

Трагическая судьба гениального изобретателя Эдвина Армстронга. К 130-летию со дня рождения

Владимир Бартнев (bartvg@rambler.ru)

Четыре гениальных изобретения Эдвина Армстронга – регенерация, сверхрегенерация, супергетеродинный радиоприём и частотная модуляция – во многом определили ход развития радиотехнических приёмных устройств, радиовещания и связи. К сожалению, борясь за авторское право на свои изобретения, Армстронг был вынужден потратить много сил и времени в безуспешных судебных тяжбах.

В конце прошлого года исполнилось 130 лет со дня рождения гениального изобретателя Эдвина Армстронга (см. рис. 1). Это событие осталось незамеченным научно-технической общественностью. Во многом причиной этого стала пандемия, охватившая многие страны, в том числе и США. Восполнить пробел и рассказать о трагической судьбе Эдвина Армстронга – главная цель настоящей статьи.

Краткая биографическая справка: Эдвин Говард Армстронг родился 18 декабря 1890 года в Нью-Йорке. Выдающийся американский радиотехник и изобретатель окончил Колумбийский университет, в котором впоследствии занимал должность профессора. Армстронг вошёл в историю как изобретатель важнейших типов радиоприёмников: регенеративного, сверхрегенеративного

и супергетеродинного. Также первым американец предложил использовать частотную модуляцию в радиосвязи и радиовещании. Он покончил жизнь самоубийством 31 января 1954 года, выпрыгнув из окна своей квартиры в Нью-Йорке. Причиной самоубийства стала тяжёлая депрессия, вызванная многолетними тяжбами с крупными американскими компаниями.

Четыре главных изобретения Армстронга: регенерация, сверхрегенерация, супергетеродинный радиоприём и частотная модуляция. Авторство Армстронга до сих пор вызывает споры, и на то есть причины. Рассмотрим этот вопрос подробнее. Начнём с патента на изобретённый Армстронгом регенеративный радиоприёмник [1].

Свою заявку на этот патент Армстронг подал в 23 года, будучи выпускником Колумбийского университета.

Предшествовало этому событию изобретение трёхэлектродной лампы (audion tube) Ли де Форестом, который получил патент на это изобретение в 1906 году. Де Форест не мог не заметить появление патента Армстронга и, конечно же, сразу вступил в борьбу за оспаривание приоритета в изобретении регенератора, ссылаясь на то, что, в соответствии с его лабораторными записями 1912 года, учёный наблюдал генерацию за счёт положительной обратной связи в изобретённом им аудионе.

Какой же из множества своих патентов с трёхэлектродной лампой де Форест противопоставил изобретению Эдвина Армстронга? Автору статьи удалось найти патент де Фореста № 1 170 881 [2], который вошёл в историю под названием «Ультра-аудион» (см. рис. 2). Причём авторов у патента двое – де Форест и Чарльз Логвуд.

Нужно обратить внимание на малоизвестный, но важный компонент схемы – дроссель между анодом лампы и наушником. Вот что про этот дроссель пишет в описании патента (см. рис. 3) де Форест: «Помещаем дроссельную катушку K в цепь соединения пластины W с батареей B, между пластиной W



Рис. 1. Эдвин Армстронг (1890–1954)

