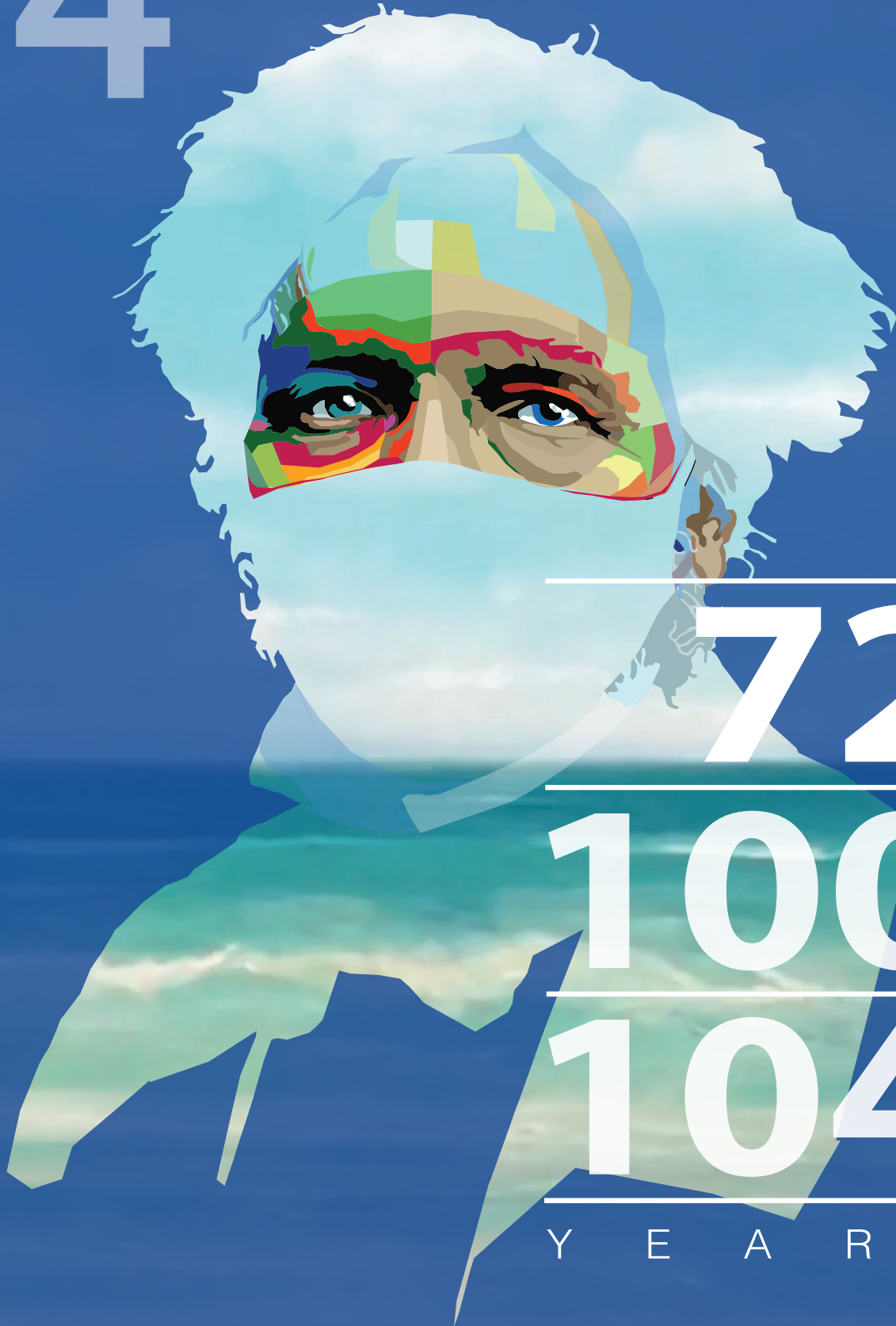


FARADAYnews

4



MUSEUS
DO TÉCNICO
TÉCNICO LISBOA



72

100

104

Y E A R S



A evolução da humanidade rege-se pela sua adaptação ao meio envolvente, tendo a comunicação constituído desde sempre uma necessidade do ser vivo inteligente. Nesta regra básica de sobrevivência, períodos de crise e desafogo, disjuntos ou não, sucederam-se ao longo da história da Humanidade. No contexto atual de crise e drama, urge uma convergência de esforços, um apelo à criatividade, uma reinvenção de paradigmas. Como diz o escritor brasileiro Fernando Sabino em o *Encontro Marcado*

“De tudo ficam sempre três coisas: a certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar. Fazer da interrupção um caminho novo, fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sonho uma ponte, da procura um encontro. E assim terá valido a pena existir”

O quarto número da revista Faraday News (FN4) é lançado no final de 2020. A situação de pandemia obrigou-nos a algumas alterações de fundo no que respeita à periodicidade da revista. Decidimos, contudo, manter a transversalidade dos tópicos apresentados. O Mar, tal como no FN3, é o elemento de ligação entre os vários temas.

Foi a propósito das comunicações marítimas militares da telegrafia sem Fios (TSF) que começaram os conflitos entre dois grandes inventores referidos no FN4: Marconi e Lee de Forest.

Em 1906, Forest inventou a válvula eletrónica que viria a revolucionar as radiocomunicações e lhe permitiu fazer as primeiras experiências de radiodifusão.

Marconi, por sua vez, continuou a usar o mar como seu palco privilegiado de investigação, prosseguindo um longo caminho até chegar à descoberta dos princípios do RADAR.

A capa do FN4 ilustra um mar com algumas nuvens no horizonte. Aparecem três caixas numeradas: a invenção da válvula eletrónica por Lee de Forest há 104 anos, o início da radiodifusão como indústria há 100 anos e a [divulgação do transistor](#) há 72 anos como alternativa às válvulas, permitindo colocar rádios no bolso das pessoas. Os três números mágicos a anunciar boas novas.

Fazer da Interrupção um passo de dança/ *From the interruption making a dance step*



The evolution of Humankind is governed by their adaptation to the surroundings; communication has always been a necessity of the intelligent living being. In this basic rule of survival, periods of crisis and respite, disjointed or not, have occurred throughout the history of humanity. In the current context of crisis and drama, there is an urgent need for a convergence of efforts, a call for creativity and a reinvention of paradigms. As you can read in “Time do meet” by the Brazilian writer Fernando Sabino

“There are always three things left: the certainty that we are starting, the certainty that we must continue and the certainty that we can be interrupted before finishing. Making the interruption a new path, making the fall a dance step, the fear a ladder, the dream a bridge, the search for an encounter. And so it will have been worthwhile to exist”.

The 4th issue of Faraday News (FN4) comes out at the end of 2020. The COVID-19 pandemic has forced us to make some changes regarding the periodicity of the Newsletter. However, we have tried to keep the transversality of the presented topics, creating “bridges” symbolized once again by the Sea.

It was with regard to wireless telegraphy in military maritime communications that the conflicts between two great inventors mentioned in FN4 began: Marconi and Lee de Forest.

In 1906, Forest invented the electronic valve that would revolutionize radio communications and allowed him to do his first broadcasting experiments.

On the other hand, Marconi kept using the sea as his preferred subject of investigation, pursuing a long way long way until he discovered the principles of RADAR.



A secção “Olhar de Dentro” tem como tema um rádio produzido por Lee de Forest. Segue-se com a secção Biografia, dedicada ao que é considerado o pai da Rádio, da Radiodifusão e o homem que contribuiu para acabar com o cinema mudo: Lee de Forest.

O artigo “Marconi - O Nobel salva vidas” constitui a secção Artigo Técnico e relata o período em que Marconi usou o Mar como território da sua investigação pós travessia transatlântica, usando a TSF.

O artigo “Radiodifusão - Uma Arma?” mostra-nos como a radiodifusão, originalmente criada para entretenimento, foi logo usada por alguns estados como meio de controlo do poder.

O artigo “Química e Arte – experiências com conchas do mar”, constitui a secção Arte e Ciência.

Finaliza-se o FN4 com a secção Eventos, que refere os acontecimentos mais relevantes que envolveram o MF desde a saída do último número.

Neste número, o leitor tem acessíveis dois documentos (filmes) sobre exposições feitas no Museu Faraday em dois períodos distintos. Em 2018 para celebrar o dia do IST, na exposição “Os 100 anos da Rádio” e a 18 de Novembro de 2020, para celebrar o Dia Europeu do Património Cultural decretado pela Rede Europeia do Património (UNIVERSEUM), em que o Museu Faraday divulgou três objetos do seu espólio relacionados com a Radiodifusão, que pudessem ser interpretados à luz da Crise, Drama e Esperança.

No final de 2020, e após um ano particularmente difícil para os Museus de todo o mundo, é mais do que nunca fundamental que unamos esforços no cerrar fileiras contra um inimigo comum, partilhando estratégias e experiências.

Tempos menos turbulentos são o que desejamos que o Mar traga de presente durante 2021.

FN4 cover illustrates a sea with some clouds on the horizon. Three numbered boxes appear: the invention of the electronic valve by Lee de Forest 104 years ago, the beginning of broadcasting as an industry 100 years ago and a [promotion of the transistor](#) 72 years ago as an alternative to valves, putting radios in people's pockets. The three magic numbers to announce good news.

Looking from Inside section concerns a radio produced by Lee de Forest. The Biography section is dedicated to the person that is considered the father of Radio, Radio Broadcasting and the man who contributed to the end of the silent film: Lee de Forest.

The article “Marconi - The Nobel saves lives” constitutes the Technical Article section and refers the period when Marconi used the Sea as theme for his post-transatlantic crossing investigation using the wireless telegraphy.

The article “Broadcasting - A Weapon?” shows how broadcasting, originally created for entertainment, was quickly transformed by some countries in an important power control tool.

The article “Chemistry and Art - experiments with sea shells”, constitutes the section Art and Science.

The FN4 ends with the section Events that has occurred since the last issue was released.

In this issue, two documents (small movies) about exhibitions shown at the Faraday Museum are available. In 2018, to celebrate IST day, in the exhibition “The 100 years of Radio” and in 2020, to celebrate the European Day of Cultural Heritage established by the European Heritage Network (UNIVERSEUM), in which the Faraday Museum showed 3 objects from its estate related to Broadcasting, which could be interpreted in the light of Crisis, Drama and Hope.

At the end of 2020 and after a particularly difficult year for Museums around the world, it is absolutely crucial that we “close ranks” against the pandemic, sharing strategies and experiences.

Less turbulent times is what we wish the Sea to bring us as a gift during 2021.

Carlos Fernandes
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do IT

Moisés Piedade
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do INESC-ID



Autores / Authors



Lee de Forest (1873-1961) nasceu em Council Bluffs, Iowa, E.U.A. (EUA). Filho de Henry de Forest, cresceu num ambiente extremamente religioso. Desde muito novo Lee demonstrou uma especial criatividade para a invenção de dispositivos mecânicos e elétricos, mas não teve o suporte que desejava da família, que queria que ele seguisse a via religiosa. À medida que crescia como inventor, Lee foi-se aproximando da ciência e da tecnologia e foi-se afastando da religião, provocando um grande desgosto à sua família.

Desde muito cedo, Forest desenvolveu o gosto pela música e o talento para a escrita de poemas, mas não viria a tirar muito partido destes talentos.

Na ciência, Forest criou o primeiro dispositivo capaz de amplificar sinais elétricos - o Audion, o radiotelefone, fez as primeiras experiências de radiodifusão, introduziu o som nos filmes e registou cerca de 300 patentes de dispositivos inovadores.

Forest casou quatro vezes, mas os três primeiros casamentos duraram muito pouco. Em 1906, Forest estava tão obcecado com o seu trabalho no desenvolvimento do Audion e do radiotelefone, que o namoro com a primeira esposa (Lucille Sheardown), acabou por ser talvez o primeiro namoro feito por "wireless". Forest usou dois protótipos do seu radiotelefone, um colocado em casa de Lucille e outro no seu laboratório. Namoraram por radiotelefone durante semanas e casaram em fevereiro de 1906, mas o casamento acabou no mês seguinte. Foi sol de pouca dura.

Ainda em 1908, Forest casou com Nora Blatch, a talentosa engenheira eletrotécnica que estudou com Michael Pupin na Universidade de Columbia em Nova Iorque. Nora queria trabalhar nas invenções de Forest e viajou para a Suíça para especializar-se no fabrico de um novo tipo de condensadores. A lua-de-mel foi vivida à distância e foi noticiada como "The First Wireless Honeymoon".

Lee de Forest - Pai da Rádio / *Father of Radio/*

Lee de Forest (1873-1961) was born in Council Bluffs, Iowa, USA. Son of Henry de Forest, he grew up in an extremely religious environment. From early age, Lee demonstrated a special creativity for the invention of mechanical and electrical devices, but did not have the support he desired from his family, who wanted him to follow the religious path. As he grew up as an inventor, Lee grew closer to science and technology and moved away from religion, causing a great displeasure to his family.

Very early, Forest showed a strong inclination for music and a remarkable way of writing poems, but he would not take much advantage of these talents.

In science, Forest created the first device capable of amplifying electrical signals - Audion, the radio telephone, made the first experiments in broadcasting, introduced sound into films and registered around 300 patents for innovative devices.

Forest married four times, but the first three marriages were brief. In 1906, Forest was so obsessed with his work on the development of Audion and the radiotelephone that dating his first wife (Lucille Sheardown) turned out to be perhaps the first dating made by "wireless". Forest used two prototypes of his radiotelephone, one placed at Lucille's house and other in his laboratory. They dated by radiotelephone during several weeks and got married on February 1906. The marriage ended the following month.

Still in 1908, Forest married Nora Blatch, the talented electrical engineer who studied with Michael Pupin at Columbia University in New York, who wanted to work on Forest's inventions and who traveled to Switzerland to specialize on the manufacture of a new type of capacitors. This distance experienced honeymoon was reported as "The First Wireless Honeymoon".

Forest did not like competitors and quickly found that, despite her technical and scientific competence, his wife's role was to develop her poetic and musical talents.

In 1909, Nora gave a radiotelephone demonstration at Barnard College, near Columbia University, where

Forest não gostava de competidores e rapidamente achou que apesar da sua competência técnica e científica, o papel da sua esposa era desenvolver os seus talentos poéticos e musicais.

Em 1909, Nora fez uma demonstração do radiotelefone no Barnard College, perto da Columbia University, onde uma audiência assistia à demonstração das potencialidades do radiotelefone fazendo radiodifusão. Percebeu-se nesta demonstração que Nora estava envolvida no Sufrágio das Mulheres, o que não foi bem visto e Nora acabou por se divorciar litigiosamente de De Forest. Na época os jornais noticiaram o acontecimento como “**De Forest Blames Suffrage**”.

Em 1911, Forest viajou para a Califórnia, onde numa pequena cidade acabaria por encontrar a paz para desenvolver o seu Audion e as suas novas aplicações, mas, mais uma vez, foi sol de pouca dura. Na exposição da “**San Francisco World’s Fair**” as coisas não lhe correram bem. Rapidamente voltou a ser pobre e teve de regressar a Nova Iorque onde conheceu a que viria a ser a 3ª esposa, a cantora de ópera Mary Maio.

O casamento com Mary durou três anos, até 1916, pois Forest, envolvido nas suas invenções, não dedicava muito tempo à vida familiar. Foi nesta data que lhe apareceram os primeiros sintomas de euforia e de depressão, típicos de indivíduos bipolares.

Forest regressou à Califórnia mas, pouco tempo depois, foi desafiado para regressar a Nova Iorque e usar o seu Audion para introduzir som nos filmes.

Em 1930, Forest voltou a casar, desta vez com a atriz do cinema mudo Marie Mosquini. Depois de casar com Forest, 26 anos mais velho, Mosquini, com 31 anos, deixou o cinema onde protagonizou 202 filmes entre 1917 e 1929.

Nos seus estudos de pós-graduação na Sheffield Scientific School da universidade de Yale, algumas das muitas experiências criativas que Forest fazia de uso da eletricidade por vezes acabavam mal. Durante uma importante conferência do conhecido Prof. Charles Hasting, Lee deixou os conferencistas às escuras o que lhe valeu a expulsão desta escola. Forest era um aluno muito solitário, com poucos amigos, dedicado ao **estudo, mas fazia alguns trabalhos em “part time”**, sempre com a obsessão de ser inventor e de mostrar que havia outro caminho para si sem ser a religião.

an audience experienced a demonstration of the radiotelephone’s potential on broadcasting. In this demonstration it was evident the involvement of Nora in the Suffrage of Women, which was not well accepted. The marriage came to an end in a litigious divorce. At the time the newspapers reported the event as “De Forest Blames Suffrage”.

In 1911, Forest traveled to California, where in a small town he would find peace to develop his Audion radio and its new applications. It was a brief stay. At the San Francisco World’s Fair exhibition things didn’t go well for him. He soon became poor again and had to return to New York, where he met his 3rd wife, the opera singer Mary Maio.

He married Mary Maio in New York and lived with this new wife for three years, until 1916. It was then that he was diagnosed with the first symptoms of euphoria and depression typical of bipolar individuals.

During this period he returned to California, but shortly after he was challenged to return to New York to use his Audion and to introduce sound in films.

In 1930, Forest married again, this time with the silent movie actress Marie Mosquini. Forest was the introducer of sound in the movies. After marrying Forest, 26 years older, Mosquini, 31, abandoned the cinema, where he starred in 202 films between 1917 and 1929.

In his graduate studies at Yale University’s Sheffield Scientific School, some of the many creative Foster experiences recurring to electricity ended badly. During an important lecture by the well-known Prof. Charles Hasting, Lee left the lecturers in the dark, which earned him expulsion from this school. Forest was a very lonely student, with few friends, dedicated to study, but he did some part time work, always with the obsession of being an inventor and showing his family that there was another way for him besides religion.

He was always on the list of the best students he passed through. While attending classes, he wrote in his notebooks ideas and sketches of inventions he would do. In 1897, while attending an electricity class, he recorded in his notebook the diagram of a voltaic arc emitter based on the one invented by the

Forest esteve sempre na lista dos melhores estudantes por onde passou. Enquanto assistia às aulas escrevia nos seus cadernos ideias e esboços de invenções que iria fazer. Em 1897, enquanto assistia a uma aula de eletricidade registou no seu caderno o diagrama de um emissor de arco voltaico baseado no do inventor dinamarquês Valdemar Poulsen.

Substituiu o contacto do interruptor por um microfone de carbono e apelidou o sistema de "Talking Arc". Esta tecnologia viria a ser usada posteriormente por Forest, Fessenden e outros no desenvolvimento do radiotelefone, que ocorreria cerca de 10 anos mais tarde.

Forest não era um génio, mas tentava sempre demonstrar que o era. Acreditava firmemente na célebre afirmação de Edison, que dizia que o sucesso resulta de "1% de inspiração e 99 % de transpiração".

Em 1899, Forest acabaria por concluir o seu doutoramento no Yale's Sloane Physics Laboratory sob orientação do renomado cientista Willard Gibbs, o primeiro doutorado em engenharia nos EUA, em 1863. Nos seus estudos, Forest privilegiou os trabalhos de Hertz, Maxwell e o estudo da matemática avançada.

Lee de Forest inventou um dos dispositivos mais importantes do século 20 – o Audion ou "Radio tube" (que a partir de 1919 se chamaria triodo de vácuo), Fig. 1. Foi possível gerar, amplificar e detetar sinais transportados por ondas de rádio. Com este dispositivo foi possível conceber novas classes de circuitos elétricos e isto deu início à disciplina científica de Eletrónica. O impacto do triodo foi enorme nas rádio comunicações, na radiodifusão, no cinema, na música, nos aparelhos científicos, na instrumentação, na electromedicina e nos primeiros computadores.

Na vida real, Forest teve momentos de muita satisfação pessoal, mas também muitos momentos de depressão. Forest envolveu-se em muitos conflitos de patentes nos tribunais dos EUA, nos quais gastou todo o dinheiro que ganhava com os seus trabalhos e, por várias vezes, com resultados que não lhe foram favoráveis.

Nas empresas que criou, a sua ênfase na parte da investigação permitiu que fosse enganado, por várias vezes, pelos seus parceiros mais virados para o lucro imediato.

Danish inventor Valdemar Poulsen. He replaced the contact of the switch by a carbon microphone and called the system by the name "Talking Arc". This technology was later used by Forest, Fessenden and others in the development of the radiotelephone, which would occur around 10 years later.

Forest was not a genius even though, during his whole life, he always tried to show that he was. He firmly believed in Edison's famous statement that "success results from 1% inspiration and 99 % perspiration".

In 1899, Lee would eventually complete his doctorate at Yale's Sloane Physics Laboratory under the supervision of the renowned scientist Willard Gibbs, the first doctorate in engineering in USA, in 1863. In his studies, Forest privileged the works of Hertz, Maxwell and the study of advanced mathematics.

Lee de Forest invented one of the most important devices of the 20th century - the Audion or "Radio tube" (which from 1919 on would be called vacuum triode), Fig. 1. It was possible to generate, amplify and detect signals carried by radio waves. With this device it was possible to conceive new classes of electrical circuits, beginning the scientific course of Electronics. The impact of the triode was enormous in radio communications, broadcasting, cinema, music, scientific devices in instrumentation, electro-medicine and in the first computers.

In real life, Forest had moments of great personal satisfaction, but also many moments of depression. Forest was involved in many patent conflicts in the U.S. courts, in which he spent all the money he earned from his work and, several times, with results that were not favourable to him.



Fig. 1 – Forest Audion / Forest Audion.

Forest registou cerca de 300 patentes de novos dispositivos e métodos, na área da TSF, na radiodifusão, na arquitetura de recetores de rádio e no cinema. Baseando-se na exploração comercial dos seus inúmeros trabalhos, originou quatro empresas de radiocomunicações, mas a sua obsessão por novas invenções e pelo trabalho de laboratório resultaram num mau desempenho do ponto de vista económico e todas as empresas que criou foram muito rapidamente à falência.

Detetores de TSF

Lee de Forest queria afirmar-se como inventor e intervir com contribuições para a nova ciência designada por Rádio, que por volta de 1900 começava a despontar. Nesta época o dispositivo mais crítico era o detetor de ondas de rádio e o mais usado, embora pouco fiável e pouco sensível, era o [coesor](#) (pode ver um coesor em ação no Museu Faraday).

Forest seguiu vários caminhos alternativos, quer baseados nos trabalhos de Reginald Fessenden seguindo a via dos detetores eletrolíticos, quer nos detetores baseados em gases aquecidos por chamas.

Os primeiros trabalhos de Forest foram na área da TSF, em que usava um detetor eletrolítico de sinais, Fig. 2, semelhante ao desenvolvido por Fessenden, depois de uma visita que tinha feito aos Laboratórios de Fessenden e depois de saber que o autor da ideia era o ajudante de Fessenden.

Em 1902, o sistema de TSF de Forest teve melhor desempenho do que o de Marconi e o de Fesseenden num teste comparativo realizado pela marinha dos EUA. Forest foi a notícia de todos os jornais da época por este feito, obtido contra renomados inventores e, a partir daí, a sua associação com o investidor Abrahm White teve alguns tempos de sucesso. Com este bom desempenho, Forest viu Fessenden tornar-se num dos seus maiores concorrentes e inimigos.



Fig. 2 – Forest detetor eletrolítico ou “Responder” / Forest electrolytic detector or “Responder”.

Foster's emphasis on the research part in the companies he created explains why, very often, Foster was deceived by his most profit oriented partners.

Forest has registered around 300 patents for new devices and methods, in the area of wireless telegraphy, broadcasting, radio receiver architecture and cinema. Based on the commercial exploitation of its work, Forest originated four radio communication companies, but his obsession by new inventions and laboratory work resulted in poor economic performance and all the companies he created went bankrupt very quickly.

Wireless Telegraphy Detectors

Lee de Forest wanted to assert himself as an inventor and intervene with contributions to the new science called Radio, which was beginning to emerge around 1900. At that time the most critical device was the radio wave detector and the most used, although unreliable and not very sensitive, was the [coherer](#) (you can see a coherer in action at the Faraday Museum).

