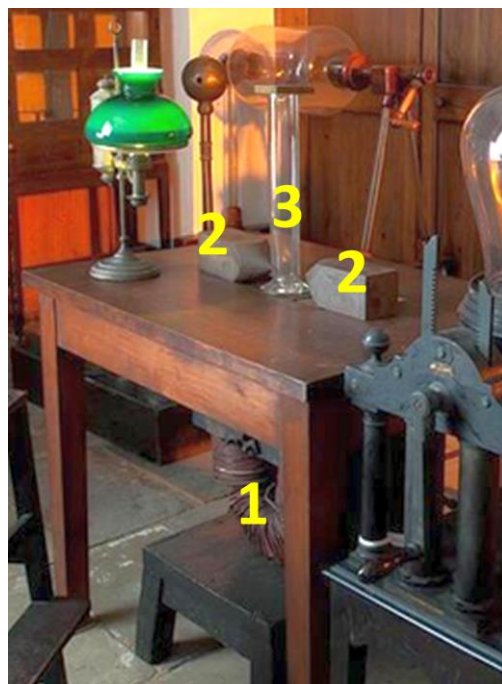


Efeito de Faraday

Em setembro de 1845, Michael Faraday (1791-1867) descobriu que um campo magnético interagia com a luz. Esta descoberta foi fundamental para que se começasse a pôr a hipótese de que a luz seria também um campo eletromagnético. No seu interesse pelas propriedades óticas de vidros, o nome de Faraday acabou por se tornar incontornável quando se fala de eletromagnetismo, como se descreve resumidamente nos parágrafos seguintes.

Nas experiências de Faraday o campo magnético era gerado por um eletroímã gigante, que ainda hoje existe no Museu Faraday da [Royal Society](#) de Londres.

Faraday obtinha a corrente para excitar o eletromagneto a partir da associação de células voltaicas (pilhas ou baterias). As peças polares do eletromagneto eram amovíveis para se adaptarem a diferentes experiências. Para estudar a interação com a luz, Faraday usava peças polares furadas longitudinalmente para que a luz as pudesse atravessar. Faraday pendurava as amostras dos vários materiais por um fio (pêndulo) para verificar se havia forças de interação com eles.



**Fig.1 - Eletromagneto de Faraday.
(M. Faraday, Londres)**

1- Eletromagneto; 2- Peças polares; 3- Tubo de vidro protetor do pêndulo.

Faraday estudou as propriedades óticas de vários vidros muito densos que tinha fabricado. Neste estudo, usava um instrumento designado por polarímetro ótico que trabalha com luz polarizada linearmente¹.

O polarímetro

Fazer a história deste aparelho, mesmo de forma sumária, obriga a referenciar colaborações de vários cientistas que aconteceram a partir da segunda metade do século XVIII.

O físico francês François Arago (1786-1853), verificou que o corte de um cristal de quartzo perpendicularmente ao seu eixo podia originar um polarizador linear da luz.

No caso de Faraday, a luz polarizada linearmente era obtida pelo uso de [um prisma de Nicol](#), que foi inventado em 1828 por [William Nicol](#) (1768-1861).

Jean Biot (1774-1862), em 1812, começou a estudar a luz polarizada e observou, em 1815, que existe uma rotação da polarização da luz quando esta atravessa sólidos líquidos e gases. Biot concluiu que o grau de rotação da polarização da luz estava de alguma maneira relacionada com a composição química do meio. Louis Pasteur (1812-1895), ao continuar o trabalho de Biot, lançou as bases da polarimetria e da sua aplicação na caracterização de substâncias². Na fig.2 pode ver-se a constituição interna de um polarímetro ótico.

¹ A polarização de uma onda é uma propriedade das ondas transversais em que a “vibração da onda” é perpendicular à sua direção de propagação. A alteração da polarização ao atravessar um meio mede-se com um polarímetro.

² Modernamente usa-se um refratómetro para medir a quantidade de açúcar presente num sumo de uva e a partir desta medida estimar a percentagem de álcool que será obtida após a fermentação do sumo ([ver exemplos](#)).

