

Arte e aparato para gravação e reprodução de sons e sinais do final do século XIX e início do XX: Da gravação mecânica à gravação eletromagnética

Rodrigo Trevisan Braga¹

Resumo

Este artigo evidencia a importância de se aprofundar no estudo e na análise de patentes para compreender, à luz da História da Ciência, o desenvolvimento técnico-científico que propiciou a criação de duas metodologias de gravação de sons e sinais – a mecânica e a eletromagnética – no final do século XIX e início do século XX. Tecnologias que foram, e ainda são, essenciais para preservar registros históricos e manifestações culturais.

Palavras-chaves

História da Ciência; História da Técnica; Telegraphone; Edison; Smith; Poulsen; Pflueger.

Abstract

This article highlights the importance of delving deeper into the study and analysis of patents to understand, in the light of the History of Science, the technical-scientific development that led to the creation of two methodologies for recording sounds and signals – mechanical and electromagnetic – in the late 19th and early 20th centuries. Technologies that were, and still are, essential to preserve historical records and cultural manifestations.

Keywords

History of Science; History of Technique; Telegraphone; Edison; Smith; Poulsen; Pflueger.

¹ Colaborador do Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP. trevisan.rodrigo@gmail.com.

Introdução

O final do século XIX foi um momento de grandes pesquisas nas ciências e em novas tecnologias. Por um lado, engenheiros e estudiosos aprimoraram aparatos mecânicos, como o fonógrafo e o gramofone; por outro, a engenharia se nutriu dos estudos em eletricidade e eletromagnetismo, abrindo um vasto campo para o desenvolvimento de aparelhos elétricos, como o telégrafo, telefone e o gravador eletromagnético.

Nesse período, ascendeu o movimento modernista e suas vertentes mais radicais, como o futurismo, que propunham uma ruptura com o passado, explorando as capacidades das máquinas de dinamizar a vida cotidiana. Podemos citar um importante manifesto da época, lançado em 1911: *Sketch of a New Aesthetic of Music*, de Ferruccio Busoni (1866-1924). Este alertava sobre as novas necessidades que a vida contemporânea da época estava trazendo, numa era em que a eletricidade teria papel fundamental para a sociedade. Nesse mesmo contexto, a arte teria uma grande necessidade de se modernizar.²

Neste artigo, abordaremos dois aspectos da gravação e reprodução de sons, tratando primeiramente como se deu a criação de um gravador mecânico, desenvolvido por Thomas Edison (1847-1931), e, em seguida, como Valdemar Poulsen (1869-1942), foi capaz de criar um aparato de gravação eletromagnético.

A diferença entre as duas criações está no método de gravação. A primeira, de Thomas Edison, era feita em um cilindro metálico, em que as ondas sonoras eram estocadas em forma de ranhuras. A segunda, de Poulsen, consistia em estocar as ondas sonoras convertidas em pulsos eletromagnéticos em um fio de metal. Embora a forma de abordagem de ambos tenha sido claramente diferente, podemos observar os estudos científicos da época e encontrar as mesmas bases teóricas que fundamentaram a ideia de que seria possível gravar a voz humana, como veremos a seguir.

Entre esses estudos, é de fundamental importância o livro de Hermann von Helmholtz (1821-1894), publicado em 1863, intitulado *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*³, no qual podemos ver o resultado de anos de pesquisa sobre ondas sonoras em um compêndio que contempla os estudos de várias gerações de estudiosos. Outro personagem importante para esse assunto foi Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), aluno de Helmholtz, que apresentou uma série de resultados importantes para a área de acústica e eletrodinâmica. Também são importantes as teorias sobre eletromagnetismo desenvolvidas por James Clerk Maxwell (1831-1879), nas quais está a fundamentação teórica que facilitaria a conversão de sinais acústicos em eletromagnéticos. E, ainda, o trabalho de Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), que foi a pedra fundamental que impulsionou o estudo de ondas sonoras.

² Ferruccio Busoni, *Sketch of a New Aesthetic of Music* (New York: G Shirmer, 1911), 10.

³ Hermann von Helmholtz. *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*, trad. Alexander J. Ellis (New York: Longmans, Greens, and CO, 1865), 1-24.

Boa parte da pesquisa sobre aparatos abordada neste artigo tem como fonte as patentes concedidas a seus inventores.⁴ A lista completa de patentes facilita a averiguação de documentos correlatos que, de várias formas, se conectam, seja diretamente, quando é necessária a citação de uma patente anterior, ou quando, indiretamente, o autor da nova patente não quer demonstrar a dependência de registros de patentes anteriores. Em alguns casos, o perito responsável pela análise da solicitação do registro de uma invenção emitia um parecer obrigando o autor de uma patente a apontar uma ideia correlata ou mesmo plágio, como pode ser observado, por exemplo, no caso do *Telharmonium*⁵, em que o proponente teve sua patente recusada por falta de especificações científicas.

Gravação mecânica

Um aparato capaz de gravar sons e reproduzi-los estava sendo desenvolvido por Thomas Alva Edison por volta de 1877: o *Phonograph*, com o objetivo de gravar sons em uma mídia física.

Edison foi responsável por três patentes relacionadas ao funcionamento do *Phonograph* – fonógrafo, como ficou conhecido em português –, sendo a primeira patente de 1878, intitulada *Improvement in Phonograph or Speaking Machines*⁶; seguida da patente de 1880, intitulada *Phonograph*⁷, e da patente de 1891, também batizada *Phonograph*⁸. A essas deve-se acrescentar a que se relaciona com o cilindro usado para a gravação, patente de 1888, intitulada *Phonogram Blank*⁹.

As patentes de Edison descrevem uma forma de capturar sons a partir de uma placa, diafragma ou outro corpo flexível capaz de vibrar pela voz humana ou outros sons. Esse diafragma seria conectado à ponta de uma agulha, que estaria em contato com um material capaz de registrar os movimentos desse corpo vibratório.¹⁰ A seguir, podemos observar o aparato descrito por Edison como *Phonograph*:

⁴ As patentes analisadas foram digitalizadas pela empresa Google quando esta moveu um enorme empreendimento de digitalização dos documentos registrados na central de patentes dos Estados Unidos.

⁵ Para mais informações sobre a invenção de Thaddeus Cahill e o *Telharmonium*, vide Braga, R. T., “O Telharmonium: Arte e aparato para a geração e distribuição de música eletricamente.” (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2016).

⁶ Thomas A. Edison. *Improvement in Phonograph or Speaking Machine*. U.S. Patent US200521, depositada em 24 de dezembro de 1877, concedida em 19 de fevereiro de 1878. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US200521?q=US200521A>.

⁷ Thomas A. Edison. *Phonograph*. US Patent US227679A, depositada em 29 março de 1879, concedida em 18 de maio de 1880. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US227679A/en?q=US227679A%2c+>

⁸ Thomas A. Edison. *Phonograph*. US Patent US465972A, depositada em 18 de novembro de 1889, concedida em 29 de dezembro de 1891. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US465972A/en?q=US465972A>

⁹ Thomas A. Edison. *Phonogram Blank*. US Patent US382462A, depositada em 5 de janeiro de 1888, concedida em 8 de maio de 1888. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US382462A/en?q=US382462A>

¹⁰ Thomas A. Edison. *Improvement in Telegraphic Recording Instrument*, US Patent US124800A, concedida em 19 de março de 1872, 1. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US124800A/en?q=US124800A>