Forest followed several alternative paths, either based on Reginald Fessenden's works concerning electrolytic detectors, or on detectors based on gases heated by flames.

Forest's first works were on wireless telegraphy, where he used an electrolytic signal detector, Fig. 2, similar to the one developed by Fessenden, after a visit he had made to Fessenden Laboratories and after knowing that the author was the Fessenden's assistant.

In 1902, the Forest wireless broadcast system performed better than Marconi and Fesseenden in a comparative test conducted by the U.S. Navy. Forest was the main protagonist of the newspaper news of the time for this achievement, surpassing renowned inventors and, from then on, its association with investor Abrahm White had some successful times. With this good performance, Fessenden became one of his biggest competitors and enemies.

In 1899, Englishman William Duddel, under the supervision of the scientist William Ayrton, was commissioned to study why the arc, used in street lighting and radio transmitters, generated a useful

Em 1899, o inglês William Duddel, sob orientação do cientista William Ayrton, foi encarregado de estudar a razão pela qual o arco voltaico, usado na iluminação de ruas e nos emissores de rádio, gerava uma chama útil mas que era acompanhada por um som incomodativo ([ver demonstração no Museu Faraday](#)).

Duddel concluiu que o arco voltaico tinha características elétricas de resistência negativa que provocava oscilações descontroladas no movimento do ar quando as cargas elétricas passavam entre eletrodos.

Duddel concluiu também que o arco voltaico gerava um gás que poderia ser eletricamente controlado. Rapidamente construiu um dispositivo denominado **"Singing Arc"**, que reproduzia as notas sonoras de um piano e que constitui o primeiro dispositivo de música eletrônica. Este gás viria a ser apelidado de plasma por Irving Langmuir, em 1928. Esta invenção viria a inspirar Forest na invenção do primeiro radiotelefone e teve também importância na descoberta dos seus detetores de chama.

Posteriormente, o plasma gerado pelo arco voltaico foi usado inúmeras vezes, para construir altifalantes sem massa, capazes de responder a muito altas frequências. Recentemente esta tecnologia originou altifalantes de altíssimo desempenho para sons agudos que [custam cerca de 10000 euros cada](#).

Duddel acabaria por ficar na história da ciência como o inventor do oscilógrafo eletromagnético. Pode ver um exemplar deste tipo de [oscilógrafo](#), fabricado pela Siemens & Halske, no Museu Faraday, Fig. 3.

Forest tinha a convicção de que um gás aquecido também poderia ser usado na deteção de ondas de rádio e, em 1903, nas suas pesquisas experimentais verificou que o gás aquecido por uma chama aumentava muito a sensibilidade de deteção de ondas de rádio, Fig. 4. Aplicou várias intenções de patentes no registo de patentes dos USA desde fevereiro de 1905 (s.n.243913), 4 de fevereiro de 1906 (s.n. 309762) e junho de 1907 (s.n. 378503 e 378504).



Fig. 3 – Oscilógrafo Seimens & Halske (Museu Faraday) /
Oscillographe Siemens & Halske
[Ver /see video](#).

flame that was accompanied by an annoying sound ([see demonstration at Faraday Museum](#)).

Duddel came to the conclusion that the arc had electrical characteristics of negative resistance, which caused uncontrolled oscillations in the movement of air when the electrical charges passed between electrodes.

Duddel also concluded that the arc generated a gas that could be electrically controlled. He quickly built a device called "Singing Arc", which reproduced the sound notes of a piano and which constitutes the first electronic music device. This gas would be nicknamed plasma by Irving Langmuir in 1928. This invention would inspire Forest in the invention of the first radio telephone and was also important in the discovery of his flame detectors.

Subsequently, the plasma generated by the arc was often used to build speakers without mass, capable of responding at very high frequencies. Recently this technology has originated very high performance speakers for high sounds, which [cost about 10000 euros each](#).

Duddel would end up in the history of science as the inventor of the electromagnetic oscillograph. You can [see a copy manufactured](#) by Siemens & Halske at Faraday Museum, Fig. 3.

Forest was convinced that a heated gas could also be used in the detection of radio waves and, in 1903, in his experimental research, he found that gas heated by a flame lead to a remarkable increase in the sensitivity of radio wave detection, Fig. 4. He applied several patent intentions in the U.S. patent office since February 1905 (s.n. 243913), February 4, 1906 (s.n. 309762) and June 1907 (s.n. 378503 and 378504). All these results were consolidated in the patent US 979275 of December 20, 1910.

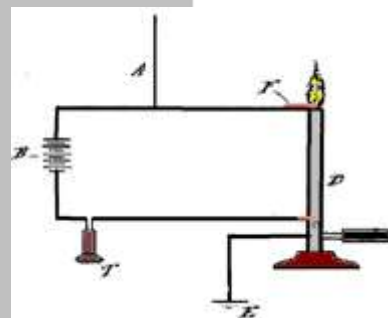


Fig. 4 – Flame radio detector /
Recetor de rádio com detetor de chama.

Todos estes resultados foram consolidados na patente US 979275 de 20 de dezembro de 1910.

O recetor de TSF proposto por Forest nestas aplicações consistia numa antena, uma bateria B colocada em série com um auscultador eletrodinâmico e num aquecedor de gás onde se colocavam dois elétrodos de platina. Na intenção s.n. 378504, o recetor de rádio proposto consistia na utilização de dois elétrodos colocados num bico de Bunsen, onde o gás aquecido pela chama funcionava como detetor de TSF em modo audível através do auscultador T. Forest por vezes adicionava alguns sais à chama e o efeito de deteção aumentava de sensibilidade. Não se conhecia uma explicação científica para este fenómeno, e Forest também a não encontrou, mas verificou-se mais tarde que a chama gerava iões que faziam a condução através do gás ([ver aqui](#)) e atribuía propriedades de retificação da corrente alternada. Este princípio é usado ainda hoje usado como detetor de presença de chamas.

Mais tarde, Forest viria a usar esta sua experiência no desenvolvimento de lâmpadas de gás controladas eletricamente para usar no cinema.

O Audion

Depois de trabalhar na empresa Edison em Londres, o professor Ian Fleming ficou interessado em explorar o efeito Edison. Verificou que se o filamento da lâmpada incandescente fosse alimentado com corrente alternada no elétrodo auxiliar (mais tarde designado por placa) obtinha-se uma corrente contínua.

Fleming patenteou esta aplicação USA n. 803684 como sendo um conversor de corrente alternada em corrente contínua, numa altura em que já era funcionário de Marconi. A primeira aplicação foi na TSF, como um dispositivo usado para converter um sinal de rádio frequência numa corrente contínua que atuava um galvanómetro de quadro móvel e cujo ponteiro indicava óticamente a receção de um sinal de rádio.



Fig. 5 – Detetor de rádio baseado no Audion /
Radio detector based on Audion.

The wireless broadcast receiver proposed by Forest in these applications consisted of an antenna, a B battery placed in series with an electrodynamic headset and a gas heater, where two platinum electrodes were placed. In intention s.n. 378504, the proposed radio receiver consisted in the use of two electrodes placed in a Bunsen nozzle, where the gas heated by the flame worked as wireless detector in audible mode through the headset T. Sometimes, Forest added some salts to the flame in order to increase the sensitivity of the detector. There was no scientific explanation for this phenomenon, and Forest did not find it either, but it was later found that the flame was the responsible for the ion generation that constituted a path through the gas ([see here](#)) and attributed rectifying properties to the alternating current. This principle is still used today as a flame presence detector.

Later on, Forest would use this experience in the development of electrically controlled gas lamps for use in cinema industry.

Audion

After working for Edison Company in London, Professor Ian Fleming became interested in exploring Edison effect. He found that if the filament of the incandescent lamp was fed with alternating current into the auxiliary electrode (later called the plate), a direct current was obtained.

Fleming patented this application, USA n. 803684, as an alternating current to direct current converter, when he was already a Marconi employee. The first application was in wireless broadcast, as a device used to convert a radio frequency signal into direct current that acted in a moving frame galvanometer, whose pointer optically indicated the reception of a radio signal.

Forest's USA patent No. 836070 is basically Fleming's valve, but in which Fleming introduced a headset and an additional B battery, which transformed the radio signal into an acoustic warning. Forest designed by using the additional electrode. USA patent No. 841386, presented on October 6, 1906 by Forest described wireless broadcast improvements obtained at the expense of a new two-electrode electronic device called an Oscillation Responsive Device or Audion (converted wireless broadcast into audio), Fig. 5.

A patente USA n. 836070 de Forest é basicamente a válvula de Fleming, mas em que Fleming introduziu um auscultador e uma bateria B adicional, que transformava o sinal de rádio num aviso acústico. Ao elétrodo adicional Forest chamou asa (wing). A patente USA n. 841386, apresentada em 6 de outubro de 1906 por Forest, refere melhorias na TSF obtidas à custa de um novo dispositivo eletrónico de dois eletrodos designado por detetor de oscilações (Oscillation Responsive Device) ou Audion (convertia TSF em áudio), Fig. 5.

Nos dispositivos que desenvolveram, Fleming e Lee de Forest não usaram vácuo perfeito, por estarem convencidos de que era necessário existir algum gás no seu interior para proporcionar o transporte das cargas elétricas. Na patente USA n. 841387, aplicada em outubro de 1906, Forest apresentou um dispositivo com duas asas (placas) em posições opostas ao filamento central e referiu, pela primeira vez, a frase **"amplificação de sinais"**. O sinal de rádio era aplicado a uma das placas polarizada negativamente por uma bateria e influenciava o sinal amplificado na outra placa polarizada positivamente com outra bateria. Nesta patente, Forest verificou que um campo magnético externo influenciava a corrente obtida nas placas e propôs o seu uso como sensor magnético.

Em novembro de 1906, Forest pediu ao seu fabricante de válvulas [Henry McCandless](#) que introduzisse um terceiro elétrodo em forma de grelha entre o filamento e a placa, Fig. 1.

Rapidamente Forest verificou que os sinais aplicados a esta grelha apareciam muito amplificados no circuito de placa da válvula. Em janeiro de 1907, Forest patenteou este dispositivo de três elétrodos, que também designou por Audion. A patente (USA n. 879532) foi conhecida por **"Space Telegraphy"**, em virtude da inovação esperada pela introdução deste dispositivo revolucionário para [uma nova era da eletrónica](#). Forest apresentou estes resultados pela primeira vez num artigo submetido e apresentado no Brooklin Institute of Arts and Sciences" em 14 de março de 1907, Fig. 6.

Forest desenvolveu vários tipos de Audions, em tubos cilíndricos ou esféricos, com um ou dois filamentos, uma ou duas placas e até a associação de dois audions no mesmo tubo, em que a placa do primeiro ligaria à grelha do segundo, com uma estrutura que hoje designamos por associação em cascata.

In the devices developed by Fleming and Lee de Forest, they did not use a perfect vacuum, because they were convinced that some gas was needed inside them to provide the transportation of electrical charges. In patent USA n. 841387, applied in October 1906, Forest presented a device with two wings (plates) in opposite positions to the central filament and referred for the first time with the expression "signal amplification". The radio signal was applied to one of the plates, reversed biased by one battery, and influenced the amplified signal on the other plate, forward biased by another battery. In this patent, Forest verified that an external magnetic field influenced the current obtained in the plates and proposed its use as a magnetic sensor

In November 1906, Forest asked his valve manufacturer, [Henry McCandless](#), to include a third electrode with the shape of a grid, between the filament and the plate, Fig. 1.

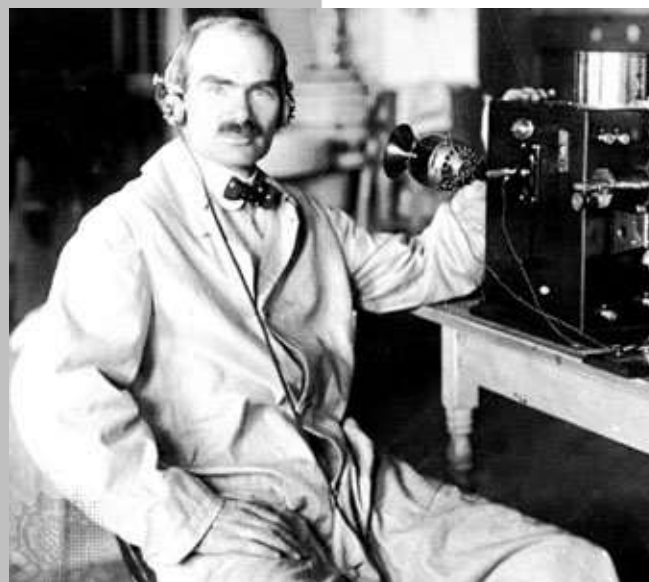


Fig. 6 – Forest and Radiophone (1907) / Forest e o Radiofone (1907).

Soon Forest verified that the signals applied to this grid appeared strongly amplified in the valve board circuit. In January 1907, Forest patented this three-electrode device, which he also called Audion. The patent (USA No. 879532) was known as "Space Telegraphy", due to the innovation expected with the appearance of this revolutionary device in the [new era of Electronics](#). Forest presented these results for the first time in an article submitted and presented at the Brooklyn Institute of Arts and Sciences" on March 14, 1907, Fig. 6.

Forest tinha o conhecimento experimental do seu Audion como amplificador, mas não conseguia explicar o princípio teórico envolvido. Demoraria vários anos a ter-se uma explicação científica. Várias empresas desenvolveram também válvulas de três elétrodos, que designaram por tríodos. A primeira explicação do funcionamento de um tríodo foi feita pelo físico dos EUA, Clement Child, em 1911, baseada na existência de carga elétrica espacial, e que foi depois completada por Irwin Langmuir em 1913. Estes investigadores concluíram que a existência do gás dentro do tubo não era necessária e até tornava o dispositivo menos eficiente. A característica de um tríodo obedece à chamada equação Child- Langmuir que relaciona a corrente de placa com a potência $3/2$ da tensão de placa aplicada entre a placa e o cátodo e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

Forest e a Rádio

Entre 1913 e 1920, Forest desenvolveu vários tipos de amplificadores de sinais de áudio e vários detetores de rádio baseados nos detetores de galena de Jandira Bose (cientista indiano), mas também fez detetores usando o seu audion, Fig. 5 e Fig. 7.

A primeira aplicação do tríodo foi na amplificação de sinais telefónicos, mas o maior sucesso viria a ser na realização de recetores de rádio.

A enorme criatividade de Lee de Forest, na investigação e no desenvolvimento, quer na Rádio quer na Radiodifusão, áreas em que acabaria por ter um papel fundamental, não teve correspondência com o sucesso comercial das empresas que criou pois estas andaram sempre à beira da bancarrota.

Os rádios desenvolvidos por Lee de Forest nunca tiveram grande sucesso comercial pois eram mais caros do que os da concorrência e, por isso, não foram produzidos em enormes quantidades, pelo que hoje em dia são raros.



Fig. 7 – Detetor de Galena usado no rádio Forest D10 / *Forest Galena Detector (Radio Forest D10)*.

Forest developed several types of Audions, in cylindrical or spherical tubes, with one or two filaments, one or two plates and even the association of two Audions in the same tube, in which the plate of the first valve would connect to the grid of the second valve, with a structure that is currently known as cascade association.

Forest had the experimental knowledge of his Audion as an amplifier, but he could not explain theoretically the principle that was involved. It would take several years until a scientific explanation would bring some light to the subject. Several companies also developed three-electrode valves that they called triodes. The first explanation of the functioning of a triode was made by the US physicist Clement Child in 1911, based on the existence of an electric space charge, and which was later completed by Irwin Langmuir in 1913. These researchers concluded that the existence of the gas inside the tube was not necessary and even made the device less efficient. The current-voltage characteristic of a triode obeys the so-called Child-Langmuir equation which relates the plate current to the $3/2$ power of the plate voltage applied between the plate and the cathode, being inversely proportional to the square of the distance between the electrodes.

Forest and Radio

Between 1913 and 1920, Forest developed several types of audio signal amplifiers and several radio detectors based on Jandira Bose (Indian scientist) galena detectors, but also made detectors using his audion, Fig. 5 and Fig. 7.

The first triode's application was in the amplification of telephone signals, but the greatest success would be in the implementation of radio receivers.

Lee de Forest's enormous creativity in research and development, in Radio and Broadcasting, areas in which he would end up playing a fundamental role, did not reflect the commercial results of the companies he created, which were always on the verge of bankruptcy.

The radios developed by Lee de Forest never had great commercial success because they were more expensive than those of the competition, which originated small levels of production. So, these radios are very rare nowadays.

Detetores com o semiconductor Galena /
Semiconductor Galena Detectors
Museu Faraday

O negócio da Radiodifusão

Apesar de Lee de Forest ter sido considerado o pai da Radiodifusão no E. U. A., esta só começou de facto em 1919 com a criação da estação KDF. Em 1920, esta e outras estações começaram a emitir programas já com alguma duração e o interesse das pessoas para terem rádios para uso próprio, como amadores, subiu muito.

A seguir à primeira guerra mundial Lee de Forest passou por várias dificuldades financeiras e, em 1919, vendeu parte dos direitos das suas patentes à empresa A.T.T. Corporation. Mas Forest salvaguardou os seus direitos para equipamentos destinados ao uso por amadores, que, na altura era o principal negócio da indústria da rádio. Este facto viria, contudo, a tornar-se numa má decisão de Forest, e que teve implicação no desenvolvimento dos seus rádios, nomeadamente no rádio D10, que pode encontrar no Museu Faraday.

Ainda em 1919, um consórcio detentor de muitas patentes de rádio, em que participou a General Electric, a Westinghouse, a A.T.T. Corporation e a United Fruit Company, decidiram investir na Rádio e formaram a Radio Corporation of América, RCA, que viria a ser o líder do mercado dos recetores de rádio.

Quando, em 1914, Edwin Armstrong, estudante da Columbia University, EUA, registou a patente da regeneração (realimentação positiva) que permitia aumentar muito o ganho dos amplificadores com válvulas eletrónicas, Forest moveu-lhe uma ação em tribunal pois já tinha desenvolvido este conceito anteriormente, embora o não tivesse patenteado. A decisão favorável a Forest só ocorreria 12 anos mais tarde.

Entretanto em 1922, Edwin Armstrong desenvolveu o recetor super-regenerativo, que é baseado num oscilador periodicamente amortecido e que ainda hoje é usado nos recetores de rádio mais simples. Por esta razão costuma-se atribuir a Edwin Armstrong a invenção da regeneração, embora estes créditos são devidos a Forest.

Em 1907, a empresa De Forest Radio Telephone Company foi formada para desenvolver um telefone sem fios, mas rapidamente Forest percebeu que podia enviar música por este dispositivo. O sistema era constituído por um emissor de arco voltaico cuja corrente de descarga era modulada pela resistência de um microfone de carbono. O recetor usava um Audion como detetor de sinal.

The Radiodifusion business

Although Lee de Forest was considered the father of Broadcasting in E. U. A., this business area only really began in 1919 with the creation of the KDF station. In 1920, this and other stations began broadcasting programs of some duration and people's interest in having radios for their own use as amateurs had a strong increase.

After the First World War, Lee de Forest went through several financial difficulties and, in 1919, sold part of his patent rights to A.T.T. Corporation. But Forest safeguarded his rights for equipment intended for use by amateurs, which at the time was the main business of the radio industry. This fact, however, became a bad decision and had serious effects on the development of his radios, namely in the D10 radio, which you can see in the Faraday Museum.

Still in 1919, a consortium holding many radio patents, namely General Electric, Westinghouse, A.T.T. Corporation and United Fruit Company, decided to invest in Radio and formed Radio Corporation of America, RCA, which would become the market leader in radio receivers.

When, in 1914, Edwin Armstrong, a student at Columbia University (USA), registered the patent for regeneration (positive feedback) that greatly increased the gain of electronic valves, Forest sued him in court because he had already developed this concept, although he had not patented it. The favorable decision to Forest would only occur 12 years later.

In 1922, Edwin Armstrong developed the super-regenerative receiver, which is based on a periodically damped oscillator and that is still used today in the simplest radio receivers. For this reason the name of Edwin Armstrong is usually attributed to the invention of regeneration although these credits are due to Forest.

In 1907, De Forest Radio Telephone Company was formed to develop a wireless phone, but Forest quickly realized he could send music through this device. The system consisted of an arc emitter whose discharge current was modulated by the resistance of a carbon microphone. The receiver used an Audion as a signal detector.

Ainda em 1907, Forest desenvolve o primeiro piano ou órgão eletrônico baseado numa série de alternadores com diferentes frequências correspondentes à escala musical. Transmitiu música por rádio controlando este conjunto de geradores, a partir da esquina da 37th street de Nova Iorque e a Broadway. Mais tarde, em 1913, Forest revisitaria este seu gosto pela música, criando o **"Audion Piano"**, um piano eletrônico baseado na sua nova válvula.

O período de 1906 a 1911 foi de extraordinária relevância para Lee de Forest. Em 1907, depois de ter ganho vários contratos de TSF com a marinha dos EUA contra Marconi, fez novos contratos para instalar radiotelefonos em vários navios de guerra da marinha que permitiam fazer comunicações por voz entre navios e também fazer radiodifusão de música a partir de gravações reproduzidas por fonógrafos, Fig. 8. Essa radiodifusão era muito apreciada pelas populações dos vários países em que estes navios atracavam. Em 1908, Forest protagonizou a primeira radiodifusão de espetáculos da famosa cantora de ópera Mariette Mazarin, Fig. 9, e também de Enrico Caruso.



Fig. 8 - Ohio marco histórico- 1ª radiodifusão Navio- Costa / Ohio historical marker.

Em 1912, vindo da Califórnia, Forest retornou a Nova Iorque, para demonstrar uma nova invenção à empresa A.T&T - um amplificador de áudio baseado em vários Audions associados em cascata e que Forest apresentou como o amplificador necessário para vencer grandes distâncias de comunicação através de linhas telefônicas. A AT & T demorou cerca de um ano a avaliar o novo amplificador, julga-se que tinham intenções de o copiar. Forest voltou para a Califórnia pois estava sem dinheiro. A empresa A.T&T usou este facto para lhe comprar a patente ao desbarato, por 90000 dólares.

Forest conseguiu deixar de fora do negócio o uso do seu Audion para fins de desenvolvimento destinado a amadores de rádio.

Still in 1907, Forest developed the first piano or electronic organ based on a series of alternators with different frequencies corresponding to the musical scale. He transmitted music by radio controlling this set of generators, from the corner of 37th street in New York and Broadway. Later, in 1913, Forest would revisit his passion for music by creating an "Audion Piano," an electronic piano based on his new electronic valve.

The period from 1906 to 1911 was of extraordinary relevance for Lee de Forest. In 1907, after winning several wireless broadcast contracts with the U.S. Navy against Marconi, he made new contracts to install radiotelephones on several navy warships that allowed voice communications between ships and also to broadcast music from recordings played by phonographs, Fig. 8. This broadcasting was highly appreciated by people of different countries where these ships docked. In 1908, Forest led the first broadcasting of performances by the famous opera singer Mariette Mazarin, Fig. 9, and also Enrico Caruso.

In 1912, coming from California, Forest returned to New York to demonstrate a new invention to the company A.T&T - an audio amplifier based on several cascade associated Audions. Forest presented it as the amplifier needed to overcome great distances of communication through telephone lines. AT & T took about a year to evaluate the new amplifier. It is a widespread opinion that they intended to copy it. Forest returned to California because he was out of money. The company A.T&T used this fact to buy the patent by 90000 dollars.

Forest was able to leave out of the agreement the use of his Audion for development purposes aimed at radio amateurs. It was in this work, in 1912, that Forest discovered feedback and that his Audion could not only function as an amplifier but also as an oscillator. At the time he did not register the patent; on the contrary, Edwin Armstrong registered the feedback patent in 2014.



Fig. 9 - Mariette Mazarin Opera Singer / cantora de ópera.

