

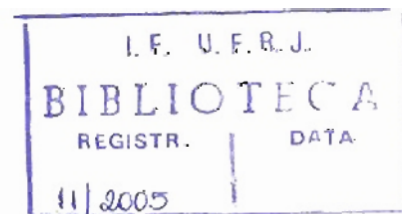


Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física

Trabalho de Final de Curso

**TÉCNICAS UTILIZADAS NO ARMAZENAMENTO
DE INFORMAÇÃO**

Luis Felipe Oliveira e Silva



Orientadora : Profª. Wilma Machado Soares Santos

Julho - 2005

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família, à professora Wilma Machado Soares Santos e aos professores Adir Moizés Luiz, Carlos Renato de Carvalho e Penha Maria Cardoso Dias.

RESUMO

O presente trabalho tem o propósito de contribuir para suprir a carência de materiais didáticos relacionados ao entendimento de tecnologias. Através de um texto sobre técnicas usadas no armazenamento de informação ao longo do tempo, são apresentados princípios de funcionamento de algumas tecnologias presentes em nosso cotidiano. O texto aborda os seguintes tópicos: as pinturas rupestres e esculturas na pré-história; a escrita e o surgimento da imprensa; a câmara escura e o processo químico usado na fotografia, a lanterna mágica e o cinema; os autômatos musicais; o fonógrafo e o gramofone; o toca disco; o fonofilme; o alto-falante e os microfones eletrostáticos, de fita, dinâmico e os que utilizam variação de resistência elétrica; o telegrafone de Poulsen, as fitas e discos magnéticos; a técnica usada para transformar imagem em corrente elétrica nos equipamentos de vídeo e as técnicas de reprodução com tubo de imagem, LED (“Light Emitting Diode”), LCD (“Liquid Crystal Display”) e plasma; o ábaco; os logaritmos e os bastões de Napier, os círculos de proporção e a régua de cálculo; a pascalina e o cilindro de Leibniz; a máquina analítica e os cartões perfurados; a formação da base da atual ciência da computação com George Boole; a origem da IBM, a importância do triodo e de Claude Shannon no surgimento do ENIAC (“Electronic Numerical Integrator and Computer”); John von Neumann e Alan Turing; a tecnologia de “delay line memory”; a “core memory”; os transistores e o microprocessador no armazenamento de informação; o “photostore”; o disco rígido; os discos ópticos; a holografia.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. As Primeiras Técnicas para o Armazenamento de Informação	3
2.1. As Pinturas e Esculturas	4
2.2. A Escrita	4
2.3. A Fotografia e o Cinema	6
3. Sistemas Analógicos	11
3.1. Sistemas Mecânicos	11
3.2. Sistemas Elétricos	14
3.3. O Microfone e o Auto-Falante	16
3.4. O Armazenamento de Informação Via Eletromagnetismo	19
3.5. Video	21
4. Sistemas Digitais	26
4.1. Os Primeiros Computadores Eletrônicos	29
4.2 Disco Rígido	33
4.3 Sistemas Ópticos	34
5. Conceitos de Física Utilizados no Armazenamento de Informação	38
5.1. A Força de Lorentz	38
5.1.1. Força Sobre uma Espira de Corrente	39
5.2. A Lei de Ampère	40
5.2.1. Campo de um Solenóide	41
5.3. A Lei de Faraday e Lenz	42
5.4. Dispositivos Eletrônicos	42
5.4.1. Materiais Semicondutores	42
5.4.2. O Diodo e a Válvula de Fleming	43

5.4.3. O Transistor e o Triodo	46
5.4.4. Transdutores	46
6. Comentários Finais	47
Referências	48

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa sintetizar a história das tecnologias usadas para o armazenamento de informação. Seu objetivo é ser um material de consulta para professores e alunos de ensino médio e estudantes de licenciatura em física. O texto apresenta princípios que regem o funcionamento de algumas tecnologias utilizadas desde a pré-história até os dias de hoje no armazenamento e transmissão de informação, tendo em vista que este assunto lamentavelmente ainda é pouco explorado e poderia servir de base para atividades curriculares complementares. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais [1], as tecnologias fazem parte dos conteúdos a serem discutidos em sala de aula.

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico.

Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.

Com esta compreensão, o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura. [1]

No capítulo 2 são relatadas as primeiras técnicas utilizadas pelo homem para o armazenamento de informação, desde as pinturas rupestres até o surgimento do cinema. O capítulo 3 apresenta sistemas analógicos, como o fonógrafo e o telegrafone, que deram origem a várias tecnologias com as quais convivemos. No capítulo 4 comenta-se sobre aparelhos e técnicas para o processamento de dados ao longo do tempo. Nesse contexto, sistemas digitais usados para armazenar informação são apresentados. O capítulo 5 apresenta alguns conceitos de física citados no texto. E no capítulo 6 são feitas as considerações finais.

2. AS PRIMEIRAS TÉCNICAS PARA O ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO

Estamos vivendo na chamada sociedade da informação, em que meios como a televisão, rádio, internet e muitos outros nos dão acesso a uma quantidade enorme de informação que não conseguimos processar; essas informações ainda têm a tendência de continuar a aumentar e a complexificar-se cada vez mais. Mas como entendemos o que é informação?

Um dos grandes nomes da teoria da informação, Claude Shannon (autor de "The Mathematical Theory of Communication") define que informação está presente sempre que um sinal é transmitido de um ponto a outro [2].

Quando falamos, por exemplo, um sinal sonoro é transmitido pelas cordas vocais e pode ser captado por um aparelho auditivo. A informação também pode estar contida em uma imagem, como a palavra escrita. O sinal, nesse caso, é transmitido pela luz (ondas eletromagnéticas) refletida no escrito. Outra maneira possível de transmitir é usando impulsos elétricos, o que ocorre em muitos dos aparelhos que usamos e em seres vivos, quando sinais são enviados ao cérebro.

As informações também podem ser armazenadas de diversas formas, um exemplo radical é o dos genes, outro é a memória humana, mas em tudo o que observamos há informação armazenada. Cientistas conseguem retirar informação sobre a composição da atmosfera em épocas passadas, contidas em tubos de gelo extraídos a alguns metros da superfície. Com a engenhosidade humana, além de meios para obter informação na natureza, também foram criadas muitas maneiras de armazenamento como as pinturas, fotografias, livros, discos, fitas cassetes e discos compactos.

Ao longo da história, a humanidade desenvolveu diferentes técnicas que possibilitaram o armazenamento e a transmissão de informação.

No começo da humanidade, a transmissão era feita através da linguagem corporal e de sons, depois das palavras vieram regras para combiná-las, com as leis da gramática e da lógica. Nessa época o único meio usado para armazenar informações era a memória.

2.1 AS PINTURAS E ESCULTURAS

Os habitantes das cavernas pintavam animais e figuras femininas, não se sabe muito bem o que eles representavam. Essas imagens eram feitas com o uso de cal (branca), ocre (amarelo), óxido de ferro (marrom e vermelho), estes elementos eram triturados e misturados com gordura para então serem aplicados em rochedos e nas paredes e teto das cavernas. As pinturas rupestres, ou seja pinturas gravadas em rochedos, contêm as primeiras informações armazenadas, que temos conhecimento, pelos humanos fora do cérebro. As esculturas em madeira, ossos, pedras e marfim eram a outra forma de armazenamento que apareceu nesse período da pré-história chamado paleolítico superior (há aproximadamente 25.000 anos) [3]. Na figura 1 mostramos uma pintura rupestre presente no norte da África.



Figura 1: Pintura rupestre - Norte da África [3]

2.2 A ESCRITA

Foi somente há cerca de 5.400 anos que surgiu a escrita, com os sumérios, no sul da mesopotâmia, no oriente médio. Eles escreviam caracteres cuneiformes, marcados em placas de argila. A história da escrita é longa, lenta e complexa. Há muito tempo existiam

inúmeros meios de transmitir informação através de imagens e sinais, mas a escrita só pôde existir com a criação de um conjunto organizado de símbolos pelos quais era possível materializar o que se sabia expressar. Posteriormente aos sumérios, os egípcios representavam sua linguagem em hieróglifos gravados em papiros e os chineses em cascos de tartaruga, já os incas usavam fios com nós chamados de quipos [4].

É surpreendente que apenas há 500 anos a imprensa tenha sido inventada na Europa, o que causou uma revolução. Os manuscritos inicialmente eram gigantescos, pesados, propriedades de bibliotecas, difíceis de manejar, além do ato da leitura e escrita ficar a cargo de alguns poucos. O homem empenhou-se na popularização dessa técnica e, em 1454, recebeu um impulso com a imprensa de Gutenberg. Também aproximadamente em meados do século XV, foi iniciada a impressão de livros com tipos móveis fundidos e ainda havia a xilografia, um dos primeiros tipos de reprodução utilizados que consiste na arte de esculpir caracteres em madeira. Com a invenção do papel no século VIII pelos chineses, uma superfície mais flexível para a reprodução de imagens foi propiciada. Durante muito tempo os símbolos e as ilustrações foram talhados formando um só bloco. Esse bloco era molhado em tinta e comprimido contra uma folha de papel. Por volta do século XI os chineses passaram a talhar pequenos blocos com caracteres individuais, criando assim os primeiros tipos móveis para reprodução. Esse método foi o primeiro a ser utilizado na Europa no século XV e em 1454, Gutenberg imprime em Mainz, Alemanha, uma bíblia utilizando tipos móveis de metal. A necessidade de uma maior velocidade de impressão levou o homem a desenvolver a imprensa até o estágio atual, com o auxílio de computadores [5]. Na figura 2 há uma xilografia feita em 1423 de São Cristóvão.



Figura 2 :Xilografia de São Cristóvão – 1423 [3]

2.3 A FOTOGRAFIA E O CINEMA

Até o século XIX não havia nenhum princípio utilizado para armazenar informação em forma de imagem muito diferente dos que foram citados. O aparecimento da fotografia foi um grande salto tecnológico.

Para se dominar essa técnica foi essencial a descoberta da câmara escura, cujos princípios básicos são comentados em textos chineses no século V a.C., que tinham descoberto através de experiências que a luz caminha em linha reta. O filósofo Mo Ti registrou a formação de uma imagem invertida com uma câmara escura, também observou que os objetos refletem luz em todas as direções. No ocidente, Aristóteles no século IV a.C. fez comentários esquemáticos sobre a câmara. Uma caixa fechada com um orifício pode ser considerada uma câmara escura. Se colocarmos diante dela, à certa distância, um objeto suficientemente iluminado, forma-se sobre a face oposta uma imagem invertida desse objeto. Na figura 3 reproduzimos uma ilustração da câmara escura publicada em 1545.

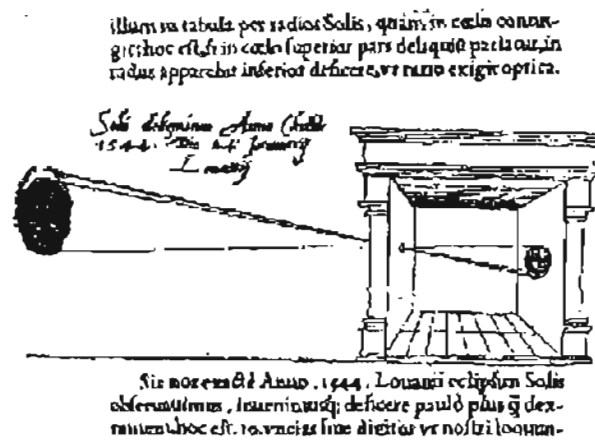


Figura 3: Ilustração publicada da câmara escura em 1545 [6]

A câmara escura, por volta do século XVII, tinha condições de formar uma boa imagem, possuía lentes e orifícios (diafragma) com diferentes tamanhos para controlar a

nítidez e a intensidade da imagem. Sua utilidade era no auxílio a desenhos e pinturas e na observação astronômica, mas não gravava a imagem, e isso só foi feito no século XIX.