T. A. EDISON.
Phonograph or Speaking Machine.
No. 200,521. Patented Feb. 19, 1878.

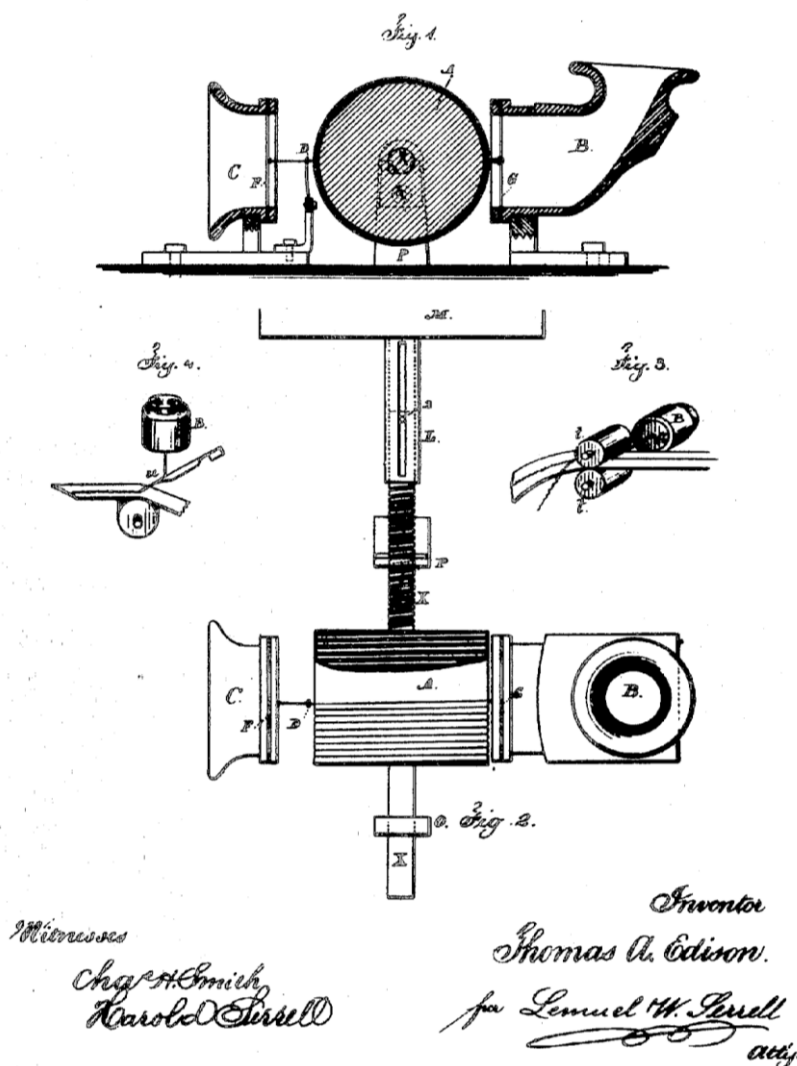


Figura 1: O Fonógrafo de Edison¹¹

Na figura acima, G é um diafragma ou membrana, colocado na extremidade do tubo B (por onde se fala). No centro do diafragma há uma espécie de agulha que vibra de acordo com o som produzido na 'boca' do tubo B. Uma manivela faz girar o cilindro de modo e a agulha imprime na mídia que recobre o cilindro, de acordo com a vibração recebida pelo

¹¹ Edison, Improvement in Phonograph or Speaking Machine, cover.

diafragma, formando ranhuras lineares resultando em linhas da gravação uma ao lado da outra.¹²

Uma vez feita a gravação, o aparato era desmontado para que a manivela fosse girada no sentido contrário da gravação e, depois, conectada ao extremo C da figura, o que faria com que a leitura dessas ranhuras reproduzisse o som gravado. A gravação era feita em um cilindro recoberto com uma fina folha metálica na qual as ondas sonoras eram estocadas em forma de ranhuras e, então, poderiam ser reproduzidas.¹³

Outra patente, concedida em 1888, refere-se ao cilindro recoberto de cera ou “hidrocarboneto plástico”, como um Fonograma, que poderia ser gravado e comercializado, dando início a um mercado de venda de cópias de música. A gravação no cilindro era preservada por tempo indeterminado, e este poderia ser estereotipado aplicando-se gesso nas ranhuras. O processo assegurava a possibilidade de cópias serem manufaturadas de uma forma rápida e barata¹⁴. Edison enxergava que isso poderia ser de grande valia para um mercado de venda de cilindros com gravações que ainda estava por criar.

É possível observar como os estudos de Helmholtz¹⁵ tiveram lugar na pesquisa de Edison quando este se refere ao funcionamento de seu aparato. O inventor citou a pesquisa sobre a composição aditiva do timbre acústico, isto é, a formação do som por harmônicos parciais superiores, chegando à conclusão de que a voz humana era formada por vibrações distintas.¹⁶ Edison descreve em sua patente:

Descobri, após uma longa série de experiências, que um diafragma ou outro corpo capaz de ser acionado pela voz humana não produz, exceto em casos raros, vibrações sobrepostas, como já se supunha, mas cada vibração é separada e distinta e, portanto, torna-se possível gravar e reproduzir os sons da voz humana.¹⁷

Apesar dos desenvolvimentos propostos por Edison em suas sucessivas patentes, o método de gravação mecânico, porém, tinha suas limitações, tanto no tempo exigido para realizar uma gravação quanto na qualidade sonora do produto final. Somente na década de 1940, os cilindros recobertos por lâminas metálicas ou por cera começaram a ser substituídos por uma nova tecnologia de gravação mecânica em um disco à base de acetato.

Outros aparatos foram criados para a gravação mecânica, como o *Gramophone* de Emil Berliner (1851-1929), que usava, em parte, o mesmo princípio de Thomas Edison, mas tentava minimizar a falta de acurácia na gravação e reprodução dos sons mais fortes, causada pela resistência da mídia a ser gravada com o movimento da agulha perpendicular ao rolo. A principal mudança na proposta de Berliner estava em fazer deslizar suavemente a agulha acoplada paralelamente ao diafragma e não em ângulo reto como no caso da inven-

¹² Ibid., 1.

¹³ Ibid.

¹⁴ Edison, Phonogram Blank, 1.

¹⁵ Helmholtz. *On the Sensations of Tone*, 1-24.

¹⁶ Edison, Phonograph or Speaking Machine, 2.

¹⁷ Ibid.

ção de Edison.¹⁸

Tanto o *Phonograph* quanto o *Gramophone* foram bem aceitos e passaram a fazer parte da vida cotidiana das pessoas que podiam pagar pelos aparatos. Para a comercialização dos cilindros gravados com cópias de músicas, Edison mantinha uma publicação mensal de seu catálogo, a revista *The Edison Phonograph Monthly*, na qual apresentava uma vasta coleção de música de todos os gêneros. A comercialização do *Gramophone* igualmente contava com catálogos, mas, em vez dos cilindros, usava discos de acetato e, posteriormente, vinil¹⁹.

Proposta de um gravador Eletromagnético

Duas formas de gravação magnética foram propostas em um artigo escrito por Oberlin Smith (1840-1926), publicado na revista *The Electrical World* em 8 setembro de 1888 e intitulado “Some Possible Forms of Phonograph”, no qual o inventor descreveu a gravação magnética, ainda sem utilizar a nomenclatura eletromagnética, usando um fio de metal como mídia de gravação. Ele discorreu sobre o entusiasmo da comunidade científica acerca dos gravadores e máquinas falantes²⁰. Entretanto, ressaltou que todos os aparatos até então apresentados eram gravadores mecânicos.

Smith foi um engenheiro e inventor nascido em 1840, em Cincinnati, nos Estados Unidos, que dedicou sua vida ao aperfeiçoamento e às inovações relacionadas à tecnologia. Apresentou cerca de setenta patentes, mas não apresentou formalmente uma patente sobre o seu gravador magnético, sendo o único registro sobre o invento o artigo na revista *The Electrical World*.²¹

O artigo apresenta dois métodos de gravação: o primeiro método consistia na construção de um diafragma ligado a uma agulha – identificado como A na figura 2 –, semelhante à ideia apresentada por Thomas Edison em suas patentes anteriores.

Um fio de ferro ou outro material que pudesse ser moldado via calor era desenrolado do carretel B e enrolado no carretel C. A gravação ocorreria por uma agulha representada como D na figura acima, da mesma forma que o *Phonograph* de Edison. A lâmpada de aquecimento representada pela letra F, teria a função de deixar o fio de metal mais maleável e assim mais suscetível a ser moldado pela agulha D, facilitando a gravação.²²

Mas o método era apenas teórico; não foi apresentado nenhum tipo de protótipo que comprovasse a eficácia do procedimento de gravação. Aparentemente, a intenção de Smith com este primeiro exercício mental era a de apresentar uma versão mais eficiente da máqui-

¹⁸ Emile Berliner. Gramophone. US Patent US372786A, depositada em 4 de maio de 1887, concedida em 8 de novembro de 1887. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US372786A/en?q=Berliner%2c+E.+1887.+Gramophone.+US+Patent+372%2c786>

¹⁹ Semi Joseph Begun. *Magnetic Recording* (New York: Rinehart Books, 1949), 47.

²⁰ Termo usado à época para se referir ao gramofone e ao fonógrafo.

²¹ Oberlin Smith, “Some Possible Forms of Phonograph,” *The Electrical World* (1888): 116.

²² *Ibid.*

na de Edison.

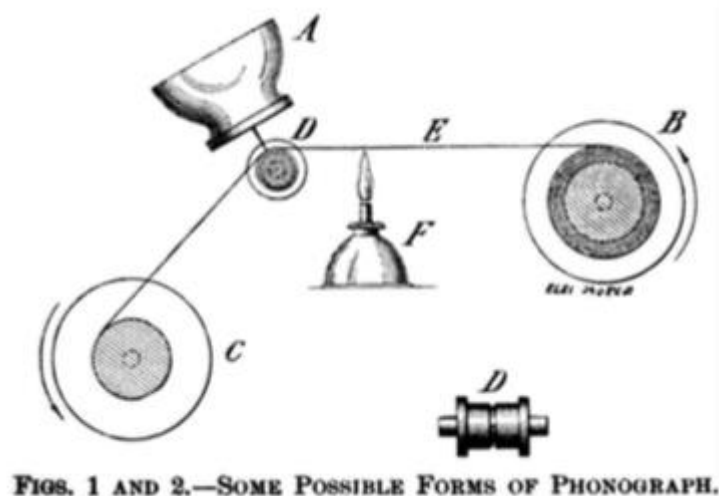


Figura 2: Primeira proposta

Esta forma de gravação teria vantagem em relação às outras por ser de baixo custo e de funcionamento simples, além do fio de ferro ser mais confiável e duradouro, então, o primeiro método de gravação teria algumas semelhanças com o método apresentado por Edison e Berliner, porém o autor aponta para uma nova proposta, que seria apresentada na continuação do artigo de Smith.²³

A segunda proposta de gravação apresentada utiliza uma metodologia diferente da primeira, mantendo, porém, algumas semelhanças em relação ao funcionamento do carretel e do fio de metal.