Foi neste trabalho, em 1912, que Forest descobriu a realimentação e que o seu Audion além de funcionar como amplificador poderia funcionar como oscilador. Na altura não registou a patente e foi ultrapassado por Edwin Armstrong, que registou a patente da realimentação em 2014.

Valeu a Forest o facto de ter registado todas as experiências no seu caderno de laboratório e o testemunho do seu assistente de laboratório para que mais tarde lhe fosse atribuída em tribunal a invenção da realimentação.

Em 1915, Forest desenvolveu novos tipos de rádios para amadores, que apresentou na feira mundial de 1915, realizada em de São Francisco. Nesta feira a AT&T apresentou um novo sistema telefónico com amplificadores baseados no Audion sem nunca referir o nome de Forest, o que o deixou muito desgostoso.

A AT&T clamava que o sistema podia pôr em contacto telefónico duas pessoas situadas a 3400 milhas de distância através de uma rede de linhas com 21000 milhas e com 9 milhões de telefones ligados. Tudo isto feito à custa dos amplificadores desenvolvidos por Forest com patentes compradas pela AT&T a preço de saldo.

Ainda em 1915, à custa do seu Audion, Forest deu asas ao seu gosto pela música e desenvolveu a primeira **música eletrónica sintetizada. Com o seu "Audion Piano"**, baseado em osciladores de áudio, conseguia imitar o som de uma flauta ou o chilrear de um pássaro. Vendeu as patentes a duas empresas: a Wurlitzer (dos pianos e das jukeboxes) e ao fabricante de órgãos Hammond. O controlo destes instrumentos podia ser feito através de teclas ou por aproximação física do músico, de modo semelhante ao que mais tarde, em 1920, seria usado no Theremin.

Forest continuava envolvido num litígio nos tribunais com Armstrong por causa da realimentação. Marconi viu o sucesso que o Audion estava a ter e meteu uma ação em tribunal contra Forest por achar que o Audion infringia as patentes do díodo de vácuo de Fleming (funcionário de Marconi). Forest contrapôs também ações em tribunal contra Marconi por achar que a utilização do díodo como detetor de rádio era uma ideia de Forest, pois o díodo tinha sido patenteado como retificador e não como detetor de rádio. Este último conflito só terminou no fim da 1ª guerra mundial. Forest, tendo a razão do seu lado, confiou que ganhava facilmente nos tribunais, o que não

It was due to all experiment records in Forest's lab notebook and the testimony of his lab assistant that the invention of feedback was later assigned to Forester in court.

In 1915, Forest has developed new kind of radios for amateurs, which he presented at the 1915 world fair, in San Francisco. At this fair AT&T presented a new telephone system with amplifiers based on Audion without ever mentioning Forest's name, which made him very disgusted.

AT&T claimed that the system could put two people in telephone contact 3400 miles away through a 21,000-mile network of lines with 9 million phones connected. All of this was at the expense of the amplifiers developed by Forest with patents purchased by AT&T at a bargain price.

Still in 1915, at the expense of his Audion, Forest gave developed the first synthesized electronic music. With his "Audion Piano", based on audio oscillators, he could imitate the sound of a flute or the chirping of a bird. He sold the patents to two companies: Wurlitzer (for pianos and jukeboxes) and to the organ maker Hammond. The control of these instruments could be done through keys or by physical approach of the musician, similar to what later, in 1920, would be used in Theremin.

Forest was still involved in a court litigation with Armstrong related to feedback patent. Taking account on the success of Audion, Marconi filed a lawsuit against Forest, arguing that Audion was infringing on Fleming's (Marconi's employee) vacuum diode patents. Forest also filed a lawsuit against Marconi for thinking that the use of the diode as a radio detector was Forest's idea, since the diode had been patented as a rectifier and not as a radio detector. This last conflict only ended at the end of World War I. Forest, having the reason on his side, trusted that he could win easily in the courts, which did not happen due to Marconi's economic power and Forest's financial fragility.

Cinema

In USA, the movie industry started in New York with Edison's Kinescope and short studio films, not many real life scenes. The Studio Companies stayed in New York, but the first longer films were made in California, benefiting from the landscapes, more ambient light and cheap labor.

aconteceu devido ao poderio económico de Marconi e à fragilidade financeira de Forest.

Cinema

Nos EUA a indústria do cinema começou em Nova Iorque com o Kinescópio de Edison e pequenos filmes de minutos filmados em estúdio, não havendo muitas cenas da vida real. As empresas de cinema mantiveram-se em Nova Iorque, mas os primeiros filmes de maior dimensão foram feitos na Califórnia, beneficiando das paisagens, de mais luz ambiente e de mão-de-obra barata. Um dos primeiros filmes, **"Invaders" com 41 minutos**, foi filmado na Califórnia em 1912 pela New York Motion Picture Company.

A empresa cinematográfica Turner Classic Movies decidiu mudar-se para a Califórnia, tendo os seus técnicos viajado de comboio com destino a Flagstaff no Arizona. Acabaram por ficar desiludidos com a paisagem local e resolveram seguir até Los Angeles, onde se instalariam para rodar o filme Squaw Man, o primeiro filme de longa-metragem. Outras empresas seguiram o mesmo caminho e, em 1915, cerca de 65 % da indústria cinematográfica dos EUA estava sediada nos arredores de Los Angeles.

Em 1913, Forest voltou a Nova Iorque, pois aceitou o desafio de um conjunto de personalidades, para tentar resolver o problema de sincronismo entre o som reproduzido por um gravador de fio magnético (Telegraphone de autoria de Poulsen), que era a nova maravilha tecnológica, e um projetor de filme. A experiência não se mostrou muito fiável do ponto de vista prático, mas a mente brilhante de Forest começou logo a trabalhar numa nova ideia – a criação do Phonofilm.

Entretanto, em 1914, Forest inventa o Audion com duas grelhas, que apelidou de **"Singing Audion"**.



Fig. 10 – Theodore Case e pista de som à direita das imagens / Theodore Case and soundtrack recorded to the right of the images.

One of the first films, "Invaders" with 41 minutes, was shot in California in 1912 by New York Motion Picture Company.

The studio company Turner Classic Movies decided to move to California, and its technic staff traveled by train to Flagstaff in Arizona. They ended up being disappointed with the local landscape and decided to move on to Los Angeles, where they would settle in to shoot the movie Squaw Man, the first feature film. Other companies followed the same path and in 1915 about 65% of the U.S. film industry was based outside Los Angeles.

In 1913, Forest returned to New York, as he accepted the challenge of a set of personalities, to try to solve the problem of synchronism between the sound reproduced by a magnetic wire recorder (Telegraphone by Poulsen), which was the new technological wonder, and a film projector. The experiment was not very reliable from a practical point of view, but Forest's brilliant mind soon started working on a new idea - the creation of Phonofilm.

Meanwhile, in 1914, Forest invented Audion with two grids, which he nicknamed "Singing Audion".

In 1918, Forest designed three optical sound recording systems on film that worked simultaneously with image recording, on a track that was lateral to the film.

These methods differed in the way light, with intensity proportional to the sound that went through a small slit sensitizing the photographic film, was generated: talking flame, linear filament of incandescent lamp or gas ionization lamp. In these methods, Forest always used his Audion as a sound control device and, through it, the intensity of the light generated.

The first patent of this system was Phonofilm of September 18, 1919. In this patent, Forest described the system that allows the sound to be recorded in the film and also to be played through a selenium photocell, using Audion as amplifier and controller.

Then came the invention of a new type of photocell developed by a brilliant former Yale student (such as Forest) named Theodore Case, Fig.10. The new photosensitive cell (Thalofide) was much more sensitive and faster than the known selenium ones.

Em 1918, Forest concebe três sistemas de gravação ótica de som em filme que funcionavam em simultâneo com a gravação de imagem, numa faixa lateral ao filme.

Estes métodos diferiam entre si no modo como a luz, com intensidade proporcional ao som que atravessava uma pequena fenda sensibilizando o filme fotográfico, era gerada: chama falante, filamento linear de lâmpada incandescente ou lâmpada de ionização de gás. Nestes métodos Forest usava sempre o seu Audion como dispositivo de controlo do som e, através deste, a intensidade da luz gerada.

A primeira patente deste sistema foi a do Phonofilm de 18 de setembro de 1919. Nesta patente, Forest descreveu o sistema que permite gravar o som no filme e também fazer-se a sua reprodução através de uma fotocélula de selênio, usando sempre o Audion como amplificador e controlador.

Surgiu então a invenção de um novo tipo de fotocélula desenvolvida por um brilhante ex-estudante de Yale (tal como Forest) de nome Theodore Case, Fig. 10. A nova célula fotossensível (Thalofide) era muito mais sensível e rápida do que as conhecidas de selênio.

Forest tratou logo de se relacionar em negócios com Case, que produzia as novas células. Trabalharam juntos durante três anos com resultados muito positivos. O Phonofilm foi apresentado em abril de 1923 no célebre teatro Rivoli na Broadway, Nova Iorque. O evento (Rivoli Theater Phonofilm) fez a **apresentação do "Talking Film"**, em que pela primeira vez se mostrava uma sincronização perfeita do som com a imagem, com o sinal sonoro a ocupar uma banda de frequências semelhante à do sistema telefónico existente (250 Hz a 3000 Hz).

Forest foi muito cauteloso pois o cinema mudo era uma atividade muito lucrativa da qual vivia muita gente, argumentando que a ideia não era substituir o cinema mudo. Nestes filmes era muito importante a criatividade dos artistas para exprimirem na imagem o som que faltava, e com a introdução do som poderia haver uma reação negativa dos artistas e do público.

Forest preparou um artigo para a revista Scientific American, **"When Light Speaks"**, para divulgar o seu novo invento e colher apoios para a atividade do cinema sonoro.

Forest immediately tried to create a partnership with Case, who manufactured the new cells. They worked together for three years with very positive results. Phonofilm was presented in April 1923 at the famous Rivoli Theater on Broadway, New York. The event, Rivoli Theater Phonofilm, presented the "Talking Film", in which for the first time a perfect synchronization of sound and image was shown, with the sound signal occupying a frequency band similar to the existing telephone system (250 Hz to 3000 Hz).

Forest has been very cautious because Silent Cinema was a very profitable activity that many people lived from, arguing that the idea was not to replace silent film. In these films it was very important the creativity of the artists to express, by means of the image, the sound that was missing, and with the introduction of sound there could be a negative reaction from the performers and the public.

Forest prepared an article for the Scientific American magazine, "When Light Speaks", to divulge its new invention and gather support for the activity of sound films.

He also presented the new invention at the Society of Motion Picture Engineers (SMPE), and ended up writing articles regularly at SMPE Transactions from 1923 to 1926. Meanwhile, Forest developed Photion, Fig. 11, - an extremely fast discharge lamp whose light intensity was controlled by his Audion.

Here he got involved in litigation with the German company Tri-Égon that had registered a patent; but the courts ended up deciding favorably to Forest, as he had developed this lamp sooner.



Fig. 11 - Forest exhibiting the Photion lamp (1923) / Forest exibindo a nova lâmpada Photion.

Forest tratou também de apresentar o novo invento na Society of Motion Picture Engineers (SMPE), acabando depois por ficar a escrever artigos regularmente nas SMPE Transactions de 1923 a 1926. Entretanto, Forest desenvolveu o Photion, Fig. 11 – uma lâmpada de descarga extremamente rápida cuja intensidade luminosa era controlada pelo seu Audion.

Aqui envolveu-se num litígio com a empresa alemã Tri-Égon que registara uma patente; mas os tribunais acabaram mais tarde por decidir favoravelmente por Forest, pois este tinha desenvolvido esta lâmpada anteriormente.

Os sons eram captados diretamente e a realização dos filmes era completamente diferente. Também na projeção de filmes havia alterações.

A introdução do som obrigava a uma revolução completa nos estúdios e na arte de fazer cinema. Forest tratou de desenvolver sistemas acessórios para os diferentes tipos de projetores para não implicar custos enormes na substituição dos projetores. Forest e Case produziram pequenos Phonofilms distribuídos por muitos teatros. [Veja aqui um Phonofilm](#). A ligação de Forest com Case durou até final de 1925 com altos e baixos, com Forest a pagar sempre muito tardiamente os trabalhos de Case e a recusar-se a citar o nome de Case nos filmes.

Acabaram por separar-se e Case negociou com a Fox vários componentes do sistema Phonofilm, alguns dos quais da autoria de Forest.

Forest foi perdendo o protagonismo do cinema sonoro com a entrada de novos empreendedores, como a Western Electric e a Fox, que patentearam sistemas diferentes. O sistema Vitaphone é baseado na gravação do som num cilindro de um fonógrafo ou num disco, estando estes dois dispositivos sincronizados mecanicamente com o projetor de imagem (Forest tentou fazer isto sem sucesso prático em 1913). O sistema Movietone de Case incluía algumas ideias de Forest, mas a fenda de gravação da imagem do som tinha largura variável com a intensidade do som o que produzia uma qualidade final bastante melhor do que a do Phonofilm.

Ainda em 1928, Forest submeteu uma patente para um sistema de gravação sonora em filme fotográfico com quatro canais independentes mas sem gravação de imagem, tendo obtido o seu registo em 1931.

The sounds were captured directly and the film direction process was completely different. Also in the film projection there were changes.

The introduction of sound forced a complete revolution in the studios and the art of film making. Forest tried to develop accessory systems for the different types of projectors, so as not to imply huge costs in the replacement of the projectors. Forest e Case produced small Phonofilms distributed in many theaters. [See here a Phonofilm](#). Forest's connection with Case lasted until the end of 1925 with ups and downs, with Forest always paying too late for Case's work and refusing to quote Case's name in the films.

They ended up separating and Case negotiated with Fox several components of the Phonofilm system, some of them authored by Forest.

Forest lost relevance in the sound film industry with the entry of new entrepreneurs such as Western Electric and Fox, who have patented different systems. The Vitaphone system is based on the recording of sound in a phonograph cylinder or on a disc, these two devices being mechanically synchronized with the image projector (Forest tried to do this without practical success in 1913). The Movietone de Case system included some ideas from Forest, but the sound image recording slot had variable width with the sound intensity, which produced a much better final quality than Phonofilm.

In 1928, Forest submitted a patent for a sound recording system on photographic film with four independent channels but without image recording, having obtained its registration in 1931.

Forest dedicated a lot of time of his life to his inventions, didn't give much attention to the economic viability of the companies that he was creating and spent his life in conflicts in the courts with powerful organizations that always took advantage of his economic fragility. He relegated his family life to a secondary plan and this resulted in the failure of the three previous weddings.

In 1930, without money and without the commercial success of his Phonofilm, Forest found family peace after his marriage with the silent movie actress Mosquini.



Forest, com anúncios, desvaloriza o sistema Vitaphone / Forest, with advertisements, devalues the Vitaphone system.

Forest dedicou muito tempo da sua vida às suas invenções, não deu muito interesse à viabilidade económica das empresas que foi criando e passou a vida em conflitos nos tribunais com poderosas organizações que sempre se aproveitaram da sua fragilidade económica. Relegou a sua vida familiar para um plano secundário e isto resultou no falhanço dos três casamentos anteriores.

Em 1930, sem dinheiro e sem o sucesso comercial do seu Phonofilm, Forest encontrou a paz familiar após o seu casamento com a atriz do cinema mudo Mosquini.

Em 1939 na feira Mundial de Nova Iorque, o trabalho e o talento de Forest, com 67 anos de idade, foram reconhecidos com a atribuição do "Scroll of Honor", tendo sido muito elogiado publicamente como "Inventor of the Audion", "Father of Modern Radio Art", "Father of Radio Broadcasting", "Father of Sound on Cinema", etc. Forest proferiu algumas palavras, mas escondeu o rancor que tinha pelo roubo do seu Phonofilm e pelos inimigos que segundo ele lhe roubaram anos de vida do seu trabalho, como Fessenden, Armstrong, Marconi, Case, William Fox, etc. Veja Forest no "[Its your Life](#)" de 1957".

Em abril de 1960, um ano antes da sua morte, foi atribuído a Forest um Óscar Honorário proposto pela Motion Picture Academy de Hollywood pelo reconhecimento do seu trabalho na introdução do som nos filmes, contribuição que durante muitos anos Hollywood tinha combatido, Fig. 13. É caso para dizer que Deus tarda mas não falha.



Fig. 14 – 1916 - Forest radiodifunde música de discos Columbia / Forest Radio Broadcast music from Columbia discs.

At the New York World's Fair in 1939, the work and talent of Forest were recognized with the "Scroll of Honor" award and he was highly praised as "Inventor of the Audion", "Father of Modern Radio Art", "Father of Radio Broadcasting" and "Father of Sound on Cinema", among other attributes. Forest said a few words, but hid his grudge for the theft of his Phonofilm and for the enemies who, according to him, stole years of his work, such as Fessenden, Armstrong, Marconi, Case, William Fox, etc. See Forest in "[Its your Life](#)" of 1957".

In April 1960, one year before his death, Forest was awarded an Honorary Oscar proposed by Motion Picture Academy of Hollywood for the recognition of his work in introducing sound into films, a contribution that for many years Hollywood had fought for, Fig. 13. The mills of God grind slowly, but they grind exceedingly fine.



Fig. 12 –1916 - Forest installs radiophone on military aircrafts / Forest instala radiofones em aviões militares.



Fig. 13- Hollywood Walk of Fame / Hollywood Passeio da Fama.

References:

-Today, the Lee de Forest papers are a part of the [Perham Collection of Early Electronics at History San Jose](#).

-Mike Adam s- Lee de Forest King of Radio, Television and Film, Springer. [See Book Presentation](#).

Moisés Piedade
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do INESC-ID

Carlos Fernandes
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do IT



Rádio Lee de Forest D10
Lee de Forest D10 Radio

In 1906, Lee de Forest invented the electronic valve Audion (triode), whose first application was in the amplification of telephone signals. However, his greatest success would be in the realization of radio receivers.

Em 1906, Lee de Forest inventou a válvula eletrônica “Audion” (tríodo), cuja primeira aplicação foi na amplificação de sinais telefônicos. Contudo, o maior sucesso viria a ser na realização de recetores de rádio.

O rádio De Forest D10, que pode encontrar no Museu Faraday do IST, Fig. 1, foi desenvolvido e produzido por Lee de Forest, EUA, em 1922, sendo apresentado em 1923. O rádio faz parte das coleções de Moisés Piedade e foi restaurado em 2019 pelos autores deste artigo.

A enorme criatividade de Lee de Forest, na investigação e no desenvolvimento, quer na Rádio quer na Radiodifusão, áreas em que acabaria por ter um papel fundamental, não teve correspondência com o sucesso comercial das empresas que criou, pois estas andaram sempre à beira da bancarrota.

Por isso, os rádios Forest não foram produzidos em grandes quantidades e são raros. Mais rara ainda é a antena de quadro (*coil antenna*) que o caracteriza, e que foi objeto de várias patentes de Forest. Hoje em dia, o D10 custa alguns milhares de euros.

O rádio D10 está dentro de uma caixa de madeira de mogno, Fig. 2, dotada de quatro portas: uma para aceder ao rádio, duas para aceder ao painel frontal e uma para aceder às duas baterias de alimentação.

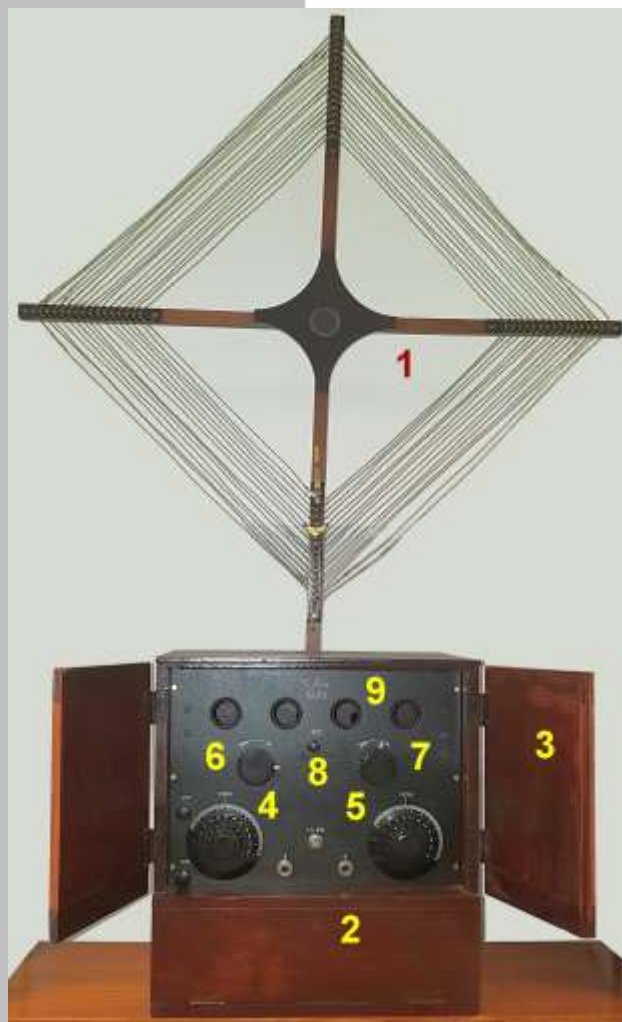


Fig. 1 – Radio De Forest D10
Antenna / Antena; 2, 3 Doors / Portas; 4, 5 Tuning / Sintonia; 6, 7- Gain / Ganho; 8 - Detector / Detetor; 9- Cooling / Refrigeração.



Fig. 2 – Aspeto exterior do rádio D10 / Exterior appearance of the D10 radio.

De Forest radio D10, which can be found at IST Faraday Museum, Fig. 1, was developed and produced by Lee de Forest, (USA) in 1922, and it was presented to the scientific community one year later. The radio is part of Moisés Piedade's collection and was restored in 2019 by the authors of this article.

A caixa do rádio tem 32 cm x 35 cm x 23 cm; o rádio sem baterias e sem antena pesa cerca de 8 kg.

O rádio D10 é baseado numa das primeiras arquiteturas de Rádio "Tuned Radio Frequency". Para este rádio, Forest desenvolveu quatro componentes fundamentais, Fig. 3: válvula DV-2 (ou DV-3), transformador de Rádio Frequência (RF), detetor de galena e transformador de áudio, todos sujeitos a patentes.



Fig. 3 – Componentes principais do D10 / *Main components of D10: Válvula DV2, Transformador de RF, Detetor de galena e Transformador de áudio / DV2 Tube, RF Transformer, Galena detector and Audio transformer.*

Na Fig. 4 pode observar-se o interior do rádio, a parte de cima do chassis, com quatro válvulas de Forest e três transformadores de RF, e a parte de baixo, com os condensadores de sintonia, transformadores de áudio e restantes componentes do rádio.

Apesar da grande maioria dos rádios do princípio do século 20 usarem três baterias secas para fornecer energia, o D10 só usa duas: bateria A, de 3,5 V ou 5 V, para os filamentos das válvulas, e bateria B, de 45 V a 135 V, para alimentar as placas das válvulas.

Para cobrir diferentes bandas de frequência, Forest desenvolveu um criativo sistema de cinco transformadores de RF amovíveis, colocados em 3 posições no rádio, Fig. 5, mas em que só o transformador na posição 2 era sintonizado no primário e no secundário.

Kiloceles	Wavelength	Transformer Position
1150-750	222-400	1 2 3
1000-600	300-500	1 2 3
750-500	450-600	1 2 3

Fig. 5 – Posição dos transformadores de RF em função da banda de frequências / *Position of RF transformers for some frequency ranges.*



Audion Tubular / *Tubular Audion.*

In spite of Lee de Forest's enormous creativity and expertise both in Radio and Broadcasting areas, the commercial success of his enterprises were in fact very low. That's why Forest radios were not produced in great quantities and are rare. Even rarer is the frame antenna (coil antenna) which is associated to the radio, and which was the object of several Forest patents. D10 currently costs a few thousand euros.

