

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.

Nos seus estudos Theremin concentrou-se nas aplicações do campo próximo radiado por uma antena, em vez da corrente maioritária de investigadores que estavam mais preocupados com a aplicação do campo distante gerado por uma antena emissora. A década de 1920 foi a da enorme expansão da rádio, nomeadamente da radiodifusão¹.

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, que exploravam o campo distante, 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](#)² (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.

¹ Os radiadores eletromagnéticos geram campos eletromagnéticos com características distintas. campo próximo muito intenso junto da antena, campo reativo, cuja energia se mantém em redor da antena e campo distante ou longínquo que se propaga no espaço como onda plana e deixa de ter ligação com a fonte que o gerou.

² 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.

Armstrong propôs o uso de um oscilador auxiliar designado por *Beat Frequency Oscillator*, BFO, com uma frequência ligeiramente diferente para que num processo de heterodinagem³ 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.

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 eletrónico, 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. Em 1975 foi compilado um conjunto de músicas de Clara Rockmore, mas não chegou a ser editado em disco de vinilo (LP). Recentemente, este LP foi produzido e foi designado por "*Clara Rockmore's Lost Theremin Album*". Foi também produzida uma versão [em CD](#). Nesta gravação, os novos sons produzidos com o theremin ora são de violoncelo, ou de violino ou de voz humana.



Fig. 1- Concerto de Theremin em Paris.



Fig. 2 - Theremin em 1928.



Fig. 3- Clara Rockmore e o theremin

³ 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).

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 eletrónico que possibilitou a construção fácil de um theremin e vendeu aparelhos já completos, como o *MOOG Etherwave Theremin*, ver Fig.4.



Fig. 4 - MOOG, Theremin Etherwave

Recentemente, uma empresa chinesa produziu [um moderno theremin](#) que é bastante fácil de operar e que vai ser integrado num aparelho musical designado por Thereminola Faraday em exposição no Museu Faraday para os especialistas, e não especialistas, produzirem sons estranhos e música com este aparelho.

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

O theremin é muito difícil de usar e de produzir notas musicais precisas e é necessário muito treino para produzir música com qualidade.

O Tannerin

O músico [Paul Tanner](#) (1917-2013), que foi membro da orquestra “Glenn Miller” de 1938 a 1942, tinha um fascínio muito especial pelo som do theremin, mas este era difícil de tocar. Tanner, em 1958, criou o [Eletro-Theremin](#), para emitir o som do verdadeiro theremin e tocou este instrumento em vários espetáculos. O instrumento foi realizado por Bob Whitsell, amigo de Tanner, a [partir de um oscilador e de um amplificador](#) de áudio, a válvulas, produzidos em kit pela [Heathkit](#).

O [Eletro-Theremin](#) tinha teclas de controlo e potenciômetro para ajuste do comando de volume do som produzido, mas a frequência do som sinusoidal era controlado pelo contacto de um dedo sobre uma bobina.

- 1- Explicação- https://www.youtube.com/watch?v=CwR8P_Xlzl0
- 2- Carolina Eyck <https://www.youtube.com/watch?v=-njNUVY4ImA>
- 3- Peter Pringle <https://www.youtube.com/watch?v=K6KbEnGnymk>
- 4- Carolina Eick demo <https://www.youtube.com/watch?v=-QgTF8p-284>
- 5- Charlotte Dubois <https://www.youtube.com/watch?v=KJW9eodD23Q>
- 6- Katica Illényi <https://www.youtube.com/watch?v=IY7sXKGZl2w>
- 7- Katica Illényi <https://www.youtube.com/watch?v=Nfh6UuJuU-U>
- 8- Led Zeppelin <https://www.youtube.com/shorts/DgDMkTfj2RU>
- 9- Maggie Gyllenhaal <https://www.youtube.com/shorts/GgkBeLThVfs>
- 10- Hendrix Theremin <https://www.youtube.com/shorts/aYgEV4msuxY>
- 11- Música de rua <https://www.youtube.com/shorts/jebOGXcJiwU>
- 12- Tannermin <https://www.youtube.com/watch?v=GcUgOEImp1o>
- 13- Pink Floyd <https://www.youtube.com/watch?v=vhRlmbSNjIE>

Fig. 6 – Exemplos de música feita com o theremin.



Fig. 5 – Novo theremin chinês.

Em 1966, Tanner foi convidado para participar e tocar o Eletro-Theremin nas gravações de algumas músicas dos Beach Boys, nomeadamente nas músicas de : [Pet Sounds](#) e no single "Good Vibrations". A primeira faixa em que Tanner tocou foi "[I Just Wasn't Made for These Times](#)" e, um pouco depois, "[Good Vibrations](#)".

