



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 Fessenden 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 Fessenden 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.

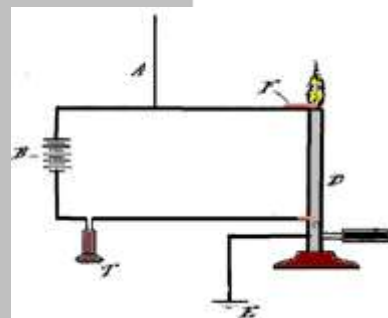


Fig. 4 – Flame radio detector /
Recetor de rádio com detetor de chama.

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.

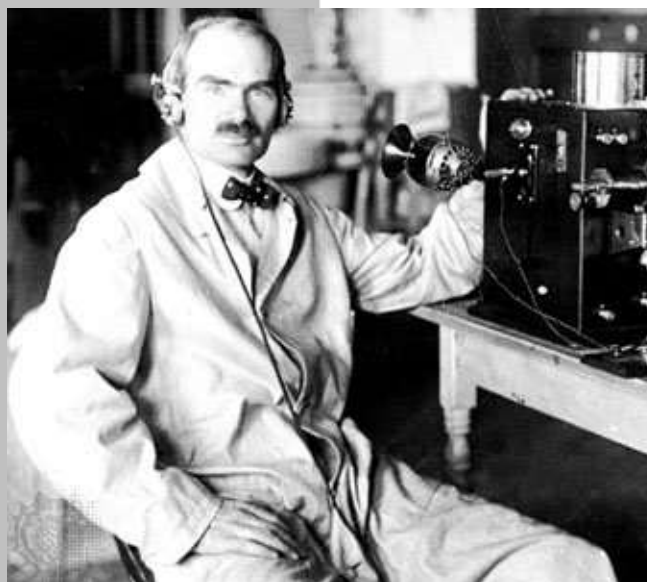


Fig. 6 – Forest and Radiophone (1907) / Forest e o Radiofone (1907).

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