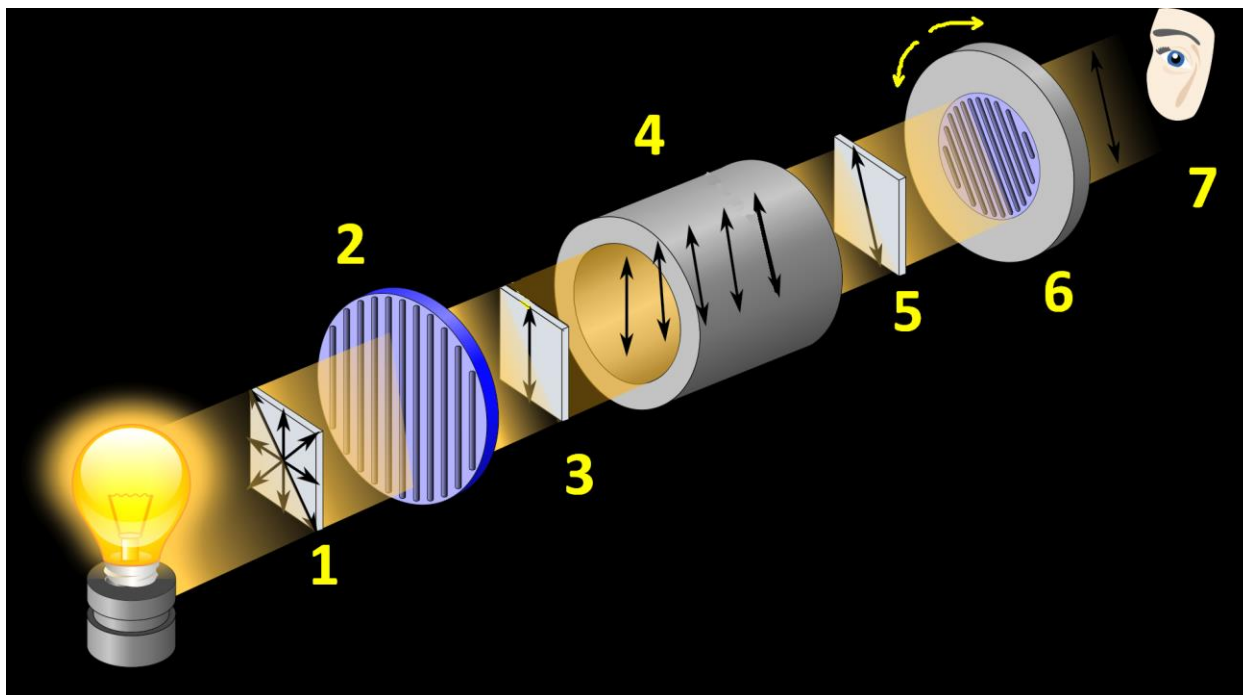


Fig. 2 – Polarímetro óptico.

A luz emitida pela lâmpada, tem uma estrutura de polarização complicada em 1, mas depois de passar pelo polarizador linear vertical fixo 2, fica só com esta polarização, como se observa em 3. A luz, ao atravessar o meio 4, a sua polarização pode rodar um pouco no sentido dos ponteiros do relógio ou no sentido contrário, dependente da substância contida em 4. A polarização final da luz, presente em 5, ao passar pelo polarizador linear 6 pode produzir uma sensação de máxima amplitude no observador 7, para um dado ângulo de rotação de 6. Este ângulo lido em 6, numa escala, associada ao polarizador rodável, é o ângulo de desvio da polarização no meio contido em 4.

Faraday ao aplicar um campo magnético mostrou experimentalmente que na luz polarizada linearmente, ao atravessar um meio óptico muito denso, o ângulo desta polarização era modificado pela presença de um campo magnético orientado segundo a direção de propagação da luz no meio óptico. Nas suas inúmeras experiências, Faraday verificou também que a variação do ângulo, θ , de polarização da luz no seu percurso, dependia do material do meio óptico e da intensidade do campo magnético.

Faraday, em maio de 1846, publicou o artigo *Thoughts on Ray Vibrations*, no qual especulava que a luz poderia ser uma vibração das linhas de força elétrica e magnética. Na sua obra, publicada em 1855, [“Experimental Researches in Electricity”, Vol.3](#), na série XIX, nas notas 2146 a 2242, Faraday explica as relações existentes entre a eletricidade, a luz e o magnetismo, que foram obtidas a partir das suas experiências³.

Alguns anos mais tarde, Émile Verdet (1824-1866), cientista francês, ao fazer ensaios com diferentes materiais, concluiu que o desvio angular, θ , da polarização dependia do tipo de material e do

³ - Faraday verificou que esta ação ocorria quer com eletromagnetos fortes, quer com magnetos permanentes, usando diferentes substâncias no caminho da luz. O eletromagneto usado tinha a capacidade de erguer um peso de ferro com 15 kg a 30 kg. Com este eletromagneto, Faraday verificou que a rotação de polarização era influenciada pela intensidade do campo magnético e que a troca de direção do campo invertia o ângulo de desvio da polarização da luz. Com o vidro silico-borato de chumbo, numa lâmina com ½ polegada de espessura e 1 polegada quadrada de lado, Faraday conseguia extinguir (ou não) a passagem da luz através do seu sistema, consoante o sentido da corrente elétrica aplicada ao eletromagneto.

comprimento de onda da luz, λ , e era proporcional à intensidade do campo magnético, B, existente no percurso, e da distância, d, percorrida. Ou seja: $\theta = V(\lambda) \times B \times d$, em que a constante $V(\lambda)$ depende do material (e do comprimento de onda da luz) e é designada por Constante de Verdet.

Em 1878, o fabricante francês de equipamentos científicos, [Eugène Ducretet](#)⁴ (1844-1915), apresentou, na feira Universal de Paris, um dos primeiros equipamentos pedagógicos que permitia reproduzir facilmente a experiência de Rotação de Polarização de Faraday. Este instrumento teve sucessivas alterações até chegar à versão que se representa na Fig.3, que faz parte da coleção do Museu Faraday do IST.

Estimamos que este demonstrador do Efeito de Faraday tenha sido produzido por volta de 1900. Em anexo pode observar-se a evolução dos demonstradores do efeito de Faraday até chegar à versão do demonstrador existente no Museu Faraday.