Um outro processo além do óptico teve que ser desenvolvido para o surgimento da fotografia. O conhecimento de um processo químico no qual um material reage ao contato com a luz foi fundamental para se poder gravar uma imagem. Em 1604, o cientista italiano Ângelo Sala percebeu que um certo composto de prata escurecia, quando exposto ao sol. Esse tipo de reação já havia sido observado, mas não se sabia se o que a causava era o ar, calor ou luz. Com o passar do tempo, o entendimento sobre o fenômeno aumentou e em 1802, Thomas Wedgwood faz um fotograma, que consiste em colocar uma substância que escurece com a ação da luz sobre um pedaço de vidro ou papel. Ele fez a impressão de silhuetas de folhas e vegetais sobre couro, mas elas não ficavam fixadas. Depois que se conseguiu que as imagens não ficassem totalmente escuras com o passar do tempo, através de um outro processo químico, o caminho ficou aberto para a invenção e evolução da fotografia. Em 1826 Niépce expôs uma placa de estanho com betume da Judéia (que tinha a propriedade de endurecer quando atingido pela luz solar), durante 8 horas na sua câmara escura, e nas partes não afetadas pela luz, o betume foi retirado com uma solução de essência de alfazema, conseguindo uma imagem do quintal de sua casa mostrada na figura 4 [6].



Figura 4: Primeira fotografia feita em 1826 por Niépce [6]

O processo para se obter uma fotografia foi se desenvolvendo e atualmente pouco varia do processo utilizado no início do século XX. Todas as máquinas fotográficas possuem uma câmara escura com um orifício onde, do lado oposto, é colocado um filme com uma substância sensível à luz. O filme sofre um processo que fixa a imagem por reações químicas com outras substâncias e assim obtém-se o negativo. Para se obter a imagem no

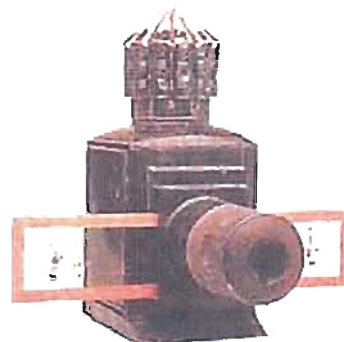
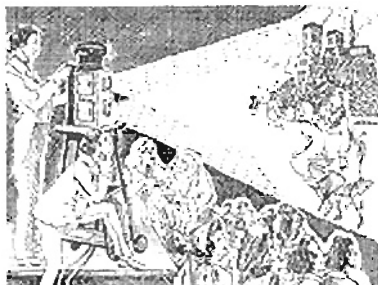
papel, com um instrumento óptico se projeta a imagem, a partir do negativo, em um papel também sensível à luz. Depois o papel passa por um outro processo químico para fixar a imagem.

O cinema nada mais é do que seqüências de filmes fotográficos projetados formando imagens em movimento. A idéia de se produzir imagens em movimento já existe há muito tempo. Por volta de 5.000 anos a.C., os chineses projetavam sombras enquanto histórias eram contadas.

É bastante simples a explicação da ilusão do movimento que ocorre quando assistimos um filme (no cinema ou na TV). Existe um valor de tempo da ordem de 0,1 segundo desde o momento em que focalizamos um objeto e o instante que o cérebro interpreta a imagem. Portanto só podemos interpretar eventos que levam mais de 0,1 segundo para ocorrer. Eventos que ocorrem em intervalos de tempo menores que 0,1 segundo não são percebidos. Este efeito é aproveitado em um instrumento chamado estroboscópio. Nos filmes as imagens se sucedem com intervalos de tempo iguais a 0,1 segundo dando, portanto, a ilusão de movimento tal como ocorre em uma cena real.

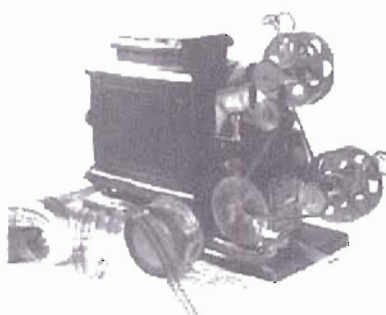
No processo de desenvolvimento do cinema foram criados muitos aparelhos que apontavam para esse meio de representação. Todos os que serão citados tiveram idéias precursoras que influenciaram em seus surgimentos.

Um invento que pode ser considerado antecessor dos projetores cinematográficos foi a lanterna mágica, mostrada nas figuras 5 e 6. Inventada pelo padre jesuíta alemão Athanasius Kirsher, em meados do século XVII, era uma inversão da câmara escura; uma imagem pintada no vidro, colocada no centro de uma lente encontrada no orifício da câmara escura é projetada sobre uma tela branca. A iluminação era fornecida por uma espécie de candeeiro.



Figuras 5 e 6: A lanterna mágica (projektor de imagens fixas) [7].

Em meados do século XIX surgiram vários aparelhos que davam a impressão de movimento. Thomas Edison, também responsável pela invenção da lâmpada, em 1891 registra uma câmara, o cinetógrafo, e um projetor, o cinetoscópio (figuras 6 e 7), que utilizam filmes com lados perfurados. Essa câmara já permitia a obtenção de fotografias em seqüência sem a necessidade de outras máquinas. Edison associava à projeção um fonógrafo (comentado mais adiante), tentando sincronizar som e imagem. A grande diferença do cinetoscópio para o cinematógrafo, idealizado pelos irmãos Lumière e cuja apresentação pública é considerada o início da história cinematográfica, é que a imagem não era então projetada numa tela, mas observada diretamente no projetor por um único espectador [8]. Os projetores de filmes atuais pouco se diferenciam do sistema desenvolvido pelos irmãos Lumière. O cinema está evoluindo para a utilização cada vez maior de sistemas digitais, que são discutidos no capítulo 4.



Figuras 6 e 7: O Cinetoscópio e Thomas Edison [9].

Existe um tipo muito interessante de cinema que causa uma sensação de tridimensionalidade. No cinema 3D (tridimensional), as imagens são obtidas por duas câmaras, cujas lentes estão separadas por uma distância equivalente a distância entre nossos olhos, e que produzem dois pontos de vista de um mesmo objeto. Antes de ser combinada, cada imagem é colorida de uma cor (vermelho, verde ou azul). A superposição das duas imagens faz com que a imagem resultante pareça borrada. Porém se a olharmos com óculos especiais, teremos uma sensação de profundidade. Estes óculos possuem dois filtros de luz (de cores verde, vermelho ou azul) que decodificam o registro de forma a gerar em cada olho, a imagem obtida em uma das câmaras. Essa combinação de imagens visa reproduzir o que acontece no nosso sistema de visão. Imagens deste tipo são conhecidas como estereoscópicas.

Na segunda metade do século XIX as informações de imagens poderiam ser armazenadas e reproduzidas em representações como a pintura e fotografia. Já a informação sonora era armazenada em partituras (escritos) e em outras técnicas, como os autômatos musicais. Caixas de música ou outros objetos que continham mecanismos, como os de relógio, nos quais cilindros ou discos acionavam pentes de aço que produziam som. Há documentos que evidenciam os primeiros autômatos musicais ainda no século 3 a.C. com limitadas e repetidas notas. Essa técnica evoluiu até o uso de máquinas grandes imitando instrumentos de orquestra como pianolas [10].

As técnicas de armazenamento de imagens e de sons evoluíram para os atuais sistemas digitais (CD e DVD) que serão discutidos no capítulo 4.

3. SISTEMAS ANALÓGICOS

3.1 SISTEMAS MECÂNICOS

O primeiro equipamento criado para o armazenamento e a reprodução de informação sonora de forma a gravar um som ambiente foi o fonógrafo, um invento creditado a Thomas Edison e mostrado nas figuras 8 e 9. O inventor afirmava que o aparelho desenvolvido em 1877 seria capaz de repetir o que lhe dissessem. A partir dessa invenção foi feita uma série de incrementos e modificações dessa idéia.

O funcionamento ocorre da seguinte maneira: quando produzimos um som, estamos criando uma perturbação no ar, ou seja, a pressão do ar, onde o som é percebido varia no tempo. Uma membrana conectada a uma agulha em contato com um cilindro, se move devido a essa variação de pressão. O cilindro é movido manualmente por uma manivela, que o faz girar. As vibrações sonoras captadas pela membrana são transmitidas para a agulha que marca o cilindro, criando ranhuras (sulcos) de acordo com seu movimento. O lento deslocamento lateral do cilindro faz com que os sulcos fiquem gravados numa espiral. Para maximizar o movimento da membrana, ela era colocada no vértice de um cone, que funcionava como um amplificador. Para cada som observamos uma marca no cilindro, que fica então, arranhado de acordo com o som captado. Podemos dizer que os sulcos são análogos às ondas sonoras. A informação sonora fica armazenada no cilindro na forma dessas ranhuras produzidas pelos movimentos da membrana, que é análogo ao movimento das partículas do ar. A membrana sobe e desce de maneira relacionada às variações de pressão do ar, ao movimento de suas partículas [11].

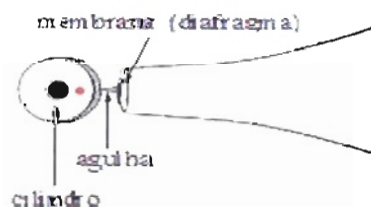


Figura 8: Ilustração do fonógrafo [30]

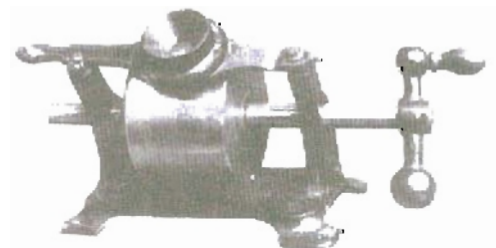


Figura 9: Modelo original do fonógrafo de Edison [32]

Considere, por exemplo, um som configurado pela variação no tempo de pressão do ar em uma certa região conforme esboçado na figura 10.

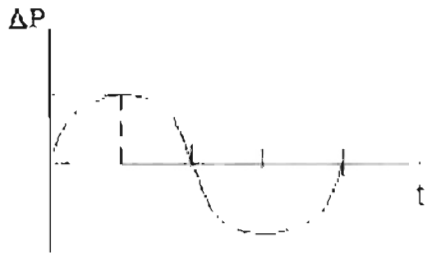


Figura 10: Exemplo de uma variação de pressão

A posição de uma partícula do ar, cujo movimento é na mesma direção da propagação da onda sonora, em um certo referencial, seria como esboçado na figura 11.

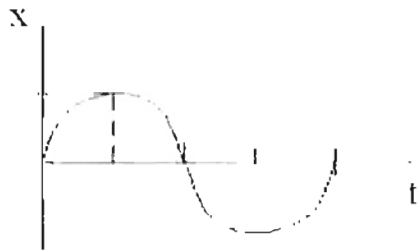


Figura 11: Esboço da posição de uma partícula do ar

A posição da membrana variaria da forma esboçada na figura 12.



Figura 12: Esboço da posição da membrana

E se olhássemos a superfície do cilindro, veríamos algo parecido com a figura 13.



Figura 13: Sulcos na superfície do cilindro

Podemos perceber pela analogia entre as figuras porque essa gravação é dita analógica.

Para “ler” essa informação o processo é inverso. Enquanto o cilindro gira com a mesma velocidade usada na gravação, uma agulha em contato com os sulcos e ligada a uma membrana, se move de acordo com as ranhuras. O movimento da membrana produz uma perturbação no ar, criando assim, uma onda sonora de forma parecida e de mesma frequência da onda que produziu os sulcos no cilindro.

