

Duplex / Reflex Radio

O sistema Reflex ou Duplex é uma técnica que permite de reduzir o número de amplificadores eletrônicos fazendo com que o mesmo canal amplificador seja usado para processar dois sinais distintos, normalmente com frequências muito diferentes.

A primeira proposta do sistema duplex/reflex foi idealizada em 1914 pelos alemães Wilhelm Schloemilch e Otto von Bronk, autores da patente USA 1,087,892. Nesta patente pretende-se usar a mesma válvula amplificadora, usada num recetor de rádio, quer para os sinais de radiofrequência quer para os sinais de áudio.

Na figura seguinte, retirada desta patente, pode observar-se o caminho quer dos sinais de RF, representado a verde, quer o caminho dos sinais de áudio, representado a vermelho.

Há dois transformadores de RF, **g** e **k**, que são transparentes para o sinal de áudio e há dois transformadores **o** e **q** que bloqueiam o sinal de RF mas permitem a passagem dos sinais de áudio.

O sinal de RF, proveniente da antena, é aplicado diretamente à grelha da válvula e atravessa sem atenuação o condensador **S** sendo aplicado ao cátodo da válvula (caminho 1 a verde). Este sinal aparece amplificado na placa da válvula e, através do transformador **k**, de RF, é aplicado ao detetor **I** (de galena ou de outro tipo), obtendo-se o sinal de áudio. O condensador **t** fecha o percurso do sinal de RF para a fonte **b**.

The radio structure known as Duplex or Reflex allows the reduction of the number of electronic amplifiers used in a radio, by using one same amplifier channel for the processing of two distinct signals, normally of widely different frequencies.

The first proposal for such a system was made in 1914 by the German inventors Wilhelm Schloemilch and Otto von Bronk, in their US Patent 1 087 892. In this patent, one single vacuum tube is used in a radio receiver for the amplification of both the radiofrequency (RF) and the audio signals.

In Figure 1, extracted from this patent, can be seen the paths followed by the RF signals, in green, and by the audio signals, in red.

*The system contains four transformers, two of which, **g** and **k**, are RF transformers, transparent to the audio signal, and two others, **o** and **q**, that block the RF signal but allow the audio signal to go through.*

*The RF signal, coming from the antenna, is directly applied between the grid and the cathode of the vacuum tube, passing without attenuation through condenser **S** (path 1, in green). This signal emerges amplified at the vacuum tube anode, from which it goes through RF transformer **k**, is applied to detector **I** (galena, or possibly another type), wherefrom the audio signal is extracted. Condenser **t** closes the path of the RF signal towards source **b**.*

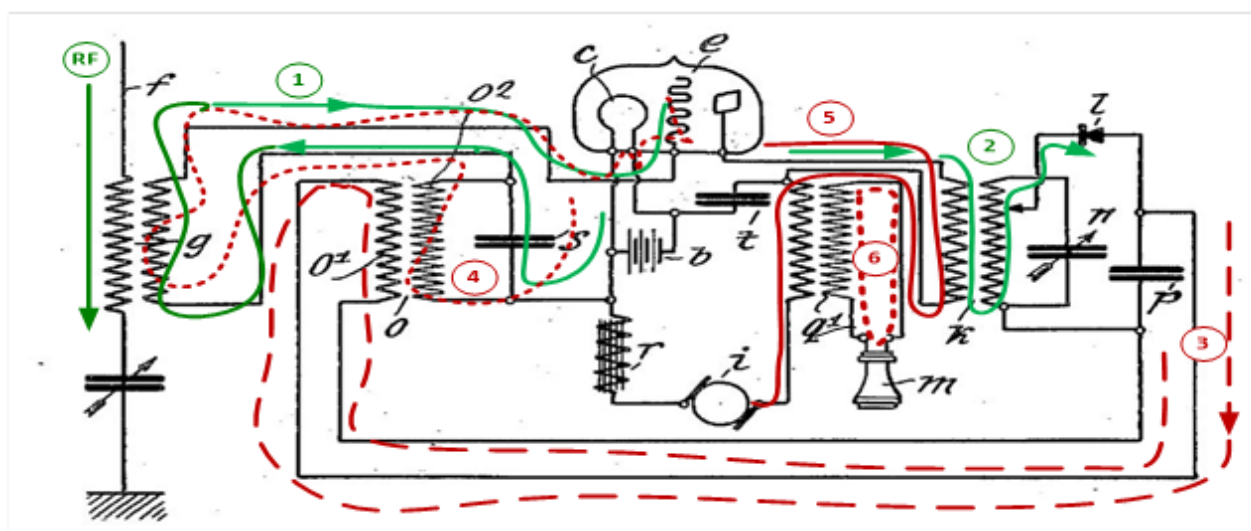


Fig.1- Duplex na visão de Wilhelm Schloemilch e Otto von Bronk / Duplex system, in the vision of Wilhelm Schloemilch and Otto von Bronk