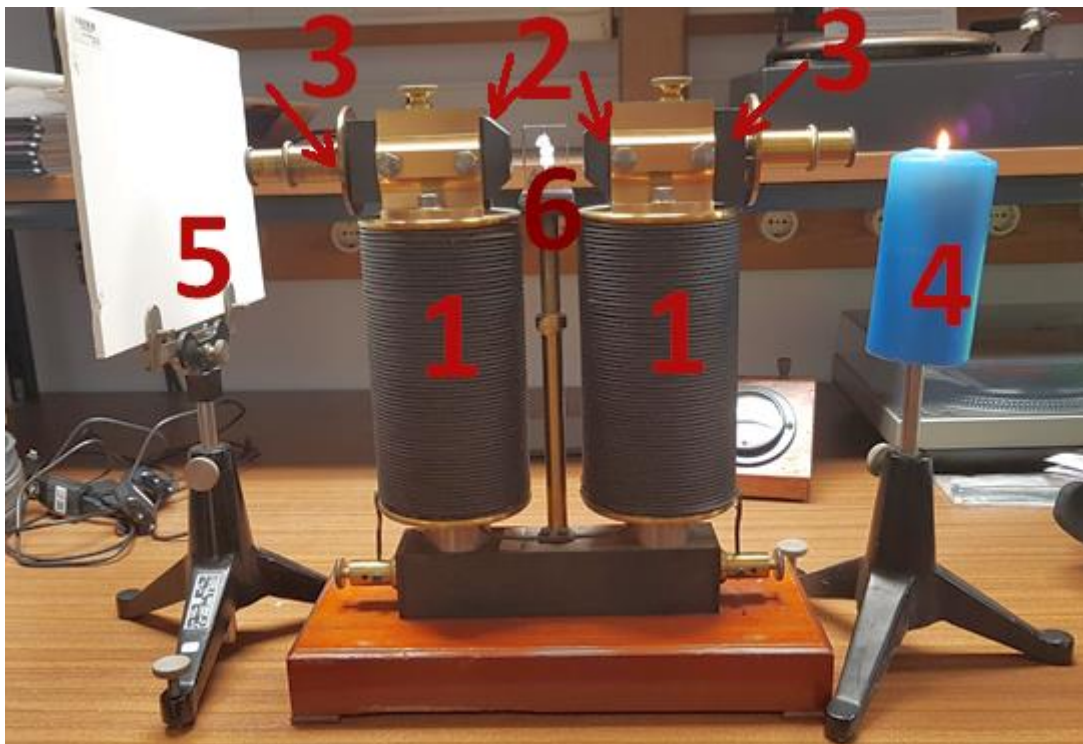


Fig.3 - Instrumento Ducretet para demonstrar a Rotação de Faraday.

1- Eletromagneto; 2- Peças polares magnéticas ajustáveis; 3- Filtros óticos polarizadores da luz; 4- Fonte de luz; 5- Alvo para projeção da imagem da luz; 6- Meio ótico transparente sujeito ao campo magnético do eletromagneto.

Polarímetro ou Rotor de Faraday

A diferença fundamental entre estes dois instrumentos é que o polarímetro é reversível e o Rotor de Faraday não é. No polarímetro, quer a luz caminhe numa direção ou na oposta, a rotação do plano de polarização é a mesma, mas isto não acontece no Rotor de Faraday, que dá um tratamento diferente à luz, conforme esta caminha no sentido do campo magnético ou em sentido contrário. No polarímetro, se a polarização da luz que caminha num dado sentido sofrer uma alteração de ângulo de polarização, a luz que caminha no sentido contrário sofre uma rotação de polarização de ângulo simétrico do anterior, retornando com a polarização original da luz incidente.

⁴ - Ducretet forneceu os equipamentos para a 1ª transmissão de TSF em Portugal, no princípio de 1901.

No rotor de Faraday, Fig. 4, no seu percurso a luz sofre um desvio de polarização de um certo ângulo, se a luz caminhar no sentido contrário também sofre uma rotação do mesmo ângulo. O ângulo de rotação da polarização da luz no percurso de ida e de volta é, assim, o dobro do ângulo obtido só num percurso. De salientar, que no rotor de Faraday o ângulo de rotação pode ser fixo ou pode ser alterado ao ritmo da alteração do campo magnético.

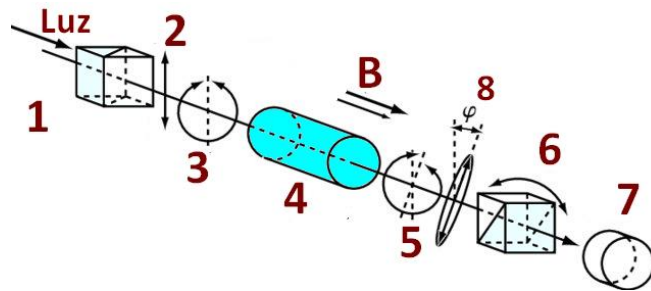


Fig. 4 – Rotor de Faraday.

1 e 6 - Prisma de Nicol; 2 - luz com polarização vertical com as 2 componentes de rotação circular (3); 4 - Rotor de Faraday; 5 - componentes circulares alteradas e polarização modificada (8); 7 - observador/ analisador.

Aplicações do Efeito Faraday

Há muitas aplicações de efeito de Faraday na chamada eletro-ótica, nomeadamente no Rotor de Faraday de 45° de desvio de polarização.

- **O Isolador Ótico**

Um dispositivo muito usado é o isolador ótico. Este dispositivo destina-se a separar a luz incidente, que atravessa um dado meio (caminho I da Fig. 5), da luz refletida que atravessa o meio na direção oposta (caminho II). Do ponto de vista dos portos de entrada e de saída da luz, o isolador ótico não é um dispositivo recíproco, pois só deixa passar luz numa dada direção. Tem muitas aplicações práticas, por exemplo, num Laser de corte de materiais (ou de comunicações óticas) há sempre luz refletida na interface de corte (ou no acoplamento a uma fibra ótica); esta luz, que caminharia no sentido inverso da luz incidente, poderia danificar o Laser emissor.

