

5.4 Краткая история развития радиосвязи



- Александр Степанович Попов первый применил на практике радиоволны в регистрации дальних атмосферных грозных разрядов.



Майкл Фарадей (1791 – 1867)

Предсказал существование электромагнитных волн. Не надеясь, что его открытие примут современники М. Фарадей записал свои предвидения в письме, которое сдал в запечатанном виде **12 декабря 1832** года в архив Королевского общества с просьбой распечатать письмо через сто лет.

Этот конверт был вскрыт в 1938 году, т.е. через 106 лет.

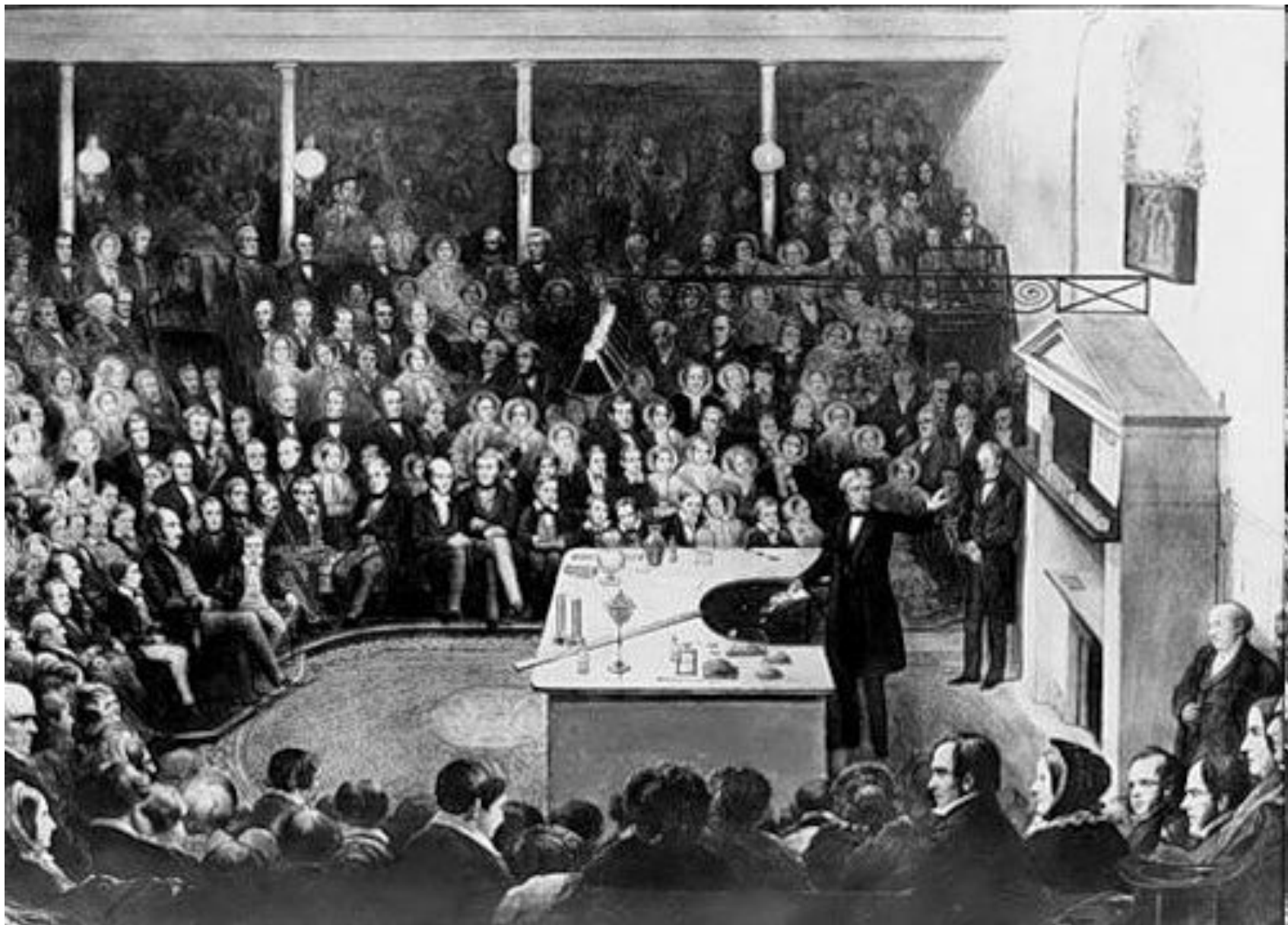


Майкл Фарадей (1791 – 1867)

Фарадей за опытами в лаборатории



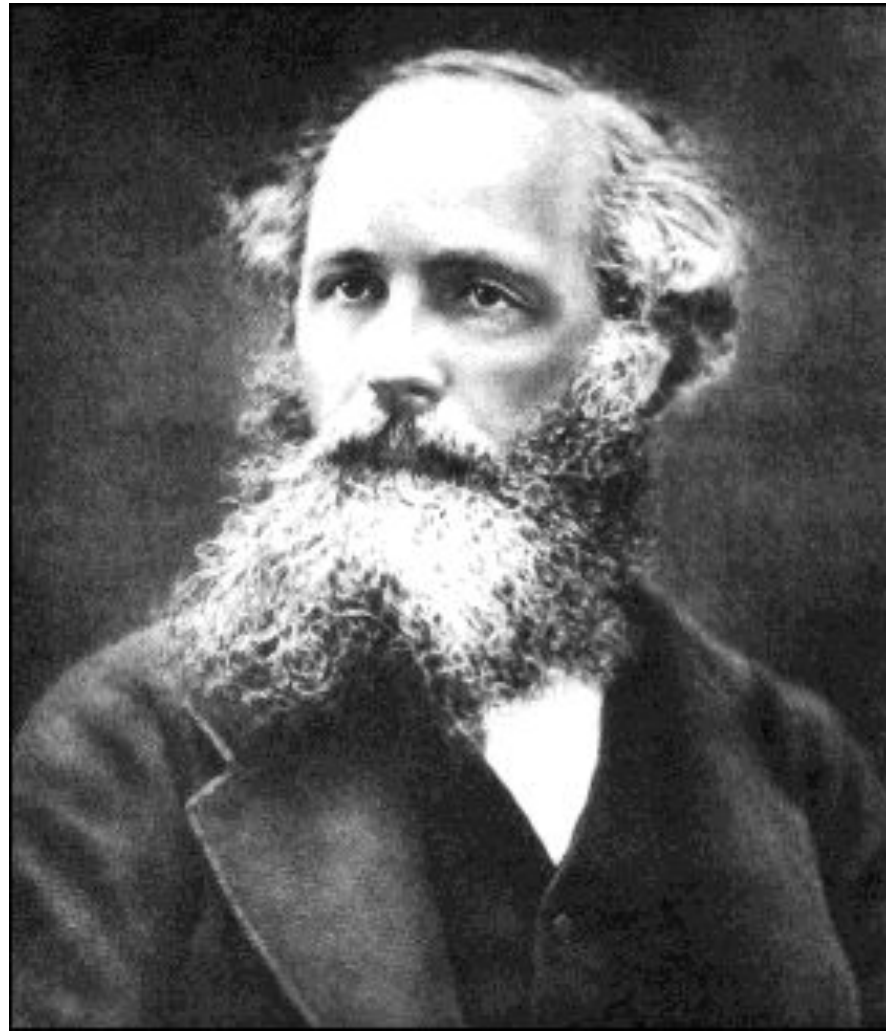
...Промозглый декабрь 1821 года. Туманный Альбион. Лаборатория в мерцающем свете свечей. В своем дневнике пятидесятилетний Майкл записывает задачу: «превратить магнетизм в электричество». За 10 лет напряженного труда он осуществил «превращение». Скрипит перо, выводя строки очередной победы человеческого разума над тайнами Природы. 24 декабря 1831 была поставлена последняя точка в первой серии знаменитой книги «Экспериментальные исследования по электричеству».



Фарадей на лекции в Лондонском Королевском институте (1855–1856).

К концу жизни ученый стал членом почти всех академий, высших научных обществ Европы, в том числе и почетным членом Петербургской АН (1830). Однако почести не мешали ему быть исключительно трудолюбивым и скромным человеком, чуждым жажды наживы и чувства зависти. Фарадей без колебаний отказался от дворянского звания (предлагался титул мэра), президентства в королевском обществе, председательских мест в других организациях, от крупных гонораров, предлагавшихся промышленниками, и даже от государственной пенсии.

Чувствуя свою немощность, Фарадей в 1858 г. покинул Лондон и поселился в местечке Хэмптон Корт близ столицы в подаренном королевой доме. Дом был закрыт для всех, кроме его ученика Джона Тиндаля (1820—1893), ставшего впоследствии известным физиком. Скончался Майкл Фарадей 25 августа 1867 г., пережив на год жену. Похоронен в Вестминстерском аббатстве.



Джеймс Кларк Максвелл (1831 – 1879)

Создал основы теории электромагнитного поля в 1864

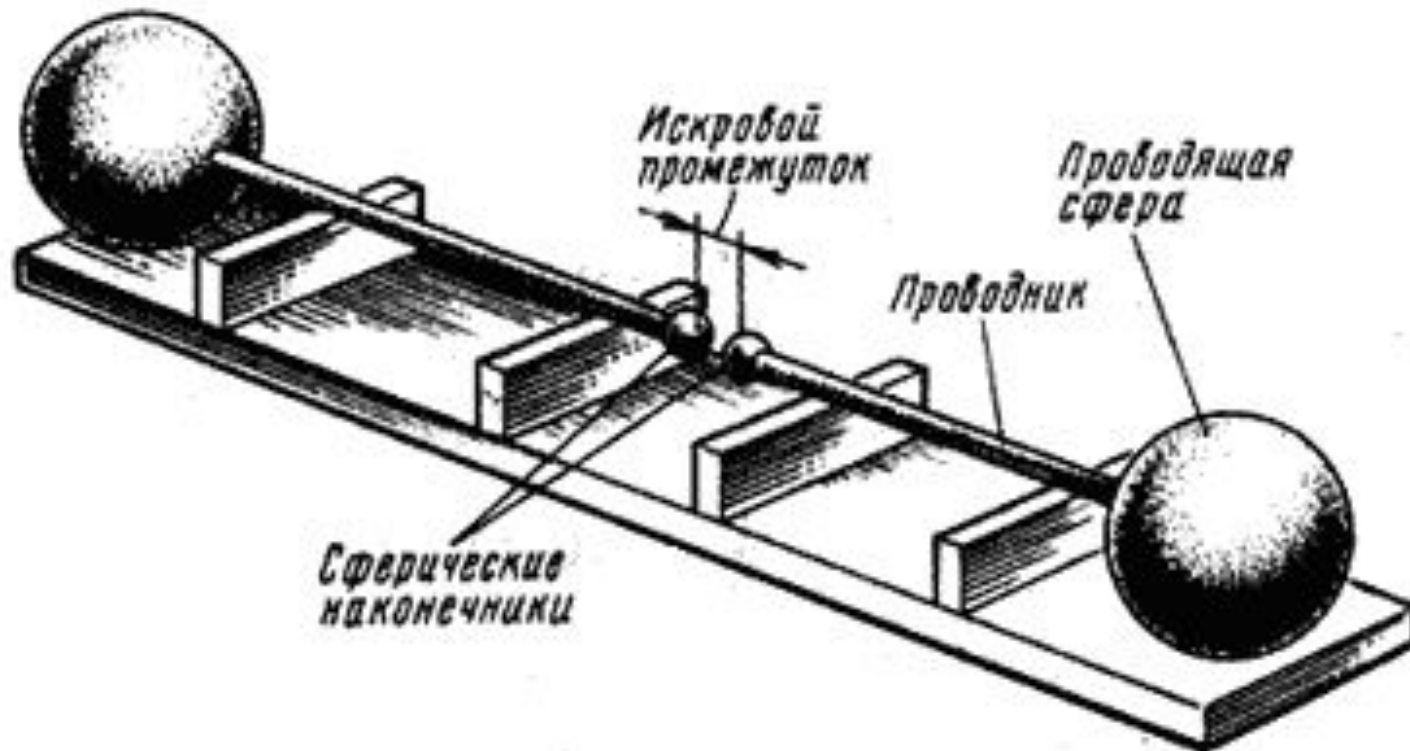


Генрих Рудольф Герц (1857-1894)



Генрих Рудольф Герц (1857-1894)

В ходе серии экспериментов Герцу удалось создать на практике источник электромагнитных волн, который он назвал – вибратором. Он создал устройство, которое состояло из двух проводящих сфер (иногда использовались цилиндры) с диаметром 10...30 см, которые были закреплены на разрезанных по середине стержнях. Концы разрезанных стержней имели окончание в виде небольшой сферы. Между концами имелся искровой промежуток – расстояние в несколько миллиметров. Сферы подключались ко вторичной обмотке катушки, которую изобрел Румкорф и которая является источником высокого напряжения.



В чем заключалась идея создания вибратора Герца?

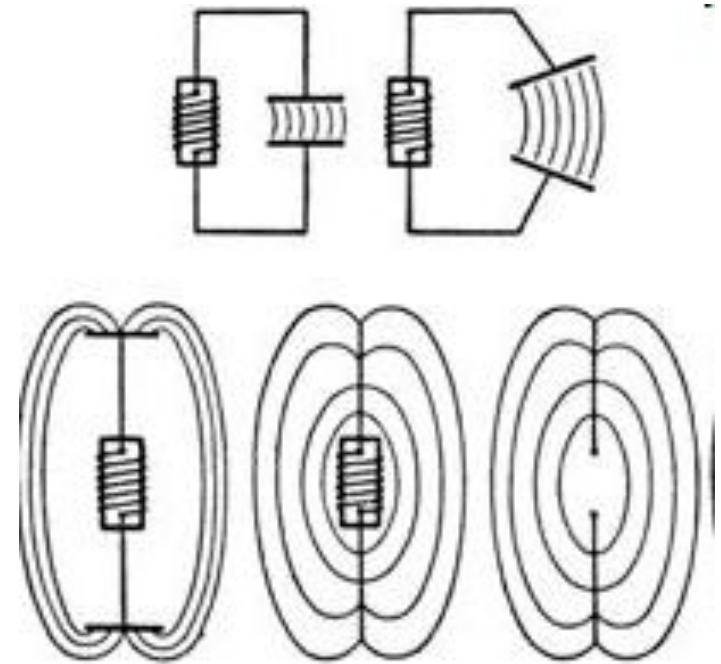
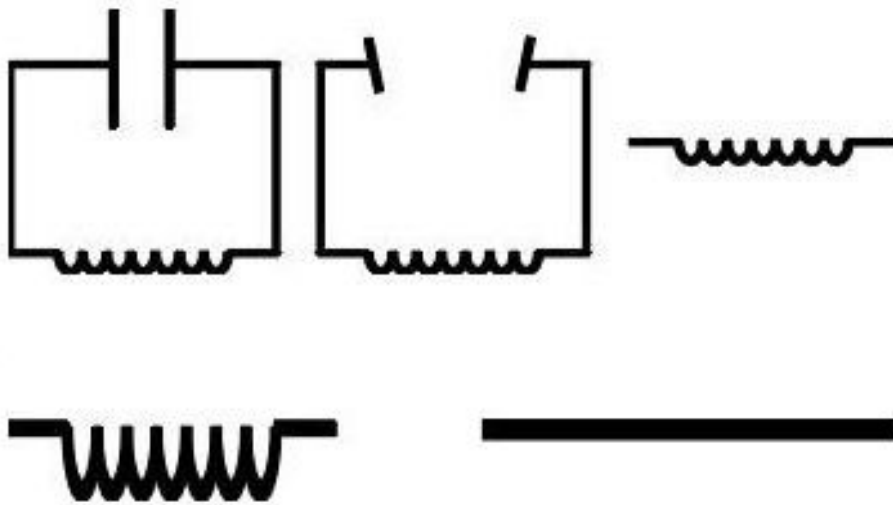
Опять же вернемся к теории Максвелла:

- Изучить электромагнитные волны можно только при прохождении ускоренных зарядов.
- Энергия электромагнитных волн пропорциональна четвертой степени ее частотности колебаний.

Известно, что создать ускоренные заряды можно только в колебательном контуре, что дало возможность использования его в изучении электромагнитных волн. Требовалось одно – это поднять частоту колебание зарядов. Исходя из формулы Томсона, которая относится к расчету циклической частоты колебаний:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}},$$

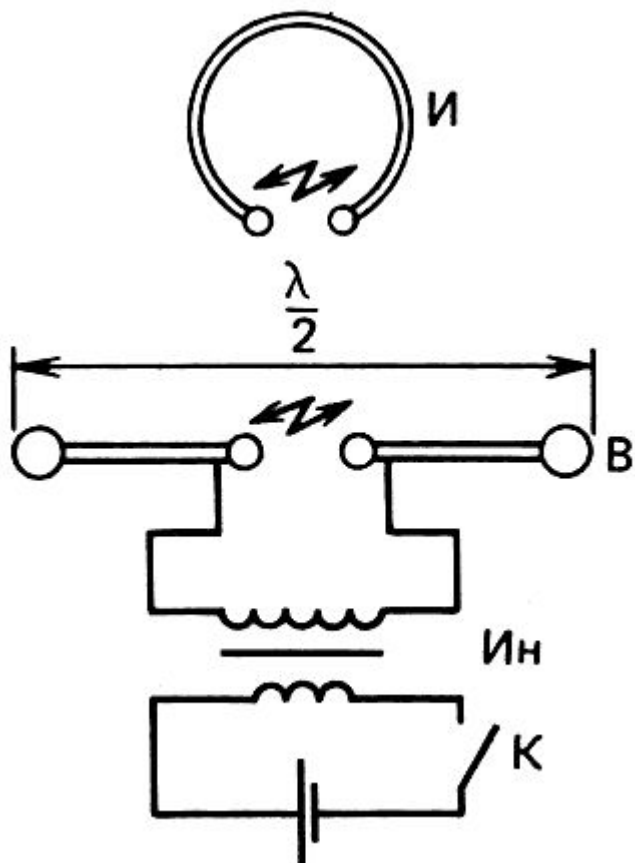
видно, что для того, чтобы повысить частоту необходимо уменьшить емкостные и индуктивные показатели контура.



Для уменьшения емкости C необходимо раздвинуть пластины (увеличить между ними расстояние, а также уменьшить площадь пластины. Самая маленькая емкость – это простой провод.

Для того чтобы снизить индуктивность L необходимо уменьшить количество витков в катушке. В результате таких манипуляций выходит обычный провод, который получил название открытого колебательного контура (ОКК).

Для создания колебательного действия в ОКК, Герц придумал такую схему

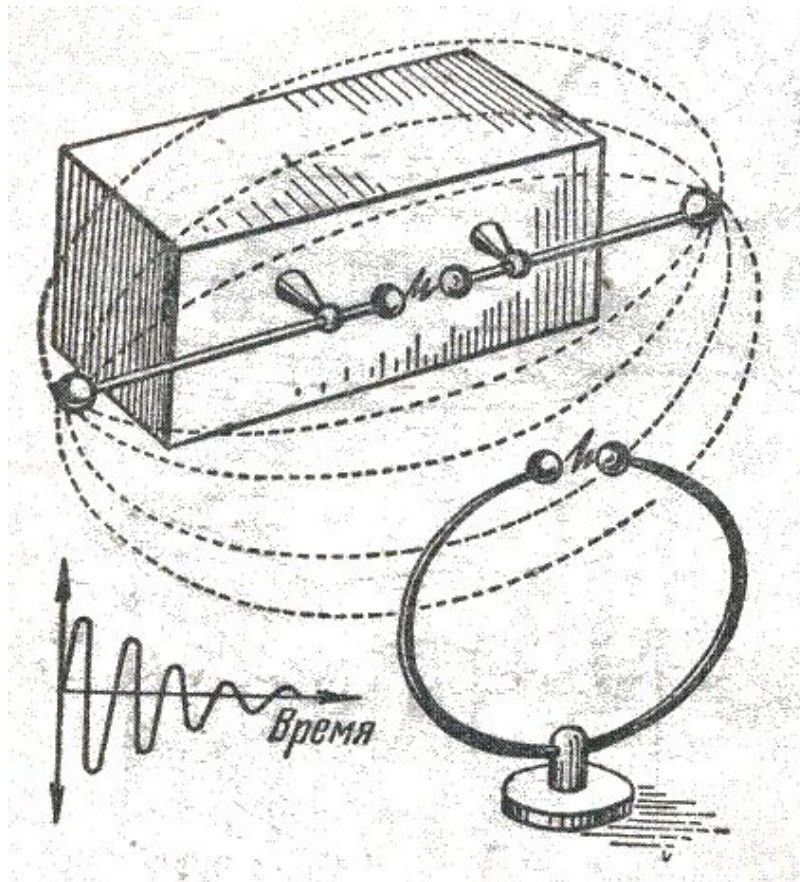


Если говорить о сути происходящего в вибраторе Герца, то можно сказать следующее. **Индуктор Румкорфа** позволяет создавать на концах вторичной обмотки высокое напряжение (в несколько киловольт) и напряжение, которое заряжает сферы противоположными зарядами. Через некоторое время в искровом промежутке проскакивает **электрическая искра**, которая делает сопротивление воздушного промежутка относительно малым, что позволяет в вибраторе получить **высокочастотные затухающие колебания**, которые длятся весь период существования искры. Так как вибратор – это открытый колебательный контур, то образуется **излучение электромагнитных волн**.

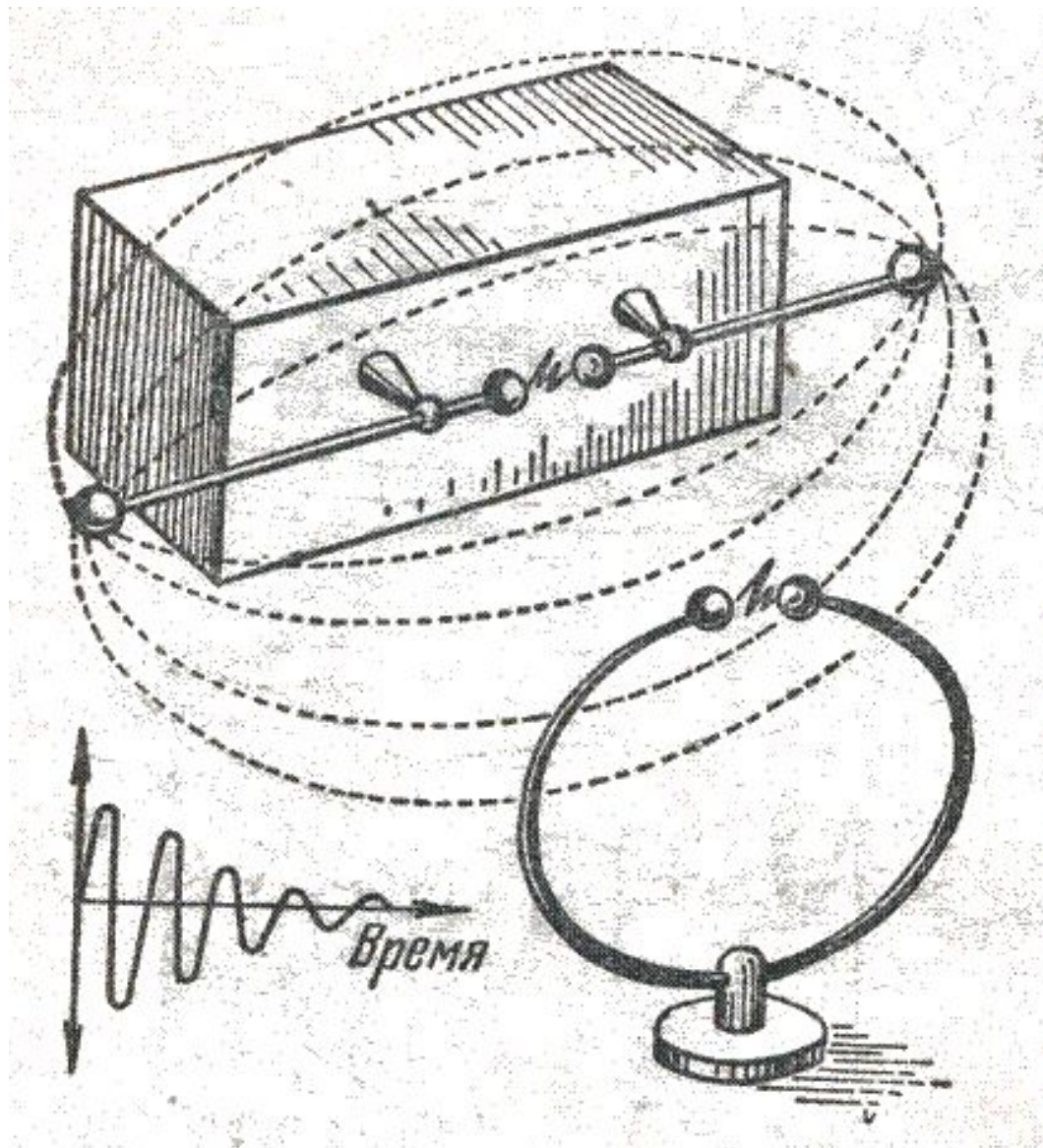
Но как определить присутствие электромагнитных вол, ведь они не видны и их нельзя потрогать?

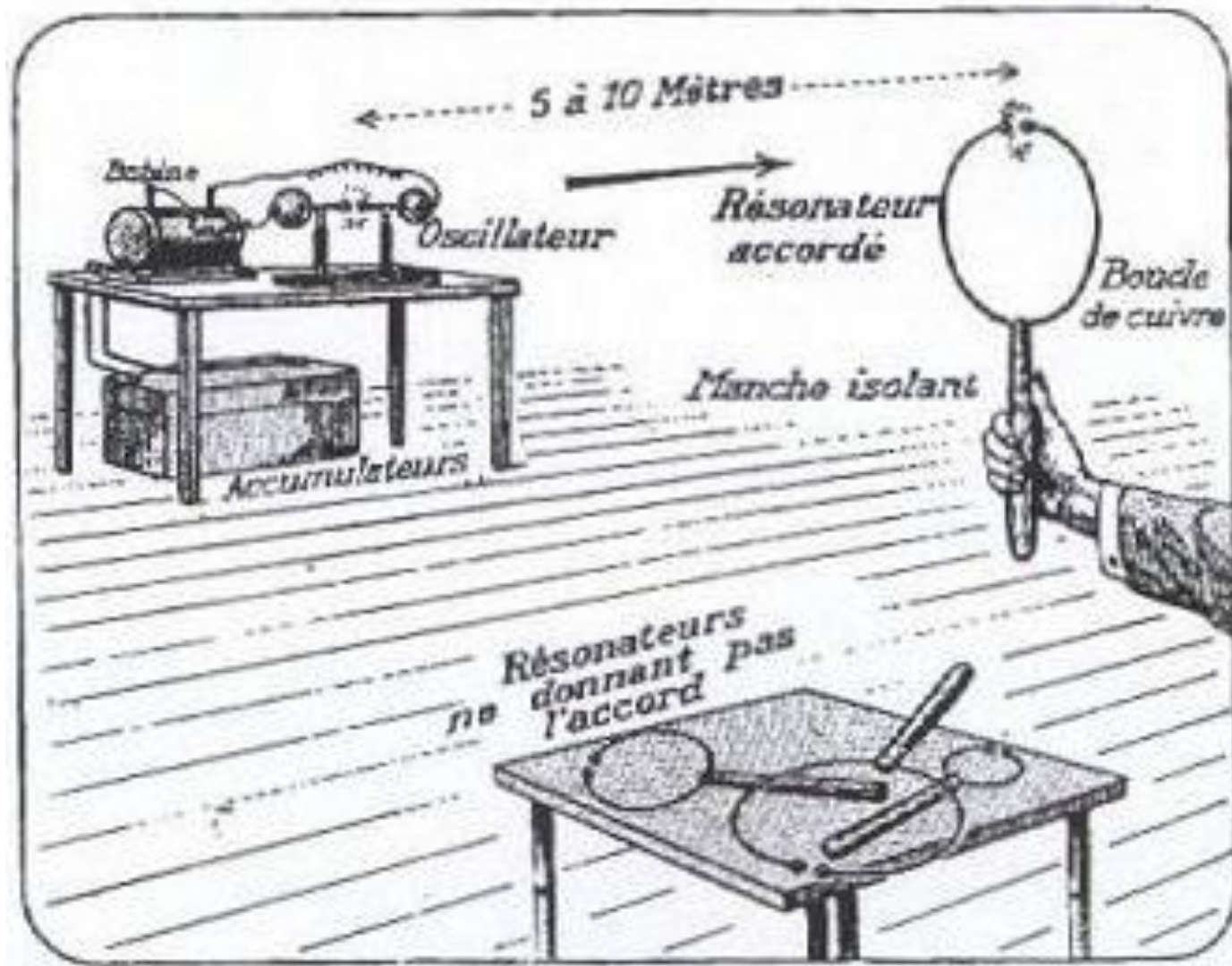
Детектором Герц использовал кольцо с разрывом, похожим на искровой промежуток вибратора, который можно отрегулировать. Первое кольцо в опытах Герца имело диаметр 1 метр, но потом постепенно уменьшилось до диаметра 7 см.



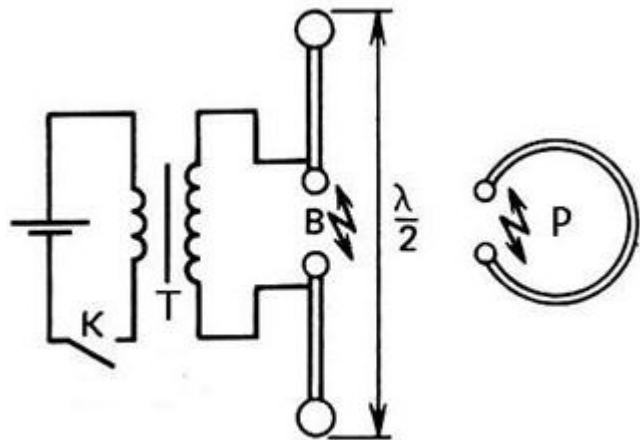


Герц назвал такую находку **резонатором**. В ходе проводимых опытов Герц установил, что изменения геометрических характеристик резонатора - размеров, месторасположения и расстояния между резонатором и вибратором, можно достигнуть определенного результата: «гармонии», «синтонии» (резонанса). Наличие **резонанса** будет наблюдаться при появлении искр в искровом промежутке. Герц наблюдал в своих опытах искры величиной 3-7 мм, а искрение в резонаторе описывалось искрами величиной десятые доли миллиметра. Такое искрение было хорошо видно только в темном помещении, а иногда приходилось использовать лупу.

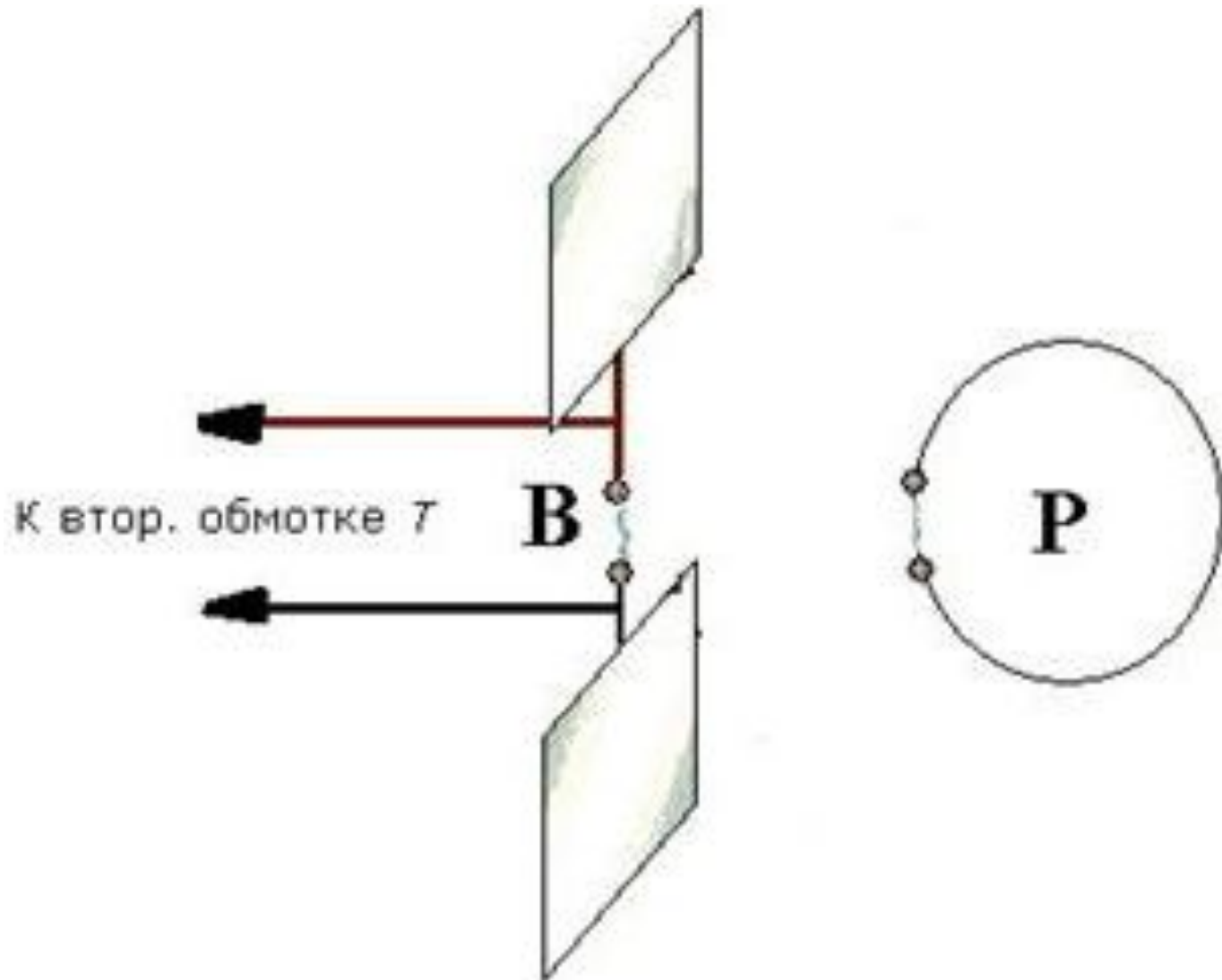


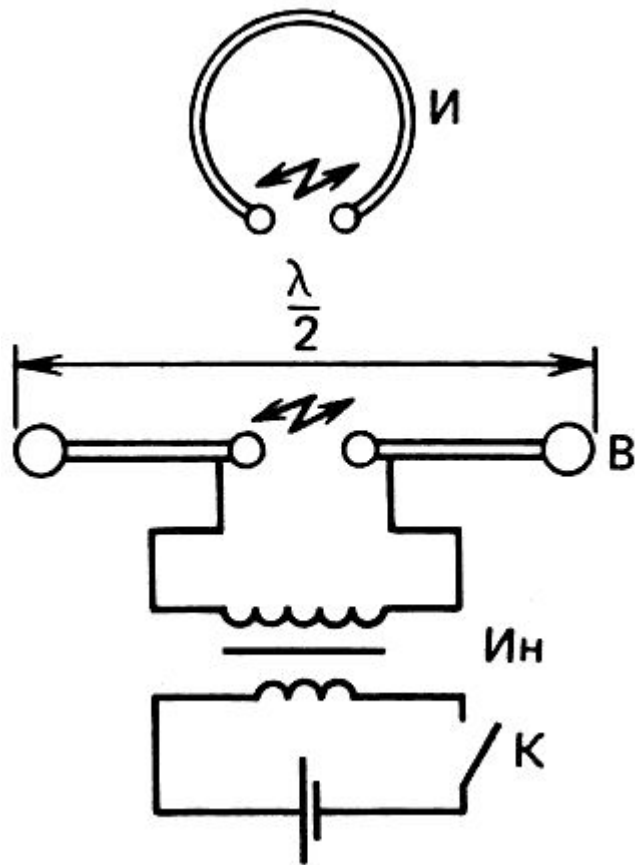


Вибратор Герца — два кусочка провода, на концах которых были проводящие шарики. К этим двум кускам провода подключалась вторичная обмотка повышающего трансформатора Т, так что при замыкании ключа К на вибратор подавался импульс высокого напряжения, который пробивал пространство между шариками. Проскочившая искра (кратковременный импульс тока) возбуждала колебания в вибраторе, которые сопровождалась излучением волн; **частоты волн достигали 500МГц**. Регистрировать такие волны уже можно было в пределах лаборатории, поскольку их **длины были от нескольких метров до дециметров** (для сравнения: старые колебательные контуры могли дать волны с длиной не менее 300 м). Регистировал излучаемые волны Герц с помощью резонатора Р — проводящего кольца с шариками на концах, между которыми было очень маленькое расстояние (вплоть до микрометра). Проходящие через резонатор электромагнитные волны вызывали в нем колебания тока, при этом если частота волны была близка к собственной частоте резонатора, возникал резонанс, и возросшее амплитудное напряжение могло приводить к пробоем искрового промежутка в резонаторе. Именно по возникновению искры между шариками резонатора Герц делал вывод о возбуждении электромагнитных волн.