Mas um outro circuito foi desenhado, o diafragma e a lâmpada de aquecimento foram descartadas e foram introduzidos um microfone de carbono (de que falaremos mais adiante), representado na figura 3 pela letra A, e uma hélice, que forma uma bobina onde o fio de ferro passaria por dentro e seria submetido a um processo de indução magnética.²⁴

²³ Oberlin Smith, "Some Possible Forms of Phonograph," *The Electrical World* (1888): 116.

²⁴ *Ibid.*

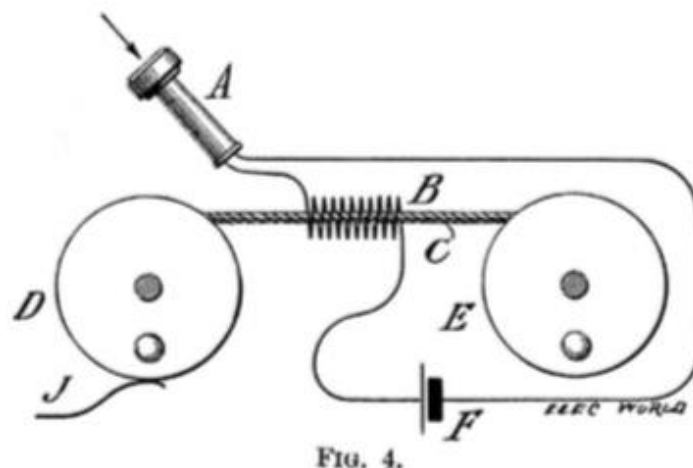


Figura 3: Segunda proposta

Neste momento, os métodos de Edison e Smith se divorciam e começam a trilhar caminhos separados. O próprio Smith afirma em seu artigo que tal método nunca tinha sido proposto e que este método de gravação era puramente elétrico.²⁵

O microfone de carbono, patenteado por T. Edison, parte do circuito, consistia em uma caixa com uma perfuração redonda na qual estaria acoplado um diafragma que, por sua vez, pressionaria um material condutor, no caso o carbono.²⁶ Como as extremidades do microfone estavam ligadas a um fio condutor elétrico e estes conectados a uma corrente elétrica, qualquer variação no estado do diafragma alteraria a corrente elétrica, induzindo uma vibração à corrente. Isto ocorreria porque o carbono dentro do diafragma diminui a resistência elétrica à medida que as ondas sonoras são recebidas.²⁷

Assim, nesta proposta de Smith, seria usado o microfone de carbono em substituição ao diafragma com uma agulha na ponta (como nos *Phonographs* e *Gramophones* anteriores), assemelhando-se mais ao funcionamento do Telefone de Graham Bell do que aos gravadores mecânicos.

Contudo, essa não era a única diferença na proposta do gravador eletromagnético. A metodologia de gravação também era diferente; usando o microfone de carbono, a gravação seria feita a partir da indução eletromagnética. Na figura 4, B refere-se à hélice que induz a variação da corrente elétrica, criada a partir das vibrações sonoras captadas pelo microfone de carbono²⁸, para o cordão C poderia ser fabricado de algodão, seda ou outros materiais, que seriam impregnados com pó de aço ou limalha de ferro. Há também a indicação do uso de fios de latão ou qualquer material metálico. A gravação eletromagnética era, de fato, uma

²⁵ Ibid.

²⁶ Thomas A. Edison. Improvement in Carbon-Telephone, US Patent US222390A, depositada em 11 de novembro de 1878, concedida em 9 de dezembro de 1879. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US222390A/en?q=Carbon+Telephone++222390>

²⁷ Ibid.

²⁸ Smith, 117.

magnetização do meio metálico que correspondia às vibrações sonoras.²⁹

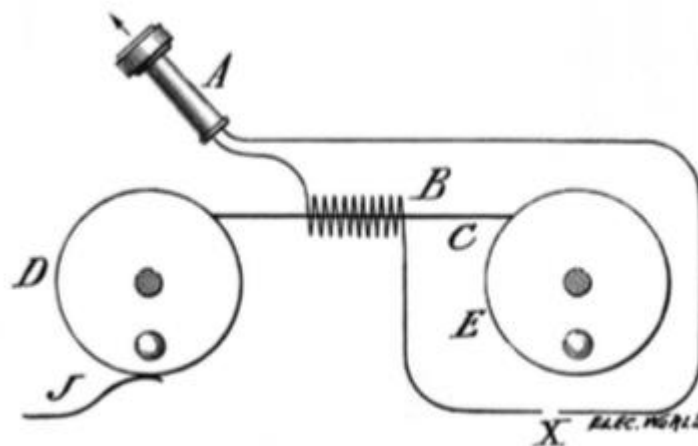


FIG. 5.

Figura 4: Hélice de indução

Desta forma, o cordão C contém um registro “perfeito” do som, muito mais delicado do que os entalhes na folha de estanho do fonógrafo mecânico.³⁰

Por fim, Smith explicou a possibilidade desta gravação ser reproduzida posteriormente, pois a mídia era mais confiável e tinha melhor qualidade de gravação que os meios mecânicos, de modo que a gravação poderia ser preservada por muito mais tempo, podendo durar décadas.

De fato, a gravação eletromagnética só era apagada quando outra corrente elétrica era induzida à mídia, mostrando a possibilidade de reutilização que Smith defendia como um forte apelo de seu invento. Então, para ouvir o som gravado, seria necessário rebobinar o cordão C e passá-lo pela hélice para reproduzir as vibrações do som original no diafragma do telefone a qualquer momento no futuro.³¹

Ao final do artigo, Smith confessou que seu método elétrico, assim como o que ele propôs anteriormente, mecânico, nunca foi concluído. O inventor conseguiu construir somente um aparato temporário, mas foi obrigado a abandonar o projeto antes de chegar a resultados acústicos.³² Em outras palavras, nunca conseguiu materializar sua teoria em um protótipo funcional. Assim, registrou:

²⁹ Ibid.

³⁰ Smith, 117.

³¹ Ibid.

³² Ibid.

O escritor confessa muita ignorância sobre o assunto, mas ficou um tanto surpreso ao encontrar uma quantidade igual em vários eletricitas conhecidos a quem consultou; e também para descobrir que nenhum dos livros que ele tinha em mãos forneceu dados definitivos sobre as melhores proporções para ímãs permanentes ou sua força real (quando saturadas) na força de tração. Certamente, neste departamento de ciências elétricas, existe um campo (magnético) de bom tamanho para um número de linhas de força – mentais – para trabalhar, no caminho de experimentos cuidadosos.³³

Após explicar que não teria o tempo nem os recursos necessários para tirar tal invento do papel, Smith terminou o artigo propondo que outros cientistas se dedicassem a resolver os problemas práticos de sua proposta com experimentos e teorias mais refinadas:

[...] esperando que algum dos numerosos pesquisadores que trabalham neste campo possam encontrar neles um bom germe a partir do qual algo útil possa crescer. Nesse caso, ele certamente obterá o devido crédito por sua participação no assunto; mas se, por outro lado, essas sugestões se mostrarem sem valor, ainda terão servido a um propósito, com o princípio de que uma demonstração do que *não pode* ser feito é frequentemente uma sugestão pertinente do que *pode* ser.³⁴

As dificuldades encontradas por Smith para colocar em prática sua teoria não foram de fácil solução. Na verdade, um exército de pesquisadores, cientistas e engenheiros dedicou-se ao estudo do eletromagnetismo durante todo o século XIX.

O gravador eletromagnético

Mais de uma década se passaria antes que a patente de um protótipo de gravador magnético fosse solicitada, nos Estados Unidos. O registro foi concedido ao inventor dinamarquês Valdemar Poulsen, em 1900 nos Estados Unidos, porém ele já havia entrado com pedido de patente na Europa em 1898. Sua invenção batizada de *Method of recording and reproducing sounds or signals*³⁵, descreve um método de gravação de sons e sinais que poderia fazer parte do circuito de telefonia, podendo ser usado tanto para gravar recados como reproduzir mensagens previamente gravadas. Essa patente serviu de base para o desenvolvimento da gravação eletromagnética de sons e sua reprodução com o mínimo de perda de qualidade. O aparato para gravação eletromagnética foi apresentado na Exposição Universal de Paris de 1900, em que foi o grande vencedor. Na ocasião foi gravada a voz do imperador Franz Joseph I da Áustria, sendo esta talvez a gravação magnética mais antiga registrada.