The D10 radio is inside a mahogany wooden box, Fig. 2, with four gates: one to access the radio, two to access the front panel and one to access the two power batteries. The radio case is 32 cm x 35 cm x 23 cm; the radio without batteries and without antenna weighs about 8 kg.

D10 radio is based on one of the first Tuned Radio Frequency radio architectures. For this radio, Forest has developed four fundamental components, Fig. 3: DV-2 (or DV-3) valve, Radio Frequency (RF) transformer, galena detector and audio transformer, all subject to patents.



Fig. 4 – *D10 chassis : Top view / Vista de cima / Bottom View / Vista de baixo.*

In Fig.4 you can see the inside of the radio, the top part of the chassis, with four Forest valves and three RF transformers, and the bottom part, with the tuning capacitors, audio transformers and other radio components.

Although most early 20th century radios use three dry batteries to provide power, the D10 only uses two: battery A, 3.5 V or 5 V, for the valve filaments, and battery B, 45 V to 135 V, to feed the valve plates.

For a large frequency range, Forest developed a creative system of five removable RF transformers, placed in 3 positions in the radio, Fig. 5, but in which only the transformer in position 2 was tuned in the primary and secondary circuits.

Na época as válvulas eram caras e tinham pouco ganho, pelo que um recetor só com 4 válvulas tinha baixa sensibilidade.

Para atenuar este problema, Forest, contratou o engenheiro de rádio Frank Squire, especialista na técnica [Reflex ou Duplex](#), que era baseada numa arquitetura em que as mesmas válvulas amplificavam quer a RF, quer a audiofrequência. O rádio seria assim equivalente a um rádio com seis válvulas (três andares de RF e três de áudio).

Squire fez a primeira demonstração pública do D10 em março de 1923 mas, logo a seguir, saiu da empresa e Forest contratou o mais reconhecido especialista em Duplex, o engenheiro William Priess.

Forest e a indústria da Rádio

Forest tinha um enorme interesse na investigação e desenvolvimento, mas descurava um pouco a gestão das empresas que criou, que nunca foram lucrativas. Isto valeu-lhe vários conflitos com outras empresas e dissabores nas decisões nos tribunais dos E.U.A.

Na crise que ocorreu a seguir à 1ª guerra mundial, Forest teve de vender muitos direitos das suas patentes, nomeadamente à empresa A.T.T. Co, mas preservou para si o uso de direitos de utilização no mercado amador da rádio, o único que existia com algum significado.

Com o início da radiodifusão comercial em 1919 pela estação KDKA e o rápido desenvolvimento desta área, criou-se o consórcio "Radio Corporation of America" (RCA) onde estavam envolvidas várias grandes empresas dos E.U.A., nomeadamente a A.T.T.Co.

Ainda em 1923, a RCA interpôs uma ação judicial que impedia Forest de vender rádios sem ser para uso amador, de vender a grossistas, e obrigava Forest a alertar os compradores dos seus rádios de que estes tinham limites de utilização, Fig. 6.



Audion esférico / *Spherical Audion*.



Duplex

At the time, the valves were expensive and had little gain, so a receiver with only four valves had low sensitivity.

To mitigate this problem, Forest hired Frank Squire, a radio engineer specialized in the [Reflex or Duplex](#) technique, which was based on an architecture where the same valves amplified both RF and audio frequency. The D10 radio would thus be equivalent to a radio with six valves (three stages of RF and three stages of audio).

Squire made the first public demonstration of D10 in March 1923 but soon after, he left the company and Forest hired the greatest specialist in Duplex, engineer William Priess.

Forest and the Radio Industry

Forest had a huge interest in research and development, but neglected a little the management of the companies he created, which were never profitable. This earned him several conflicts with other companies and discomfort in the decisions in the US courts.

In the crisis that followed World War I, Forest had to sell many of his patent rights, notably to the company A.T.T. Co, but he preserved for himself the use of rights in the amateur radio market, the only one that existed with any meaning.

With the beginning of the commercial broadcasting in 1919 by KDKA station and the quick development of this area, Radio Corporation of America (RCA) was created, a consortium that involved several large U.S. companies, including A.T.T.Co.

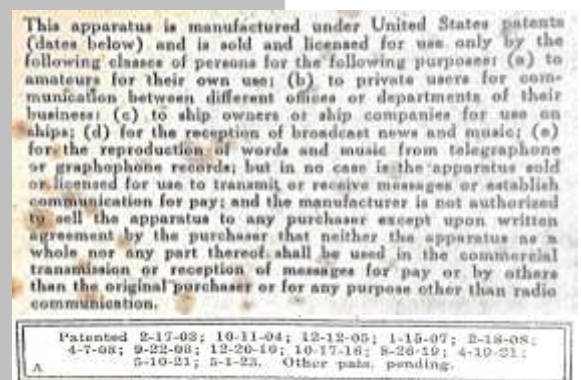


Fig. 6 – Notice for D10 buyers / Aviso aos compradores do rádio D10.

Este contratempo obrigou Forest a ter de incluir esta informação nos seus rádios, o que reduziu a sua procura e conduziu a elevados prejuízos. Em 1924, esta restrição foi levantada e apareceu muita concorrência a Forest, nomeadamente por parte da RCA. Forest teve de reforçar a sua equipa de engenharia e contratou o criativo engenheiro Roy Weagant, que o tinha feito perder o conflito com Marconi, assunto que será retomado no próximo Faraday News.

O rádio de luxo Forest D12, baseado no D10, seria o passo seguinte da empresa de Forest.

Moisés Piedade

Rui Louro

Prof. do IST (aposentado)

Eng. de Telec. e Eletrónica

Investigador do INESC-ID

Voluntário do Museu Faraday

Still in 1923, RCA filed a lawsuit preventing Forest from selling radios other than for amateur use, from selling to wholesalers, and forcing Forest to alert the buyers of its radios that they had limits of use, Fig. 6.

This setback forced Forest to include this information in its radios, which greatly increased its price. In 1924, this restriction was lifted and a lot of healthy competition appeared to Forest, namely from RCA. Forest had to reinforce its engineering team and hired the creative engineer Roy Weagant, who had made him lose the conflict with Marconi, a topic that will be taken up again in the next Faraday News.

Forest D12 luxury radio, based on D10, would be the next step of the Forest Company.



Audion Piano - As válvulas Audion proporcionaram a Forest fazer o primeiro instrumento de música eletrónica / *Audion valves enabled Forest to make the first electronic music instrument.*

From "The Electrical Experimenter" December 1915.



T

ransmissão de Sons Por Rádio
A radiodifusão é a sequência natural de um conjunto de avanços científicos que se verificaram nos finais do século XIX, nomeadamente dos trabalhos de investigação levados a cabo por T. Edison, H. Hertz, E. Branly, N. Tesla, J. Bose, A. Popov, G. Marconi, K. Braun, de entre muitos outros. Depois do enorme sucesso da telegrafia sem fios (TSF) como meio de transmissão de informação a grandes distâncias, surgiu imediatamente o interesse dos investigadores pela transmissão sem fios do som, nomeadamente voz e música. O canadiano Reginald Fessenden (E.U.A.) e Lee de Forest (E.U.A.) foram dois dos primeiros investigadores a terem sucesso com este tipo de comunicação [\(H1\)](#) e [\(H2\)](#).

Em 1900, Fessenden fez a primeira transmissão de **voz usando um emissor do tipo "Spark Gap", tendo** transmitido áudio por rádio a cerca de 1,6 km. A primeira radiodifusão de música com cantores é creditada a Forest que, em janeiro de 1910 em Nova Iorque, transmitiu Henrique Caruso e outros cantores de ópera a partir da Metropolitan Opera. Só em 1916, com emissores baseados na válvula eletrónica *Audion*, que inventara em 1906, Forest voltou a transmitir música durante a noite, para entretenimento, depois de ter firmado um acordo com a empresa de discos Columbia Gramophone Company.

A rádio inicialmente foi desenvolvida por amadores, ver exemplo na Fig.1, para diversão e investigação e, pelas empresas, para fins de comunicação militar.

Na 1ª guerra mundial as empresas concentraram-se no fabrico de rádios militares e só no final de 1919 houve um grande interesse mundial na radiodifusão como um negócio a explorar. Nalguns países formaram-se de imediato consórcios de empresas para tentarem obter o monopólio desta nova indústria: RCA nos E.U.A., BBC em Inglaterra, a Unione Radiofonica Italiana (URI) em Itália, etc.

Radiodifusão – Uma Arma ? Radio Broadcast – A weapon?

Radio Transmission of Sounds

Broadcasting is the natural sequence of a number of scientific advances that took place at the end of the 19th century, namely the research work carried out by T. Edison, H. Hertz, E. Branly, N. Tesla, J. Bose, A. Popov, G. Marconi, K. Braun, among many others. After the enormous success of wireless telegraphy as a means of transmitting information over long distances, the interest of researchers in the wireless transmission of sound, namely voice and music, immediately arose. The Canadian Reginald Fessenden (USA) and Lee de Forest (USA) were two of the first researchers to succeed with this type of communication [\(H1\)](#) and [\(H2\)](#).

In 1900, Fessenden made the first voice transmission using a Spark Gap type transmitter, having transmitted audio by radio about 1.6 km away. The first music broadcast with singers is credited to Forest, who, in January 1910 in New York City, broadcast Henrique Caruso and other opera singers from the Metropolitan Opera. Only in 1916, with transmitters based on the electronic valve Audion, which he had invented in 1906, did Forest once again broadcast music during the night, for entertainment, after signing an agreement with the record company Columbia Gramophone Company.

Radio diffusion was initially developed by amateurs (Fig.1), for entertainment and research, and by companies, for military communication purposes.



Fig. 1 - USA, June 1921, radio amateur builds miniature radio in a razor blade box / Amador de rádio, constrói rádio miniatura em caixa de lâminas de barbear.

Original photography
Museu Faraday

As potencialidades da radiodifusão como meio de controlar os povos das diferentes nações foi aproveitada pelos regimes políticos de vários países que tentaram controlar a indústria e a informação. De seguida referiremos alguns dos casos mais expressivos ocorridos na Europa.

Radiodifusão na Alemanha

As primeiras transmissões de rádio na Alemanha foram feitas em 1919, a partir de uma estação experimental que tinha sido construída em 1908, em Eberswalde. Nesse mesmo ano, o engenheiro Hans Bredow foi nomeado diretor dos serviços oficiais alemães de regulação da telegafia sem fios Reichspostministerium, tendo começado a instalar uma rede de rádios "Rundfunk". A 22 de dezembro de 1920, foi transmitido um concerto de Natal a partir do monte Funkerberg, nos arredores de Berlim. Hans Bredow teve um papel notável no desenvolvimento das radiocomunicações alemãs e nas comunicações marítimas.

A 1 de novembro de 1923, o departamento de rádio do Reichspostministerium concedeu a primeira licença de radiodifusão à estação privada Deutsche Stunde (Hora Alemã), sita na Baviera, para fins de entretenimento e ensino. A empresa começou a funcionar a 30 de março de 1924, tendo Otto Griessing como seu diretor técnico, cargo que manteve até 1927, altura em que foi substituído pelo diretor da área de investigação, Kurt Von Boeckmann.

No dia 1 de janeiro de 1931, a empresa passou a designar-se por Bayerischer Rundfunk (BR) GmbH, mantendo Von Boeckmann como diretor, que assegurou uma linha editorial independente das rádios oficiais alemãs. A estação BR ainda hoje existe, sediada em Munique, como serviço público de rádio e de televisão.

Em 1933, pouco tempo depois da subida do partido Nazi ao poder, a estação ficou sob tutela do Reichspostministerium, servindo os interesses do estado e tornando-se numa máquina de propaganda de Hitler, depois de este ter assumido o poder.



Rádio Grebe MU1 (1924)
Museu Faraday

In World War I companies concentrated on the military radio manufacturing and at the end of 1919 there was a great worldwide interest in broadcasting as a business to explore. In some countries consortiums of companies were formed immediately to try to obtain the monopoly of this new industry: RCA in USA, BBC in England and Unione Radiofónica Italiana (URI) in Italy.

The potential of broadcasting as a means of controlling people of different nations was exploited by the political regimes of several countries that tried to dominate industry and information. Some of the most significant cases in Europe will be mentioned below.

Broadcasting in Germany

The first radio broadcasts in Germany happened in 1919 from an experimental station that had been built in 1908 in Eberswalde. In that same year, Engineer Hans Bredow was appointed director of the official German regulatory services of the wireless communication Reichspostministerium and started to install a "Rundfunk" radio network. On December 22, 1920, a Christmas concert was broadcast from Mount Funkerberg on the outskirts of Berlin. Hans Bredow played a remarkable role in the development of German radio communications and maritime communications.

On November 1, 1923, the radio department of the Reichspostministerium granted the first broadcasting license to the private station Deutsche Stunde (German Hour), located in Bavaria, for entertainment and teaching purposes. The company began operating on March 30, 1924, with Otto Griessing as its technical director, a position he held until 1927, when he was replaced by the research director, Kurt Von Boeckmann.

On January 1, 1931, the company changed its name to "Bayerischer Rundfunk (BR) GmbH", keeping Von Boeckmann as its director, who assured an editorial line independent from the official German radios. The BR station still exists today, based in Munich, as a public radio and television service.

In 1933, shortly after the Nazi party came to power, the station came under the Reichspostministerium's tutelage, serving the interests of the state and becoming Hitler's propaganda machine.

O rádio do Povo

Georg Seibt acompanhou o físico Karl Braun (Nobel da Física de 1909, juntamente com Marconi) na direção da Siemens & Halske e na Telefunken. Em 1909, Seibt foi chefe de engenharia da empresa Lee de Forest Radio Telephone Company, tendo, em 1910, fundado a sua própria empresa em Schöneberg, perto de Berlim.

Em 1922 foi proibida a receção de programas de rádio por particulares, orientação que viria a ser revogada em 1923. Nessa altura foram introduzidas regras que limitavam as propriedades técnicas dos **dispositivos recetores, a proibição de "feedback", a exigência de autorização e a introdução da taxa de licença de rádio.** A seguir apareceu a primeira estação de serviço económico de radiodifusão (Wirtschaftsrundspruchdienst) pago por assinantes, cerca de 60 marcos de ouro (17 euros atuais) por uma licença anual.

Em 6 de abril de 1923, Siegmund Lowe, que viria a ser um dos fundadores da companhia Lowe, e Eugen Nesper fundaram o primeiro clube de rádio em Berlim, o Deutsche Radio-Klub eV. Foi também fundada a Associação da Indústria de Radiodifusão, que, em 1924, organizou a primeira grande exposição de rádio alemã, em Berlim.

Em 1926, Lowe desenvolveu o primeiro tubo de vácuo, 3NF, que integrava vários componentes de um rádio e que é considerado o [primeiro circuito integrado](#), Fig. 2. Com este dispositivo construiu um rádio muito económico, o OE333, que teve algum sucesso. Contudo, a chegada de Hitler ao poder fez com que os irmãos Lowe (judeus) emigrassem para os E.U.A., só reconstruindo a empresa Lowe depois da 2ª guerra mundial.

A partir de 1927, Otto Griessing trabalhou como chefe de engenharia da empresa de George Seibt, onde começou a desenvolver um rádio de baixo custo. Este tipo de rádios era designado por "Rádio do Povo" (Volksempfänger). Em 30 de janeiro de 1933, Hitler assumiu o poder. Poucos meses depois o seu ministro da Propaganda, P. Goebbels, encomendou o primeiro rádio oficial de baixo custo ao engenheiro Otto Griessing.

The People's Radio

Georg Seibt accompanied Karl Braun (1909 Nobel laureate in physics, together with Marconi) on the board of Siemens & Halske and Telefunken. In 1909, Seibt was head of engineering at Lee de Forest Radio Telephone Company, and in 1910 he founded his own company in Schöneberg, near Berlin.

In 1922 the reception of radio programs by private individuals was prohibited, guideline that was revoked in 1923. At that time rules were introduced limiting the technical properties of the receiving devices, the prohibition of feedback, the authorization requirement and the introduction of the radio license fee. The first broadcasting service station (Wirtschaftsrundspruchdienst) paid by subscribers appeared, charging around 60 gold marks (17 euros today) for an annual license.



Fig. 2 – The first Integrated Circuit - Tube 3NF, used in Radio OE333 / O primeiro Circuito Integrado - Válvula 3NF, usada no rádio OE333. Museu Faraday

On April 6, 1923, Siegmund Lowe, who would become one of the founders of the Lowe company, and Eugen Nesper founded the first radio club in Berlin, the Deutsche Radio-Klub eV. The Association of the Broadcasting Industry was founded and, in 1924, organized the first major German radio exhibition, in Berlin.

In 1926, Lowe developed the first vacuum tube, 3NF, which integrated several components of a radio and is considered the [first integrated circuit](#), Fig. 2. With this device, Lowe built a very economical radio, the OE333, which had enormous success.

O rádio do povo foi designado por VE 301, referência ao dia da tomada de poder por Hitler. O rádio, em caixa de baquelite, Fig. 3, foi desenhado por alunos de *design* sob orientação do artista e professor de *design* industrial Walter Kersting. Este rádio viria a ser o principal instrumento de propaganda nazi, sendo por isso produzido em grandes quantidades.

A apresentação oficial do rádio VE301 foi feita pelo próprio ministro da Propaganda em 18 de agosto de 1933 na [10ª grande exposição Alemã de Rádio](#). O rádio teria um preço de 76 marcos ou 65 marcos (cerca de 300 euros atuais), consoante fosse ligado à corrente alternada ou alimentado por baterias. As primeiras 100 000 unidades foram encomendadas na abertura da feira.

Os 28 fabricantes de rádio alemães existentes na época foram obrigados a produzir o rádio com as especificações iniciais e pelo preço fixado à partida. Pequenos fabricantes faliram, pois não conseguiram produzir o VE301 pelo preço proposto, que era considerado demasiado baixo, mesmo para essa época.

Seguiram-se várias versões do rádio VE301, diferenciadas pelo tipo de energia de alimentação, nomeadamente: VE301W (para ligar à rede AC), VE301G (para ligar à rede DC existente), VE301B (alimentado a baterias) e VE301 GW (para ligar à rede DC ou AC). O rádio VE301 era muito simples: tinha apenas 2 válvulas amplificadoras, apresentava uma **baixa sensibilidade e usava o princípio** "Tuned Radio Frequency" (TRF).

O rádio do povo foi assim um reflexo da filosofia subjacente: controlo exclusivo através de um meio de comunicação poderoso. Com características básicas devidas ao baixo preço, para que todos os alemães pudessem aceder ao rádio, e com uma sensibilidade baixa para não poder receber estações longínquas. Usava o princípio TRF, muito comum na década de 1920, em vez do princípio do superheterodino dos anos 30. Esta opção conduziria ao uso de mais válvulas (mais caro, portanto) e a uma maior seletividade (que não era desejada, pois só se pretendia receber estações fortes).



Fig. 3 – Rádios VE301 e DKE38 / *Radios VE301 and DKE38.*
Museu Faraday

However, Hitler's arrival in power caused the Lowe brothers (Jews) to immigrate to the USA, only rebuilding the Lowe Company after World War II.

From 1927 on, Otto Griessing worked as head of engineering for George Seibt's company, where he began developing a low-cost radio. This type of radio was called "People's Radio" (Volksempfänger).

In January 30, Hitler took over power. Few months later, his Minister of Propaganda (P. Goebbels) commissioned the first official low-cost radio to engineer Otto Griessing.

The people's radio was designated VE 301, a reference to the day Hitler took power. The radio, in bakelite box, Fig. 3, was designed by design students under the guidance of artist and industrial design professor Walter Kersting. This radio would become the main instrument of Nazi propaganda, being therefore produced in large quantities.

The official presentation of radio VE301 was made by the Minister of Propaganda on August 18, 1933 at the [10th great German Radio exhibition](#). The radio would have a price of 76 marks or 65 marks (around 300 euros at current rate), depending on whether it was connected to alternating current or fed by batteries. The first 100,000 units were ordered on the opening of the fair.

All the German radio manufacturers were obliged to produce the radio with the initial specifications and at the fixed price. Small manufacturers went bankrupt, as they were unable to produce the VE301 for the proposed price, which was considered too low, even for that time.

Several versions of the VE301 radio appeared then, differentiated by the type of power supply, namely: VE301W (to connect to the AC network), VE301G (to connect to the existing DC network), VE301B (battery fed) and VE301 GW (to connect to the DC or AC networks). VE301 radio was very simple: it had only 2 amplifier valves, had low sensitivity and used the "Tuned Radio Frequency" (TRF) principle.

The people's radio was thus a reflection of the underlying philosophy: exclusive control through a powerful means of communication. Accessible to all Germans due to the low price, and with an appropriately low sensitivity, so that they could not receive remote stations.

Em 1938, e no sentido de facilitar ainda mais a aquisição de um rádio pelos alemães, foi desenvolvido o DKE38, Fig. 3, pelo preço de 35 marcos, equivalente ao salário semanal médio dos alemães. Designado por “Pequeno Rádio Germânico” (Deutscher Kleinempfaenger), é extremamente simples: foi suprimido o transformador de alimentação e reduzido o número de válvulas. Embora já obsoleto para a altura, foi utilizado o [altifalante de lâmina vibrante](#) do rádio VE301, evitando-se assim o uso do transformador de saída de áudio.

Ainda em 1938, apareceu o VE301 Dyn GW, que foi o primeiro rádio do povo com altifalante eletrodinâmico baseado numa bobina móvel num campo magnético (uma invenção de Werner Siemens em 1877, mas que só teve aplicação prática em 1921 por Rice and Kellogg). Este rádio minimalista foi projetado de modo a praticamente só poder receber as estações oficiais da propaganda alemã. Foi por isso conhecido por “Bocal de Goebbel” (Goebbelsschnauze).

Cartazes da época, Fig. 4, e avisos aos utilizadores dos rádios, Fig. 5, são testemunhos da importância que a radiodifusão assumiu no destino do mundo durante a 2ª Guerra Mundial e o período que o antecedeu.

Radiodifusão em Espanha

A radiodifusão em Espanha começou em 1924 com o ditador [Miguel Pinto de Rivera](#), militar vitorioso no golpe de estado de 1923. Rivera suspendeu a constituição espanhola com o apoio de Afonso XIII e criou os primeiros regulamentos da rádio em Espanha, baseadas nas experiências de Mussolini em Itália. Foram criadas cerca de 50 estações de radiodifusão até 1931, ano da proclamação da 2ª república, que durou até 1939.

Na guerra civil de Espanha, ocorrida de 1936 a 1939, a rádio viria a ter um papel crucial. Com a derrota dos apoiantes da República, os programas da rádio tinham de ter aprovação dos órgãos estatais (censura), de acordo com a decisão ministerial de outubro de 1939. Todos os trabalhadores da rádio que tinham colaborado com a República foram perseguidos e muitos foram despedidos dos seus postos de trabalho.

VE301 recurred the TRF principle, widely used in the 1920s, instead of the super-heterodine principle of the 1930s, which would lead to the use of more valves (more expensive) and to greater selectivity (which was not desired, since it was only intended to receive strong stations). In 1938, in order to make it even more accessible, the DKE38, Fig. 3, radio was developed for the price of 35 marks, a value equivalent to the average German weekly salary. Known as the “Small Germanic Radio” (Deutscher Kleinempfaenger), it is extremely simple: the power transformer has been abolished and the number of valves reduced. Although already obsolete for the time being, the VE301 radio’s [vibrating blade speaker](#) was chosen, avoiding the use of the audio output transformer.

Still in 1938, the VE301 Dyn GW radio appeared, being the first people radio with electrodynamic speaker based on a moving coil in a magnetic field (invented by Werner Siemens in 1877, but only made available in 1921 by Rice and Kellogg). This minimalist radio was designed so that it could practically only receive the official German advertising stations. It was therefore known as “Goebbel’ nozzle” (Goebbelsschnauze).

Posters of the time, Fig. 4, and notices to radio users, Fig. 5, show very clearly the importance that broadcasting assumed in the fate of the world during World War II and the period before it.



