtomaticheskoe-zariadnoe-ustroistvo-s-indikaciei-5ec39647f1689869c21d2eb6>

Радио-Юмор против коронавируса

— Скажите, а вирус по Радио передается?

— Нет, только по Интернету, а теперь, говорят, что и по сотовому телефону!

- Бэрримор, что это за страшный, раздирающий душу, вой?

- Это собака Баскервилей, сэр. Её уже в 60-й раз ведут на прогулку.



К 8 Марта, когда COVID еще не было, а вирус любви уже бушевал

Сидит муж в эфире. Вдруг слышит приглушенный голос жены:

- Нет, нет, милый, сегодня не могу, давай встретимся завтра.

Тут же вбегает в комнату жены:

- Ты по телефону говорила?!

- Нет. Я читаю женский журнал, статья интересная, в ней 50 фраз которые надо громко прочитать вслух, типа: "дорогой, вынеси, пожалуйста, мусор", "когда ты, наконец, прибьешь гардину?"

И здесь же говорится, что занятый своим делом муж услышит лишь сказанную полупшепотом пятьдесят первую фразу. И гляди-ка, не врут!



Ну и тоска же учиться на удалёнке...

Однажды купила себе большой букет цветов. Придут, думаю, подруги, спросят - откуда, а я загадочно улыбнусь. Приходит подруга: "О! Цветов себе купила?"

Не вся косметика полезна. Особенно вредна для здоровья помада на рубашке.



Соблюдайте социальную дистанцию!



Бог в помощь!



Вспоминая МКН – Ловись DX, QRO и QRP!



Учите радиоловительский код!

CQ-QRP # 70