³³ Ibid.

³⁴ Smith, 117.

³⁵ Valdemar Poulsen. Method of recording and reproducing sounds or signals. US Patent US661619A, depositada em 8 de julho de 1899, concedida em 13 de novembro de 1900. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US661619?q=US661619>

A forma eletromagnética de gravação de sons e sinais apresentada por Poulsen, nesta patente, trazia grandes diferenças em relação ao formato de gravação mecânica proposta por Thomas Edison anos antes. O som gravado magneticamente era mais claro, mais articulado e seu suporte poderia ser desmagnetizado, ou seja, apagado, e depois, poderia ser reutilizado no mesmo aparelho sem a necessidade de trocar bobinas ou cilindros.³⁶

No. 661,619.

Patented Nov. 13, 1900.

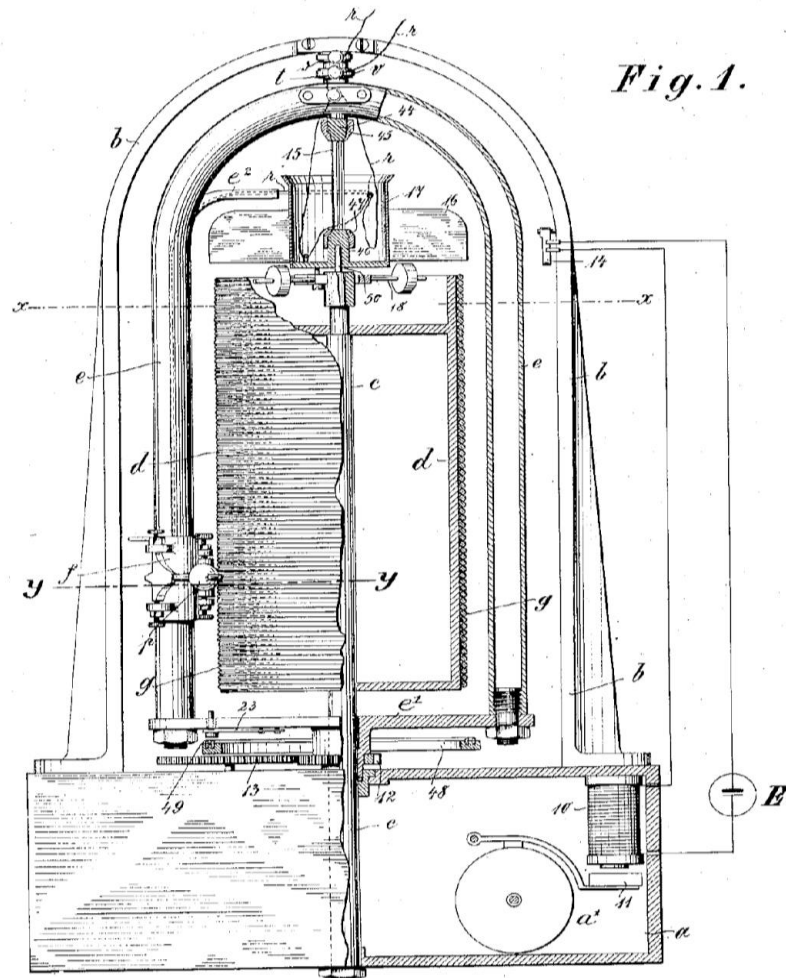
V. POULSEN.

METHOD OF RECORDING AND REPRODUCING SOUNDS OR SIGNALS.

(Application filed July 8, 1899.)

(No Model.)

3 Sheets—Sheet 1.



Witnesses:
Frank J. Ober
Waldo M. Chapin

Inventor:
Valdemar Poulsen.
 by *Wm. A. Rasmussen*
Att'y.

Figura 5: Patente inicial do Telegraphone

³⁶ Valdemar Poulsen. Apparatus for effecting the storing of speech or signals. US Patent US822222A, depositada em 8 de julho de 1899, concedida em 29 de maio de 1906. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US822222A/en?inventor=Valdemar+Poulsen>

Poulsen nasceu na cidade de Copenhagen, onde trabalhou como engenheiro na companhia telefônica local, a *Copenhagen Telephone Company*, uma potência tecnológica e científica durante a última década do século XIX que tinha grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento de produtos.³⁷ Pode-se supor que, durante o tempo em que trabalhou no departamento técnico dessa companhia, Poulsen teve contato com as pesquisas em tecnologia de telegrafia e telefonia, pois atuava na intersecção entre as áreas científicas, tecnológicas e econômicas da empresa.³⁸

Em 1906, Poulsen protocolou uma outra patente nos Estados Unidos, agora com atribuições de intermediário da *American Telegraphone Company*, empresa que representaria seus interesses nesse país. O documento defendia a propriedade intelectual de Poulsen, mostrando todas as patentes sobre o *Telegraphone* apresentadas até aquele momento em praticamente toda a Europa, assim como na América.³⁹

A leitura da patente de Poulsen nos mostra seu entusiasmo com o trabalho, “A presente invenção representa um avanço essencial nesse ramo da ciência (gravação de sons e sinais), pois fornece meios para receber e armazenar temporariamente mensagens e afins por corpos paramagnéticos magneticamente excitados”.⁴⁰

Os corpos paramagnéticos magneticamente excitados aos quais o autor se refere são o suporte de difusão da informação, que se constitui em um meio intermediário de expressão capaz de transmitir mensagens. Atualmente, é conhecido como mídia.

Na descrição da patente, Poulsen propõe que a solução para a gravação de áudio está na utilização de um corpo paramagnético, neste caso, um fio de aço ou metal que passa por um eletroímã conectado com o transmissor eletromagnético de um telefone⁴¹.

Era necessário o circuito de telefonia funcional para poder agregar o aparato de gravação de Poulsen pois, antes de ser gravada, a energia acústica tinha de ser convertida em energia elétrica, que é essencialmente o papel que o microfone desempenha no telefone. Em seguida, o sinal convertido em eletricidade era direcionado para o eletroímã, levando à magnetização do fio de metal da mesma forma que ocorre no microfone, criando assim uma cópia do que foi capturado.

Depois de gravado, o fio poderia ser rebobinado e, ao passar novamente pelo eletroímã, reproduzia a onda elétrica que estava gravada em sua extensão, sensibilizando o altofalante do telefone (atuando como um microfone reverso) e interpretando a onda elétrica em ondas sonoras, sendo assim possível ouvir a mensagem gravada.⁴²

³⁷ Clark, Mark. & Henry Nielsen. “Crossed Wires and Missing Connections: Valdemar Poulsen, The American Telegraphone Company, and the Failure to Commercialize Magnetic Recording,” *The Business History Review* 69, 1 (1995): 4.

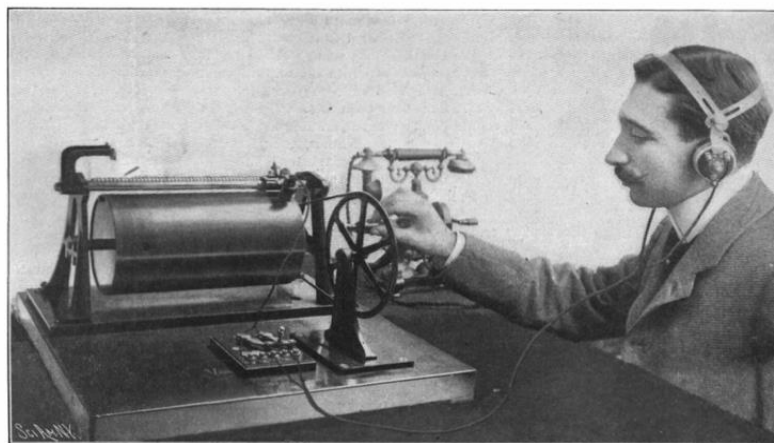
³⁸ Ibid.

³⁹ Poulsen, Apparatus, 1.

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Ibid.

⁴² Poulsen, Apparatus, 2.



USING THE TELEGRAPHONE AS A PHONOGRAPH.

Figura 6: Exemplo de uso do *Telegraphone*

O intuito do aparato era receber e gravar as mensagens ou recados quando a pessoa não estivesse em casa ou não pudesse atender ao telefone; a gravação possibilitaria ouvir o recado posteriormente.