As gravações nesse esquema eram limitadas a um minuto e as reproduções a apenas três ou quatro minutos, devido ao material de que era feita a superfície dos cilindros. Esta dificuldade foi solucionada por Emile Berliner, que pouco tempo depois desenvolveu o gramofone (figuras 14 e 15), aparelho com o mesmo princípio de funcionamento, cuja diferença era a substituição dos cilindros por discos planos, permitindo baratear a fabricação, além de proporcionar a duplicação em massa dos discos [11].



Figura 14: Gramofone modelo de 1912 [32]



Figura 15: Gramofone portátil DECCA [32]

Esse sistema acústico-mecânico apresentava alguns problemas de ruídos e respostas a certas frequências, além de depender do giro da manivela e estendeu-se até 1925, quando entraram em cena os fonógrafos elétricos, um sistema que envolve o eletromagnetismo.

Antes da invenção do fonógrafo foram criadas máquinas que armazenavam informação sonora mas não reproduziam. Em 1806, o físico Thomas Young consegue inscrever em um cilindro revestido a negro de fumo, as vibrações de sons. Em 1857, o pintor Leon Scott grava o som em uma série de linhas sinuosas em um aparelho chamado fonoautógrafo. Até chegarmos ao fonógrafo, outras invenções tiveram que ser desenvolvidas. Isso nos mostra

que os saltos tecnológicos e científicos não são dissociados; muitas novas idéias só se tornaram possíveis a partir das anteriores [12].

3.2. SISTEMAS ELÉTRICOS

Diversos dispositivos eletromagnéticos descritos nesta monografia dependem da lei de Faraday (lei da indução eletromagnética). No capítulo 5 apresentamos a formulação da lei de Faraday-Lenz.

O toca disco, ainda em uso atualmente, começou seu processo de evolução com os fonógrafos elétricos primitivos e funciona de maneira semelhante ao gramofone. Nesse processo ocorrem mais etapas, o som é convertido em uma corrente elétrica antes do armazenamento e da reprodução da informação. São o microfone e o alto-falante que executam as funções de conversão das ondas sonoras em impulso elétrico e do impulso em ondas sonoras respectivamente.

O microfone transforma as ondas sonoras em correntes elétricas de amplitude variável no tempo, análogas ao som. Essas correntes passam por dois eletroímãs (bobinas) perpendiculares presos a um estilete de material magnetizável (ver figura 16). De acordo com a lei de Ampère (apresentada no capítulo 5), essa corrente, ao passar pela bobina, gera um campo magnético variável que interage com o material magnetizável do estilete. Esse, então, vibra de acordo com as variações do impulso elétrico, que por sua vez, varia de acordo com as ondas sonoras. Como no fonógrafo, o estilete, marca o disco de maneira análoga ao som produzido [13].

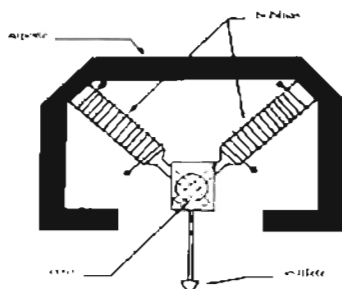


Figura 16: Ilustração do estilete de gravação [13].

Se tivermos o mesmo som produzido no exemplo do fonógrafo, a corrente elétrica gerada no microfone, variaria da forma esboçada na figura 17.

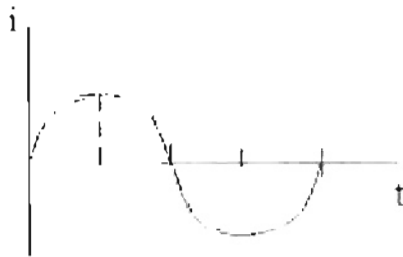


Figura 17: Esboço de uma corrente elétrica gerada em um microfone

A reprodução da informação é feita por uma agulha feita de cristal em contato com os sulcos do disco e presa a dois ímãs permanentes que se encontram no interior de bobinas perpendiculares conforme o esquema apresentado na figura 18. Enquanto um motor elétrico gira o disco, a agulha percorre os sulcos, movimentando os ímãs. Dessa forma é gerado um campo magnético que varia de acordo com esses movimentos, induzindo uma corrente elétrica nas bobinas muito semelhante à gerada no microfone. É o alto-falante que transforma essa corrente em ondas sonoras.

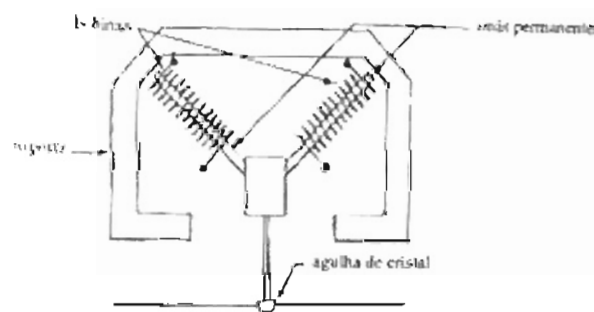


Figura 18: Ilustração da agulha [13].

No começo do século XX havia a tentativa de criar o cinema com som sincronizado com a imagem. Essa junção do som à imagem teve como marco o fonofilme, invento de Lee de Forest, o primeiro a demonstrar, na década de 1920, um sistema de gravação de som na própria película de cinema que funcionava. O que lhe rendeu até um Oscar em 1959. A sincronia desejada foi alcançada usando uma gravação na qual a corrente elétrica produzida no microfone modulava através de um dispositivo chamado “light valve”, feixes de luz expostos em uma faixa estreita do filme, onde a informação ficava armazenada. A

reprodução se faz ao direcionar um feixe de luz através dessa faixa em uma fotocélula, detector fotossensível que reproduz o sinal elétrico que representa o som [14].

3.3. O MICROFONE E O ALTO-FALANTE

A palavra microfone vem das palavras gregas micro, significando pequeno, e fone, significando voz. Ele surgiu juntamente com o telefone desenvolvido por Alexander Graham Bell, em 1876. O invento possui uma membrana maleável com um pino metálico em seu centro que vibra ao contato com uma onda sonora. Abaixo do pino havia um recipiente também metálico, contendo ácido diluído. Com o movimento pra cima e para baixo do pino no líquido, a resistência elétrica entre o recipiente e o pino varia analogamente às alterações de pressão que caracterizam o som. Se conectarmos ao recipiente e ao pino fios com uma bateria em série, temos uma corrente elétrica que varia de acordo com o som causador do movimento da membrana. E dessa maneira se transforma onda sonora em corrente elétrica [15].

Esse princípio de operação, na qual vibrações sonoras induzem uma variação de resistência elétrica, está presente em outros tipos de microfone. Um exemplo é os que utilizam carvão. As variações de pressão do ar comprimem e descomprimem pó de carvão, modificando assim, a resistência entre seus grãos. Existem ainda aqueles que utilizam materiais piezoelétricos, cristais que têm a propriedade física de, quando pressionados ou torcidos, criar entre duas de suas faces uma diferença de potencial. Nesses cristais, cargas elétricas positivas e negativas são separadas, mas simetricamente distribuídas, então o cristal todo é eletricamente neutro. Quando sofrem pressão, a simetria é desfeita e uma voltagem é gerada. A incidência de uma pressão alternada (criada pela vibração das ondas sonoras) gera então, nesse cristal, uma corrente elétrica alternada com impulsos correspondentes a essas vibrações.

Há, ainda, outras maneiras de transformar ondas sonoras em impulsos elétricos. O chamado microfone dinâmico tem um eletroímã produzindo um campo magnético e um

diafragma preso a uma bobina, que ao se mover devido a uma onda sonora incidente, produz uma corrente elétrica variável na bobina (ver figura 19), devida à lei de Faraday (discutida no capítulo 5)[16]. No capítulo 5 veremos que dispositivos que convertem uma forma de energia em outra forma de energia, como os microfones, são chamados de transdutores.

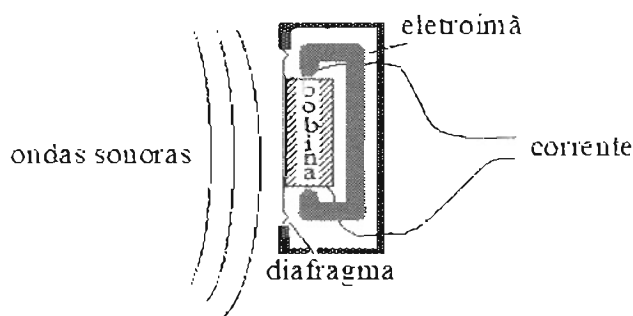


Figura 19: Ilustração do microfone dinâmico [16].

Nos microfones de fita a membrana é substituída por uma fita muito fina de alumínio ondulado, que serve ao mesmo tempo de diafragma e de bobina. É necessária a amplificação por um transformador da corrente elétrica gerada nesse tipo de microfone.

Os microfones eletrostáticos produzem corrente de forma diferente. O diafragma é montado perto, mas não em contato com uma placa de metal rígida. Um fio conecta o diafragma e a placa com uma bateria em série e produz uma diferença de potencial entre eles, que depende da distância e da área entre o diafragma e a placa, além da própria voltagem da bateria (ver figura 20). Como a corrente elétrica produzida com movimento do diafragma é muito baixa, se utiliza um amplificador [16].

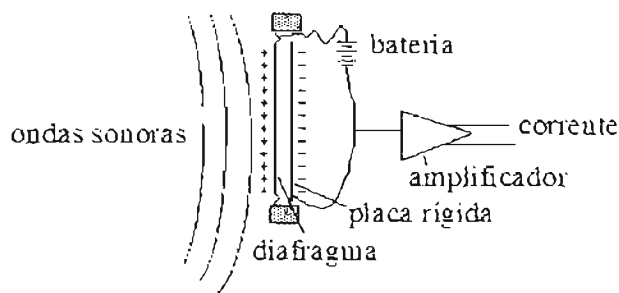


Figura 20: Ilustração do microfone eletrostático [16].

Os primeiros alto-falantes surgiram entre 1924 e 1925, como equipamento capaz de ampliar o som produzido pelos fonógrafos elétricos primitivos e tem seu princípio de funcionamento inalterado até hoje. É a outra ponta do sistema e funciona de maneira inversa ao microfone. Um cone, em geral de papelão, está preso a uma bobina que se encontra sob ação de um campo magnético produzido por um ímã colocado à sua frente (ver figura 21). Quando a corrente elétrica que representa o som capturado passa pela bobina, esta sofre a ação de forças magnéticas e vibra, assim o cone produz uma perturbação no ar, criando uma onda sonora muito parecida com a que foi capturada pelo microfone [13].

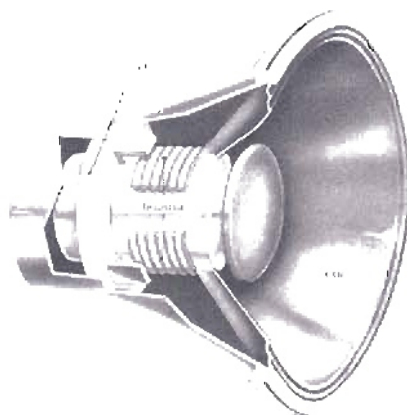


Figura21: Ilustração do alto-falante [17].

Veremos mais adiante como as gravações sonoras evoluíram para o uso de meios que estão presentes em nosso cotidiano, como as fitas magnéticas, MDs (mini disks) e CDs (discos compactos). Atualmente as gravações analógicas estão perdendo espaço para as digitais, apesar de alguns acharem a qualidade deste tipo de gravação inferior. Esta opinião tem um fundamento, pois vimos que os dois extremos do sistema de gravação sonora (o microfone e o alto-falante) são analógicos e , como veremos no capítulo 4, o sinal portador da informação sofre uma grande mudança em sua forma nos sistemas digitais. Nesse processo alguma informação é perdida, porém muitos acreditam que essas perdas são impercetíveis ao nosso ouvido. Uma grande vantagem das gravações digitais é que os sinais não ficam susceptíveis a alterações como os registrados analogicamente.