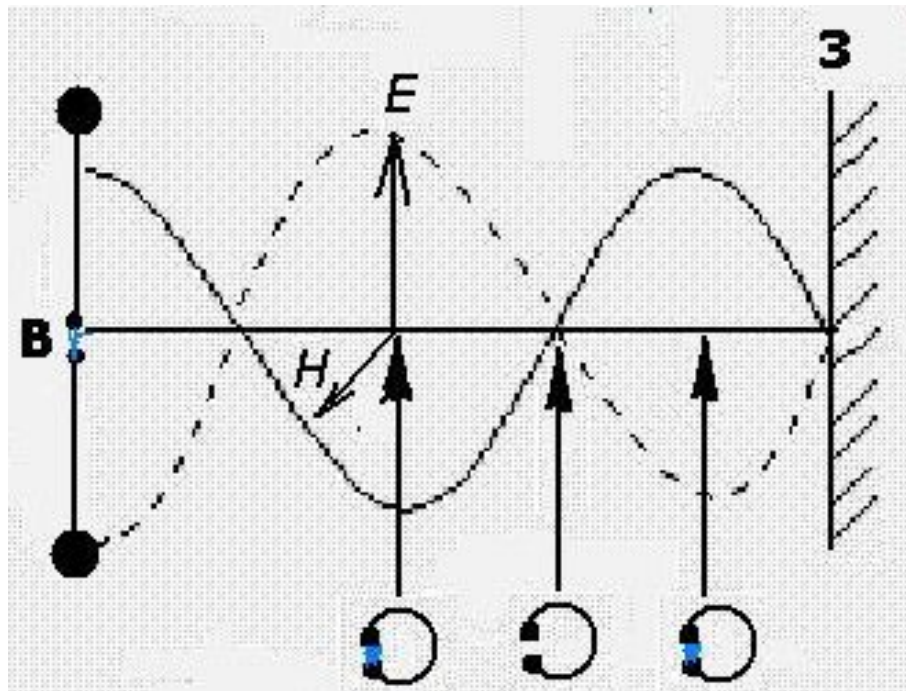


Также Герц использовал вибраторы немного другой конструкции: внешние шарики были заменены пластинами. Такой вибратор позволял создавать более поляризованное излучение.





С использованием сделанных им источника и датчика электромагнитных волн Герц обнаружил сначала сам факт их излучения, а затем экспериментально подтвердил предположение, что для хорошего приема электромагнитных волн, излучаемых вибратором, он и резонатор должны быть сонастроены, чтобы в последнем возник резонанс и проскочила искра. Также выяснилось, что вибратор проявляет наилучшие качества излучателя, если расстояние между внешними его шариками равно половине длины волны излучаемых волн.



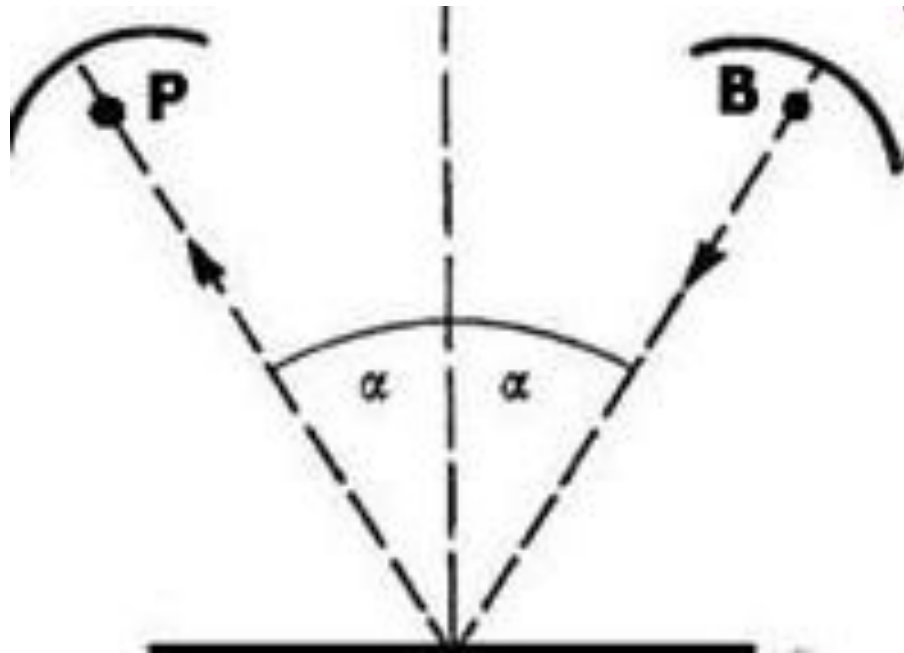
Саму эту длину волны Герц измерил, поставив вибратор В напротив металлического зеркала З, представлявшего собой цинковый лист. Интерференция падающей и отраженной волн приводила к образованию стоячей волны: в некоторых точках колебания электромагнитного поля отсутствовали, а где-то имели выраженный характер. Соответственно, в интерференционных максимумах в резонаторе наблюдалось искрообразование, в минимумах — нет. Измерив расстояние между максимумами, Герц вычислил длины волн, излучаемых вибратором. Изначально длина этих волн составляла порядка 10 метров.

Но Герцу было интересно изучить явления, характерные для света, такие как преломление и поляризация. Для этого желательно было сделать длину волны гораздо меньше размеров лаборатории — и он добился этого, уменьшив **длины волн до 30 сантиметров**. Зная длину излучаемых волн λ и вычислив частоту колебаний ω своего вибратора, **Герц получил скорость электромагнитных волн:**

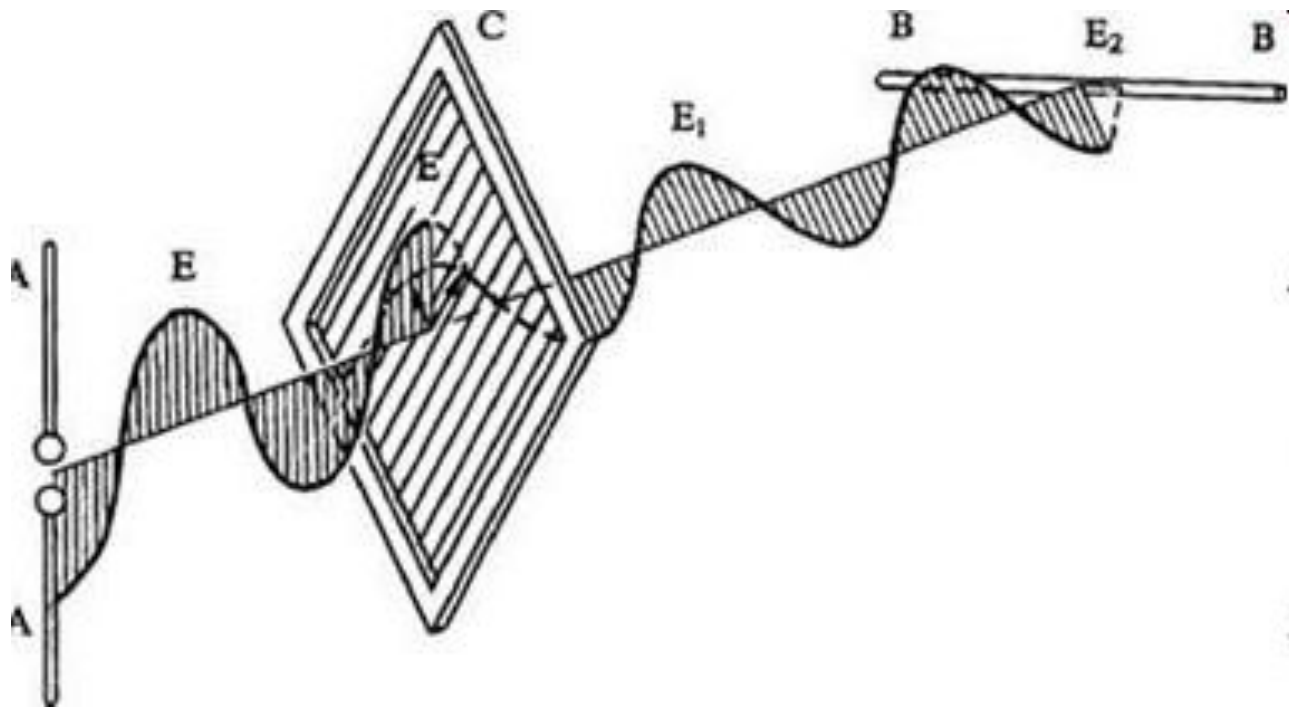
$$v = \frac{\omega \cdot \lambda}{2 \cdot \pi} = \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Эта скорость совпала со скоростью света в вакууме, что явилось сильным аргументом в пользу электромагнитной природы света.

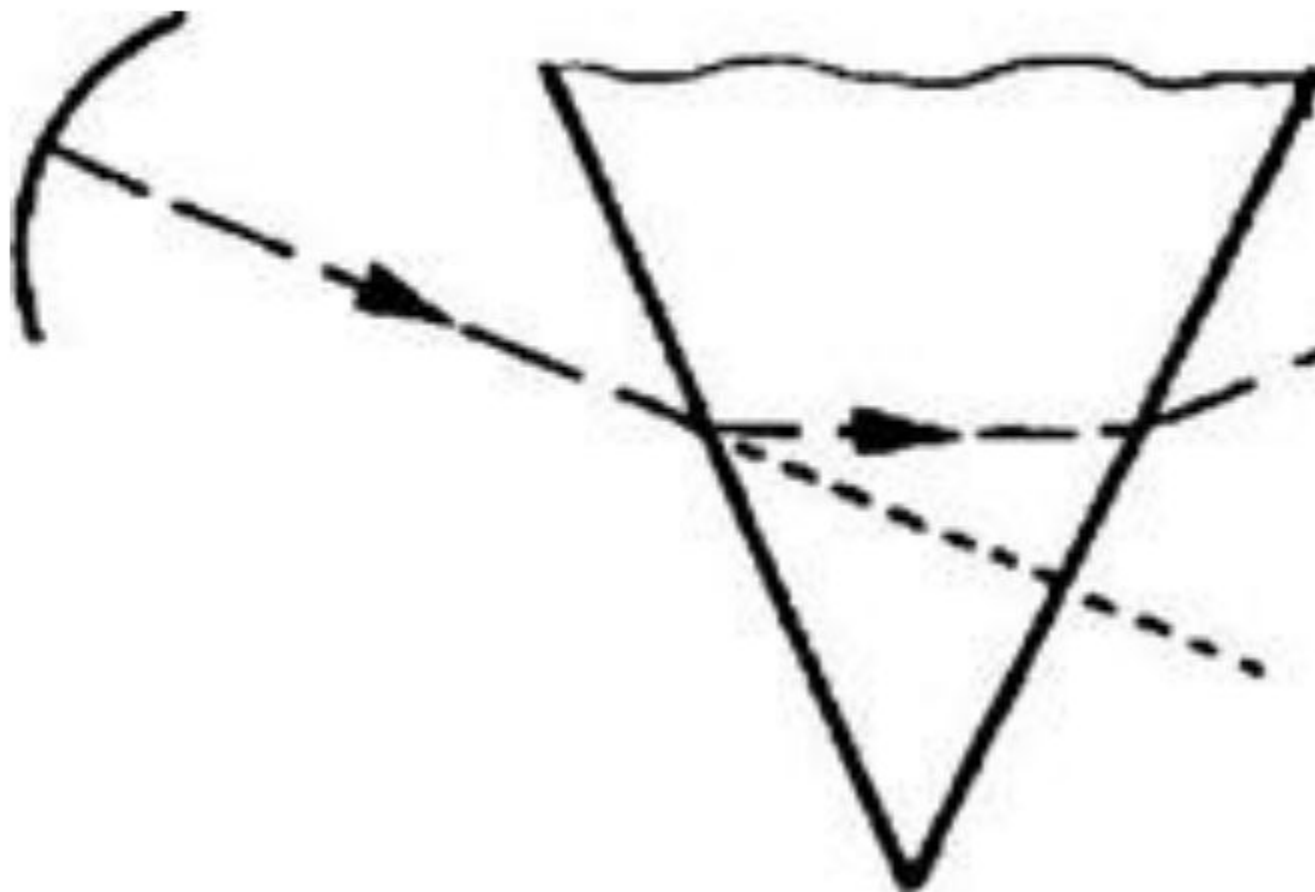
В опытах по отражению волн Герц использовал два параболических цинковых зеркала, в фокусы которых помещались вибратор и резонатор, а также плоский лист цинка, от которого должен был отражаться параллельный пучок, созданный параболическим зеркалом. Здесь искры в резонаторе наблюдались тогда, когда выполнялся закон отражения: **угол падения был равен углу отражения.**



Поляризацию ЭМВ Герц изучал с помощью специальной решетки из параллельных медных проводов-прутьев. С точки зрения теории, при прохождении через эту решетку волн с вектором электрического поля, параллельным прутьям, в последних возбуждались токи, и энергия волны уходила в джоулево тепло. Если же электрическое поле было поляризовано перпендикулярно прутьям, этого не происходило, и волна беспрепятственно проходила через решетку. В опыте Герц заметил, что при помещении решетки между вибратором и резонатором параллельно в последнем переставали проскакивать искры; если же перпендикулярно им, это практически не отражалось на интенсивности искрообразования. Если решетку помещали под углом к вибратору, то она «вырезала» из падающей волны поляризацию с электрическим полем, перпендикулярным ее прутьям, и за решеткой существовала уже линейно поляризованная волна, что и изображено на рисунке.



Наконец, преломление волн исследовалось на асфальтовой призме в форме равнобедренного треугольника с боковыми ребрами 1,2м, основанием 1,5м и весом более тонны.



Значение опытов Герца для электродинамики и физики в целом трудно переоценить. **Во-первых, был создан первый образец генератора СВЧ-излучения** и с помощью него продемонстрирована принципиальная возможность генерации и приема электромагнитных волн. Наблюдалась способность этих волн проходить через непрозрачные сплошные предметы (например, асфальтовую призму), что открывало заманчивые перспективы для беспроводной передачи информации и, возможно, энергии. **Во-вторых,** были всесторонне исследованы свойства полученных в эксперименте волн и доказано, что наблюдаются все свойства, характерные для света. **В-третьих,** эксперименты были опосредованы развитой Герцем теорией дипольного электромагнитного излучения. Этот вид излучения действительно является доминирующим для всех процессов, в которых размер излучающей области гораздо меньше длины волны излучения, в частности, для атомов и свободных нерелятивистских электронов. Важная роль теории в опытах Герца имеет большое значение для подтверждения уравнений Максвелла, на которых были основаны изыскания Герца. Необходимо отметить, что во времена появления теории Максвелла крайне популярной была теория Вебера с дальнодействием, которая с современной точки зрения является неприемлемой. Напротив, уравнения Максвелла являются локальными, и распространение импульсов в его теории может происходить только с конечной скоростью.

Какие заслуги Герца?

Герц измерил длины волн и произвел расчет скоростей их распространения. Было доказано, что существует:

- Отражение;
- Преломление;
- Дифракция;
- Интерференция и поляризация волн;
- Произведен замер скорости электромагнитных волн.

Герц стал популярным мировым ученым после доклада о результатах своих исследований в Берлинском университете (1888 г.) и публикации результатов своих опытов. Электромагнитные волны имеют еще название «лучи Герца».

Проводок – открытый колебательный контур – антенна





Я не всегда слушаю радио, но когда я это делаю... наушники оказываются бесполезными.

Штырь на башне лодки – это КВ-антенна для оперативной связи со штабом при всплытии лодки. Антенна спутникового навигатора встроена в корпус лодки.

Что касается антенны СДВ, то в связи с тем, что этот диапазон частот используется только для приёма приказов и циркуляров в подводном положении, в качестве антенны используется либо Г-образная ферритовая антенна, либо магнитная рамка расположенная горизонтально, обеспечивающие круговую диаграмму направленности и встроены в резиновое покрытие корпуса подлодки.

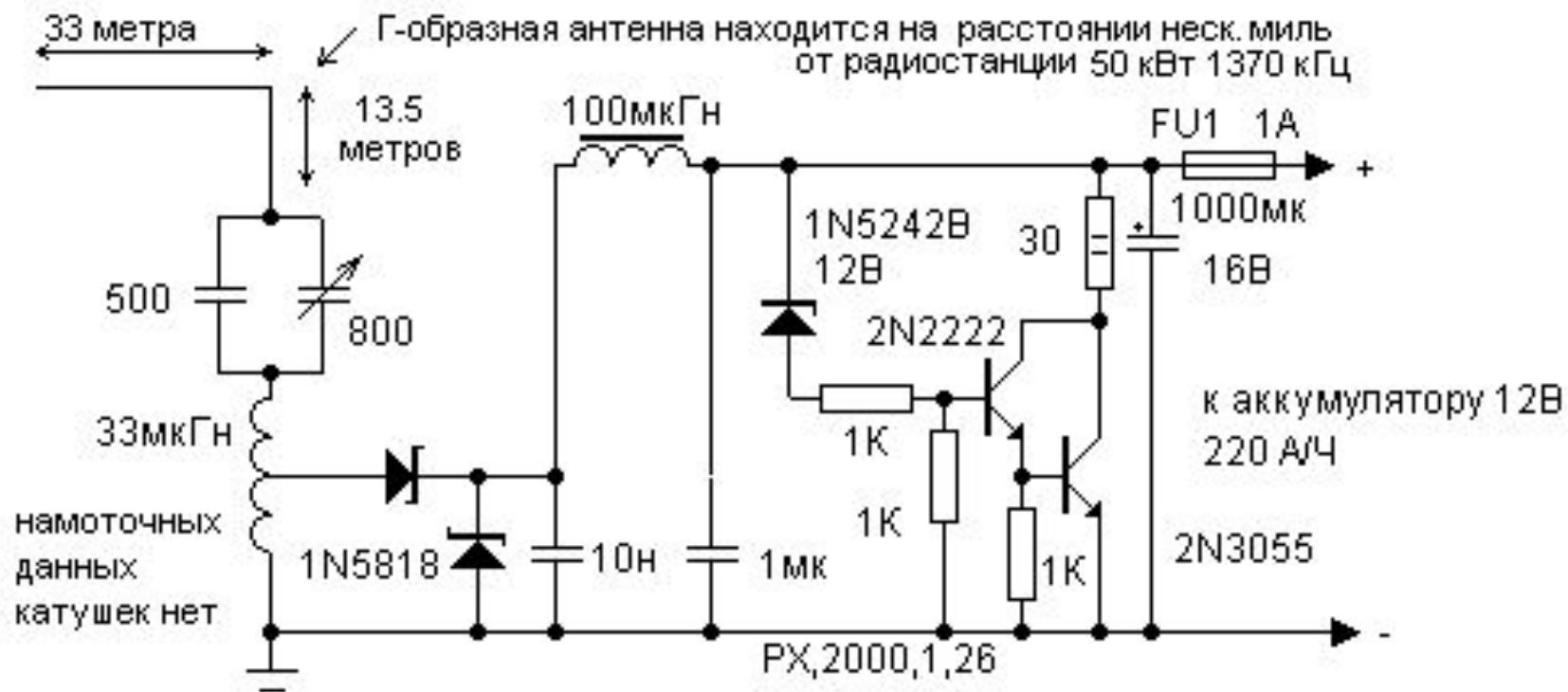
Известно, что только СДВ способны проникнуть сквозь морские глубины. Для осуществления передачи радиogramм на значительные расстояния – требуется очень большая мощность передатчика. Поэтому современные береговые СДВ-передатчики имеют мощность от 30 до 130 кВт. Антенны таких станций устраиваются, как штыри, глубоко в земле. ВЧ-шины идущие к генератору выполнены из меди шириной полосы до 30 см. В месте установки антенн, а точнее между штырями трава не растёт и снег аккуратно тает из-за ВЧ-прогрева почвы.

Вид модуляции - АМ. Частотная модуляция здесь не приемлема по причине малого индекса. Однополосная модуляция из-за узкой полосы излучения половинчатого спектра информации - тоже не применяется, а вот АМ, что телеграфные тоновые посылки, что закодированный цифровой протокол – прокачивает без проблем.

Конечно скорость передачи данных, по известным причинам, очень низкая.

Вообще говоря система связи с подлодкой, а также система определения «свой – не свой» - самые секретные в МФ. Тем не менее известно, самые мощные береговые передатчики в мире, а их два, находятся на побережье Тихого океана, как у US, так и РФ.

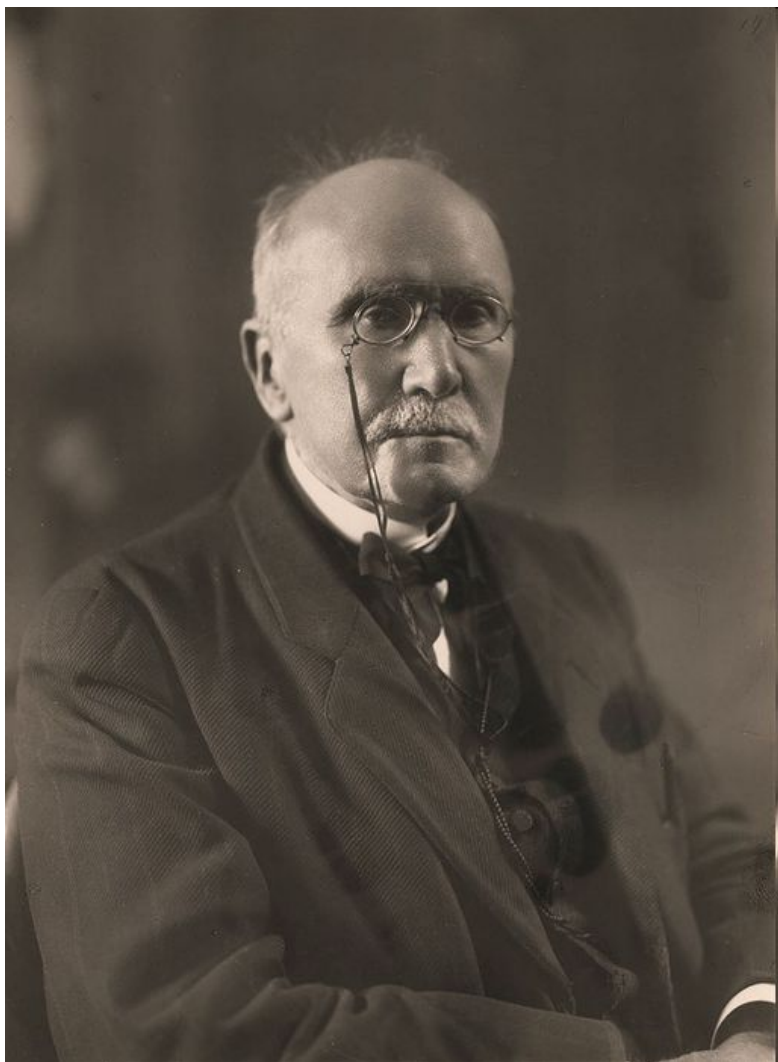
Современные пятиэтажные дома высотой 15-16 метров, а дома 70-х и 80-х годов застройки — 12-13 метров.
 Высота 9-этажного дома от 25 до 30 метров.



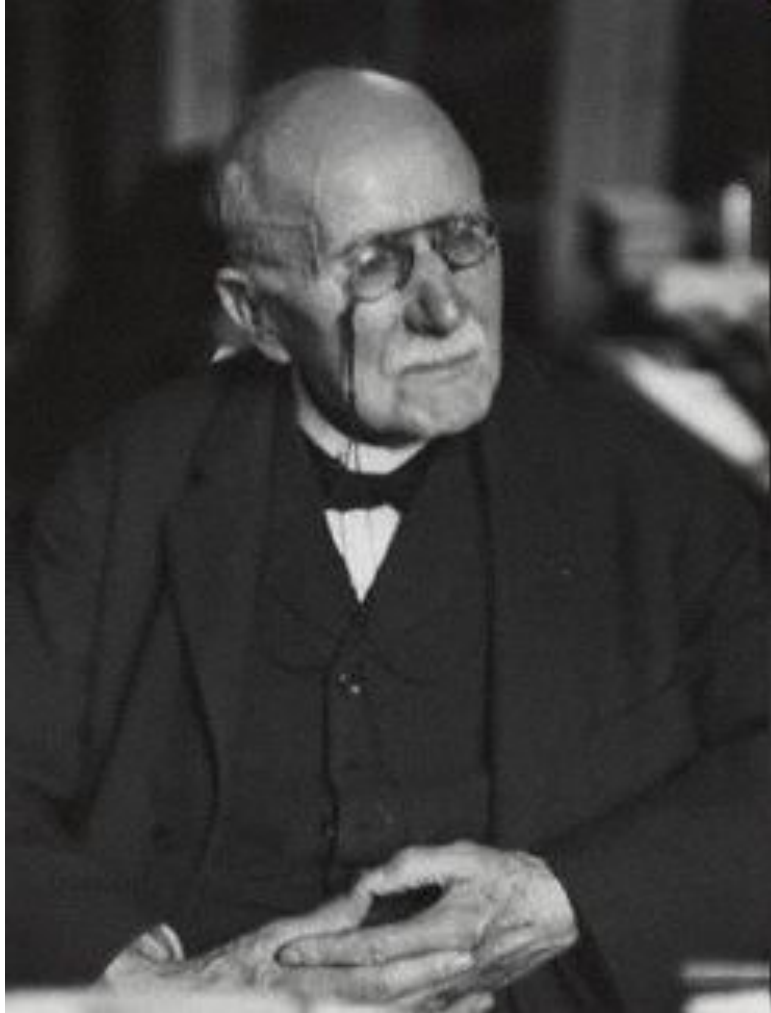




Эдуард Юджин Десаир Бранли (Edouard Eugene Desire Branly)
(1844 - 1940)



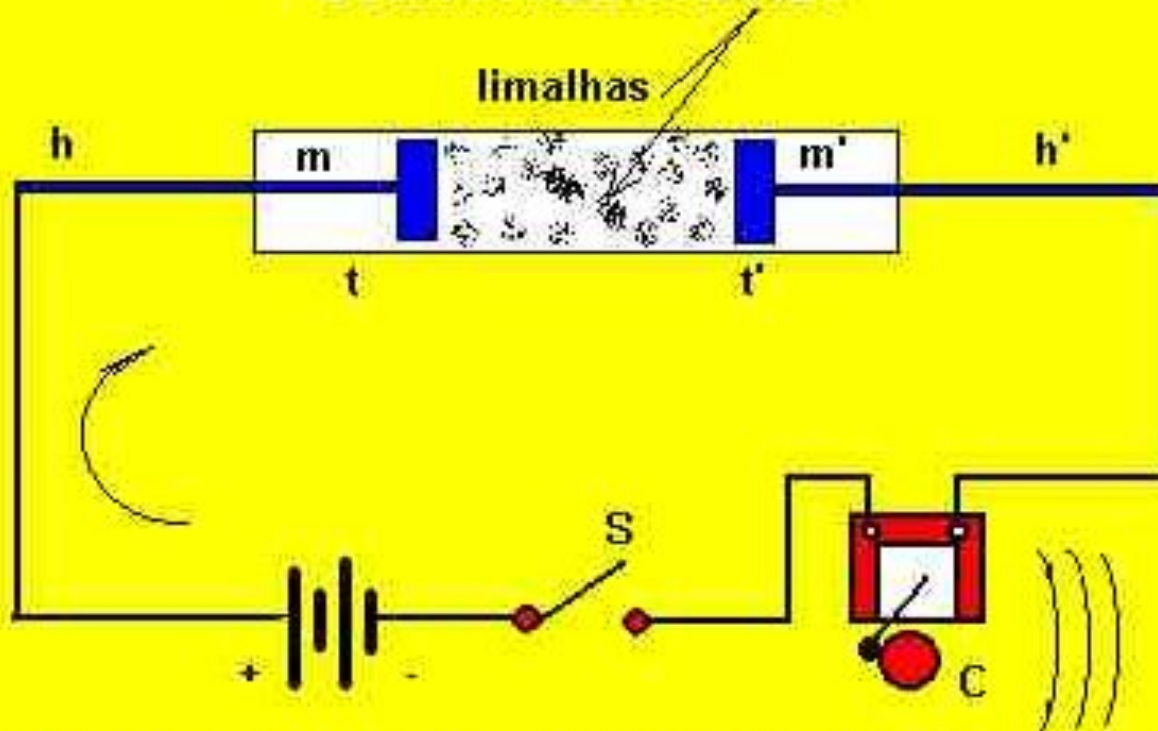
Эдуард Юджин Десаир Бранли (Edouard Eugene Desire Branly)
(1844 - 1940)



Когерер был изобретен Эдвардом Бранли в 1890 г. и представлял собой стеклянную трубку, наполненную металлическими опилками, которые могли резко и намного (в несколько сот раз) менять свою проводимость под воздействием радиосигнала. Сигнал вызывал проскакивание множества искр между отдельными опилками. Искры разрушали слой окисла на их поверхности, и они "сплавлялись" друг с другом. Для приведения "трубки Бранли" в первоначальное состояние для детектирования новой волны её нужно было встряхнуть, чтобы нарушить контакт между опилками.

Эдуард Юджин Десаир Бранли (Edouard Eugene Desire Branly)
(1844 - 1940)

COESOR DE BRANLY



Quando o coesor recebe uma irradiação as limalhas tornam-se condutoras e estando a chave S fechada a campainha começa a soar, pois o circuito é fechado. A propagação da onda torna a limalha condutora. A condutibilidade persiste após cessada a oscilação da fonte produtora de ondas. Percutindo-se levemente o coesor o circuito fica novamente aberto, pois cessa a condutibilidade da limalha.

LNetto



По мнению историков Брэнли никогда не задумывался о возможности передачи сигналов. Он интересовался главным образом параллелями между медициной и физикой и стремился предложить медицинскому миру интерпретацию проводимости нерва, смоделированную с помощью заполненных металлическими опилками трубок.

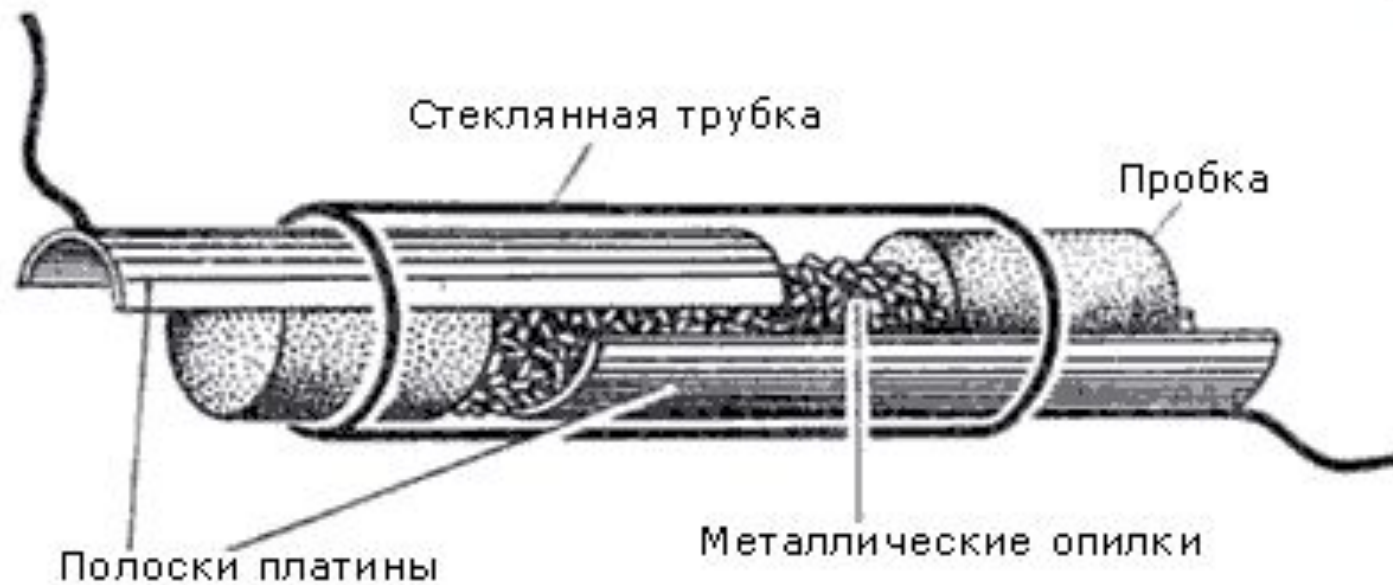
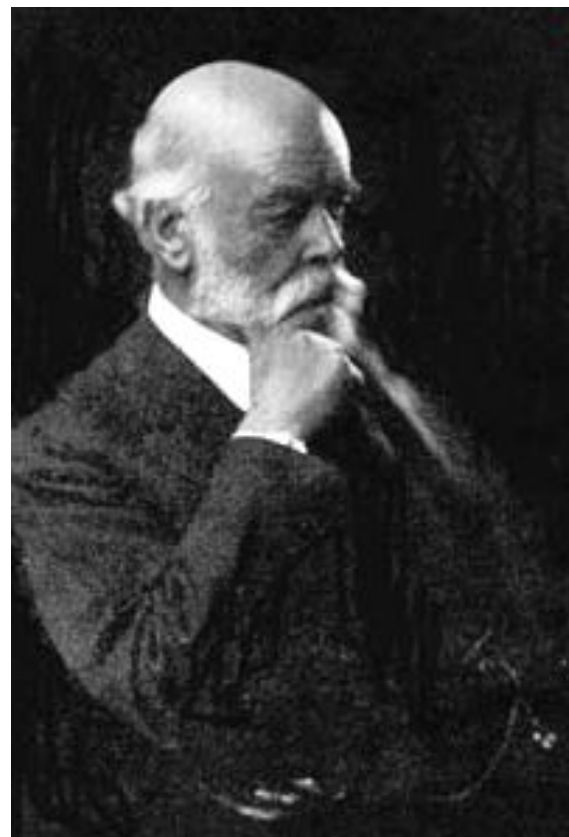
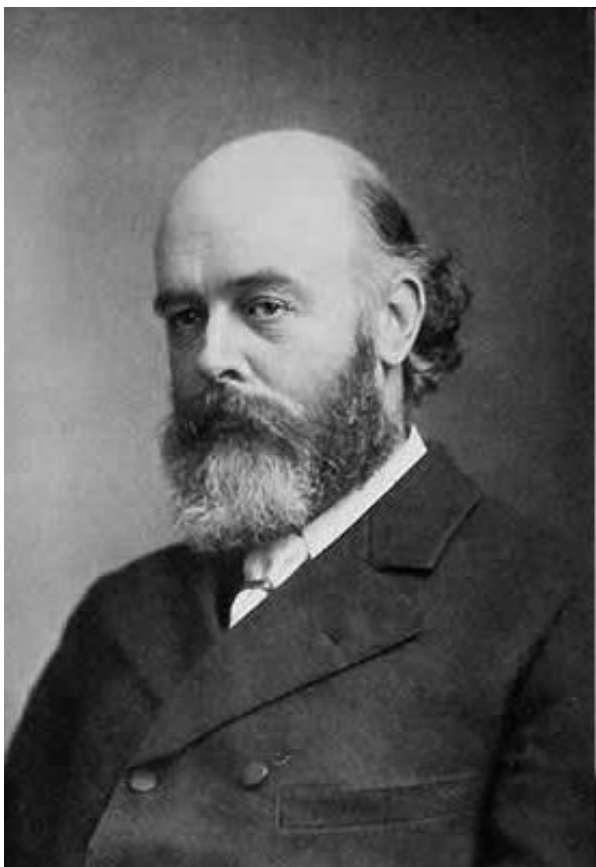


Рис.1. Когерер в грозоотметчике А.С.Попова. На рисунке для наглядности полоски платины раздвинуты.