Diferentemente do funcionamento do fonógrafo, o *Telegraphone* de Poulsen não usava o método de gravação mecânica, com suas inúmeras desvantagens. Este novo formato de gravação (magnética) apresentava uma qualidade de gravação superior e encaixava-se perfeitamente à linha de telefone, segundo Poulsen.⁴³ O inventor sabia do valor de sua ideia, e conhecendo o mercado criado em torno do fonógrafo, escreveu: “além disso, a presente invenção substituirá o fonógrafo usado até agora e fornecerá um aparelho de ação simples e melhor”.⁴⁴

Quando o usuário do telefone girava a manivela do seu aparelho de indução, uma corrente passava através da bobina externa, marcado como R na figura 7, gerando uma corrente induzida na bobina interna que, por sua vez, magnetizava o fio de metal de acordo com o que foi captado pelo microfone⁴⁵.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Ibid., 3.

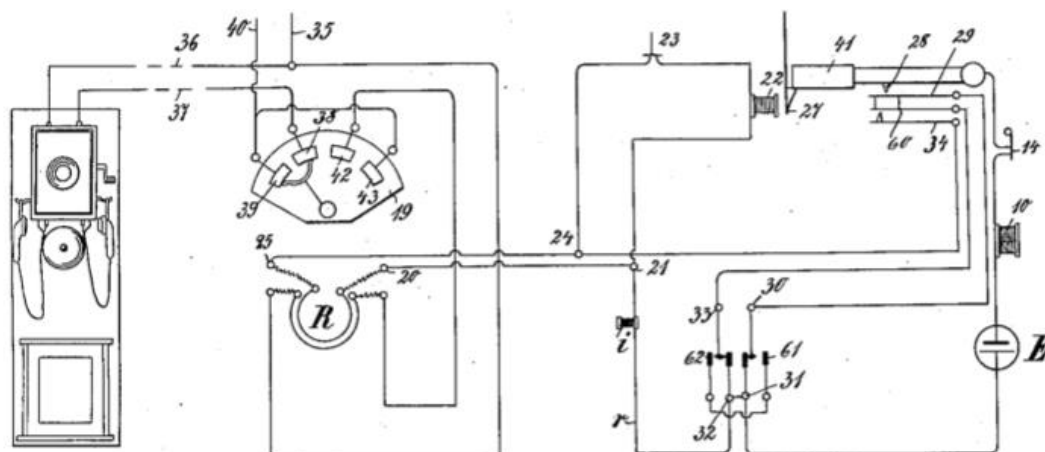


Figura 7: Detalhe do circuito de gravação eletromagnético

Seria possível também gravar uma mensagem fixa a ser reproduzida quando o aparato atendesse ao telefonema. Poulsen descreveu um exemplo: “O assinante não está em casa no momento, mas retornará às quatro horas. Nesse momento, por favor, toque novamente”.⁴⁶ Depois de ouvir a mensagem fixa, o aparato entraria em modo de gravação pronto para receber a mensagem de voz de quem estivesse ligando. Desta forma, quem possuísse um *Telegraphone* poderia chegar em casa e verificar se havia recados gravados. Uma vez ouvidos os recados gravados, era possível apagar a gravação por meio de uma bateria que desmagnetizava o fio de metal; com isso, o fio poderia ser rebobinado e reutilizado para uma outra gravação.⁴⁷

O inventor explicou que seu método de gravação e reprodução de fala ou sinais consistia em induzir, em um circuito elétrico, as ondulações de corrente correspondentes às ondas sonoras da fala ou aos sinais que foram primeiramente capturados pelo microfone. Isso ocorria porque o microfone cria uma corrente elétrica correspondente às ondas sonoras que estiveram em sua frente; o *Telegraphone*, por sua vez, foi concebido para criar meios de estocar essas vibrações elétricas em um meio magnetizável, que nesta patente é um fio de metal.⁴⁸

O gravador operava em uma velocidade média de 0,5 metros por segundo; assim, uma gravação de aproximadamente um minuto usaria o equivalente a 30 metros de fio.⁴⁹ O autor também apresentou uma solução para gravações mais longas, propondo modificações do protótipo inicial, o que resultou em um aparato com um design elegante para acomodar o rolo de fio com maior extensão, expandindo o tempo de gravação.⁵⁰

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Ibid., 4.

⁴⁸ Poulsen, Apparatus, 5.

⁴⁹ Herbert C. Fyfe, “The Telegraphone and the British post office,” *Scientific American* 88, 17 (1903): 317.

⁵⁰ Ibid.

Na busca de inovações em seu aparato, Poulsen, após a apresentação da patente de 1900, associou-se ao engenheiro Peder O. Pedersen, em uma parceria que trouxe aprimoramentos e melhorias para o *Telegraphone*, apresentados na patente de 1905.⁵¹

As modificações nas propostas focavam na forma de gravação e no desenvolvimento de um sistema de distribuição do som gravado para muitos aparelhos receptores, o que seria útil para a criação de um sistema de assinatura que poderia transmitir informações e notícias.⁵² Vale lembrar que sistemas de assinatura estavam em voga nesta época, como o caso do *Telharmonium*, de Thaddeus Cahill.⁵³

Além de avanços no design geral do aparato, o autor referiu-se ao *Telegraphone* como um tipo de fonógrafo, ampliando as suas funções de gravação que até então estavam limitadas à linha telefônica. Ao reposicionar o *Telegraphone* como um possível substituto do fonógrafo, o inventor destacou os pontos fracos do sistema mecânico, como a pouca fidelidade de gravação, ruídos e o custo elevado.

Mais uma associação, que resultou em nova patente, desta vez entre Poulsen, Pedersen e Carl Schou em 1905, apresentou aprimoramentos no design do *Telegraphone*, buscando uma forma de manter o aparato relativamente pequeno e, ao mesmo tempo, aumentar a capacidade de tempo de gravação. Também foi apresentada uma forma de gravar sem a necessidade de apagar a gravação anterior, somada a melhorias na manipulação mecânica, como início e fim de gravação automatizados e uma forma de rebobinar manualmente a gravação para achar rapidamente o ponto da mensagem que o usuário precisaria ouvir.⁵⁴

Continuando com as modificações das propostas por Poulsen, destacam-se as constantes na patente de 1907: uma proposta de utilização de uma bateria polarizada que anulava a uniformidade magnética existente no corpo magnético, facilitando o reuso do meio, isto é, uma forma mais eficiente de apagar a gravação e assim poder reutilizar o corpo magnético – o fio de metal ou fita metálica – mais vezes.⁵⁵

Segundo o inventor, isso seria possível porque a bateria polarizada aumentaria a sensibilidade do corpo metálico, agitando as partículas componentes do metal, premissa que

⁵¹ Valdemar Poulsen, Peder O. Pedersen. *Telegraphone*. US Patent US789336A, depositada em 2 de setembro de 1902, concedida em 9 de maio de 1905. Disponível em [https://patents.google.com/patent/US789336A/en?q=US789336+](https://patents.google.com/patent/US789336A/en?q=US789336)

⁵² Valdemar Poulsen. *Apparatus for Electromagnetically receiving, recording, reproducing, and distributing articulate speech*. US788728A, depositada em 14 de agosto de 1901, concedida em 2 de maio de 1905. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US788728A/en?inventor=Valdemar+Poulsen&page=1>, 1.

⁵³ Weidenaar, Reynold. *Magic Music from the Telharmonium: The Story of the First Music Synthesizer*. (New Jersey: Scarecrow Press, 1995), 10.

⁵⁴ Valdemar Poulsen, Peder O. Pedersen, Carl Schou. *Telegraphone*. US Patent US789336A, depositada em 3 de setembro de 1902, concedida em 9 de maio de 1905. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US789336A/en?q=US789336>

⁵⁵ Valdemar Poulsen, Peder O. Pedersen. *Telegraphone*. US Patent US873083A, depositada em 12 de junho de 1902, concedida em 10 de dezembro de 1907. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US873083A/en?q=US873083>

estava contemplada nas teorias de Maxwell⁵⁶, evidenciando o contato entre a patente do *Telegraphone* com as teorias do eletromagnetismo.⁵⁷

A bateria polarizada é representada pela letra P no diagrama abaixo.

