

## Theremin

O físico russo [Lev Sergeyevich Termen](#) (1896-1993), conhecido como Leon Theremin, teve uma juventude muito ligada ao estudo de temas científicos e de aplicações da eletricidade, do magnetismo e da ótica, tendo desenvolvido vários aparelhos científicos e feito demonstrações públicas das suas capacidades. O seu talento foi reconhecido e Theremin foi levado para a academia dos estudos militares soviéticos, pois tudo indicava que ele poderia influenciar o progresso da tecnologia militar soviética. Com 20 anos de idade, em 1916, terminou a sua formação como engenheiro de rádio ao serviço do exército soviético, dois anos depois de ter começado a primeira guerra mundial.

Em 1920 formou-se na Universidade de Petrogrado, tornou-se vice-líder do novo Laboratório Radiotécnico Militar em Moscovo e terminou como supervisor do transmissor de rádio em Tsarskoye Selo, perto de Petrogrado.

Theremin fez alguma investigação sobre sensores de proximidade usando frequências de rádio, que tinham aplicação militar. Theremin concluiu que a frequência de um oscilador eletrónico podia ser modificada pela proximidade de uma pessoa. O aparelho musical designado por theremin foi realizado em outubro de 1920, e resultou da aplicação desses estudos, tendo logo despertado muito interesse como instrumento musical.

Mas, na área da espionagem russa, no tempo da guerra fria, Theremin criou dois aparelhos inovadores, muito criativos: o sistema Buran e o sistema [Thing](#). Estes sistemas destinavam-se a ouvir conversas à distância sem a presença de elementos eletrónicos ativos, colocados no local da conversa. [O sistema Thing](#) usava ondas de rádio e é bastante complicado, mas o sistema Buran era bastante mais simples, pois foi baseado na incidência de luz infravermelha, não visível, sobre o vidro de uma janela da sala, onde se realizava a conversa, e a luz refletida trazia consigo a modulação resultante do vidro vibrar com o som existente no interior da sala.

## O theremin e o BFO

O theremin aproveita a interação entre dois osciladores eletrónicos, de que resulta um sinal audível. O oscilador eletrónico foi um circuito desenvolvido por [Lee de Forest](#) (1873-1961), mas que geralmente é atribuído a [Edwin Armstrong](#)<sup>1</sup> (1890-1954), tendo sido patenteado em 1914.

Quando se recebe um sinal de rádio com codificação de Morse, a amplitude do sinal é modulada num modo tudo o nada (em que nada significa a supressão do sinal de rádio). Num recetor de rádio o sinal é recebido como um sopro que acusticamente pouco difere do sinal de ruído, que existe quando não há emissão.

Armstrong propôs o uso de um oscilador auxiliar designado por *Beat Frequency Oscillator*, BFO, com uma frequência ligeiramente diferente para que num processo de heterodinagem<sup>2</sup> resultasse um sinal audível com a frequência diferença entre a da portadora do sinal de rádio e a do oscilador auxiliar, facilitando assim a deteção auditiva dos sinais de Morse.

---

<sup>1</sup> 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, anteriormente, já tinha desenvolvido e aplicado este conceito, embora o não tivesse patenteado. A decisão favorável a Forest só ocorreria 12 anos mais tarde.

<sup>2</sup> A heterodinagem consiste na multiplicação de dois sinais sinusoidais de que resulta num sinal de frequência diferença e outro de frequência soma (este último é eliminado por filtragem).

No theremin usa-se a técnica do BFO, pois existe um oscilador com frequência fixa e outro oscilador cuja frequência depende da proximidade do instrumentista a um condutor vertical. Com estes dois osciladores é feita uma heterodinagem de que resulta um sinal audível.

