



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PABLO ADRIEL ALVES DOS SANTOS

O USO DO OSCILOSCÓPIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ANGICOS

2020

PABLO ADRIEL ALVES DOS SANTOS

O USO DO OSCILOSCÓPIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof^a Dra Gislene Micarla Borges de Lima

ANGICOS

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S237u SANTOS, PABLO ADRIEL ALVES.
O USO DO OSCILOSCÓPIO: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA / PABLO ADRIEL ALVES SANTOS. - 2020.
41 f. : il.

Orientadora: Gislene Micarla Borges de Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2020.

1. Revisão Bibliográfica. 2. Osciloscópio. 3.
Sinais Elétricos. 4. Sinais Sonoros. I. Lima,
Gislene Micarla Borges de, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela

Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

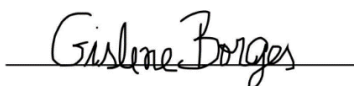
PABLO ADRIEL ALVES DOS SANTOS

O USO DO OSCILOSCÓPIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 12 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA



Gislene Micarla Borges de Lima, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente



Cintia Raquel Duarte de Freitas, Profa. MSa. (UFERSA)
Membro Examinador



Italo Oliveira Rebouças, Técnico. (UFERSA)
Membro Examinador

Arnald Izidro dos Santos (*In Memoriam*).

Elissandra Alves da Silva

Ildomar Santos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e me capacitar por estar onde eu estou hoje, que em momentos difíceis sempre me ajudou com suas palavras, indiretamente.

Agradeço ao meu pai Ildomar Santos e à minha mãe Elissandra Alves por me oferecerem todo o amor e apoio necessário na minha formação acadêmica e pessoal, que sempre estão comigo nos momentos complicados, minha base para tudo, o meu amor verdadeiro.

Agradeço à professora, orientadora, mãe, amiga, Gislene Borges que não desistiu de mim, mesmo eu sendo difícil de lidar, que sempre se preocupou comigo e não me deixou desistir, sempre me incentivando e ajudando muito.

Agradeço aos meus amigos de trajetória e que eu espero ter por perto por bastante tempo, amigos que sofrem junto comigo assim como já comemoraram também, muitas vezes por sinal, amigos como Francisco Wesley, Higor Breno, Pedro Félix, Luís Victor, Pedro Henrique.

Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte da minha jornada na UFERSA campus Angicos, desde professores, colegas, técnicos de laboratório (os caras manjam muito), ao pessoal que trabalha nos outros setores do campus também, agradeço a todos pois a maioria me tratou muito bem, fazendo com que minha primeira experiência longe de casa fosse melhor do que eu pudesse imaginar, cada um deles contribuiu de, maneira única, para o meu crescimento, principalmente como pessoa, aprendi muito com eles.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.”

Henry Ford

RESUMO

Neste trabalho faz-se uma revisão bibliográfica do osciloscópio como instrumento de medida de sinais elétricos e sonoros. Apresenta-se a importância desse equipamento na descrição e análise de sistemas estudados na Eletrônica e na Física, discutindo aspectos históricos, de operacionalidade, e de distinção existente entre os instrumentos analógicos e digitais. Além disso, aponta-se no estudo algumas alternativas, já presentes na literatura, aos osciloscópios convencionais, comumente utilizados em instituições de ensino superior. Por meio desse estudo foi possível observar que, atualmente, existem uma gama de possibilidades de instrumentos capazes de analisar sinais elétricos e sonoros. Entende-se que um conhecimento maior sobre estes aparatos pode ser uma forma de melhorar a acessibilidade quanto aos estudos experimentais de fenômenos elétricos e sonoros.

Palavras-chave: Revisão Bibliográfica. Osciloscópio. Sinais Elétricos. Sinais Sonoros.

ABSTRACT

In this work, a bibliographic review of the oscilloscope is performed as an instrument for measuring electrical and audible signals. The importance of this equipment is presented in the description and analysis of systems studied in Electronics and Physics, discussing historical aspects, operability, and the existing distinction between analog and digital instruments. In addition, it points out in the study some alternatives, already present in the literature, to conventional oscilloscopes, commonly used in higher education institutions. Through this study it was possible to observe that, currently, there are a range of possibilities of instruments capable of analyzing electrical and sound signals. It is understood that a greater knowledge about these devices can be a way to improve accessibility in terms of experimental studies of electrical and sound phenomena.

Keywords: Literature Review. Oscilloscope. Electrical Signals. Sound Signals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Experimento de Thomson na descoberta da primeira partícula subatômica.....	15
Figura 2 - Osciloscópio analógico.....	16
Figura 3 - Amplitude, período e frequência.....	18
Figura 4 - Defasagem.....	19
<i>Figura 5- Ondas longitudinais e transversais.</i>	20
Figura 6 - Ondas quadradas	20
Figura 7 - Onda triangular	21
Figura 8- Ondas em formato de dente de serra	21
Figura 9 - Ondas senoidais	21
Figura 10 - Ponteira com regulagem de tensão.....	24
Figura 11 - Esquematização do osciloscópio analógico	26
Figura 12 - Osciloscópio digital MINIPA MVB-DSO.....	27
Figura 13 - Esquematização do osciloscópio digital	28
Figura 14 - Osciloscópio com placa de aquisição externa Hantek 6022BE	34
Figura 15 - Osciloscópio portátil modelo DSO150.....	35

LISTA DE SÍMBOLOS

% porcentagem

\$ cifrão

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Quadro comparativo entre algumas alternativas para estudo de sinais	36
	ondulatório	

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OSCILOSCÓPIO	15
2.1 Abordagem histórica.....	15
2.2 Grandezas físicas medidas no osciloscópio.....	17
2.2.1 Comportamento ondulatório	17
2.2.1.1 Tensão (Potencial elétrico).....	18
2.2.1.2 Corrente elétrica	18
2.2.2 Frequência, período e amplitude.....	19
2.2.3 Defasagem	20
2.3 Classificação de onda	20
2.4 Manuseio básico de um osciloscópio analógico	23
2.5 Tipos de osciloscópio	26
2.5.1 Osciloscópio analógico	26
2.5.2 Osciloscópio digital.....	28
3 PROJETOS ALTERNATIVOS.....	29
3.1 Algumas características relevantes	30
3.1.1 Largura de banda.....	30
3.1.2 Número de canais.....	30
3.1.3 Sensibilidade vertical.....	30
3.1.4 Incerteza vertical.....	31
3.1.5 Incerteza horizontal.....	31
3.1.6 Tempo de subida	31
3.1.7 Velocidade de varrimento	31
3.1.8 Frequência de amostragem	32
3.1.9 Comprimento de registo	32
3.2 Alguns analisadores alternativos de sinais ondulatórios.....	32
3.2.1 Simulador de osciloscópio virtual baseado em placa de som	32
3.2.2 Osciloscópio virtual com módulo de aquisição externo.....	34
3.2.3 Osciloscópio portátil ou de mão.....	35
3.3 Comparação de modelos.....	36
4 APONTAMENTOS CONCLUSIVOS.....	37
5 REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Os instrumentos de medidas aparecem em muitas atividades desempenhadas dentro de diferentes segmentos da indústria, da pesquisa acadêmica, tecnológica, como também, em ambientes de ensino (NUNES, 2011). Quando se pensa na indústria eletrônica, a qual procura produzir e gerar aperfeiçoamento de dispositivos com propriedades elétricas em diferentes aplicações, o osciloscópio é um instrumento de medida responsável por analisar sinais de ondas. Nesse sentido, o conceito de onda é de que há uma propagação de energia sem que haja uma transferência de matéria. Numa onda eletromagnética ocorre uma oscilação nos campos elétricos e magnéticos, já na sonora ocorre oscilações das pressões no meio em que ela se propaga (HALLYDAY, 2016).

O osciloscópio apresenta um notório destaque no cenário científico e físico. Por meio deste é possível desenvolver a manutenção em aparelhos de televisão, fazer análise de unidades eletrônicas dos automóveis e análise de sinais biomédicos. Além disso, através de um transdutor, equipamento capaz de fazer conversão entre tipos de energias, é possível fazer uso do osciloscópio para observar e medir diferentes grandezas físicas. O microfone é um exemplo prático de transdutor. Nesse dispositivo, ondas sonoras são captadas e convertidas em sinais elétricos, possibilitando sua visualização gráfica através do osciloscópio. Outro exemplo é a retina do olho humano, onde sinais luminosos são convertidos em impulsos eletroquímicos. (TEIXEIRA, 2020)

O osciloscópio é capaz de captar sinais transitórios, aqueles que não se repetem ou sinais não periódicos, e sinais periódicos, os quais apresentam um comportamento repetitivo com certo padrão de onda. Atualmente, existem diferentes modelos de osciloscópios utilizados com diversas finalidades. Todavia, os considerados mais completos encontram-se com um valor consideravelmente alto, de forma que não seja acessível à maioria do público que tem interesse no uso do instrumento, principalmente para estudantes e professores que buscam aplicações didáticas. Porém, hoje existem diversas possibilidades para maior acessibilidade ao estudo dos sinais. Neste trabalho, faz-se uma revisão bibliográfica do osciloscópio como instrumento de medida de sinais elétricos e sonoros. Na próxima seção, será apresentada a importância desse equipamento na descrição e análise de sistemas estudados na Eletrônica e na Física, discutindo aspectos históricos, de operacionalidade e de distinção existente entre os instrumentos analógicos e digitais (ALVES, 2007). Na terceira seção, serão apontadas algumas alternativas aos osciloscópios convencionais, comumente utilizados em instituições de ensino superior. E, por fim, serão feitas discussões acerca da pesquisa bibliográfica desenvolvida.