3.4. O ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO VIA ELETROMAGNETISMO

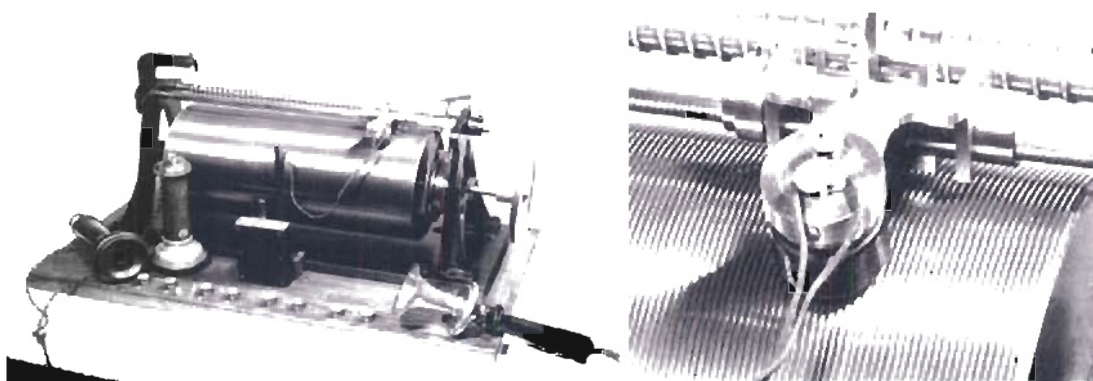
O armazenamento de informação através do eletromagnetismo está baseado no fenômeno físico em que uma corrente elétrica, ao passar por uma bobina ou por um fio, gera um campo magnético. Reciprocamente, quando um campo magnético varia próximo a um fio, gera uma corrente elétrica neste fio, de acordo com a lei de Faraday (apresentada no capítulo 5).

O princípio físico deste tipo de armazenamento é transformar a informação em uma corrente elétrica que produz um campo magnético atuante em um material magnetizável, como pequenas partículas de ferro. Este material, então, se orienta conforme esse campo, semelhante a limalhas de ferro sob influência de um ímã, e assim a informação fica armazenada na forma do campo magnético gerado por esse material. A “leitura” da informação é feita quando uma corrente é induzida por esse campo. Os materiais utilizados são do tipo ferromagnético. Neste tipo de material há o alinhamento dos chamados momentos de dipolo magnético de seus átomos na presença de um campo magnético externo. E esses alinhamentos não são totalmente desfeitos quando o campo externo é removido. Esta é uma característica desejável que torna possível o armazenamento.

Apesar dos princípios da gravação magnética terem sido descritos por Oberlin Smith em 1888, o primeiro gravador magnético prático foi patenteado em 1898 pelo inventor dinamarquês Valdemar Poulsen. O dispositivo, chamado de Telegraphone, usado junto ao telefone, gravava em um fio de aço longo. Eis um extrato de sua patente:

"A invenção se baseia no fato de que quando um corpo feito de material magnetizável entra em contato em diferentes pontos em diferentes momentos por um eletroímã incluído em um circuito telefônico ou telegráfico, suas partes ficam sujeitas a influências magnéticas variáveis que atuam inversamente por ação do corpo magnetizável sobre o eletroímã, os mesmos sons ou sinais são subsequenteemente levados ao telefone ou instrumento de gravação como aqueles que previamente causaram a ação magnética no corpo magnetizável" [18].

O Telegrafone original (figuras 22 e 23) consistia em um cilindro espiralado em volta do qual era colocado um fio de ferro em suas covas. A corrente elétrica gerada no microfone passava por um eletroímã, cujos pólos eram colocados sobre este fio. Enquanto o cilindro girava em torno de seu eixo, o eletroímã se movia lateralmente, percorrendo toda a extensão do fio de ferro, que era então magnetizado. E assim era efetuada a gravação: a informação ficava armazenada no campo magnético do fio de ferro, gerado analogamente à corrente produzida no microfone. Na reprodução o microfone era substituído pelo receptor telefônico, conectado em seu lugar. O eletroímã era colocado de volta no começo e, ao passar sobre o fio, uma corrente era induzida por seu campo magnético. Assim o sinal elétrico gerado no microfone era refeito e a mensagem gravada poderia ser ouvida [18].



Figuras 22 e 23: Telegrafone de Poulsen de 1898 [19].

Foram fabricados gravadores de fio e postos à venda no início do século XX, mas as ondas sonoras reproduzidas por eles não eram tão fiéis quanto as reproduzidas com disco. Durante os anos vinte alguns gravadores experimentais empregaram uma fita de aço no lugar de um fio, mas um carretel desta fita era pesado e caro. A ideia de usar uma fita magnética se desenvolveu e a evolução desse método de gravação pode ser observado em fitas K7 e de vídeo que usamos hoje.

A fita magnética é utilizada para armazenar não somente informações sonoras mas também visuais. Essas gravações são realizadas com o mesmo princípio. Em um cabeçote formado por dois núcleos de ferro em forma de C, colocados um de frente para o outro e envoltos por uma bobina pela qual passa a corrente elétrica que representa a informação a ser armazenada, é gerado um campo magnético variável, intensificado pelo núcleo de ferro,

conforme a ilustração da figura 24 . Ao correr a fita próximo ao cabeçote há uma orientação de suas partículas magnetizáveis e assim a informação fica armazenada [13].

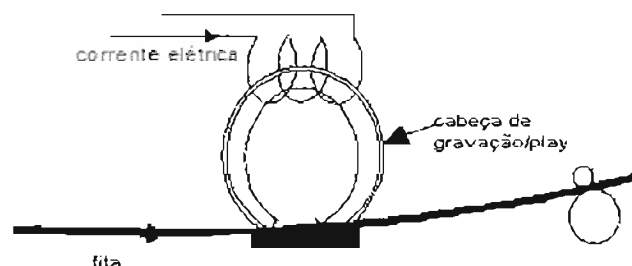


Figura 24: Ilustração da cabeça de gravação [20]

A reprodução das informações ocorre quando a fita gravada passa por um cabeçote muito semelhante ao de gravação. O campo criado pelo material magnetizável é intensificado pelo núcleo e induz uma corrente elétrica na bobina muito parecida com a que gerou sua orientação [13].

Temos familiaridade, ainda, com os discos magnéticos usados no computador. Conhecidos como disquetes ou discos flexíveis, a técnica de gravação e leitura de suas informações é essencialmente a mesma usada nas fitas magnéticas: cabeças de leitura ou gravação que, através de indução eletromagnética, modificam a orientação das partículas magnéticas da superfície do disco. O que muda é apenas o mecanismo físico.

3.5. VIDEO

Já analisamos como imagens podem ser armazenadas em fitas magnéticas, mas para isso é necessário que, antes, sejam transformadas em corrente elétrica. A premissa teórica segundo a qual era possível transmitir imagens por meio da corrente elétrica foi comprovada por Willoughby Smith em 1873 com seus estudos sobre o selênio, elemento descoberto em 1817 pelo químico sueco Jakob Barzelius. A descoberta da grande variação de resistência elétrica do elemento com a incidência de luz foi o ponto de partida para o desenvolvimento da televisão [21].

Esse tipo de material, chamado fotossensível, está presente no interior de uma câmera de vídeo. Da mesma maneira que a câmera de cinema forma a imagem no filme, a de vídeo forma em uma superfície com muitos pontos (pixels) compostos por esse tipo de material. As áreas de luz e sombra de uma imagem, detectadas nesses pontos, são transformadas em correntes elétricas de acordo com a sua intensidade. Quanto mais intensa a luz, maior o sinal gerado.

Para a reprodução das imagens são utilizados materiais fluorescentes na tela de TV que ao serem colididos por elétrons emitem fótons. Há uma espécie de canhão no interior do aparelho, que lança feixes de elétrons com diferentes velocidades para induzirem o brilho na tela (ver figura 25). Nesse tubo de raios catódicos, os elétrons incidentes varrem a tela ponto a ponto com velocidade suficiente para que nosso cérebro interprete a luz emitida como uma imagem contínua. Esta varredura ocorre de diferentes maneiras, caracterizando dois sistemas usuais, o NTSC (geralmente usado nos E.U.A.) e o PAL (usado no Brasil e Europa) [13].

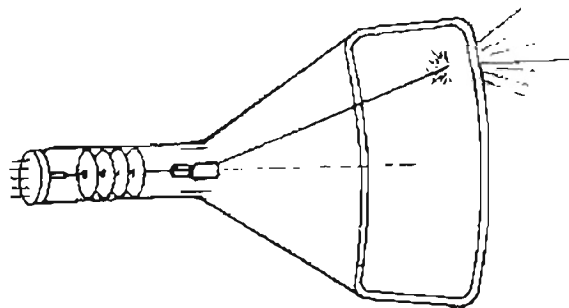


Figura 25: Ilustração do tubo de imagens [13]

Esse método produz imagens de apenas uma cor, com o controle da intensidade da luz emitida pela tela. As imagens coloridas são adquiridas por três tubos que emitem feixes de elétrons incidentes em três tipos de materiais. Cada um produz uma cor diferente (verde, azul e vermelho) e a soma de diferentes intensidades dessas cores ditas primárias formam todas as outras.

Como no cinema, as imagens da televisão são sucessões de imagens estáticas apresentadas numa velocidade igual ou maior que 16 quadros (frames) por segundo que dão

a impressão de uma imagem única e contínua. As imagens em movimento são na verdade uma ilusão de óptica, conforme explicado na sessão 2.3.

No processo de construção dessa técnica vale destacar a Ampola de Crookes, na qual foram produzidos os primeiros raios catódicos. O inglês William Crookes, descobridor do elemento químico Tório, em 1869 desenvolveu um tubo de vidro contendo duas placas metálicas ligadas a uma fonte de tensão elétrica (ver figura 26). Neste invento, elétrons são liberados do catodo por efeito termoiônico e acelerados pela diferença de potencial entre os eletrodos, formando um feixe que é chamado de raios catódicos. É em uma modificação de um tubo de raios catódicos desses que são produzidos os feixes eletrônicos da televisão e de outros aparelhos como o osciloscópio.

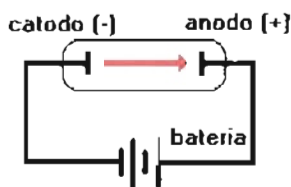


Figura 26: Ilustração do tubo de raios catódicos

Existem outros tipos de tecnologias utilizadas atualmente para a reprodução de imagens, como o plasma e LCD (Liquid Crystal Display - Monitores de Cristal Líquido); presentes em relógios de pulso digitais, calculadoras e dispositivos portáteis como os palmtops. Anteriormente ao desenvolvimento dessas técnicas havia a utilização do LED (Light Emitting Diode - Diodo Emissor de Luz) para a mesma finalidade. Estes dispositivos eletrônicos quando são submetidos a uma diferença de potencial, com uma certa polarização, emitem luz. A constituição deste semicondutor permite a passagem de elétrons livres, que se movem no diodo, da chamada banda de condução para um nível orbital mais baixo, e com isso um fóton é emitido. Um conjunto destes dispositivos pode ser usado para formar imagens.

Um grupo da empresa RCA, liderado por George Heilmeyer, demonstrou o primeiro LCD operacional em 1968. Em telas deste tipo, gotas de cristal líquido, que possuem a propriedade de mudar a polarização da luz, são colocadas em células (que formam os pixels) entre duas superfícies polarizadoras com eixos paralelos, conforme ilustrado na

figura 27. As moléculas no líquido se orientam conforme a aplicação de um campo elétrico externo. Devido a essa característica, a polarização proporcionada pelo cristal líquido pode ser controlada por eletrodos colocados em cada célula.