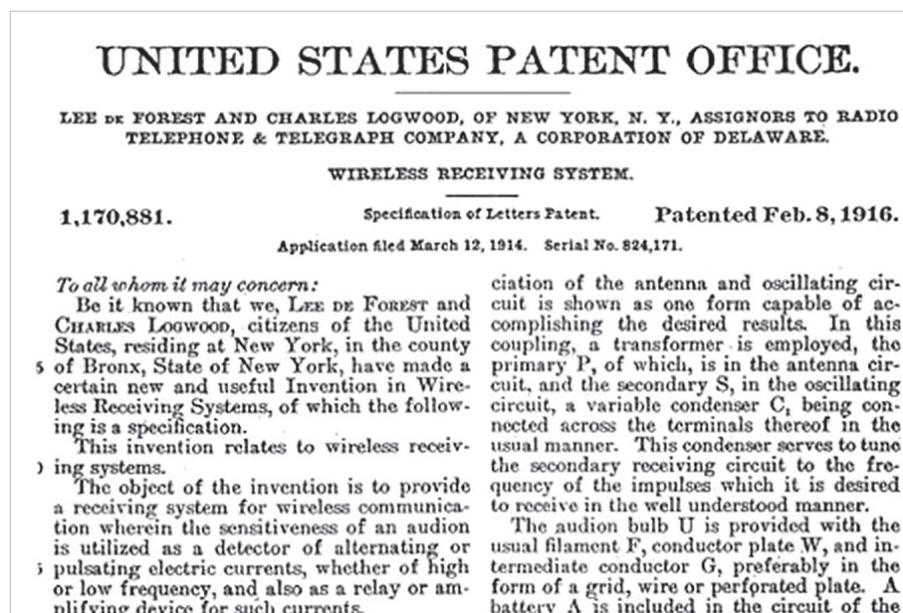


Рис. 2. Фрагмент патента на ультра-аудион

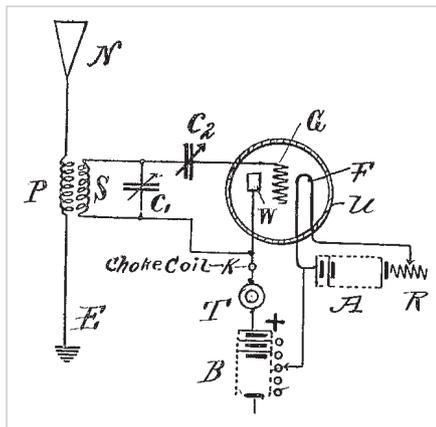


Рис. 3. Схема ультра-аудиона из патента Ли де Фореста

и батарей В за пределами клеммного соединения катушки S с пластиной W...»

На рисунке 4 изображена схема регенератора Армстронга из его патента № 1113149 под названием «Беспроводная приёмная система». Катушка L, включённая в анодную цепь и индуктивно связанная с катушкой в цепи сетки, является источником положительной обратной связи, что приводит к повышению чувствительности приёмной системы.

Армстронг в отличие от де Фореста смог не только обосновать использование положительной обратной связи в предложенной схеме приёмника, но и раскрыть физический принцип работы предложенного устройства (см. рис. 5). Представляет интерес сравнение двух схем регенераторов Армстронга и де Фореста. Для этого автором статьи были созданы модели ламповых устройств в системе для моделирования схем LTspice [2].

Для корректности сравнения модели были настроены идентично по используемым комплектующим, принимаемой частоте (1410 кГц), параметрам амплитудно-модулированного сигнала на входе. Отличие состояло лишь в способах подключения колебательного контура: у Армстронга – между сеткой и «землёй», а у де Фореста – между сеткой и анодом триода.

Результаты моделирования представлены на рис. 6, 7 и 8. Следует отметить, что сигнал на выходе регенератора де Фореста имеет искажённую форму, что говорит о частичном самовозбуждении этой схемы. У регенератора Армстронга это критическая величина обратной связи (в состоянии предвозбуждения). Регенератор де Фореста находится в режиме