Tanner que era professor na UCLA, não quis acompanhar os Beach Boys na digressão da banda para divulgação das músicas e só havia um protótipo do Eletro-Theremin. Brian Wilson dos Beach Boys encomendou a Robert Moog um aparelho equivalente, já transistorizado, mas o aparelho não era tão perfeito como o protótipo inicial.

Brian Wilson e sua banda passaram a usar o Eletro-Theremin desenhado e [produzido por Tom Polk](#) e que foi designado por [Tannerin](#), em homenagem a Paul Tanner.



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

O Theremin comercial da RCA

Na Fig. 8 pode ver o esquema original do 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. Esta técnica já era usada para controlar o ganho dos recetores de rádio, pois o cátodo das válvulas é o próprio filamento, ou seja, a emissão termiônica era feita diretamente pelos filamentos aquecidos com corrente contínua.

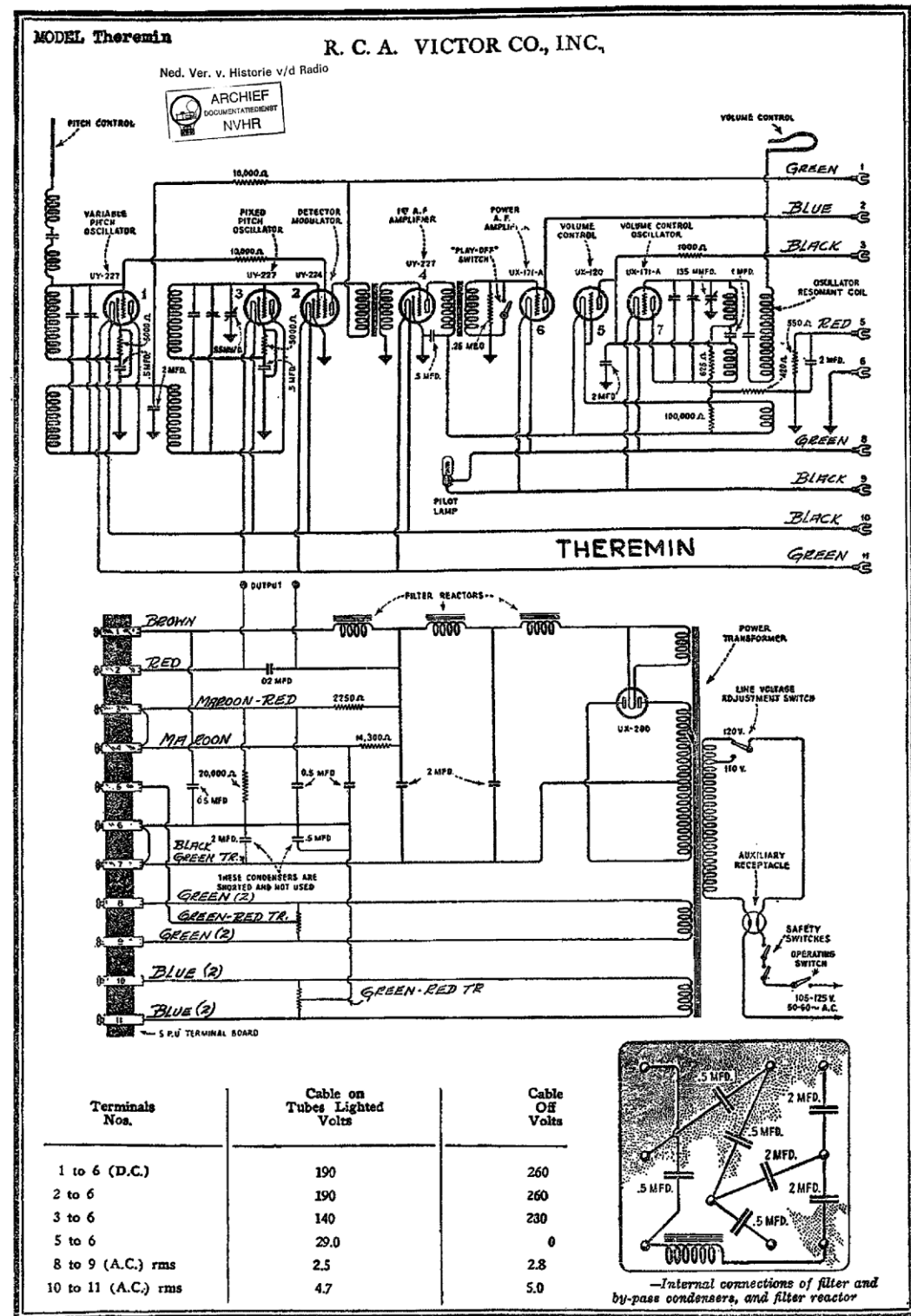


Fig.8- Therman RCA AR 1264 (1929).