O sinal de áudio, correspondente à desmodulação de amplitude do sinal de RF, através do percurso 3 e através do secundário do transformador o é injetado na grelha da válvula que o amplifica e através do transformador q este sinal atinge o reproduzidor sonoro m (percurso 6).

Por desconhecimento da existência da patente acima referida os cidadãos dos U.S.A., Frank Squire e William Priess patentaram ideias semelhantes e desenvolveram vários rádios usando estas ideias, que tiveram um impacto muito importante na indústria da Rádio. O engenheiro William Priess ainda hoje é considerado o “Pai do Reflex” em muitos meios técnicos e científicos.

Exemplos de Rádios Reflex

Os rádios desenvolvidos por Lee de Forest, D7, D10, D12 e D17 usam a técnica de projeto designada por Reflex (ou Duplex) de modo a poderem ter um desempenho equivalente a um recetor com mais válvulas do que as que de facto usam. Esta técnica foi usada comercialmente por Lee de Forest numa tentativa de baixar o custo dos seus rádios, aumentar o número de vendas e salvar as suas empresas que andaram sempre no limiar de falência. Pode encontrar este rádio no Museu Faraday do IST.

The audio signal, obtained through the AM demodulation of the RF signal, is injected (path 3) through the secondary of transformer o into the grid of the vacuum tube, which amplifies it and sends it through transformer q to the audio transducer m (path 6).

Unaware of this patent, the U.S. engineers Frank Squire and William Priess patented similar ideas, from which they developed radios that had a significant impact on the radio industry. In many science and technology circles of today, William Priess is still considered the “Father of the Reflex System”.

Examples of Reflex Radios

The D7, D10, D12 and D17 radios developed by Lee de Forest use the design architecture called Reflex or Duplex, which allows a performance equivalent to that of a receiver with more vacuum tubes than those in fact used. This technique was commercially used by Lee de Forest as an attempt to save his companies, always on the brink of bankruptcy, by lowering the cost of his radios and thus increasing his sales figures. One of these radios can be seen in the Faraday Museum at IST.



De Forest D10

1, 2 - Porta / Door; 3, 4 - Sintonia / Tuning, 5 - Detetor / Detector;
6, 7 - Ganho / Gain; 8 - Antena / Antenna.

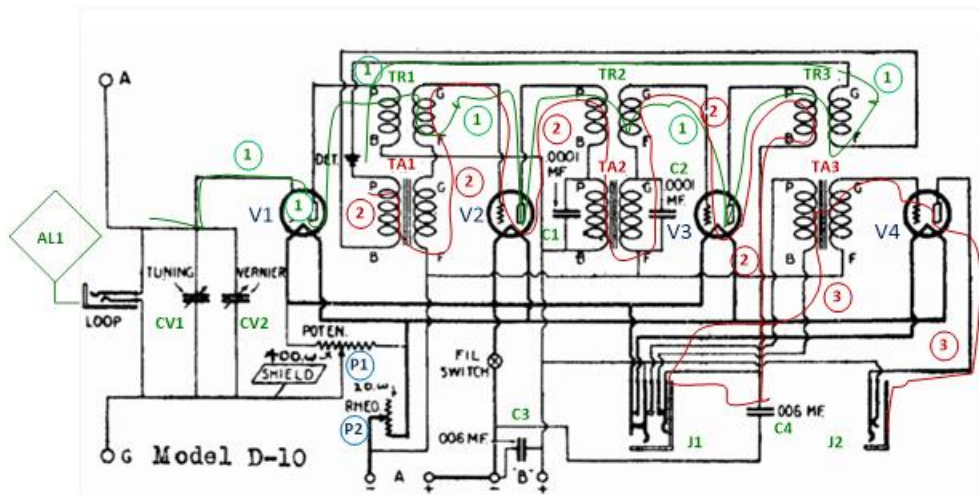


Fig. 3 – Esquema do rádio Lee de Forest, D10 / *Lee de Forest's Radio D10 (schematic).*

Na figura 3 pode ver-se o esquema do rádio Forest D10, onde se assinalam os caminhos do sinal no sistema duplex.