2 OSCILOSCÓPIO

Capaz de analisar, graficamente, grandezas como frequência, amplitude de onda, período, tempo, entre outras funcionalidades, o osciloscópio é uma ferramenta com imensa abrangência de público, que vem se apresentando como um instrumento de grande importância para estudos referentes a sinais eletrônicos e suas oscilações. Ele é utilizado na mecânica para diagnóstico de peças e comandos, também é útil no ramo automotivo onde é manuseado na identificação de problemas, além de ser usado na área da eletrônica para estudar tensão, frequência e defasagem de sinal. Esta gama de variações do uso do osciloscópio se dá devido às adaptações quanto ao meio de captação do sinal, isto é, a utilização de transdutores. Transdutor é o responsável por transformar estímulos luminosos, de pressão, sonoros, entre outros, em sinais elétricos (TEIXEIRA, 2020).

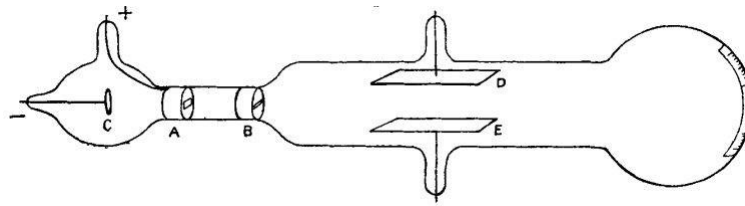
2.1 Abordagem histórica

O funcionamento do osciloscópio está intimamente relacionado aos tubos de raios catódicos, inicialmente investigados pelo físico britânico Joseph John Thomson e pelo físico alemão Karl Ferdinand Braun. Thomson teve um papel muito importante na ciência com a descoberta da primeira partícula subatômica, a carga negativa do átomo, os elétrons. O experimento, desenvolvido por ele, consistia na criação de um aparato formado por um cátodo ligado à terra, carregado negativamente, no qual existe a formação de nuvens de elétrons a qual poderia ser atraído pelo ânodo, carregado positivamente, e concentrada por uma bobina centralizadora de feixe, dando origem a um feixe de elétrons, nomeado raio catódico.

O raio catódico passava dentre as placas defletoras que interagem com o feixe por meio de um campo elétrico gerado entre as mesmas, de modo que a polaridade das partículas e o campo das placas influenciam em sua trajetória, o qual era indicado no fundo do tubo que, por sua vez, era demarcado com uma escala métrica, indicando o grau da deflexão causada.

Na Figura 1 é possível observar o esquema desenvolvido pelo cientista. O ponto (C) representa o cátodo, carregado negativamente. Mais adiante tem o ponto (A) que representa o ânodo, carregado positivamente. Já o ponto (B) correspondente à bobina de concentração do feixe. Em seguida, as placas defletoras são representadas por (D) e (E) e, por fim, a parte interna do fundo do tubo demarcada pela escala já observada anteriormente. As pesquisas desenvolvidas pelo físico britânico lhes renderam o prêmio Nobel em 1906.

Figura 1- Experimento de Thomson na descoberta da primeira partícula subatômica.



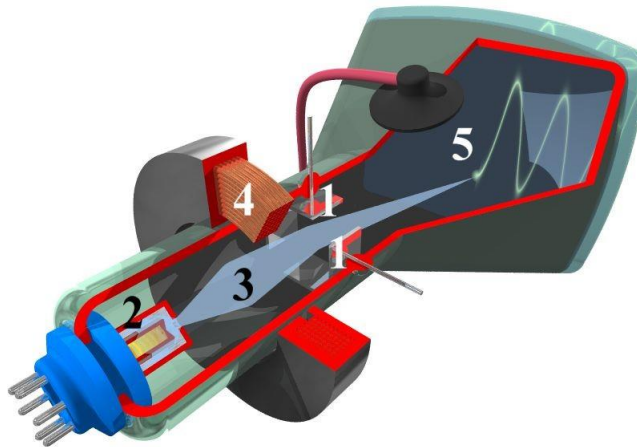
Fonte: Philosophical Magazine Series 5 (1897).

Posteriormente, o cientista Karl Ferdinand Braun, nascido na Alemanha, mais precisamente na cidade de Fulda, e formado na Universidade de Berlim, em 1897, utilizou o experimento de Thomson como base para novas investigações. O mesmo tinha como objetivo mapear o movimento realizado pelo feixe, o qual foi possível com o acréscimo de um écran (uma espécie de monitor), caracterizando o surgimento do osciloscópio analógico. O écran tinha como componente pequenas partículas de fósforo que apresenta duas propriedades importantes: a fluorescência e a fosforescência.

O fenômeno de fluorescência ocorre quando há a interação entre os elétrons e o fósforo, de forma que ao interagirem o écran ficaria iluminado naquele determinado local, formando um ponto de luz. Já a fosforescência é responsável por manter a luz acesa durante um certo tempo, de modo que se houver movimento do feixe, no écran, será apresentado o movimento da onda. Contudo, não ocorre por tempo suficiente para análise. Então, para que o ponto se movimente deixando vestígios do caminho percorrido formando o desenho de onda no gráfico do monitor, faz-se necessário que haja a aplicação de uma tensão consecutiva (ALVES, 1998).

Semelhante ao esquema apresentado anteriormente, a Figura 2 traz o ponto (2) como canhão de elétrons, que remete ao ânodo e ao cátodo de forma acoplada. No item (3) tem-se a representação do feixe de elétrons que ao atravessar a bobina de concentração representada pelo item (4) passará dentre as placas deflectoras (1). Ao passar pelas placas o raio catódico vai interagir com as partículas de fósforo do écran e mapear as características das oscilações do sinal elétrico em análise - parte interna do écran está representada pelo item (5).

Figura 2 - Osciloscópio analógico



Fonte: Retirado da Página do Wikipedia (2020)

2.2 Grandezas Físicas medidas no Osciloscópio

As pesquisas de Karl Ferdinand Braun impulsionaram a criação de novos dispositivos cujo fim é direcionado à observação e análise de sinais e suas características. Durante o processo de obtenção das características dos sinais é preciso entender quais fenômenos e grandezas estão sendo observados. A seguir será feita uma revisão acerca dos principais fenômenos e grandezas comumente estudados na Eletrônica e na Física com o uso do osciloscópio.

2.2.1 Comportamento ondulatório

O movimento ondulatório tem como princípio a propagação ou transferência de energia sem transferência de matéria. Todas as ondas necessitam de uma fonte de energia, a qual será responsável pelo distúrbio no meio de propagação, podendo ser material ou não. Ondas mecânicas precisam de um meio material para sua propagação, ondas eletromagnéticas não. Um exemplo prático de geração de uma onda mecânica seria o movimento oscilatório vertical em uma corda fixada na extremidade que ao executar um movimento único no sentido vertical, faz-se possível observar que uma pequena perturbação, a qual percorrerá a corda de maneira e de maneira gradativa irá se dispersar. Quando o movimento é realizado repetidamente, deixará de ser apenas um pulso e tomará forma de uma onda, que pode ser gerada por uma perturbação periódica. Um simples pulso, geralmente, é descartado quando há uma filtragem referente à análise de dados sobre as características de sinais, já a onda não, a onda apresenta grandezas que podem ser medidas e

estudadas graficamente com a colaboração do osciloscópio (SERWAY, JWWJ | .R. 2013, p. 34).

Algumas grandezas como tensão e corrente podem apresentar comportamentos periódicos, e podem ser medidas por meio da análise gráfica da amplitude, do período e da frequência da onda, tudo sendo mostrado no monitor do osciloscópio. A seguir serão apresentadas breves discussões acerca das definições de tensão e corrente elétrica.

2.2.1.1 Tensão (Potencial Elétrico)

A tensão ou potencial elétrico é a energia por unidade de carga criada pela separação entre cargas elétricas, tendo como unidade padrão no Sistema Internacional o Volts (V), que equivale a um Joule por Coulomb (J/C), em outras palavras, pode ser definida com uma medida do trabalho necessário para mover cargas por meio de um elemento ou dipolo elétrico. Em linhas gerais, é possível equiparar a diferença de potencial à pressão onde, por exemplo, é apresentada uma diferença de pressão entre um ponto a outro de um cano preenchido com água. O líquido que sofre uma pressão maior tende a correr em sentido ao local com menor pressão, da mesma forma ocorre na tensão. As cargas (C) procuram se movimentar em direção do ponto com maior tensão ao ponto com menor tensão. Dependendo do sistema elétrico é possível gerar uma tensão com comportamento periódico o qual pode ser exibido em um osciloscópio.

2.2.1.2 Corrente Elétrica

Quanto à corrente elétrica, pode-se definir pelo movimento de elétrons de forma ordenada, tendo como unidade de medida no Sistema Internacional o ampere (**A**). A corrente pode ser entendida como a razão entre a quantidade de carga por uma unidade tempo, o ampere tem como definição ser equivalente a um coulomb por segundo (C/s). Assim, podemos comparar corrente elétrica com velocidade de certa partícula, onde a velocidade é representada por m/s e a corrente por C/s, pode-se inferir que as cargas estão alinhadas de forma que interferem diretamente no nível de facilidade com que a corrente se movimenta. Um exemplo seria o fio de cobre em temperatura ambiente com as cargas obedecendo um comportamento ordenado, a facilidade com que a corrente passará ali será maior, quando se tem um caminho onde as cargas estão agitadas e desordenadas a corrente enfrenta uma resistência (medida em ohms, Ω , no sistema internacional de medidas) que dificulta sua passagem, gerando maior aquecimento, transformando a energia elétrica em energia térmica, diminuindo a eficiência de tal sistema.