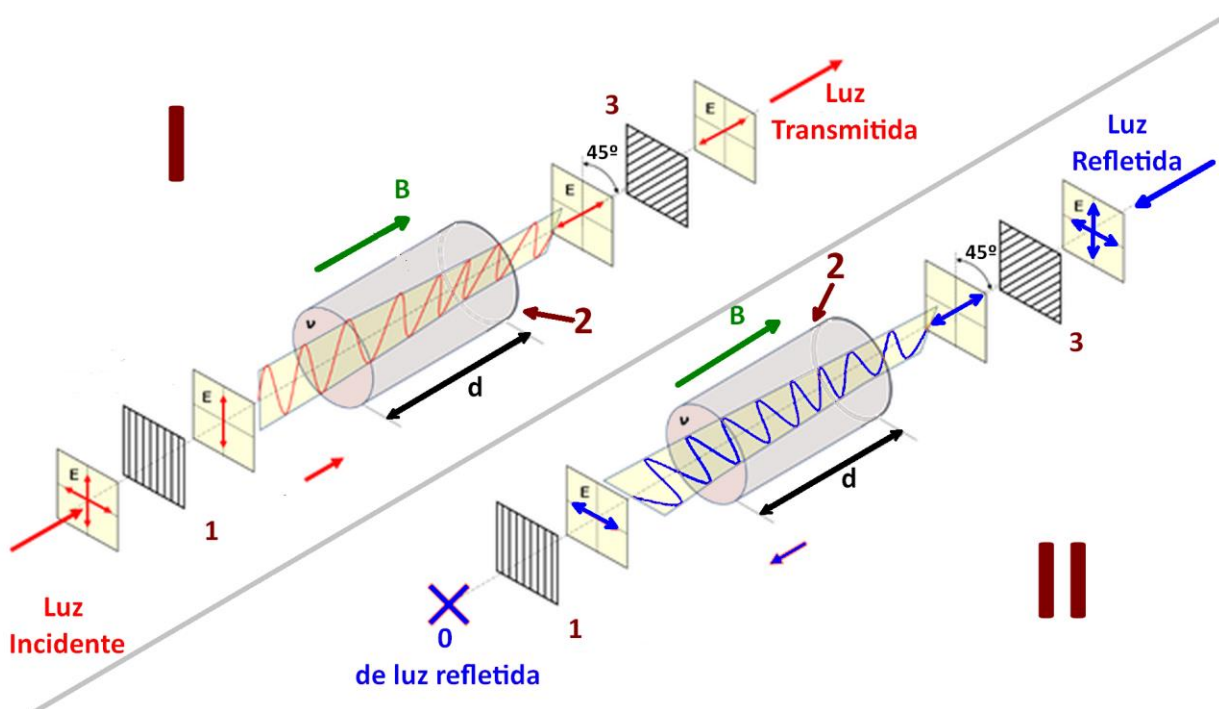


Fig. 5 - Isolador ótico baseado num Rotor de Faraday com rotação de 45°.

I- Caminho da luz incidente; II- Caminho da luz refletida

1- Polarizador linear; 2 Rotor de Faraday; 3 Polarizador linear a 45°

A título de exemplo, considere-se de novo a Fig. 5. A luz polarizada verticalmente, no polarizador linear 1, ao atravessar um Rotor óptico de Faraday de um ângulo de 45° de desvio do plano de polarização, passaria pelo polarizador 3 (com 45° de desvio) e ao ser refletida na superfície de corte do Laser a polarização poderia ser alterada mas ao reentrar no Rotor de Faraday de 45° ficaria polarizada com o polarizador linear de entrada, com 45° de desvio.

A luz ao reentrar na zona de ação do campo magnético, o seu Plano de polarização seria rodado de 45° adicionais, pelo que chegaria com polarização horizontal ao polarizador 1 (vertical) e seria rejeitada por este.

- **Isolador e Circulador de micro-ondas**

No caso de se trabalhar com rádio frequência, RF, (micro-ondas), em vez de luz, o isolador pode ser construído com um magneto que gera o campo B que, num dielétrico cerâmico apropriado, induz o efeito de rotação de Faraday, ver Fig.6.

Considerando ainda a Fig.6, um sinal de potência de RF que seja aplicado ao porto 1 do isolador é transferido diretamente para o porto 2. Algum sinal refletido, por desadaptação, no porto 2, seria transferido diretamente para a carga e não seria apresentada no porto 1.

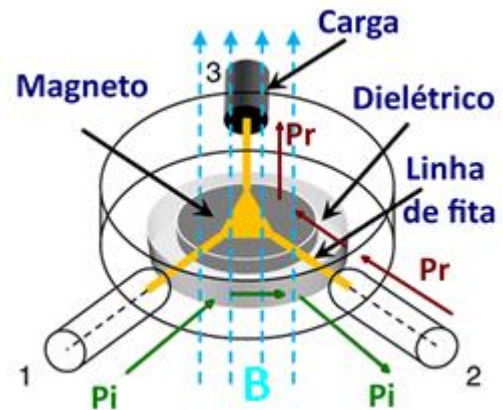


Fig. 6 - Isolador de micro-ondas.

- **O circulador de micro-ondas**

O circulador de radiofrequência permite ligar a mesma antena a um emissor e a um recetor. Tem três portos como se indica na Fig. 7. O sentido de rotação do circulador é indicado pela seta. O sinal a transmitir, Pt, segue diretamente do porto 1 para o porto 2 e não passa para o porto 3 onde está ligado o recetor. O sinal recebido pela antena passa diretamente para o porto 3 seguindo o sentido de rotação do circulador.

O Rotor de Faraday permite que recetor e transmissor estejam ligados ao mesmo dispositivo, sem interferência dos respetivos sinais apesar de eles terem potências muito diferentes.

Na Fig. 8 pode ver-se a constituição interna típica de um circulador comercial. Os magnetos 1 definem o campo B que é uniformizado pelas duas peças de ferro 2. Este

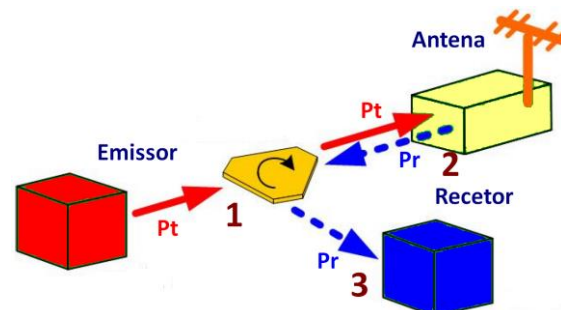


Fig. 7 - Circulador de micro-ondas.