Fig. 4 – German radio advertisement / Propaganda alemã de Rádio.



Fig. 5 - VE301 – Aviso / Notice

Ouvir emissoras estrangeiras é um crime contra a segurança nacional de nosso povo. É punido com severas penas disciplinares por ordem do guia / *Listening to foreign broadcasters is a crime against the national security of our people. He is punished with severe disciplinary penalties by order of the leader.*

A nova ordem era baseada na colaboração da Igreja com o regime e a rádio [constituía o elemento fundamental](#) na coesão da sociedade espanhola.

A Rádio Nacional de Espanha (RNE) foi fundada a 19 de janeiro de 1937 em Salamanca, durante a guerra civil, sob as ordens do General Franco. Foi um instrumento de propaganda do regime de Franco, papel que até então era assumido pela rádio Castilla de Burgos. A primeira transmissão foi feita nesse mesmo dia com um emissor Telefunken oferecido ao Estado Novo espanhol pelo regime Nazi alemão, começando com as palavras "[Atención. Habla España.](#)" Franco decretou que a RNE seria [a única estação autorizada a divulgar notícias](#).

Espanha é um exemplo de como a radiodifusão foi usada como uma ferramenta fundamental para a disseminação de ideais políticos (Fig. 6) e, portanto, como uma arma poderosíssima. Uma autêntica faca de dois gumes usada pelos dois principais intervenientes. Por um lado, na ascensão dos nacionalistas, que construíram muitas estações amadoras, tendo o apoio das estações de ondas curtas de Portugal, dos nazis de Itália e da Alemanha e, inicialmente, da rádio Vaticano. Por outro lado, no apoio aos defensores da república, em estações nacionais e também em estrangeiras, como a Rádio Moscovo e a British Broadcasting Corporation (BBC), por exemplo.

Radiodifusão em Itália

Também em Itália a radiodifusão começou com um consórcio de empresas: a Unione Radiofonica Italiana (URI). Resultou da fusão de 3 empresas, uma das quais, a Società Anonima Radiofono, foi fundada em setembro de 1923 por Marconi com o apoio da sua empresa inglesa British Marconi Company. A primeira radiodifusão remonta a outubro de 1924. Ainda nesse ano, foi atribuída à URI a licença exclusiva de radiodifusão em Itália.

Em 1933, Mussolini promoveu a realização de um recetor [Radiorurale](#), com preço baixo imposto a partida, à semelhança do que havia feito Hitler na Alemanha. Em 1939, apareceu também em Itália um rádio mais económico e mais pequeno denominado por Balila, seguindo os passos do rádio DKE38 alemão. Mussolini controlava toda a radiodifusão de informação em Itália, tal como Hitler fazia na Alemanha e Salazar iria fazer em Portugal.

Broadcasting in Spain

Broadcasting in Spain began in 1924 with dictator [Miguel Pinto de Rivera](#), a military victor in the 1923 coup d'état. Rivera suspended the Spanish constitution with the support of Alfonso XIII and created the first radio regulations in Spain, based on Mussolini's experiences in Italy. Around 50 radio stations were created until 1931, the year of the proclamation of the 2nd Republic, which lasted until 1939.

In Spain's civil war, from 1936 to 1939, radio played a crucial role. With the defeat of the Republic's supporters, the radio service broadcastings had to be approved by the government (censorship), according to the ministerial decision of October 1939. All radio workers who had collaborated with the Republic were persecuted and many were fired from their jobs. The new order was based on the collaboration of the Church with the regime and radio was the [fundamental element](#) in the cohesion of Spanish society.



Fig. 6– Spanish radio advertisement / Propaganda espanhola de Rádio

Radio Nacional de España (RNE) was founded on January 19, 1937 in Salamanca, during the civil war, under the orders of General Franco. It was an instrument of propaganda of the Franco regime, a role that until then had been assumed by Radio Castilla de Burgos. The first transmission was made that same day with a Telefunken transmitter offered to the Spanish New State by the German Nazi regime, starting with the words "[Atención. Habla España.](#)". Franco decreed that the RNE would be the [only station authorized to broadcast news](#).

A Radiodifusão em Portugal

No dia 24 de Abril de 1914, dia do seu aniversário, o jovem estudante de engenharia Fernando Cardelho de Medeiros fez a [primeira emissão de rádio em Portugal](#). Em 1923, foi criada a Sociedade Portuguesa de Amadores de TSF, precursora das atuais rádios. As primeiras experiências de radiodifusão em Portugal foram feitas por estações amadoras de rádio de 1923 a 1925.

Em 1931, o oficial do exército Botelho Moniz criou o [Rádio Clube Português](#), que foi inaugurado pelo presidente da república Marechal Carmona. Em 1933, foi decretada pela ditadura do Estado Novo português a criação da Emissora Nacional (EN) de Radiodifusão, que só começaria a funcionar em 1935. Em 1936, começaram as emissões experimentais da Rádio Renascença, ligada à Igreja Católica. Estas três estações oficiais eram fiéis ao Estado Novo, controlando a informação fornecida aos cidadãos, e foram firmes apoiantes do regime de Franco na vizinha Espanha.

O papel das Ondas Curtas

As primeiras estações de radiodifusão operavam em ondas médias (530 kHz a 1700 kHz), mas as comunicações em ondas curtas (3 MHz a 30 MHz) beneficiavam da reflexão na ionosfera, permitindo atingir distâncias maiores. Muitos países não resistiram à tentação de influenciar à distância a opinião de cidadãos de outros países, fazendo radiodifusão com emissores de ondas curtas.

Em 1932, a BBC na Grã-Bretanha estabeleceu estações de ondas curtas que eram ouvidas em todo o mundo. A União Soviética transmitia em emissores de ondas curtas os seus programas de propaganda política em 50 línguas. O mesmo tipo de programas em línguas estrangeiras passou a ser transmitido também pela Alemanha nazi e pela Itália fascista, em 1933 e 1936, respetivamente.

Em 1936, a EN em Portugal começou a transmitir em ondas curtas, com antenas orientadas para os pescadores da frota bacalhoeira nos mares da Terra Nova. Em 1939, a EN passou a ter antenas orientadas para as colónias portuguesas em África, Índia e Timor e a transmitir programas de conteúdos em português.

Spain is an example of how broadcasting was used as a fundamental tool for the dissemination of political ideals (Fig. 6) and, therefore, as a very powerful weapon. An authentic double-edged sword used by the two main players. On the one hand, in the rise of nationalists, who built many amateur stations, with the support of shortwave stations in Portugal, Italy, Germany and, initially, Vatican radio. On the other hand, in the support to the defenders of the republic, in national and also foreign stations, such as Radio Moscow and BBC, for example.

Broadcasting in Italy

Also in Italy, broadcasting began with a consortium of companies: the Unione Radiofonica Italiana (URI). It resulted from the merger of 3 companies, one of which, Società Anonima Radiofono, was founded in September 1923 by Marconi with the support of his English company "British Marconi Company". The first broadcast dates back to October 1924. Later that year, URI was granted the exclusive broadcasting license in Italy.

In 1933, Mussolini promoted the implementation of a [Radiorurale](#) receiver, imposing a low price as Hitler had done in Germany. In 1939, a smaller and cheaper radio called [Ballila](#) appeared in Italy, following a similar process as the German DKE38 radio. Mussolini controlled all information broadcasting in Italy, just as Hitler did in Germany and Salazar would do in Portugal.

Broadcasting in Portugal

On April 24, 1914, the young engineering student Fernando Cardelho de Medeiros made the [first radio broadcast in Portugal](#). In 1923, the Portuguese Society of Amateurs of wireless broadcasting was created, precursor of the current radios. The first radio broadcasts in Portugal were made by amateur radio stations during 1923 to 1925.

In 1931, army officer Botelho Moniz created the [Rádio Clube Português](#), which was inaugurated by the president of the Portuguese Republic Marshal Oscar Carmona. In 1933, the dictatorship of the Portuguese Estado Novo (New State) decreed the creation of the National Broadcasting Station (EN), which would only begin operating in 1935.



1939

[Rádio Ballila / Radio Ballila](#)

Estas emissões, transmitidas em seis azimutes, estavam orientadas para a Europa Central, África, África Ocidental e Brasil, América do Norte, Médio Oriente e Índia, além da Venezuela.

Durante a 2ª guerra mundial, em fevereiro de 1942, foram criadas estações de onda curta da Voz da América usando emissores das estações NBC e CBS com o objetivo de transmitir notícias e propaganda política para países da Europa e Norte da África que estavam sob ocupação militar da Alemanha nazi.

A 3 de maio de 1953 foi fundada a “Deutsche Welle” (Onda Alemã), como estação de ondas curtas destinada a levar a todo o mundo a informação sobre a Alemanha em cerca de 30 línguas.

Em 1954, começou a transmissão para as colónias portuguesas com um emissor de ondas curtas instalado em Pegões, Porto Alto. Em 1996 já havia 6 emissores a operar. O Centro Emissor Ultramarino foi desativado em 2011 e foi sendo lentamente abandonado pela Rádio Televisão Portuguesa (RTP), que achava que não havia interesse no equipamento disponível ([ver notícia](#)).

Em 2004, a Radiodifusão Portuguesa (RDP) e a RTP foram integradas numa [única sociedade](#) Rádio e Televisão de Portugal, S.A.

Apesar de desativados, os equipamentos do Centro Emissor Ultramarino foram usados [recentemente](#) por radioamadores, a quem a RTP concedeu autorização para fazerem comunicações internacionais em ondas curtas. As antenas gigantes são alimentadas por emissores gigantes, Fig. 7 e Fig. 9.



Fig. 7 – Dois dos autores dentro da bobina de saída do emissor /
Two of the authors inside the emitter output coil.

In 1936, the experimental broadcasts of Rádio Renascença, linked to the Catholic Church, began. These three official stations were faithful to the Estado Novo (New State), controlling the information provided to citizens, and were firm supporters of Franco's regime in neighboring Spain.

The role of Short Waves

The first broadcasting stations operated in medium waves (530 kHz to 1700 kHz), but short wave communications (3 MHz to 30 MHz) benefited from ionospheric reflection, allowing greater distances to be reached. Many countries could not resist to influence the opinion of citizens of other countries by broadcasting with shortwave transmitters.

In 1932, BBC in Great Britain established shortwave stations that were heard around the world. The Soviet Union broadcast its political propaganda programs in 50 languages on shortwave stations. The same type of programs in foreign languages was also broadcast by Nazi Germany and Fascist Italy in 1933 and 1936, respectively.

In 1936, EN in Portugal began transmitting in short waves, with antennas directed to the fishermen of the cod fish fleet in the seas of Newfoundland. In 1939, EN started to have antennas oriented to the Portuguese colonies in Africa, India and Timor and to transmit programs in Portuguese. These broadcasts, transmitted in six azimuths, were oriented to Central Europe, Africa, West Africa and Brazil, North America, Middle East and India, besides Venezuela.

During World War II, in February 1942, shortwave stations of the Voice of America were created using NBC and CBS station transmitters to broadcast news and political propaganda to countries in Europe and North Africa that were under military German occupation.

On May 3, 1953 the Deutsche Welle (German Wave) was founded as a shortwave station designed to broadcast information about Germany to the whole world in about 30 languages.

In 1954, the transmission to the Portuguese colonies began with a shortwave emitter installed in Pegões, Porto Alto. In 1996 there were already 6 transmitters in operation.

A grande quantidade de emissores de ondas curtas, através de repórteres no terreno, permitiu que os cidadãos de muitos países seguissem grandes acontecimentos políticos internacionais.

Foi assim com a ação de Gandhi pelos direitos humanos e a independência da Índia em 1947; as chegadas ao poder de Salazar (Portugal) em 1932 e de Hitler (Alemanha) em 1933; as invasões pela Itália, chefiadas por Mussolini, da Abissínia (Etiópia) em 1935 e da Albânia em 1939; a guerra civil em Espanha de 1936 a 1939; o ataque do Japão à China em 1937; a anexação da Áustria pela Alemanha em 1938; o início da 2.ª Guerra Mundial em 1939; o ataque da União Soviética à Finlândia em 1939; e a divisão da Polónia entre a União Soviética de Estaline e a Alemanha de Hitler em 1939.

As estações da Guerra Fria

Com o fim da 2ª guerra mundial e a invasão dos países do leste europeu pela União Soviética, começou o período designado por Guerra Fria. Em 1951, um grupo de cidadãos nos E.U.A. patrocinaram fundos para a criação da estação Rádio Europa Livre, Fig. 8, sediada em Nova Iorque, mas com retransmissores de ondas curtas na Europa, com antenas apontadas para o leste europeu e para a União Soviética.

O mais potente destes retransmissores foi instalado em Portugal na povoação Glória do Ribatejo sendo as antenas projetadas pelo professor do Instituto Superior Técnico (IST) Horácio Neto. Este emissor funcionou até 1996.

Em junho de 1970, a [Deutsche Welle](#) inaugurou o centro emissor de onda curta de Sines. As antenas orientadas para a Europa de Leste, com programas destinados a combater o avanço do comunismo. O posicionamento geográfico de Portugal foi determinante na escolha feita para a instalação. A estação fechou em 30 de outubro de 2011.



Fig. 8– Rádio Europa Livre / [Radio Free Europe](#).

The Overseas Transmitter Center was deactivated in 2011 and was slowly abandoned by Rádio Televisão Portuguesa (RTP), which thought that there was no interest in keeping the equipment ([see news](#)).

In 2004, Radiodifusão Portuguesa (RDP) and RTP were integrated in a single company named [Rádio e Televisão de Portugal, SA](#).

Although deactivated, the equipment of the Overseas Transmission Center was [recently used](#) by radio amateurs, to whom RTP granted permission to make international communications in short waves. The giant antennas are powered by giant emitters, Fig. 7 and Fig. 9.

The large number of shortwave broadcasters, through reporters on the ground, has allowed the citizens of many countries to follow the most important international political events. It was so with Gandhi's action for human rights and the independence of India in 1947; the arrival in power of Salazar (Portugal) in 1932 and Hitler (Germany) in 1933; the invasions by Italy, headed by Mussolini, of Abyssinia (Ethiopia) in 1935 and of Albania in 1939; the civil war in Spain from 1936 to 1939; the attack by Japan to China in 1937; the annexation of Austria by Germany in 1938; the beginning of World War II in 1939; the Soviet Union's attack to Finland in 1939 and the division of Poland between Stalin's Soviet Union and Hitler's Germany in 1939.

The Cold War broadcast stations

With the end of World War II and the invasion of Eastern European countries by the Soviet Union, the so-called Cold War period began. In 1951, a group of U.S. citizens sponsored funds for the creation of Radio Free Europe, Fig. 8, based in New York, but with shortwave relay stations in Europe, using antennas pointing to Eastern Europe and to the Soviet Union.

The most powerful of these relay stations was installed in Glória do Ribatejo (Portugal). The antennas were designed by Horácio Neto, a professor in Instituto Superior Técnico (IST). This transmitter has been used until 1996.

In June 1970, [Deutsche Welle](#) opened the shortwave transmitter center of Sines using antennas aimed at Eastern Europe, with programs to combat the advance of communism.

As estações dos números e a espionagem

Durante a guerra fria foram criadas, por vários países, estações que transmitiam mensagens codificadas com números e que eram usadas por agentes secretos dos países proprietários. Algumas delas ainda funcionam [hoje em dia](#), [ver aqui](#). Recentemente foi encontrado um [emissor espião](#), fabricado em 1987 na União Soviética, perto de um centro de pesquisa nuclear alemão e que se suspeita ter sido usado para obter e transmitir dados de espionagem.

As ondas Ultra Curtas

As ondas curtas são adequadas para atingir distâncias grandes. Não são apropriadas para radiodifusão a distâncias curtas e apresentam uma baixa qualidade aos canais de rádio. Em frequências mais altas é possível dispor de maior largura de banda e usar o processo de modulação em frequência, que é menos sensível a interferências eletromagnéticas. A rádio em Frequência Modulada (FM) na banda de muito alta frequência (30 a 300 MHz) ocupa a faixa de frequências compreendida entre 87,5 MHz a 108 MHz. Estes emissores têm um alcance reduzido de 50 km a 100 km, de modo que foi necessário instalar um grande número de retransmissores para cobrir um dado território.

A comunicação entre os estúdios e os retransmissores era normalmente feita por feixes de micro-ondas, mas estes sistemas eram caros e necessitavam de muita manutenção. Foram por isso rapidamente substituídos por comunicação digital via satélites geostacionários.

Em 1954, a estação Rádio Clube Português fez a primeira emissão em FM em Portugal. Em 1955, a Emissora Nacional Portuguesa começou as emissões em FM com emissores instalados em Lisboa e na Serra da Lousã. A FM estéreo foi introduzida em Portugal em 1968.

A radiodifusão começou por ser usada para entretenimento, mas rapidamente foi usada para a informação e desinformação dos povos, pelos diferentes regimes políticos, em guerras e na espionagem.

Portugal's geographical position was decisive in the choice made for the installation. This station closed on October 30, 2011.

Broadcast stations were created by several countries during the Cold War that transmitted messages coded with numbers and that were used by their secret agents. Some of them [still work today](#), see [here](#). Recently, a [spy emitter](#) manufactured in 1987 in the Soviet Union was found near a German nuclear research center. There are suspicions that it has been used to obtain and transmit spy data.

The Ultra Short Waves

Short waves are suitable for reaching large distances. They are not suitable for broadcasting at short distances and present low quality to radio channels. At higher frequencies it is possible to have higher bandwidth and use the process of frequency modulation, which is less sensitive to electromagnetic interference. Radio in Modulated Frequency (FM) in the very high frequency band (30 to 300 MHz) occupies the frequency range from 87.5 MHz to 108 MHz. These transmitters have a reduced range of 50 to 100 km, so it was necessary to install a large number of relay stations (transponders) to cover a given territory.

Communication between the studios and the relays was usually made by microwave beams, but these systems were expensive and required a tighter maintenance. They were therefore quickly replaced by digital communication via geostationary satellites.

In 1954, the Rádio Clube Português station made its first FM broadcast in Portugal. In 1955, the Portuguese National Broadcaster began transmitting in FM from stations installed in Lisbon and in Serra da Lousã. FM stereo was introduced in Portugal in 1968.

Broadcasting was first used for entertainment, but quickly it was applied for information and misinformation of people, by different political regimes, in wars, espionage, etc.



[1987 - Emissor espião soviético / Soviet spy emitter.](#)

Nos dias de hoje, a radiodifusão é usada mais para entretenimento e informação, mas tem a forte concorrência da internet. No entanto, as estações de rádio de ondas curtas ainda são usadas em países de grande dimensão para levar informação a locais remotos de todo o Mundo.

Radiodifusão, uma Arma? ...

Como estratégia de defesa ou de ataque? Será irrelevante a resposta, e talvez mesmo sem sentido, se for usada para um inimigo comum. O presente tem-nos mostrado que algumas ideias antigas podem voltar a ser moda. E como muitas outras coisas na história do conhecimento, a radiodifusão pode ainda surpreender-nos muito, mesmo na era digital em que vivemos. O que é verdadeiramente fascinante é a diversidade das recriações que a vida nos oferece.

Nowadays broadcasting is more frequently used for entertainment and information, but it has the strong competition of the internet. However, shortwave radio stations are still used in large countries to take information to remote locations.

Broadcasting, a weapon? ...

As a defense or attack strategy? The answer is irrelevant, even meaningless, if it is used for a common enemy. Present has shown that some old ideas can go back into fashion. And like many other things in the history of knowledge, broadcasting can still surprise us a lot, even in the nowadays digital age. What is truly fascinating is the diversity of recreations that life offers us.

Moisés Piedade
Prof. IST (aposentado)
Investigador do INESC-ID

Carlos Fernandes
Prof. IST (aposentado)
Investigador do IT

Albano Santos
Engº Eletrotécnico
Engª Sistemas RDP (aposentado)

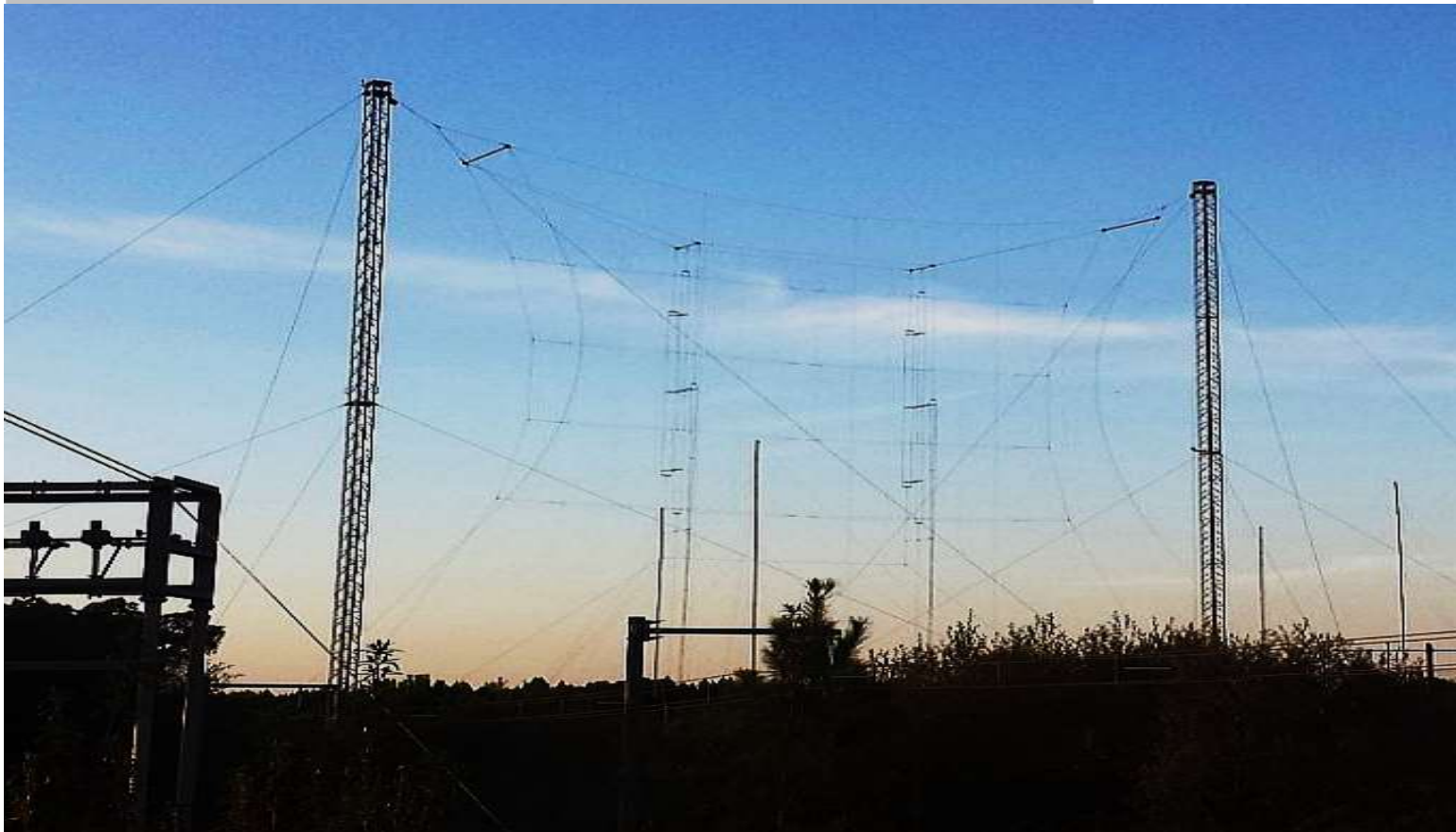


Fig. 9 – Uma das antenas gigantes de Onda Curta da RTP em Pegões, Portugal (2014) /
One of RTP's Short Wave giant antennas in Pegões, Portugal (2014).