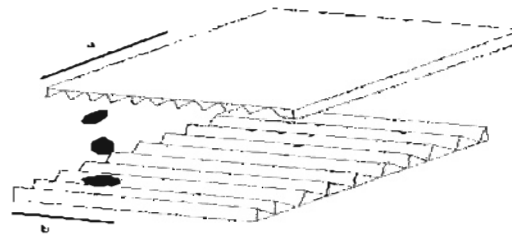


Figura 27: Ilustração do LCD

Em um LCD, a luz fica polarizada quando passa por uma das superfícies. Essa polarização é modificada em 90 graus pelo líquido fazendo com que a luz também passe pela outra superfície. Porém, se um contato elétrico é acionado, a orientação das moléculas do líquido é modificada. Com isso, a polarização da luz, ao passar pelo líquido, não é alterada. Portanto a luz não atravessa o aparato, já que é absorvida devida à polarização perpendicular das superfícies. Nas telas de cristal líquido, quando não há tensão aplicada em um contato elétrico, a luz passa normalmente e quando há tensão, o pixel fica totalmente preto. Dessa forma a imagem é reproduzida. Há diferentes tecnologias para criar a luz que atravessa o aparato dependendo do aparelho em que é utilizado. As cores em telas de cristal líquido são obtidas criando subpixels com filtros verdes, vermelhos e azuis. A cor de cada pixel é formada controlando a intensidade da voltagem aplicada em cada subpixel [22].

Os relógios e calculadoras com LCD não possuem fontes de luz, portanto o consumo de energia é bem menor nesses aparelhos do que nos que utilizam LEDs. Esses LCDs são reflexivos, ou seja, necessitam de uma fonte externa de luz. Por trás de uma das superfícies polarizadoras é colocado uma refletora. Os números aparecem onde os contatos elétricos são acionados, pois modificam a polarização da luz e não permitem a luz refletida ser transmitida, deixando a tela preta. A técnica utilizada nos LCDs permite telas menos espessas do que as que usam tubo de raios catódicos.

A tecnologia de plasma também possui essa característica e consiste em colocar entre duas lâminas de vidro, uma camada de gases que emitem luz ultravioleta ao serem

submetidos a uma corrente elétrica. Também há uma camada de partículas de fósforo do mesmo tipo que são utilizados nos aparelhos convencionais de tubo de raios catódicos. As lâminas de vidro são cobertas por fileiras paralelas de eletrodos, que quando acionados, fazem o plasma emitir luz ultravioleta que atinge os fósforos e os induz a emitir luz visível, criando assim a imagem vista na tela [23].

4. SISTEMAS DIGITAIS

Diferente dos sistemas analógicos, os sistemas eletrônicos digitais trabalham em níveis discretos de tensão. A tensão do sinal de saída de um microfone, por exemplo, pode assumir qualquer valor entre seu máximo e mínimo, já as tensões em um circuito digital só assumem dois níveis, geralmente zero e cinco volts, representados por 1 e 0. A cada impulso elétrico desses, damos o nome de bit (binary digit – dígito binário) e um conjunto de oito bits reunidos é chamado de byte. Isso significa que nas técnicas de armazenamento que usam esse tipo de circuito, as informações transformadas em corrente elétrica de forma analógica são codificadas em sinais de apenas dois valores por um conversor analógico digital. VCD, AVI e VOB (utilizada nos DVDs) são exemplos de possíveis tipos de codificação usados para vídeo; em áudio temos WAV (utilizada nos CDs de música a venda) e MP3 que são bastante usados. Há um processamento de dados antes do armazenamento e o byte é a nossa unidade de medida.

Para alguns essa história começa com os ábacos na Antiguidade, apesar de muito antes termos aprendido a contar nos dedos, daí a expressão dígito de "digitus" (dedo) do latim. Mas é importante perceber que a história do processamento de dados, e a do próprio cálculo, está relacionada à evolução da vida econômica e do pensamento lógico do homem. Em uso ainda hoje principalmente no oriente, o ábaco tem como função calcular. Seu surgimento foi na região do mediterrâneo, assim como a escrita, há cerca de 5000 anos. Os mais primitivos eram simples placas de argila com sulcos onde pequenos seixos são deslizados. Suas posições armazenam a informação do cálculo fazendo dessa técnica um instrumento muito eficiente e simples de usar. Até o século XVII não foi desenvolvida nenhuma outra técnica mais eficiente [24].

Com o capitalismo mercantil surgiu a necessidade de desenvolver sistemas mais complexos e eficientes de cálculo. Um dos melhores métodos foi criado pelo escocês John Napier em 1614, os logaritmos. Esse recurso lógico que reduz a divisão à subtração e a multiplicação à adição é utilizado em seu invento chamado Bastões de Napier. Um conjunto de 9 bastões, um para cada dígito, que transformavam a multiplicação de dois

números numa soma das tabuadas de cada dígito. Em 1633, o seu colega inglês William Oughtred, teve a idéia de representar esses logaritmos de Napier em escalas de madeira, marfim ou outro material, chamando-o de Círculos de Proporção. Este dispositivo originou a conhecida régua de cálculo, na qual os logaritmos são representados por traços na régua e sua divisão e produto são obtidos pela adição e subtração de comprimentos. A régua não pode ser considerada um sistema digital, pois realiza operações por analogia entre os valores com os quais se pretende trabalhar e os valores internos da régua, e com isso o dispositivo é considerado o primeiro computador analógico [25]. Na figura 28, ilustramos um tipo de régua de cálculo.



Figura 28: Régua de cálculo [25]

A primeira máquina de calcular é atribuída ao francês Blaise Pascal. A Pascalina (figura 29), surgida em 1642, foi construída quando ele tinha somente 18 anos para auxiliar o pai, um coletor de impostos, e efetuava apenas a adição e a subtração. A máquina consistia em uma caixa contendo rodas dentadas e engrenagens, que conforme se encaixavam, produziam os cálculos desejados. O operador girava as rodas dentadas de modo que os números a serem somados ficassem expostos no mostrador. Cada casa decimal era representada por uma roda diferente, isto é, uma era a unidade, outra a dezena, a seguinte a centena e assim por diante. Só foram produzidas 50 máquinas dessas devido ao preço excessivamente alto [24].



Figura 29: A Pascalina [25]

O alemão Gottfried Leibniz em 1671 aperfeiçoa esse invento e apresenta uma máquina que também utiliza o sistema decimal introduzido pelos árabes, mas já efetua as quatro operações, além de tirar a raiz quadrada. O Cilindro de Leibniz (figura 30) foi desenvolvido na ânsia de agilizar intermináveis cálculos astronômicos conhecidos por ele durante uma visita, em Paris, ao astrônomo Christian Huygens. Outras calculadoras mecânicas surgiram posteriormente, entretanto os aparelhos mais confiáveis só apareceram na segunda metade do século XIX [24].

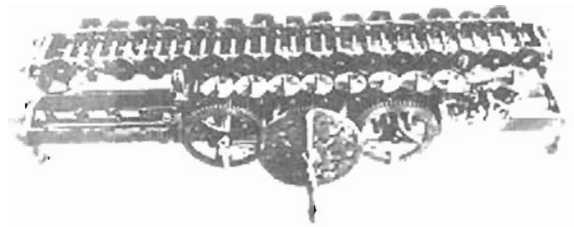


Figura 30: Cilindro de Leibniz [25]

Em 1833, o matemático e engenheiro inglês Charles Babbage, preocupado com os erros contidos nas tabelas matemáticas de sua época, projetou uma máquina que chamou de Analítica, mas não chegou a terminar o projeto. Mais geral do que sua máquina de diferenças, cuja implementação foi frustrada, a máquina deveria possuir seções compostas de rodas denteadas. E seria constituída de unidades de controle de memória, de computação (adição, subtração, multiplicação, divisão e uma operação decisória elementar), de saída (relatório impresso automaticamente) e de entrada. Na unidade de entrada as instruções para os cálculos seriam feitas por meio de um conjunto de cartões perfurados, inspirados no sistema de Joseph Marie Jacquard que em 1801 desenvolveu uma maneira rápida e eficiente de padronizar os desenhos nos tecidos de sua fábrica com cartões desse tipo. Essas instruções são um exemplo clássico de um algoritmo (especificação da sequência ordenada de passos, que deve ser seguida para a realização de uma tarefa, garantindo a sua repetibilidade). De acordo com os resultados dos cálculos intermediários, a máquina Analítica poderia saltar os cartões, modificando dessa forma o curso dos cálculos. Para muitos esse modelo é o pai dos computadores modernos, já que seria um dispositivo com memória, controlado por um programa e utilizado para processar dados [24].

Em 1847 George Boole publica um livro, A Análise Matemática da Lógica e em 1854 um outro intitulado Uma Investigação das Leis do Pensamento, que formam a base da atual ciência da computação. Sua proposta era que qualquer coisa poderia ser representada por símbolos e regras. Ele também introduziu o conceito dos códigos binários, ou seja, códigos com apenas dois tipos de entidades; sim ou não, verdadeiro ou falso, um ou zero, ligado ou desligado, passa corrente ou não passa corrente. Boole achava que eliminando elementos subjetivos e mantendo restritas as opções, o sistema se manteria menos propenso a falhas [25].

O funcionário do National Census Office dos E.U.A. e estatístico Hermann Hollerith, no final do século XIX, desenvolve máquinas baseadas nos princípios de Babbage que utilizam cartões perfurados, para apurar censo. Ele percebeu que o processamento manual dos dados do censo de 1880 demoraria cerca de sete anos e meio para ser concluído. No censo de 1890, trezentas de suas máquinas realizam o processamento em cerca de dois anos. Com esse sucesso Hollerith funda sua própria companhia em 1896, a Tabulating Machine Company. Depois de incorporar outras empresas, a companhia vendeu máquinas para os departamentos de censo de governos de todo o mundo e em 1924 muda o nome para IBM, pioneira no emprego da eletricidade para a perfuração e leitura de cartões perfurados, tecnologia que só foi superada na década de 1960 [24].

4.1. OS PRIMEIROS COMPUTADORES ELETRÔNICOS

Com a invenção do triodo, cuja função era a amplificação de sinais elétricos, e consistia em um incremento da válvula de Fleming, dispositivo que é basicamente um tipo de chave interruptora, por Lee De Forest em 1906 e a demonstração de que conjuntos desses dispositivos poderiam realizar operações lógicas, feita por Claude Shannon em 1938, o caminho para o desenvolvimento dos circuitos eletrônicos estava aberto. Houve um grande impulso à evolução tecnológica com o advento da II Guerra Mundial. As nações em conflito mobilizaram recursos enormes para construir aparelhos de computação e em 1946, na Universidade da Pensilvânia, é apresentada uma máquina que utiliza válvulas eletrônicas

(comentadas no capítulo 5), o ENIAC (“Electronic Numerical Integrator and Computer”), primeiro computador eletrônico programável [24]. Na figura 31 podemos ver que este computador ocupava uma sala inteira.



Figura 31: O ENIAC [24]

Um dos que trabalharam nesse projeto, John von Neumann, apresentou um ano antes, o conceito de programação interna. As instruções codificadas eram armazenadas na memória do computador que se tornaria mais rápido. Esta idéia foi usada no EDVAC (“Electronic Discrete Variable Computer”), o primeiro computador a trabalhar com números em base binária, construído também em 1946 na mesma universidade. Antes, as instruções eram armazenadas externamente à máquina em cartões perfurados ou em plugues e fios. Muitos dos computadores atuais seguem ainda o modelo proposto por von Neumann.

Outra pessoa que trabalhou no projeto do ENIAC, Alan Turing, tinha retomado a idéia de Babbage de uma máquina que resolvesse quaisquer problemas matemáticos e aprofundou os fundamentos teóricos lógicos para os computadores, inclusive o princípio da programação. Para ele a máquina deveria receber uma série de instruções numa fita contínua, dividida em unidades, lendo a instrução de uma unidade, processando-a e passando à unidade seguinte [24].