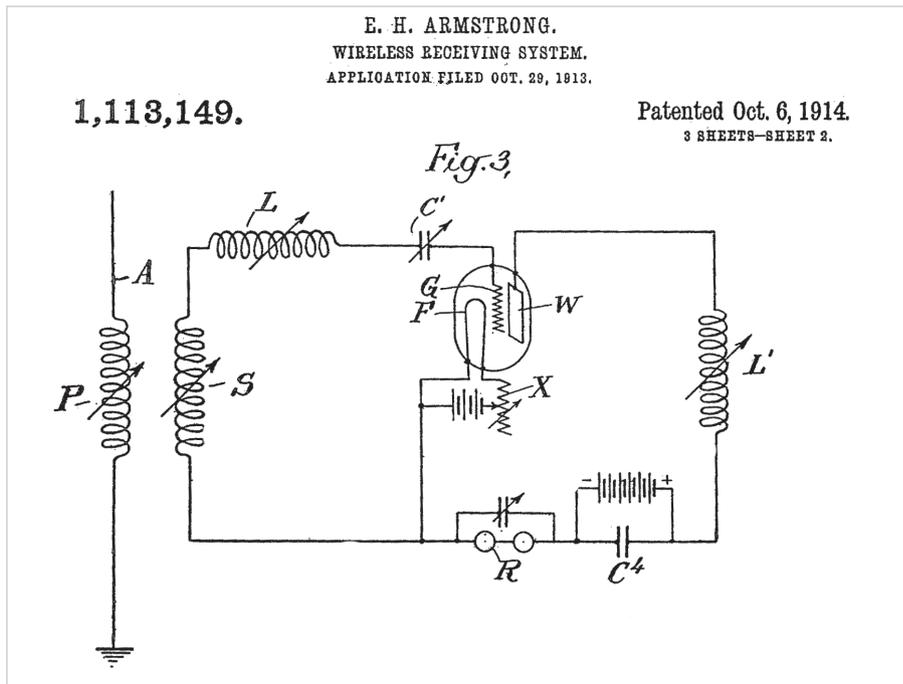


Рис. 4. Схема регенеративного приёмника Армстронга

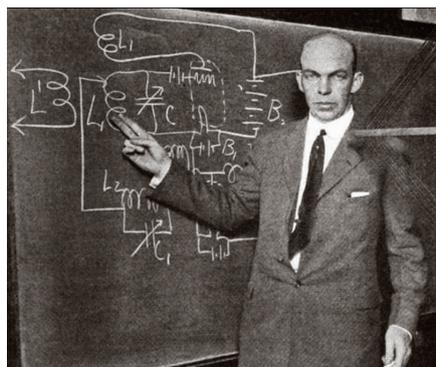


Рис. 5. Эдвин Армстронг на лекции рассказывает о своём изобретении

релаксации. Подводя итог по моделированию, можно сказать, что схему де Фореста назвать регенератором можно

с большой натяжкой, так как вывести её из состояния генерации практически невозможно даже при отсутствии индуктивной связи между входным контуром и дросселем в аноде лампы.

Но вернёмся к судебной тяжбе, которая продолжалась 14 лет и обошлась де Форесту в более чем 1 млн долларов. К этому времени де Форест уже был владельцем 25 фирм. Несколько раз дело рассматривал Верховный суд США, и в конечном итоге де Форест победил. Это был один из самых длительных патентных судебных процессов в истории США.

Скандално закончилась и история изобретения Армстронгом супергетеродина. Как и в случае с реге-

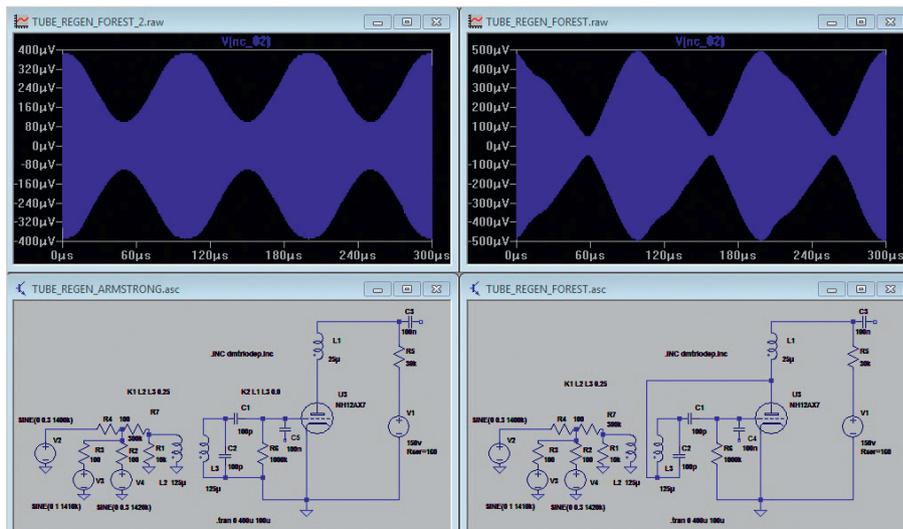


Рис. 6. Сигнал порядка 500 мкВ на управляющей сетке регенераторов: регенератор Армстронга (слева), регенератор Ли де Фореста (справа)