Оливер Лодж (1851 - 1940)

В 1893 г усовершенствовал «Трубку Бранли» и назвал разработанный индикатор ЭМИ как «когерер»



К датчику Брэнли Лодж добавил **прерыватель (trembler), устройство, которое встряхивало опилки**, после прохождения разряда. Лодж назвал свое изобретение «когерер». Когерер Лоджа, впервые продемонстрированный перед аудиторией Королевского Института в 1894, позволял принимать сигналы кода Морзе переданные радиоволнами и давал возможность их записи регистрирующим аппаратом. Это позволило изобретению вскоре стать стандартным устройством беспроводных телеграфных аппаратов.

Датчик вышел из употребления только через десять лет, когда будут разработаны магнитные, электролитические и кристаллические датчики.

Не менее важны другие работы Лоджа в области электромагнитных волн. В 1894 Лодж на страницах «London Electrician» рассуждая о значении открытий Герца, описал свои эксперименты с электромагнитными волнами. Он прокомментировал обнаруженное им явление резонанса или

настройки:

«некоторые схемы по своей природе «вибрирующие... Они способны поддерживать возникшие в них колебания в течение длительного периода, в то время как в других схемах колебания быстро затухают. Приемник затухающего типа реагирует на волны любой частоты, в противоположность **приемнику, основанному на постоянной частоте, который реагирует только на волны с частотой его собственных колебаний**».

Лодж обнаружил, что вибратор Герца «излучает очень мощно», но «из-за излучения энергии (в пространство), его колебания быстро затухают, поэтому для передачи искры он должен быть настроен в соответствии с приемником».

16 августа 1898 Лодж получил патент № 609154, в котором предлагалось «использовать настраиваемую индукционную катушку или антенный контур в беспроводных передатчиках или приемниках, или в обоих устройствах». Этот **«настраивающийся» («syntonic») патент** имел большое значение в истории радио, поскольку в нем были изложены принципы настройки на нужную станцию. 19 марта 1912 этот патент был приобретен компанией Маркони.

Впоследствии Маркони так сказал про Лоджа: «Он (Лодж) – один из самых больших наших физиков и мыслителей, но особенно значительны его работы в области радио. С самых первых дней, после экспериментального подтверждения теории Максвелла относительно существования электромагнитного излучения и его распространения через пространство, очень немногие люди обладали ясным пониманием в отношении разгадки этой одной из наиболее скрытых тайн природы. Сэр Оливер Лодж обладал этим пониманием в гораздо большей степени, чем любой другой из его современников.»

Почему Лодж не изобрел радио?

Сам он так объяснил этот факт:

«Я был слишком занят работой, чтобы браться за развитие телеграфа или любого другого направления техники. У меня не было достаточного понимания того, чтобы почувствовать насколько это окажется экстраординарно важным для флота, торговли, гражданской и военной связи».

За вклад в развитие науки в 1902 году король Эдуард VII посвятил Лоджа в рыцари. Интересна и загадочна дальнейшая судьба сэра Оливера.

После 1910 г он увлекся спиритизмом и стал яростным сторонником идеи общения с мертвыми. Его занимали вопросы связи науки и религии, телепатия, проявления таинственного и неизвестного. По его мнению, самым простым способом связи с Марсом будет перемещение по пустыне Сахара гигантских геометрических фигур. В возрасте восьмидесяти лет Лодж объявил, что попытается связаться с миром живых после своей смерти. Он передал запечатанный документ на хранение в Английское общество психических исследований, в котором, по его словам, содержался текст сообщения, которое он передаст с того света.

Handwritten signature

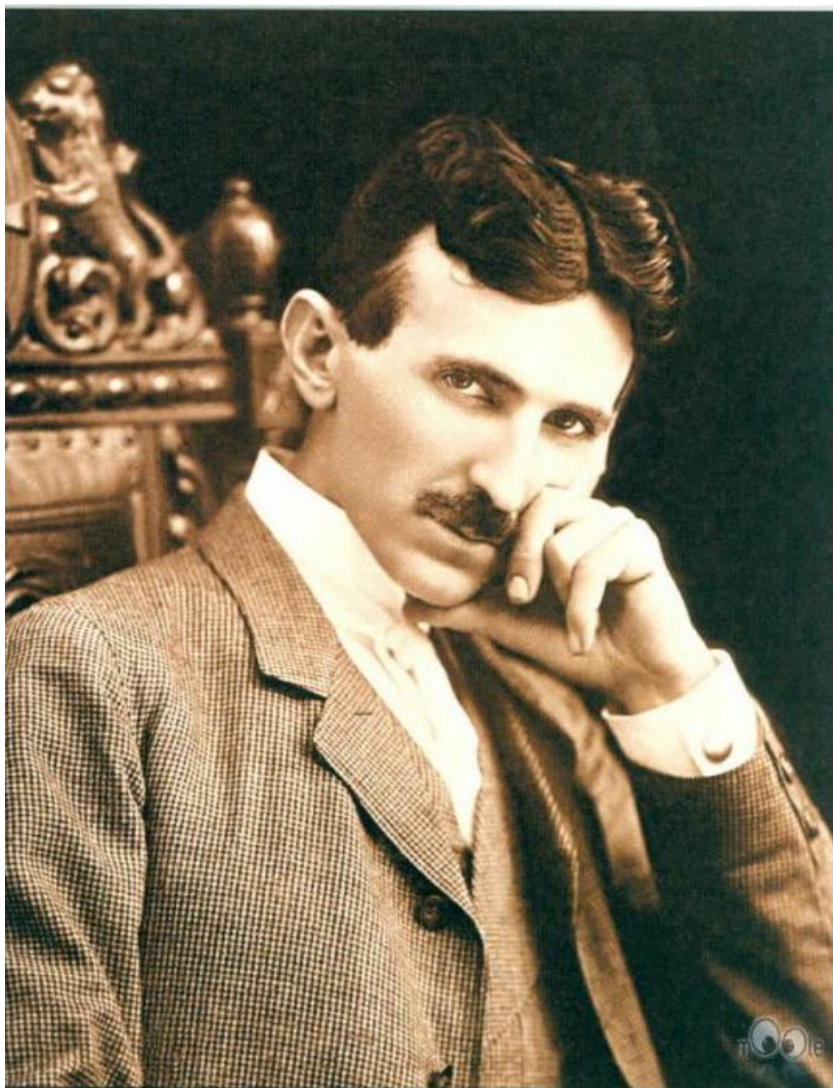
Сэръ ОЛИВЕРЪ ЛОДЖЪ
Ректоръ университета въ Бирмингамъ.

МИРОВОЙ ЭОИРЪ

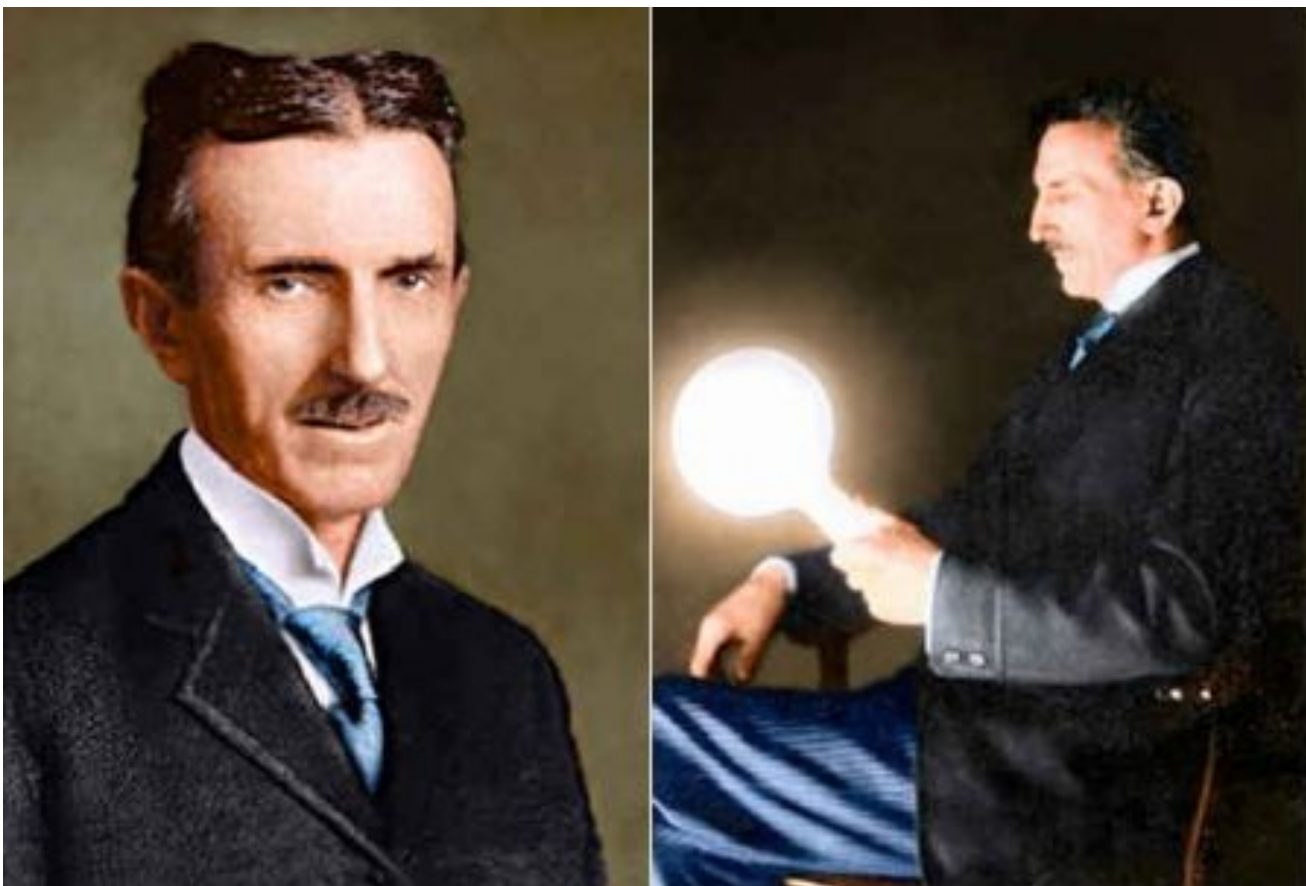
Переводъ съ англійскаго подѣ редакціей
Д. Д. ХМЫРОВА,
привать-доцента Императорскаго Новороссійскаго Университета.



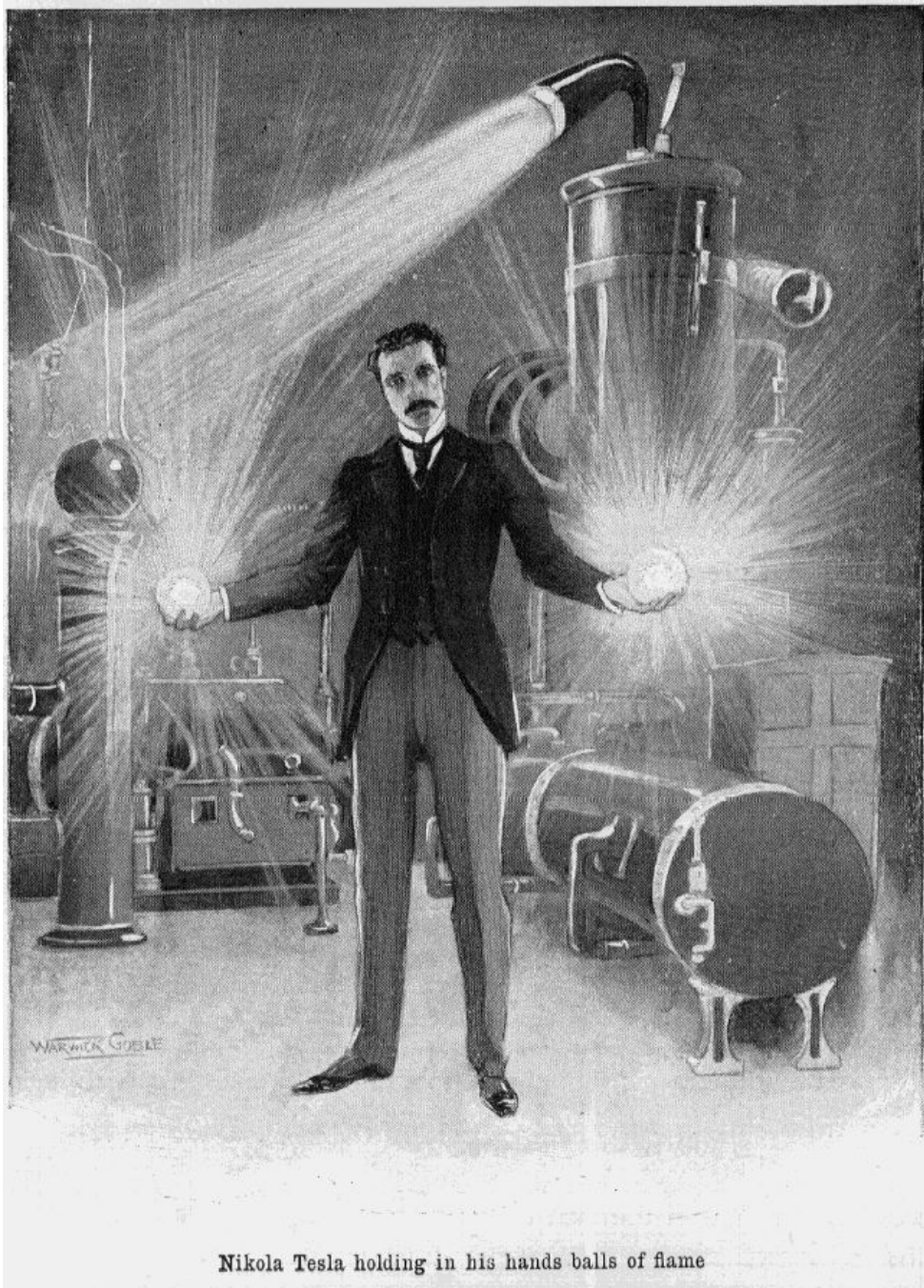
ОДЕССА, 1911.



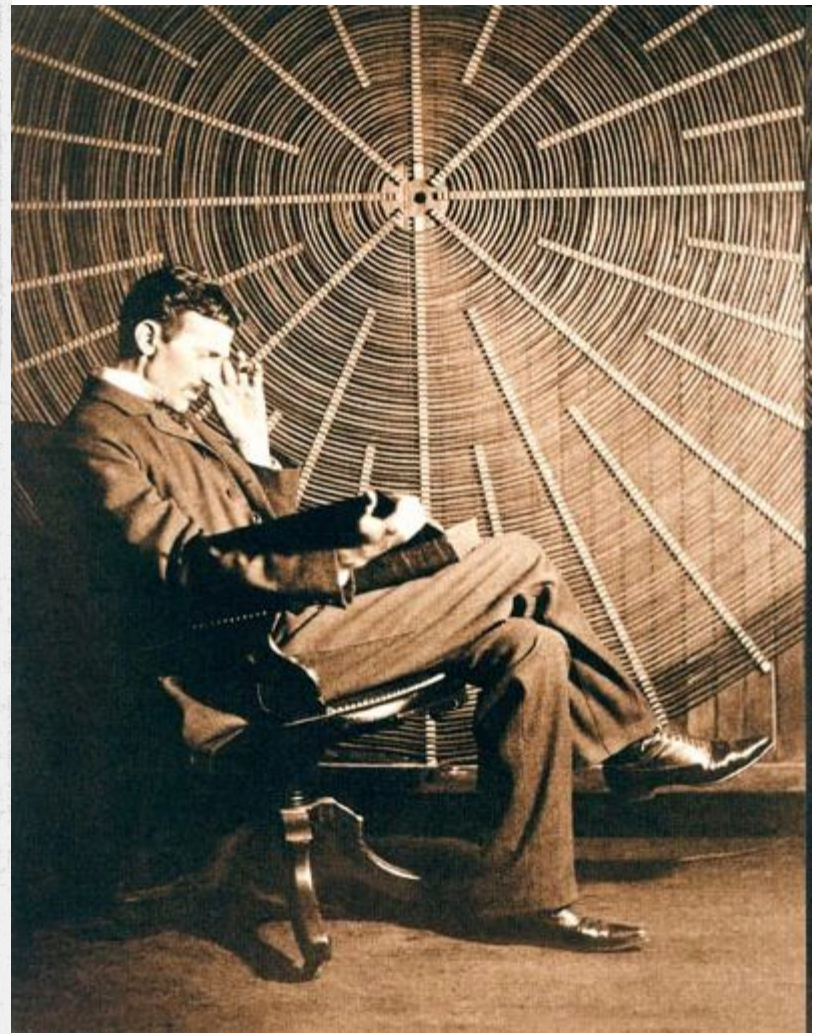
Никола Тесла 1856 - 1943 45



Никола Тесла 1856 - 1943

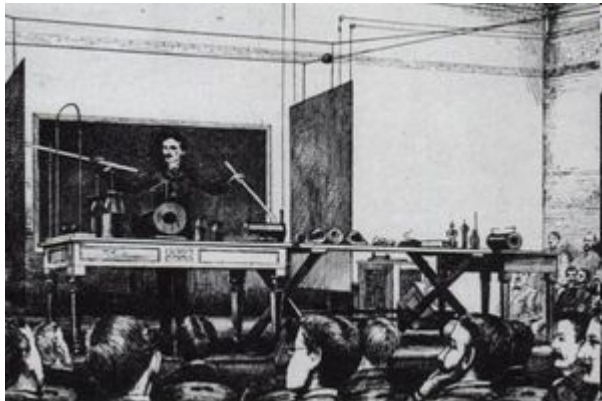


Nikola Tesla holding in his hands balls of flame



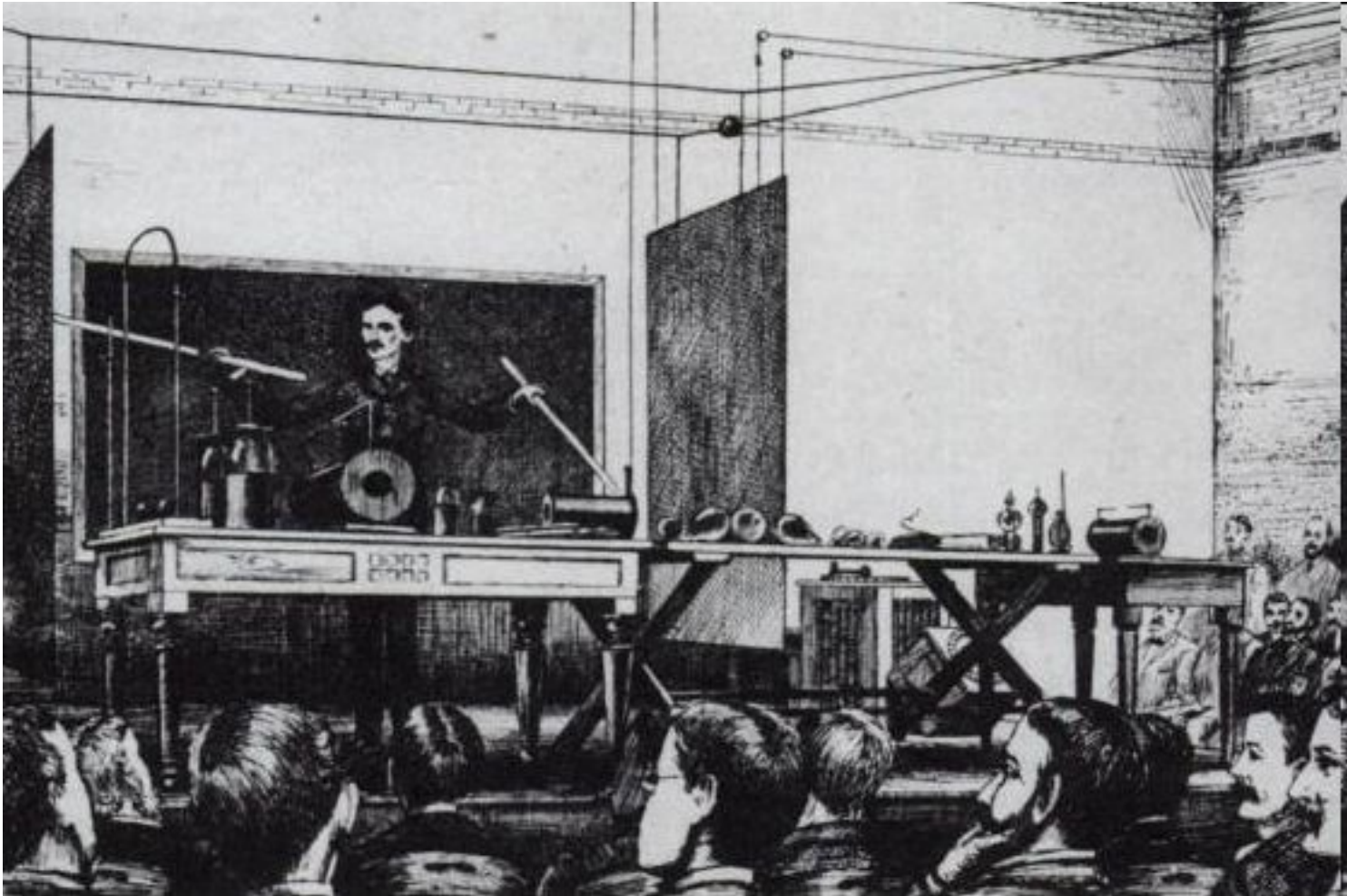


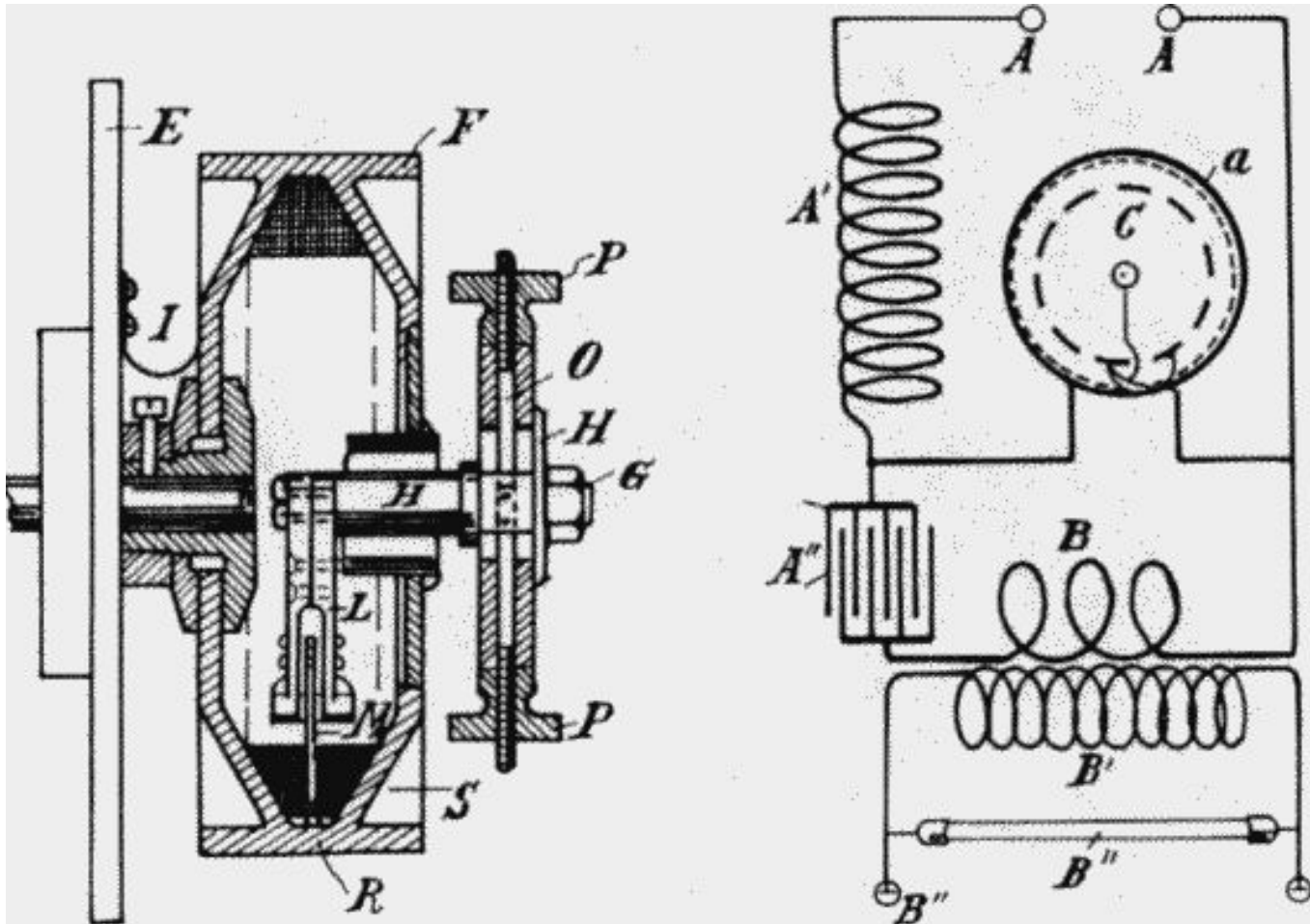
23-летний Никола Тесла



Тесла одним из первых запатентовал способ надёжного получения токов, которые могут быть использованы в радиосвязи. Патент U.S. Patent 447920 (англ.), выданный в США 10 марта 1891 года, описывал «Метод управления дуговыми лампами» («Method of Operating Arc-Lamps»), в котором генератор переменного тока производил высокочастотные (по меркам того времени) колебания тока порядка 10 000 Гц. Запатентованной инновацией стал метод подавления звука, производимого дуговой лампой под воздействием переменного или пульсирующего тока, для чего Тесла придумал использовать частоты, находящиеся за рамками восприятия человеческого слуха. По современной классификации генератор переменного тока работал в интервале очень низких радиочастот.

В 1891 году на публичной лекции Тесла описал и продемонстрировал принципы радиосвязи. В 1893 году вплотную занялся вопросами беспроводной связи и изобрёл мачтовую антенну.





Поперечное сечение и электрическая схема высокочастотного генератора Теслы

В том же 1893-м Никола Тесла сконструировал первый в мире волновой радиопередатчик, тем самым на семь лет опередив Маркони (первенство Теслы в изобретении радио было доказано и признано в 1943 году Верховным судом США). Используя радиоуправление, Тесла создал "телеавтоматы" - самоходные механизмы, управляемые на расстоянии. В Мэдисон-Сквер-Гарден ученый показал небольшие лодочки с дистанционным управлением.

Однако далеко не все разделяли творческие и коммерческие удачи Теслы. 13 марта 1895 года лаборатория Теслы на Пятой авеню сгорела дотла. Пожар поглотил не только прежние, но и самые новейшие разработки Теслы, включая новый метод передачи сообщений на дальние расстояния без проводов, механический осциллятор и многие другие. Поговаривали, что пожар - дело рук недоброжелателей.

Впрочем, Тесла не пал духом. Обладая феноменальной памятью, он восстановил все свои изобретения. Не сомневались в возможностях ученого и финансисты - "Компания Ниагарских водопадов" выдала сербу 100 тысяч долларов на обустройство новой лаборатории. И уже в конце 1896 года Тесла передал сигнал без проводов на расстояние в 48 километров!

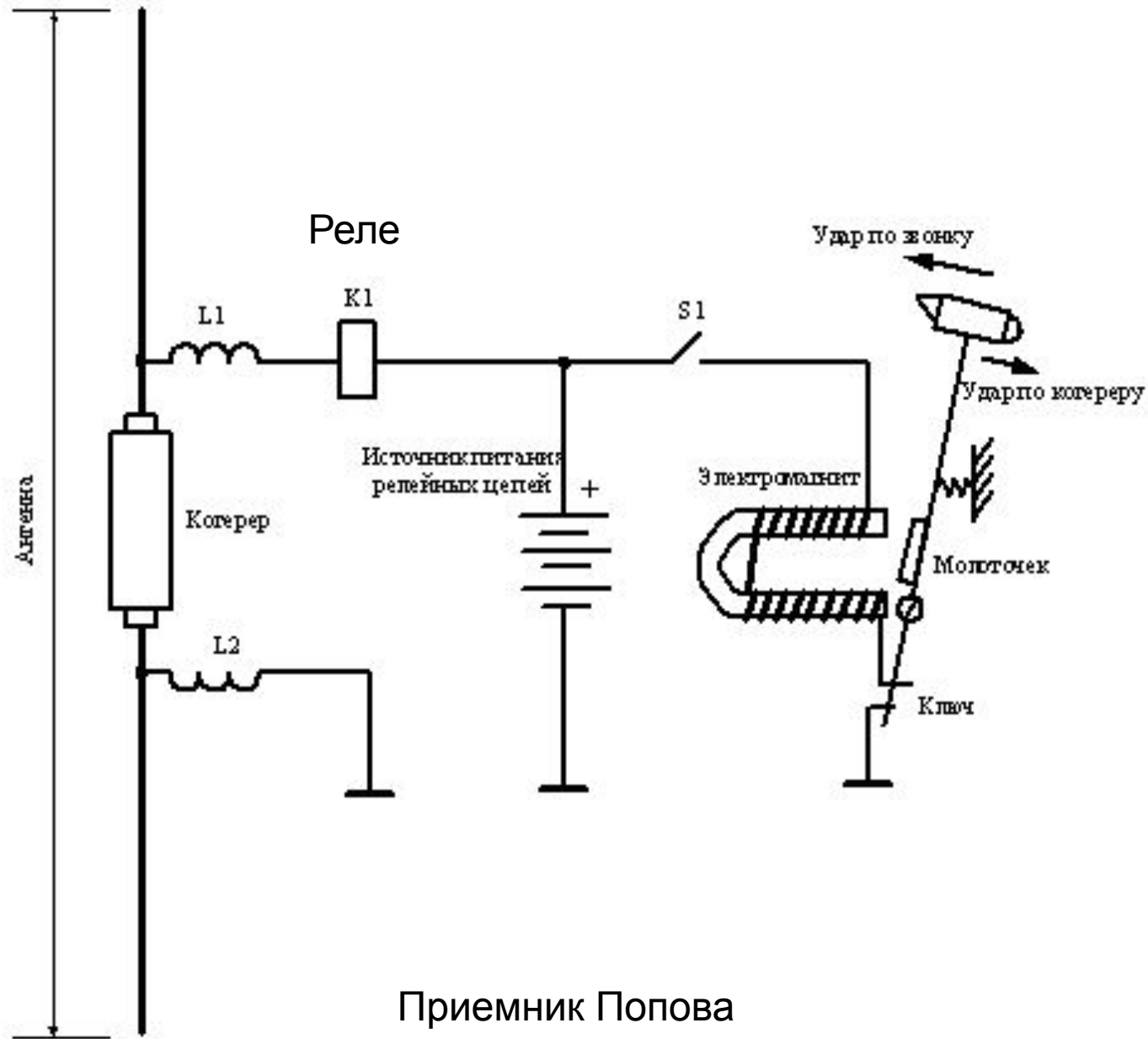
В 1896 г. американский ученый югославского происхождения Николо Тесла (1856 - 1943) смог передать сигналы на 32 км с помощью созданного им высокочастотного резонансного трансформатора. Приемник находился на судне, плывшем по Гудзону. Тесла с успехом применял электромагнитные волны не только для телеграфирования, но и для передачи сигналов различным механизмам. Радиосигналы с пульта принимались антенной, установленной на лодке, а затем передавались на механизмы управления. Таким образом, Тесла вполне может быть назван родоначальником телемеханики!

http://www.from-ua.com/technology/409a495b517e0/view_print/



Первая публичная демонстрация приемника Попова состоялась во время его доклада «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» 7 мая (25 апреля по старому стилю) 1895 г. на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества в Санкт-Петербургском университете.

Александр Степанович Попов, 1859–1905 (1906 по новому стилю)

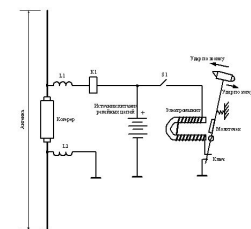


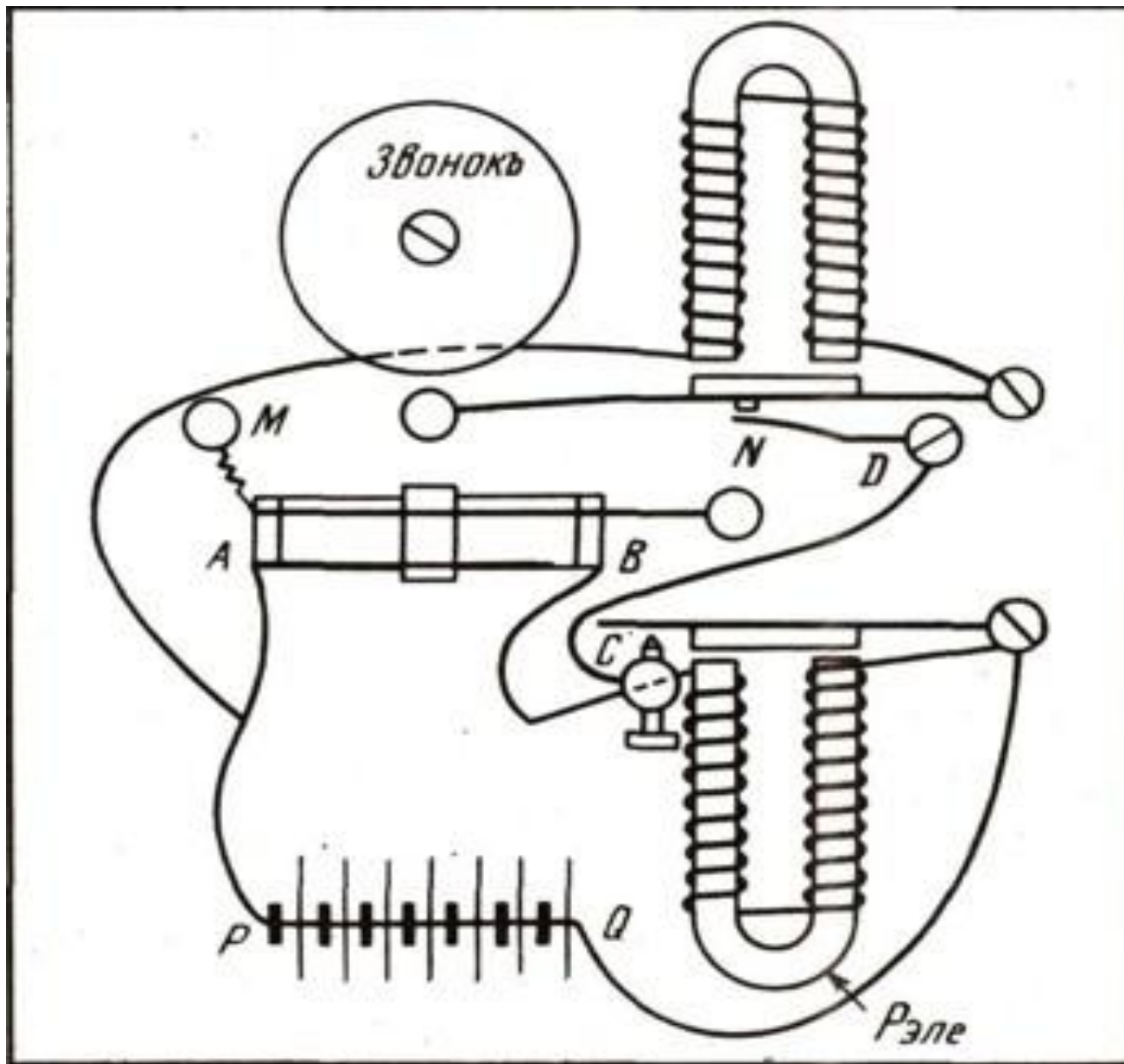
Приемник Попова

Когерер представляет собой стеклянную трубку, в которой помещены металлические опилки. На концы трубки надеты металлические колпаки, имеющие хорошее соприкосновение с опилками. К обоим концам когерера припаяны проводники - плечи приемной антенны. Антенна представляет линейный вибратор, настроенный в резонанс с частотой принимаемой ЭМ волной.