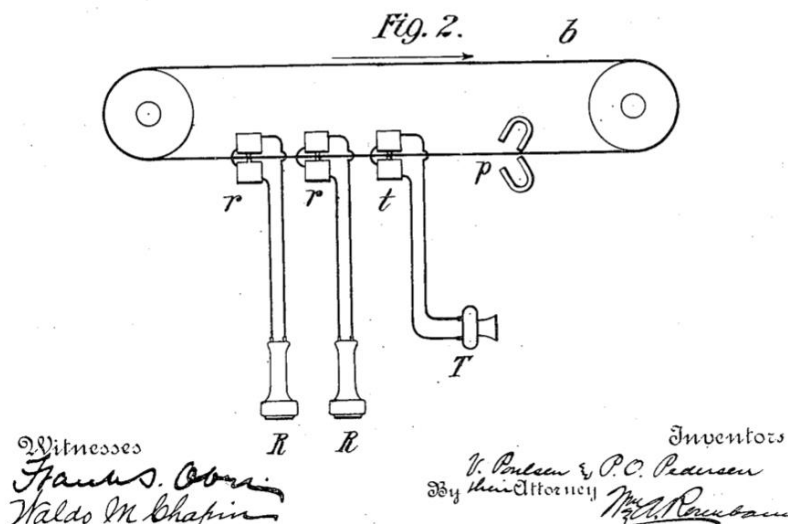


Figura 8: Bateria polarizada

Uma outra patente de Poulsen, também intitulada *Telegraphone*, recebe no mesmo ano de 1907, um número sequencial com relação à anterior. Nela se pode ver uma proposta de aprimoramentos de design da patente original e modificações do meio de gravação, com o fio de metal sendo substituído por um corpo paramagnético em forma de faixa ou fita metálica. Este novo formato possibilitaria o transporte das gravações de maneira mais prática, inclusive por correio.⁵⁸

⁵⁶ James C. Maxwell. *A treatise on electricity and magnetism Vol I* (Oxford: Clarendon Press, 1873): 489.

⁵⁷ Para mais detalhes sobre a relação entre o desenvolvimento do *Telegraphone* e as pesquisas sobre eletromagnetismo no final do século XIX, vide: Braga, R. T. *Arte e aparato para gravação e reprodução de sons ou sinais do final do século XIX e início do XX: da gravação mecânica à gravação eletromagnética*. (tese de doutorado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2021).

⁵⁸ Valdemar Poulsen. *Telegraphone*. US Patent US873084A, depositada em 29 de setembro de 1902, e concedida em 10 de dezembro de 1907. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US873084A/en?q=US873084>

No. 873,084.

PATENTED DEC. 10, 1907.

V. POULSEN.
TELEGRAPHONE.

APPLICATION FILED SEPT. 29, 1902. RENEWED MAY 2, 1907.

2 SHEETS—SHEET 2.

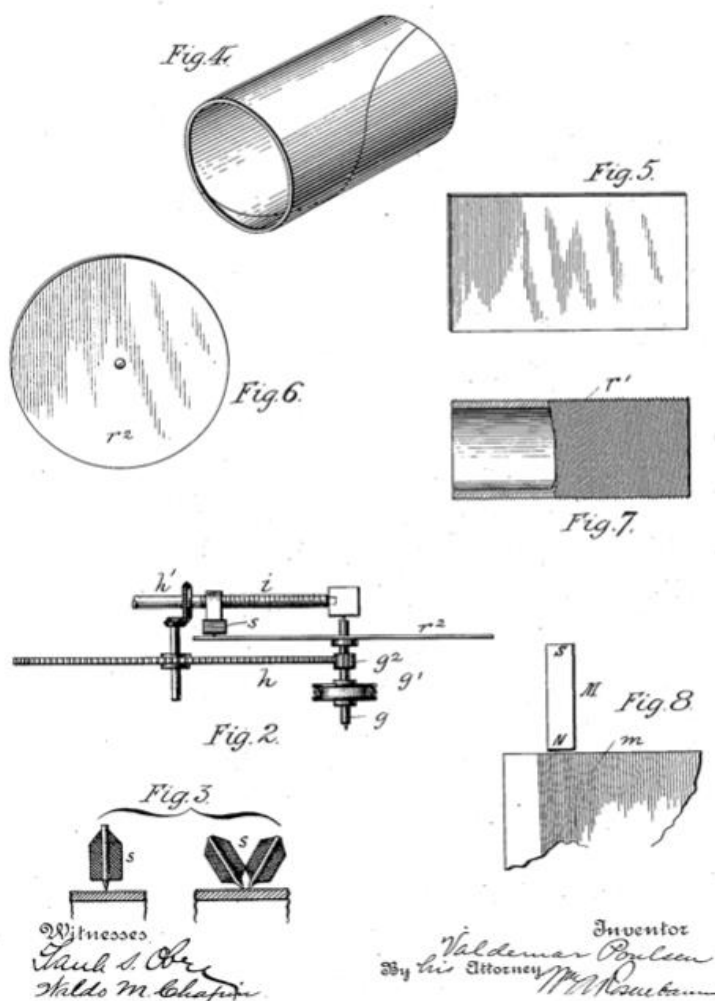


Figura 9: Novas formas de mídia

Poulsen continuaria aperfeiçoando o aparato original. Assim, na patente de 1908, número US900304, intitulada *Electromagnets for Telegraphone*, o autor referiu-se à implementação de um solenóide no circuito do *Telegraphone*, uma espécie de eletroímã que, quando ativado pela passagem de uma corrente elétrica, geraria um campo magnético através de uma bobina enrolada em uma hélice helicoidal.⁵⁹ Outras modificações apresentadas diziam respeito ao design dos polos magnéticos, acrescentando força e precisão para o funcionamento em altas velocidades, fundamental para gravações mais longas.⁶⁰

⁵⁹ Valdemar Poulsen, Peder O. Pedersen. *Electromagnetic for Telegraphone*. US Patent US900304A, depositada em 8 de abril de 1902, concedida em 6 de outubro de 1908. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US900304A/en?q=US900304>

⁶⁰ *Ibid.*

Cabe lembrar que o esquema do solenoide havia sido apresentado em uma proposta de André-Marie Ampère, anos antes.⁶¹ Poulsen descreveu, no texto da patente, a importância do solenoide: “Até onde sabemos, um eletroímã com núcleo de ferro sempre foi considerado necessário nesta classe de aparelhos”.⁶²

A proposta de aprimoramento, neste caso, estaria no aumento da força e precisão da gravação, pois, ao converter o circuito passivo em um circuito ativo pelo uso da bateria, a gravação se daria de uma forma mais limpa e controlada, capturando mais nuances de som, sendo uma gravação com mais fidelidade sonora.⁶³

Interessante perceber que, em 1908, Poulsen já se manifestava sobre alta fidelidade das gravações, algo que só se concretizaria em escala industrial em 1990. O inventor também comentou que haveria evidências de que seria possível gravar as ondas elétricas criadas pelo microfone em outros meios paramagnéticos⁶⁴. Todavia, não foi Poulsen que realizou este feito, mas outro inventor importante para entendermos a evolução da forma de gravação eletromagnética, o austríaco Fritz Pfleumer, do qual trataremos mais à frente. Antes, veremos como a empresa de Poulsen acabou por sair do mercado, abandonando o *Telegraphone*.

Impacto da invenção

Poulsen e Pederson uniram-se a um grupo de investidores e criaram a *Aktieselskabet-Telegrafonen*, na Dinamarca. Posteriormente, este grupo associou-se à *Mix & Genest*, empresa alemã que ajudou na manufatura dos aparelhos apresentados na feira de Paris de 1900.⁶⁵

Como vencedor da feira, o *Telegraphone* chamou a atenção da imprensa que passou a acompanhá-lo com um certo senso de maravilha da modernidade, sempre destacando que a ciência na qual se baseava a construção do aparato era demasiadamente complicada e que só seria possível uma compreensão do princípio do funcionamento geral do gravador.

Assim, a revista *Nature* publicou o artigo “The Telegraphone”, em 20 de junho de 1901, ressaltando o surpreendente avanço tecnológico dos últimos anos.

Contudo, foi a inerente complexidade do aparato que gradativamente decretou seu próprio fim. Uma evidência importante desse fato está na mesma matéria da revista *Nature*, na qual o repórter salienta que, apesar dos aprimoramentos apresentadas por Poulsen, algumas eram apenas teóricas e não haviam se materializado.

Outra matéria, publicada em 23 de dezembro de 1904 no jornal *Wyoming Democrat* de Tunkhannock, Pensilvânia, trata da exposição do *Telegraphone* para o *Franklin Institute* da Fila-

⁶¹ Nye, Mary Jo, ed. *Electrical Theory and Practice in the Nineteenth Century. Volume V, Modern Physical and Mathematical Sciences* (Cambridge: Cambridge University Press, 2003), 210.

⁶² Pedersen, Poulsen. *Electromagnetic for Telegraphone*, 1.

⁶³ *Ibid.*, 2.

⁶⁴ *Ibid.*, 3.

⁶⁵ Camras, Marvin. *Magnetic Recording Handbook* (Dordrecht: Springer, 1988), 15.

délfia, organizada pelo Dr. Z. B. Babbitt, então secretário e diretor geral da companhia *American Telegraphone*.

O posicionamento de mercado do *Telegraphone* foi sendo gradativamente alterado; de um gravador de recados do telefone passou para cinco funções apontadas pelo Dr. Babbitt: gravação e reprodução de ditados, reproduzidor a distância, gravador de conversas entre duas pessoas dentro da linha de telefone comercial sem interferências externas e, por último, o gravador era capaz de operar automaticamente se o usuário do telefone não estivesse disponível para atender uma ligação. Essas funções do *Telegraphone* dispensariam, ainda, a necessidade de se ter um estenógrafo no caso de registro de falas.