O sinal de RF proveniente da antena longa (de fio) ou da antena de quadro é sintonizado pelo condensador variável CV1, em paralelo com o condensador variável CV2 de menor capacidade e que funciona como ajuste fino da frequência de sintonia. A seletividade do rádio D10 depende essencialmente destes componentes. Dos transformadores de RF TR1, TR2 e TR3 só TR2 é duplamente sintonizado no primário e no secundário através dos condensadores C1 e C2, introduzindo alguma seletividade adicional. Lee de Forest desenvolveu cinco transformadores de RF que, de acordo com a posição em que eram introduzidos definiam a banda de frequências em que o recetor iria funcionar, ver Fig.4.

Figure 3 gives the schematic diagram of de Forest's D10 radio, showing the signal paths of the duplex architecture.

The RF signal coming from the antenna (long wire) or from the frame antenna is tuned via the CV1 variable condenser in parallel with the lower capacity condenser CV2 (fine tuner). The selectivity of the D10 radio depends essentially on these elements. Of the three RF transformers TR1, TR2 and TR3, only TR2 is doubly tuned in the primary and secondary, through condensers C1 and C2, thus yielding some additional selectivity. Lee de Forest developed five RF transformers which, according to the position where they were placed, defined the operating frequency band (Fig. 4).



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. 4 - Transformadores de RF e de áudio. Tabela de Bandas de frequência do rádio D10 em função da posição dos transformadores de RF. *RF and audio transformers. Table of the frequency bands of the D10 radio as a function of the position of the RF transformers*

O sinal de RF segue o caminho assinalado a verde com o número 1, percorrendo os transformadores TR1, TR2 e TR3 e sendo sucessivamente amplificado pelas válvulas V1, V2 e V3. No detetor D o sinal de RF gera o sinal de áudio que seguirá o percurso 2 assinalado a vermelho, passando pelos transformadores de áudio TA1 e TA2 sendo amplificado pelas válvulas V2 e V3 até atingir a ficha de saída J1 onde se pode ligar uns auscultadores ou seguir pelo percurso 3 a vermelho, passar pelo transformador TA3 e ser amplificado na válvula V4 e excitar um altifalante ligado à ficha J2.

Com esta implementação do sistema duplex, devida inicialmente ao engenheiro Frank Squire da Forest Radio, mas que entretanto saíra para a empresa Brandes, o D10 foi terminado pelo novo chefe de engenharia da empresa Forest Radio, William Priess o renomado “Pai do Duplex”.

O rádio D10, realizado com 4 válvulas tem 3 válvulas a trabalhar em RF e outras 3 em áudio, ou seja é como se fosse construído com seis válvulas.

Por volta de 1927 a empresa Fada Radio Ltd, que tinha também desenvolvido um rádio Reflex/Duplex, entra em conflito com a empresa Canadian General Electric Co Ltd que também pretendia usar o sistema Duplex e estiveram envolvidas num processo judicial em que a Fada reivindicava a ideia do sistema, mas acabou por perder as ações judiciais por se demonstrar que este princípio já tinha sido anteriormente usado.

Em 1954 na realização do primeiro rádio de bolso a transístores, o Regency TR1, desenvolvido pela Texas Instruments e que foi produzido pela empresa I.D.E.A (U.S.A.) o sistema Duplex voltou a ser discutido como meio para reduzir o número de transístores a quatro (era quem onerava o custo do TR1), mas os engenheiros da Texas Instruments e da I.D.E.A. encontraram soluções alternativas muito interessantes. Pode encontrar o Regency TR1 no Museu Faraday do IST. Pode encontrar ainda detalhes do desenvolvimento deste rádio neste trabalho que elaborámos:



https://museufaraday.ist.utl.pt/HistTechnology/Regency_TR1_Birthandhistory.pdf

E que é referido no documento comemorativo dos 70 anos do transistor.

This radio is also mentioned in the document commemorating the 70th anniversary of the transistor:

<https://museufaraday.ist.utl.pt/HistTechnology/Transistor70.pdf>

Fig. 5 – Regency TR1 - O primeiro rádio transistorizado / The first transistorized radio