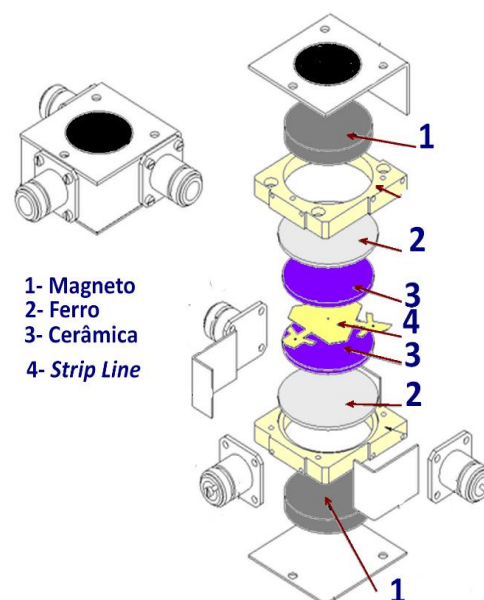


Fig. 8 - Vista interior de um circulador comercial baseado na rotação de Faraday.

campo atua sobre as duas cerâmicas 3, onde se dá o desvio da polarização das ondas eletromagnéticas. As cerâmicas “aconchegam” as linhas de transmissão condutoras 3, projetadas para manter a impedância característica destas linhas.

O efeito de Faraday nas Comunicações com satélites

As comunicações de rádio a distâncias muito longas podem fazer-se por ondas longas, que seguem a curvatura da Terra, mas isto exige potências de transmissão muito elevadas. Uma alternativa, usando potências bem menores, é usar ondas curtas de 3 MHz a 30 MHz que são normalmente refletidas pela ionosfera⁵, podendo atingir-se distâncias muito grandes através de múltiplas reflexões na ionosfera e na Terra.

Para comunicações com satélites, que não podem ter antenas muito grandes, é normal usar sinais com frequências bastante mais altas, que penetram facilmente na ionosfera, mas é preciso ter cuidado com o efeito de Faraday provocado pela ionosfera e pelo campo magnético terrestre. A recomendação da [ITU](#) refere que o efeito de Faraday existente na ionosfera (que é bastante instável) pode alterar de forma significativa a polarização de uma onda eletromagnética, de forma a dificultar a receção dos sinais.

Outros Efeitos Ótico – Eletromagnéticos

- **O efeito eletro-ótico de Kerr**

Depois da descoberta, fundamental e disruptiva, do efeito de rotação de Faraday, muitos cientistas procuraram descobrir outras possíveis interações existentes entre a luz e o campo eletromagnético quando este é aplicado a amostras de diferentes materiais.

O próprio Faraday, em 1845, fez experiências para ver se um campo elétrico também alterava a polarização da luz, mas não teve sucesso, mas esta prova viria a acontecer, 30 anos mais tarde, em 1875, pela mão do físico escocês John Kerr (1824-1907). Kerr fez duas descobertas muito importante e que têm enorme aplicação nos dias de hoje.

Numa das descobertas Kerr mostrou que, em certos meios óticos, um campo elétrico transversal à direção de propagação da luz polarizada linearmente pode rodar o ângulo de polarização da luz. Nos dias de hoje, este efeito tem aplicação prática, nomeadamente nos moduladores eletro-óticos.

Estes dispositivos podem modificar a amplitude da luz que atravessa um meio através da aplicação de um campo elétrico intenso, resultante de uma elevada tensão elétrica aplicada à chamada célula de Kerr.

Na Fig. 9 descreve-se, sumariamente, o princípio do modulador eletro-ótico de Kerr. A luz é polarizada linearmente, com um certo ângulo, pelo polarizador P1. A luz ao atravessar a chamada “célula de Kerr”, o seu ângulo de polarização é modificado pelo campo elétrico E, que pode variar no tempo e, assim, modular a polarização da luz. Esta modulação pode traduzir-se numa modulação de amplitude quando a

⁵ - A ionosfera é uma camada iões que se situa entre 60 km e 1000 km da Terra e que é muito influenciada pela radiação solar. Esta camada resulta da ionização de partículas atmosféricas pela ação da luz ultravioleta proveniente do Sol.

luz passar pelo polarizador P2. Esta modulação corresponde à alteração do índice de refração do meio ótico que é proporcional ao quadrado da intensidade da amplitude do campo elétrico E.

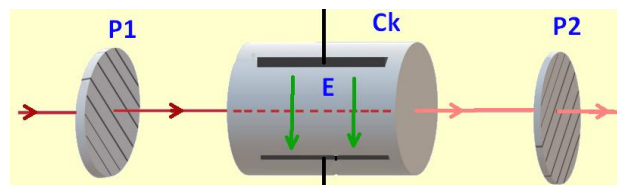


Fig. 9- Modulador eletro-ótico por efeito de Kerr.

Kerr descobriu, assim, que o campo elétrico interage com a luz, mostrando que Faraday tinha tido um bom palpite, mas que não tinha sido provado pela experiência que tinha feito⁶. Noutra experiência Kerr descobriu que também o campo magnético interfere na reflexão da luz. Kerr [publicou, em 1877 e 1878](#), as conclusões das suas experiências sobre a interação do campo magnético sobre a reflexão da luz num dado meio.

Este efeito foi descoberto por Kerr ao observar que o fator de reflexão e a polarização da luz refletida por uma superfície magnética polida dependiam do estado de magnetização dessa superfície.

De salientar, ainda, que outros efeitos óticos - eletromagnéticos e aplicações foram descobertos por vários cientistas e que têm interesse para muitas aplicações, nomeadamente: [Efeito Zeeman](#); [Paschen-Efeito Back](#); [Efeito Stark](#); [Câmara Rapatronic](#); [Kerr Shutter, etc.](#)

O sistema de discos óticos

Ao longo dos tempos sempre que apareceu uma tecnologia nova de gravação e armazenamento de informação foram criados novos dispositivos para tirar partido dessas inovações. Pode ver aqui um pouco [da história da gravação de sinais](#) para preservação e utilização futura.