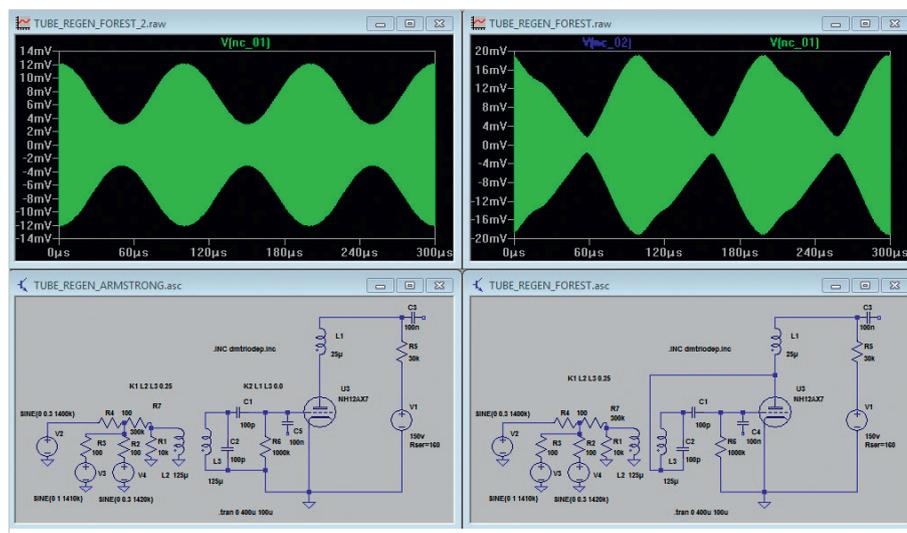


Рис. 7. Сигнал на выходе регенераторов при работе без положительной обратной связи

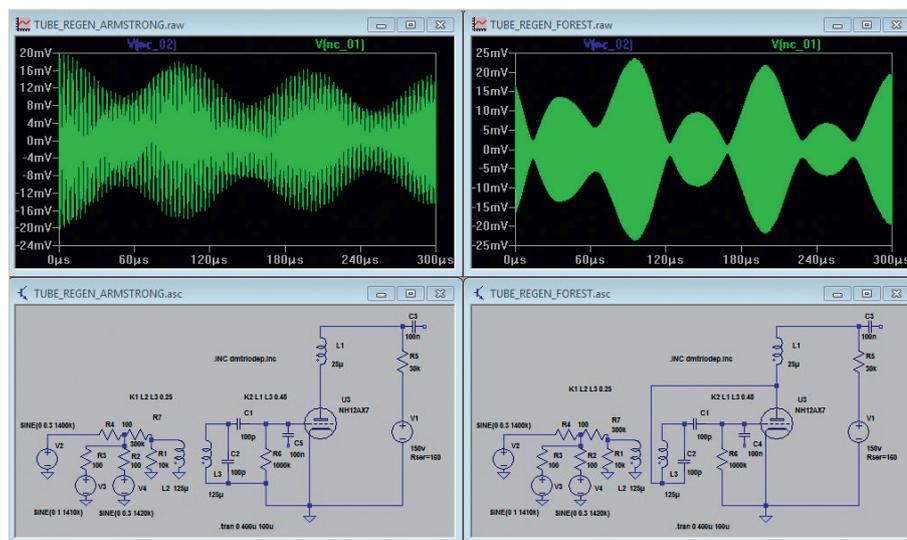


Рис. 8. Сигнал на выходе регенераторов при введении положительной обратной связи одного уровня в каждой схеме

нератором, эта противоречивая и неоднозначная история свелась к длительным судебным тяжбам. Французский инженер Люсьен Леви 4 августа 1917 подал заявку на изобретение супергетеродина во Франции и получил патент в августе 1919 года (№ 493660). Французский учёный 12 августа 1918 года также подал заявку на изобретение супергетеродина и в США (патент США № 1734038) [3]. Причём Леви это сделал за 6 месяцев до Эдвина Армстронга, чья заявка на супергетеродин была подана 8 февраля 1919 года. Патентному ведомству США пришлось иметь дело с двумя заявками на изобретение. Поскольку патент не может быть выдан дважды на одно и то же изобретение, требовалось судебное разбирательство. Апелляционный суд округа Колумбия (США) признал изобретателем супергетеродина Люсьена Леви. 5 ноября