No oscilador eletrônico, cujo circuito ressonante contém uma indutância fixa e uma capacidade variável, a frequência é variável pois depende da capacidade elétrica de um condensador materializado por um condutor elétrico vertical e o corpo do instrumentista. A frequência de oscilação fica, assim, dependente da proximidade de partes do corpo do instrumentista com o condutor vertical. Inicialmente, Theremin controlava a frequência de oscilação com a proximidade da mão direita ao condutor vertical (antena) e com um pedal controlava a amplitude do sinal de áudio resultante. Rapidamente, Theremin concluiu que podia usar a aproximação da mão esquerda a uma espira para controlar a amplitude do sinal de áudio.

Leon Theremin viajou pela Europa, onde realizou vários espetáculos de demonstração da sua invenção e da sua capacidade como novo instrumento musical, ver exemplo na Fig.1.

Em 1928, com apenas 32 anos, Leo Theremin mudou-se para os Estados Unidos, onde patenteou a sua invenção e onde viria a vender os direitos de produção comercial à *Radio Corporation of America*, RCA, que produziu o theremin AR-1264, Fig. 2.

Vários artistas internacionais especializaram-se em produzir música com este delicado, mas muito difícil de operar instrumento.

[Clara Rockmore](#) (1911-1998), uma virtuosa violinista, que se tornou amiga de Léon Theremin, foi, talvez, a mais conhecida artista que explorou bem os limites do theremin, Fig. 3. Ao longo dos tempos muitos artistas exploraram as capacidades deste intrigante instrumento, ver Fig. 6 e Fig. 7.

Foram propostos e produzidos [muitos tipos de instrumentos theremin](#) cuja construção, por um amador, pode custar entre 100 e 1000 euros,

Em 1953, [Robert Moog](#) (1934-2005) fundou a empresa [MOOG Music Inc.](#) que é creditada como sendo a primeira a produzir um sintetizador de música modular. A Moog chegou a produzir um kit eletrônico que possibilitou a construção fácil de um theremin e vendeu aparelhos já completos, como o *MOOG Etherwave Theremin*, ver Fig.4.



Fig. 1- Concerto de Theremin em Paris.



Fig. 2 - Theremin em 1928.



Fig. 3- Clara Rockmore e o theremin 1932.

Recentemente, uma empresa chinesa produziu um moderno theremin que é bastante fácil de operar e que vai estar disponível no Museu Faraday para os especialistas, e não especialistas, produzirem sons e música com este aparelho

[Veja aqui um pequeno vídeo do pequeno instrumento.](#)



Fig. 5 – Novo theremin chinês, no Museu Faraday.



Fig. 4 - MOOG, Theremin Etherwave

[https://www.youtube.com/watch?v=CwR8P\\_Xlzl0](https://www.youtube.com/watch?v=CwR8P_Xlzl0)  
<https://www.youtube.com/watch?v=-njNUVY4lmA>  
<https://www.youtube.com/watch?v=K6KbEnGnymk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=-QgTF8p-284>  
<https://www.youtube.com/watch?v=KJW9eodD23Q>  
<https://www.youtube.com/watch?v=IY7sXKGZl2w>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Nfh6UuJuU-U>  
<https://www.youtube.com/shorts/DgDMkTfj2RU>  
<https://www.youtube.com/shorts/GgkBeLThVfs>  
<https://www.youtube.com/shorts/aYgEV4msuxY>  
<https://www.youtube.com/shorts/jebOGXcjwU>  
<https://www.youtube.com/watch?v=GcUgOEImP1o>  
<https://www.youtube.com/watch?v=vhRlmBSNjIE>

Fig. 6 - Música feita com o theremin.



Fig. 7- Good Vibrations - Beach Boys using the theremin. 1966- criação de [Brian Wilson](#), recentemente falecido.

Na Fig. 8 pode ver o esquema original do theremin RCA AR 1264. Neste circuito, o controlo de amplitude é feito pela introdução de perdas com a mão esquerda, na antena em forma de anel, associada ao oscilador do lado esquerdo da figura, o que obriga a reduzir a tensão aplicada ao filamento da válvula final de áudio, reduzindo o seu ganho.