Após a experiência de transmissão de sinais telegráficos por rádio a cerca de 2,5 km de sua casa, Marconi teve o apoio da Marinha Real Italiana que lhe proporcionou em 1897, em San Bartolomeu, Spezia (Itália), a criação da primeira estação de rádio para comunicar com navios. Esta estação podia comunicar em Telegrafia Sem Fios (TSF) com navios situados a menos de 20 km de distância, Fig. 1.

Após a [primeira comunicação transatlântica](#) de TSF, Marconi fez vários refinamentos nos seus equipamentos que lhe permitiram fazer comunicações fiáveis entre a Europa e os EUA. Como resultado Marconi firmou contratos rentáveis com empresa de navegação marítima, facilitando as comunicações quer entre navios, quer entre a terra e os navios.

Marconi precisava de um detetor de rádio mais fiável e mais sensível do que o coesor, nome dado por Oliver Lodge ao primitivo tubo de limalha de ferro usado por Édouard Branly. Para isso, baseando-se no trabalho feito em 1895 pelo físico neozelandês Ernest Rutherford, criou o detetor magnético de rádio. Esta foi talvez uma das maiores criações de Marconi, que **designava pelo nome da sua empresa "Maggie"**, Fig. 2. Passaria a ser usado como detetor de rádio nos seus sistemas de TSF.

Marconi fez várias viagens transcontinentais no navio Carlo Alberto, um cruzador da marinha italiana fabricado em 1892, mas que em 1902 era usado como iate pelo rei Vitor Emanuel III de Itália.



Fig. 2 – Marconi Magnetic Detector "Maggie" [3].

Marconi – O Nobel Salva Vidas Marconi - Nobel Prize Save Lives

After the experience of transmitting telegraphic signals by radio at about 2.5 km from his home, Marconi had the support of the Italian Royal Navy, which provided in 1897, in San Bartolomeu, Spezia (Italy), for the creation of the first radio station to communicate with ships. This station could communicate in Wireless Telegraphy with ships located less than 20 km away, Fig. 1.



Fig. 1 – Marconi in San Bartolomeu, Spezia. [Museu de Marconi.](#) / Marconi em San Bartolomeu, Spezia. [Museu de Marconi.](#)

After the [first wireless transatlantic transmission](#), Marconi made several refinements in his equipment that allowed him to make reliable communications between Europe and USA. As a consequence of that, Marconi signed profitable contracts with a shipping company, facilitating communications either between ships or between land and ships.

Marconi needed a more reliable and sensitive radio detector than the coherer, name given by Oliver Lodge to the primitive iron filings tube used by Édouard Branly. Based on the work done in 1895 by the New Zealand physicist Ernest Rutherford, he created the magnetic radio detector. This was perhaps one of Marconi's greatest creations, which he named after his company "Maggie", Fig. 2. From then on, it was used as a radio detector in his wireless communication systems.

Marconi made several transcontinental voyages on the ship Carlo Alberto, a cruiser of the Italian navy manufactured in 1892, used in 1902 as a yacht by King Victor Emanuel III of Italy.

Nestas viagens Marconi fez muitos ensaios e afinações no seu Maggie, tornando-o no detetor de rádio mais sensível existente na época.

Numa dessas viagens, com o rei Vítor Emanuel III a bordo, parou na base naval russa de Kronstadt, tendo sido recebido, juntamente com o rei, pelo czar Nicholas II. Marconi aproveitou para fazer uma demonstração especial – a receção de uma mensagem de TSF transmitida de Poldhu na Cornualha a 1600 milhas de distância. O czar ficou encantado com o feito e atribuiu a Marconi uma das mais importantes condecorações russas – A Grande Cruz da Ordem de Santa Ana. O famoso cientista russo Alexander Popov, um dos pioneiros da rádio, veio também ao navio Carlo Alberto e entusiasticamente felicitou Marconi “*I acknowledge you as the inventor of Wireless Telegraphy*”, o que deixou Marconi sem palavras.

Marconi fez vários aperfeiçoamentos nos seus equipamentos e construiu uma rede de estações costeiras para fornecer serviço de comunicações com navios. Marconi fornecia quer os equipamentos, quer os operadores treinados nas escolas de formação em TSF, que entretanto criou. Cunard foi a primeira empresa de navios de cruzeiro a confiar no sistema de TSF de Marconi e a firmar contratos que foram altamente lucrativos para Marconi.

Em 1902, Marconi estabeleceu um serviço transatlântico de mensagens TSF, desde Glace Bay, na Nova Escócia, Canadá, até Clifden, na Irlanda, Fig. 3. Este serviço viria a ser tornado de uso público em 1907.

Em 1903, Marconi fez uma demonstração pública das potencialidades da TSF ao fornecer aos passageiros do navio Lucania, que navegava entre a Inglaterra e os EUA, o primeiro jornal diário impresso a bordo, (Transatlantic Times), de um navio, com notícias recebidas em tempo real quer de Inglaterra quer dos EUA, Fig. 4.

Em 1904, os sistemas de TSF de Marconi foram reconhecidos como tendo um papel fundamental, por ambas as partes envolvidas na guerra naval Rússia-Japão, que terminou com o Japão como vencedor. O conflito terminou em 1905, com a ajuda do Presidente Roosevelt dos EUA que funcionou como mediador.

No conflito Rússia-Japão foram usados pela primeira vez equipamentos de rádio de TSF.

On these trips, Marconi made many rehearsals and tune-ups in his Maggie, making it the most sensitive radio detector existing at the time.

On one of these trips, with King Victor Emanuel III on board, he stopped at the Russian naval base in Kronstadt and was received, along with the king, by Tsar Nicholas II. Marconi took the opportunity to make a special demonstration - the reception of a wireless message transmitted from Poldhu, in Cornwall, 1600 miles away. The Tsar was delighted with the achievement and attributed to Marconi one of the most important Russian awards - The Great Cross of the Order of Saint Anne. The famous Russian scientist Alexander Popov, one of the radio pioneers, also came to the ship Carlo Alberto and enthusiastically congratulated Marconi “I acknowledge you as the inventor of Wireless Telegraphy”, which left Marconi speechless.

Marconi made several improvements in his equipment and built a network of coastal stations to provide communication service with ships. He supplied both the equipment and the operators who were trained in wireless transmission in schools he created. Cunard was the first cruise ship company to rely on Marconi's wireless system and to sign contracts that were highly profitable for Marconi.

In 1902, Marconi established a transatlantic wireless messaging service from Glace Bay in New Scotia (Canada) to Clifden (Ireland), Fig. 3. This service would be made available in 1907.



Fig. 3 - Glace Bay, oct. 1907 - Marconi receiving message from Ireland / Marconi a receber mensagem da Irlanda.



Fig. 4 – Transatlantic Times - primeiro jornal a bordo /
First newspaper on board.

Os russos consideravam Alexander Popov o seu cientista mais experiente na TSF, mas este não conseguiu em tempo útil dotar as forças russas com os equipamentos desejados, pelo que os russos requisitaram o apoio dos alemães, que lhes forneceram equipamentos Telefunken.

Por outro lado, os serviços secretos ingleses apoiaram o Japão com equipamentos Marconi.

A vitória surpreendente do Japão contra uma nação muito poderosa como era a Rússia tornou os japoneses muito arrogantes e alertou o mundo para a sua capacidade guerreira, que ficou bem demonstrada nas suas pretensões expansionistas nas futuras guerras com a China e durante a 2ª guerra mundial.

Depois da guerra, o czar russo mandou instalar equipamentos TSF Marconi em 3 palácios de Moscovo e São Petersburgo, reconhecendo, deste modo, a superioridade dos equipamentos fornecidos por Marconi relativamente aos equipamentos Telefunken.

A 7 de janeiro de 1904, a companhia Marconi introduziu o uso de um sinal de código de pedido de socorro correspondente às letras CQD em Morse. Todavia, na primeira Convenção Radiotelegráfica, realizada em 1906 na Alemanha, o sinal de pedido de socorro foi estabelecido como sendo 3 pontos seguidos de 3 traços e de outros 3 pontos (...---...). Este sinal viria a ser chamado de SOS pois corresponde ao mesmo som das letras S, O, e S em código Morse quando se suprime o intervalo de tempo entre as letras.

Marconi pretendia que a Convenção usasse o seu código de pedido de socorro e estabelecesse os seus equipamentos como exclusivos, mas entretanto já havia outros construtores a fazer equipamentos de TSF que estavam no mercado.

In 1903, in the ship Lucania, which was sailing between England and USA, Marconi made a public demonstration of the wireless transmission's potential by providing the passengers with the first daily newspaper printed on board (Transatlantic Times, with news received in real time from both England and USA, Fig. 4.

In 1904, Marconi Wireless Transmission Systems were recognized as playing a key role by both sides in the Russia-Japan naval war, which ended with Japan as the winner. The conflict ended in 1905 with the help of President Roosevelt of the USA, who acted as mediator.

In the Russia-Japan conflict (1904-1905), wireless radio equipment was used for the first time.

The Russians considered Alexander Popov their most experienced scientist in wireless communications, but he could not provide in good time the Russian forces with the desired equipment, so the Russians requested the support of Germans, who provided them with Telefunken equipment.

On the other hand, the British secret services supported Japan with Marconi equipment.

The surprising victory of Japan against a very powerful nation like Russia made the Japanese very arrogant and alerted the world to their warrior capacity, which was well demonstrated in their expansionist pretensions in future wars with China and during World War II.

After the war, the Russian Czar had Marconi wireless equipment installed in 3 palaces in Moscow and St. Petersburg, thus recognizing the superiority of the equipment provided by Marconi over Telefunken equipment.

On January 7, 1904, the Marconi Company introduced the use of a distress code signal corresponding to the letters CQD in Morse. However, at the first Radiotelegraphic Convention, held in 1906 in Germany, the distress code signal was established by the combination of 3 points followed by 3 dashes and another 3 points (...---...). This signal would be called SOS because it corresponds to the same sound as the letters S, O, and S in Morse code, when the time interval between the letters is suppressed.

Marconi Salva-Vidas e Nobel

A Companhia Marconi continuou a utilizar o sinal CQD e recusava-se a receber sinais de pedido de socorro dos sistemas TSF de outras companhias.

Em 1905, Marconi patenteou um tipo de antena horizontal direcional, que viria a usar mais tarde ao inventar o sistema de feixes direcionais de rádio.

O sucesso de Marconi viria mais uma vez a ser reconhecido mundialmente quando, em janeiro de 1909, o seu sistema de TSF, que equipava o navio inglês RMS Republic, salvou 1500 vidas após a colisão deste navio com o navio italiano SS Florida. O Republic emitiu pela primeira vez no mundo um pedido de socorro em TSF - o sinal CQD - que foi recebido pelo navio Baltic da White Star, também equipado com equipamentos da Marconi, que recolheu as pessoas dos dois navios, Fig. 5.

No final do ano de 1909, depois destes sucessos tecnológicos, e igualmente com o sucesso financeiro resultante do facto de ter salvo muitas vidas humanas no acidente de janeiro de 1909, Marconi viria a ser premiado com o Prémio Nobel da Física, que compartilhou com o professor Karl Ferdinand Braun, também pioneiro no campo da TSF. Ficariam para trás nomes grandes como Tesla e Lee de Forest na área da Comunicação via Rádio.

A empresa de Marconi foi escolhida para equipar três novos navios de luxo da empresa White Star Line: os navios Olympic, Gigantic e Titanic. Em particular, o Titanic, ver modelo na Fig. 6, foi construído com a tecnologia mais avançada (estado da arte) e um luxo deslumbrante para a época.

Na viagem inaugural (e infelizmente, a última) os bilhetes foram extremamente caros: o preço nas suites Parlow rondava os \$400 US dólares (\$115000 ao câmbio atual). Era usuais os navios terem os sistemas de TSF desligados durante a noite. Dava-se prioridade à exploração económica do envio de mensagens dos passageiros abastados para familiares em Terra. Pela TSF o comandante do Titanic tinha sido avisado da existência de icebergs à deriva no mar, mas acreditava-se que o Titanic era à "prova de bala".



Altifalante Amplion AR-19 (1924) / Loudspeaker Amplion AR-19 (1924)
Museu Faraday

Marconi wanted the Convention to use his distress code and establish his equipment as exclusive, but in the meantime there were already other manufacturers making wireless equipment in the market.

Marconi Lifeguard and Nobel

The Marconi Company went on using the CQD signal and refused to receive distress signals from other companies of wireless transmission systems.

In 1905, Marconi patented a type of a horizontal directional antenna, which he would later use when he invented the radio directional beam system.

Marconi's success was once again recognized worldwide, when in January 1909 his wireless communication system, which equipped the English ship RMS Republic, saved 1500 lives after the collision of this ship with the Italian ship SS Florida. The Republic issued the first worldwide wireless distress call - the CQD signal - that was received by the White Star's Baltic ship, also equipped with Marconi equipment, which picked up people from both ships, Fig. 5.



Fig. 5 – Baltic ship going to save lives from the collision / Navio Baltic a caminho de salvar vidas da colisão.

At the end of 1909, after these technological successes, and also with the financial success resulting from saving many human lives in the January 1909 accident, Marconi was awarded the Nobel Prize in Physics, which he shared with Professor Karl Ferdinand Braun, also a pioneer in the field of wireless communication. Big names in the field of Radio Communication, like Tesla and Lee de Forest, would be left behind.

Marconi's company was chosen to equip three new

No nevoeiro, quando avistaram o iceberg gigante com o qual o Titanic colidiria, houve algum atraso na manobra de inversão de marcha e a colisão foi inevitável, cerca das 23 h e 40 m de 14 de abril de 1912.

O Titanic estava equipado com bombas de extração de água muito potentes para serem usadas em caso de naufrágio, com a capacidade de 500 l/s, mas o rombo no casco do Titanic foi de tal modo grande, que peritos atuais estimam que as bombas teriam de ter uma capacidade 15 vezes superior para evitar que o navio se afundasse.

O Titanic demorou pouco mais de duas horas e meia a afundar, mas só cerca das 0:05 de 15 de abril o navio foi dado como perdido e as pessoas foram acordadas. A partir desse momento, os radiotelegrafistas Bride e Phillips começaram repetidamente a pedir socorro através de mensagens de TSF usando o código CQD, registado como propriedade de Marconi.

Depois do insucesso em obter respostas às sucessivas mensagens de pedido de socorro, Bride ordenou, cerca da 1 h e 15 m, que fosse enviado o pedido de socorro SOS usado por todas as companhias exceto pela Marconi. Vários navios responderam, mas foi o navio RMS Carpathia, que estava mais perto, a cerca de 90 km, que chegou primeiro junto do Titanic, cerca das 4 h da manhã. Pelas 2 horas e 5 minutos, os radiotelegrafistas foram dispensados das suas funções, pois o Titanic estava quase afundado e o sistema de TSF já não funcionava.

Há muitas histórias de heroísmo entre os passageiros do Titanic, mas talvez a mais conhecida seja a do padre católico Thomas Byles, que, por duas vezes, recusou a oportunidade de entrar num bote salva vidas e decidiu ficar no Titanic a tratar de mortos e a confessar tripulantes que acabariam por morrer, tal como aconteceu com o próprio.

Apesar das falhas do seu sistema TSF, Marconi viu, uma vez mais, a sua reputação subir porque foram salvas cerca de 700 pessoas, aproximadamente 1/3 das pessoas a bordo, quando sem TSF não seriam

luxury White Star Line ships: Olympic, Gigantic and Titanic. In particular, Titanic, see model in Fig. 6, was built with the most advanced technology (state of the art) and a stunning luxury for the time.

In the inaugural trip (and unfortunately the last one) the tickets were extremely expensive: the price in the Parlow suites was around \$400 US dollars (\$115000 at current exchange rate). It was usual for ships to have their wireless systems turned off during the night. Priority was given to the economic exploitation of sending messages from wealthy passengers to relatives on land. The Titanic captain had been warned by wireless telegraphy of drifting icebergs at sea, but it was believed that the Titanic was "bulletproof".

In the fog, when they spotted the giant iceberg with which Titanic would collide, there was some delay in the reversal maneuver and the collision was inevitable. It happened around 11:40 p.m. on April 14, 1912.

Titanic was equipped with very powerful water extraction pumps to be used in case of shipwreck, with a capacity of 500 l/s, but the damage to the hull of Titanic was so great that experts estimated that the pumps would need a capacity 15 times greater to prevent the ship from sinking.

Titanic took a little over two and a half hours to sink, but only around 0:05 a.m. on April 15 the ship was reported lost and people were awakened. From then on, Bride and Phillips, 2 radio telegraphers, started repeatedly calling for help through telegraphy messages using the CQD code, registered as Marconi's property.

After the failure to get answers to the successive distress messages, Bride ordered, at 1:15 am, that the SOS distress call (used by all companies except Marconi) be sent. Several ships responded, but it was the RMS Carpathia, which was closer, about 90 km, that first arrived at the Titanic, around 4 a.m. At 2:05 am, the radio telegraphers were relieved of their duties, because Titanic was almost sunk and the wireless telegraphy system no longer worked.



Fig. 6 – Modelo recente do Titanic / *Recent model of Titanic.*

socorridos e, muito provavelmente, não haveria sobreviventes. Os desastres dos navios Republic e Titanic proporcionaram a Marconi o prestígio e o reconhecimento mundial pelo salvamento de muitas vidas humanas.

O desastre do Titanic provocou uma revisão muito apertada das normas de segurança marítima em várias áreas. Em 1914, foi estabelecida a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS). Na TSF passou a ser obrigatório usar códigos Morse definidos para vários tipos de informação, além da obrigação da partilha de informação de obstáculos e condições no mar por todos os navios. Todos os sistemas de TSF dos vários fabricantes passaram a ter de ser compatíveis, ideia que não agradava a Marconi pois sempre procurou obter exclusividade dos seus equipamentos nos contratos de comunicações que fazia.

O naufrágio do “inaufragável” Titanic tornou-se num acontecimento mediático mundial. O Titanic foi objeto de várias explorações submarinas, nas quais se recolheram milhares de objetos do local do naufrágio. Foram feitos vários filmes e construídos vários Museus e ainda hoje [há leilões de peças](#) e [venda de objetos](#) retirados do Titanic,.

O Museu [Titanic Belfast](#) foi criado em 2012 exatamente no local onde o Titanic tinha sido construído. Em 2006, foram criados o Museu [Titanic Branson](#) (Branson, EUA) e, em 2010, o museu [Titanic Pigeon Forge](#) (Tennessee, EUA). Têm sido feitas varias exposições itinerantes de objetos retirados do Titanic . No Hotel Luxor em Las Vegas, existe uma exposição de algumas centenas de objetos originais provenientes do Titanic, onde está incluindo um pedaço gigante do casco do navio. Apesar de não ser possível fotografar esses objetos, algumas imagens tem sido disponibilizadas na internet. Existem exposições que circulam pelo mundo transformando a história do Titanic num negócio lucrativo.

No cinema, o drama do naufrágio do Titanic foi explorado já por 19 filmes. O mais conhecido, o filme Titanic, foi realizado em 1997 por James Cameron.



Auscultador usado por Marconi em Newfoundland, 1901, na primeira comunicação transatlântica / [Headphone used by Marconi in Newfoundland , 1901, to receive first transatlantic communication.](#)
©MHS, Oxford.

There are many stories of heroism concerning Titanic's passengers, but perhaps the most referred to is about the Catholic priest Thomas Byles, who twice refused the opportunity to get on a lifeboat and decided to stay aboard to deal with the dead and perform confession to crew members who would end up dying, just like he did.

Despite the flaws of his wireless transmission system, Marconi saw, once again, his reputation rise, because around 700 people (approximately 1/3 of the passengers) were saved. In fact, without wireless telegraphy they would not be rescued and, most likely, there would be no survivors. The disasters of the ships Republic and Titanic gave Marconi the prestige and worldwide recognition for saving many human lives.

The Titanic disaster caused a very tight revision of maritime safety standards in several areas. In 1914, the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) was established. In the telegraphy wireless communication it became mandatory to use Morse codes defined for various types of information, in addition to the obligation to share information on obstacles and conditions at sea by all ships. All the wireless telegraphy systems of the diverse manufacturers had to be compatible. This procedure rule did not please Marconi, because he always tried to obtain exclusivity for its equipment in the communications contracts he made.

The wreck of the "un-wreckable" Titanic has become a worldwide media event. Titanic was the object of several underwater explorations, in which thousands of objects were collected from the wreck site. Several movies were made, several Museums were built and even today there are [auctions of pieces](#) and [sale of objects](#) taken from Titanic.

The [Titanic Belfast](#) Museum was created in 2012, exactly where the Titanic had been built. The [Titanic Branson Museum](#) (Branson, USA) and the [Titanic Pigeon Forge](#) Museum (Tennessee, USA) were inaugurated in 2006 and 2010, respectively. There have been several travelling exhibitions of objects taken from Titanic. At the Luxor Hotel in Las Vegas, there is an exhibition of a few hundred Titanic's original objects, including a giant piece of the ship's hull.

Este filme venceu 11 óscares, foi um dos filmes mais caros da história do cinema, embora também esteja entre os filmes mais rentáveis de sempre.

Ainda este ano, 2020, há um pedido controverso de autorização para uma [nova exploração do Titanic](#) para recuperar o telégrafo de Marconi, que se encontra no navio na sala de comunicações em estado de grande degradação.

Em 1912, Marconi inventou e patenteou o sistema que designou por “timed spark”, que lhe permitia gerar ondas contínuas de rádio frequência e reduzir interferências nas comunicações de TSF.

Marconi criou diversas escolas de formação de radiotelegrafistas em vários pontos do globo, onde formava operadores no manuseamento dos seus equipamentos e no treino de envio e receção de mensagens em código Morse, Fig. 7.

Marconi, o marinheiro

Em 1914, no início da 1ª guerra mundial, Marconi estava no Canadá mas regressou logo a Itália para se inscrever no serviço militar como voluntário e tentar ajudar a melhorar os serviços de comunicações da armada italiana. Foi-lhe atribuído o posto de capitão, mas, em 1916, foi nomeado comandante, tendo prestado vários serviços diplomáticos em representação do governo italiano. De facto, a TSF desempenhou um papel crucial na primeira guerra mundial.



Fig. 7 - Marconi Wireless School (New York, 1912)
Operadores a receberem mensagens vindas de navios /
Operators copying messages transmitted at sea.

Photo in Museu Faraday

Although it is not possible to photograph these objects, some images have been available on the internet. There are exhibitions that circulate around the world transforming the history of the Titanic into a profitable business.

In the cinema, the drama of the Titanic's wreck has already been explored by 19 films. The most known, Titanic, was directed by James Cameron in 1997. This film won 11 Oscars, was one of the most expensive films in the history of cinema, although it is also among the most profitable films ever made.

More recently, in 2020, there is a controversial authorization request for [recovering the Marconi telegraph](#) of Titanic, which is located at the communications room in a state of great degradation.

In 1912, Marconi invented and patented the system he called "timed spark", which allowed him to generate continuous radio frequency waves and to reduce interference in wireless communications.

Marconi created radiotelegraph training schools in various parts of the world, where he trained operators in the handling of his equipment and in sending/receiving messages in Morse code, Fig. 7.

Marconi, the sailor

In 1914, at the beginning of World War I, Marconi was in Canada, but he soon returned to Italy to volunteer for military service, trying to improve the Italian navy's communication services. He was given the post of captain, but, in 1916, he was appointed commander and provided various diplomatic services on behalf of the Italian government. Wireless Telegraphy Systems played indeed a key role during World War I.

In 1916 Marconi noticed the reflection of short waves in distant objects.

In 1919, after the defeat of Germany and their allies in World War I, Marconi was part of the Italian delegation that together with the allies Great Britain, France, USA and Japan signed the peace treaty in Paris.

During his military service, Marconi continued his experiments on wireless communications and ima-

Em 1916 Marconi apercebe-se da reflexão de ondas curtas em objetos distantes.