1929 года патент с приоритетом от 4 августа 1917 года на супергетеродинный приёмник был выдан французу. Свои права на патент Люсьен Леви в США продал AT&T за \$20 000 (фирма до настоящего времени является правообладателем патента).

Автор статьи хотел бы привести из описания патента один из важнейших отличительных признаков супергетеродина, который входит в формулу изобретения Люсьена Леви: «Система, содержащая избирательные средства для приёма требуемой радиочастоты, локальный источник высокочастотной энергии, средство для объединения принимаемой энергии и энергии локального источника, получения промежуточной частоты ниже принятой, но выше слышимой. Второй локальный источник энергии переменного тока и детектор используются для объединения энергии промежуточной

частоты и энергии второго локального источника, а также для выделения сигналов и электрического фильтра, соединённого на одном конце со схемой на промежуточной частоте, а на другом – средством детектирования».

Впервые Леви вводит важный термин «промежуточная частота», которая ниже, чем принимаемая, но выше, чем слышимая. Ещё термины, введённые французом: «локальный источник», чья функция – преобразование принимаемой частоты в промежуточную (имеется в виду гетеродин); «фильтр на промежуточную частоту»; второй локальный источник, так называемый «телеграфный гетеродин». О телеграфном гетеродине следует сказать особо. Гетеродинный приём стал широко применяться очень давно, с переходом на передачу незатухающих колебаний и их приём кристаллическими детекторами. В гетеродинном приёмнике на детектор подавали два сигнала: принимаемый и гетеродинный, значительно больший по амплитуде. Если частота гетеродина немного (например, на 1 кГц) отличается от частоты приёма, то на выходе детектора появляется напряжение биений с разностной частотой. Телеграфные сигналы в этом случае воспринимаются в телефонах привычными, хорошо различимыми тональными сигналами азбуки Морзе.

Так что добавление ещё одного гетеродина для преобразования частоты принимаемого сигнала в промежуточную частоту, на которой происходят основное усиление и фильтрация, превращает гетеродинный приём в супергетеродинный.

На рисунке 9 автор поместил фото, на котором Льюис Леви выступает в роли изобретателя аудиона (трёх-электродной лампы), рядом сидит Ли де Форест. Два «победителя» судебных тяжб с Армстронгом. Ли де Форест сумел доказать в суде, что он создал регенератор, а Льюис Леви был признан по суду изобретателем супергетеродина.

Печально закончилась и история изобретения в 1922 году сверхрегенератора. Армстронг продал патентные права на сверхрегенератор компании RCA (Radio corporation of America) и в результате стал её крупнейшим акционером. Однако сверхрегенератор так и не оправдал надежд, которые Эдвин Армстронг и американский связист и бизнесмен Давид Сарнов на него возла-



Рис. 9. Люсьен Леви и Ли де Форест

гали. Причина проста: каждый сверхрегенеративный приёмник, по сути, также является генератором помех

для ближайших приёмников. Кроме того, бурное развитие супергетеродинной техники радиоприёма стало превалировать.

Последней ожесточённой битвой Армстронга стал судебный спор с бывшим другом Сарновым и RCA, длившийся более 10 лет, за права на изобретённый учёным способ частотной модуляции. Сил и денег у Армстронга уже почти не оставалось. Изобретатель, находясь в тяжёлой депрессии, покончил жизнь самоубийством в 1954 году в возрасте 63 лет. Давид Сарнов (1891–1971), выходец из России, с 1919 года работал в корпорации по производству радиоэлектронной аппаратуры RCA, с 1922 года – её вице-президент, после 1930 года – президент, в 1947–1970 годах – председатель совета директоров. Де Форест за несколько лет до своей смерти в возрасте 87 лет