Foram criados discos óticos de vários tipos e de diversos formatos físicos, mas quase todos usam um mecanismo de guardar a informação e de leitura muito semelhantes, nomeadamente LaserDisc, CD, CD-R, CD-RW, DVD, DVD-RAM, DVD-RW, MO and LIMDOW , etc.

Os discos óticos pré-gravados são feitos de um material transparente sobre o qual é gravada por prensagem informação digital ("0 e 1"). Depois esta prensagem é coberta por uma fina camada de alumínio que servirá de refletor da luz⁷ para um leitor baseado num Laser que é focado sobre a superfície da fina camada alumínio, ver Fig. 10. Estes leitores de discos óticos usam o princípio do isolador ótico para separar a luz do Laser que incide na superfície do disco da luz refletida pela superfície da camada de alumínio.

Estes leitores óticos de discos ficaram comercialmente disponíveis, pela primeira vez, pelo formato [LaserDisc](#) que foi introduzido em 1978 como "Discovision" pela [MCA](#) e Philips. O primeiro disco LaserDisc vendido na América do Norte continha o filme "Tubarão". O LaserDisc guarda a informação de vídeo e som em formato analógico codificado em PWM⁸. Embora seja um formato obsoleto, [que teve várias evoluções](#), ainda hoje pode ser observado e demonstrado no Museu Faraday do IST. Este é um dos papéis dos Museus. O LaserDisc foi o precursor direto do CD, do DVD e dos formatos de gravação magneto-ótica. Pode ver aqui como funciona o [LaserDisc da Pioneer](#) e o da [Magnavox](#).

⁶ - 30 anos depois Kerr tinha instrumentos e condições laboratoriais mais avançadas do que Faraday teve.

⁷ - A patente inicial de Gregg, US 3,350,503, de 1967, era [baseada na transparência dos discos](#) e na alteração introduzida por marcas constituídas por depósitos metálicos, mas rapidamente se passou para a técnica de leitura por reflexão da luz.

⁸ - Os impulsos gravados são digitais, mas a informação do sinal PWM, depois de ser integrada dá um sinal analógico de saída. Não Há qualquer conversão A/D D/A convencional como existe no CD, DVD e no MiniDisc.

O [formato CD \(Compact Disc\)](#) foi desenvolvido pela Philips e pela Sony, como formato de disco apropriado para produzir discos pré-gravados contendo informação digital de música que podia se lida opticamente. O formato da informação contida e um leitor destes discos pré-gravados foi apresentado pelas duas empresas em 1982. O formato CD teve um enorme sucesso, que prevaleceu até aos dias de hoje.

No leitor de CDs a leitura da informação é feita por um Laser que é focado sobre a camada refletora do disco