Em 1919, depois da derrota dos alemães e dos seus aliados na 1ª guerra mundial, Marconi fez parte da comitiva italiana que conjuntamente com os aliados Grã-Bretanha, França, EUA e Japão assinaram o tratado de paz em Paris.

Durante o período de serviço militar, Marconi continuou as suas experiências de TSF e imaginou um sistema de antenas que permitia concentrar a energia irradiada numa dada direção (feixe hertziano), reduzindo drasticamente o consumo de energia e as interferências provocadas nas estações de TSF vizinhas.

Ainda no ano de 1919, Marconi comprou o navio Elettra, Fig. 8, que na 1ª guerra mundial tinha sido requisitado pelos ingleses. Marconi modificou o navio, tornou-o muito luxuoso e instalou um excelente laboratório que lhe potenciou os seus desenvolvimentos futuros da TSF. Marconi viveria grande parte da sua vida neste magnífico laboratório flutuante.

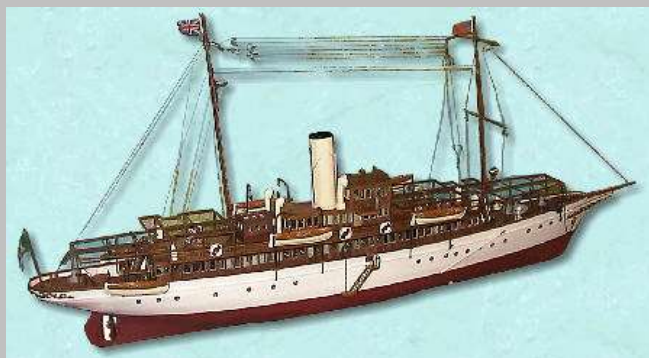


Fig. 8 - Modelo do Navio Elettra / Model of ship Elettra.

Em fevereiro de 1920, Marconi faz as primeiras transmissões de radiodifusão em Inglaterra a partir de Chelmsford. Em 15 de junho de 1920 [Marconi fez radiodifusão](#) da voz da cantora de ópera Dame Nellie Melba, Fig. 9.

Em 20 de junho de 1922, numa palestra na American Radio Engineers em Nova Iorque, tendo em conta os resultados experimentais que tinha, Marconi prevê o desenvolvimento do RADAR.

Em outubro de 1922, cinco das mais importantes companhias da Grã-Bretanha, Marconi Wireless Telegraph Co, Metropolitan Vickers Co, Western Electric Co, British Thomson-Houston Co, e Radio

gined a system of antennas that allowed him to concentrate the radiated energy in a given direction (Hertzian beam), which would drastically reduce energy consumption and the interference caused at nearby Wireless Telegraphy stations.

Still in 1919, Marconi bought the ship Elettra, Fig. 8, which in World War I had been taken by the British. Marconi modified the ship, made it very luxurious and installed an excellent laboratory that enhanced his future developments on wireless telegraphy. Marconi would live much of his life in this magnificent floating laboratory.

In February 1920, Marconi made the first broadcasts from Chelmsford in England. On June 15, 1920 Marconi [broadcast the voice](#) of opera singer Dame Nellie Melba, Fig. 9.

On June 20, 1922, at a lecture at American Radio Enginners in New York, in view of the experimental results he had, Marconi predicts the development of RADAR.



Fig. 9 - Dame Nellie Melba, Chelmsford, GB, Junho 1920. Marconi broadcasts the singer's performance / Marconi fez radiodifusão de atuação da cantora.

In October 1922, five of Britain's most important companies, Marconi Wireless Telegraph Co, Metropolitan Vickers Co, Western Electric Co, British Thomson - Houston Co, and Radio Communication Co. formed the British Broadcast Corporation (BBC), which would become a worldwide reference in broadcasting.

Due to the limitations concerning to the antenna dimensions that he could use in Elettra, Marconi

Communication Co. formaram a British Broadcast Corporation (BBC), que viria a ser uma referência mundial na área da radiodifusão.

Devido às limitações das dimensões das antenas que podia usar no Elletra, Marconi começou a trabalhar em ondas curtas (frequências acima de 2 MHz). Desta forma, Marconi desenvolveu o seu sistema de feixes hertzianos, fazendo ensaios entre a sua estação de Pohldu e o Elettra, em muitas viagens de ensaios realizadas no oceano Atlântico e no Mar Mediterrâneo.

Em 1926, o Governo Britânico contratou Marconi para construir a primeira ligação por feixe de rádio entre a Inglaterra e o Canadá.

Em 1930, Marconi construiu a primeira rede de estações de telegrafia sem fio, associando numa cadeia várias estações relé colocadas em diferentes pontos do globo, o que lhe permitiu fazer a primeira operação de controlo remoto por rádio a uma distância de 14.000 milhas, entre seu navio Elettra, ancorado em Gênova, e Sydney (Austrália). Marconi comandou remotamente as luzes da prefeitura de Sydney, Fig. 10. Foi uma conquista aclamada mundialmente.

Em 1930, o papa Pio XI encomendou a Marconi a realização de uma estação de rádio que viria a ser muito famosa- a Rádio Vaticano, que foi inaugurada em 12 de fevereiro de 1931, começando por fazer radiodifusão de mensagens e atividades católicas usando um emissor de 10 kW.

Em 1930, a bordo do navio Elletra, Marconi fez experiências com ondas ultra curtas que lhe permitiram navegar em condições de nevoeiro intenso, usando os sinais refletidos pelos obstáculos, sistema que ele apelidou de "blind navigation".

Marconi continuou a explorar este filão das ondas curtas de rádio e em 1931 já estava a trabalhar em ondas ultracurtas (micro-ondas). Em 1932 Marconi fez a primeira ligação telefónica mundial em micro-ondas entre o Vaticano e a residência do papa em Castel Gandolfo, a cerca de 30 km de distância.



Fig. 10 - Marconi comanda luzes a 14000 milhas de distância /
Marconi controls lights from 14000 miles away.

started working in short waves (frequencies above 2 MHz). In this way, Marconi developed his Hertzian beam system, making trials between his Pohldu station and Elettra, during many experimental trips in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea.

In 1926, the British government hired Marconi to build the first radio beam link between England and Canada.

In 1930, Marconi built the first network of wireless telegraphy stations, associating in a chain several relays placed in different points of the globe, which allowed him to make the first remote control operation through radio at a distance of 14000 miles, between his ship Elettra, anchored in Genoa, and Sydney (Australia). Marconi remotely commanded the lights of the Sydney Town Hall, Fig. 10. It was a worldwide acclaimed achievement.

In 1930, Pope Pius XI commissioned Marconi to create a very famous radio station - Vatican Radio, which was inaugurated on February 12, 1931, beginning by broadcasting Catholic messages and activities using a 10 kW transmitter.

In 1930, aboard the ship Elletra, Marconi experimented with ultra-short waves that allowed him to navigate in heavy fog conditions, using the signals reflected by the obstacles, a system he called "blind navigation".

Marconi continued to explore this lode of short radio waves and, in 1931, he was already working on ultra-short (microwave) waves. In 1932, Marconi made the world's first microwave telephone connection between the Vatican and the Pope's residence in Castel Gandolfo, about 30 km away.

In 1932, Marconi made a demonstration of the "blind navigation" system to the English Admiral Sir Henry Jackson, who immediately approved the device patented by Marconi and which would give rise to the RADAR system used by the British in World War II.

Curiously, Marconi started his work with Righi in ultra-short waves, but aiming at an increase of the transmission range, he increased the size of the antennas and started working in long waves (very low frequencies).

Marconi only got the transatlantic transmission with

Em 1932, Marconi fez uma demonstração do sistema “blind navigation” ao Almirante inglês Sir Henry Jackson, que imediatamente aprovou o dispositivo patenteado por Marconi e que viria a dar origem ao sistema de RADAR usado pelos ingleses na 2ª guerra Mundial.

Não deixa de ser curioso que Marconi tenha começado os seus trabalhos com Righi em ondas ultra curtas mas que na sua ideia de aumentar o alcance, tenha aumentado a dimensão das antenas e tenha começado a trabalhar em ondas longas (frequências muito baixas).

Marconi só conseguiu a transmissão transatlântica com frequências da ordem dos 200 kHz, mas em 1907 já estava a trabalhar com ondas ultralongas (45 kHz).

Marconi costumava dizer: “foram-me copiando usando ondas cada vez mais longas, agora que estou a ir para as ondas ultra curtas, estão novamente a seguir os meus passos”.

Em dezembro de 1935, o governo britânico encomendou a Marconi o projeto de antenas de cortina para usar no sistema de RADAR. A eletrónica foi projetada pelas empresas Metropolitan Vicker e A.C. Cossor Ltd. Em maio de 1937 foram criados mais 20 sistemas de RADAR. Estes sistemas viriam a ter uma importância enorme na 2ª guerra mundial.

Em 1936, Marconi desenvolveu um projeto secreto de retirar ouro do mar em Santa Margherita Ligure, usando ondas de rádio. A bordo do seu Elletra construiu uma experiência que teve resultados imediatos. Segundo relatos da sua esposa Maria Cristina, [\[Beloved\]](#), o laboratório onde fez as experiências com novos instrumentos era um verdadeiro caos. Marconi, que sempre foi muito **organizado, teria dito a Maria Cristina: “Dont worry, there is order in my disorder”.** Marconi morreu subitamente vítima de um ataque cardíaco em 1937 e não teve tempo de mostrar os resultados obtidos na exploração do ouro.

Marconi inventor da Rádio?

A rádio foi desenvolvida por muitos cientistas e inventores e não há propriamente um inventor da Rádio. Houve muitos conflitos entre Marconi e seus concorrentes, nomeadamente Marconi-Tesla, Marconi-Lodge, Marconi-Forest, etc.

frequencies around 200 kHz, but in 1907 he was already working with ultra-long waves (45 kHz). Marconi used to say: “they copied me using longer and longer waves, now that I am going to the ultra-short waves, they are following my steps again”.

In December 1935, the British government commissioned Marconi to design curtain antennas for use in the RADAR system. The electronics were designed by Metropolitan Vicker and A.C. Cossor Ltd. In May 1937, another 20 RADAR systems were created. These systems would come to be of enormous importance in the 2nd world war.

In 1936, Marconi developed a secret project to remove gold from the sea at Santa Margherita Ligure, using radio waves. Aboard Elletra, he built an experiment that had immediate results. According to reports by his wife Maria Cristina, [\[Beloved\]](#), the laboratory where he experimented with new instruments was a real chaos. According to the same source, Marconi, who was always very organized, would have told to Maria Cristina: “Don’t worry, there is order in my disorder”. Marconi died suddenly of a heart attack in 1937 and had no time to show the results to the world.

Marconi inventor of Radio?

Radio was developed by many scientists and inventors and there is not exactly one radio inventor. There have been many conflicts between Marconi and his competitors, namely Marconi-Tesla, Marconi-Lodge, Marconi-Forest, etc.

The main conflict was between Marconi and Nikola Tesla. In 1884, Nikola Tesla invented and demonstrated the long-distance transmission of signals through his induction coil, or resonant transformer consisting of two coils, one that worked as an emitter and the other as a receiver. In 1893, Tesla demonstrated in practice a wireless telegraphy transmission system. In 1895, Tesla built a system to transmit radio signals 50 km away, but a fire in his laboratory destroyed the experiment.

Marconi began his work in 1896 based on the experience of Righi, his neighbor, and the works of Hertz and Branly. He quickly managed to communicate till distances of a few kilometers transmitting and receiving messages in Morse code.



1899 – Marconi - ressonante circuito do 1º emissor
/ Marconi resonant circuit of 1st emitter.

©MHS, Oxford

O conflito principal foi entre Marconi e Tesla. Em 1884, Nikola Tesla inventou e demonstrou a transmissão de sinais à distância através da sua bobina de indução, ou transformador ressonante constituído por duas bobinas, uma que funcionava como emissor e outra como recetor. Em 1893, Tesla fez a demonstração prática de um sistema de transmissão de telegrafia sem fios. Em 1895, Tesla construiu um sistema para transmitir sinais de rádio a 50 km de distância, mas um incêndio no seu laboratório destruiu a experiência.

Marconi começou os seus trabalhos em 1896 baseado na experiência de Righi, seu vizinho, e nos trabalhos de Hertz e de Branly. Rapidamente conseguiu distâncias de comunicação de alguns quilómetros transmitindo e recebendo mensagens em código Morse.

Em 1896, Marconi registou a sua primeira patente em Inglaterra e em 1897, Tesla registou a primeira patente de controlo remoto de um pequeno barco através de sinais de rádio.

As patentes de Marconi inicialmente não foram aceites nos EUA por já haver trabalhos similares patenteados por Tesla. Mais tarde Marconi conseguiu dar a volta ao problema e aprovar as suas patentes nos EUA. Tesla nunca se sentiu incomodado por Marconi usar algumas das suas ideias, mas ficou furioso quando o prémio Nobel foi atribuído a Marconi em 1909.

Tesla desenvolveu então ações nos tribunais contra Marconi pelo uso das suas patentes, mas não teve força económica para processar uma grande organização como já era a Marconi Company. Só depois da morte de Tesla, em 1943, o Supremo Tribunal dos EUA confirmou a autoria da invenção da rádio a Tesla e a Lodge e anulou as patentes anteriores de Marconi sobre sistemas previamente desenvolvidos por Tesla.

O mesmo aconteceu com Lee de Forest, que na sua **autobiografia se classifica como "Pai da Rádio"**, embora tendo também contribuições importantes na Televisão e no Cinema. Alexander Popov é também um dos maiores contribuintes para o desenvolvimento da rádio. Não há portanto um consenso sobre quem inventou a rádio, pois são inúmeras as contribuições feitas por muitos cientistas e inventores.



1860 - Impressora de Morse portuguesa / Portuguese Morse Printer.

[Ver / See](#)

Marconi began his work in 1896 based on the experience of Righi, his neighbor, and the works of Hertz and Branly. In 1896, Marconi registered his first patent in England and in 1897 Tesla registered the first patent for remote control from a small boat through radio signals.

Marconi's patents were initially not accepted in the USA because similar works were already patented by Tesla. Later, Marconi managed to turn the problem around and approved his patents in the USA. Tesla was never bothered by Marconi's use of some of his ideas, but was furious when the Nobel Prize was awarded to Marconi in 1909.

Tesla then took legal action against Marconi for the use of his patents, but had no economic means to sue a large organization as Marconi Company. Only after Tesla's death in 1943 did the USA Supreme Court confirm the invention of the radio to Tesla and Lodge and annuls Marconi's earlier patents on systems previously developed by Tesla.

The same happened with Lee de Forest, who in his autobiography is classified as the "Father of Radio", although he also had important contributions in television and cinema. Alexander Popov is also one of the greatest contributors to the development of radio. In fact, there is no consensus on who invented radio, as there are countless contributions made by many scientists and inventors.

But there is a certainty that no one has doubts: among all, Marconi, with his tenacity and creativity, has made the biggest effort to make the use of radio practical and regular.

Marconi Superstar

Marconi's accomplishments quickly spread the world through radio news, newspapers, etc. Everywhere he stopped, Marconi was welcomed by kings, presidents, and diplomats in ceremonies in his honor. He received international awards, including honorary doctorates at several universities, namely Columbia (New York), where he taught a professor and scientist who revolutionized modern radio: Edwin Howard Armstrong. Marconi was in Portugal five times: in 1902, on a ship, although he did not disembark. In 1912, 1920, 1922 and 1929, he had talks with Portuguese entities, Fig. 11.

Há porém uma certeza de que ninguém tem dúvidas: Marconi, com a sua tenacidade e criatividade foi quem mais se esforçou para tornar prática a utilização da rádio na sociedade.

Marconi Superestrela

Os feitos de Marconi corriam rapidamente o mundo através de notícias de rádio, jornais etc. Em cada sítio onde parava, Marconi era recebido por reis, presidentes e diplomatas, com cerimónias em sua de homenagem. Teve prémios internacionais, incluindo doutoramentos honoris causa em várias universidades, nomeadamente a de Columbia (Nova Iorque), onde lecionou um professor e cientista que revolucionou a rádio moderna: Edwin Howard Armstrong.

Marconi esteve em Portugal por cinco vezes: uma, em 1902, num navio, embora não tenha desembarcado; as restantes foram em 1912, 1920, 1922 e 1929, em que teve conversações com entidades portuguesas, Fig. 11.



Fig. 11 - 1912- Marconi no Rossio, Lisboa / *Marconi in Rossio, Lisboa.*

Marconi estava em Madrid quando foi convidado para visitar Lisboa pelo Dr. Bernardino Machado, Presidente da Sociedade Portuguesa de Geografia. Foi recebido no dia 22 de maio de 1912 pelo Presidente da República Portuguesa e de forma entusiástica por populares. Nos dois dias que esteve em Portugal, Marconi visitou locais icónicos portugueses e iniciaram-se estudos para fazer estações de comunicação por TSF entre Portugal, Açores, Madeira e Cabo Verde. Nas vezes seguintes, voltou a Lisboa a bordo do seu navio Elletra. Em 1922, negociou a exclusividade de contrato das transmissões de TSF e lançou as bases para a construção da Companhia Portuguesa Radio Marconi, que se estabeleceria em 1925.

Marconi desempenhou cargos de diplomacia ao serviço de Itália. Em 1927, como senador italiano foi recebido nos EUA pelo Presidente Coolidge para tratar de negócios entre a Itália e os EUA, Fig.12.

Marconi was in Madrid when he was invited to visit Lisbon by Dr Bernardino Machado, President of the Portuguese Geographical Society. He was received on May 22, 1912 by the President of the Portuguese Republic and was enthusiastically received by the people. During his two days in Portugal, Marconi visited Lisbon and began studies to make Wireless Telegraphy communication stations between Portugal, Azores Madeira and Cape Verde. On the following occasions, he returned to Lisbon aboard his Elletra. In 1922, he negotiated the exclusive contract for wireless transmissions and laid the foundations for the construction of the Portuguese Radio Marconi Company, which would be established in 1925.

Marconi held positions of Italy 'diplomacy. In 1927, as an Italian senator, he was received in USA by President Coolidge to handle business between Italy and USA, Fig. 12.



Fig. 12- *President Coolidge, princess Maria Cristina and Marconi / Presidente Coolidge, princesa Maria Cristina and Marconi.*

Photo in Museu Faraday

Em 1933, Marconi e a esposa, Princesa Maria Cristina, fizeram uma extensa viagem marítima por vários continentes. Onde quer que chegasse, Marconi era sempre recebido como uma superestrela.

Na sua passagem pelos EUA, Marconi foi recebido pelo presidente Roosevelt, que o brindou com um jantar de honra e que aconselhou Marconi a visitar a Califórnia, tendo colocando um comboio especial à sua ordem. Marconi, juntamente com a esposa, fez uma visita de cinco dias pelo território dos EUA. No congresso dos EUA, Marconi fez um discurso simples sobre a TSF, tendo sido entusiasticamente louvado e aplaudido por todos os congressistas.

Em Hollywood, Marconi ficou muito honrado com o convite feito por Mary Pickford, considerada a maior atriz de cinema de todos os tempos, para uma visita a sua casa. A diva do cinema mudo recebeu Marconi e a esposa, junto dos seus amigos Charlie Chaplin e Paulette Goddard, Fig.13.

Já nos anos 70, Maria Cristina e a filha Elletra receberam o astronauta americano Neil Armstrong que fez questão de elogiar o legado de Marconi: **"Grace to your husband, I have landed on the moon"**.

In 1933, Marconi and his wife, Princess Maria Cristina, made a long voyage through several continents. Wherever he arrived, Marconi was always welcomed as a superstar.

In his passage through USA, Marconi was received by President Roosevelt, who hosted him a dinner of honor and who advised Marconi to visit California, having put a special train to his order. Marconi, along with his wife, did a five-day visit to the US territory. In the US Congress, Marconi gave a simple speech about wireless telegraphy and was enthusiastically praised and applauded by all the congressmen.

In Hollywood, Marconi felt much honored with the invitation made by Mary Pickford, considered the greatest movie actress of all times, to a visit to her home. The silent film diva received Marconi and his wife with her friends Charlie Chaplin and Paulette Goddard, Fig. 13.

Already in the 1970s, Maria Cristina and her daughter Elletra received the American astronaut Neil Armstrong who made a point of praising Marconi's legacy: "Grace to your husband, I could have landed on the moon".

Fig. 13 - Paulette Godard, Charlie Chaplin, Princess Maria Cristina, Marconi e/ and Mary Pickford.



Moisés Piedade
 Prof. IST (aposentado)
 Investigador do INESC - ID.



Experiências com cristais inspiradas pelas conchas do mar/
Experiments with crystals inspired by sea shells.

[Artigo completo](#)

Sempre tive uma grande ligação ao mar, talvez porque nasci e cresci junto à costa, o que sem dúvida marcou a minha infância e adolescência. O que nele mais me encanta é a sua diversidade e constante mutação: além do óbvio prazer de relaxar ao sol e de nadar, adoro partir à descoberta dos seres que o habitam, das rochas, conchas, minerais e resíduos metálicos corroídos devolvidos às praias e que aos meus olhos mais parecem obras de arte esculpidas pela Natureza.

Nesse regresso à infância, passada junto ao Rio Minho, às praias de Moledo e à Ínsua, redescubro com prazer os seres que se escondem nas rochas, os peixes, crustáceos, algas e anêmonas. Penso que tudo o que vi potenciou o meu sentido estético e isso refletiu-se no meu trabalho de divulgação científica, muito marcado por essa tendência - descobrir a beleza na Química e ligá-la ao que convencionalmente se designa por Arte.

Foi em grande parte nas suas praias e zonas rochosas que encontrei os materiais necessários ao crescimento de cristais inorgânicos por nucleação **heterogénea, o método designado por "On the Rocks"**: muitos compostos químicos, principalmente os inorgânicos, em soluções aquosas sobressaturadas, têm o crescimento dos seus cristais estimulado por superfícies rugosas, como as que se podem encontrar nas rochas, conchas e metais achados nas praias.

Os suportes que se introduzem nas soluções proporcionam, com as suas irregularidades, pontos de abrigo para os núcleos cristalinos, aumentando a velocidade do seu crescimento. Mas também podem reagir com as soluções, numa espécie de atração química, competindo com o processo principal e formando fases com composições químicas diversas. Essas reações e interações constituem um desafio de



Poderá a Química ligar-se à Arte?
Can Chemistry connect to Art?

I've always had a great connection with the sea, maybe because I was born and grew up by the coast, which no doubt marked my childhood and adolescence. What charms me most about it is its diversity and constant mutation: beyond the obvious pleasure of relaxing in the sun and swimming, I love to discover the beings that inhabit it, the rocks, shells, minerals and corroded metallic waste returned to the sea sands and that to my eyes look more like works of art sculpted by Nature.

In this return to childhood, spent by the Minho River, the beaches of Moledo and the Ínsua, I rediscover with pleasure the beings that hide in the rocks, the fish, crustaceans, algae and anemones. I think that everything I experienced then enhanced my aesthetic sense and this was reflected in my work of scientific dissemination, very marked by this trend - discovering beauty in chemistry and linking it to what is conventionally called Art.

It was largely on beaches and rocky areas that I found the necessary materials for the growth of inorganic crystals by heterogeneous nucleation, the method called "On the Rocks": many chemical compounds, mainly inorganic ones, in aqueous solutions, have the growth of their crystals stimulated by rough surfaces, such as those found in rocks, shells and metals on beaches.

The substrates that are introduced in the solutions provide, with their irregularities, shelter points for the crystalline nuclei, increasing the rate of their growth. But they can also react with the solutions, in a kind of chemical attraction, competing with the main process and forming phases with diverse chemical compositions. The reactions and interactions constitute a challenge of interpretation, very difficult and also extraordinarily creative, for their aesthetics and unpredictability, very close to the artistic process.

interpretação, por vezes muito difícil e extraordinariamente criativo, pela sua estética e imprevisibilidade, próxima do processo artístico.