Em janeiro de 1905 foi então publicada a íntegra desta exposição de Babbitt⁶⁶, destacando a medalha recebida por Poulsen na exposição de Paris, em 1900, pela pesquisa elétrica original, mas que, mesmo assim, o inventor continuava em sua jornada de aperfeiçoamento da invenção.

Assim, ao explicar tais avanços na matéria completa para o *Franklin Institute*, fica evidente que a estratégia comercial do aparato era de se descolar do telefone e ganhar autonomia como uma máquina que poderia funcionar sozinha, inclusive para a reprodução de notícias, cotações de mercado, música e demais demandas auditivas:

As reproduções são fiéis à voz humana, seja em conversação ou em música, e chegará o dia em que toda família terá gravações feitas em intervalos frequentes - desde os primeiros esforços da criança para falar ao longo de uma vida inteira; e as famílias valorizarão esses registros ao tirar fotos; escritórios nacionais serão estabelecidos para a preservação dos registros de discursos de nossos homens e mulheres públicos.⁶⁷

Ainda que muitas dessas previsões tivessem sido concretizadas, nem todo o projeto de Poulsen saiu do papel. O *Telegraphone* deparou-se com dificuldades limitantes, por exemplo, os alto-falantes então existentes não apresentavam a boa qualidade desejada para se ouvir as gravações. A complexidade da tecnologia e habilidade científica para produzir e reparar o *Telegraphone* limitava a fatia de mercado da companhia, o que acabou por levar a empresa à falência.⁶⁸

Devido a desentendimento sobre a forma de comercialização do *Telegraphone*, Poulsen e Pedersen saíram da companhia em 1908 para desenvolver outras invenções. Naquele momento, a pressão exercida pela companhia telefônica de Graham Bell acabou por sufocar o mercado do *Telegraphone*, mesmo com os esforços de Poulsen e Babbitt para reposicionar o gravador como algo fora da esfera de influência de Bell. O *Telegraphone* não era um aparelho de propriedade da indústria telefônica e, obrigatoriamente, tinha de ser usado dentro do circuito telefônico, fato que não agradava à gigante das telecomunicações.⁶⁹

⁶⁶ “The telegraphone,” *Journal of the Franklin Institute*, 159, 1 (1905): 17.

⁶⁷ *Ibid.*, 21.

⁶⁸ Clark & Nielsen, “Crossed Wires and Missing Connections, 29.

⁶⁹ *Ibid.*, 26.

Após a saída de Poulsen, a companhia passou para o alemão Herr Stille, que continuou a desenvolver a ideia do gravador eletromagnético e rebatizou a invenção de *Blattnerphone* para poder explorar o mercado alemão. Já na Inglaterra, foi comercializado com o nome de gravador *Marconi-Stille*.

Na figura a seguir, podemos ver um desses gravadores sendo utilizado na BBC, em Londres:

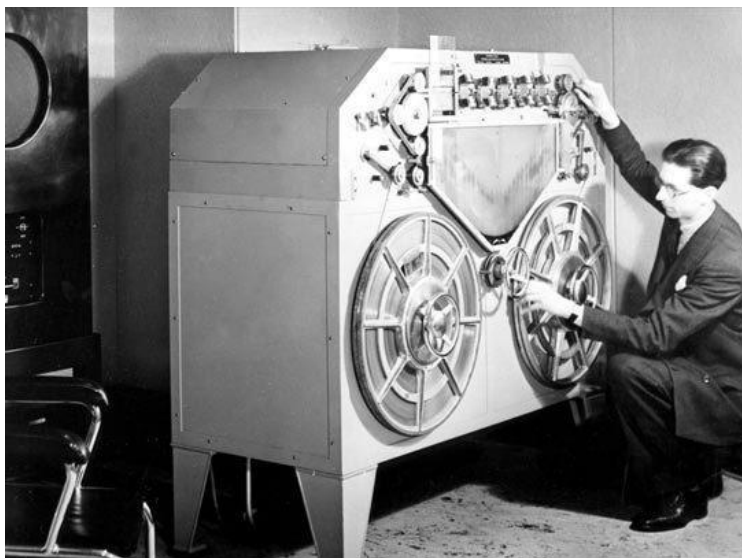


Figura 10: O gravador *Marconi-Stille*. Imagem do arquivo da BBC, Londres. 1933.
<http://www.orbem.co.uk/tapes/ms.htm>

Fita Magnética

Após os trabalhos realizados por Poulsen, ficou claro o caminho para a manufatura de um tipo de mídia que conseguisse realizar e preservar a gravação com qualidade. Sabemos que o inventor dinamarquês não deu continuidade às pesquisas e acabou por se concentrar em outras empreitadas.

O escopo deste artigo, porém, tem como objetivo entender como se deu o processo para chegar à gravação eletromagnética que se tornou o padrão de mercado. Para tanto, é preciso averiguar os aprimoramentos, as melhorias e inovações tecnológicas que propiciaram a invenção da fita magnética. Feito alcançado pelo austríaco Fritz Pfleumer (1881 - 1945), que apresentou a patente em 1941⁷⁰, na qual propôs a substituição do fio magnético da

⁷⁰ Fritz Pfleumer. Recording and reproducing device for magnetic sound writing. US Patent US2247847A, depositada em 23 de julho de 1938, concedida em 1 de julho de 1941. Disponível em <https://patents.google.com/patent/US2247847A/en?q=US2247847A>

patente, obtida por Poulsen anos antes, por tiras de papel ou filme providas de uma camada magnetizável. Surgia assim a fita magnética.⁷¹

Pfleumer descreveu ainda um método de eliminar ruídos para conseguir uma gravação e reprodução do som livre de interferências, mantendo a gravação por tempo indeterminado e podendo ser reproduzida inúmeras vezes.⁷²

Ao referir-se às tiras de papel ou filme recobertas com uma camada magnetizável, ou seja, de pó de ferro de excelente qualidade, Pfleumer apresentou detalhes de seu uso no aparato:

A gravação de som, nestes casos, ocorre passando a fita pelo espaço de ar de um eletroímã de formato especial, sendo a energização do eletroímã efetuada em correlação com as correntes de um microfone. A reprodução e remoção da gravação magnética é efetuada de maneira semelhante.⁷³

O inventor discorre, ainda, sobre alguns dos problemas da gravação eletromagnética em fio de metal, lembrando que, uma vez efetuada a gravação, a dispersão magnética não poderia ser totalmente suprimida, implicando na magnetização de uma região além da desejada, o que acabaria por criar ruídos e distorções harmônicas. Nas palavras de Pfleumer, “Uma reprodução verdadeiramente natural é, portanto, impossível”.⁷⁴

A patente passa a tratar das diferentes frequências dos harmônicos parciais, presentes em qualquer fonte sonora, indicando que, para cada frequência sonora, seria necessária uma resistência magnética variável e, mesmo com a implementação deste método, uma gravação sem interferência da dispersão magnética seria impraticável.⁷⁵

O autor então apresentou uma proposta de aprimoramento da mídia magnética com a concepção da fita eletromagnética; assim, para se ter uma boa gravação, era necessário observar a quantidade de ferro presente em um lugar específico da fita. A fita eletromagnética de Pfleumer era feita com uma camada de pó de ferro sobre uma base que poderia ser de ósmio, irídio, tungstênio, ou outros materiais, e com um diâmetro de 0,02 milímetros.⁷⁶

A fita com uma camada de ferro em pó era essencialmente uma superfície onde as linhas de força magnética poderiam ser magnetizadas com diferentes vibrações elétricas, análogas às vibrações acústicas capturadas pelo microfone. Essa nova mídia poderia ser editada, cortada e colada com facilidade, método parecido com a manipulação de filme para cinema, com a vantagem de poder ser apagada e reutilizada, o que barateava o processo de gravação sonora.⁷⁷

⁷¹ Ibid., 1.

⁷² Ibid.

⁷³ Ibid., 2.

⁷⁴ Ibid., 1.

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Ibid., 2.

⁷⁷ Daniel, Eric D., C. Denis Mee & Mark H. Clark, eds. *Magnetic Recording: The First 100 Years*. (New York: Wiley-IEEE Press, 1999), 16.