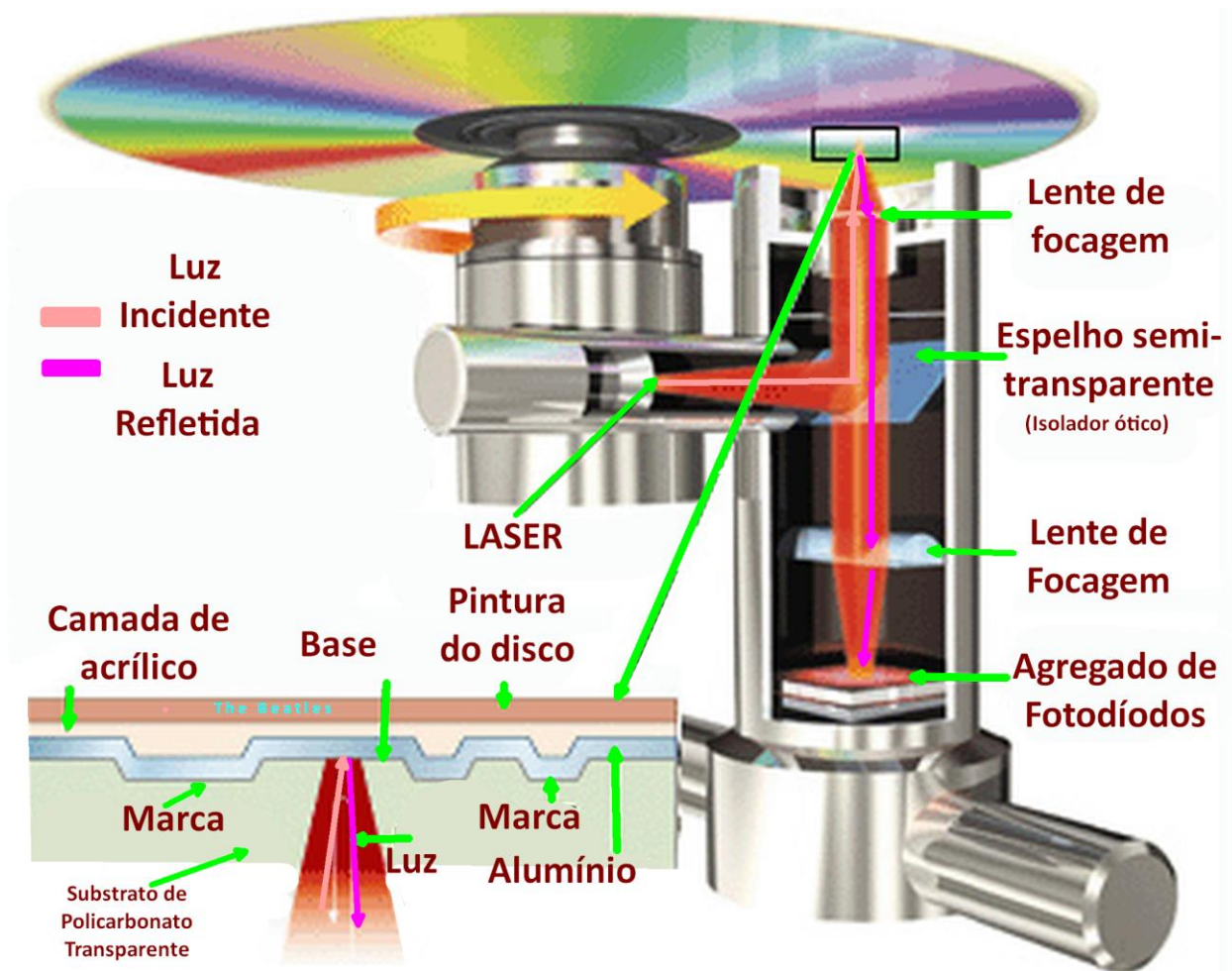


Fig. 10 – Mecanismo de leitura óptica de um disco por reflexão.

A luz gerada pelo Laser passa no isolador óptico e dirige-se para o disco sendo focada por uma lente que se pode deslocar longitudinalmente pois está montada num eletromagneto (tipo bobina móvel de um altifalante). A luz é focada sobre a base de alumínio da camada refletora de alumínio e as marcas no disco correspondem a regiões desfocadas que reduzem a luz refletida. A luz refletida passa no isolador óptico e é focada sobre um agregado de foto díodos que permite corrigir a posição radial da lente de focagem (junto ao disco) e receber bem o sinal refletido que contém a informação gravada no disco.

- **Os efeitos magneto-óticos de Faraday e de Kerr na gravação magneto-ótica**

Obviamente que os efeitos magneto-óticos foram também explorados tendo em vista o armazenamento de dados digitais. Este trabalho começou nas décadas de 1950 e 1960 em várias empresas, nomeadamente na Bell Telephone, Honeywell, IBM, 3M e, também, em laboratórios independentes nos Estados Unidos, Europa e Japão. Por volta e 1985 apareceram os primeiros [discos magneto-óticos](#) para guardar informação digital.

Escrever e apagar informações digitais em filmes magneto-óticos recorre a um processo termomagnético. À temperatura ambiente, o material magnético, em forma de filme sobre um disco, tem uma alta coercividade (uma medida da facilidade de magnetização) e não responde a um campo magnético aplicado externo. Quando o material do filme magnético é aquecido ao ponto Curie (temperatura de Curie) por um feixe de laser focado sobre a superfície do filme, a coercitividade diminui permitindo que um eletromagneto colocado sobre o ponto aquecido inverta a direção da magnetização. A magnetização só é alterada no pequeno ponto aquecido pelo laser focado, deixando incólume a magnetização do filme na vizinhança do ponto aquecido.

À temperatura normal o domínio magnético alterado pode ser lido usando o efeito Kerr, que deteta a direção da magnetização a partir da rotação da polarização de um feixe de luz incidente sobre o disco, cuja luz refletida vem com a polarização alterada pela magnetização local. Num disco magneto-ótico os dados podem ser apagados e reescritos um número quase ilimitado de vezes.

A primeira aplicação comercial de largo volume surgiu pelas mãos da Sony, ao lançar o primeiro gravador magneto-ótico de discos com o formato patenteado designado por [MiniDisc](#), o gravador MZ-1, introduzido no mercado em 1992. Vários fabricantes aderiram a este formato de música pessoal e desenvolveram gravadores e leitores de [MiniDisc](#) extremamente pequenos como o Sony MZ-RH900 ([Ver 40 anos de Walkman](#)).

Em 2004 a Sony apresentou uma nova evolução da tecnologia de gravação magneto-ótica designada por [Hi-MD \(High MiniDisc\)](#) que permitia gravar 6 vezes mais informação no formato MiniDisc, atingindo a capacidade 1 GByte num disco magneto-ótico de 3,5 “de diâmetro.

O Hi-MD passou a ter três camadas magnéticas. As três camadas são, em profundidade, designadas por: uma camada de deslocamento, uma camada de comutação e uma camada de memória. O disco quando não está sendo lido, o campo magnético na camada de memória é o mesmo que nas camadas de deslocamento e de comutação. Quando um laser incide sobre a pista, a camada de comutação, que tem um ponto Curie mais baixo do que as outras camadas, desmagnetiza-se e separa-se da camada de deslocamento, cuja "cerca magnética" ao redor da pista enfraquece, fazendo com que a pista inche⁹ temporariamente até um tamanho que pode ser lido pelo Laser, voltando depois ao tamanho normal.

Os discos magneto-óticos continuaram a evoluir até ao formato [UDO](#), tendo em vista os arquivos de informação digital pois seria possível obter discos com a capacidade de 500 GBytes ([UDO](#)) com capacidade de retenção de informação durante 50 anos (valor estimado).

Com o advento das unidades de CD/DVD baratas e das memórias de estado sólido do tipo “flash” os discos magneto-óticos foram perdendo mercado nomeadamente porque era uma tecnologia cara, embora fosse altamente fiável, mas o tempo requerido para a gravação dos dados também era mais elevado.

⁹ - A dimensão das marcas magnéticas é menor do que a dimensão do Laser e não pode ser lida com este, sem a expansão da marca.

O Rotor de Faraday da Ducretet do IST.

O aparelho de demonstração da Rotação de Faraday existente no IST é uma evolução dos vários aparelhos didáticos produzidos por este prestigiado construtor de aparelhos científicos.

Na Fig. 11 pode ver-se o desenho de um dos primeiros aparelhos gigantes nº 2656 (com cerca de 1,5 m de comprimento) realizado tendo em vista as escolas de ensino superior.