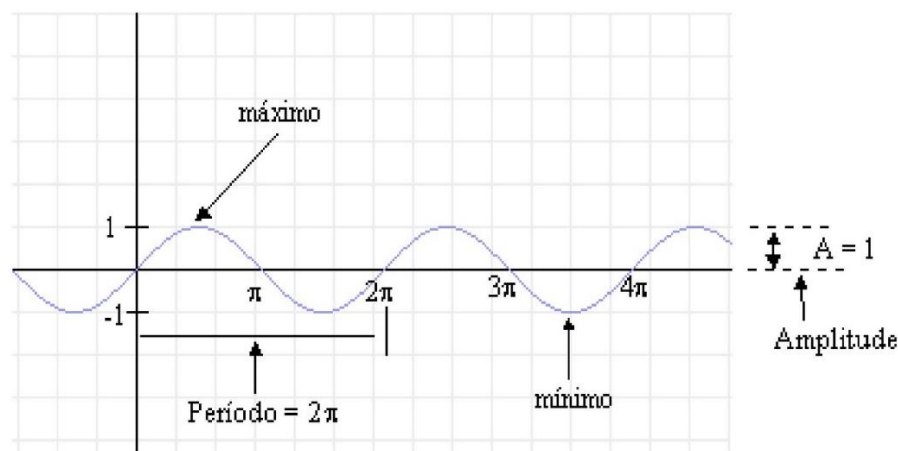
Uma peculiaridade da corrente e da tensão é que elas podem apresentar comportamentos periódicos e comportamento não periódico. Numa situação de **corrente contínua (DC)**, o sinal é constante e linear, este comportamento pode ser observado, geralmente, em fontes de alimentação de aparelhos eletrônicos, os quais são responsáveis por transformar corrente alternada em corrente contínua. Grande parte dos aparelhos eletrônicos são alimentados por corrente contínua, devido ser considerada uma corrente mais segura, pois apresenta uma maior impedância quanto ao corpo humano (comparada à corrente alternada), ela também tem como característica afastar o corpo humano do ponto energizado, no momento que ocorrer algum acidente envolvendo descarga (WERTZNER, 2020).

Já a **corrente alternada (AC)** pode apresentar um movimento harmônico, mesmo apresentando formas de onda diferentes, a corrente alternada é facilmente encontrada em redes de abastecimento residencial, e tem como característica sua eficiência, onde podendo ser distribuídas em longas distâncias sem tantas perdas, isso com o auxílio dos transformadores que são responsáveis por elevar ou reduzir a intensidade da tensão em determinado local. A utilização destes aparelhos é primordial para a segurança no uso de tal corrente.

2.2.2 Frequência, Período e Amplitude

Como já mencionado, tanto a corrente elétrica quanto a tensão podem apresentar comportamentos ondulatórios. Nesse caso, faz-se necessário o entendimento de algumas grandezas importantes na descrição deste tipo de movimento, tais como: amplitude, frequência e comprimento de onda. Dentro da área de oscilações e sinais oscilatórios toma-se como movimento harmônico ou periódico todo movimento repetido de maneira precisa e que obedeça ao mesmo intervalo de tempo. Movimentos como esses apresentam importantes propriedades como a **frequência f** , que tem como unidade padrão indicada no Sistema Internacional de medidas (SI) o *hertz* (Hz), simbolizando a razão da quantidade de ciclos ou oscilações completas por segundo. Relacionado à frequência tem-se o **período T** , medido em segundos (s) no SI, representa o tempo de execução completa de um ciclo, também conhecido por ser o inverso da frequência, desta forma pode-se inferir que $T = 1/f$. Já a **amplitude A** pode ser descrita como a maior distância que a onda alcança em relação ao eixo horizontal, graficamente falando, como peculiaridade do movimento periódico, a maior distância alcançada pela curva deve ser, numericamente, igual ao menor valor alcançado pela mesma curva, como pode ser bem observado na Figura 3 (HALLIDAY, 2012).

Figura 3 - Amplitude, período e frequência.

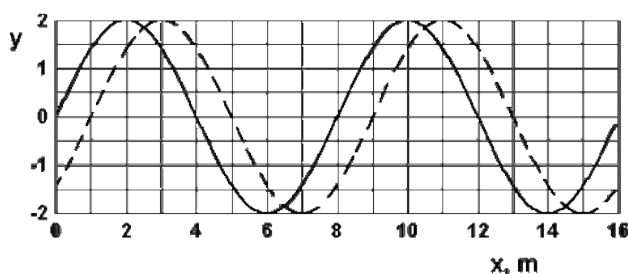


Fonte: Google imagens, (2020)

2.2.3 Defasagem

Além destas, pode-se mencionar a **defasagem** que está entre as grandezas analisadas pelo osciloscópio, é a comparação entre duas ou mais ondas quanto às suas fases. Vale salientar que a mesma só pode ser observada em ondas sinusoidais, isto é, ondas que tem o comportamento determinado pelas funções seno e cosseno, sabe-se que com o valor do tempo variando, a onda também irá variar de forma que o valor assumido não será o mesmo. É possível observar que com o tempo igual a zero as ondas possuem pontos de partida distintos (referente ao eixo vertical), como demonstra a Figura 4 (ALVES, 1998).

Figura 4 - Defasagem



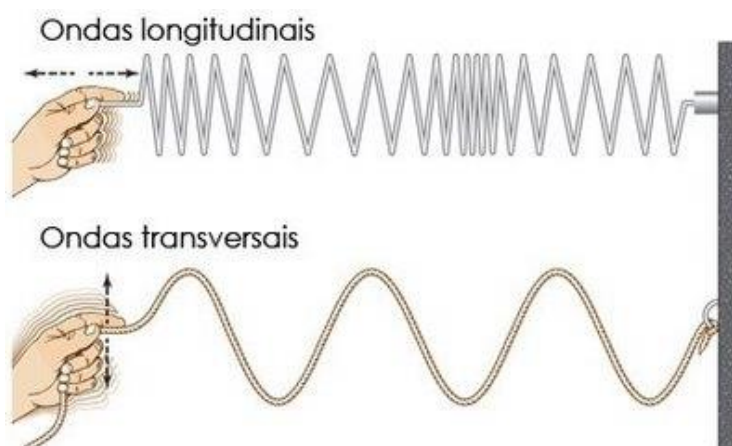
Fonte: Google imagens, (2020)

2.3 Classificações de onda

Existem muitas características dentro de um sinal forma de onda, a classificação das ondas quanto ao tipo de pulso é uma delas, como por exemplo as **ondas transversais**, as quais apresentam uma fonte de pulso com direção diferente da direção de propagação da onda, exemplo de uma corda que está tensionada paralela ao chão (plano horizontal) e, em uma extremidade faz-se um movimento vertical e a onda percorre a corda, em forma de pulso, de maneira que o movimento de propagação ocorre sobre o eixo horizontal (estabelecido pela corda). Também pode-

se observar, na natureza, a geração de **ondas longitudinais** que compartilham sua energia na mesma direção que as recebe, isto é, supondo que o meio que transportará a matéria esteja paralelo ao plano horizontal e a fonte executar um movimento na mesma direção, tem-se que a propagação será de forma longitudinal (SERWAY; JEWETT, 2013). Na Figura 5 pode-se perceber as características das ondas longitudinais e transversais.

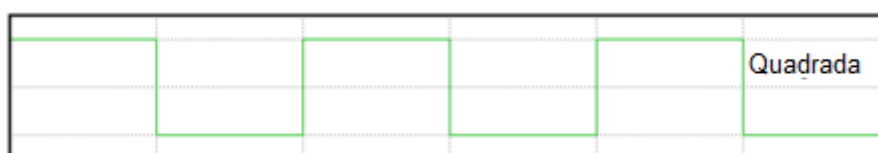
Figura 5- Ondas longitudinais e transversais.



Fonte: PARTE A – Capítulo 3 Ondas, som e introdução a bioacústica.([entre 2014 e 2020])

Além das classes citadas, anteriormente, também pode-se classificá-las quanto ao seu formato, como é o caso das **ondas quadradas** que são chamadas assim por apresentarem as cristas (pontos de máximo da onda) e os vales (pontos de mínimo) mais alongados em relação ao tempo (eixo horizontal do osciloscópio). O termo alongado se refere aos valores de tensão das cristas e dos vales que são apresentados de forma contantes por certo tempo. Além dessas peculiaridades, as ondas quadradas apresentam também rápida mudança de estado, passando, instantaneamente, de positivo para negativo, essa característica faz com que se formem, geometricamente, retângulos e até mesmo quadrados no monitor do osciloscópio, como é o exemplo da Figura 6.

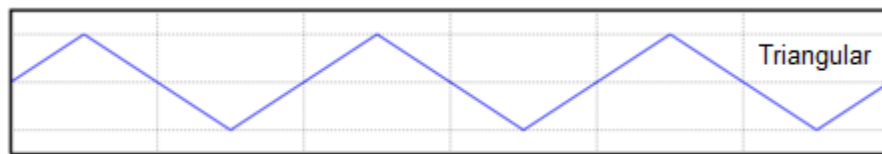
Figura 6 - Ondas quadradas



Fonte: Retirado da página da web no Wikipédia (2016)

Ondas triangulares são distinguidas por apresentarem características lineares como as quadráticas, mas com uma mudança mais gradativa, indo da crista ao vale com uma linha em diagonal e que ao chegarem aos pontos máximo ou mínimo mudam de direção instantaneamente. Quando essas ondas são posicionadas de maneira correta apresentam triângulos junto ao eixo horizontal, como exibido na Figura 7 (ARAÚJO, 2013).

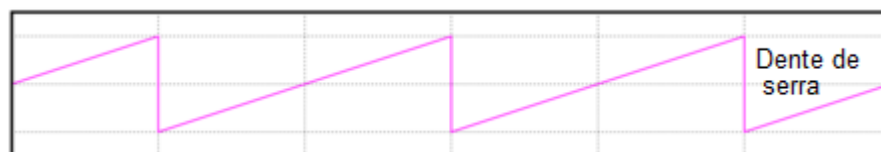
Figura 7 - Onda triangular



Fonte: Retirado da página da web no Wikipédia (2016)

Quanto a esse tipo de classificação também pode-se incluir as **ondas em formato de dente de serra**, que apresenta um aclave gradativo, como a onda triangular, e um declínio instantâneo como a onda quadrada. Este tipo de sinal é bastante utilizado no controle de pulso de velocidade de motores alimentados com corrente DC, já que a intensidade do pulso elétrico determina a velocidade do motor, a onda triangular é utilizada como mediadora para que haja uma redução na magnitude do pulso. A Figura 8 representa bem o desenho de uma onda em formato de dente de serra.