написал автобиографию под одиозным названием «Отец радио». В 1980 году Эдвин Армстронг посмертно был введён в Национальный зал славы изобретателей США (National Inventors Hall of Fame) [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барменов В. Г.* Детекторные приёмники. Вчера, сегодня и завтра. Горячая линия. Телеком. М. 2016.
2. LTspice. Ресурсы (Analog Devices). URL: <https://www.analog.com/ru/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>.
3. *Барменов В. Г.* 100 лет супергетеродинному радиоприёмнику. Современная электроника. 2018. № 9.
4. *Lessing Lawrence.* Man of High Fidelity: Edwin Howard Armstrong. J. B. Lippincott company. Philadelphia and New York. 1956.



НОВОСТИ МИРА

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТОГРАФИЯ для 2 нм-ПРОЦЕССОВ

imec, KMLabs и Inpria использовали голографическую литографию high-NA EUV для создания линий и пространств с шагом 20 нм для 2-нм технологического процесса.

Бельгийская исследовательская лаборатория imec использовала источник с длиной волны 13,5 нм для интерференции или голографической литографии на металло-оксидном резисте в условиях высокой числовой апертуры. Интерференция между двумя оптическими источниками может применяться для создания массивов регулярных объектов, таких как линии и пространства, без использования сложных оптических систем или фотошаблонов в EUV-литографии.

Эта разработка является шагом вперёд к производству схем по технологии 2 и 1 нм. KMLabs в Боулдере, штат Колорадо, является производителем сверхбыстрых лазерных систем и партнёром инициативы AttoLab совместно с imec. KMLabs предоставила лазерный источник с зеркалом Ллойда для экспериментов. В этой конфигурации свет, отражённый от зеркала, интерферирует со светом, непосредственно излучаемым лазерным источником 13,5 нм, создавая тонко детализированную интерференционную картину, подходящую для визуализации резистивных изображений.

Следующий шаг – перейти к исследованию на пластинах диаметром 300 мм. Технология будет использоваться для обеспечения промышленности узорчатыми

пластинами до того, как появится первая литографическая система high-NA (0,55) от ASML. Это и есть EXE5000. Высокоточный лазерный источник KMLabs использовался на рекордно малой длине волны 13,5 нм, испуская серию аттосекундных (10^{-18} с) импульсов с частотой следования в несколько фемтосекунд (10^{-15} с).

www.imec-int.com

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДОБАВЛЯЮТ СЕНСОРНЫЙ ДАТЧИК К ЛЮБОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Тензометрические датчики Dynaforce от Algra могут быть применены в качестве сенсорного датчика на металле, стекле или дереве с толщиной листа от 0,3 до 1,2 мм. Компания Algra (Германия) выпустила набор для установки своих тензометрических датчиков, позволяющий добавить сенсорную клавиатуру на любую поверхность. Каждая кнопка на печатной плате представляет собой один из этих датчиков. Сеть датчиков обнаруживает мелкие механические деформации и использует интеллектуальное программное обеспечение для фильтрации сигналов помех. Тензометрическая технология распознает даже самые незначительные деформации в слое материала. Этого достаточно, чтобы зафиксировать нажатие на кнопку. Это стало возможным благодаря интеллектуальному программному обеспечению и сенсорной сети, состоящей из тензометрических датчиков. Посколь-

ку устройства являются датчиками силы, функции могут быть дифференцированы в зависимости от силы, приложенной к датчику. Например, жёсткое нажатие кнопки на лампе может привести к включению света, в то время как более мягкое нажатие кнопки может снизить яркость. Другая возможность – визуальная обратная связь через светодиодный индикатор или дисплей. Возможность отклеивания и приклеивания в широком диапазоне температур (от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$) и работы в перчатках открывает возможности применения в домашних и промышленных условиях или в общественных местах, а также применения с высокими требованиями к прочности и водонепроницаемости.



Демо-версия Dynaforce и комплект разработчика включает функциональность оптической, акустической и тактильной обратной связи. После подключения к ПК клавиши реагируют на прикосновение пальца к алюминиевой передней панели толщиной 1 мм.

www.algragroup.ch