Recordo-me de um passeio à beira mar, em Cacela, junto a um restaurante que involuntariamente cedeu o seu "lixo", as cascas das ostras e búzios que aí abundavam aleatoriamente empilhadas. Resolvi aproveitá-las e quimicamente transformá-las em pequenas esculturas insólitas, como a da Fig.1, com cristais multicolores, também para firmar a natureza química do conjunto, trabalhado pelo Homem, e que deixou de ser apenas um mineral biogénico, já que, recoberto de cristais tão grandes e coloridos, não aparece na Natureza.

Podem ver-se mais dois exemplos na Fig. 2, à esquerda, uma concha de coleção, toda ela coberta de uma finíssima camada verde resultante da mesma reação e, à direita, um Múrice nas mesmas condições. Nesta figura mostra-se ainda um cristal de sulfato de cobre tabular, obtido em caixa de Petri por evaporação isotérmica do solvente (água), em repouso, e posteriormente observado à lupa estereoscópica com uma ampliação de cerca de 10 vezes: a forma do recipiente onde se faz a cristalização influencia o hábito final, pois como é intuitivo, numa placa de Petri os cristais não dispõem de espaço para crescer em altura.

Depois de apanhar tantas conchas, arenitos e outras rochas nos passeios pela praia, e de os transformar em esculturas químicas, passa-se à fase do *design*, criando-se padrões decorativos para impressão (Fig. 3 e Fig. 4), construídos por simetrias de reflexão, translação e foto manipulação (rotação parcial), a partir de uma faixa da fotografia da Fig.1. No primeiro exemplo da Fig. 3, o motivo, uma faixa da fotografia, é repetido por simetria de translação, formando um friso.



Fig. 2- Cristais de sulfato de cobre pentahidratado numa concha à esquerda, e à direita, num múrice e numa outra concha. Pode observar-se ainda um cristal tabular ampliado 10 x / *Copper sulphate pentahydrate crystals in a shell (left) and in a Murex and another shell (right). A tabular crystal can also be seen amplified 10 x.*

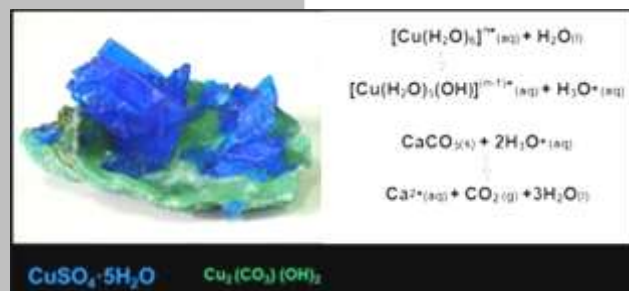


Fig. 1 - Copper sulphate pentahydrate, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ in oyster Shell / Sulfato de cobre pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ em casca de ostra.

I remember a walk by the sea, in Cacela, next to a restaurant that involuntarily gave up its "garbage", the shells of oysters and whelks that were randomly piled up there. I decided to take hold of them and chemically transform them into unusual small sculptures, like the one in Fig.1, with multicolored crystals, also to firm the chemical nature of the whole, worked by man, and which in a way ceased to be just a biogenic mineral since, covered by so large and colorful crystals, it does not appear in nature.

Two more examples can be seen in Fig. 2 with a collection shell, at left, all covered with a very thin green layer resulting from the same reaction, and at right, a Murex in the same conditions. This figure also shows a tabular copper sulphate crystal, obtained in a Petri dish by isothermal evaporation of the solvent (water), at rest, and later observed with a stereomicroscope with a magnification of about 10 x: the shape of the container where the crystallization is made influences the final habit, because, as it is intuitive, in a Petri dish the crystals do not have space to grow in height.

After picking up so many shells, sandstones and other rocks on the beach walks, and having transform them into chemical sculptures, we move on to the design phase, creating decorative patterns for printing (Fig. 3, Fig. 4), constructed by symmetries of reflection, translation and photo manipulation (partial rotation), from a stripe of the photograph in Fig. 1. In the first example of Fig. 3, the motif, a stripe from the photo, is repeated by symmetry of translation, forming a frieze.

Herculea
Bateria de Lítio Ajustável
Adjustable Lithium Battery
Museu Faraday



No segundo exemplo, esse friso é aumentado e duplicado, no terceiro exemplo sofre uma pequena rotação e corte e no quarto, é feita uma isometria por simetria de reflexão, formando uma espécie de "pinheiro". Este passa a ser então o motivo, que por simetria de translação permite obter a última composição gráfica da Fig. 3, e, por foto-manipulação, a composição gráfica da Fig. 4.

Estes padrões químicos têm sido largamente divulgados em Congressos, em exposições nas Escolas e nas redes sociais, fazendo parte do projeto "Artesãos do Século XXI", com óbvia ligação à Arte, Design e Simetria. A classificação das simetrias destes padrões poderá implicar uma colaboração com Professores de Matemática ou de Geologia, mais familiarizados com a nomenclatura em vigor para simetrias no plano em frisos, rosáceas e padrões, inseridas nos programas pré-universitários.



Fig. 4 - Composição gráfica construída a partir da fotografia do sulfato de cobre numa casca de ostra, por foto manipulação, simetrias de translação e reflexão sucessivas. /

Graphic composition built from the photograph of copper sulphate on an oyster shell, by photo manipulation, successive symmetries of translation and reflection.

Algumas substâncias revelaram um crescimento cristalino muito rápido em presença de determinados substratos, o que pode ser justificado por ligações por pontes de hidrogénio entre o soluto e o suporte.

Esse efeito aparece sobretudo nos sais hidratados, mas também em alguns compostos anidros como é o caso do ADP $(NH_4)H_2PO_4$, que também podem formar esse tipo de ligação (Fig. 5).

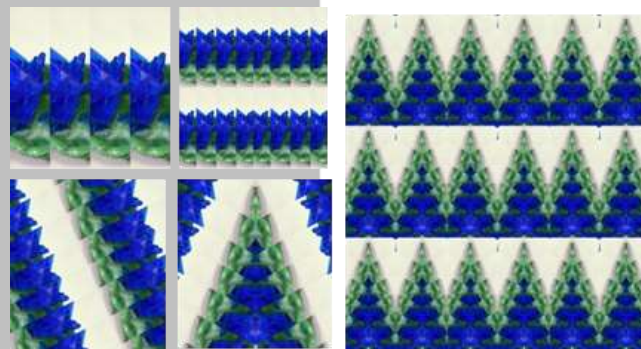


Fig. 3 - Design: chemical patterns built from the photo of copper sulphate on an oyster shell. The last pattern was inspired by Christmas trees and served as a Greetings card in 2019. /

Design: padrões químicos construídos a partir da fotografia do sulfato de cobre numa casca de ostra. O último padrão foi inspirado nas árvores de Natal e serviu de cartão de Boas Festas em 2019.

In the second example, this frieze is increased and duplicated, in the third example it suffers a small rotation and cut, and in the fourth, an isometry is made by symmetry of reflection, forming a kind of "pine tree". This then becomes the motif, which by symmetry of translation allows obtaining the last graphic composition of Fig. 3, and by photo-manipulation, the graphic composition of Fig. 4.

These chemical patterns have been widely disseminated in Congresses, in exhibitions in Schools and in social networks, being part of the project "Artisans of the 21st Century", with obvious connection to Art, Design and Symmetry. The classification of the symmetries of these patterns may imply a collaboration with Professors of Mathematics or Geology, more familiar with the used nomenclature for symmetries in friezes, roses, patterns and symmetries in the plane, inserted in pre-university programs.

Some substances showed very rapid crystal growth in the presence of certain substrates, which can be justified by hydrogen bridging between the solute and the substrate.

This effect appears mainly in hydrated salts but also in some anhydrous compounds (ADP, $(NH_4)H_2PO_4$) that can also form this type of bond (Fig. 5).



Museu Faraday
Volta Pile / Pilha de Volta.



Fig. 5 - ADP em arenito esculpido pelo mar, com hábito prisma + pirâmide tetragonal, imitação de quartzo hialino. Em baixo, imagem com lupa, fotomicrografia 10x e fichas de [Keith Enevoldsen](#). / *ADP in sandstone carved by the sea, with prism + tetragonal pyramid habit, imitation of hyaline quartz. Below, image obtained with a stereo microscope, 10x and [Keith Enevoldsen](#) Elements cards.*

Neste composto, a adição de catiões trivalentes de cromo, ferro e alumínio provoca a formação de cristais aciculares, por vezes da grossura de um cabelo (whiskers), enquanto que a adição de carbonatos ou a cristalização em arenitos e conchas com carbonato de cálcio na sua composição conduz ao hábito de prisma + pirâmide (Fig. 5).

Seguem-se outros exemplos de cristais "on the rocks" com conchas marinhas como substratos. O ADP pode ser colorido com corantes alimentares, por retenção de águas-mães da cristalização no cristal. Esta técnica é usada nos *kits* de crescimento de cristais para imitar minerais coloridos evitando substâncias nocivas. A Fig. 6 representa um exemplo deste procedimento com o corante Ponceau 4R.

Os múrices da Fig. 7 estão recobertos de cristais de sais de Tutton: os cristais vermelho-sangue são de sulfato de cobalto e amónio hexahidratado $(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Os cristais de tom esverdeado são de cobre com a mesma estequiometria.

Muito interessante ainda é o caso do sal de Rochelle, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, tartarato de sódio e potássio tetra hidratado, o qual forma cristais enormes em cascas de ostras (Fig. 8).

In this compound, the addition of trivalent cations of chrome, iron and aluminum causes the formation of acicular crystals, sometimes the thickness of a hair (whiskers), while the addition of carbonates or crystallization in sandstones and shells with calcium carbonate in its composition leads to the habit of prism + pyramid (Fig. 5).



Fig. 6 - ADP cristalizado numa concha de Múrice com um hábito característico de prisma/pirâmide. / *ADP cristalizado numa concha de Múrice com um hábito característico de prisma/pirâmide.*

Here are included other examples of crystals "on the rocks" with sea shells as substrate. The ADP can be colored with food colorants, by retaining the mother waters of crystallization in the crystal. This technique is used in crystal growth kits to imitate colored minerals avoiding harmful substances. Fig.6 represents an example of this procedure with the dye Ponceau 4R.

The Murex shells in Fig. 7 are covered with Tutton salt crystals: the blood-red crystals are cobalt ammonium sulphate hexahydrate $(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. The greenish tone crystals are of copper with the same stoichiometry.

Very interesting is still the case of Rochelle salt, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, potassium sodium tartrate tetrahydrate, which forms huge crystals in oyster shells (Fig. 8).

These crystals, from the orthorhombic system, are not harmful, are also sensitive to crystalline habit modifiers (addition of copper sulphate) and have piezoelectricity, apart from having optical properties of technological interest.



Fig. 7 - Múrices com cristais de sais de Tutton / *Murex shells with Tutton salt crystals.*

Estes cristais, do sistema ortorrômbico, não são nocivos, são também sensíveis a modificadores do hábito cristalino (adição de sulfato de cobre) e apresentam piezoelectricidade, além de também possuírem propriedades óticas de interesse tecnológico.

A partir de 2012/13, através do Facebook conheci artistas de renome internacional, cujas obras poderiam fazer a ponte para os meus trabalhos científicos. Assim se concretizou o projeto de *Ciência e Arte* com os pintores holandeses Poen de Wijs (1948-2014, agora a título póstumo) e Jantina Peperkamp, com os quais tenho várias publicações e apresentações em congressos.

Ao pensar no mar, não posso deixar de citar a obra *Mare Incognito* de Dino Valls, o cirurgião espanhol que trocou o bisturi pelos pincéis, e outras obras suas ligadas a coleções museológicas: *Colletio*, *Dies Irae*, *Nevus*, *Patient*, etc. Posso ainda citar os trabalhos de geometria, arte e simetria de Rafael Araujo, onde abundam os Múrices.

Finalizo, com a minha escolha de três exemplos como "pontes" entre a Arte e a Ciência. No meu caso, na área da Química.



Fig. 8 - Potassium Sodium tartrate tetrahydrate, in oyster shell. / Tartarato de sódio e potássio tetrahidratado, em casca de ostra.

From 2012/13, through Facebook I met internationally renowned artists whose works could bridge my scientific works. This is how the science and art project with the Dutch painters Poen de Wijs (1948-2014, now posthumously) and Jantina Peperkamp came about, with whom I co-authored various publications and conference presentations.

*When thinking about the sea, I can't help but mention the work *Mare Incognito* by Dino Valls, the Spanish surgeon who switched the scalpel for the brushes, and other of his works inspired by museum collections: *Colletio*, *Dies Irae*, *Nevus*, *Patient*, etc. I can also mention the geometry, art and symmetry works of Rafael Araujo, where the Murex shells abound.*

I conclude with my choice of three examples as "bridges" between Art and Science, in my case, in the area of chemistry.



Museu Faraday

Pilha de Grenet / *Grenet Pile*

A minha primeira escolha recai sobre um quadro a óleo de 1998 de Poen de Wijs que, penso, faz um historial do mar ao longo dos tempos, das conchas aos barcos e porta-aviões. Corresponde a uma parte da pintura "The Story of the Sea", que está representada na Fig. 9.



Fig. 9 - À esquerda, uma casca de ostra usada como suporte para cristais do sal de Tutton de cobalto. À direita pode ver-se um pormenor da obra de Poen de Wijs "The Story of the Sea" / *On the left, an oyster shell used as a substrate for crystals of cobalt Tutton salt. On the right you can see a detail of Poen de Wijs's work "The Story of the Sea".*

Num 2º exemplo (Fig. 10) pode ver-se uma menina segurando um búzio para ouvir o mar no quadro *Água* de Poen de Wijs da série, "Os Quatro Elementos", *Água, Terra, Fogo e Ar*. Para finalizar escolhi um múrice de um sal de Tutton de magnésio, sulfato de magnésio e amónio hexahidratado, do sistema monoclinico, em exibição numa vitrina no DEQ/IST (Fig. 11).

Numa lista infinda de opções, considerei como denominadores comuns o Mar, as conchas e a Química presente em elementos existentes na composição da água do mar (sais de magnésio e de potássio). Mas outras saídas seriam possíveis, tendo em conta as múltiplas perspetivas de observação ou as diferentes direções que tomasse para atravessar as fronteiras cada vez mais ténues, embora muito polémicas, entre a Arte e a Ciência.

Agradecimentos

Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, Centro de Química Estrutural – Project UIOB/00100/2020.

Clementina Teixeira - clementina@tecnico.ulisboa.pt, [Web](#)
Profª. IST (aposentada)
Centro de Química Estrutural e Departamento de Engenharia Química, [Instituto Superior Técnico](#), [Universidade de Lisboa](#),

My first choice falls on a 1998 oil painting by Poen de Wijs that, I think, traces the history of the sea through time, from shells to boats and aircraft carriers. It corresponds to a part of the painting "The Story of the Sea", which is represented in Fig. 9.

In a second example (Fig. 10) you can see a girl holding a conch to hear the sea in the picture Water, from the series, "The Four Elements", Water, Earth, Fire and Air by Poen de Wijs. To finish I chose a Murex of a Tutton salt of magnesium, magnesium ammonium sulfate hexahydrate, monoclinic system, in exhibition in a display case in DEQ/IST (Fig. 11).



Fig. 10 - Poen de Wijs: *The Four Elements Collection, Water* / Poen de Wijs, coleção: Os Quatro Elementos, Água.



Fig. 11 - Tutton salt, magnesium ammonium sulphate hexahydrate, in Murex / Sal de Tutton, sulfato de magnésio e amónio hexahidratado em múrice, isoestrutural do sal de magnésio-potássio que pode ter origem no mar.

Entreabertos / *Half-opened*

servicoeducativomuseus@tecnico.ulisboa.pt.

Foi com satisfação que reabrimos o Museu Faraday (MF) no passado dia 19 de outubro. Devido à evolução da pandemia COVID-19, e com o desejo de garantir uma visita agradável, os Museus do Técnico puseram em prática um conjunto de medidas para que se desfrute de uma visita em segurança. Foi elaborado um protocolo respeitando as orientações da Direção-Geral da Saúde (028 / 2020), as diretrizes emanadas pelo ICOM e ICOM Portugal e o plano de prevenção e atuação face à COVID 19 do Instituto Superior Técnico.

Para cumprimento da norma de lotação máxima dos espaços expositivos (cinco pessoas/ 100 m²), o Museu Faraday tem a sua lotação limitada a oito pessoas. As visitas deverão ser previamente marcadas de forma a evitar a concentração dos visitantes no mesmo período e serão agendadas através do email do Serviço Educativo dos Museus Estão desde já convidados a descobrir ou a visitar este espaço especial!

Depois da reabertura, os nossos primeiros visitantes foram os alunos da Professora Susana Cardoso de Freitas, do Departamento de Física do IST, uma vez que, no âmbito da sua unidade curricular (Nanotecnologias e Nanoeletrónica do Mestrado Bolonha em Bio-engenharia e Nanossistemas e do Mestrado Integrado em Engenharia Física e Tecnológica), foi solicitado aos alunos um trabalho de grupo com base num aparelho/equipamento do Museu Faraday.

No dia 18 de novembro celebrou-se o Dia Europeu do Património Académico de 2020. Para comemorar a data, a rede UNIVERSEUM convidou todos os museus associados e respetivas equipas, a selecionar objetos nas suas coleções e partilhar o significado que lhes atribuí nas redes sociais.

We are pleased that we have reopened the Faraday Museum (FM) last October 19. Due to the evolution of the COVID-19 pandemic, and with the aim of ensuring a pleasant and safe visit, the Museums of Instituto Superior Técnico (IST) have put into practice a set of measures. A protocol was drawn up following the guidelines of the Direção Geral de Saúde (028 / 2020), the guidelines issued by ICOM and ICOM Portugal and the Prevention and Action Plan for COVID 19 of IST.

In order to comply with the maximum capacity of the exhibition spaces (five visitors / 100 m²), visits to the FM are limited to eight people. The visits should be previously scheduled in order to avoid the concentration of visitors in the same period by using the e-mail of Serviço Educativo dos Museus. You are invited to discover or revisit this special space!

Fig. 1 – Universeum - Faraday Table exposing three German radios / Mesa Faraday com três rádios alemãs em exposição.



Num ano de mudanças sociais súbitas e drásticas, com grandes incertezas e distanciamento social, esta foi a forma escolhida pela UNIVERSEUM para manter os museus ligados entre si e com o público.



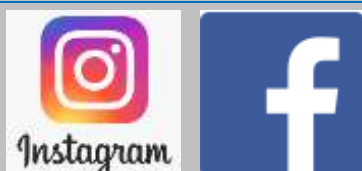
Fig. 2 – Universeum - Os rádios selecionados: OE333, VE301 e DKE38 (veja artigo sobre Radiodifusão neste jornal) / The selected radios: OE333, VE301 and DKE38 (see article on Broadcasting in this newsletter)

O repto lançado constituiu uma reflexão sobre como os recursos individuais podem ser desligados do seu contexto habitual, serem reinventados e vistos como exemplos da criatividade do homem para fazer face aos perigos e crises.

O MF associou-se à iniciativa escolhendo três rádios da sua coleção que, em distintos momentos do século passado, foram exemplos de uma resposta da comunidade científica para vencer períodos de grande tensão e crise (1ª guerra mundial, gripe espanhola, grande depressão, 2ª guerra mundial). Os objetos, que indubitavelmente fazem parte da História da Rádio do século XX, estiveram patentes ao público no corredor que dá acesso ao MF, tendo sido feito um pequeno filme sobre a exposição que foi disponibilizado nas redes sociais.

Com previsões de períodos de grande instabilidade para os próximos tempos, ao navegar na net, reserve alguns momentos da sua viagem para algumas paragens. Aproveite então para ver ao vivo, com todas as normas de segurança garantidas, as inúmeras surpresas que o MF lhe reserva para o ano que vai entrar.

servicoeducativomuseus@tecnico.ulisboa.pt.



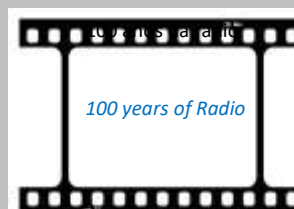
After the reopening, our first visitors were the students of Professor Susana Cardoso de Freitas, from the Physics Department of IST. For her curricular unit (Nanotechnologies and Nanoelectronics from the Bologna Master in Bioengineering and Nanosystems and the Integrated Master in Physics and Technology Engineering), the students were asked to present a case study based on a device/equipment belonging to FM.

On the 18th of November was celebrated the European Academic Heritage Day 2020. To celebrate the date, the UNIVERSEUM network invited all associated museums and their teams, to select objects from their collections and share the meaning it attributes to them in social networks. In a year of sudden and drastic social changes, with great uncertainties and social distance, this was the way chosen by UNIVERSEUM to keep museums connected with each other and with the public. The challenge was a reflection on how individual resources can be detached from their usual context, being reinvented and seen as examples of man's creativity to face dangers and crises.

FM joined the initiative by choosing three radios from its collection that at different times of the last century were examples of a response by the scientific community to overcome periods of great tension and crisis (World War I, Spanish flu, great depression, World War II). The objects, which are undoubtedly part of the History of Radio of the twentieth century, were shown to the public in the hallway to the museum. A short film about the exhibition was made to become available on social networks.

Foreseeing periods of great instability for the next future, we advise to take some time when surfing the net, and enjoy the opportunity to see, with all the safety standards guaranteed, the numerous surprises that FM has for you in 2021.

Films / Filmes



Natália Rocha
Serviço Educativo dos Museus do IST

FARADAYnews

QUEM SOMOS / WHO WE ARE

Faraday News (FN) é um jornal, de carácter generalista, que versa sobre vários tópicos ligados à Museologia, Ciência/Tecnologia e Artes, com referência às diversas atividades desenvolvidas no Museu: visitas guiadas, exposições, demonstrações, etc.

Faraday News (FN) is a journal of a general nature that deals with various topics related to Museology, Science/Technology and Arts, with reference to the various activities developed at the Museum: tours, exhibitions, demonstrations, etc.

CONTEÚDO / SUMMARY

Editorial:

Fazer da interrupção um passo de dança

From the interruption making a dance step

Carlos Fernandes, Moisés Piedade

Biografia / Biography:

Lee de Forest – Pai da Rádio / *Father of Radio*

Moisés Piedade, Carlos Fernandes

Olhar de Dentro / Looking from Inside:

Rádio De Forest D10/ *De Forest D10 Radio*

Moisés Piedade, Rui Louro

Artigo Técnico / Technical Article:

Radiodifusão – Uma Arma? / *Radio Broadcast – One Weapon?*

Moisés Piedade, Carlos Fernandes, Albano Santos

Artigo Técnico / Technical Article:

Marconi- O Nobel Salva Vidas /
Nobel Prize Save Lives

Moisés Piedade

Arte e Ciência / Art and Science:

Química e Arte- Experiências com conchas do Mar /
Chemistry and Art- Experiments with sea shells

Clementina Teixeira

Eventos/Events:

Entreabertos / *Half-Opened*

Natália Rocha

LINHA EDITORIAL / PUBLISHING LINE

Como revista generalista na área da Museologia, o FN tem um espectro largo, cobrindo vários domínios (Engenharia, Humanidades, Belas Artes, Informática e Ciências da Computação, Matemática, Física...). Procura, através da publicação de artigos de cariz teórico, experimental ou ensaístico, enquadrar múltiplas perspetivas e questões inerentes à observação do que nos rodeia e chegar a um público diversificado.

As a generalist newsletter in the field of Museology, FN has a broad spectrum, covering several domains (Engineering, Humanities, Fine Arts, Informatics and Computer Science, Mathematics, Physics...). With the publication of theoretical, experimental or essay articles, it aims at framing multiple perspectives and issues inherent to the observation of what surround us and thus reaching a diversified readership.

Moisés Piedade
Investigador INESC-ID
Prof. IST (aposentado)
Direção / Coordination/Edition



Carlos Fernandes
Investigador IT
Prof. IST (aposentado)
Direção / Coordination



Carlos Gouveia
Prof. FLUL
Revisão / Copy editing