Приходящая ЭМ волна, создавая в когерере переменные токи высокой частоты, вызывает проскакивание между опилками мельчайших искр, которые сваривают опилки друг с другом. При этом сопротивление когерера резко уменьшается и он замыкает цепь батареи, пропуская ток через обмотки реле К1. В результате контакт S1 замыкается, и через него, в свою очередь, проходит ток по обмотке электромагнита. Последний притягивает молоточек, тот ударяет по звонку и разрывает цепь питания электромагнита. Возвращаясь в исходное состояние с помощью пружины, молоточек ударяет другим, прорезиненным концом по когереру, в результате чего его сопротивление становится очень большим, т.к. контакты между опилками разрушаются. После этого, как приемная часть (по схеме слева от батареи), так регистрирующая часть (справа от батареи) готовы к приему следующего ЭМ импульса.

Как видим, приведенное устройство является довольно сложной системой с обратной связью. Дросселя L1 и L2 необходимы для исключения прохождения токов высокой частоты через цепи собственно приемника, иначе добротность антенны уменьшится и упадет чувствительность приемника.

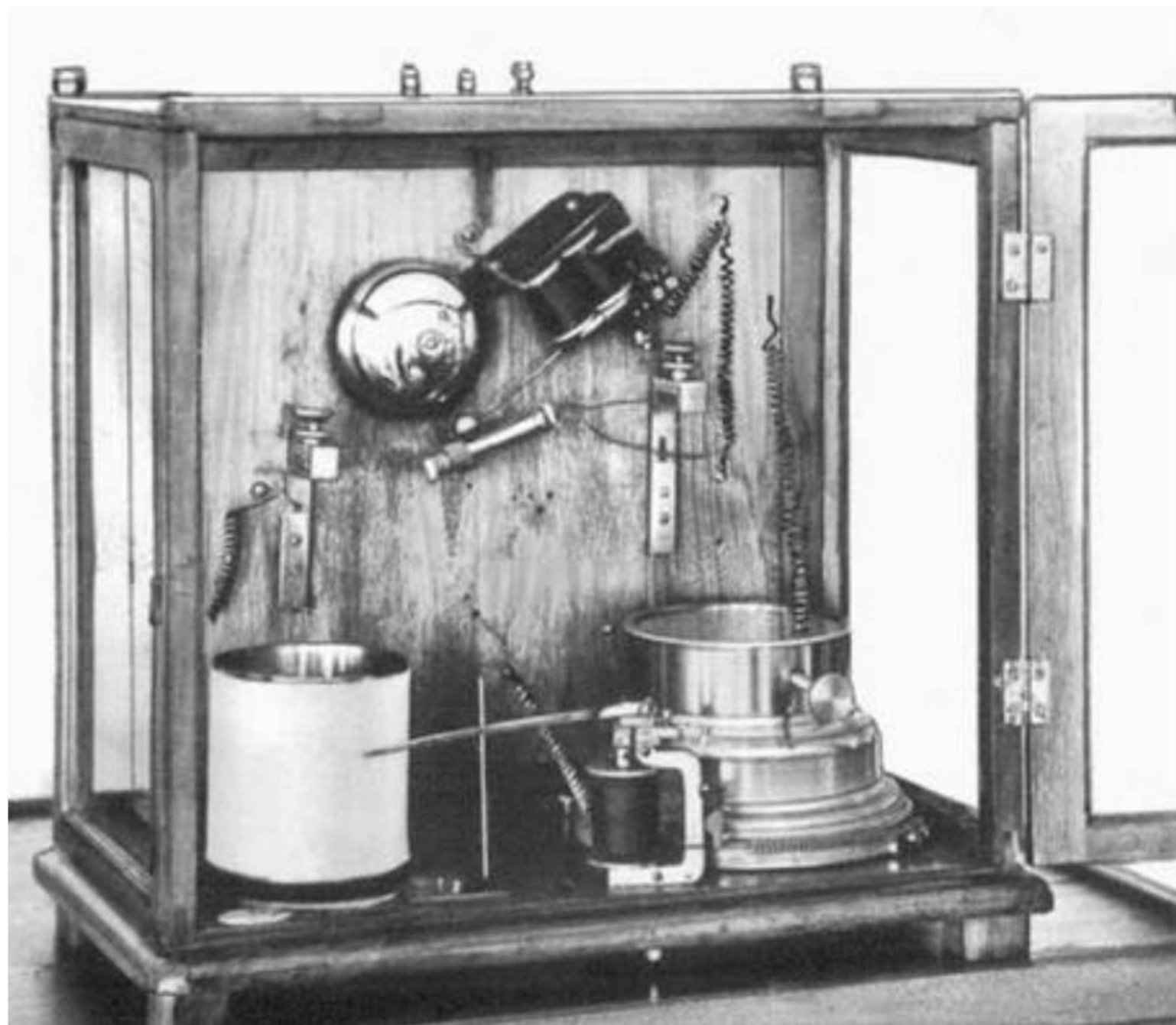


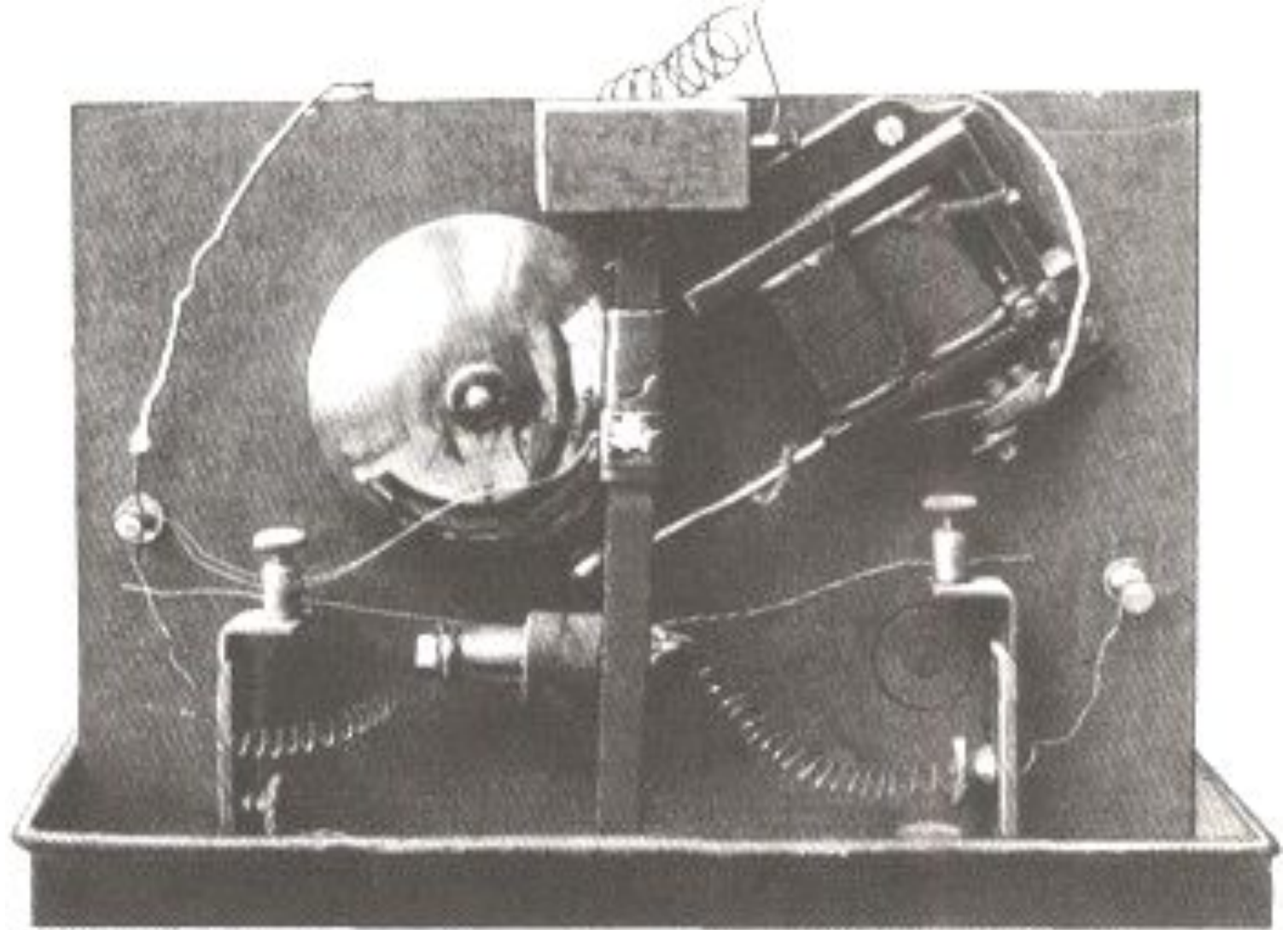


«Когерер»

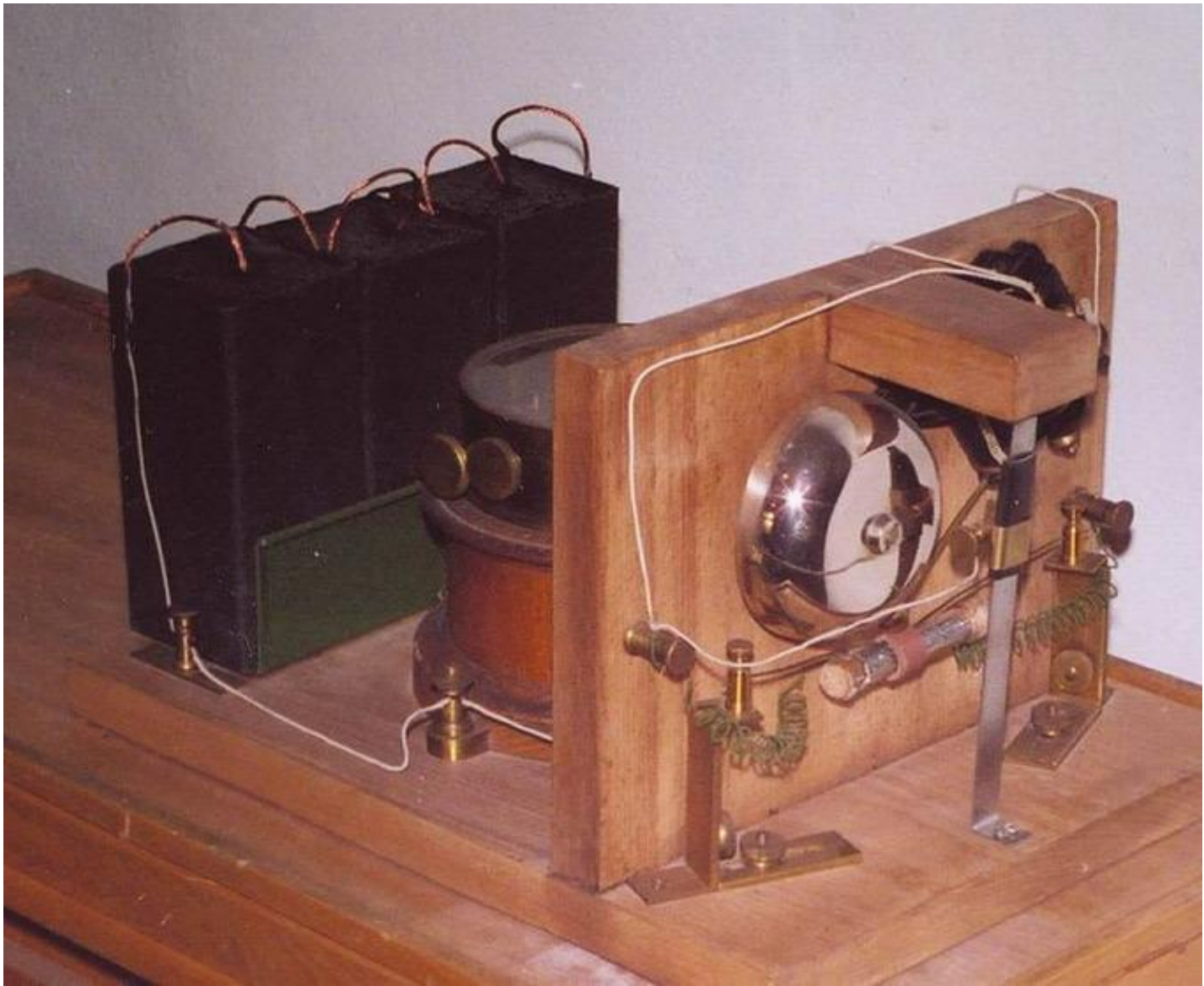
7 мая 1895 профессор Александр Степанович Попов на заседании Русского физико-химического общества демонстрирует изобретенный им грозоотметчик (прибор который мог регистрировать удары молний и таким образом предвещал о приближении дождя) - первый в мире радиоприемник.

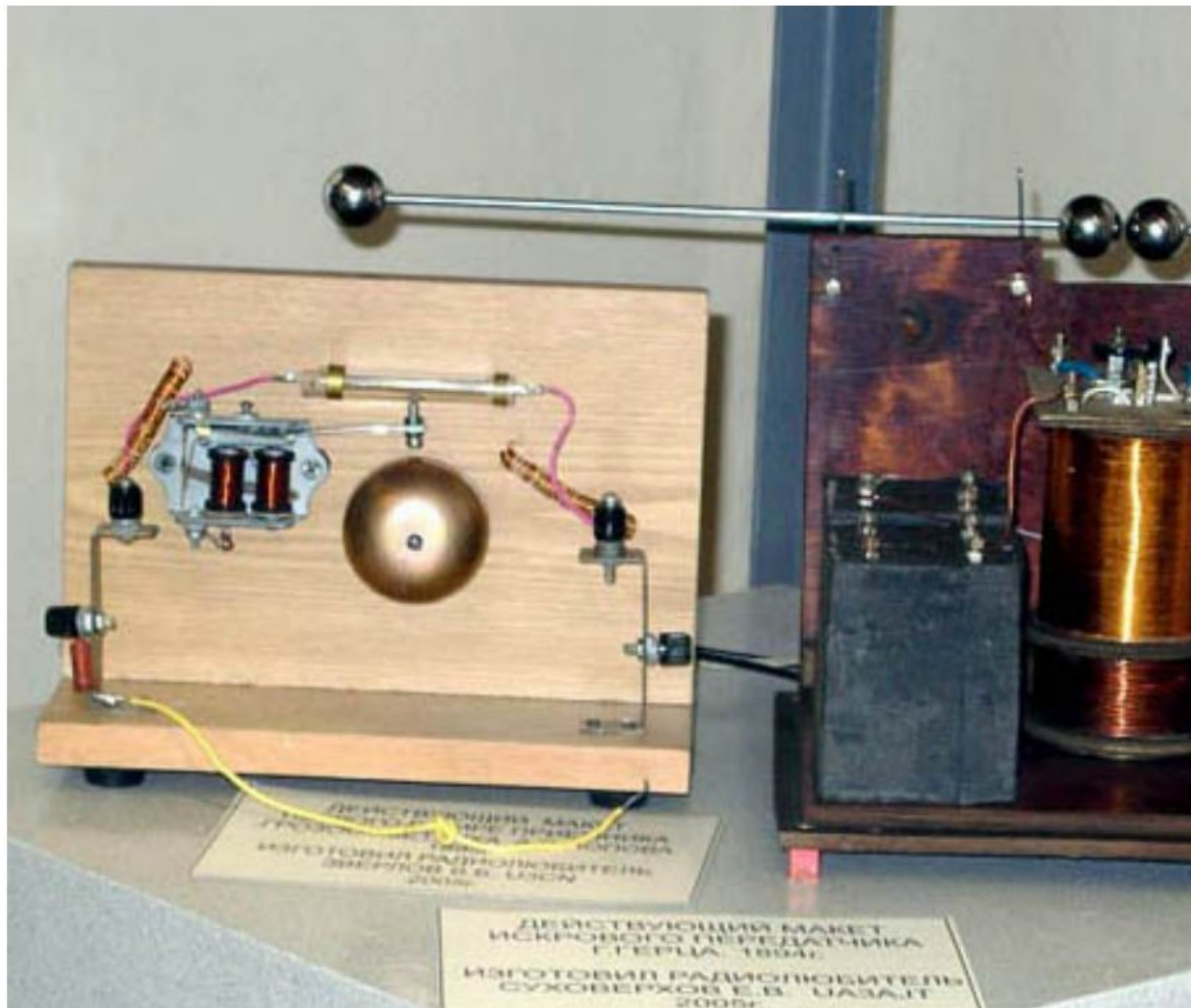
24 марта 1896 года он продемонстрирует прибор для передачи сигналов, передав на расстояние 250 м радиограмму из двух слов «Генрих Герц». Итальянец Маркони опубликует сведения о своих аналогичных опытах лишь в июне 1897 года.





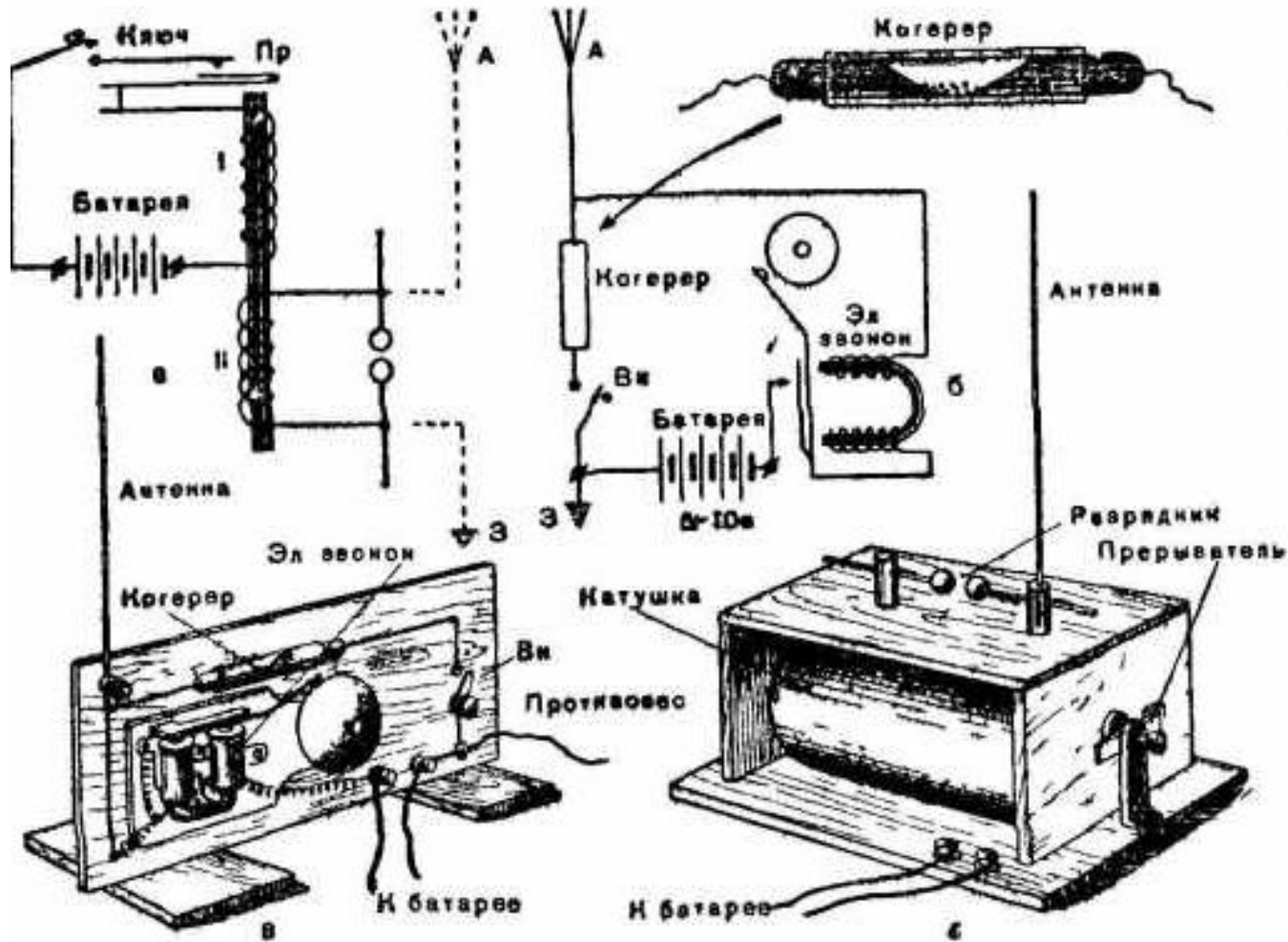






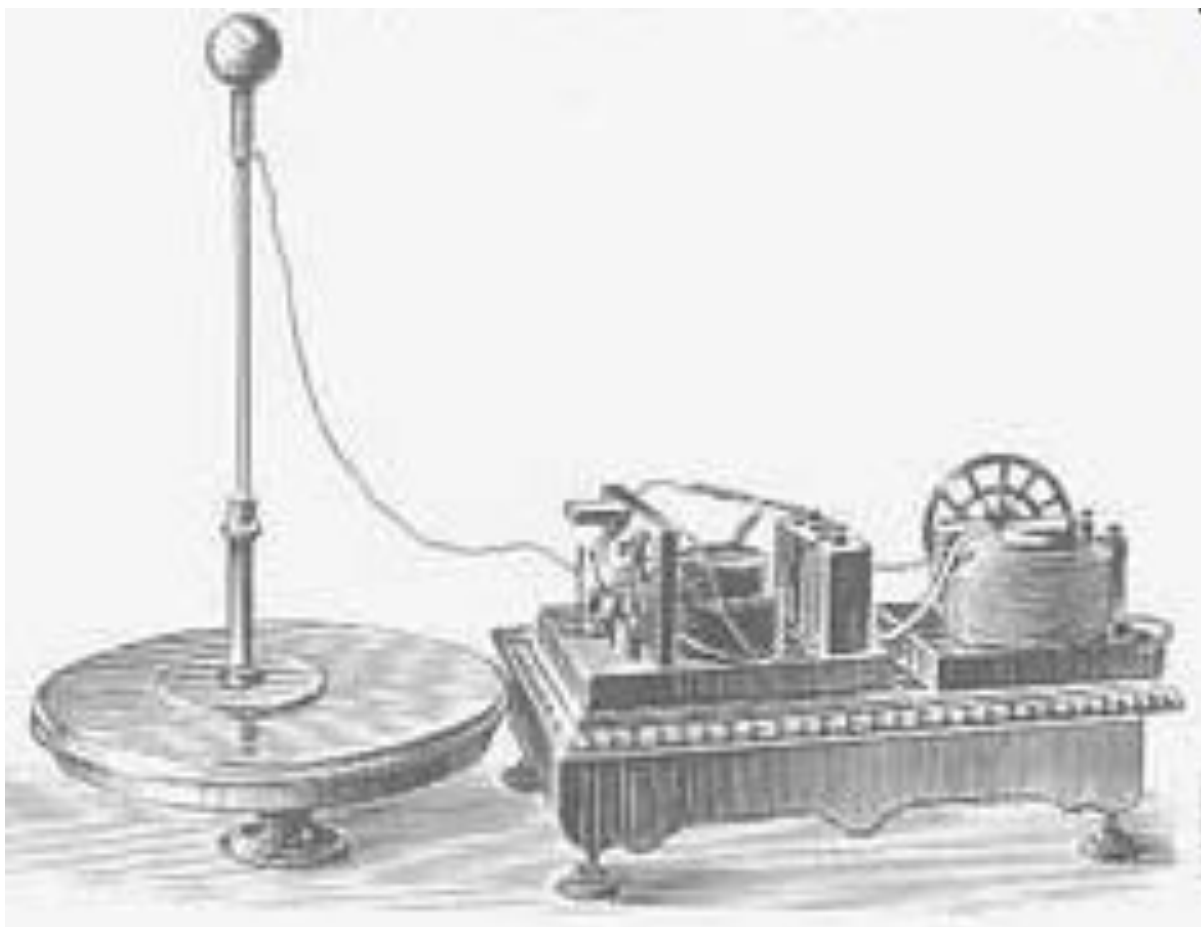
ДЕЙСТВУЮЩИЙ МАКЕТ
ИСКРОВОГО ПЕРЕДАТЧИКА
ГЕРЦА 1894г.
ИЗГОТОВИЛ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ
СУХОВЕРХОВ Е.В. ЦАЗА.ИТ
2005г.

ДЕЙСТВУЮЩИЙ МАКЕТ
ИСКРОВОГО ПЕРЕДАТЧИКА
ГЕРЦА 1894г.
ИЗГОТОВИЛ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ
СУХОВЕРХОВ Е.В. ЦАЗА.ИТ
2005г.

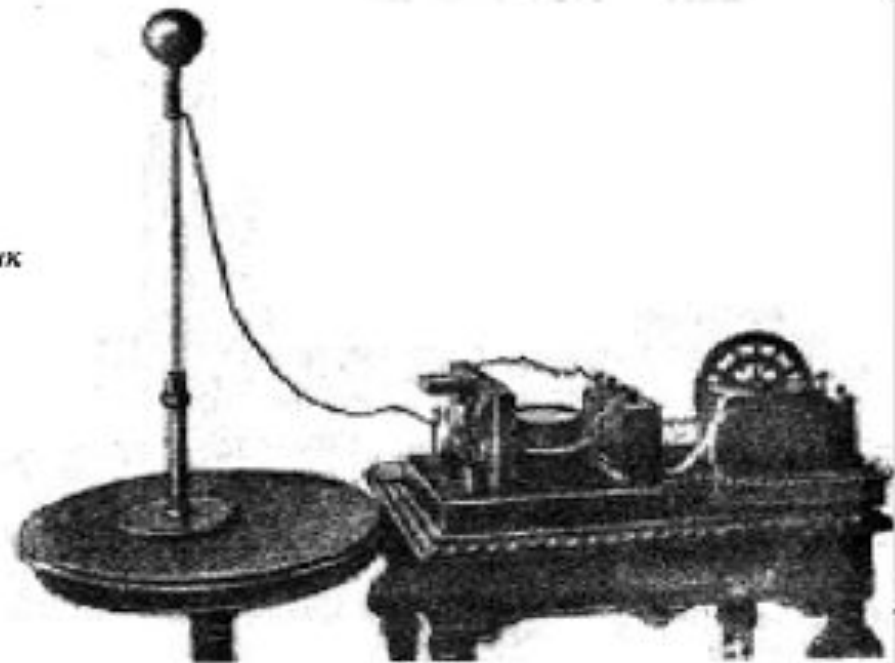
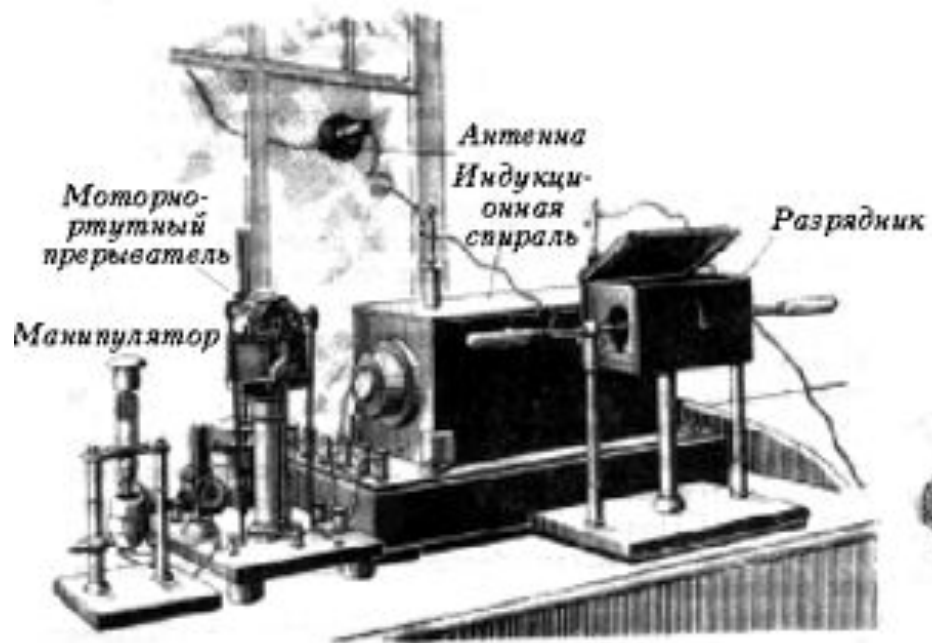


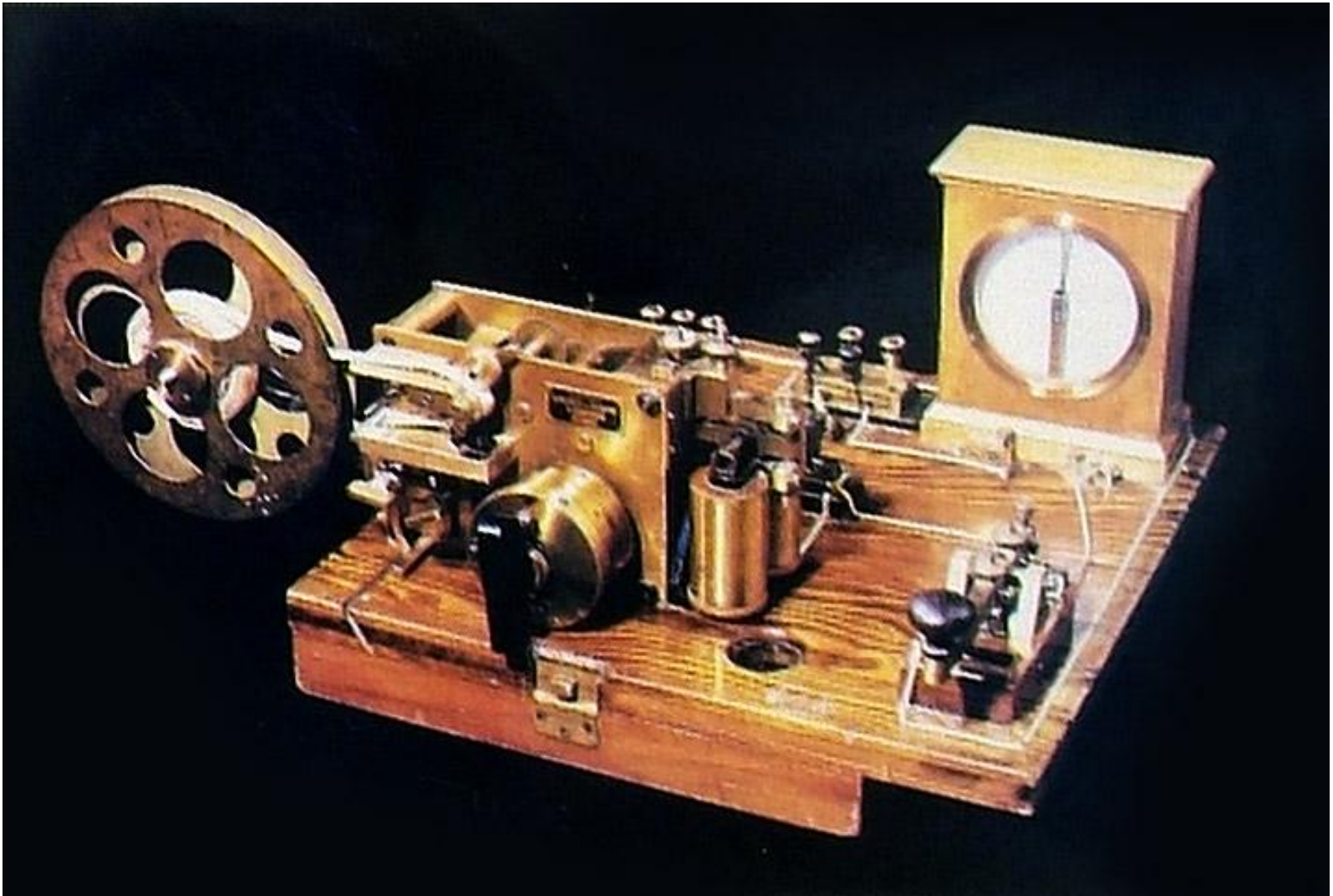
Установка для демонстрации опытов А. С. Попова:

а — схема вибратора, б — схема грозоотметчика, в — общий вид грозоотметчика; г — общий вид вибратора.



Приемная установка А.С.Попова 1895 год.