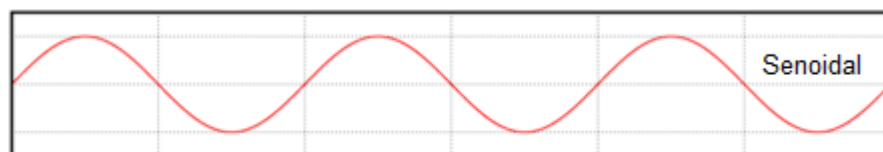
Figura 8- Ondas em formato de dente de serra



Fonte: Retirado da página da web no Wikipédia (2016)

Quanto às **ondas senoidais** pode-se inferir que graficamente elas variam tanto na parte positiva quanto na parte negativa do eixo vertical, basicamente elas possuem o comportamento relacionado a uma função senoidal, com um movimento ondulatório parecido com o triangular. Com as mudanças de estado de forma gradativa e com comportamento não linear, essas são ondas que tem uma mudança de direção mais suave quando atingem os pontos de máxima e mínima (FERREIRA, 2013). Pode-se perceber tal comportamento na Figura 9.

Figura 9 - Ondas senoidais



Fonte: Retirado da página da web no Wikipédia (2016)

As ondas senoidais são facilmente observadas na música, variando frequência e período. A onda sonora senoidal promove uma sensação boa aos ouvidos, ao passo de que ao se sobrepor em uma onda não periódica é percebida tal soma em forma de ruído.

Ainda referente aos sinais ondulatórios, vale ressaltar o fenômeno da **superposição de**

ondas que é caracterizada pela soma de dois ou mais sinais distintos, juntos formam um só sinal, com parte das características de todos os sinais envolvidos. Pode-se classificar essa união de ondas como **interferência**, onde se distingue entre construtiva e destrutiva.

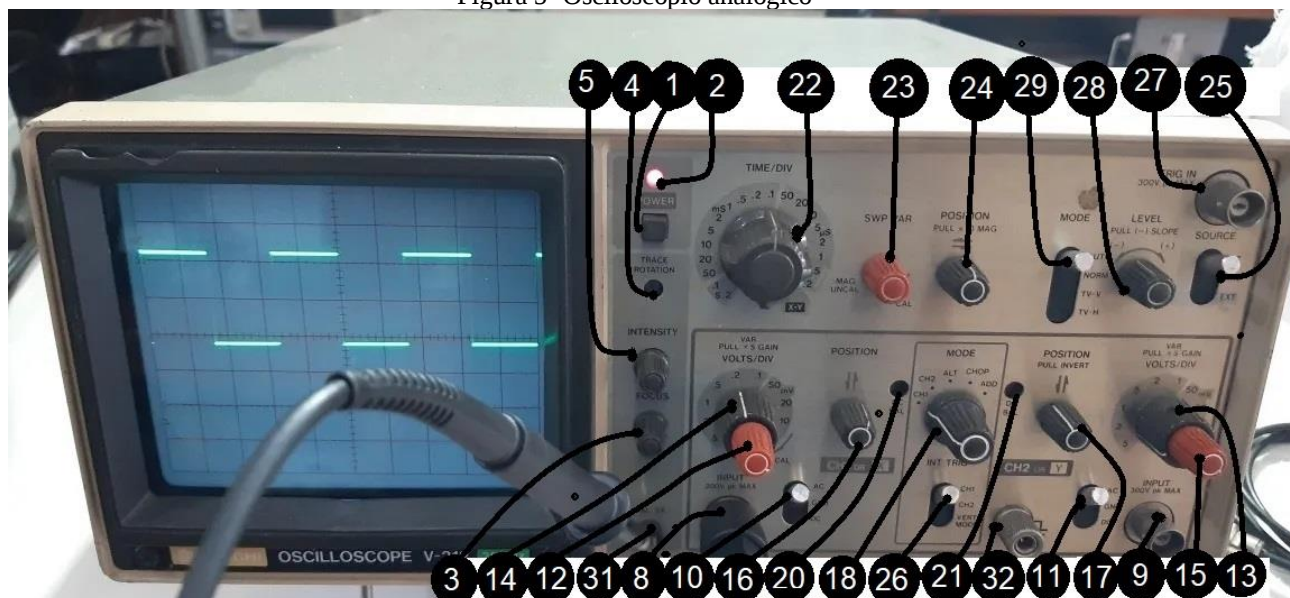
A **interferência destrutiva**, também é conhecida como fenômeno da **sobreposição**. Ocorrendo quando uma onda com um valor positivo se choca com outra que se encontra em um valor negativo de energia, tem-se uma subtração de amplitudes. Isso ocorre pelo fato das ondas apresentarem valores opostos quanto ao eixo vertical. Quando duas ondas com valores positivos ou duas ondas com valores negativos se sobrepõem, tem-se um aumento de amplitude de onda, sendo assim uma **interferência construtiva**, também conhecido como fenômeno da **superposição** (PILLING, [entre 2014 e 2020]).

2.4 Manuseio básico do osciloscópio

O osciloscópio tem como objetivo exibir o formato das ondas por meio dos sinais em análise, de modo que a compreensão e o estudo das mesmas sejam facilitados. Com o grande número de funcionalidades existentes neste tipo de equipamento, faz-se necessário apresentar ao leitor, por meio desse trabalho, orientações básicas quanto ao manuseio do instrumento.

O modelo escolhido para ser analisado é o Hitachi V-212 com frequência máxima de 20 MHz, como apresentado na Figura 5, pode-se perceber que há uma divisão de certos grupos de botões, essas divisões são planejadas para uma maior praticidade no manuseio do instrumento. Todos os osciloscópios possuem canais de entrada, locais onde os sinais são lidos pelo equipamento, geralmente apresentam dois ou quatro. O grupo formado pelos botões de numeração 14, 12, 16, 20, 10 e 8 são responsáveis pela manipulação do canal 1. A seguir serão apresentadas as numerações e suas respectivas funções.

Figura 5- Osciloscópio analógico



Fonte: Adaptação feita a partir de foto retirada do website Mercado Livre (2020)

14 - Responsável pelo ganho vertical de ajuste contínuo e amplificação de 5x do canal 1, com a unidade de medida caracterizada por **Volt/Div**, este comando refere-se a quantidade de volts por divisão gráfica apresentada (dá valor a cada quadradinho da tela);

12 - Juntamente ao comando 14, este comando trabalha diretamente no controle e ajuste da amplitude de onda, é o responsável pela **calibragem**, de modo que a escala exibida na tela corresponda à escala determinada pelo comando 14;

16 - Controlador da **posição** em que a imagem é exibida na tela, de modo que pode movê-la verticalmente, assim ajustando para melhor análise;

20 - Comando com característica de balanceamento da corrente contínua (DC);

10 - Chave de acoplamento do sinal, onde tem-se as opções GND que mostrará onde está sendo marcado o zero vertical daquele sinal, de modo que invés de formar o desenho da onda, será exibido um ponto que a medida que a sua frequência de exibição aumenta, toma características de uma linha reta horizontal e com o auxílio do controlador de posição (16), poderá ser alinhado da maneira desejada. Também se tem as opções AC (corrente alternada) e DC (corrente contínua), que devem ser escolhidas de acordo com a corrente em análise.

8 - Terminal de ligação do respectivo canal, onde a ponteira será acoplada para que haja a entrada de dados dos sinais.

Este modelo de osciloscópio apresenta entrada de dois canais, canal 1 e canal 2, de modo que os comandos presentes no grupo do canal são duplicados e apresentados também no conjunto do canal dois, dessa maneira pode-se inferir que os botões 15, 13, 17, 21, 11 e 9 correspondem às mesmas funções dos comandos 14, 12, 16, 20, 10 e 8, mudando apenas o canal analisado, além destes, o grupo do canal 2 tem um diferencial que é terminal do Terra, muito importante para segurança quando utilizado sinais com alta tensão.

Também devem ser mencionados os comandos localizados entre os grupos do canal 1 e canal 2, os de número 18 e 26. Com a numeração 26 o **INT TRIG**, sistema interno de disparo que é o responsável pelo sincronismo do desenho, ele apresenta as opções **CH1** que é utilizada quando é necessária maior precisão naquele sinal recebido pelo próprio canal 1, **CH2** que auxilia no sincronismo do sinal recebido pelo canal 2 e o comando **VERT MODE** que facilita o desenho da forma de onda com a utilização dos dois canais. Em caso dos canais receberem sinais muito distintos, o sistema de disparo fará tal ajuste para que haja um desenho mais preciso e nítido de analisar.

O **selector MODE**, de numeração 18, é responsável pela escolha entre a exibição do canal escolhido, nele apresentam-se as seguintes opções:

- **CH1**, onde é definido que, no monitor, será exibido apenas o sinal recebido através do canal 1;
- **CH2**, exibindo apenas o canal 2 na tela de apresentação;
- **ALT**, o qual apresenta os sinais recebidos por ambos os canais, mas que os apresenta de forma alternada, essa alternância só é percebida quando a frequência de exibição é reduzida (é recomendado que ao utilizar essa opção, selecionar também o comando **VERT MODE** do item 26);

- **CHOP**, apresenta, assim como o comando **ALT**, o sinal de cada canal, com uma característica diferente que é a exibição simultânea, que só pode ser observada em uma baixa frequência de exibição.

