Do detetor de Hertz ao coesor

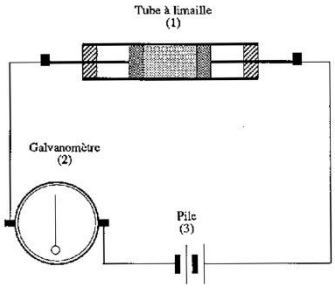
Em 1886, em Karlsruhe, Alemanha, Heinrich Hertz usava frequentemente as bobinas espirais acopladas de Peter Riess em demonstrações na lecionação das suas aulas de Física. Estas bobinas eram dois anéis metálicos abertos, com igual diâmetro, terminados em pequenas esferas metálicas, cuja distância *(spark gap)* podia ser ajustada por um parafuso micrométrico. Hertz verificou que era relativamente fácil gerar uma faísca num anel (primário) à custa de uma bobina de indução e observar uma réplica no outro anel (secundário), supostamente por efeito de indução eletromagnética.

Hertz concluiu rapidamente que não se tratava de um efeito de indução, uma vez que o afastamento progressivo dos dois anéis não seguia a lei de decréscimo da indução eletromagnética.

Hertz usou este dispositivo como detetor de ondas de rádio nos seus trabalhos sobre ondas eletromagnéticas (ver aqui e aqui). O anel de Hertz é, assim, o primeiro detetor de sinais de rádio.

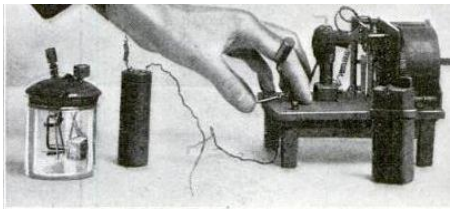
Este detetor tem uma sensibilidade muito baixa e a pequena faísca nunca pode ser vista por muitas pessoas. Vários investigadores sugeriram alterações para ampliar a visibilidade e estas foram desde a colocação do *spark gap* num frasco com uma mistura de oxigénio e hidrogénio, que explodiria assim que houvesse uma pequena faísca, e até à inclusão do *spark gap* dentro de um tubo de descarga de gás de Geissler para a faísca iniciar a descarga dentro do gás e iluminá-lo. Outros investigadores associaram galvanómetros às extremidades do anel de Hertz, para verem o deslocamento do ponteiro, ou até usaram auscultadores de alta impedância ligados às esferas do detetor para ouvir o sinal recebido.

O Coesor



Temistocle Calzecchi-Onesti, professor de um liceu italiano, publica entre 1884 e 1886 vários artigos em que mostra que uma descarga elétrica altera a resistência de partículas metálicas, inseridas num tubo, entre duas lâminas condutoras. A variação de resistência vai desde infinito (não condutor) até centenas de ohms depois da descarga elétrica[1].

Há registos de utilização destes fenómenos que ocorrem nos maus contactos elétricos desde 1835, feitos pelo cientista sueco P.S. Munk a Rosenschold da Universidade de Lung e por S. A. Varley, em 1852, para proteger linhas telegráficas contra raios. O dispositivo realizado era constituído por grânulos de carbono colocados numa caixa de madeira entre dois elétrodos, mas não muito apertados. Este dispositivo normalmente apresenta uma elevada resistência elétrica mas ela baixa consideravelmente com a rádio frequência gerada por um raio, protegendo os equipamentos.



Em 1879, o anglo-estadunidense David Hughes fez as primeiras experiências com ondas eletromagnéticas. Hughes foi o inventor do microfone de carbono em 1878, também baseado na variação de resistência elétrica, entre elétrodos de carbono, motivada pela alteração da pressão acústica (som) sobre os elétrodos.

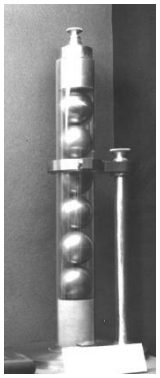
[1] **Não há uma teoria que explique o funcionamento do coesor que seja aceite mas, provavelmente, trata-se de um fenómeno de tunelamento quântico microscópico relacionado com as bandas de energia das diferentes partículas.**

Hughes transmitiu sinais à distância de 450 metros, usando um mecanismo de relojoaria que periodicamente interrompia a corrente numa bobina de indução gerando uma faísca elétrica. Ouvia num auscultador a perturbação resultante desta faísca detetada pela alteração da resistência do microfone de carbono, colocado à distância. Hughes apresentou estes resultados na Academia das Ciências de Londres, em 1879, mas os cientistas presentes consideraram que eram fenómenos de indução eletromagnética, opinião que não convenceu Hughes. De facto, Hughes estava a usar um detetor de rádio baseado nos maus contactos entre as barras de carbono que usava como microfone.