Аппарат С. Морзе



Гульельмо Маркони (1874-1937)



Guglielmo Marconi



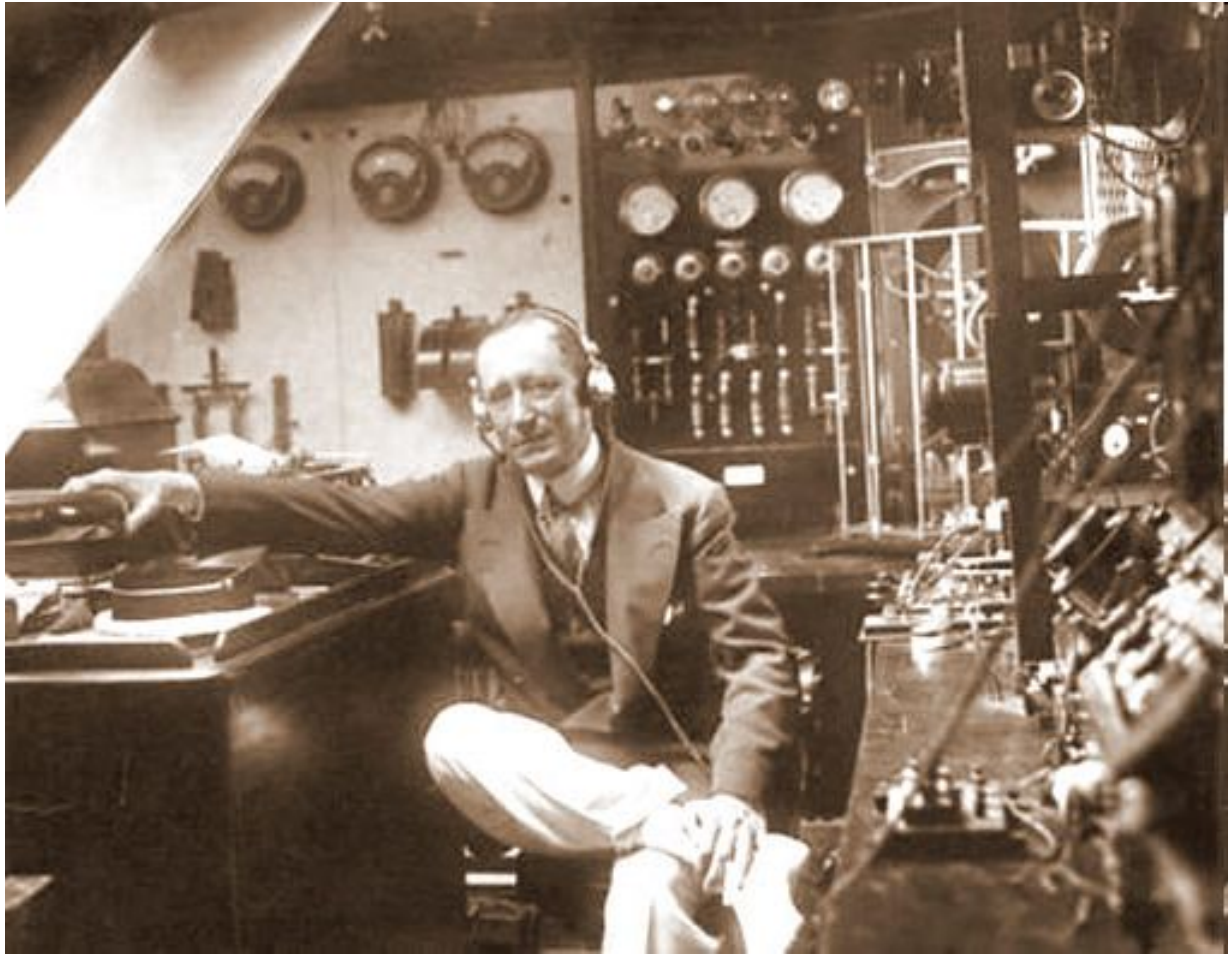
Рис. 119. Маркони у своей приёмопередающей станции



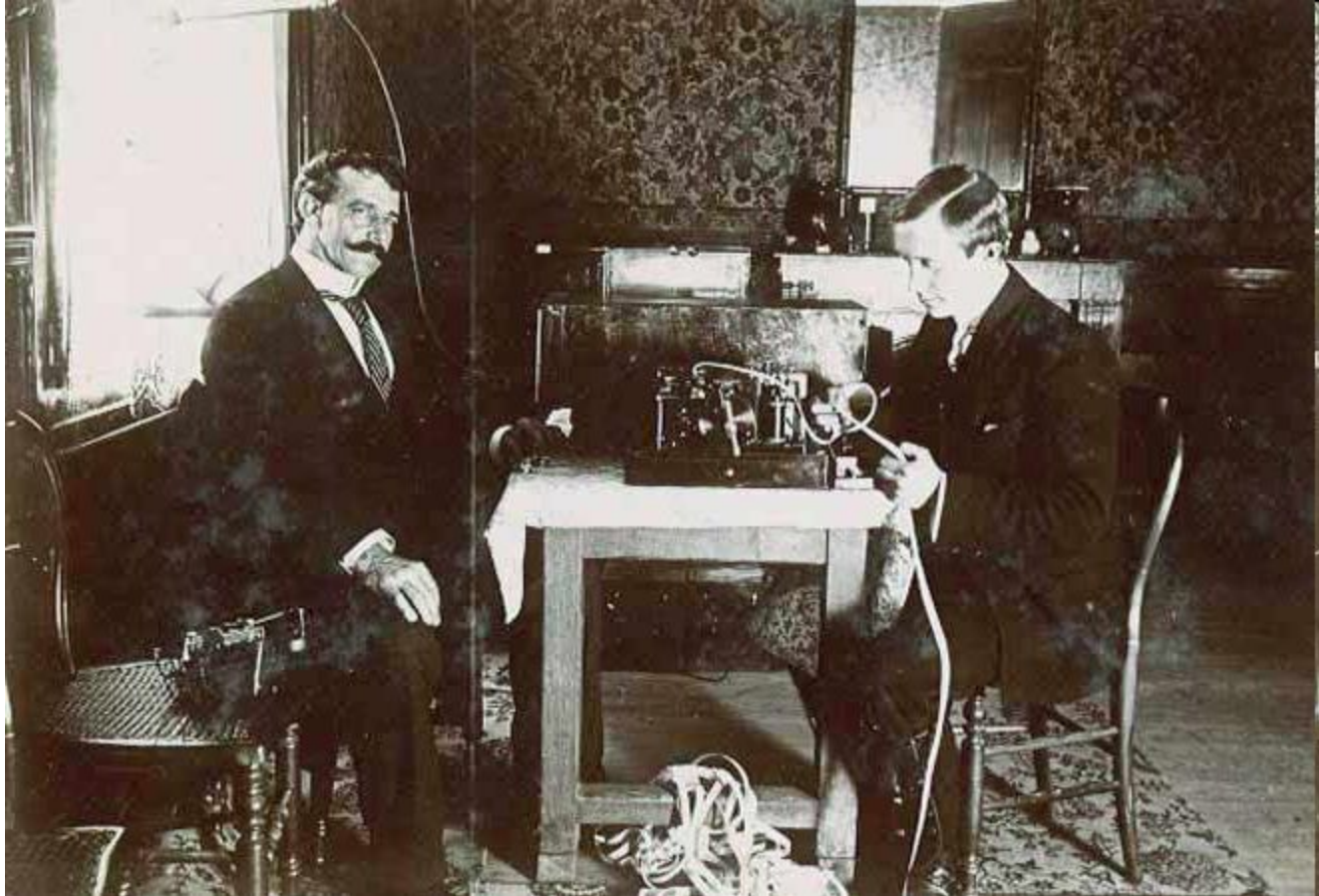
Нобелевская премия по физике 1909

За выдающийся вклад в создание беспроводной телеграфии





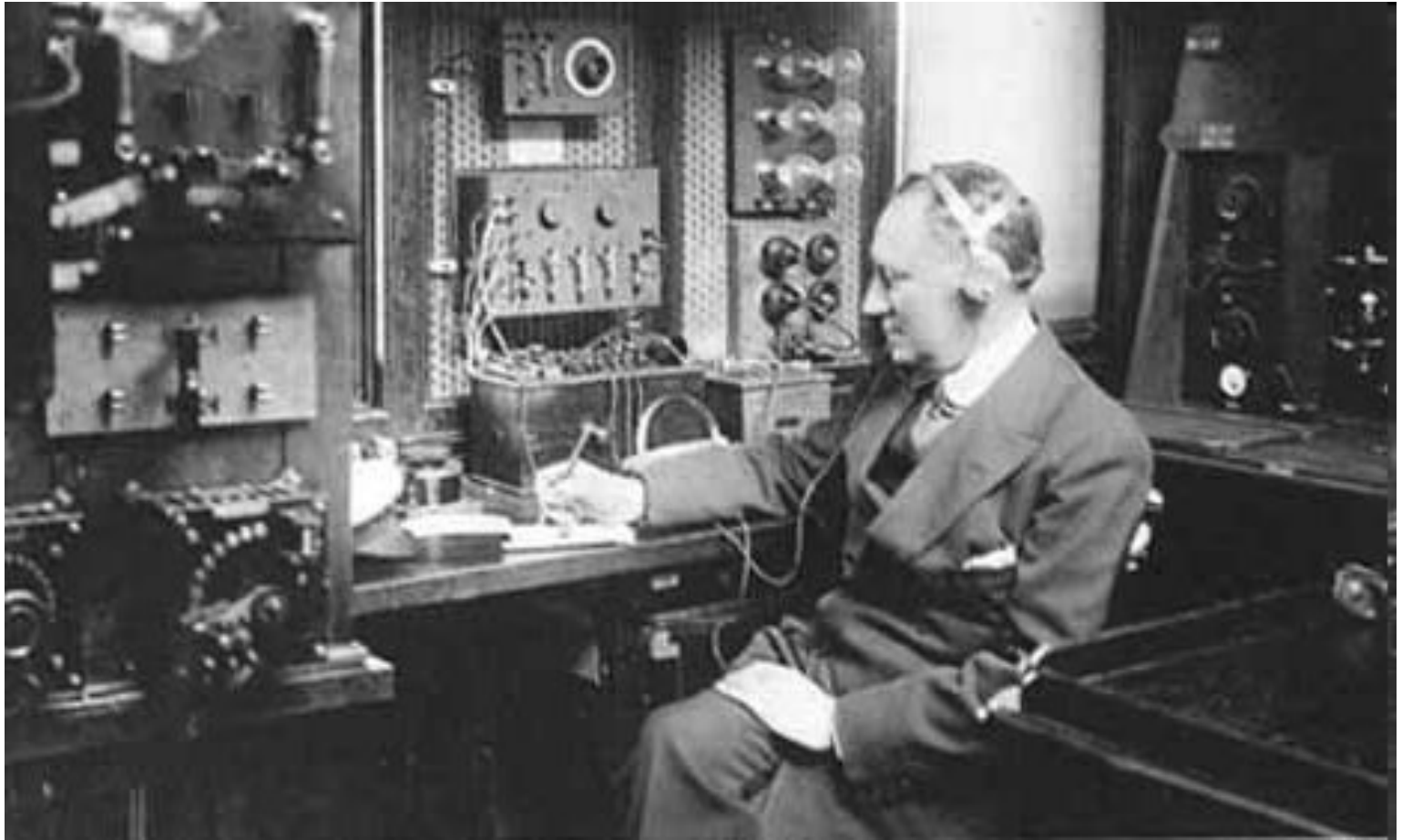


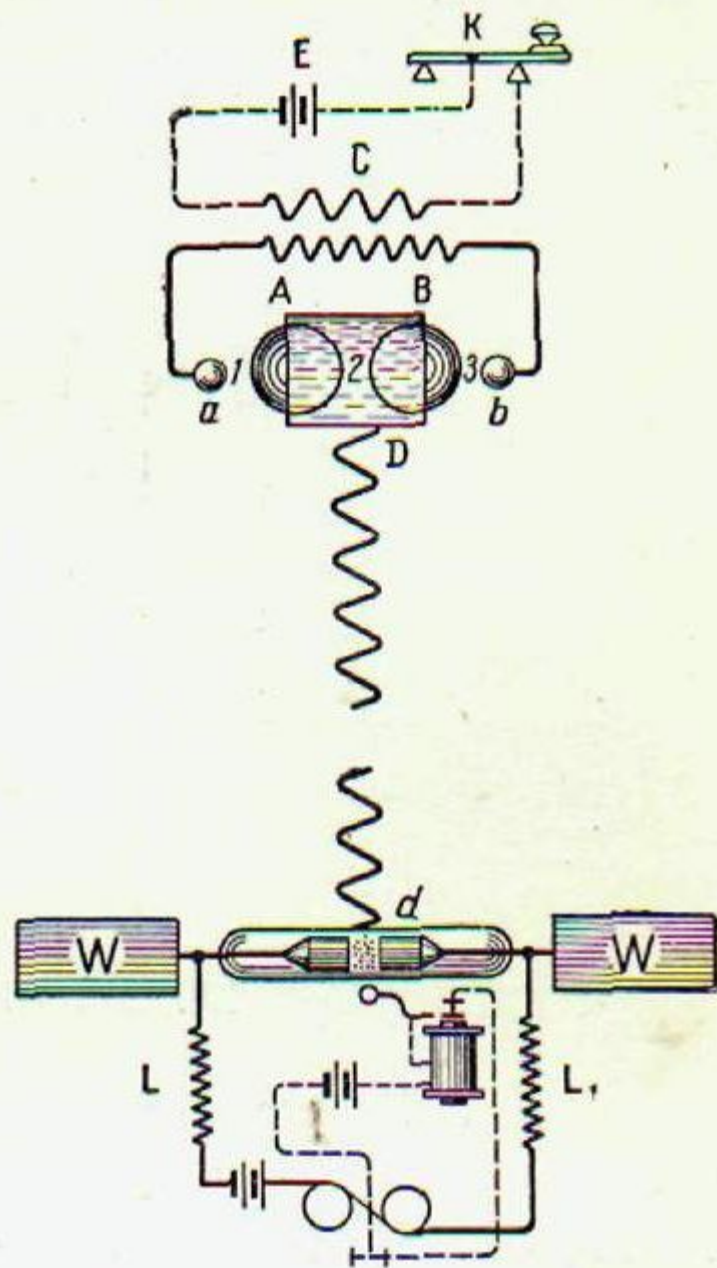
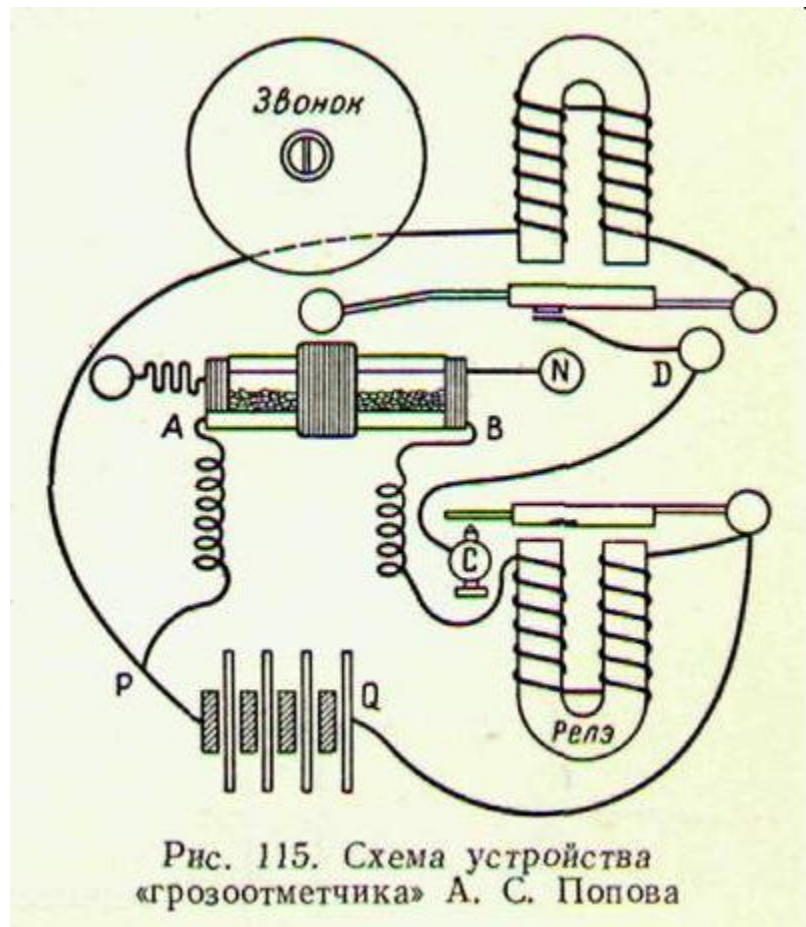


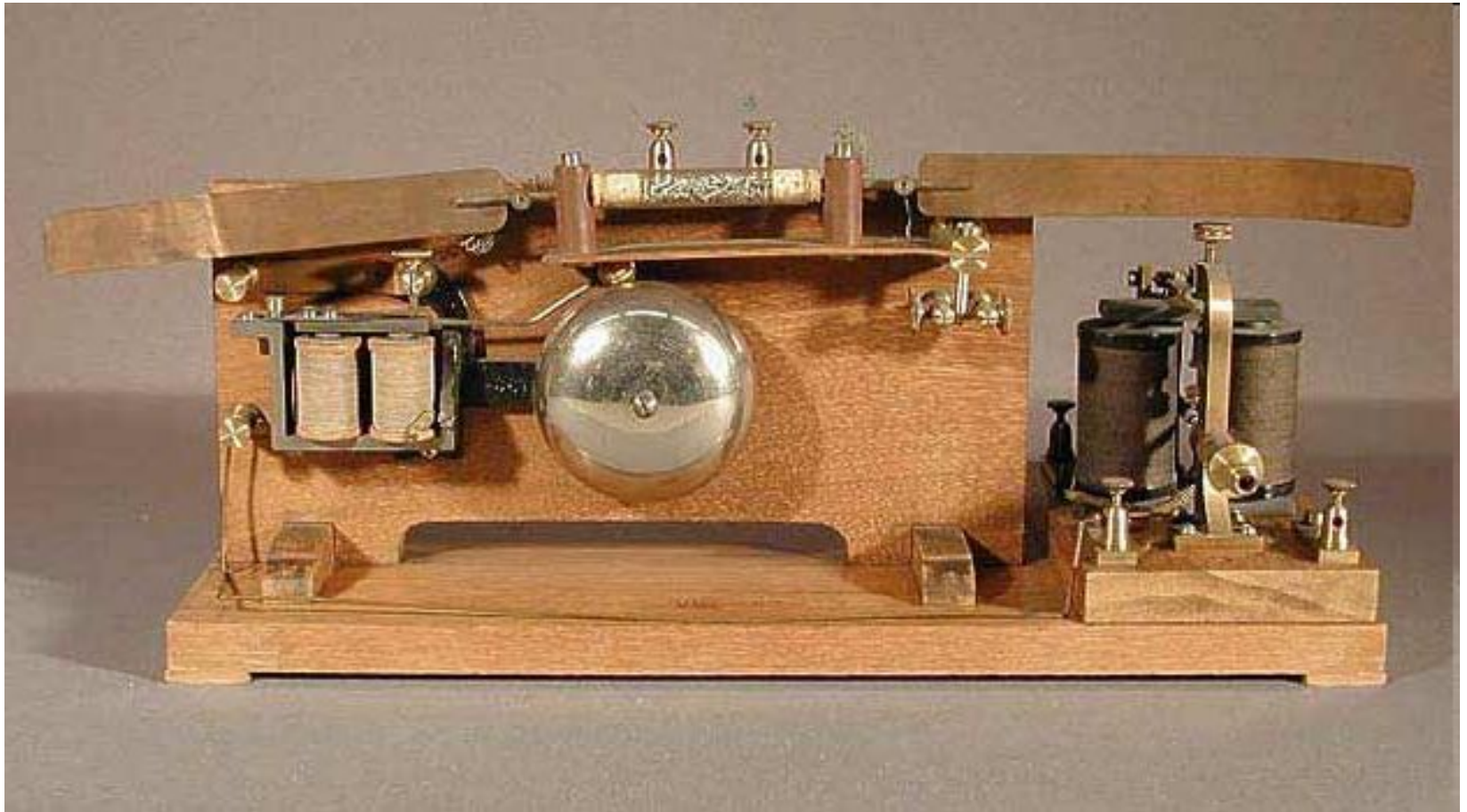




Сарнов (слева) и Маркони, 1933.







Радиоприемник Г. Маркони

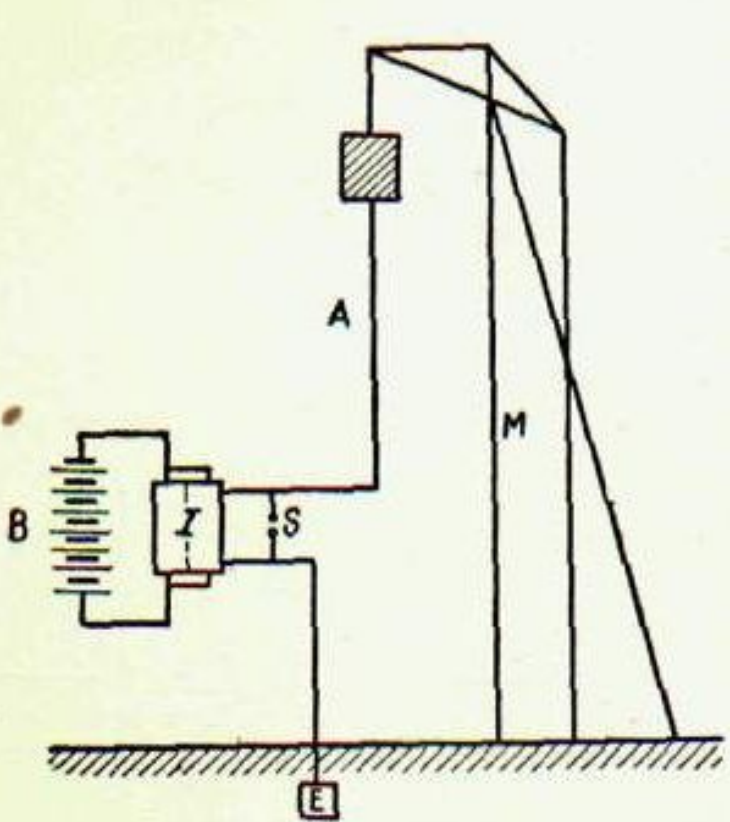


Рис. 118. Схема передаточной станции Маркони

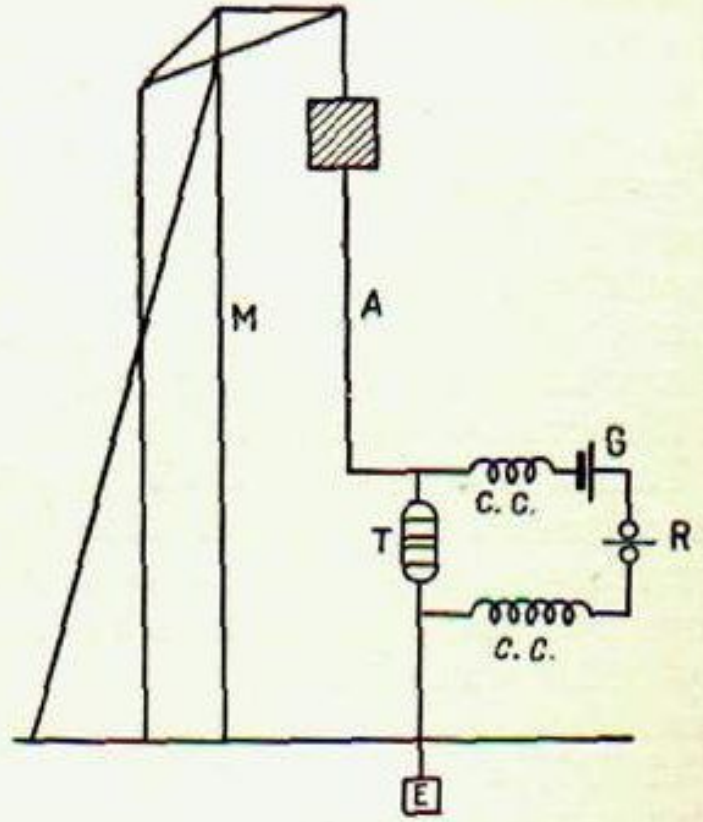


Рис. 118а. Схема приёмной станции Маркони

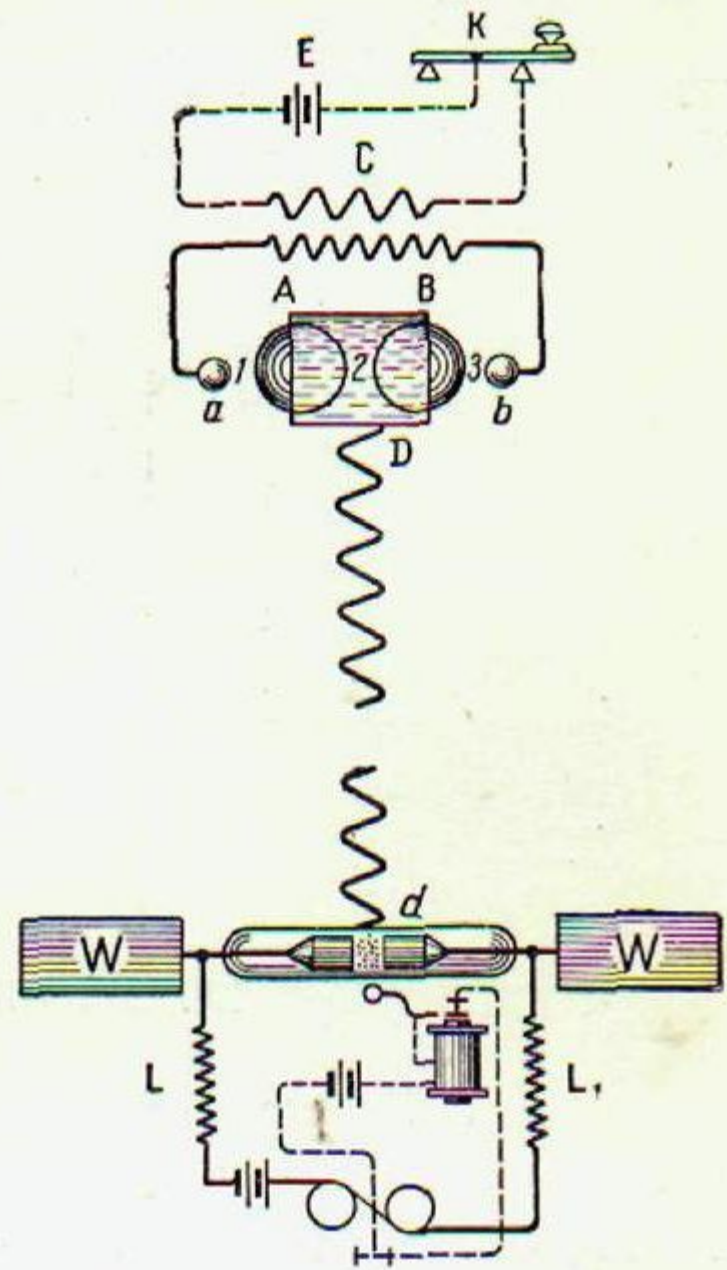
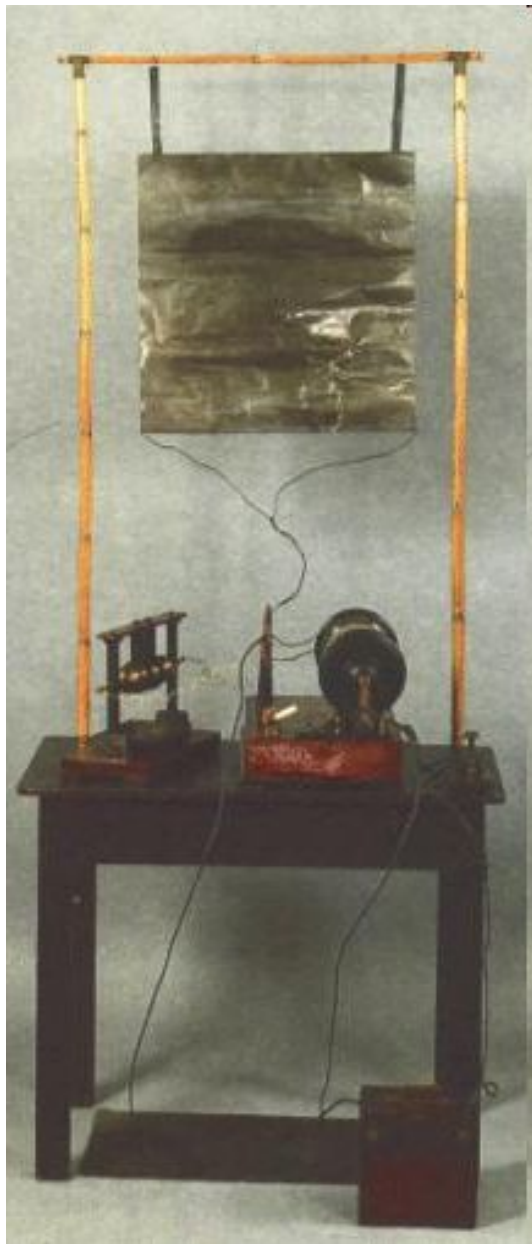
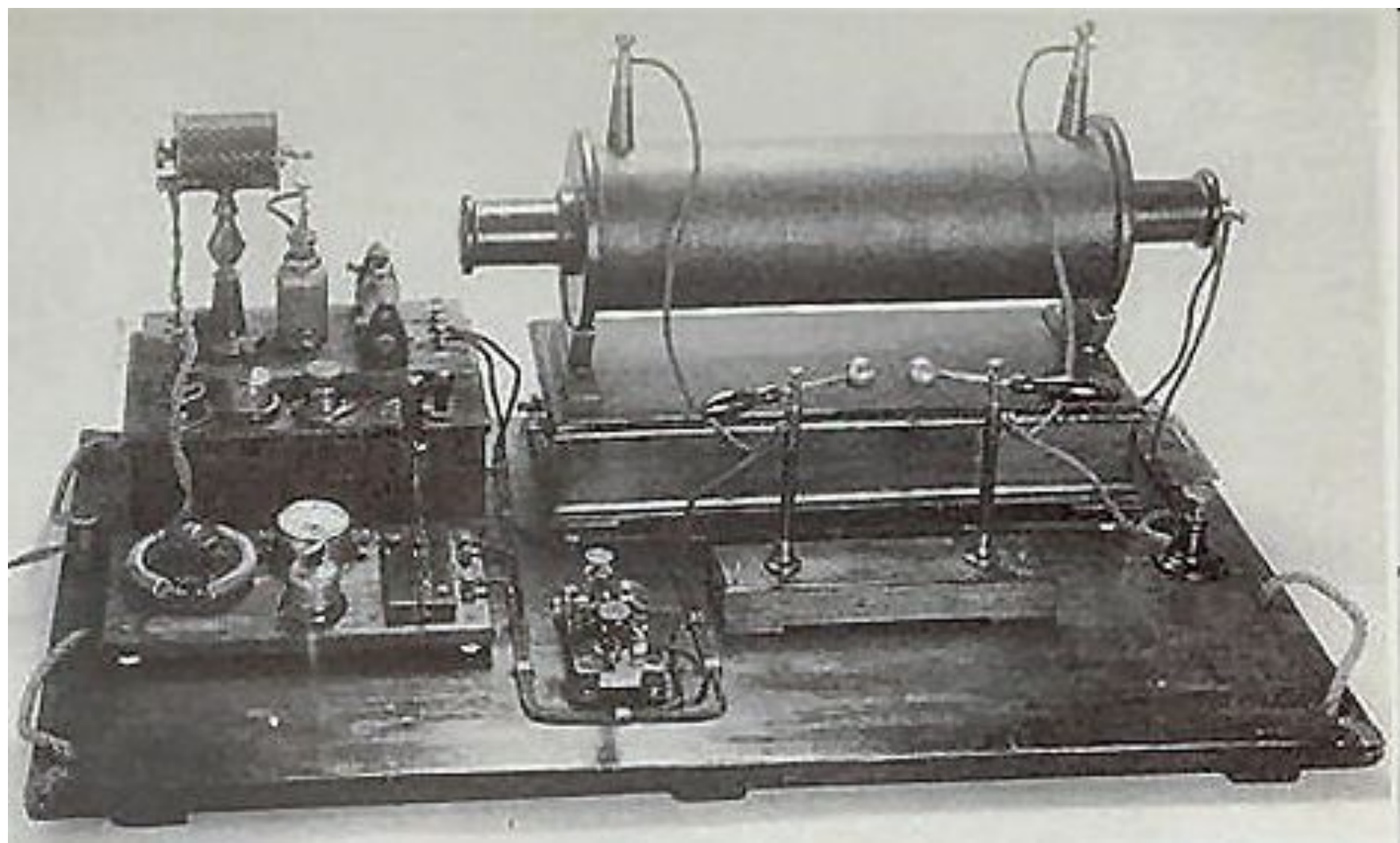
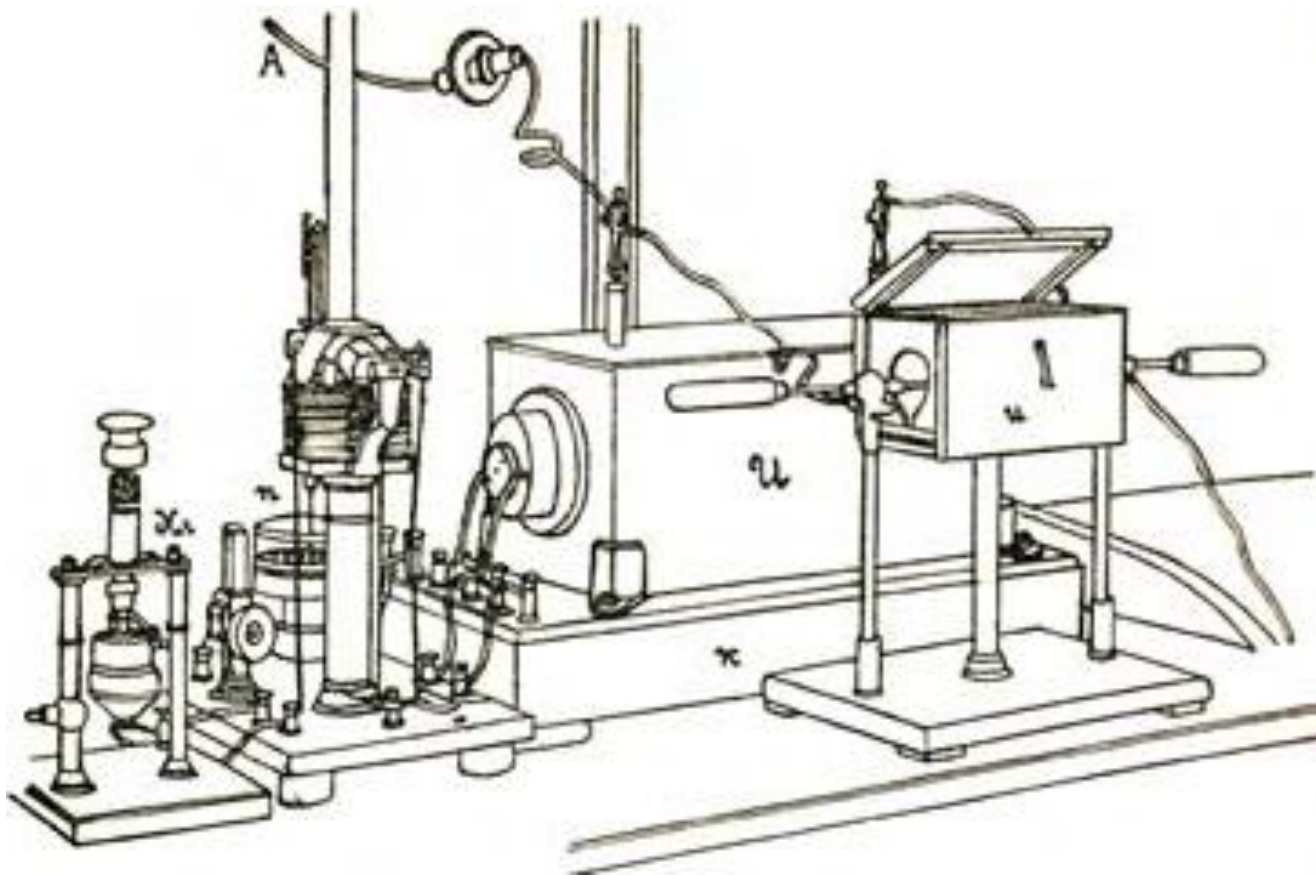