Ainda de acordo com a Figura 5, pode-se observar o comando 22, muito importante pois o mesmo é o correspondente do tempo. Com sua unidade de escala sendo **TIME/DIV**, ele calibra quanto tempo cada divisão na escala gráfica irá representar, interferindo diretamente no tempo e, indiretamente, na frequência, pois a frequência é o inverso do tempo. À medida que a escala do tempo aumenta, a da frequência diminui.

Assim como os controladores de escala de tensão (12 e 13) possuem seus calibradores (14 e 15, respectivamente), o controlador de escala de tempo (22) também tem, trata-se do botão numerado 23. Esse botão precisa estar apontando para o comando **CAL** para que haja exatidão na medida escolhida. O item 24 corresponde ao **ajuste horizontal de posição** do desenho exibido, de forma que seja escolhida uma posição que facilite a observação do ponto escolhido, sempre pretendendo ajustar à gosto do utilizador.

Também pode-se observar no setor superior do painel, os comandos 29, 28, 27 e 25, estes correspondem às configurações gerais do sistema de disparo, também conhecido como **trigger**. De número 29, a alavanca **MODE** ajustará o modo que atuará o **trigger**, podendo variar entre **AUTO**, **NORM**, **TV-H** e **TV-Y**. Com o número 28 tem-se o nivelador de inclinação de disparo, o rotacionando para a direita será apresentado um declínio e para a esquerda um aumento de inclinação. Ainda sobre os comandos do painel do osciloscópio, deve-se inferir sobre os componentes enumerados da seguinte forma: 1, 2, 3, 4, 5 e 31.

O de número 1 é o **interruptor**, aquele que liga e desliga o circuito, com número 2 tem-se a luz responsável por indicar se o circuito está ligado ou não (quando estiver com a luz acesa, o osciloscópio está ligado). Enumerado pelo algarismo 3 observa-se o **regulador de foco** do feixe. O item de número 5 é o comando **regulador da intensidade** do feixe, já o item 4 é responsável pela **rotação do feixe**. O número 31, na Figura 5, representa o local para se fazer **teste de ponteiros**, de modo que ao contatá-lo com uma ponteira será observada uma onda de com um certo valor de tensão. Se a tensão exibida for equivalente à tensão indicada no manual do aparelho em questão, a ponteira está funcionando normalmente. No caso deste osciloscópio o teste apresenta uma tensão de três Volts (3V), esse teste é um ótimo auxiliar na calibração das ponteiros, de modo que se as mesmas apresentarem algum defeito, não será exibida a onda em sua forma correta. Os itens de número 5 e 6 não são apresentados na figura (5), mas são de extrema importância, afinal elas são responsáveis pela entrada do sinal no osciloscópio.

Figura 10 - Ponteira com regulação de tensão



Fonte: Imagem retirada do Site de vendas da Tecnoferramentas

As ponteiros, como apontada na Figura 10, podem ser divididas em regulável e não regulável, as que podem ser reguladas têm as opções de 1x (uma vez) e 10x (dez vezes). Quando selecionado o modo 10x, o sinal entra no sistema do osciloscópio com uma redução de amplitude de dez vezes para que haja um maior alcance no poder de análise sobre tensões maiores. Se for ativado o modo 1x, os valores exibidos são os valores reais sem fator de redução. As ponteiros que não possuem regulagem apresentam o fator de redução fixo de 10x. Uma característica em comum de qualquer tipo de ponteira é a presilha que está conectada ao circuito da ponteira, presilha essa que serve de proteção, funcionando como um aterramento, ela impede que haja fuga de carga para algum local indesejado e deve ser presa nas proximidades em que a ponta de prova está conectada (ALVES, 2007).

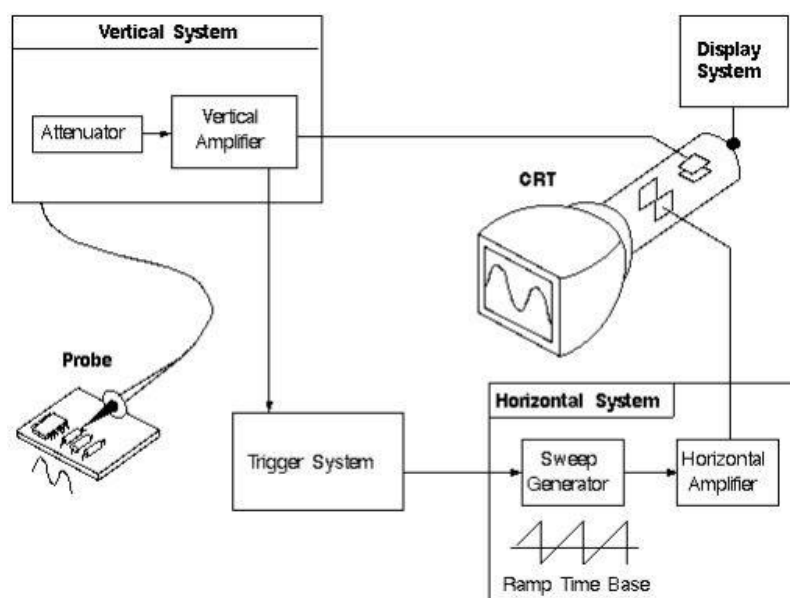
2.5 Tipos de Osciloscópios

Os osciloscópios mais tradicionais podem ser distinguidos entre analógico, que é baseado no tubo de raios catódicos e apresenta uma exibição instantânea do sinal. E também o osciloscópio digital, onde o sinal é captado analogicamente e convertido para um sinal digital, esses também são conhecidos como osciloscópio de amostragem, devido à método de exibição.

2.5.1 Osciloscópio analógico

Como já apontado, o osciloscópio analógico tem como característica sua semelhança com o tubo de raios catódicos, onde se pode observar as características dos sinais de maneira instantânea, à medida que as cargas do raio entram em contato com a parte interna do écran seu sinal é exibido na parte externa do monitor, isso remete a eficácia do osciloscópio analógico. Os osciloscópios analógicos são preferidos em análises de sinais com alta frequência, por apresentarem uma exibição dos dados em tempo real (ALVES, 1998). Na Figura 11 pode-se compreender como é caracterizada a parte interna de um osciloscópio analógico.

Figura 11 - Esquematização do osciloscópio analógico



Fonte: ABC do Osciloscópio (1998)

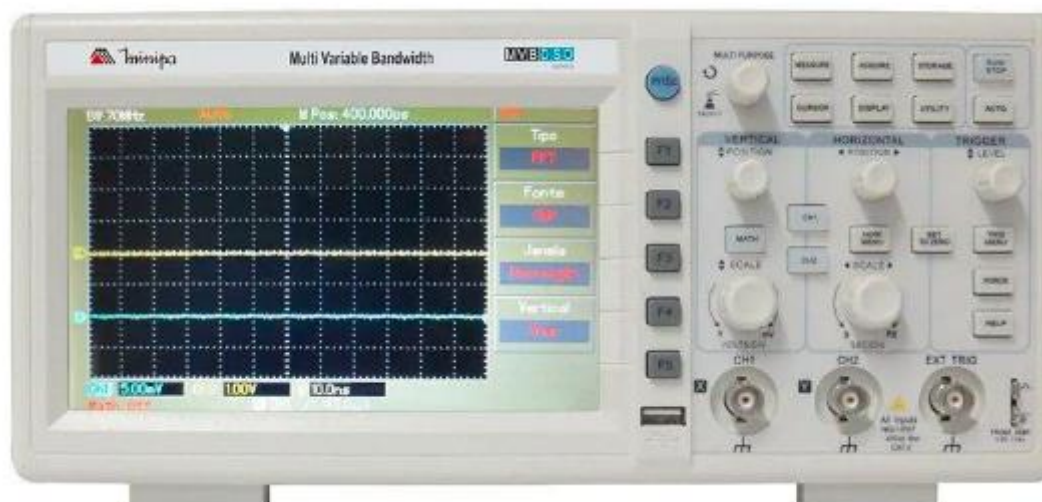
Observando a Figura 11 é possível identificar o princípio de funcionamento baseado no tubo de raios (**CRT**), com alguns ajustes para melhor desempenho do osciloscópio. Também pode-se perceber que na parte de deflexão vertical do feixe (**Vertical System**) existe um amplificador e um atenuador que são responsáveis pelo controle de amplitude do sinal, aumentando ou diminuindo. Em série existe a conexão com o **Trigger System**, que é responsável pela sincronização do feixe, um sistema de disparo que tem como função fazer com que as ondas se iniciem no mesmo local. Ao passar pelo sistema de disparo, já sincronizado, o sinal passará pelo sistema de deflexão horizontal. Esse sistema conta com um gerador de varredura (**Sweep Generator**), as placas e um amplificador horizontal de sinal (**Horizontal Amplifier**). O gerador de varredura é um gerador de movimento no eixo horizontal da tela (o movimento da esquerda para a direita no monitor), para que isso ocorra é preciso que haja uma tensão consecutiva. Essa tensão deve ser iniciada com um valor igual a zero, subir gradativamente e, ao atingir o pico, instantaneamente voltar à tensão inicial, essa tensão tem sua forma de onda caracterizada como dente de serra ou forma de rampa (**Ramp Time Base**). O sinal percorrerá pelo amplificador

horizontal de forma que, se necessário, a amplitude de onda será aumentada.