Apesar da alta velocidade para a época, era extremamente difícil mudar as instruções contidas dentro do ENIAC, já que a programação era feita por meio de válvulas e fios que eram trocados de posição de acordo com o que se desejava. A demora ainda era maior porque o computador utilizava o sistema decimal. Os números eram memorizados em relês, dispositivos eletromecânicos que funcionam como uma espécie de interruptor, e

disponibilizados quando solicitados pelo processo de cálculo. Os resultados eram perfurados em cartão, no qual a informação ficava armazenada.

O relê é um dispositivo eletromagnético que, ao ser acionado pela corrente de um circuito, faz com que abram ou se fechem os contatos que governam a corrente de um outro circuito, que geralmente possui uma potência maior. Trata-se portanto de um interruptor eletromagnético. Os interruptores manuais desempenham o mesmo papel de um relê, porém com uma velocidade muito pequena. A seguir descreveremos a evolução das técnicas para aumentar a velocidade dos interruptores para o armazenamento e leitura das informações.

Os engenheiros dos primeiros computadores estavam imbuídos em achar maneiras de armazenar informações que fossem mais eficientes, havia a necessidade de memórias de acesso mais rápidas. Logo a linguagem binária substituiu a decimal nos modelos seguintes e o motivo é velocidade necessária para executar os cálculos. Em um sistema binário as possíveis somas são somente $0 + 0 = 0$; $1 + 0 = 1$ e $1 + 1 = 10$ e o produto de números binários é especialmente simples, já que o zero multiplicado por qualquer coisa resulta em zero, e o um é o elemento neutro do produto.

Alguns dos computadores posteriores usavam a “mercury delay line memory” e outras técnicas semelhantes. Nessa unidade, sinais elétricos chegam a cristais de quartzo, um material piezoelétrico, que varia sua dimensão de acordo com o sinal, localizados na extremidade de um tubo preenchido de mercúrio líquido. Assim os impulsos elétricos são transformados em uma onda sonora que percorre o tubo e depois é convertida novamente em sinais elétricos por um outro cristal colocado na extremidade oposta. Finalmente o sinal era amplificado e passava de novo pelo tubo repetindo o processo. Muitas ondas transitavam pelo tubo e assim a informação era armazenada e poderia ser usada, captando o sinal na saída do circuito [26].

Uma outra técnica semelhante, desenvolvida por Frederick Williams e Tom Kilburn, foi utilizada nessa época. Ao invés de tubos com mercúrio líquido, um tubo de raios catódicos enviava um feixe de elétrons de acordo com o sinal elétrico portador da informação a ser

armazenada, em uma tela. As cargas elétricas permaneciam por frações de segundo na tela enquanto um pino metálico passava perto e as detectava, formando um sinal elétrico que é amplificado e realimentava o processo [26].

Esses métodos eram limitados, pois não eram muito confiáveis e também a velocidade de armazenamento não era muito alta. A “core memory” resolveu esse problema e se tornou a forma dominante de memória de computador até o aparecimento da memória em semicondutores durante a década de 1970. Era utilizado um arranjo tridimensional de pequenos anéis de “ferrite” que eram magnetizados em sentido horário ou anti-horário. Correntes elétricas que fluíam em fios executavam a magnetização em cada anel, onde ficava armazenado um único bit. Em 1953, Jay Forrester inventou um esquema em que somente os anéis entre dois fios com corrente mudavam sua magnetização, o que tornou essa técnica viável. A “leitura” era feita com um terceiro fio que passava por todos os anéis. E no qual só se tem um pulso elétrico se houver uma certa magnetização no anel. Tem que ocorrer dois ciclos para ler a informação, já que esse é um processo destrutivo. O segundo recoloca o anel em seu estado original [26]. Na figura 32 mostramos um esquema da “core memory”.

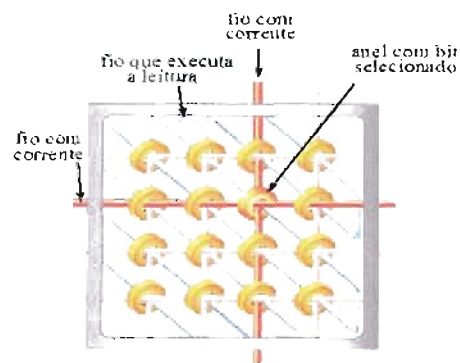


Figura 32: Ilustração da “core memory” [26].

Também no começo da década de 1950 foram usados outros meios para o armazenamento de informação digital, como as fitas e discos magnéticos e os “magnetic drums”, dispositivos antecessores do “core memory” em que a informação é armazenada magnetizando pequenas regiões de uma superfície com um substrato de níquel-cobalto.

No final da década de 1950, as válvulas foram substituídas por transistores (discutidos no capítulo 5). Resolvendo o problema de consumo excessivo de energia e de constantes queimas das válvulas. O revolucionário dispositivo, inventado nos laboratórios da Bell Telephone norte-americana em 1947, propiciou aparelhos menores e rendeu um prêmio Nobel a Willian Shockey, John Bardeen e Walter Brattain em 1956. O transistores podem funcionar como chaves eletrônicas muito rápidas. O primeiro computador transistorizado do mundo tornava-se operacional logo em novembro de 1953.

Uma maneira de reunir todos os componentes de um circuito eletrônico numa única pastilha de silício foi descoberta por Jack Kilby em 1958, configurando o primeiro circuito integrado. Robert Noyce teve a mesma idéia meses depois e nos anos 60 as honras dessa invenção foram repartidas. Essas pastilhas deram origem a uma nova geração de circuitos e reduziram muito o tamanho dos equipamentos. A partir daí foi desenvolvido o microprocessador, lançado comercialmente em 1971 pela Intel [27].

Um pouco antes, em 1969, surgiu um processo de armazenamento fotográfico, onde um feixe de elétrons escrevia em um filme plástico 4.6 milhões de bits. A IBM produziu apenas sete equipamentos desses para clientes governamentais [26].

Em um semicondutor podemos dizer que a informação fica armazenada na forma de chaves interruptoras abertas ou fechadas. Com esse advento a capacidade de memória aumentou bastante e os preços despencaram com o tempo. Conforme dissemos as válvulas eletrônicas foram substituídas pelos transistores (discutido no capítulo 5) que podem funcionar como chaves eletrônicas muito rápidas.

4.2. DISCO RÍGIDO

O princípio de funcionamento do disco rígido ou “hard disk” (HD) não difere do sistema usado por Poulsen. A informação fica armazenada na orientação de um material magnético induzida por eletroímãs. Esse dispositivo, no HD é extremamente pequeno e

preciso, capaz de gravar trilhas com menos de um centésimo de milímetro. Na verdade o HD é formado por vários discos, de fato rígidos, empilhados que são girados por um motor a uma velocidade alta o bastante para que a colisão de uma partícula de poeira cause sérios danos ao equipamento. Por isso os discos ficam dentro de uma caixa lacrada. Os dados são organizados em pistas concêntricas com a mesma espessura da cabeça. Na figura 33 há uma fotografia de um HD.



Figura 33: O disco rígido (HD) [20]

Esse é um dos componentes que mais evoluíram na história da computação, que depois dos anos 50 se acelerou bastante. O primeiro disco rígido foi construído pela IBM em 1957, e era formado por 50 discos de 61 centímetros de diâmetro, com uma capacidade total de 5 megabytes, incrível para a época. E, por mais de 20 anos, as inovações partiram quase que praticamente da IBM. No entanto, alguns fabricantes criaram produtos independentes. A geração em que estamos hoje de discos rígidos iniciou-se em 1973 com um modelo da IBM que foi chamado de winchester, denominação que se deve ao fato de a unidade de gravação ter originalmente dois módulos (em analogia com a arma de dois canos calibre 30/30). Aperfeiçoamentos nas tecnologias de cabeças de leitura e gravação, no mecanismo de posicionamento das cabeças e na diminuição da espessura da camada magnetizável do disco, foram conseguidos nesse modelo. Além da criação do ambiente hermeticamente fechado [28].

4.3. SISTEMAS ÓPTICOS

Os discos ópticos são um dos meios mais usados atualmente para o armazenamento de informação e funcionam com o auxílio de luz laser (“light amplification by stimulated emission of radiation”). Radiações que têm as características de serem monocromáticas (fótons de mesma energia), coerentes (fótons emitidos em fase) e colimadas (fótons

emitidos na mesma direção) [20]. O funcionamento desse tipo de fonte está baseado no fenômeno físico da emissão estimulada. Um fóton, ao incidir em um átomo, pode provocar a emissão de um fóton idêntico se a diferença de energia entre dois níveis da órbita eletrônica possuir a mesma energia do fóton incidente. A fonte laser possui uma fonte de energia para excitar os átomos, que depois podem decair espontaneamente a níveis energéticos mais baixos com a emissão de fótons estimuladores. Há o aumento do número desses fótons feito por uma cavidade ressonadora constituída por superfícies refletoras estimulando então a emissão de muitos fótons de mesma energia [29].

Como no gramofone, a idéia é marcar o disco óptico com depressões em espiral onde ficam armazenados os dados. Ao incidir o feixe laser no disco, a luz é refletida de acordo as depressões, em um detector de fotodiodo (ver figura 34). A luz, então, pode ser espalhada e não atingir o detector (ver figura 35). É dessa forma que se reconstitui o sinal portador da informação, se há a incidência temos corrente no fotodiodo e em caso oposto não. Assim o sinal codificado em linguagem binária aparece no circuito formado com o detector.



Figura 34: Ilustração das depressões do CD [30].

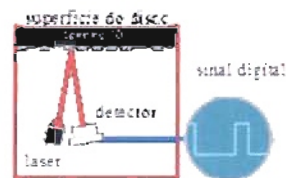


Figura 35: Esquema de leitura do CD [30].

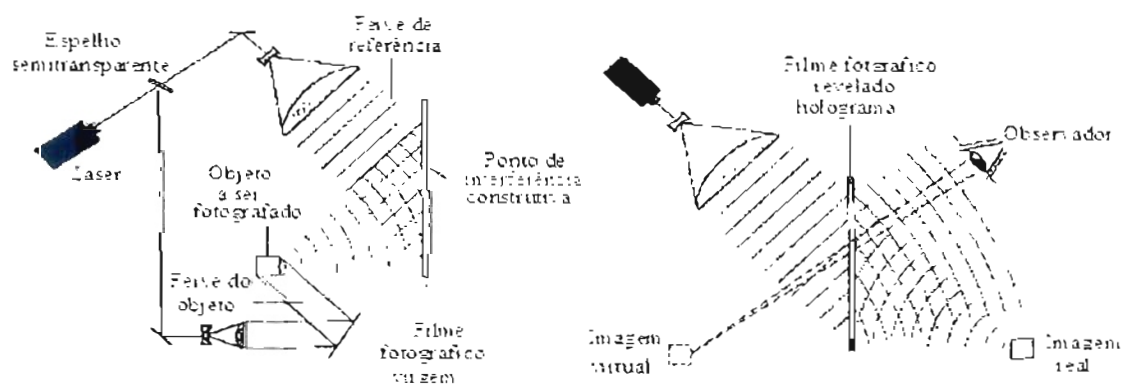
As atuais técnicas de gravação e regravação de CDs derivam do trabalho realizado pela Philips e pela Sony no início da década de 1980. Conhecemos outros tipos de discos ópticos como o DVD (“digital versatile disk”) e o MD (“mini disk”), todos com o mesmo princípio de funcionamento. As principais diferenças estão no espaçamento entre os arcos da trilha e no armazenamento em múltiplas camadas, o que permite maior capacidade [30]. Em DVDs há mais camadas de depressões e o espaçamento entre os arcos da trilha é menor do que nos CDs, por isso em um DVD podemos armazenar por volta de 4,7 Gigabytes, enquanto em um CD não é possível um armazenamento maior que 800 Megabytes.