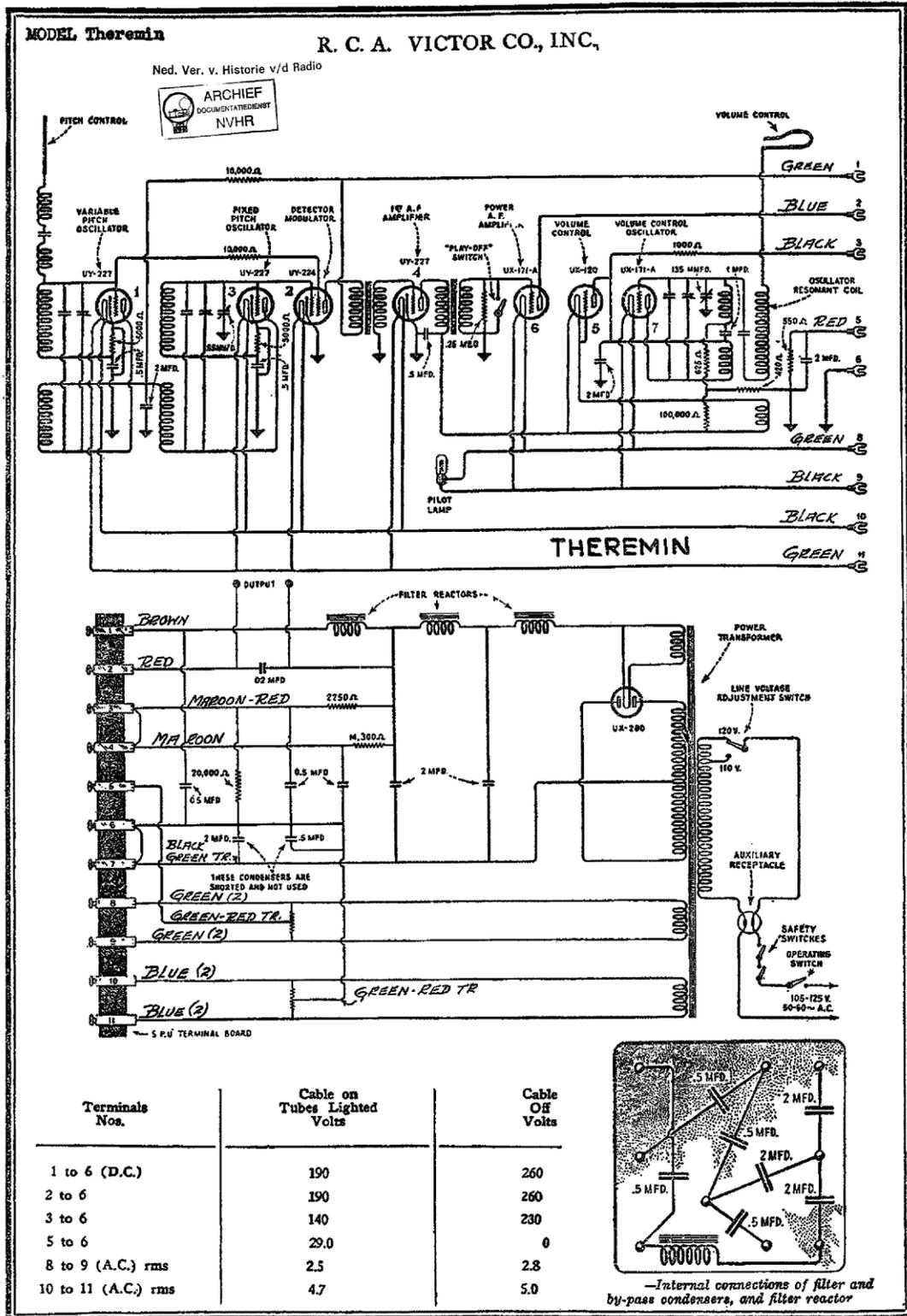


Fig.8- Therman RCA AR 1264 (1929).