2.5.2 Osciloscópio digital

Divergindo do analógico, o osciloscópio digital não conta com o sistema baseado no tubo de raios catódicos, seu termo digital vem da utilização de um conversor entre a ponteira e o monitor. O monitor apresenta o sinal extraído de forma analógica, que é manipulado em forma de código binário. Esse código também é utilizado em computadores para transição de informações com a finalidade de melhorar a eficácia do sistema, esta sequência de números (010010 por exemplo) será enviado ao écran, que exibirá o sinal de maneira um pouco mais “atrasada”. Essa diferença de tempo se dá devido a seu sistema de coleta de dados, que vão sendo armazenados à medida que se repetem, de maneira que as características sejam armazenadas para uma exibição com maior detalhamento. As exibições dos comportamentos de onda não são tão precisas quanto ao osciloscópio analógico de bancada. Isso se dá devido ao seu sistema de interligação de pontos (feito por meio de interpolação linear ou polar), onde as características armazenadas são pontos próprios da onda em análise. Uma das maiores vantagens do osciloscópio digital quanto ao analógico seria a memória, onde poderão ser guardados dados de seguidas análises, além da compatibilidade com um computador, podendo haver a externalização destes dados. A figura 12 mostra como é a composição do painel de um osciloscópio digital, neste caso o modelo em questão é o MINIPA MVB-DSO.

Figura 12 - Osciloscópio digital MINIPA MVB-DSO



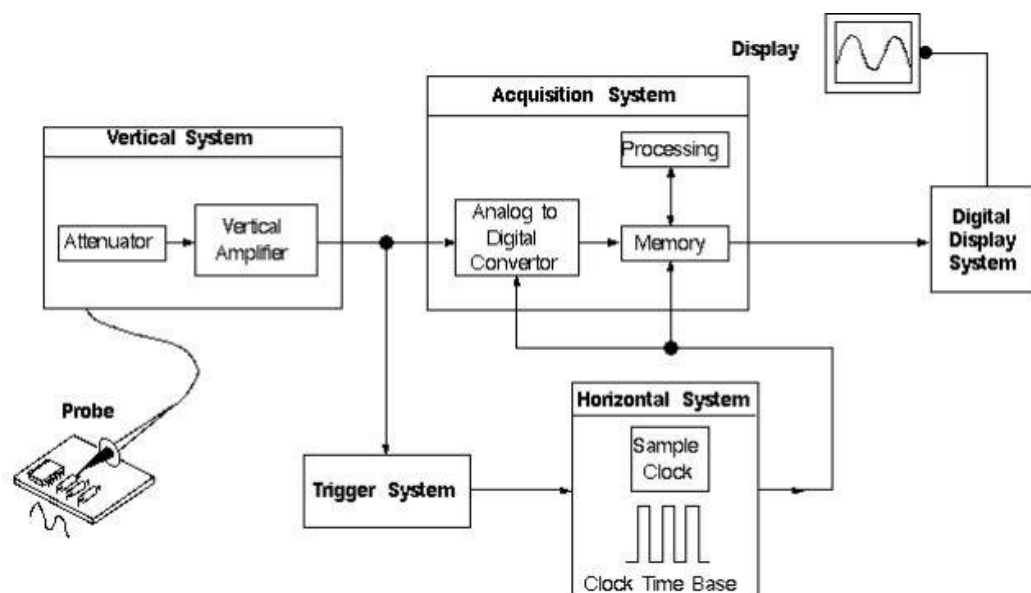
Fonte: Google imagens (2020)

No osciloscópio digital a informação fornecida no écran se dá através do método de

interpolação, de maneira que pontos com exatidão gráfica são interligados para que haja a formação gráfica de um formato de onda. Como é possível observar na Figura 13, o osciloscópio digital tem seu funcionamento, de certa forma, parecido com o do osciloscópio analógico, onde também apresenta *Trigger*, sistema vertical e sistema horizontal. Algumas adaptações, como a conexão sistema vertical e *Trigger*, que apresenta uma ligação em paralelo ao conversor análogo digital (*Analog to Digital Converter*), são observadas.

O conversor está contido dentro de outro setor que difere do sistema analógico de osciloscópio, setor esse denominado de Sistema de Aquisição (*Acquisition System*). Esse sistema é responsável pela conversão e armazenamento dos dados dos sinais, onde conta com o processador (*Processing*) e um banco de dados (*Memory*). O banco de dados armazena os dados do sinal a medida que ele é repetido, esse sinal é repassado em forma de código binário para o sistema de exibição digital (*Digital System Display*) que os exibe no monitor (*Display*).

Figura 13 - Esquematisação do osciloscópio digital



Fonte: ABC do Osciloscópio (1998)

Além desses, é possível observar que o sistema horizontal (*Horizontal System*) é composto pelo relógio de amostragem, onde sua tensão tem como forma de onda caracterizada como uma onda quadrada. As características do osciloscópio digital fazem com que seja muito utilizado no estudo de casos que se tem muitos sinais e valores de onda. Essa preferência se dá devido ao mesmo ter a possibilidade armazenar dados e ter a possibilidade da externalização dos dados ali recolhidos, o osciloscópio digital de bancada tem sua exibição em tempo equivalente (ALVES, 1998).

3 PROJETOS ALTERNATIVOS

Disponibilizando certas opções, o estudo de ondas pode variar de aparelho de acordo com a área e seus fins de análise. É assim na área de Eletrônica e da Física que utilizam o osciloscópio como principal instrumento de estudo de sinais ondulatórios. Atualmente, é possível encontrar diferentes modelos e tipos, podendo variar quanto à sua capacidade de análise, além de variar seu valor de mercado. O valor é um ponto importante quando o assunto mencionado é acessibilidade, por isso, será feita uma análise dentre as características dos tipos alternativos e sobre seus respectivos índices de poder analítico.

3.1 Algumas características relevantes

Para uma escolha mais consciente entre modelos e tipos de osciloscópios é necessário entender um pouco sobre estas características.

3.1.1 Largura de banda

Geralmente mostrada em algum lugar evidente do aparelho, é exibido no osciloscópio em seu painel frontal. A largura de banda é um fator de extrema importância, tal característica tem como unidade de medida a escala Hz (MHz, GHz, entre outros). Associada à frequência, a largura de banda, basicamente, é o nível de capacidade de precisão ao analisar certas frequências, à medida que a frequência dos sinais aumentam a precisão nas medidas é reduzida. A largura de banda diz até qual frequência a utilização daquele aparelho será eficaz, optar por um aparelho com largura de banda maior encarecerá a aquisição, é importante saber qual será a utilização.

3.1.2 Número de canais

O número de canais é referente a quantos sinais poderão ser analisados simultaneamente, logo o aparelho oferecerá a mesma quantidade de terminais de acoplamento das ponteiros. Geralmente, são ofertados dois canais ou quatro e a opção por mais canais faz com que o produto tenha um valor mais elevado.

3.1.3 Sensibilidade vertical

Expressa em mV/Div (milivolts por divisão), esta grandeza remete à capacidade de quanto o amplificador horizontal pode ampliar o sinal verticalmente, o responsável pela amplificação vertical são as placas de deflexão horizontais, é comum que o poder de sensibilidade seja de 2mV/Div. Nesse caso o valor mínimo de amplitude que pode ser analisada é de 2mV/Div, podendo variar de acordo com o aparelho. Esta sensibilidade permite que sinais com valor baixo de amplitude de onda sejam analisados, basicamente é o poder de zoom do aparelho (ALVES, 1998).

3.1.4 Incerteza vertical

Representando o eixo vertical, responsável pela amplitude do sinal, tem-se a incerteza vertical, a qual representa a porcentagem de erro relativo na amplitude do sinal apresentado no monitor. Podendo ser erro de alcance ou de leitura, geralmente fica entre um e três por cento (1%~3%). Quanto menor a incerteza, maior a precisão e, conseqüentemente, maior será o valor cobrado (ALVES, 2007).

3.1.5 Incerteza horizontal

Relacionado diretamente ao eixo do tempo, a incerteza horizontal, assim como a vertical, apresenta um percentual de erro relativo, mas agora referente ao tempo e, conseqüentemente, ao período, a porcentagem tem ligação com a largura de banda do instrumento. Caso seja uma largura grande de banda a precisão será maior, tendo assim uma menor incerteza horizontal (ALVES, 2007).

3.1.6 Tempo de subida

O tempo de subida remete ao tempo em que uma onda vai do seu valor mais baixo de energia até seu valor mais alto. Quando se refere ao tempo de subida de um aparelho de análise, tem-se a intenção de inferir sobre as limitações da máquina em questão. Não se pode desenhar corretamente impulsos com tempos de subida inferiores ao tempo de subida mínimo, este valor geralmente é apresentado no manual do aparelho.

3.1.7 Velocidade de varrimento

Como já mencionado, o varrimento é o movimento horizontal que se move da esquerda para a direita. A velocidade de varrimento caracteriza esse feito e as limitações existentes na máquina em questão, interfere diretamente na riqueza de detalhes do sinal de onda.

3.1.8 Frequência de amostragem

Característico de medidores digitais que dispõem de algum tipo sistema de aquisição de dados, como o osciloscópio digital, essa frequência remete à quantidade de amostras que são adquiridas por segundo. Quanto maior a frequência de amostragem maior será a riqueza de detalhes exibidos no monitor.

3.1.9 Comprimento de registo

Registo tem ligação direta com a quantidade de pontos que são utilizados para geração de imagem que são geradas por meio de interpolação. Uma memória maior pode aumentar o comprimento do registo, com o aumento do comprimento do registo será apresentado um detalhamento melhor, já que as suposições seriam reduzidas devido ao maior número de pontos processados e armazenados.

3.2 Alguns analisadores alternativos de sinais oscilatórios

Diante do alto custo financeiro apresentado na aquisição de um osciloscópio convencional de bancada, seja analógico ou digital, serão apresentadas algumas alternativas com funcionalidades semelhantes que possam suprir certas expectativas.

3.2.1 Simulador de osciloscópio virtual baseado em placa de som

Esta opção de ferramenta é muito viável por ser oferecida até de forma gratuita na internet. Apesar de ter suas limitações variando de acordo com as limitações da placa de som do respectivo computador, é bem vista na aplicação da técnica de uso pois se assemelha muito aos osciloscópios

de bancada. Devido ao alto custo do osciloscópio convencional normalmente não é viável apresentar esse instrumento a estudantes durante o ensino fundamental e médio. A utilização deste simulador tem como intenção tornar, ao menos o conceito do osciloscópio, mais acessível, facilitando a aprendizagem prática na área de sinais ondulatórios sem tantos custos (MONTARROYOS; MAGNO, 2000).