Ducretet fez também modelos gigantes, com eletromagneto vertical, com bobinas com 30 cm de diâmetro e 60 cm de comprimento para as Faculdades Católicas de Paris e de Lille que foram mostrados ao público na exposição de Paris de 1878. Este modelo gigante pesava cerca de 850 kg.

Deste modelo vertical, Ducretet fez uma versão mais pequena, que tinha bobinas com cerca de 10 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento. Foi deste modelo que foi derivado o aparelho existente no Museu Faraday do IST.

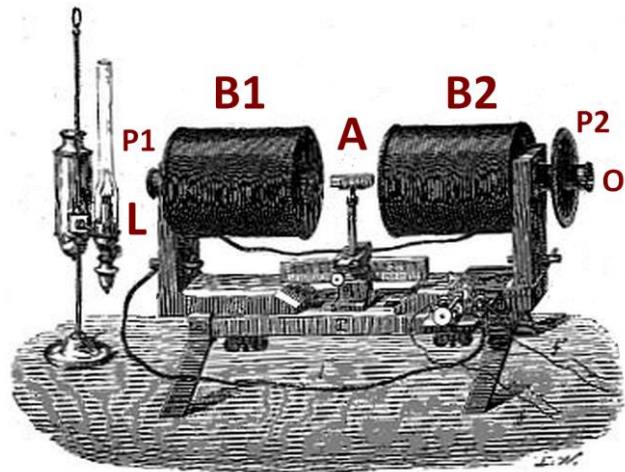


Fig. 11 - Ducretet, Cat. Nº 6, Nº 2656, Paris 1878.
Desenho de aparelho de grandes dimensões (150 cm).
L- Lâmpada; P1- polarizador linear da luz; B1 e B2, bobinas ocas do eletromagneto; A- amostra de material a ensaiar; P2- polarizador ótico rotativo; O- ocular.

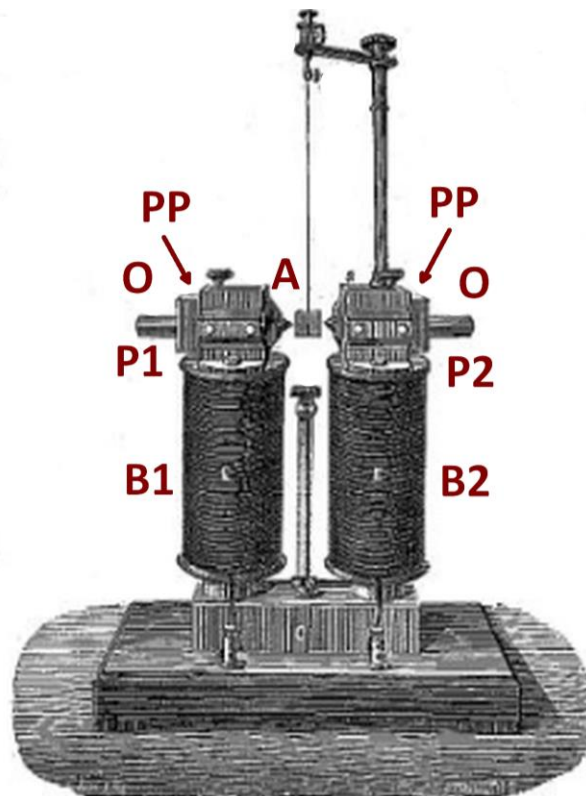


Fig. 11 - Ducretet, Cat. Nº 6, nº 2663, Paris 1878.
Desenho de aparelho de pequenas dimensões.
O- Ocular; P1 e P2 - polarizador ótico rotativo linear; B1 e B2, bobinas do eletromagneto; A- amostra de material a ensaiar; PP- peças polares

O legado de Faraday

A introdução do conceito de campo na Física, por Faraday, é talvez sua contribuição mais importante e foi descrita por Einstein como a grande mudança na Física, porque dotou a eletricidade, o magnetismo e a ótica com uma estrutura comum de teorias físicas.

Faraday abandonou a teoria dos fluidos para explicar a eletricidade e o magnetismo e introduziu os conceitos de campo e linhas de campo, afastando-se da explicação mecanicista dos fenômenos naturais como as ações à distância de Newton.

A concepção de campo e das linhas de força de Faraday não foram aceitas facilmente pelos cientistas. Faraday, escreveu no seu diário, muito minuciosamente escrito, e que foi publicado em 3 volumes onde constam as suas ideias e quase 3000 notas sobre os resultados que obteve.

Sobre o efeito Faraday, escreveu no seu diário:

"Hoje trabalhei com linhas de força magnética, passando-as por diferentes corpos (transparentes em diferentes direções) e ao mesmo tempo passando por eles um raio de luz polarizado (...) e a luz provaram ter relação uma com a outra".

James Clark Maxwell (1831-1879), apoiante das teorias dos campos de Faraday, escreveu:

"A concepção da propagação de perturbações magnéticas transversais com exclusão das normais é distintamente apresentada pelo professor Faraday em seus 'Pensamentos sobre vibrações de raios'. A teoria eletromagnética da luz, conforme proposta por ele [Faraday], é a mesma em substância que comecei a desenvolver neste artigo, exceto que em 1846 não havia dados para calcular a sua velocidade de propagação".

Já Albert Einstein (1879-1955), que nasceu no ano em que Maxwell faleceu, duzentos e cinquenta anos depois de Newton (1643-1727), durante uma das visitas de Einstein a Cambridge, Reino Unido, ouviu dos presentes um comentário:

"Você fez grandes coisas, mas está sobre os ombros de Newton".

Ao que Einstein terá respondido:

"Não, eu estou sobre os ombros de Maxwell".

Se alguém tivesse dito o mesmo a Maxwell, provavelmente teria dito que estava sobre os ombros de Faraday.