Há diferentes maneiras de criar as marcas nos discos, fabricados em policarbonato. Nas gravações industriais, as depressões são feitas através de um processo de prensagem. Os

discos mestres são ranhurados com um estilete piezoelétrico ou sofrem um processo em que um laser desenha o código digital, e um banho químico dissolve as áreas expostas pelo laser para formar as covas. Depois é chapeado com níquel, gerando uma espécie de carimbo. Os CDs destinados à gravação doméstica são fabricados sem quaisquer depressões na sua superfície, mas as simulam. Além da camada de policarbonato, do lado oposto ao do rótulo temos também uma camada fotossensível translúcida e por cima desta, uma camada metálica refletora lisa. A simulação é feita incidindo um feixe laser que faz as zonas atingidas se transformarem em pontos opacos, criando assim diferentes reflexões [30].

Ao contrário do que se pensa, os Laserdisc, discos ópticos do tamanho de LPs destinados a armazenar filmes, guardavam a informação de vídeo em formato analógico e não digital. Apesar das depressões serem em linguagem binária, elas são criadas usando modulação FM de um sinal analógico [31].

Uma técnica, que não é digital, muito interessante de armazenar e reproduzir informação que também utiliza o auxílio de laser é a holografia, um tipo de fotografia tridimensional. Nessa técnica a luz produzida por um laser é dividida em um feixe que é refletido pelo objeto a ser registrado e incide no filme (feixe do objeto) e um outro que incide sem ser refletido pelo objeto (feixe de referência). Como a luz do laser é coerente, fica assim registrado o padrão de interferência resultante. Se um laser ilumina o filme, uma imagem tridimensional do objeto é produzida, já que as franjas de interferência se comportam como uma rede de difração [29]. Nas figuras 36 e 37 estão apresentados esquemas dos sistemas de gravação e reprodução da imagem holográfica.



Figuras 36 e 37: Esquema do holograma de transmissão [29]

Esse tipo de imagem é chamado holograma de transmissão. Há ainda um outro tipo, o holograma de reflexão, que são produzidos para serem observados, não com luz transmitida, mas com luz refletida. Nesse holograma os dois feixes incidem em lados opostos do filme e não há a necessidade de um laser na observação, somente uma fonte pontual de luz branca.

O desenvolvimento futuro do armazenamento e do processamento das informações depende do êxito das pesquisas atuais sobre materiais supercondutores. Os materiais semicondutores e os ferromagnéticos já chegaram a um grau de sofisticação satisfatório para a tecnologia atual. A velocidade de processamento atual de um microcomputador é da ordem de 10 a 100 milhões de operações por segundo. O uso de transistores e de memórias magnéticas e leituras ópticas está atingindo o limite máximo teórico de velocidade e capacidade de armazenamento. Futuros desenvolvimentos dependem do aperfeiçoamento e da viabilidade do uso de materiais e dispositivos supercondutores. De acordo com estudos recentes [33] pode ocorrer uma melhoria de um fator 1000 na velocidade de processamento dos atuais computadores com o uso dos dispositivos supercondutores.

Atualmente também há pesquisas em nanotecnologia, tecnologia de criação de máquinas da ordem de nanômetros, que poderá aumentar drasticamente a capacidade de armazenamento de informação. Da mesma maneira que a superfície plana alternada com buracos num CD formam a linguagem binária, um simples átomo e sua ausência poderiam construir a mesma linguagem, por exemplo. Podemos perceber a tendência existente de miniaturização dos equipamentos, basta olhar uma foto do ENIAC e comparar com os microcomputadores atuais. Já existem técnicas que permitem a manipulação de moléculas. A evolução dessas técnicas permitirá o desenvolvimento de dispositivos microscópicos que propiciarão novos princípios de armazenamento de informação e mudarão radicalmente o mundo.

5. CONCEITOS DE FÍSICA UTILIZADOS NO ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO

Nos capítulos anteriores, vimos como podemos manipular a natureza para produzirmos aparelhos que determinam nosso cotidiano. Este capítulo apresenta certos conhecimentos do comportamento da natureza que foram necessários para engenhar alguns equipamentos comentados no trabalho.

5.1. A FORÇA DE LORENTZ

No século XIX se constatou que carga elétrica em movimento é o que gera campo magnético. E sabemos que somente cargas elétricas em movimento sofrem a ação deste campo, mesmo quando nos referimos a ímãs. De acordo com o modelo atômico proposto por Bohr, elétrons, que possuem carga elétrica, estão em órbita em torno de um núcleo, portanto estão em movimento. Nos ímãs, estes movimentos ocorrem com uma certa organização: os campos magnéticos gerados no orbitais têm uma direção preferencial.

Independente da fonte, um campo magnético \vec{B} exerce uma força sobre uma carga q , em movimento com velocidade \vec{v} , dada por

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Esta força é proporcional à carga q e ao módulo de sua velocidade, e também sua direção é perpendicular às direções da velocidade \vec{v} e do campo magnético \vec{B} .

No caso geral, em que temos um campo elétrico, \vec{E} , e um campo magnético, a força sobre uma carga em movimento é dada por

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

Esta força é conhecida como força de Lorentz.

5.1.1. Força sobre uma espira de corrente

Verificou-se experimentalmente que a força exercida por um campo magnético B sobre um trecho dl de um fio condutor pelo qual flui uma corrente elétrica i é dada por

$$d\vec{F} = i d\vec{l} \times \vec{B}$$

Vamos analisar uma espira retangular de lados a e b , percorrida por uma corrente i , na direção indicada na figura 38. De acordo com a equação acima, as forças sobre os lados de comprimentos a e b são dadas por

$$F_1 = i_a B$$

$$F_2 = i_b B.$$

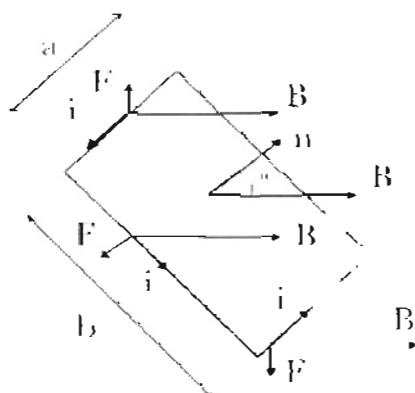


Figura 38: Espira retangular

As forças que atuam nos lados de mesmo comprimento têm sentidos opostos. Podemos perceber que as forças que atuam nos lados de comprimento a (F_1) produzirão um torque na espira, diferente das forças que atuam nos lados de comprimento b (F_2). Para melhor analisar esse torque, vejamos a figura 38 sob outra perspectiva, conforme ilustra a figura 39.

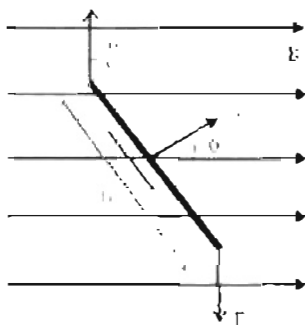


Figura 39: Perspectiva lateral da espira

O torque será

$$\tau = 2F_1 \cos \alpha \left(\frac{b}{2}\right)$$

Substituindo $F_1 = i_a B$, $A = ab$ e $\cos \theta = \sin \theta$, obtém-se $\tau = iAB \sin \theta$

Para o caso de uma bobina com N espiras, $\tau = NiAB \sin \theta$

Para uma espira, define-se seu momento de dipolo magnético $\mu = iA$. Da mesma forma, para uma bobina, com N espiras, define-se $\mu = NiA$. Portanto, o torque sobre uma espira ou sobre uma bobina, será

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

5.2. A LEI DE AMPÈRE

Já conhecemos o efeito do campo magnético sobre cargas em movimento e sobre correntes em circuitos elétricos. Em 1819, Oersted descobriu que uma corrente elétrica produz um campo magnético, e que para o caso de um fio retilíneo, as linhas de campo são círculos em planos perpendiculares ao fio, como ilustra a ^{Figura 40} figura 40. O sentido do campo é dado pela regra da mão direita: com o polegar no sentido da corrente, os outros dedos dão o sentido de B.

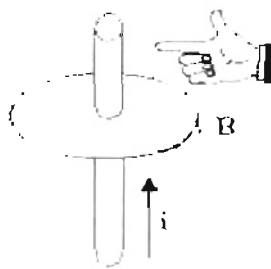


Figura 40: Regra da mão direita

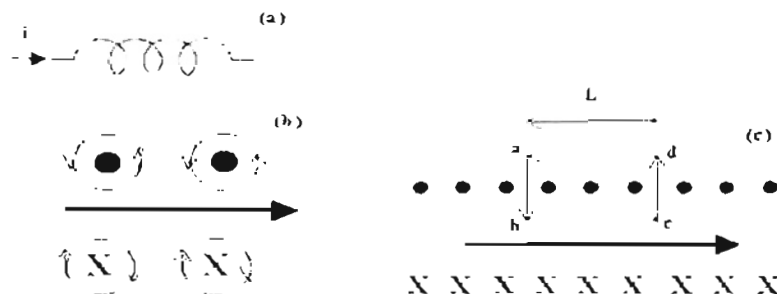
Logo após a apresentação do trabalho de Oersted, em 1820, Ampère realizou outras experiências e formalizou a relação entre corrente elétrica e campo magnético. O campo produzido pela corrente, i , é dado pela lei que recebeu seu nome:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i,$$

onde $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ é a permeabilidade magnética do vácuo.

5.2.1. Campo de um solenóide

Obtém-se um solenóide quando um fio é enrolado sob a forma de uma bobina, como ilustra a figura 41 (a). Na discussão que se segue consideraremos o solenóide infinito. Na Figura 41 (b) temos um corte longitudinal do solenóide. Usando argumentos de simetria é fácil mostrar que são nulos os campos entre os fios e na parte externa do solenóide. No interior do solenóide o campo tem o sentido indicado (da esquerda para a direita).



Figuras 41: (a) Solenóide; (b) corte longitudinal do solenóide; (c) espira retangular

Vamos usar a lei de Ampère para calcular o módulo de B no interior do solenóide. Para simplificar, vamos considerar espiras retangulares. A corrente que atravessa o retângulo $abcd$ é igual à corrente, i , multiplicada pelo número de espiras que atravessa a curva fechada. Como o solenóide tem um número infinito de espiras (na prática, um número muito grande de espiras), a corrente que entra na lei de Ampère é calculada em termos da densidade de espiras. Supondo que temos n espiras por unidade de comprimento, a corrente que atravessa a curva fechada será nLi . Assim,

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 nLi$$



Figura 42: O sentido do campo magnético no interior do solenóide

O sentido do campo magnético no interior do solenóide pode ser determinado pela regra da mão direita (figura 42): o polegar dará o sentido de B quando os outros dedos indicarem o sentido da corrente

A integral fechada pode ser desdobrada, resultando

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_b^c \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int_d^a \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 n L i$$

Na região externa ao solenóide, $B=0$, de modo que

$$\int_a^d \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$$

Na região interna, o campo magnético é perpendicular às linhas ab e cd, de modo que

$$\int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$$

Portanto, a integral que resta resulta em

$$BL = \mu_0 n L i$$

Finalmente, o campo no interior do solenóide será

$$B = \mu_0 n i$$

5.3. A LEI DE FARADAY E LENZ

Com a descoberta de Oersted e a lei de Ampère, vimos que uma corrente elétrica origina um campo magnético. Na década de 1830, Faraday descobriu o inverso. Isto é, um

campo magnético pode criar uma corrente elétrica. Isso é possível através do surgimento de uma força eletromotriz (fem) induzida.

Na figura 43, uma espira metálica é colocada (imóvel) numa região onde existe um campo magnético variável. Em (a) o módulo de B cresce com o tempo, enquanto em (b) ele decresce. Em 1831, Faraday mostrou que no primeiro caso, a corrente induzida circula no sentido anti-horário, enquanto no segundo caso ela circula no sentido horário. A força eletromotriz induzida é dada por

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

A variação de fluxo de campo magnético Φ_B em uma espira gera uma força eletromotriz \mathcal{E} , associada à existência da corrente elétrica.