Рис. 117. Схема передатчика и приёмника Г. Маркони

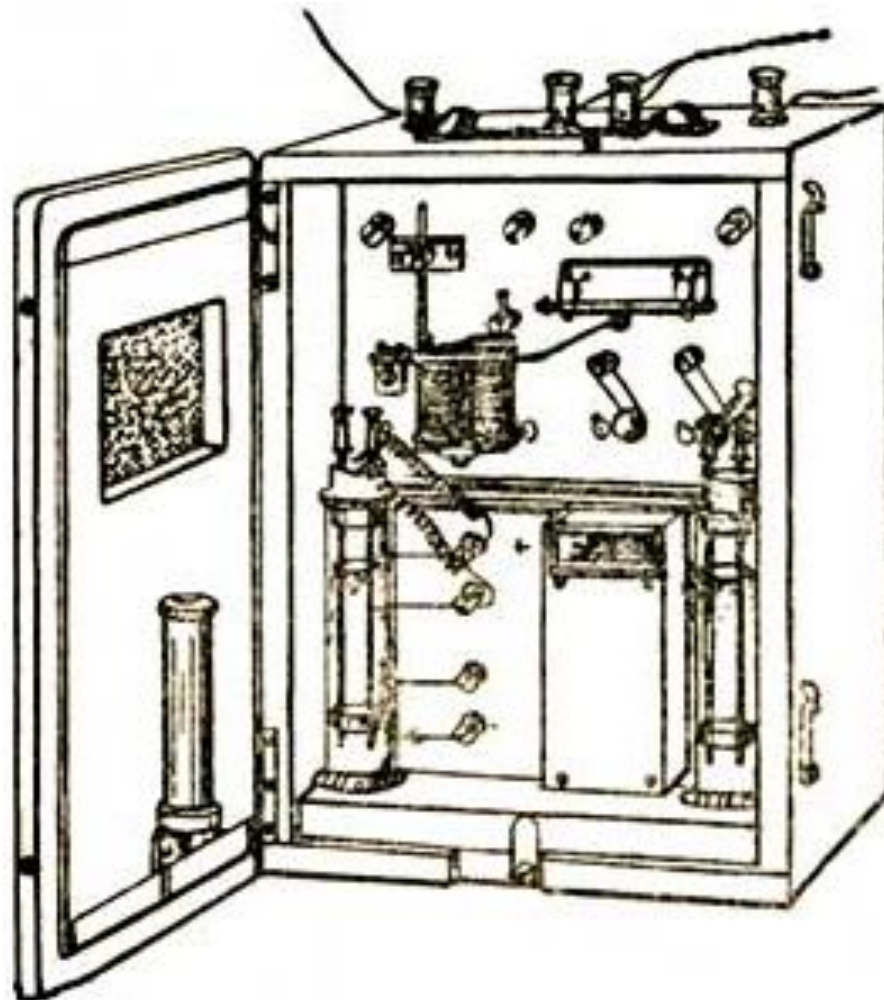


«Соревнование» между Поповым и Маркони

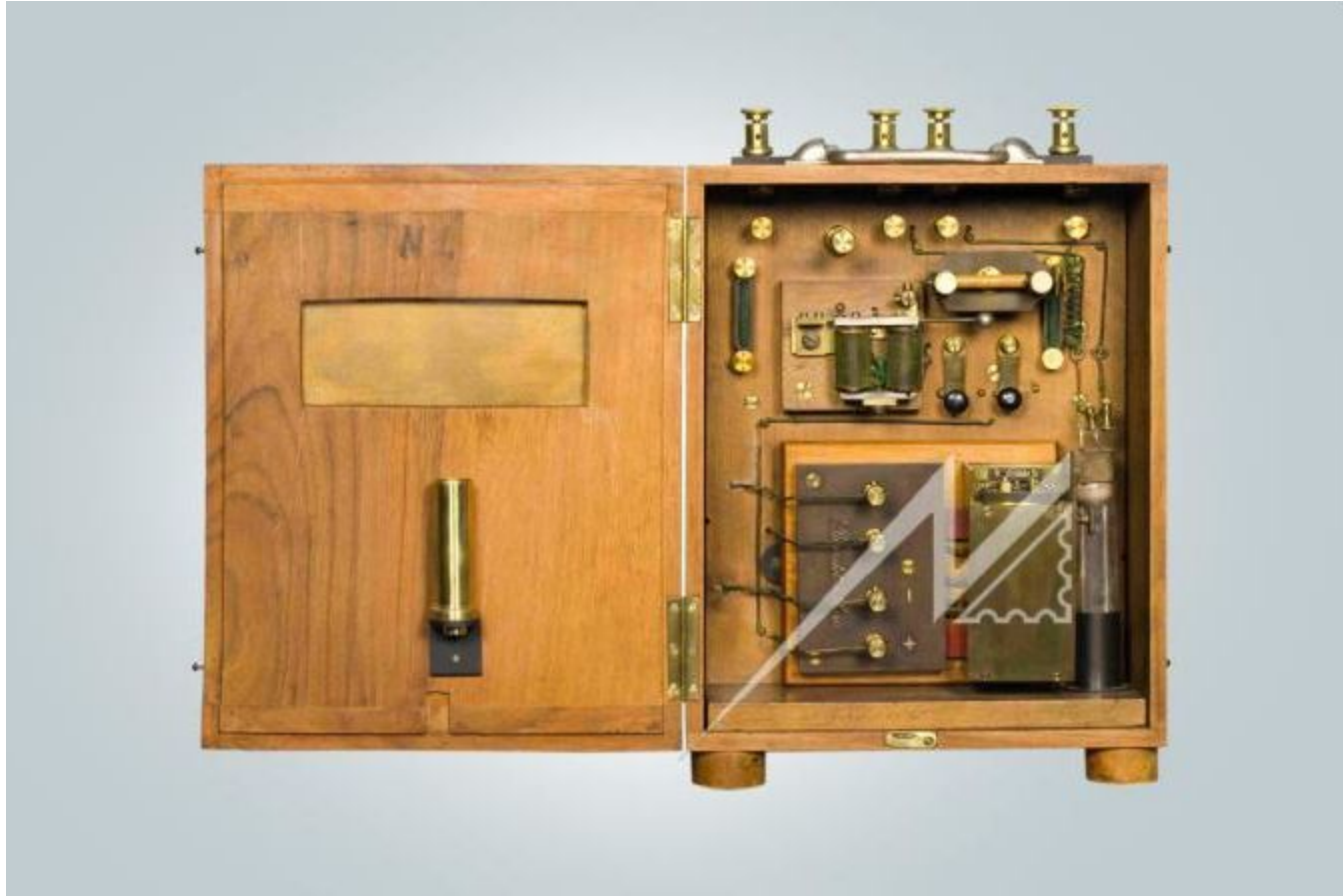
- 1897 г Попов достиг дальности в 5 км.
- 1899 г было начато промышленное производство радиостанций Попова для флота французской фирмой Дюкрете.
- 1899 г Попов разрабатывает и патентует первый в мире детекторный приёмник на базе кристаллического диода, созданного им же.
- Март 1899 г Маркони осуществил связь между Англией и Францией (45 км).
- 1900 г телефонные приёмники Попова с дальностью 45 км
- Декабрь 1901 г Маркони передал радиосигнал через Атлантический океан (3700 км)



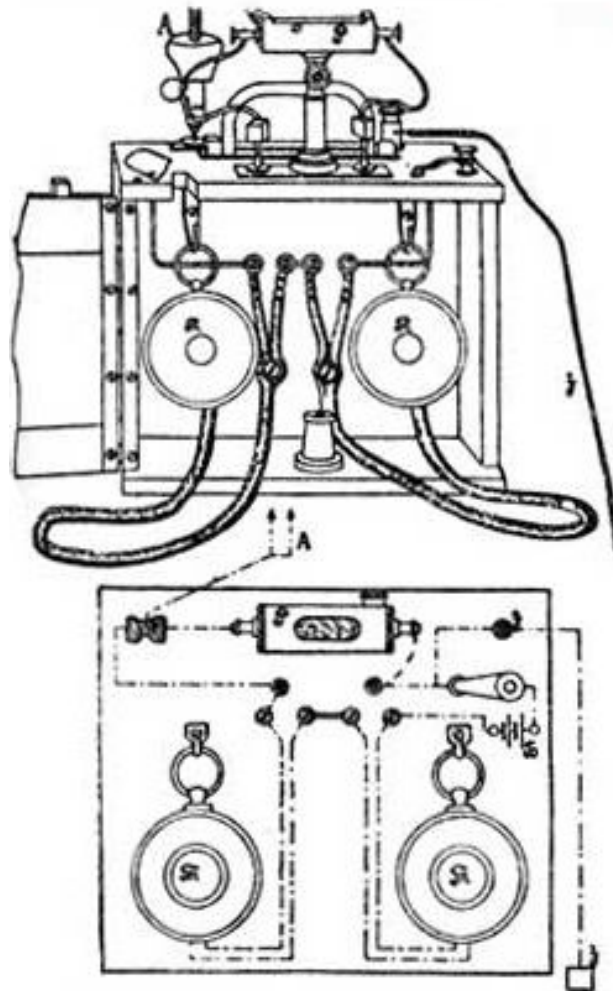
Первая судовая отравительная радиостанция системы А. С Попова, изготовленная Дюкрете в 1899 году.



Первая судовая приемная радиостанция, изготовленная Дюкрете в 1899 г.



Первая судовая приемная радиостанция, изготовленная Дюкрете в 1899 г.



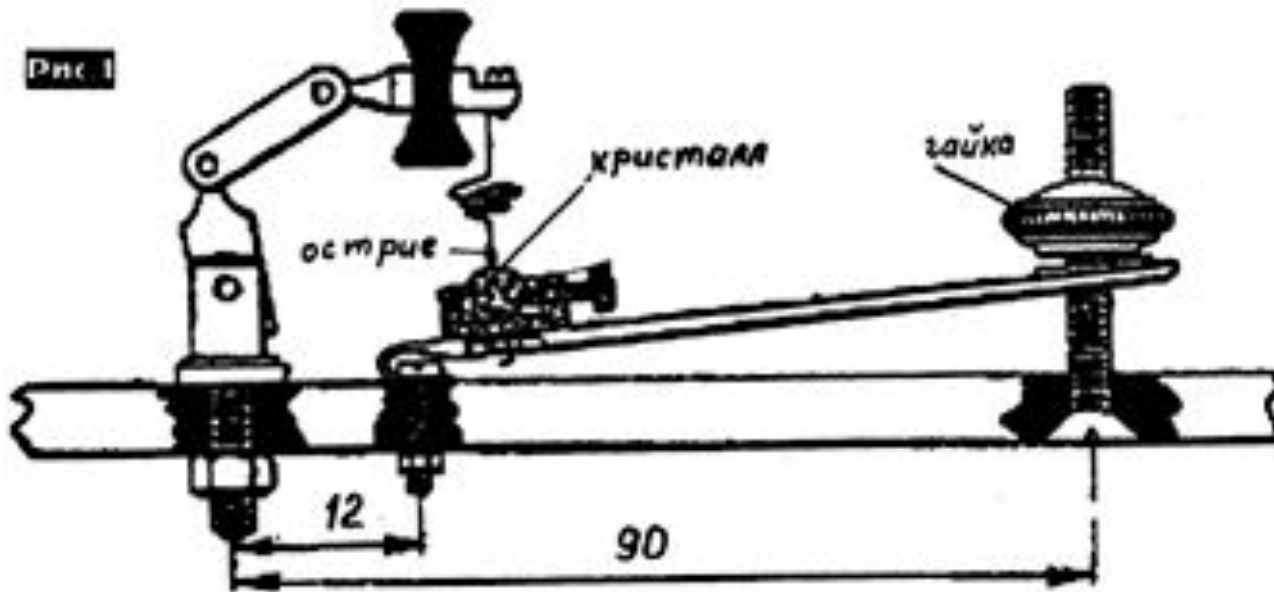
Первый телефонный радиоприемник системы Попова- Рыбкина- Троицкого, модель 1900 года.



Весьма серьезным испытанием нового средства связи было его использование во время работ по спасению броненосца "Генерал-адмирал Апраксин", который из-за навигационной ошибки сел на камни в Финском заливе у острова Гогланд осенью 1899 г. Телеграфная линия, которая была оборудована А.С. Поповым, его помощниками П.Н. Рыбкиным, И.И. Залевским, А.А. Реммертом и другими моряками-электриками (под общим руководством Реммерта) между островами Гогланд и Кутсало на расстоянии около 45 км, работала четко и безупречно, что во многом способствовало успешному завершению спасательных работ



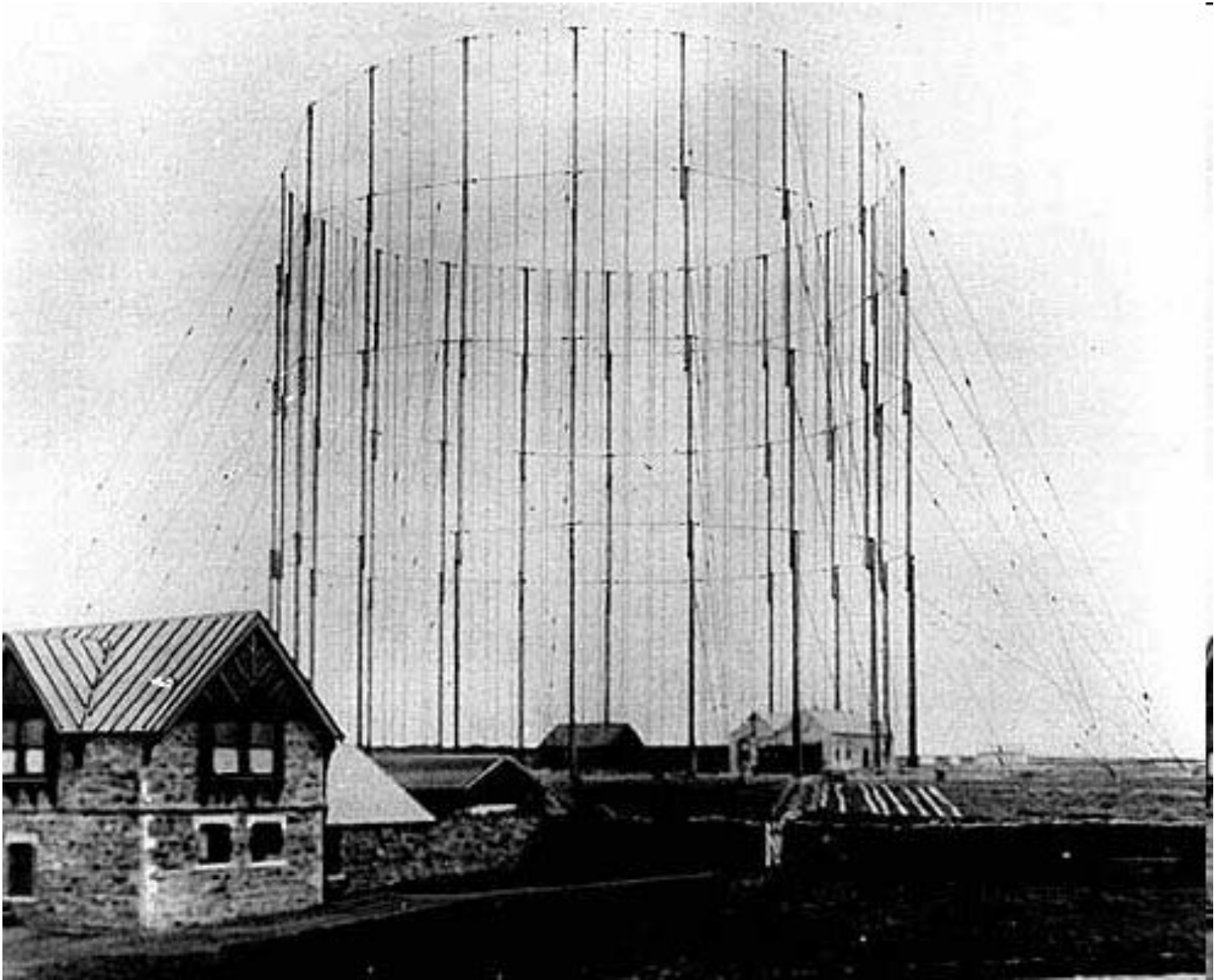
<http://www.di-imagetel.ru/catalog/detail.php?ID=81246>

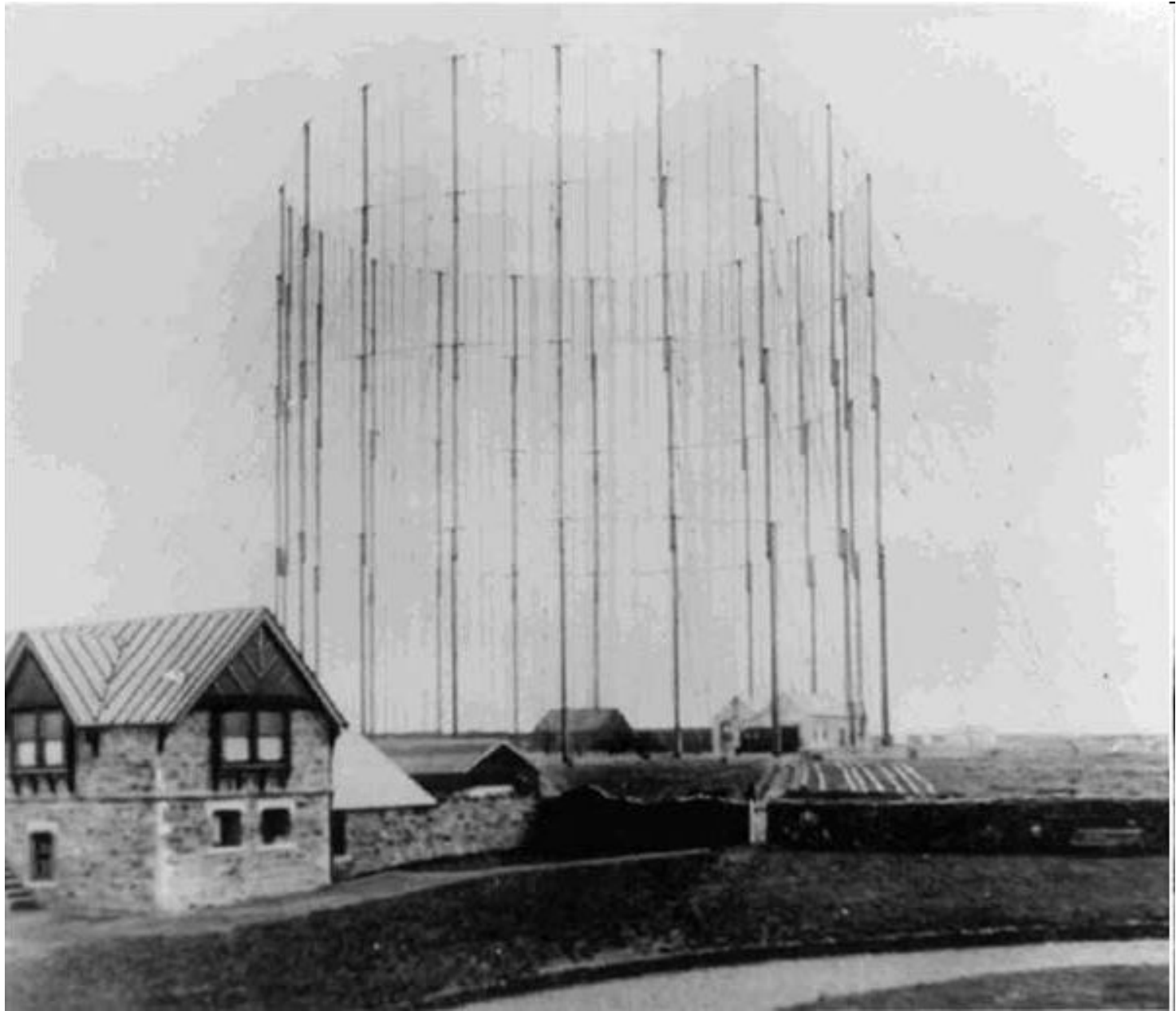


<http://ilhome.org/forum/showthread.php/15326-100>

К началу двадцатого века радио уже распространилось в Европе и в 1901 году сделало скачок через Атлантику. В Ньюфаундленде Маркони установил приёмную антенну на воздушном змее, запустил его и ему удалось принять сигналы кода Морзе, переданные из Польшью (полуостров Корнуэлл - южная оконечность Англии). Это было настоящим чудом. Если предположить, что радиоволны ведут себя подобно световым волнам, то непонятно, каким образом им удалось обогнуть землю по кривой. Луч прожектора, установленного на мысе Корнуэлл, виден с Атлантического океана не более чем за несколько десятков километров, какой бы силы ни был этот прожектор. Из-за кривизны поверхности земли луч его света неизбежно теряется в небесном пространстве.

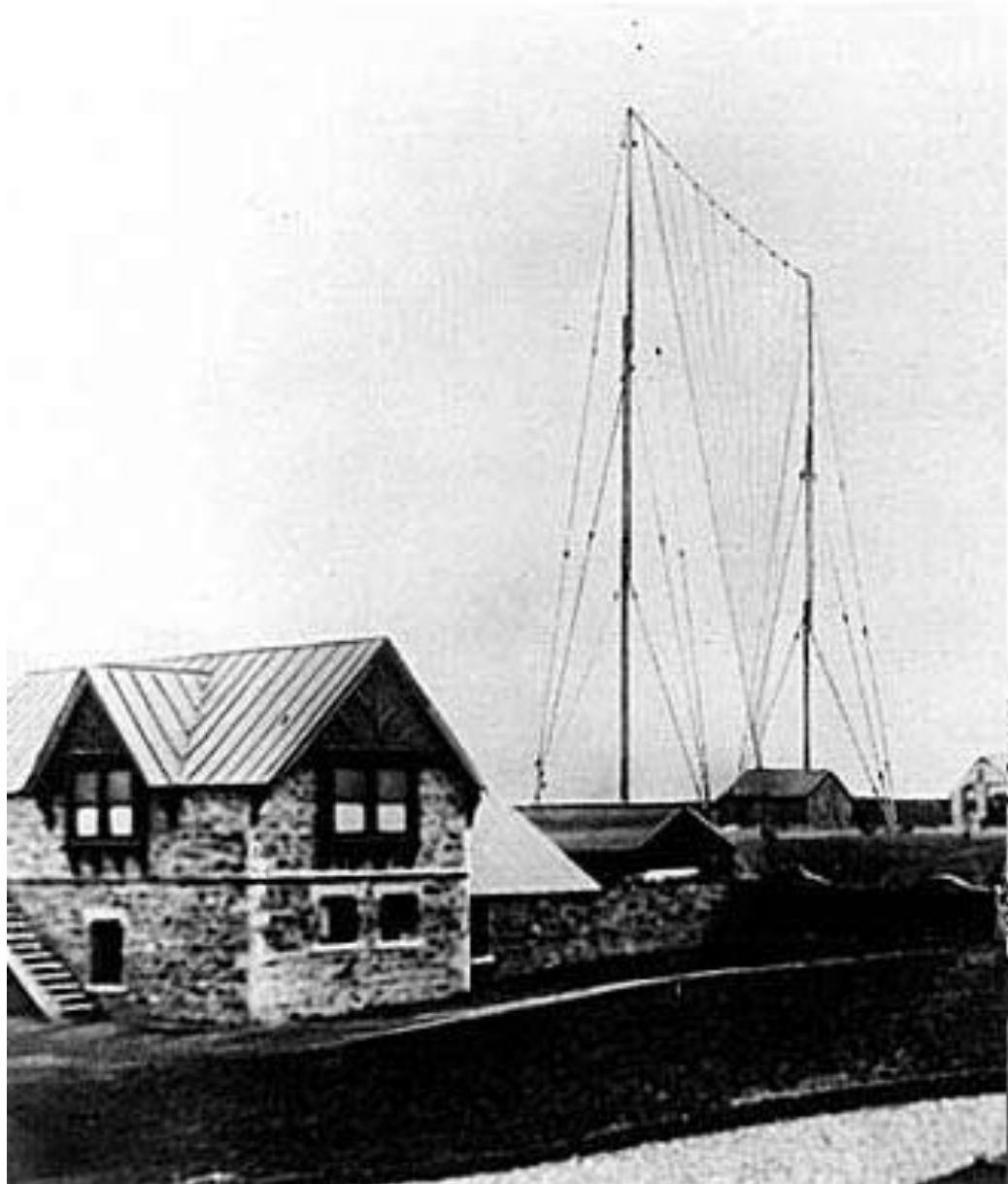




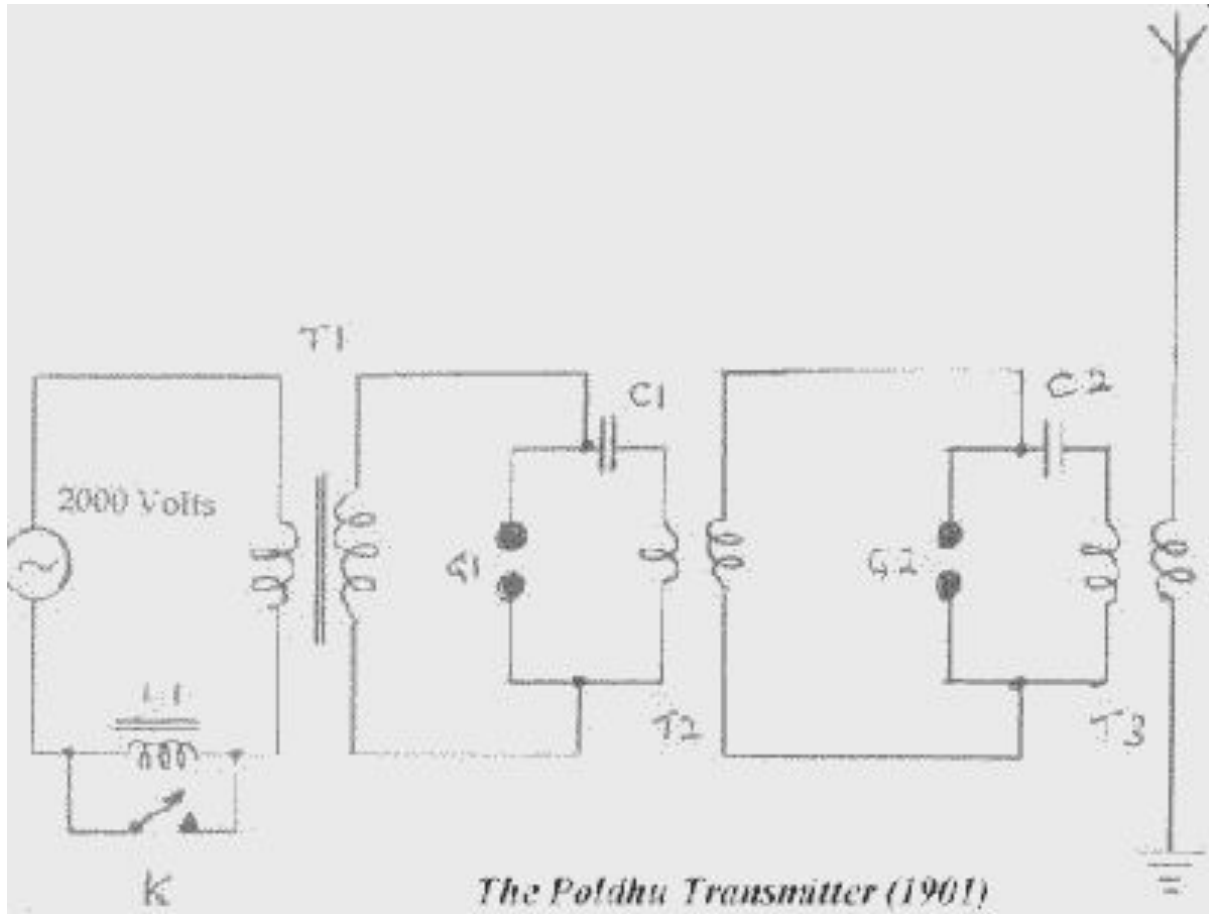


На передающей станции расположенной в Poldhu (Польдью) использовалась грандиозная коническая антенна. Она состояла из 20 мачт, каждая из которых была 61 метр высотой, расположены они были кругом имеющем диаметр 61 метр. Эти мачты удерживали 400 (!) проводников которые составляли перевернутый конус. Проводники были изолированы друг от друга на вершинах мачт, и соединены вместе в вершине конуса.

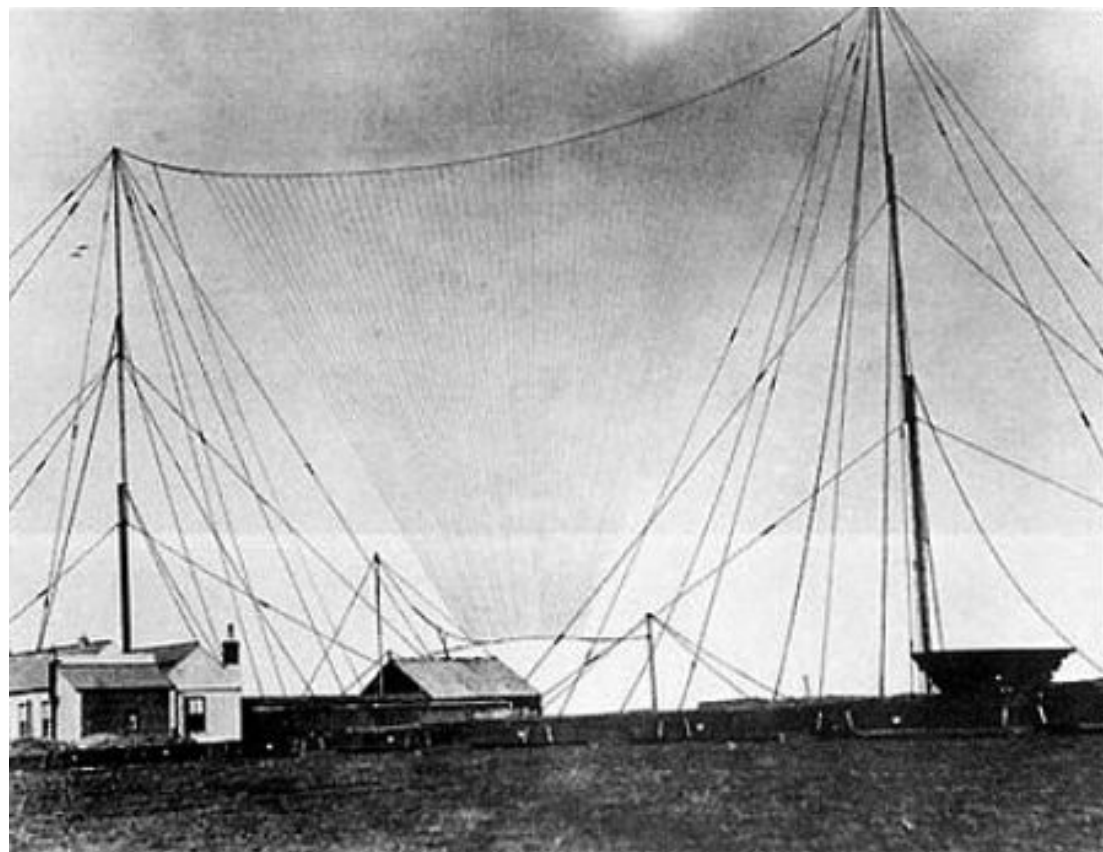
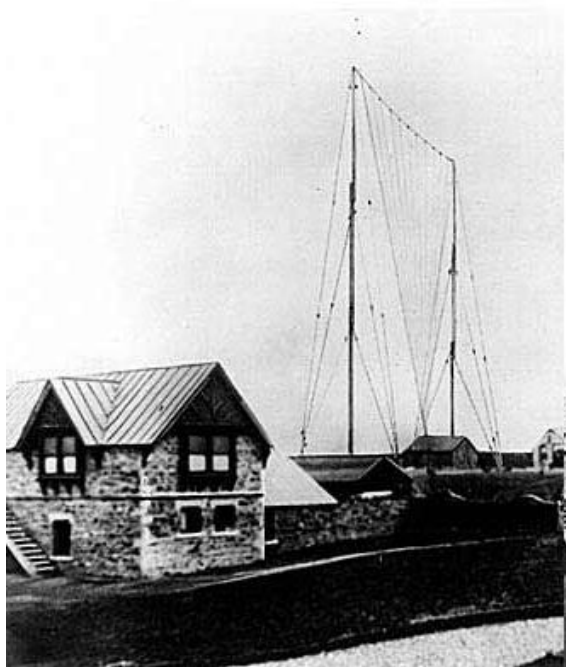
Но прошедшими ураганами антенны обеих этих станций были разрушены. Может быть кто другой и отступил бы но только не Маркони! Маркони принял решение не откладывать эксперименты по установлению трансатлантической радиосвязи. Приемную станцию из США Маркони перенес в Канаду, в St John's Newfoundland. На передающей станции, расположенной в Новой Шотландии была восстановлена передающая антенна. Конечно, в этом случае возможна была только односторонняя радиосвязь. Но даже это могло бы доказать преимущества радиосвязи. При расположении приемной станции в Канаде расстояние между приемником и передатчиком уменьшилось, и это давало Маркони уверенность в возможности установления трансатлантической радиосвязи.

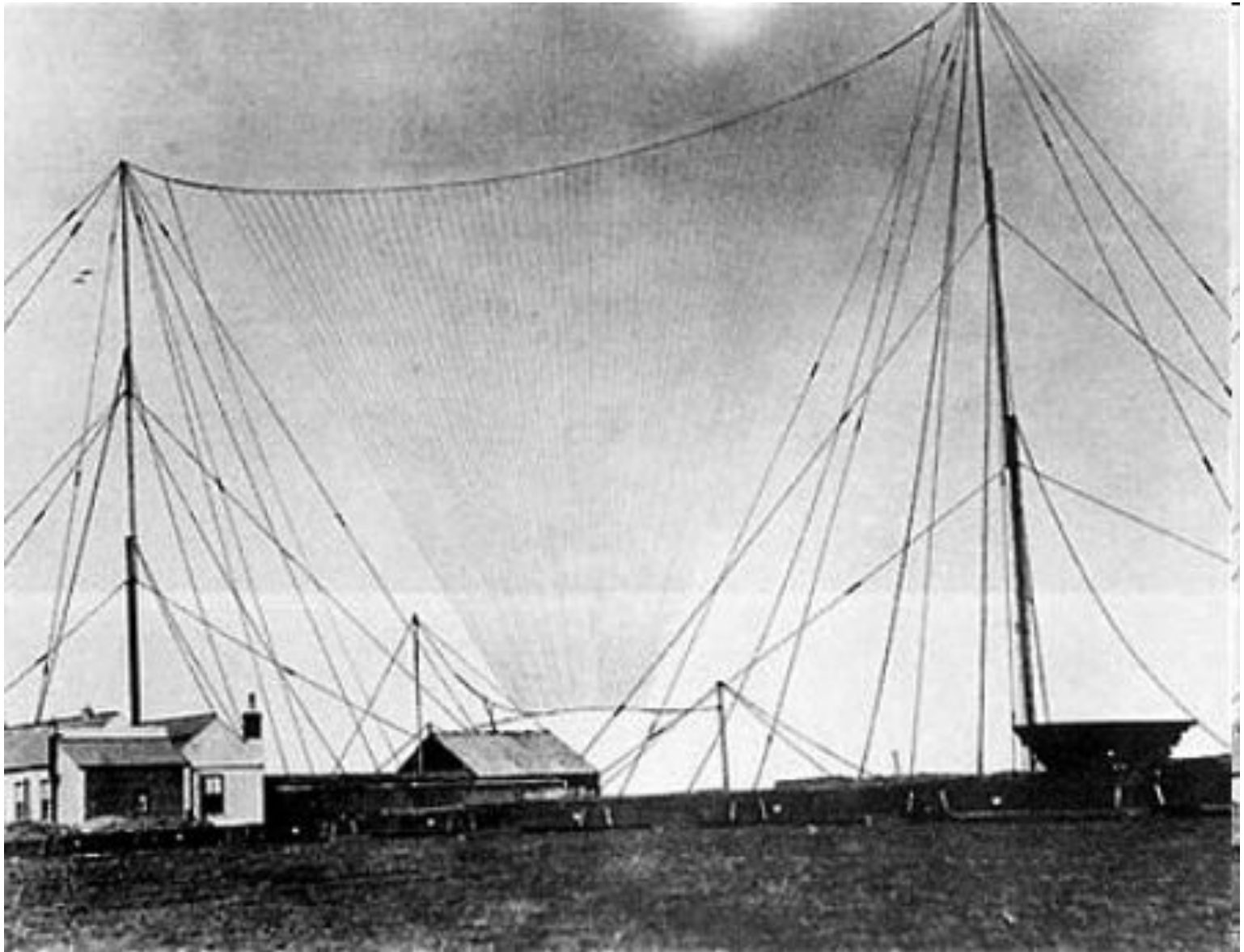


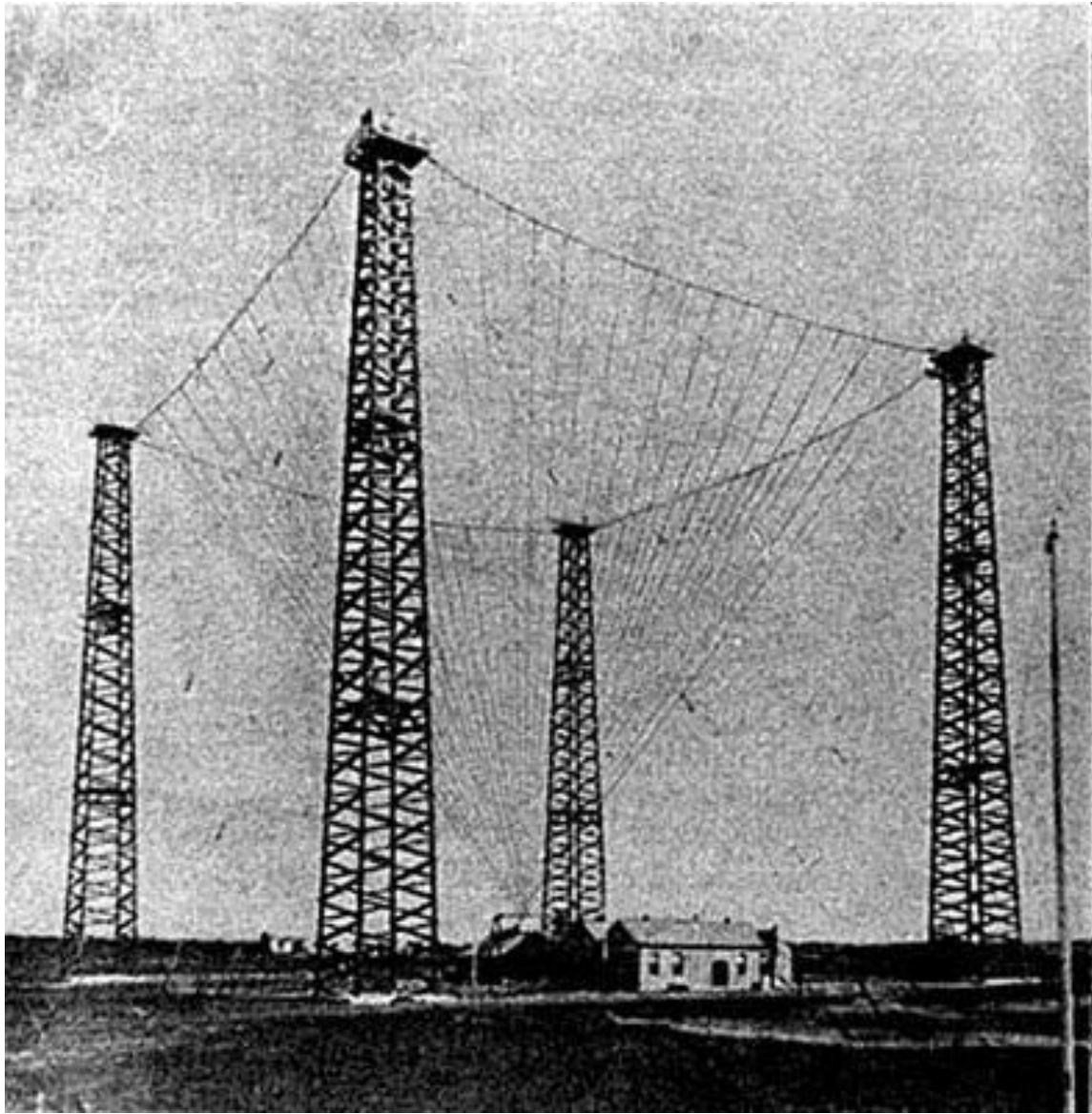
На этих станциях в Канаде и США использовалась самая современная для того времени аппаратура. На передающей станции использовался передатчик, в 100 раз выше мощности самого мощного ранее используемого Маркони передатчика. Для питания этого передатчика использовался альтернатор мощностью 75 киловатт. Для вращения альтернатора использовался паровой двигатель. Длина волны, используемая для первой трансокеанской радиосвязи, была предположительно равна 366 метров. Иногда встречаются другие значения длины волны первой радиосвязи (от 366 до 1100 метров), но все же считается более верной эта величина. В то время еще не было точных волномеров, и длина волны передающей радиостанции измерялась косвенно.