Em 20 de novembro de 1890, Édouard Branly, francês, professor do Instituto de Paris, com o seu preparador de laboratório, experimentava as propriedades de condução de limalha de ferro colocada dentro de um tubo de vidro. Na sala ao lado, a cerca de 25 m de distância, uma máquina eletrostática

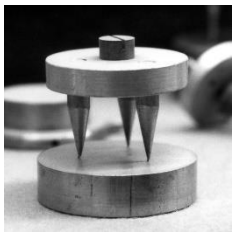


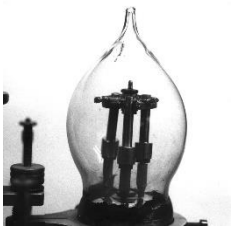
quando fazia faíscas elétricas mudava as propriedades de condução da limalha elétrica passando-a de isolador a condutor elétrico. Branly, que seguira os trabalhos de Hertz, concluiu que a condução elétrica era influenciada pelas ondas eletromagnéticas e atribuiu o ao seu dispositivo o nome de radiocondutor. No dia 24 de novembro de 1890 Branly apresentou este resultado na Academia das Ciências de Paris. Usando este dispositivo Branly aplicou-o a fazer um comando remoto por rádio de dispositivos à distância. Branly estudou diferentes tipos de limalhas de metal e de diferentes metais e fez até uma experiência com esferas metálicas de grandes dimensões para ver se era um fenómeno que resultava apenas com partículas muito pequenas. Concluiu que a sensibilidade era semelhante à do dispositivo de limalhas e percebeu que o fenómeno era um problema de interface de superfícies ou de contactos imperfeitos.



Foram feitas muitas realizações de detetores de rádio baseados em maus contactos elétricos. O reverendo F. L. Odenbach (USA) fez um coesor com uma mina de carbono de uma lapiseira da A. W. Fabeer n. 5900, apoiada sobre dois fios condutores. Jagadindu Ray, indiano, assistente do Prof. Jagadish Chandra Bose, apresentou um coesor constituído por uma série de anéis de ferro encostados formando uma corrente vertical entre dois ímanes permanentes que os mantinha eletricamente ligados.

Em 1902, Branly apresenta um dispositivo ainda mais sensível que designou por radio condutor de tripé, constituído por 3 hastes metálicas com 2 mm de diâmetro que assentam numa base de disco de aço polido e na parte superior noutro disco. Estes discos são os elétrodos do dispositivo.





Em 1894 o britânico Oliver Lodge usou numa demonstração para a *British Association for the Advancement of Science*, realizada na universidade de Oxford, baseada nas ideias de Hertz sobre as propriedades das ondas eletromagnéticas, num memorial sobre Hertz, que tinha falecido recentemente. Lodge usou um radiocondutor para detetar as ondas e chamou-lhe coesor "coheurer", nome que viria a prevalecer. Mais tarde, em 14 de Agosto de 1894, Lodge repetia a experiencia com uma distância de 55 m entre o local da geração de faíscas (emissor) e um detetor de Branly colocado no recetor associado a um galvanómetro de espelho que defletia um raio de luz para tornar evidente que o sinal de rádio tinha sido recebido.

Ainda em 1894, o Prof Jagadish Chandra Bose, na Índia inglesa, fez inúmeras experiências com detetores do tipo coesor bem como com detetores de rádio (de micro ondas) baseados em contactos de ponta

metálica sobre cristais de diversas substâncias, nomeadamente sobre o sulfureto de chumbo (galena). Registou a patente do detetor de galena em 1901. Este detetor era muito mais sensível que o coesor mas, na altura, os investigadores estavam mais focados no coesor. Este detetor acabou por ser usado até aos anos 30 em muitos rádios.