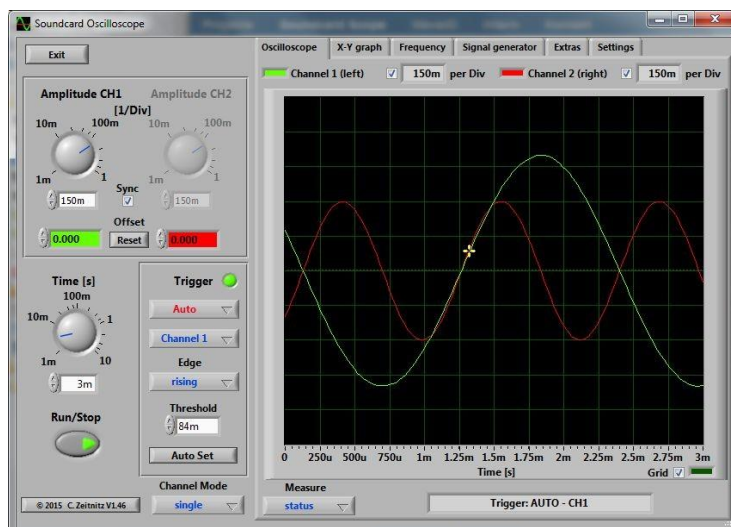
Como é o exemplo do *Soundcard Scope*, programa que simula um osciloscópio de bancada trazendo a possibilidade de analisar sinais ondulatórios. Esses sinais são captados através do sistema de áudio do computador, podendo ser alterado nas configurações gerais do aparelho, tem-se a possibilidade do uso do microfone para uma captação mais precisa do sinal e até mesmo algumas adaptações quanto ao tipo de sinal analisado. Com frequência determinada pela placa de som do computador portador, geralmente variando com uma frequência entre 20-20000 Hz.

Trabalhando com uma resolução de 44,1 kHz e 16 bits fornecida pela placa de som do aparelho, outro ponto a se destacar é que, na maioria das vezes, a tensão suportada é de aproximadamente 0,7 V (sete décimos de volts). Diante da limitação da aparelhagem do computador para segurança do utilizador e da máquina é importante usar um sistema com fator de redução de tensão, podendo ser composto por ¹diodos, fazendo com que a tensão seja reduzida e mantendo sua onda exibida da mesma maneira, apenas com uma redução proporcional ligada ao fator de redução utilizado.

A lista de requisitos para a utilização deste software é até curta, um computador com 1GHz (um gigaHertz) de capacidade de processamento e um sistema operacional entre o *windows* 2000 e *windows* 10 já se permite a execução deste programa, que a princípio é oferecido de forma gratuita para fins particulares ou de testes. Também se pode oferecer algum incentivo financeiro ao desenvolvedor (caso o utilizador queira), já para fins comerciais há a necessidade de uma licença que custa algo em torno de R\$250,00 (duzentos e cinquenta reais) por licença. (ZEITNITZ, 2017)

¹ O diodo semicondutor é um dispositivo eletrônico feito de silício ou germânio que tem como função transformar corrente alternada em corrente contínua.

Figura 9 - Interface do software *soundcard scope*



Fonte: Retirado da página na web de Christian Zeitnitz

Apresentada na Figura 9, a interface do *Soundcard Scope* já demonstra um pouco da disponibilidade de execução de certas funções já mencionadas. Uma dessas funções é o controle da regulagem da amplitude de onda e regulagem do tempo, simulando um osciloscópio tradicional. Sua interface remete ao usuário, que possuir familiaridade com o instrumento convencional, uma facilidade e praticidade no manuseio do programa. Já aos que não possuem tanto conhecimento sobre o mesmo, podem gozar da acessibilidade deste software e usufruir dessa oportunidade, buscando conhecimento acerca do estudo de sinais ondulatórios.

3.2.2 Osciloscópios virtuais com módulo de aquisição externa

São dispositivos que apresentam uma certa aparelhagem para ser acoplada a um computador. Podendo ser conectados, por exemplo, através de uma entrada USB, de forma que o aparato externo processa o sinal e o transmite para o computador em questão, fazendo com que o mesmo apenas armazene e exiba o sinal de onda (ALVES, 2007).

Como exemplo pode-se citar o modelo Hantek 6022BE, onde o mesmo é conectado ao computador por meio de uma conexão USB. O computador, por sua vez, deve conter o *software* de exibição do produto em destaque, este software é disponibilizado em um disco que está contido dentro da embalagem do próprio osciloscópio. Este modelo é um dos mais básicos da marca, que disponibiliza de modelos com até oito canais, de modo que o 6022BE também apresenta boa funcionalidade, dispondo de uma largura de banda de 20MHz, resolução de 8 bits, precisão de aproximadamente 3%, regulagem de amplitude, regulagem de tempo, com a possibilidade de ajuste

do comando *trigger*. Quanto à sua conectividade com o computador, pode ser feita desde que a máquina apresente um sistema operacional entre *Windows* 2000, XP, Vista, 7, 8, 8.1 e 10. Atualmente, pode ser encontrado com um valor aproximado de mil reais (R\$1000,00) (USINAINFO, 2014).

Figura 14 - Osciloscópio com placa de aquisição externa Hantek 6022BE



Fonte: Imagem retirada da página virtual de vendas Usinainfo

Semelhante ao exemplo anterior, pode-se citar o osciloscópio portátil por meio do uso de arduino. Esse dispositivo é uma aparelho bastante versátil servindo a muitos fins no ramo da automação e da eletrônica, onde o mesmo se adapta ao projeto determinado no *software*. disponibilidade do *hardware* (parte física da aparelhagem) e de um *software* (parte virtual e responsável por programar as ações realizadas pelo *hardware*).

Muito utilizado por existir certa acessibilidade, tanto no custo quanto em relação ao seu manuseio. Pode-se encontrar material didático sobre o Arduino em várias plataformas com diferentes formatos como artigos, resenhas, vídeos, entre outros. Além de também oferecer certa facilidade quanto à procura, geralmente pode ser encontrado tanto em centros informáticos locais como facilmente em sites de eletrônica ou de informática. Podendo ser classificado quanto aos modelos com o Arduino uno, Arduino Leonardo, Arduino Mega2560, Arduino Mega ADK, Arduino Nano, Arduino Pro Mini e o Arduino Esplora. Cada modelo apresenta suas próprias características e peculiaridades, e são elas que fazem com que seus usuários optem pelo aparelho que melhor lhes atenda, assim como é a proposta trazida, mostrando alternativas ao osciloscópio tradicional (THOMSEN, 2014).

A utilização do arduino como osciloscópio é feita primeiramente pela programação em seu software, para que o aparelho seja utilizado como receptor externo de sinal. Efetuando-se a transformação de analógico para digital com o auxílio de uma placa *protoboard*, logo em seguida será emitido o sinal. Onde será exibida em páginas da *web* que simulam a interface de um osciloscópio. Este tipo de analisador de sinal pode oferecer regulagem do *trigger*, regulagem de tempo e frequência, por meio da página simuladora, que por sua vez é geralmente desenvolvida em html e em java (linguagem de programação) (HAYASHI, 2020).

3.2.3 Osciloscópio portátil ou de mão

Como o próprio nome já remete, este osciloscópio tem um grande diferencial, que é sua praticidade, à primeira vista lembra muito um multímetro¹. Os osciloscópios portáteis possuem como característica uma largura de banda menor, podendo ser bem utilizado em sistemas de menor frequência.

Como exemplo será analisado o osciloscópio portátil modelo DSO150, pesando apenas 95g (noventa e cinco gramas), o DSO150 apresenta apenas um canal para recepção do sinal, funcionando com uma precisão de 12 bits. Com o comprimento de registro de 1024 pontos, sensibilidade vertical com um índice de 5mV/div-20mV/div, além de também dispor de um monitor de 2,4" (duas unidades e quatro décimos de polegadas) colorido. Possui também a largura de banda de 200 KHz e uma tensão máxima de 50 Vpk (cinquenta volts pico), entre outras características.

Figura 15 - Osciloscópio portátil modelo DSO150



Fonte: Página da web Usinainfo

Como pode-se perceber na figura 15, o modelo DSO150 oferece o controle de regulação vertical (V/DIV), horizontal (SEC/DIV) e a regulação do *TRIGGER*. Também oferece o comando *OK* que é o responsável por limpar a função anteriormente escolhida, de modo que ao selecionar o comando SEC/DIV, por exemplo, regula-se da maneira desejada com o auxílio do botão rotatório *ADJ* e em seguida pressiona-se o botão *OK* para finalizar ação (USINAINFO, 2014).

3.3 Comparação de modelos

Com alguns dados já fornecidos anteriormente, foi elaborado um quadro indicando características importantes de alternativas aos osciloscópios tradicionais. Neste quadro foram indicados modelos mais básicos para que haja certa proximidade no custo financeiro, frisando que os valores podem variar de acordo com o modelo. Foram escolhidas as seguintes opções: o osciloscópio MOD.OA-203 representando a classe dos analógicos, MINIPA MVB-DSO como parâmetro de osciloscópio digital, SOUNDCARD SCOPE representando os simuladores baseados em placa de som, para representar os osciloscópios virtuais com módulo de aquisição externa foi escolhido o HANTEK 6022 e por último, o modelo DSO150 para representar os osciloscópios portáteis.