В разных литературных источниках приводят несколько отличающиеся друг от друга сведения о конструкции передающей антенны, используемой Маркони для первой связи через Атлантический океан. Но очевидно это была так называемая Fan antenna (рисунок на следующем слайде), которая представляла собой 54 провода натянутых в форме треугольника и разделенных изоляторами через 1 метр. Мачты, удерживающие всю эту конструкцию были высотой 46 метров. Использовались мачты от старой поверженной антенны.







Антенны для трансатлантической радиосвязи, последовательно построенные Маркони в Польшю (Poldhu).⁹⁹

На приемной станции, которая располагалась в St John's Newfoundland был использован приемник с настраиваемой входной цепью по схеме Лоджа, с некоторыми усовершенствованиями предложенными и запатентованными Маркони.

На приемную станцию расположенную в St John's Newfoundland Маркони с двумя ассистентами англичанами (Kemp и Paget) прибыл 6 декабря 1901 года. В устье бухты, в старых казармах Signal Hills был оборудован приемный пункт. Несколько дней заняли последние приготовления.

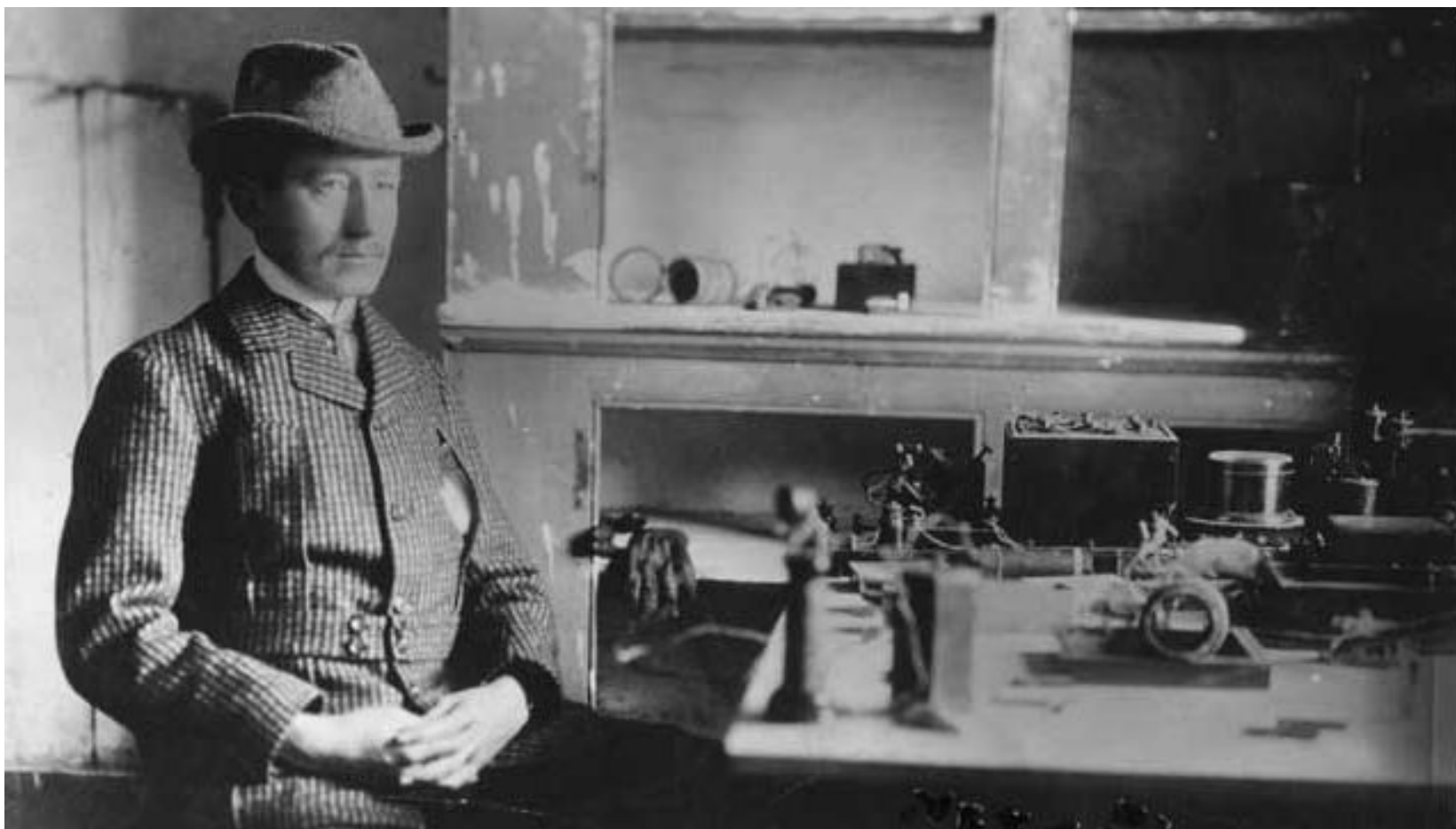
10 декабря Маркони пытался поднять приемную антенну с помощью огромного шестиугольного змея длиной 2,7 метра. Змей был сделан из бамбуковых палок обтянутых шелковой материей. Но сильный ветер порвал веревку которая удерживала змея, который затем упал в море.

Следующая попытка поднять приемную антенну, проведенная 11 декабря тоже была неудачной. Для подъема антенны Маркони пытался использовать надутый водородом шар диаметром более четырех метров. Сильный ветер порвал веревку, удерживающую этот шар, и он скрылся в тумане неба Канады. Но Маркони не сдается.

12 декабря он повторяет попытку поднять антенну на водородном шаре, используя для его удержания более крепкую веревку.

Шар поднялся вверх на 150 метров (по другим источникам на 120 метров) и удерживался с помощью веревки.





Немедленно с помощью проволочного телеграфа на передающую станцию расположенную в Poldhu (Польдью), Cornwall, Nova Scotia, было передано сообщение, что приемная станция готова к работе. Передача началась в 11:30. Практически сразу Маркони принял переданные из Новой Шотландии сигналы - три точки, буква "S".

«Соревнование» между Поповым и Маркони

- Декабрь 1901 г Маркони передал радиосигнал через Атлантический океан (3700 км)
- В 1901 году максимальная дальность связи, достигнутая А. Поповым, при проведении его опытов на Черном море, составила 150 км
- США: Другой изобретатель радио, Никола Тесла, заявил, что в 1901 году им установлена и поддерживается регулярная радиосвязь с Марсом, откуда он получает инструкции для своей дальнейшей научной работы...



A sinistra Owen Young della RCA, al centro Guglielmo Marconi a
destra Nally Jr della RCA
a bordo della nave Elettra nel 1922

Речевые сообщения по радио 1903 г

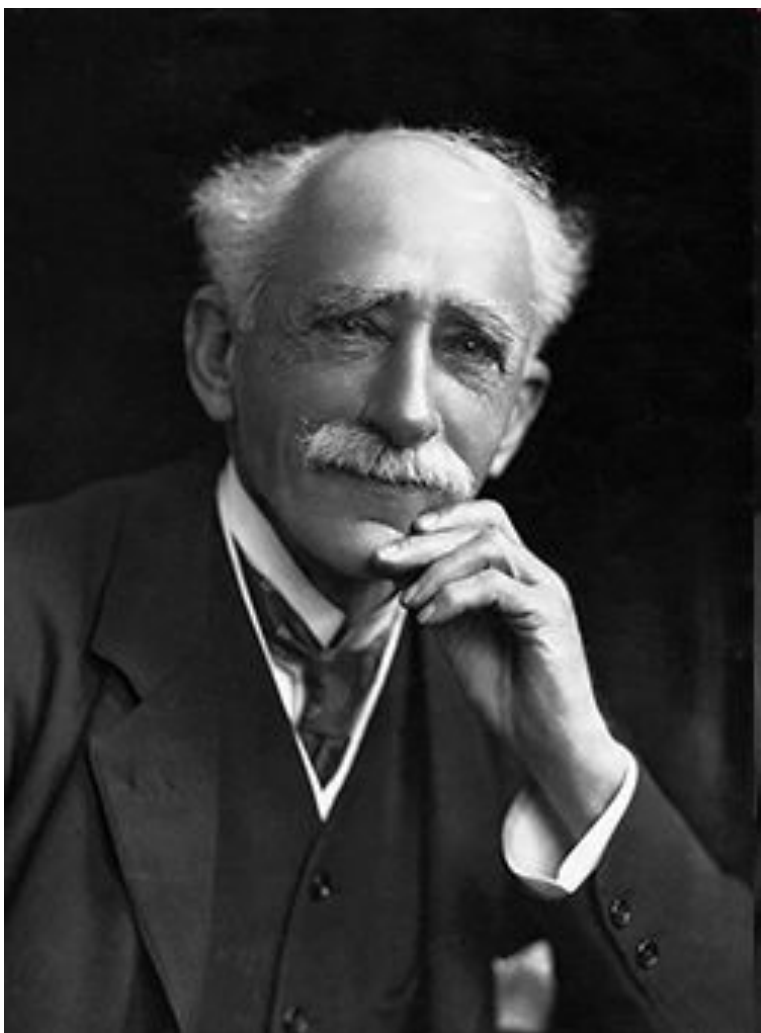
Первая попытка передачи по радио речевых сообщений была предпринята А. С. Поповым в 1903 году совместно с молодым московским физиком С. Я. Лифшицем. В 1904 г. они демонстрировали передачу речи более чем на 2 км на Всероссийском электротехническом съезде, однако использование затухающих искровых колебаний не дало достаточно хорошего качества и, как следствие, не получило дальнейшего развития.



**John Ambrose Fleming
(1849-1945)**



Джон Амброз Флеминг



Джон Амброс Флеминг, его "клапан-диод"

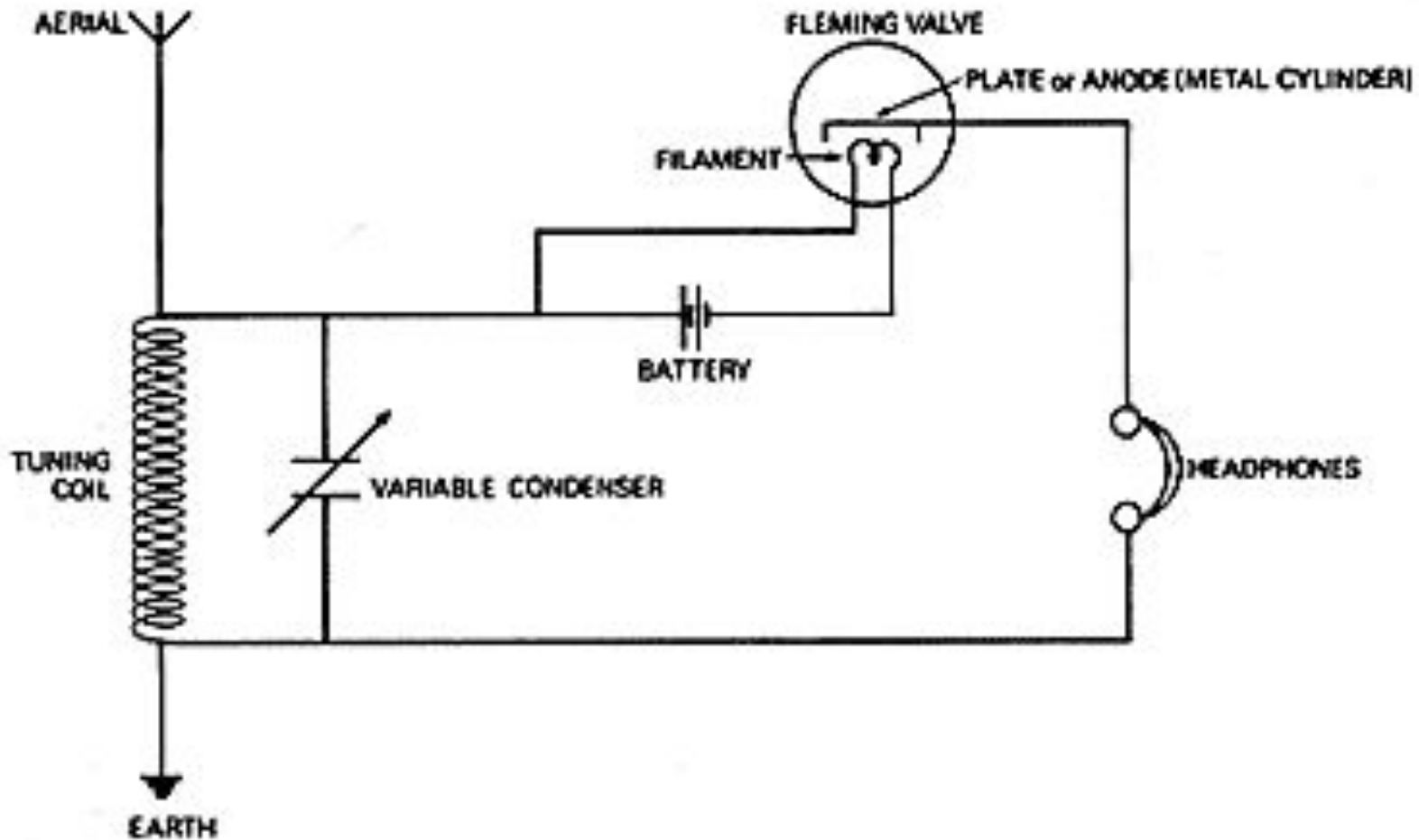
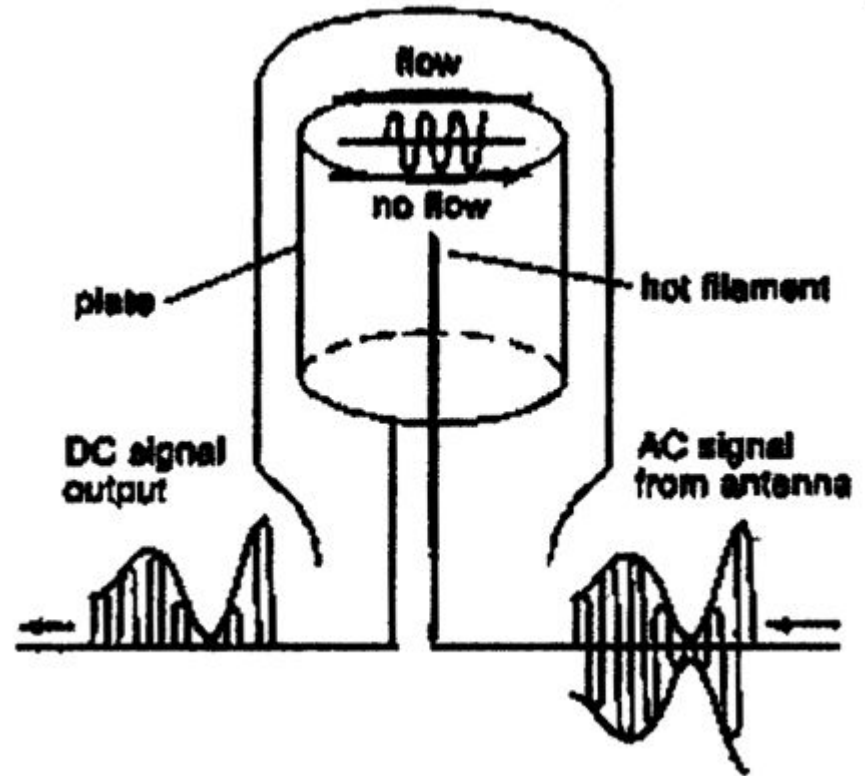
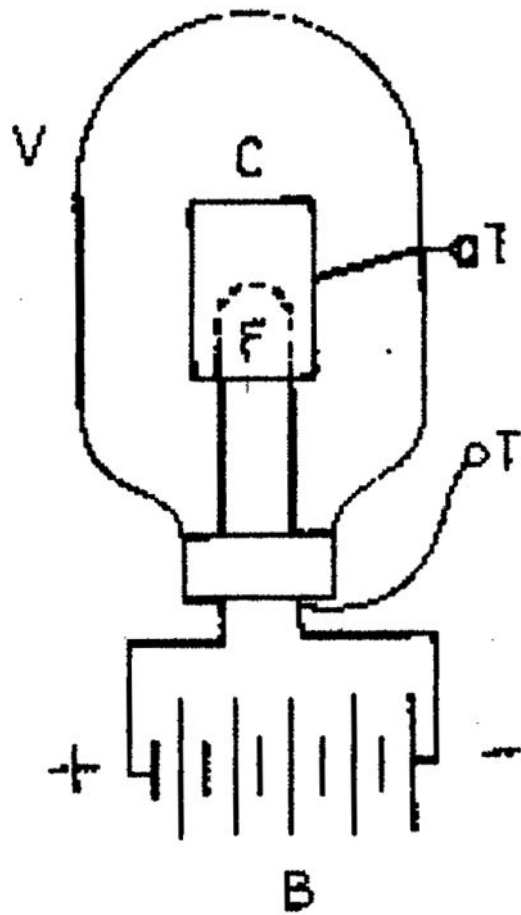


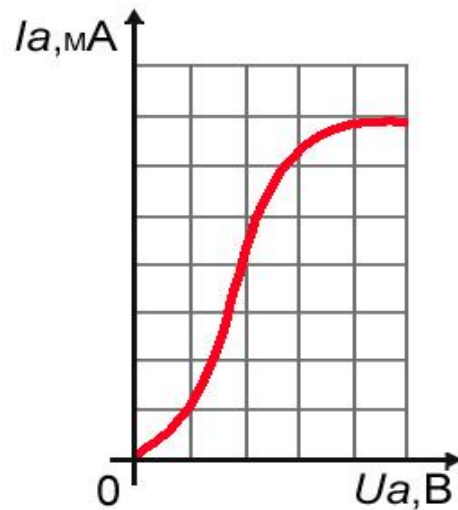
Схема простейшего радиоприемника с вакуумным диодом в качестве детектора
108



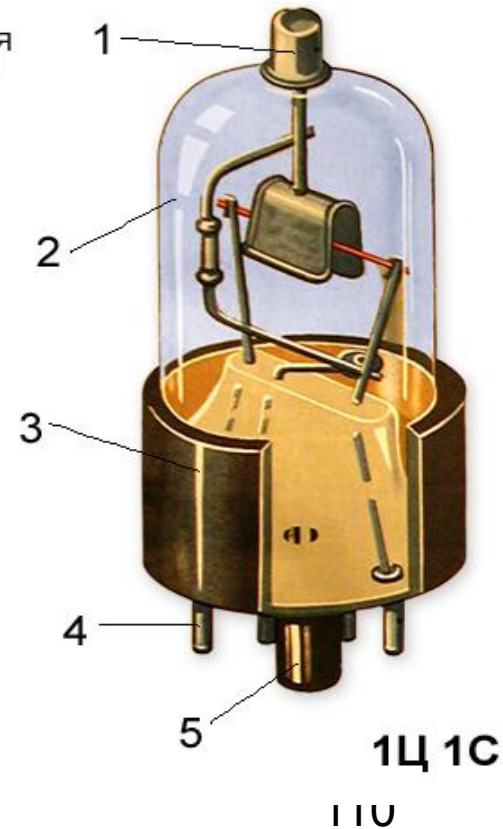
Впоследствии за этой лампой укрепилось название "диод", однако слово "клапан" как нельзя более точно характеризует её свойства. Диод позволяет сигналам проходить только в одном направлении, т.е. выпрямляет их, и превращает радиоволны, как всякие электрические колебания, быстро меняющие своё направление, в чёткие сигналы. Однако усиливать их ещё не умели.

1904 г англ. Джон Филлинг изобрел вакуумный диод

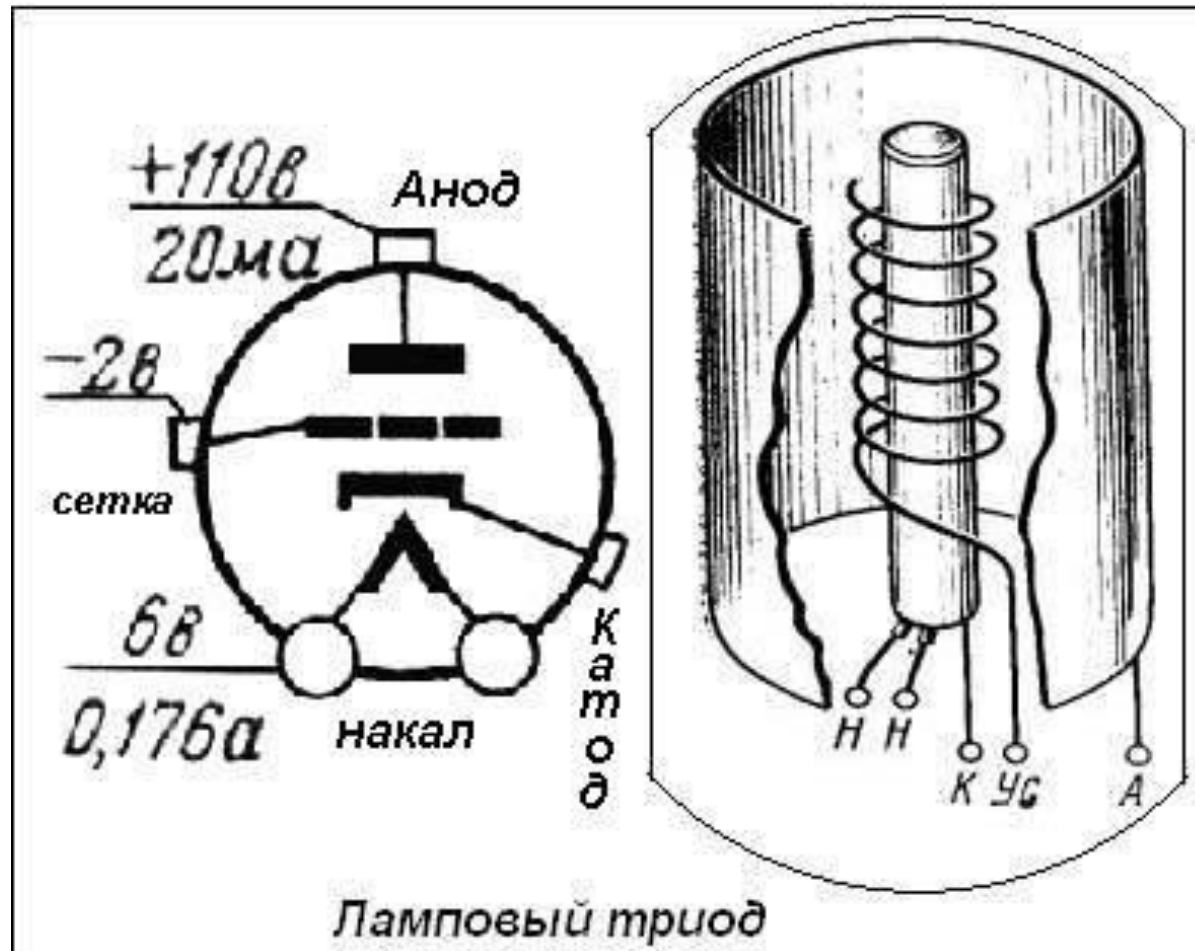
ВАКУУМНЫЙ ДИОД

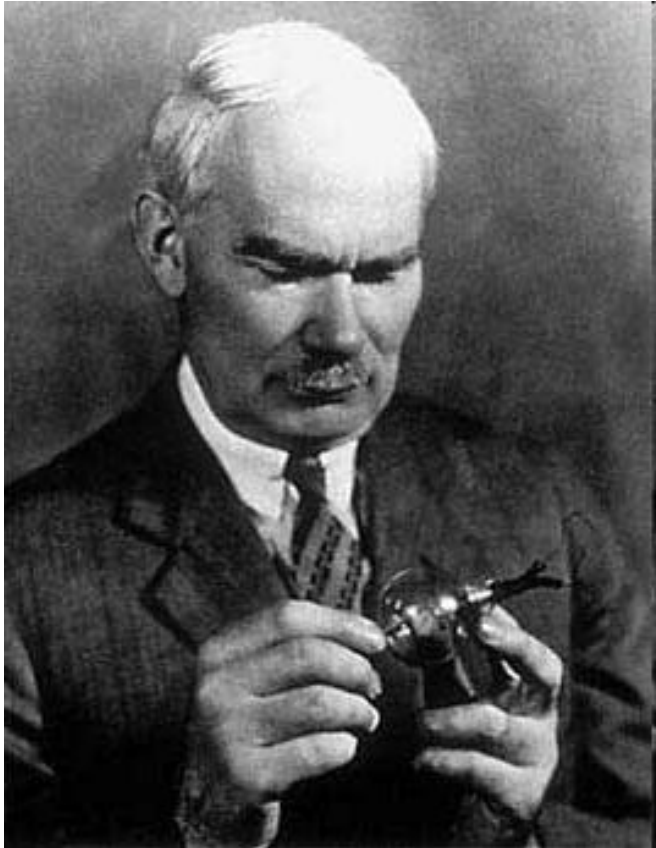


1. Вывод анода
2. Баллон
3. Цоколь
4. Ножка
5. Ключ
6. Анод
7. Катод



В 1906 г. американец Ли де Форест изобрёл управляемую электронную лампу – ламповый триод





Ли Де Форест, его триод-"аудион"

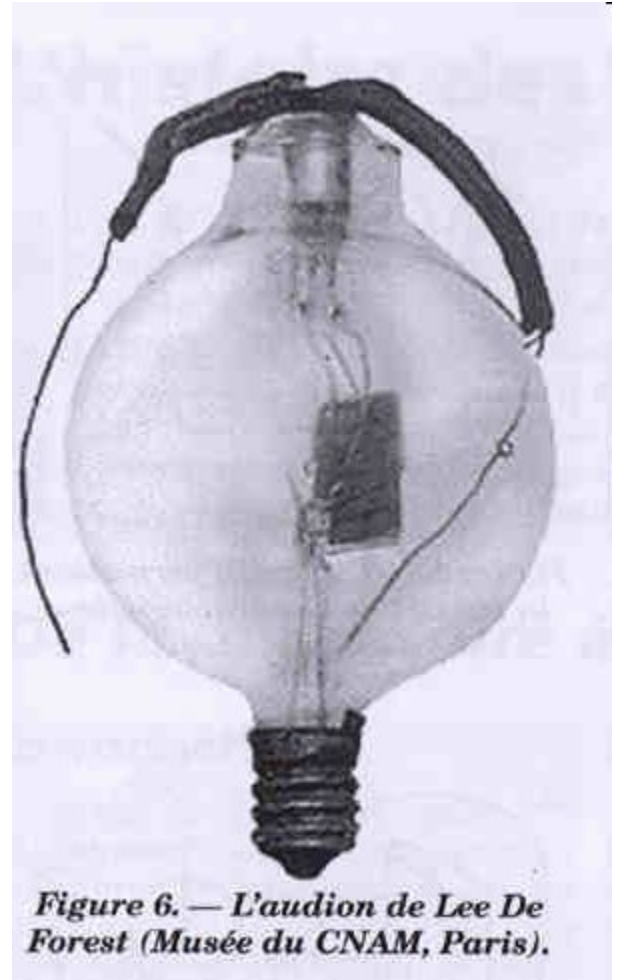


Figure 6. — L'audion de Lee De Forest (Musée du CNAM, Paris).



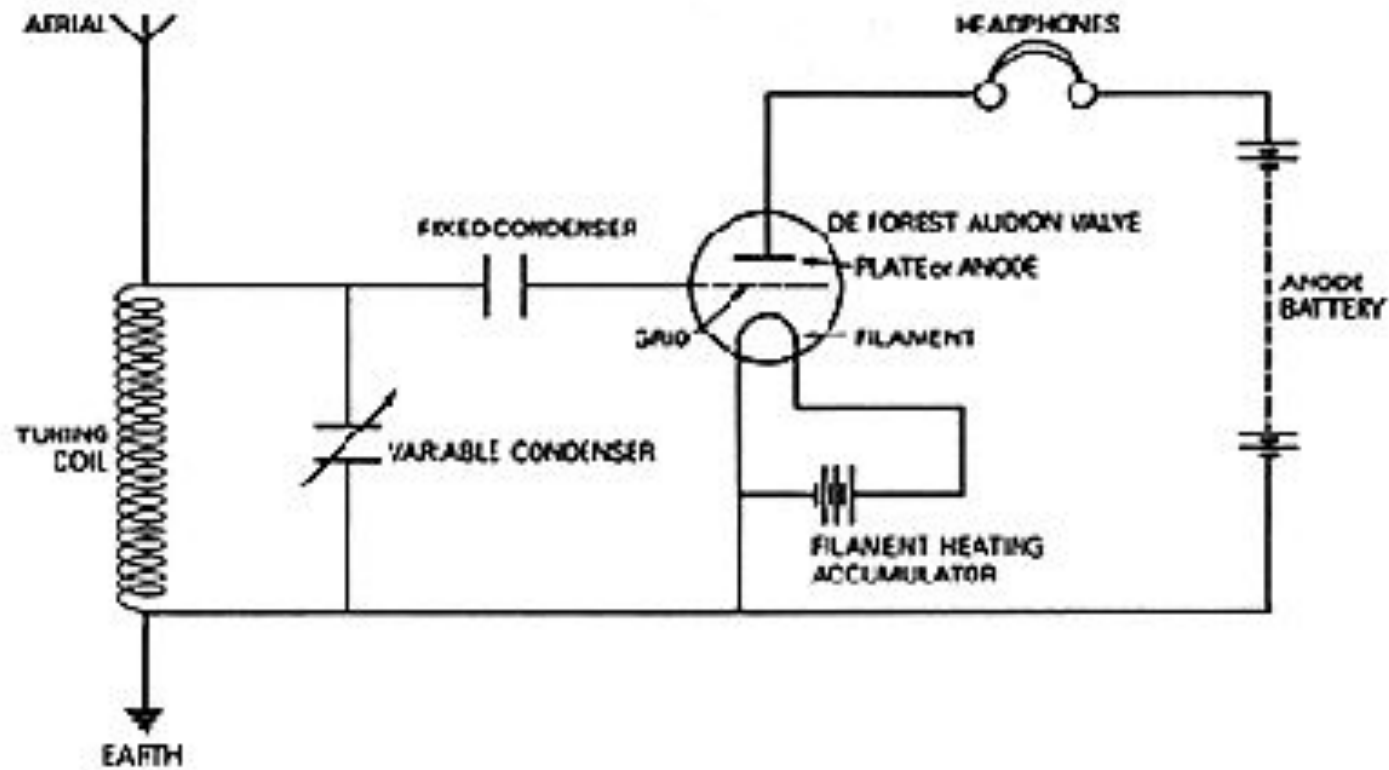
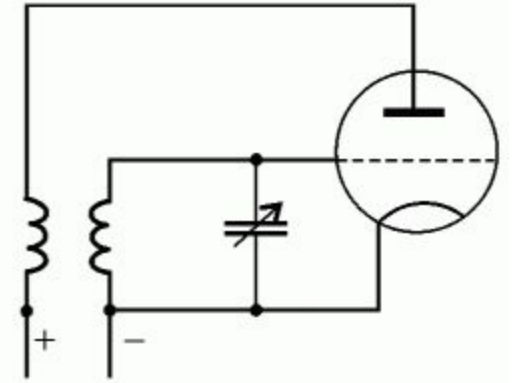
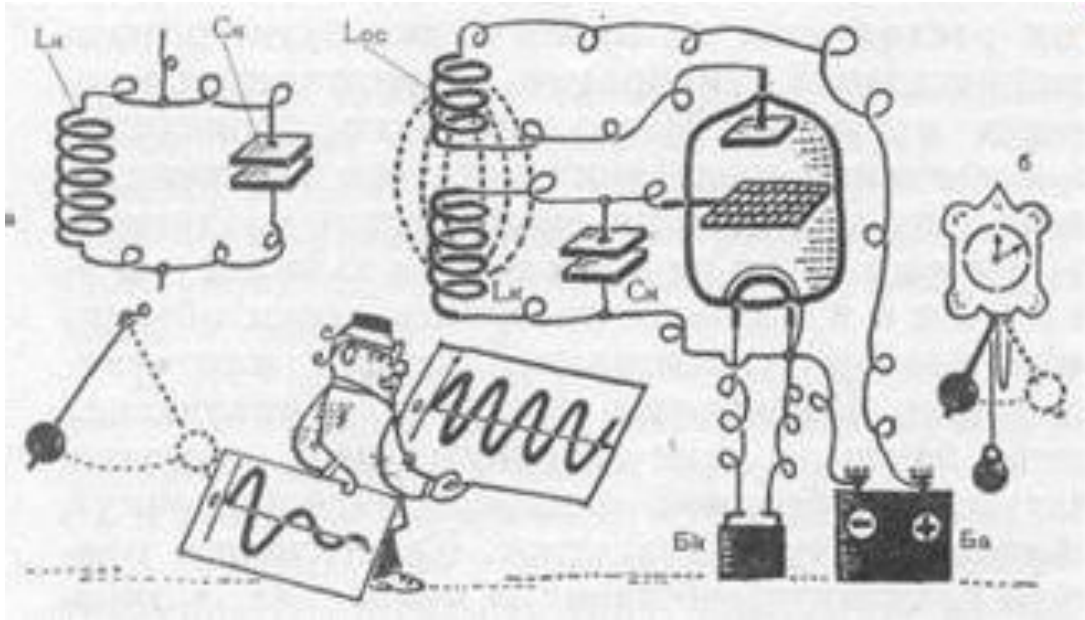
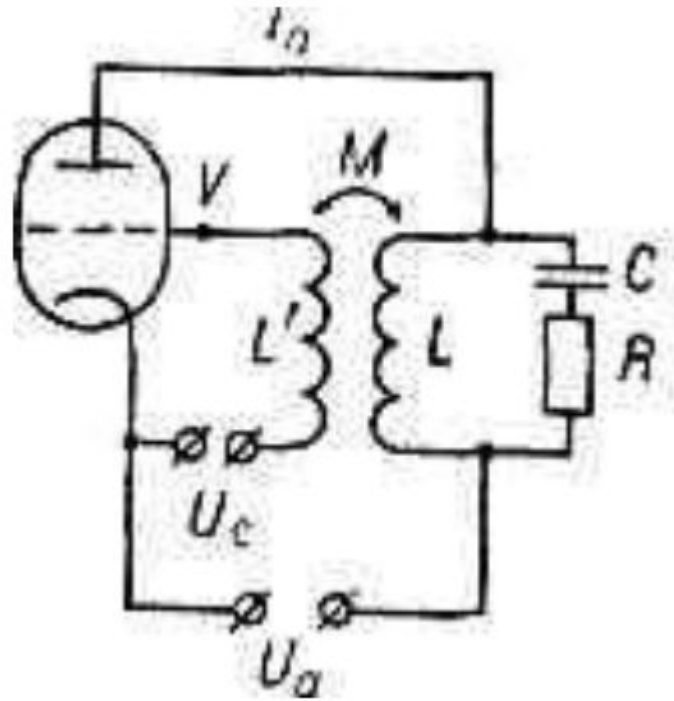


Схема простейшего радиоприемника с вакуумным триодом в качестве детектора и усилителя



В колебательном контуре (а) электромагнитные колебания постепенно затухают. А рядом (б) — ламповый генератор незатухающих колебаний. L_k и C_k — катушка и конденсатор контура; L_{oc} — катушка обратной связи; B_n — батарея накала; B_a — анодная батарея.