A patente de Pflumer trata também do acréscimo de um transformador para manter a corrente elétrica constante na ponta do gravador, precisamente onde a fita sofreria a magnetização; com isso, a gravação seria mais precisa e segura. Esta técnica evitaria o magnetismo residual no reproduzidor, o que causa ruídos de interferência durante a reprodução.⁷⁸

Em 1932, Pflumer conseguiu uma parceria com a AEG (*Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AG*), empresa alemã especializada em equipamentos elétricos. Durante a criação dos primeiros protótipos, ficou clara a necessidade da fita ser fabricada com uma base de acetato de celulose, o que daria mais flexibilidade e resistência à fita magnética.⁷⁹

A AEG, por sua vez, fechou uma parceria com a empresa BASF e, a partir das pesquisas feitas pelas equipes responsáveis pela criação do gravador eletromagnético e da fita, apresentaram, em 1935, o *Magnetophon K1* e uma nova fita magnética, batizada de *Magnetophonband*.⁸⁰

A figura a seguir ilustra o design do gravador eletromagnético desenvolvido por Pflumer, já mais parecido com os gravadores utilizados na indústria musical:

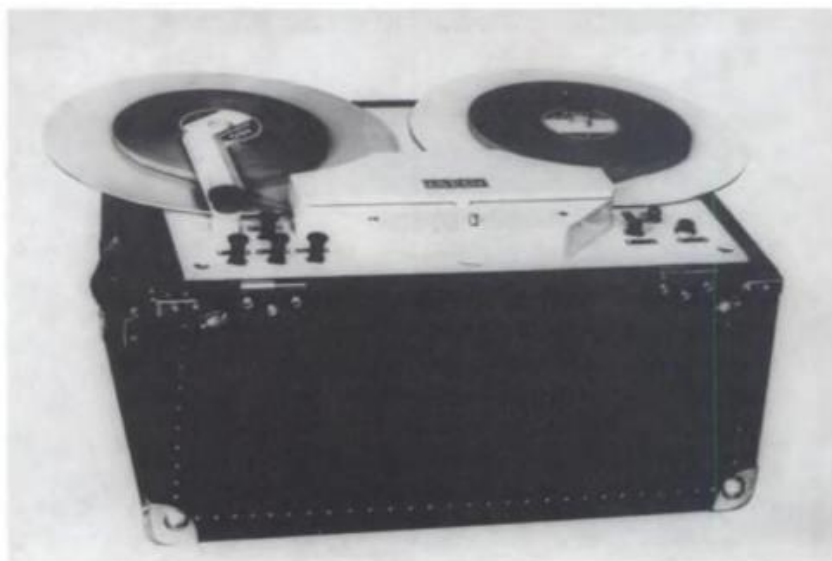


Figura 11: Magnetophon K1

É interessante verificar que os desenvolvimentos tecnológicos na produção do gravador de fita de rolo, que passou a fazer parte do arsenal dos estúdios, levou a experimentos também na área da música. Assim, em 1948, dois compositores franceses, Pierre Schaeffer e Pierre Henry, começaram a produzir obras musicais usando colagens de fita (análogo ao método de colagem nas artes visuais), gerando o que se passou a chamar de música concre-

⁷⁸ Pflumer, 2.

⁷⁹ Begun, *Magnetic Recording*, 47.

⁸⁰ *Ibid.*, 49.

ta. Uma estratégia usada para a composição era a de gravar em fita vários sons e sinais que depois eram combinados para a criação de um novo som.⁸¹

Esta forma de composição com fita magnética acabou por criar um conceito musical, ao mesmo tempo em que tornava possível demonstrar a eficácia de certos tipos de manipulação de fita na transformação de sons. Estas transformações incluíram alteração de velocidade e controle de velocidade variável, tocando fitas de trás para frente, loops e feedback do sinal.

Duas das composições mais bem-sucedidas e mais conhecidas desse período inicial são de Pierre Schaeffer: *Symphonie Pour un Homme Seul*, de 1950; e de Pierre Henry: *Orphée*, de 1953.⁸² Outros exemplos de composição usando a fita como meio e instrumento podem ser ouvidas na obra de Edgar Varèse, que compôs peças para fita e conjunto instrumental, *Déserts* de 1954, e o *Poème Électronique* de 1958. Compositor também importante foi John Cage, que escreveu *Williams Mix*, em 1952, e *Mix Fontana*, em 1958.

Ou seja, um desenvolvimento técnico de gravação e reprodução de sons, tão desejado e fruto de muito esforço, envolvendo inventores e cientistas, encontrou respaldo na indústria interessada não só na reprodução dos aparatos, mas também na produção, em grande escala, dos materiais necessários, como foi o caso da BASF na produção da base celulósica para as fitas. Tal desenvolvimento impactou também outro ramo de atividade humana, a arte, mais especificamente, a música, com suas novas propostas de estilo em que os exemplos discutidos são bons representantes.

Conclusão

A vida contemporânea está permeada de tecnologia em praticamente todas as áreas do convívio humano. É difícil conceber o cotidiano sem as formas de comunicação que fazem parte do dia a dia de todos nós: microfones, gravadores, transmissores e a internet são recursos intrínsecos do século XXI. Mas, até o início do século XX, não havia uma forma de gravar o som, assim a voz humana só permanecia na memória de cada um, perdendo força com o passar dos anos. Lembrar da voz de um ente querido ou de uma canção exigia uma boa memória, treino e disciplina.

A música sempre teve uma característica particular: só existia enquanto executada. Somente era possível apreciar música em salas de concertos, óperas, teatros, dentro das casas das famílias que possuíam um piano ou outro instrumento. A forma de guardar e transmitir ideias musicais estava restrita às partituras. Assim, a música só se manifestava enquanto alguém estava tocando, restando apenas a memória após o término. Com o advento dos aparatos de gravação, a música pôde fazer parte do cotidiano e ser reproduzida a partir de gravações tanto mecânicas como eletromagnéticas.

⁸¹ Holmes, Thom. *Electronic and Experimental Music: Technology, Music, and Culture* (Nova York: Routledge, 2012), 10.

⁸² *Ibid.*, 12.

A gravação da voz ou do som seria uma maneira de eternizar um momento, uma lembrança, uma experiência. Durante milênios a espécie humana criou culturas com um vasto apreço pela música, pela comunicação usando sons, mas sem um aparato capaz de gravar estes sons, de modo que muito se perdeu no tempo.

A possibilidade de gravar e reproduzir sons, sinais e música teve um profundo impacto na sociedade. Os aparatos estudados neste breve artigo contribuíram para uma reflexão da importância que o som tem na experiência humana.

Contudo, como vimos até aqui, a criação de aparatos que possibilitaram a gravação de sons foi fruto de anos de estudo e pesquisa, principalmente na transição do gravador mecânico para o gravador eletromagnético. Ambas as formas de gravação foram de suma importância para a sociedade, apresentando formas de estocar e comercializar o som, seja como forma de entretenimento ou como de eternizar manifestações culturais.

A criação dos gravadores possibilitou a gravação de músicas folclóricas, artistas de rua, paisagens sonoras e toda uma gama de histórias orais. Foi então possível catalogar canções e músicas de cultura popular, como no caso de Alan Lomax nos Estados Unidos - que teve a oportunidade de gravar Leadbelly e Woody Guthrie -, Béla Bartók, que usou gravadores para capturar o folclore na Europa, e Mário de Andrade, que também o fez no Brasil.

O gravador mecânico possibilitou a gravação de som e acabou por criar um mercado que comercializava histórias narradas, música e até notícias. O *Telegraphone* trouxe a possibilidade de gravação de sons e sinais, e o aperfeiçoamento da técnica de gravação a partir da fita magnética facilitou a criação de novas expressões musicais.

A partir dos trabalhos de Poulsen e Pflüger, uma nova forma de arte pôde se desenvolver e desabrochar durante o pós Segunda Guerra Mundial, e a gravação eletromagnética em multicanais desenvolvida por Lester William Polsfuss, conhecido como Les Paul, abriu as portas para a indústria musical. A técnica de gravação em multicanais apresentada por Les Paul consistia essencialmente em utilizar vários aparatos de gravação eletromagnética para cada instrumento, possibilitando a gravação e sincronia de vários instrumentos e microfones.

Apesar do *Telegraphone* não ter obtido um êxito comercial, sua tecnologia foi de fundamental importância para os aparatos de gravação que o sucederam. Ficou clara a vontade dos inventores de prover uma forma de gravação que superasse a gravação mecânica, proposta de Edison e Berliner. Mas com a dificuldade inerente de um aparato eletromagnético algumas gerações de aperfeiçoamentos foram necessárias para que o público geral tivesse acesso a um gravador de fita fácil de usar, confiável e principalmente acessível.

Durante um pedaço século XX os dois sistemas de gravação coexistiram e com o passar do tempo o sistema de gravação eletromagnético se tornou o padrão de gravação e o sistema mecânico se tornou o padrão de reprodução. Uma indústria multimilionária foi criada com base nestes conceitos e grandes estúdios foram construídos com equipamentos eletromagnéticos e gravadores de fita de rolo, como ficaram conhecidos. Após a gravação, mixagem e masterização, o som era gravado em discos de vinil e posteriormente em CDs.

Já no início do século XXI a indústria musical passou por uma grande atualização tecnológica com a absorção da digitalização de áudio e o uso de computadores (digital signal processor), porém muitas práticas de estúdio da fase analógica de gravação ainda são usadas em Softwares de música e DAWs (Digital Audio Workstation), como o caso do Logic Pro da Apple, Pro Tool da Avid, Live da Ableton, entre outros.