Quadro 1 - Quadro comparativo entre algumas alternativas para estudo de sinais ondulatórios

TIPO	Analógico	Digital	Simulador	Osc. Virt. Externo	Portátil
MODELO	MOD.OA-203	MINIPA MVB-DSO	SOUNDCARD SCOPE	HANTEK 6022	DSO150
REFERÊNCIA	instrutherm.com.br	infodatas.com.br	zeitnitz.eu/scope_en	usinainfo.com.br	usinainfo.com.br
CANAIS	2	2	2	2	1
INCERTEZA VERT.	5%	3%	X	3%	X
LARGURA DE BANDA	20 MHz	50MHz	20-20000Hz* ²	20MHz	200KHz
MEMÓRIA DE CANAL	X	25 kBytes	16 bits	8 bits	12 bits
TENSÃO MÁXIMA	400V	400V	0,7V	35V	50Vpk
VALOR	R\$ 3.850,00	R\$ 2.900,00	GRATUITO* ³	R\$ 1.000,00	R\$ 500,00

Fonte: Autoria própria (2020)

Observando o Quadro 1 é possível analisar algumas peculiaridades de cada alternativa

² A largura de banda do simulador de osciloscópio varia de acordo com o modelo do computador usado.

³ Apresenta esse valor gratuito para fins particulares ou de teste, para a aquisição comercial tem-se a exigência da compra da licença que custa em torno de R\$250,00 por cadastro.

analisada, cada tipo se encaixa bem em determinada situação, se o sistema analisado tiver uma um sinal de frequência alta um simulador baseado em placa de som, por exemplo, não será capaz de fornecer as informações necessárias. Já em uma aula teórica sobre o uso de osciloscópio, podendo analisar sinais sonoros por meio de microfones, apresentaria resultados satisfatórios indicando, frequência, amplitude, entre outras medidas com precisão.

4 APONTAMENTOS CONCLUSIVOS

Este trabalho visou apresentar ao leitor diferentes alternativas quanto ao estudo de sinais. Abordando, primeiramente, conceitos gerais sobre ondas e sinais ondulatórios, que são de suma importância para o entendimento e o discernimento correto ao se utilizar um osciloscópio ou qualquer outro instrumento de análise ondulatória. Seguidamente, foram demonstrados comandos básicos acerca do uso de um osciloscópio analógico, mostrando cada componente e suas funções, buscando trazer ideias gerais de uso para qualquer instrumento desta natureza.

No que se refere à área acadêmica, o autor entende que os aparelhos de medição de ondas poderiam ser mais utilizados, trazendo aulas práticas sobre aspectos ondulatórios. Neste trabalho foi possível verificar que muitas grandezas físicas podem ser estudadas por meio deles. Esses instrumentos poderiam servir como ferramenta para incorporação de aulas com viés mais prático.

Mesmo diante da dificuldade de um estudo prático comparativo com relação às informações teóricas acerca dos osciloscópios mencionados neste trabalho. Esse estudo apresenta informações de grande relevância quanto à escolha de um instrumento de análise de sinais, informações como características individuais, pontos forte e pontos fracos, comparando índices importantes em relação à escolha de uma ferramenta capaz de suprir determinadas tarefas, de forma que serão escolhidas alternativas mais acessíveis, dependendo da finalidade. Além de explicar, de forma breve, o significado de alguns índices técnicos que ajudarão no momento de escolha do produto. Foi possível observar que, atualmente, existe uma gama de possibilidades de instrumentos capazes de analisar sinais elétricos e sonoros. Entende-se que um conhecimento maior sobre estes aparatos pode ser uma forma de melhorar a democratização do estudo experimentais dos fenômenos aqui citados.

REFERÊNCIAS

NUNES, Jorge Luiz Cabral. **Sistema de indicadores para medição de desempenho em uma instituição de ensino superior privado**. ATTENA Repositório digital da UFPE, 2011. Disponível em:< <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5587>> Acesso em 27 de novembro de 2020.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **"Transdutor"**; *Brasil Escola*. Disponível em:< <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/transdutor.htm> > Acesso em 08 de dezembro de 2020.

JEARL, H.D.R.R. W. **Fundamentos de Física - Vol. 1 - Mecânica, 10ª edição**. Grupo GEN, 2016. Disponível em:< <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521632054/> > Acesso em: 04 de dezembro 2020.

ALVES, Mário Ferreira. **ABC DO OSCILOSCÓPIO - princípio de funcionamento e estado da tecnologia**, 3 de fevereiro de 2007. Disponível em:< <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaelettrica/osciloscopio-abc-mario-alves.pdf> > Acesso em 05 de dezembro de 2020.

ALVES, Mário Ferreira. **ABC DO OSCILOSCÓPIO - 2ª edição**; *Departamento de Engenharia Eletrotécnica*. Março de 1998. Disponível em:< <https://www.ft.unicamp.br/~leobravo/TT%20305/O%20Osciloscopio.pdf> > Acesso em 24 de novembro de 2020.

SERWAY, J.W.J.J. |. R. A. **Física para Cientistas e Engenheiros - Volume 2 -z Oscilações; Ondas e Termodinâmica - Tradução da 9ª edição norte-americana**. Cengage Learning Brasil, 2013. Disponível em:< <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522127092/> > Acesso em: 02 de dezembro 2020

WERTZNER, Decio. **FAZER SEGURANÇA - Qual corrente é mais perigosa para o corpo humano a corrente alternada ou a corrente contínua?** 9 de junho de 2020. Disponível em:< https://www.fazerseguranca.com/artigos_2020.06.09.php > Acesso em 06 de

dezembro de 2020.

JEARL, H.D.R.R. W. **FUNDAMENTOS DE FÍSICA, VOLUME 2 - GRAVITAÇÃO, ONDAS E TERMODINÂMICA.** 2012. Disponível em:< https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/221519/mod_folder/content/0/Halliday-vol%202-Ofisica%20A7%20B5es.pdf?forcedownload=1 > Acesso em 03 de novembro de 2020.

ARAÚJO, Marcelo Ferreira. **GERADOR DE SINAIS MICROCONTROLADO - Trabalho de conclusão de curso.** CORNÉLIO PROCÓPIO, 2013. Disponível em:< http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6268/1/CP_COAUT_2013_2_03.pdf > Acesso 8 de dezembro de 2020.

PILLING, Sérgio. **PARTE A – Capítulo 3 Ondas, som e introdução a bioacústica.** Entre 2014 e 2020. Disponível em:< https://www1.univap.br/spilling/BIOF/BIOF_04_Ondas,%20som%20e%20bioacustica.pdf > Acesso em 02 de dezembro de 2020.

TUBO DE RAIOS CATÓDICOS. **Tubo de raios catódicos.** 06 de abril de 2005. Disponível em:< https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CRT_oscilloscope.png > Acesso em : 03 de dezembro de 2020.

FORMA DE ONDA. **Forma de onda.** 19 de dezembro de 2016. Disponível em:< https://pt.wikipedia.org/wiki/Forma_de_onda#:~:text=Forma%20de%20onda%20%C3%A9%20a,obedecem%20a%20fun%C3%A7%C3%B5es%20matem%C3%A1ticas%20peri%C3%B3dicas. > Acesso em: 24 de novembro de 2020.

MONTARROYOS, E.; MAGNO W. **Aquisição de Dados com a Placa de Som do Computador.** 01 de março de 2001. Disponível em:< [v23_57.pdf \(sbfisica.org.br\)](#)> Acesso em dia 02 de dezembro de 2020.

ZEITNITZ, Christian. **Osciloscópio de placa de som - Soundcard Scoope.** 25 de janeiro de 2017. Disponível em:< https://www.zeitnitz.eu/scope_en> Acesso em: 06 de dezembro de 2020.

USINAINFO. Hantek 6022BE Osciloscópio Digital Portátil 20MHz 2 canais. 11 de dezembro de 2014. Disponível em:<
<https://www.usinainfo.com.br/osciloscopio/hantek-6022be-osciloscopio-digital-portatil20mhz-2-canais-2906.html> > Acesso em: 08 de dezembro de 2020

USINAINFO. Osciloscópio DSO150 Digital Portátil 200kHz Montado + Ponta de Prova BNC. Disponível em:<
<https://www.usinainfo.com.br/osciloscopio/osciloscopio-dso150-digital-portatil-200khz-montado-ponta-de-prova-bnc-5255.html> > Acesso em: 08 de dezembro de 2020.

THOMSEN, A.. FilipFlop: Tipos de Arduino Qual Comprar. 03 de fevereiro de 2014 disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/>> Acesso em 07 de Dezembro de 2020.

HAYASHI, Victor. Osciloscópio de 4 canais com arduino uno. Embarcados. 20 de julho de 2020. Disponível em:<
<https://www.embarcados.com.br/osciloscopio-de-4-canais-com-arduino-uno/> > Acesso em 08 de dezembro de 2020.

INFODATAS. OSCILOSCÓPIO DIGITAL MINIPA MVB-DSO 2 CANAIS 50MHz. Disponível em:<
https://www.infodatas.com.br/mvb-dso-upgrade-concluido-para-banda-de-frequencia-50-mhz-minipa-mvb-dso50?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=Cj0KCQiA5bz-BRD-ARIsABjT4nhXi3IKCZN2kOZUoNmc23Nj57_s8ohYFlF1MnTGt_jL7MrUuwvUhhsaAn9jEALw_wcB > Acesso em 08 de dezembro de 2020.

INSTRUTHERM. OSCILOSCÓPIO ANALÓGICO MOD.OA-203 20MHZ 2 CANAIS. Disponível em:<
https://www.instrutherm.com.br/osciloscopio-mod-oa-203-a?utm_medium=CampaignTestMedium&utm_source=CampaignTestSource&gclid=Cj0KCQiA5bz-BRD-ARIsABjT4ngkL5jhQT0rHfNHNgNI-B1-Dwva8-hMyJp0fzYCFzFtxS1rf_n-hAIaAjJTEALw_wcB > acesso em 08 de dezembro de 2020.