Принципиальная схема лампового генератора: M — коэфф. взаимной индукции; U_c — напряжение смещения на сетке; U_a — напряжение анодной батареи.



Регенеративный ламповый приёмник (1913 г.)
118



РАДИОПРИЕМНИК «БЧ»

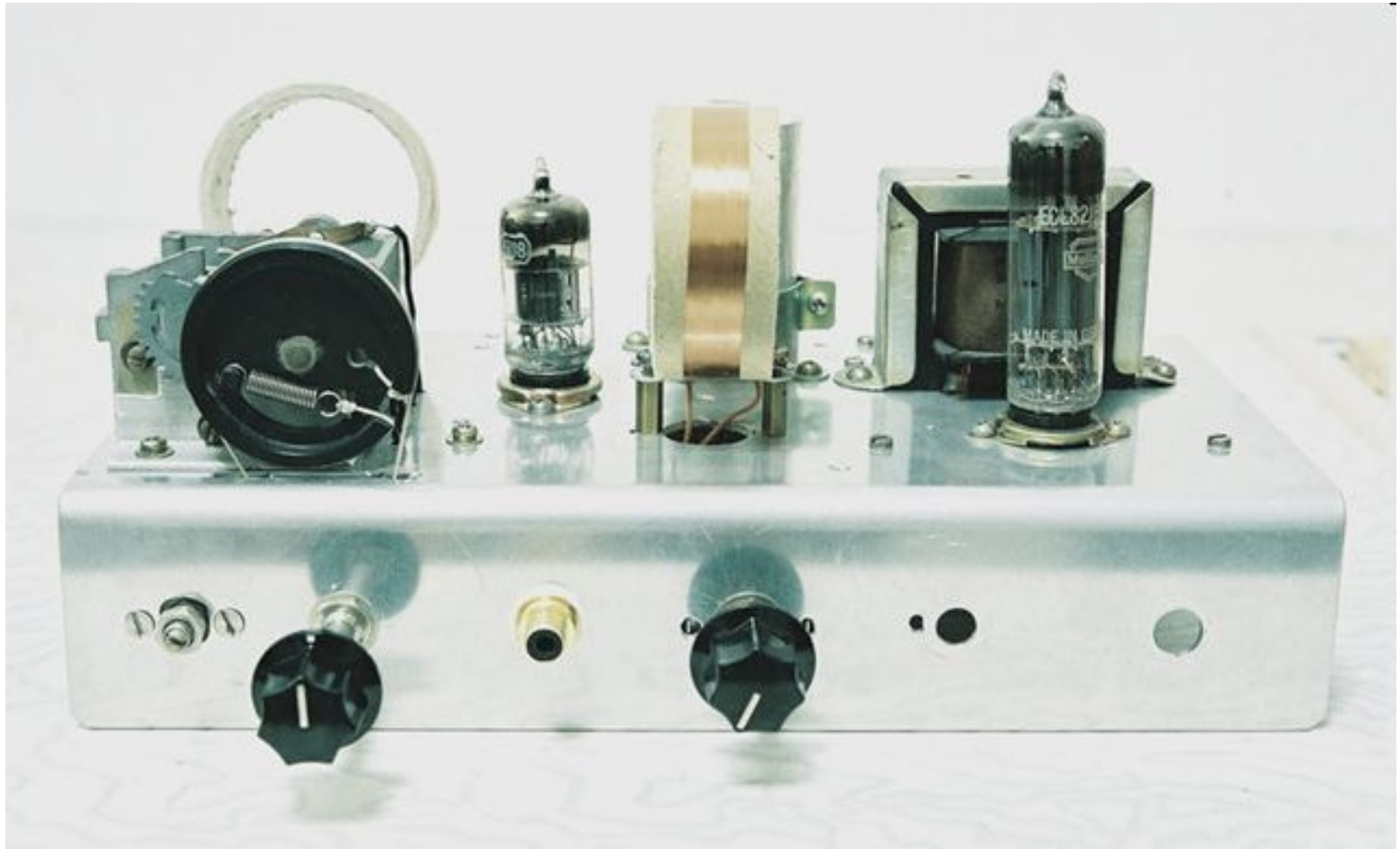
*Ленинград, СССР
1926*

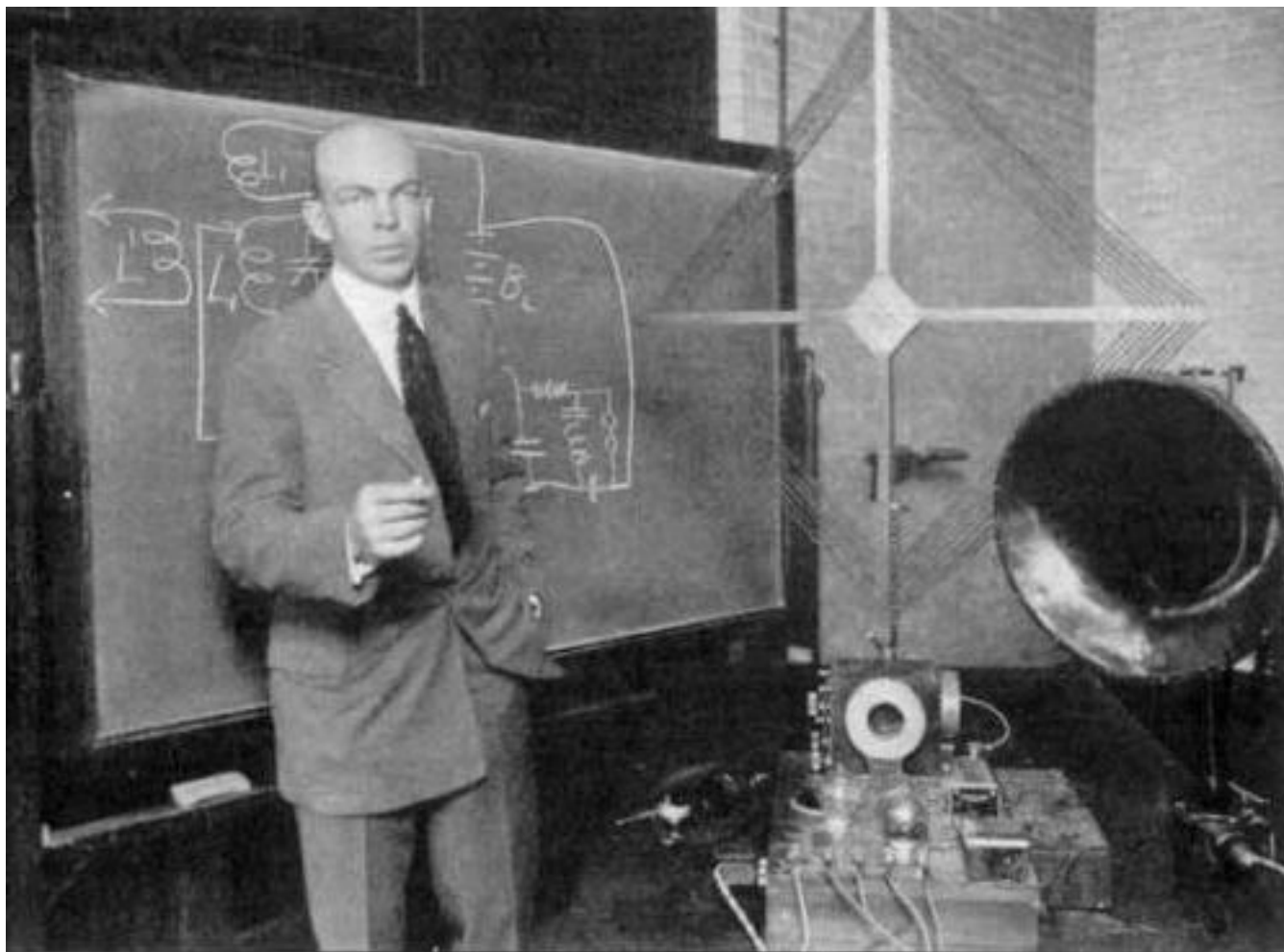
Приемник прямого усиления,
регенеративный 1-V-2, батарейный,
диапазоны волн 200 - 2000 м,
разработан инженером
Э. Я. Борусевичем

RADIO RECEIVER "BCH"

*Leningrad, USSR
1926*

Tuned-radio-frequency receiver,
regenerative 1-V-2, battery-operated
Range of wavelengths 200-2000 m
Designed by engineer
E. Ya. Borusevich





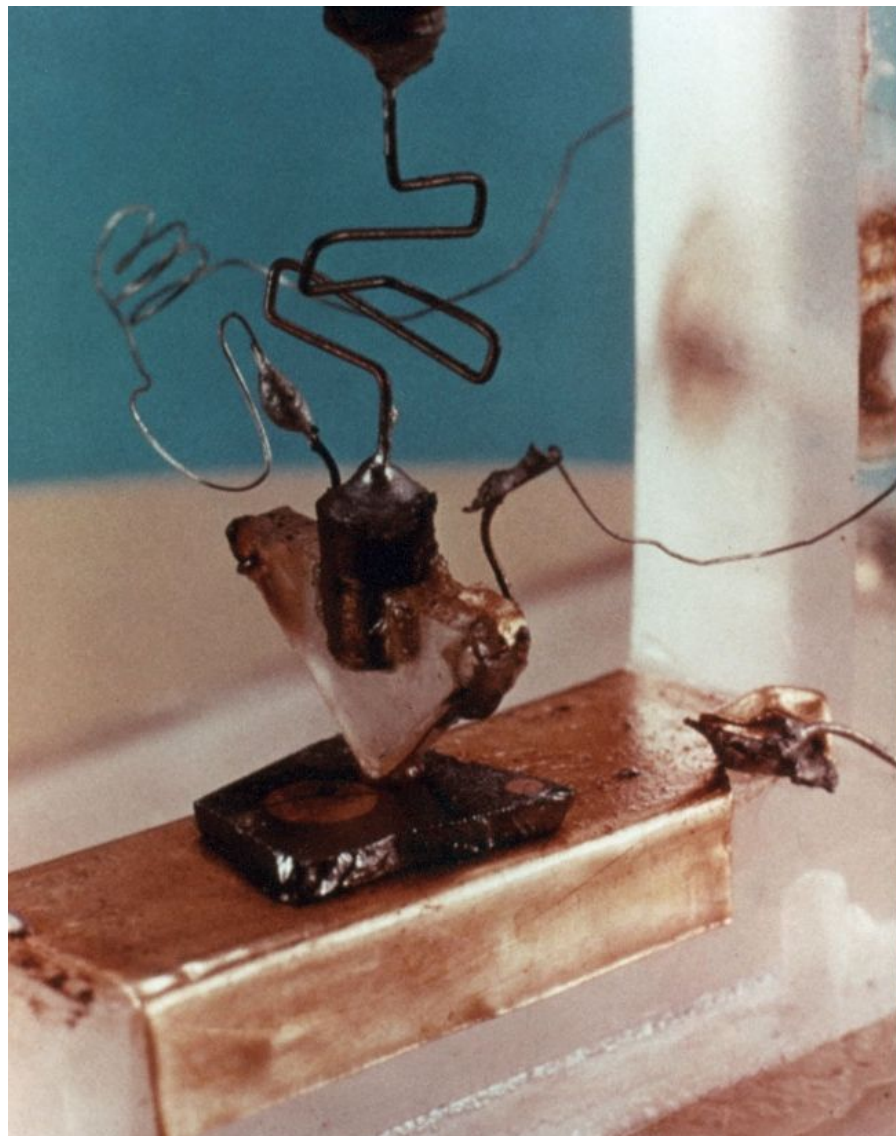
© and courtesy of Hearst's International Magazine

EDWIN H. ARMSTRONG

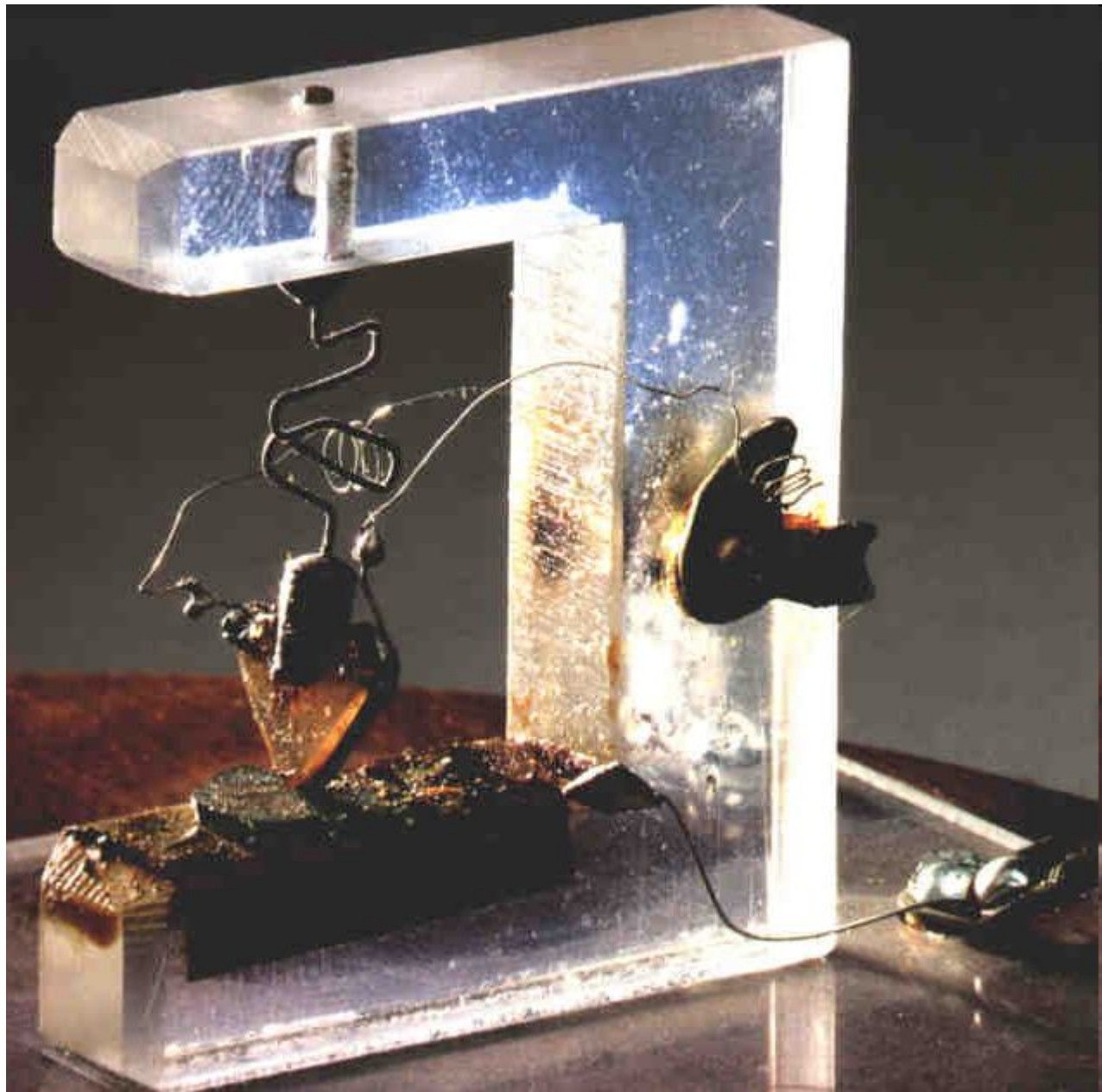
Explaining the principles of his latest invention, "super-regeneration" at a meeting of the Radio Club of America, held in Columbia University, New York City



супергетеродный приемник (1918 г.) 122



Первый точечный транзистор Брэттена и Бадина, 1947.









Шокли, Бадин и Брэттен в лаборатории, 1948.



23 декабря 1947 г, США. Изобретение Бадином и Брэттенем точечного транзистора.

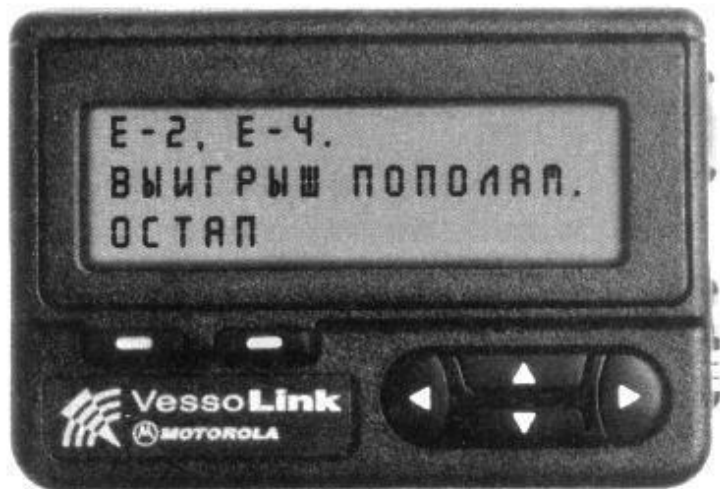
Группой ученых из компании Bell Laboratories под руководством Вильяма Брэдфорда Шокли (William Bradford Shockley) (1910-1989) изобретен точечный транзистор.

Шокли с 1939 г. работал над усилительными устройствами на полупроводниках. В 1945 г. он возглавил исследовательскую группу в лаборатории физики твердого тела, в которую вошли Уолтер Хаузер Брэттен (Walter Houser Brattain) (1902-1987) - экспериментатор, Джон Бадин (John Bardeen) (1908-1991) - теоретик и другие ученые. Работа группы привела к изобретению Бадином и Брэттенем точечного транзистора. В 1948 г. Шокли изобрел плоскостной транзистор.

До первого публичного заявления (30 июня 1948 г.), изобретение полгода сохранялось в тайне; не было зарегистрировано никаких патентов. В 1956 г. Шокли, Брэттен и Бардин были удостоены Нобелевской премии в области физики.



германиевый биполярный транзистор (1948 г.)



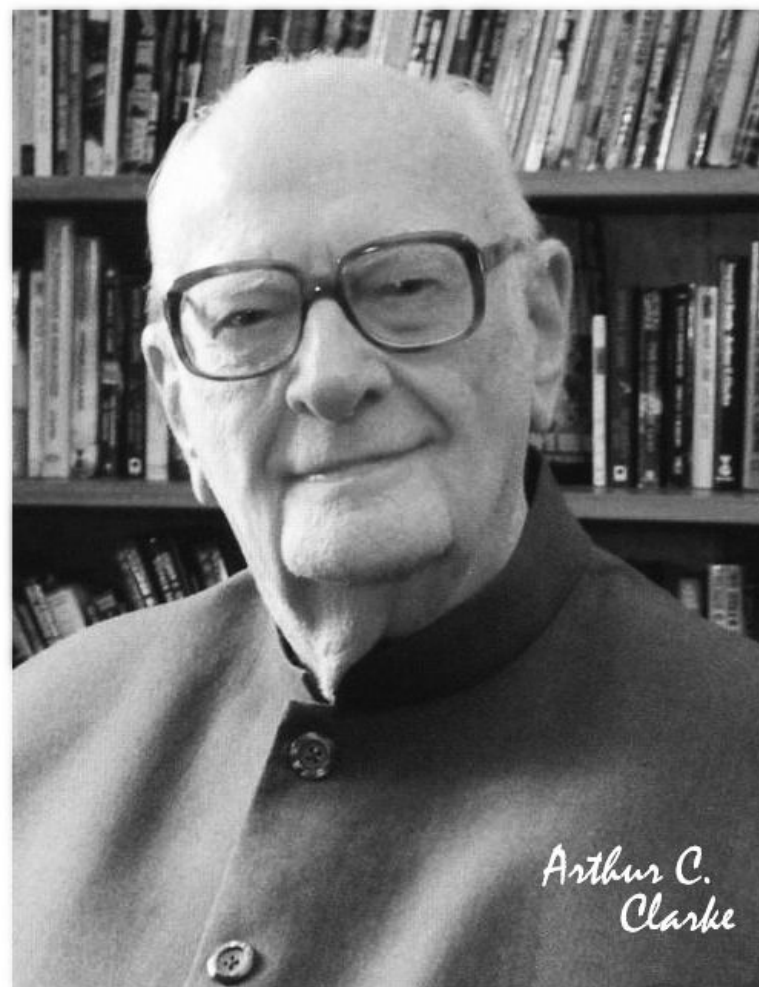
Пейджер



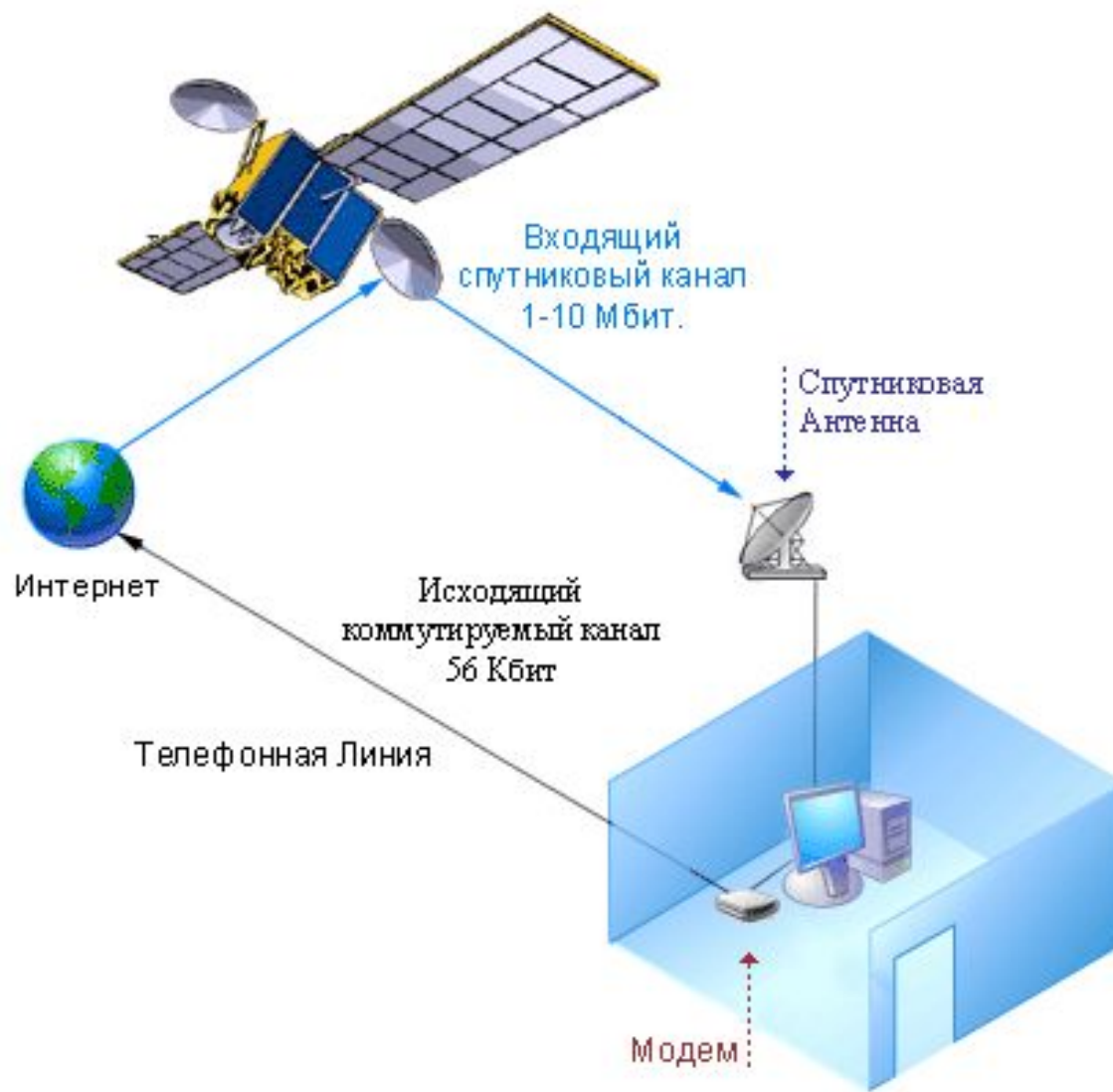


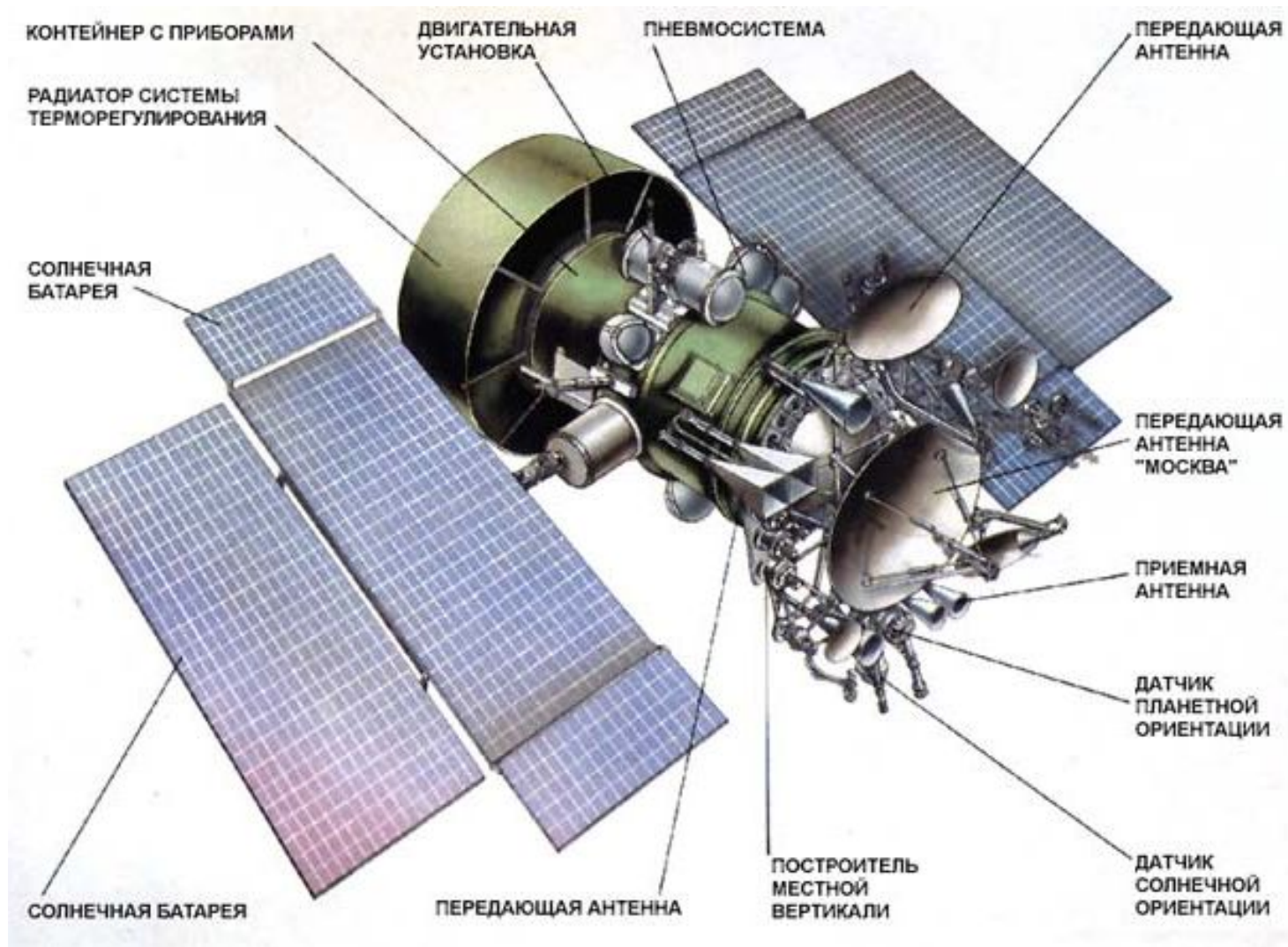


Карл Гуте Янский (1905-1950 гг)



Артур Кларк (1917-2008)









137

Первый в мире радиотелескоп

История развития радиосвязи

- 1832 Майкл Фарадей предсказал существование ЭМВ
- 1864 Джеймс Кларк Максвелл создал основы теории электромагнитного поля
- 1888 Генрих Рудольф Герц доказал факт существования электромагнитных волн (диполь Герца)
- 1891 «трубка Бранли»
- 10 марта 1891 американский ученый югославского происхождения Николо Тесла запатентовал способ надёжного получения токов, которые могут быть использованы в радиосвязи. Патент U.S. Patent 447920, выданный в США
- 1893 Оливер Лодж разработал индикатор электромагнитных волн - «когерер»
- 1893 Никола Тесла сконструировал первый в мире волновой радиопередатчик, тем самым на семь лет опередив Маркони (*первенство Теслы в изобретении радио было доказано и признано в 1943 году Верховным судом США*)

История развития радиосвязи

- 7 мая 1895 Первая публичная демонстрация приемника Попова во время его доклада «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» на заседании Физического отделения Русского физико-химического общества в Санкт-Петербургском университете. Попов демонстрирует изобретенный им грозоотметчик (прибор который мог регистрировать удары молний и таким образом предвещал о приближении дождя) - первый в мире радиоприемник
- 1896 Николо Тесла смог передать сигналы на 32 км с помощью созданного им высокочастотного резонансного трансформатора.
- 24 марта 1896 Александр Степанович Попов продемонстрирует прибор для передачи сигналов, передав на расстояние 250 м радиограмму из двух слов «Генрих Герц»
- Конец 1896 года Тесла передал сигнал без проводов на расстояние в 48 км
- 16 августа 1898 Лодж получил патент № 609154, в котором предлагалось «использовать настраиваемую индукционную катушку или антенный контур в беспроводных передатчиках или приемниках, или в обоих устройствах»

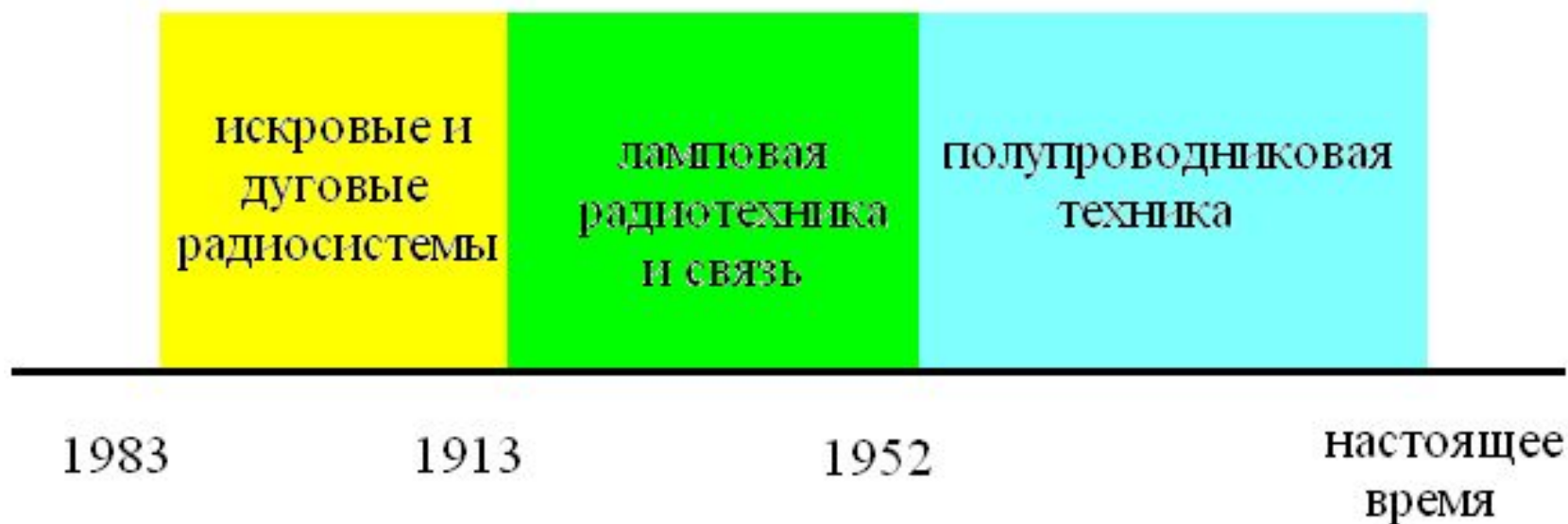
История развития радиосвязи

- 1897 Попов достиг дальности в 5 км.
- 1899 было начато промышленное производство радиостанций Попова для флота французской фирмой Дюкрете.
- 1899 Попов разрабатывает и патентует первый в мире детекторный приёмник на базе кристаллического диода, созданного им же
- Март 1899 Маркони осуществил связь между Англией и Францией (45 км)
- 1900 телефонные приёмники Попова с дальностью 45 км
- Декабрь 1901 Маркони передал радиосигнал через Атлантический океан (3700 км)
- 1901 максимальная дальность связи, достигнутая А. Поповым, при проведении его опытов на Черном море, составила 150 км
- 1901 США: Другой изобретатель радио, Никола Тесла, заявил, что в 1901 году им установлена и поддерживается регулярная радиосвязь с Марсом, откуда он получает инструкции для своей дальнейшей научной работы...
- 1903 Поповым А.С. были сделаны первые опыты передачи по радио речевых сообщений

История развития радиосвязи

- 1904 британский инженер Джон Флеминг изобрел вакуумный диод
- 1906 американский инженер Ли де Форест изобрел первую управляемую электронную лампу – ламповый триод
- 1907 Попов А.С. продемонстрировал передачу речи на расстояние более 2 км
- 1909 К.Ф.Браун и Г.Маркони получили Нобелевские премии. Браун за успехи в исследовании применения в качестве обнаружителей радиосигналов (детекторов) кристаллов полупроводников
- 1913 Э. Амстронг разработал первый регенеративный высокочувствительный ламповый приемник, В. Мейснер разработал ламповый генератор незатухающих гармонических колебаний
- 1918 Изобретение супергетеродинного приемника. Патент на него получили одновременно Э. Амстронг в США и Л.Леви во Франции
- 1948 американские ученые Бардин и Браттейн создали германиевый биполярный транзистор
- 1952 разработаны первые полевые транзисторы

История развития радиосвязи



**Спасибо за
внимание!!!!**