Em 1895, Marconi, fez a sua primeira experiência de transmissão de rádio e abriu-se aqui uma disputa com Marconi. Em 1897 Lodge apresentou um artigo sobre a deteção de sinais de rádio e fez a introdução de circuitos ressonantes "syntonic tuning" ideia que foi patenteada no mesmo ano. Marconi usou um sistema semelhante e entrou em conflito com Lodge. Em 1911 a patente de Lodge foi renovada por mais sete anos e Marconi acabou por desistir desta ideia reivindicativa e contratou Lodge.

Os radiocondutores foram usados nas primeiras transmissões de rádio por Marconi e foram instalados em recetores em muitos navios. Eugène Ducretet, engenheiro e construtor francês, fez vários ensaios de transmissão de TSF (Telefonia Sem Fios) entre a Torre Eiffel e o Panteão francês, entre outubro de 1896 e junho de 1897, usando vários detetores de rádio de Branly.

Em 1898, o comandante Camille Tissot estabeleceu a primeira ligação de rádio no mar, entre o navio Le Borda e o farol do Parc aux Ducs, em Brest, com detetores fornecidos por Branly.

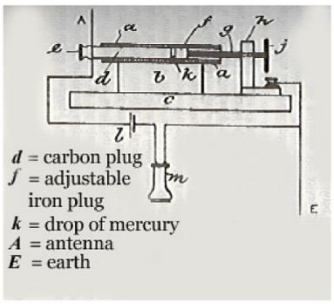


Guglielmo Marconi, de 27 de março a 29 de abril de 1899, fez comunicações de TSF entre uma estação instalada em Wimereux (Pas de Calais), uma no sul de Fireland (Dover) e dois navios L'Ibis e La Vienne, navegando no Canal da Mancha. Todos os recetores de TSF estavam equipados com o rádio condutor do tipo do de Branly.

A resistência elétrica dos radiocondutores assim que recebiam um impulso de rádio reduzia-se muito, mas para voltarem ao estado de alta resistência, para receberem um novo impulso, tinham de levar uma pequena pancada mecânica. Em muitos destes coesores, quando o sinal de rádio era recebido, um relé era atuado e dava uma pequena pancada no tubo de vidro do coesor pondo-o no estado inicial de alta resistência.

Marconi, na sua primeira transmissão de rádio transatlântica, utilizou três detetores do tipo coesor: um baseado em partículas de carbono, outro desenvolvido por Marconi baseado numa mistura de pós de carbono e de cobalto e um terceiro detetor - o *Italian Navy coherer* - baseado numa bolha de mercúrio que ficava entre um elétrodo de carbono e uma peça de aço ajustável; este dispositivo era de ajuste muito crítico e, por vezes, funcionava como retificador do sinal de rádio, como Marconi desejava.





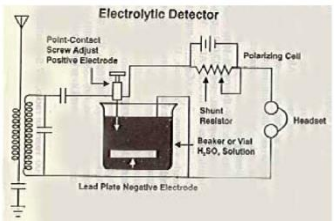


Coesores de Marconi

Em 1902 Marconi inventou um detetor magnético que designou por Magiee que foi bastante usado nos seus sistemas de comunicação até 1913 altura em que Marconi o substituiu pelo díodo de vácuo do Prof. Fleming (seu funcionário).



Para receber sinais de rádio modulados havia o detetor de galena e o Prof Fessenden inventou em 1902 um detetor eletrolítico que também convertia sinais AC em DC (retificador) e que patenteou. Um dos primeiros recetores de rádio de Fessenden tinha a arquitetura representada na figura da patente.



Em 1911, o sistema de comunicações do navio Titanic ficou a cargo de Marconi e este equipou-o com três deteores de rádio: o *Navy Detector*, o detetor magnético Maggie e o detetor de díodo de vácuo do Prof. Fleming (funcionário e consultor de Marconi).

Nesta altura o detetor de rádio mais sensível era o tríodo de De Forest, inventado em 1907, mas Marconi tinha posto De Forest em tribunal, num conflito de patentes, por considerar que não havia nada de novo relativamente ao díodo de Fleming que usava (ver aqui).

Entre o detetor de Hertz e os detetores de rádio mais eficientes existiram muitas propostas de detetores de rádio, extremamente criativas, baseadas em vários fenómenos físicos, e que estão minuciosamente relatadas num livro, que se encontra esgotado, elaborado pelo Prof. Vivian J. Philips, durante umas férias sabáticas realizadas no Museu da Ciência de Londres (ver aqui).