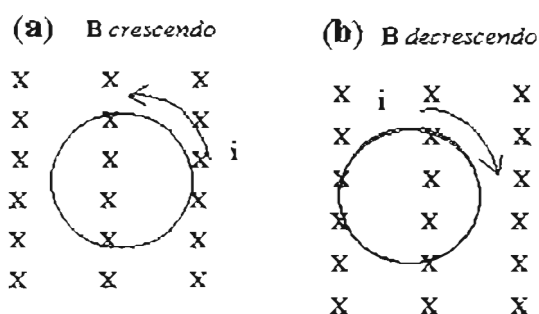


Figura 43: Espiras em locais de campo magnético variável

Outra forma de apresentar a equação $\mathcal{E} = -d\Phi_B/dt$ é a seguinte:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Em 1834, Lenz estabeleceu a lei que permite interpretar o significado do sinal negativo dessa equação. Uma formulação simples desta lei é a seguinte:

O sentido da fem induzida é aquele que tende a se opor à variação do fluxo magnético através da espira.

Na figura 43(a) o fluxo magnético está crescendo. A corrente induzida terá o sentido anti-horário para criar um campo magnético contrário ao campo B e opor-se à variação do fluxo magnético.

Na figura 43(b) o fluxo magnético está decrescendo, de modo que a corrente no sentido horário produzirá um campo magnético no mesmo sentido do campo aplicado, de modo a opor-se à diminuição do seu fluxo.

As informações compiladas nas sessões 5.1, 5.2 e 5.3 foram obtidas em [13] e no site <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/eletromag.html>, de onde também foram retiradas as figuras contidas neste capítulo. O acesso foi em maio de 2005.

5.4. DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS

5.4.1. Materiais semicondutores

Os materiais semicondutores possuem uma condutividade que tem uma grande dependência da temperatura. Contrariamente ao que ocorre nos materiais condutores, a resistência de um material semicondutor diminui à medida que aumentamos sua temperatura. Este acréscimo de energia gera a migração de elétrons da banda de valência para a banda de condução. A diferença entre as energias das duas bandas, neste tipo de material, permite que isto ocorra, portanto esta diferença é menor do que as diferenças encontradas nos materiais isolantes. O silício e o germânio são exemplos típicos deste tipo de material.

Se doparmos um material semicondutor com certas substâncias (ou impurezas), suas propriedades se modificam. Por exemplo, se for adicionado uma certa quantidade de

arsênio em uma amostra de silício, obtém-se um condutor elétrico semelhante a um metal, com a condução sendo feita por elétrons livres. Este tipo de semiconductor é conhecido como do tipo n, pois as impurezas doam elétrons (que possuem carga elétrica negativa) para a banda de condução. A dopagem também pode ser feita com impurezas que geram um outro resultado. Se, ao invés de arsênio, adicionarmos boro ao silício, o material resultante não terá elétrons suficientes para completar a banda de valência e assim teríamos níveis energéticos desocupados (buracos) que contribuiriam para a condução elétrica. Um semiconductor deste tipo é conhecido como do tipo p, pois tudo se passa como se a condutividade se devesse ao movimento de cargas positivas. Quando um elétron se move para um lado preenchendo um buraco, forma-se uma lacuna no lugar onde esse elétron estava, podendo-se considerar que o buraco moveu-se para o lado oposto do elétron.

Dispositivos eletrônicos, como os diodos e transistores, são feitos com junções entre regiões do tipo n e do tipo p. Na região de contato das duas áreas, os elétrons e buracos recombinam-se, criando uma barreira de potencial.

5.4.2. O diodo e a válvula de Fleming

Os diodos são formados pela simples junção entre uma região do tipo n e do tipo p. Este dispositivo só permite o fluxo de corrente elétrica em apenas um sentido, devido a barreira de potencial na junção p-n. A passagem de corrente só é possível quando o dispositivo está submetido a uma diferença de potencial na qual a região p possui um potencial maior do que o potencial da região n, isto é, quando o dispositivo está submetido a uma polarização direta.

A válvula de Fleming tem a mesma função do diodo. Ela é constituída por dois eletrodos envolvidos por uma cápsula de vidro, na qual se obtém vácuo. O catodo é feito de um material que libera elétrons quando é aquecido (normalmente por um circuito eletrônico), chamado de termo-emissor. Essas características permitem a passagem de

corrente elétrica somente em um sentido, quando o dispositivo está submetido a uma polarização na qual é gerado um campo elétrico que acelera os elétrons do catodo ao anodo.

5.4.3. O transistor e o triodo

Os transistores são formados pela inserção de um semicondutor tipo p entre dois semicondutores tipo n ou vice-versa. O material do meio é chamado base e os outros, emissor e coletor. A utilização do transistor ocorre com uma certa configuração de um circuito eletrônico associado. Dependendo desta configuração, o transistor funciona como um amplificador ou como um interruptor de corrente. Maiores detalhes podem ser obtidos em [29].

O triodo, já pouco utilizado, tem como função a amplificação de sinais elétricos, assim como o transistor. É um incremento da válvula de Fleming no qual é colocado um terceiro eletrodo entre o catodo e o anodo. Este eletrodo é chamado de grade, pois se trata de uma tela metálica que é atravessada pelos elétrons emitidos do catodo e atraídos pelo potencial positivo do anodo. No funcionamento desse dispositivo é aplicado uma tensão negativa na tela que dificulta a passagem de elétrons, juntamente com o sinal a ser amplificado.

5.4.4. Transdutores

Todo dispositivo ou equipamento que transforma uma forma de energia em outra forma de energia é chamado de transdutor. Os microfones são exemplos destes tipos de dispositivos, eles convertem pressão em sinais elétricos. Os alto-falantes também são transdutores, pois fazem o oposto, convertem sinais elétricos em ondas sonoras. Existem vários tipos de transdutores como os fotoelétricos, que são utilizados nos equipamentos de CD, e os capacitivos, indutivos e piezoelétricos, que são utilizados nos microfones.

O funcionamento dos transdutores piezoelétricos está baseado no fenômeno da eletrostrição; a contração de um material quando um campo elétrico externo é aplicado ou o aumento do campo elétrico no interior do material quando o material é comprimido. No efeito piezoelétrico, além da contração do material pode haver sua dilatação se a polarização é invertida. Ao se colocar um material piezoelétrico num campo elétrico, as cargas elétricas da rede cristalina interagem com o mesmo e produzem tensões mecânicas. O quartzo e a turmalina, cristais naturais, são piezoelétricos. Os mais eficientes, ou seja, os que podem ter uma maior variação de suas dimensões, são os cristais ferroelétricos.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Vimos que até o século XIX a evolução dos meios de armazenamento de informação era lenta. As pinturas, esculturas e a escrita eram os meios que conseguiam um maior volume de armazenamento. A partir daí surgiu a fotografia, cinema e no século XX, as inovações se tornaram bem mais frequentes. As pessoas que nasceram a partir dessa época poderiam ter grandes mudanças em seu cotidiano devida à evolução tecnológica, o que não acontecia até então. O mundo se modifica em intervalos de tempo cada vez menores. Por isso a importância do entendimento sobre os princípios de funcionamento de tecnologias com as quais convivemos, visto que o mesmo princípio pode ser utilizado em vários equipamentos diferentes. Com esta compreensão é possível uma melhor interpretação do mundo que nos cerca.

Esperamos com esse trabalho que o leitor tenha a percepção de como é possível criar engenhos cujos funcionamentos, a princípio, podem nos parecer nebulosos, e de que, mesmo quando as idéias são creditadas a uma pessoa, a produção de tecnologias e conhecimentos é coletiva. Daí a idéia de comentar sobre os princípios que regem o comportamento de aparelhos que permeiam nosso cotidiano, sem a preocupação com detalhes, através de um apanhado histórico.

Acreditamos que a aplicação deste texto em escolas que apresentam atividades curriculares complementares seja de interesse para aperfeiçoar o conhecimento tanto dos professores como dos alunos sobre um tema ~~bastante~~ contextualizado na sociedade atual.

amplamente

REFERÊNCIAS

- [1] Parametros Curriculares Nacionais MEC - 1999
- [2] Representação da Informação, obtido em <http://venus.rdc.puc-rio.br/rmano/comp{inf.htm> – 2004
- [3] Pinturas Rupestres, obtido em <http://www.fotografe.com.br/pinrup.htm> - 2004
- [4] Breve História da Editoração, obtido em <http://usuarios.skydome.net/baw/hist.htm> - 2004
- [5] Evolução dos Meios de Comunicação, obtido em http://www.geocities.com/Athens/Sparta/1350/evolucao_comunic.htm - 2004
- [6] Origens do Processo Fotográfico, obtido em <http://www.cotianet.com.br/photo/hist/camesc.htm> - 2004
- [7] Obtida em <http://www.moviecom.com.br/cinema/> -2004
- [8] Da Ciência ao Cinema, obtido em <http://gape.ist.utl.pt/cinema/pdfs/cap-1.pdf>. -2004
- [9] Obtida em em <http://www.geocities.com/Broadway/2921/cinema.html> -2004
- [10] Da caixinha de música ao DVD, obtido em <http://www.angelsrecords.com.br/sistemas/historico.html> -2004
- [11] Do Gramofone ao CD, obtido em http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/julho2003/ju21pg12.html -2004
- [12] História da Gravação Sonora, obtido em <http://telefonica.no.sapo.pt/record.htm> - 2004
- [13] Física 3: Eletromagnetismo / GREF, 5ª ed. 1, reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - 2002.
- [14] Phonofilm, obtido em <http://www.icee-virtual-museum.org/collection/event.php> - 2004
- [15] History of the Microphone, obtido em users.pandora.be/oldmicrophones/microphone_history.htm - 2004
- [16] Os Tipos de Microfones, obtido em <http://www.leson.com.br/texto.html> - 2004
- [17] Obtida em <http://br.geocities.com/saladefisica> - 2004

- [18] 100 Years of Magnetic Recording. Obtido em http://www.amps.net/newsletters/issue27/27_poulsen.htm - 2004
- [19] Obtida em http://www.geocities.com/neveyaakov/electro__science/poulsen.html - 2004
- [20] Menezes, A.C.L.- “Conceitos Básicos de Física Relacionados aos Processos de Gravação Eletromagnéticos” : Da Fita Cassete ao DVD. Monografia Final de Curso - Instituto de Física - UFRJ - 2002.
- [21] A História da Eletrônica, obtido em www.if.ufrj.br - 2005
- [22] Liquid Crystal Display, obtido em <http://www.localcolorart.com/search/encyclopedia> - 2004
- [23] Televisões de Plasma , obtido em http://www.euroresidentes.com/Brazil/avancos/televisoes_plasma.htm - 2004
- [24] Uma Breve História da Informática, obtido em <http://cobit.mma.com.br/materias/historial.htm> - 2005
- [25] Origens do Processamento de Dados, obtido em <http://www.cotianet.com.br/BIT/hist/Default.htm> - 2005
- [26] Secondary Storage, obtido em <http://www.computerhistory.org> - 2005
- [27] Transistorized, obtido em <http://www.pbs.org/transistor/album1/index.html> - 2005
- [28] Hard Disk, obtido em <http://www.guiadohardware.net> - 2005
- [29] Tipler, P.A. e Hewellyn, R.A.- Física Moderna 3ª edição editora LTC - 2001
- [30] How CD Works, obtido em <http://www.howstuffworks.com> - 2005
- [31] The LaserDisc Technical Page, obtido em <http://home.online.no/~espen-b/ld/> - 2005
- [32] Obtida em <http://telefonica.no.sapo.pt/record.htm> - 2004
- [33] Luiz, Adir M. “Aplicações da Supercondutividade”. Editora Edgard Bluzher, São Paulo, 1992.