



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

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.

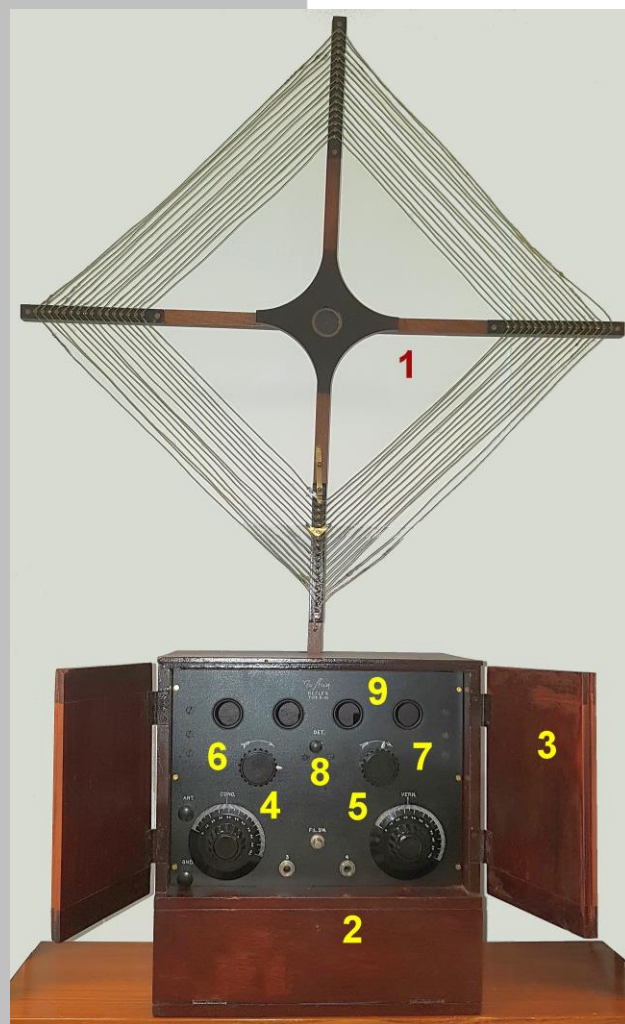


Fig. 1 – Radio De Forest D10
Antenna / Antena; 2, 3 Doors / Portas; 4, 5 Tuning / Sintonia; 6,7- Gain / Ganho; 8 - Detector / Detetor; 9- Cooling / Refrigeração.

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.

Kilocycles	Wavelength	Transformer Position		
		1	2	3
1350-750	222-400	4	3	1
1000-600	300-500	1	2	3
750-500	400-600	3	5	2

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.

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.

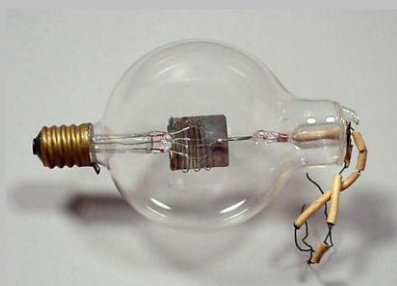
In the crisis that followed World War I, Forest had to sell many of his patent rights, notably to the company A.T.T. Co, but he preserved for himself the use of rights in the amateur radio market, the only one that existed with any meaning.

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, included A.T.T.Co.

This apparatus is manufactured under United States patents (dates below) and is sold and licensed for use only by the following classes of persons for the following purposes: (a) to amateurs for their own use; (b) to private users for communication between different offices or departments of their business; (c) to ship owners or ship companies for use on ships; (d) for the reception of broadcast news and music; (e) for the reproduction of words and music from telegraphone or graphophone records; but in no case is the apparatus sold or licensed for use to transmit or receive messages or establish communication for pay; and the manufacturer is not authorized to sell the apparatus to any purchaser except upon written agreement by the purchaser that neither the apparatus as a whole nor any part thereof shall be used in the commercial transmission or reception of messages for pay or by others than the original purchaser or for any purpose other than radio communication.

Patented 2-17-03; 10-11-04; 12-12-05; 1-15-07; 2-18-08; 4-7-08; 9-22-08; 12-20-10; 10-17-16; 8-26-19; 4-19-21; 6-10-21; 6-1-23. Other pats. pending.

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



Audion esférico / Spherical Audion.



Duplex

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

Prof. do IST (aposentado)

Investigador do INESC-ID

Rui Louro

Eng. de Telec. e Eletrónica

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.