UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE – NFD
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

COMBINANDO O USO DO OSCILOSCÓPIO COM A ANÁLISE DAS ONDAS SENOIDAIS

Cauã Bezerra Rodrigues[1]
Letícia Lays da Silva Pereira[2]
José Luyd Delgado Araújo[3]

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

caua.bezerra@ufpe.br
leticia.layspereira@ufpe.br
luyd.delgado@ufpe.br

Resumo

Este minicurso aborda a análise de sinais periódicos a partir de uma perspectiva geométrica fundamentada nas figuras de Lissajous. Parte-se da constatação de que a compreensão de grandezas como frequência e defasagem, embora formalmente definida no domínio do tempo, nem sempre é acompanhada de uma interpretação física clara. Nesse sentido, propõe-se a utilização da representação paramétrica de dois sinais senoidais em direções perpendiculares, permitindo a obtenção de curvas cuja geometria está diretamente associada às propriedades dos sinais envolvidos. A proposta articula fundamentação teórica e análise experimental com o uso de osciloscópio em modo XY. Espera-se, assim, evidenciar que parâmetros físicos podem ser determinados diretamente a partir da forma da trajetória, estabelecendo uma relação consistente entre descrição matemática e interpretação física.

Palavras-chave: Osciloscópio; Ondas senoidais; Figuras de Lissajous.

1 Introdução

O estudo de fenômenos periódicos constitui um elemento central na Física, sendo fundamental para a descrição de sistemas em diversas áreas, como a acústica, a óptica e a eletrônica. Esses

fenômenos são, em geral, modelados por funções senoidais, que descrevem oscilações ao longo do tempo.

Apesar da formalização matemática consolidada, a interpretação de parâmetros como frequência e fase nem sempre se apresenta de forma direta. A frequência está associada à periodicidade do movimento, enquanto a fase caracteriza o estado do sistema em um dado instante. No entanto, quando esses parâmetros são analisados exclusivamente no domínio temporal, a relação entre diferentes sinais pode não ser imediatamente evidente.

Dessa forma, torna-se pertinente considerar representações que evidenciem diretamente a relação entre sinais periódicos. Nesse contexto, as figuras de Lissajous permitem a análise de dois movimentos harmônicos simultâneos por meio de uma representação geométrica, na qual a dependência explícita do tempo é eliminada.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Contexto Histórico

As figuras de Lissajous surgiram nos trabalhos do físico francês Jules Antoine Lissajous (1822–1880), que estudou a composição de movimentos harmônicos por meio de padrões luminosos produzidos por diapasões e espelhos. Com o desenvolvimento do osciloscópio, esse princípio passou a ser aplicado à análise de sinais elétricos.

2.2 Movimento Harmônico Simples

O movimento harmônico simples é descrito pela equação diferencial:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \tag{1}$$

cuja solução geral é dada por:

$$x(t) = A\sin(\omega t + \phi) \tag{2}$$

em que A representa a amplitude, ω a frequência angular e ϕ a fase inicial.
A frequência angular relaciona-se com a frequência f por:

$$\omega = 2\pi f \tag{3}$$

e a frequência com o período T por:

$$f = \frac{1}{T} \tag{4}$$

A fase total do movimento pode ser expressa como:

$$\theta(t) = \omega t + \phi \tag{5}$$

2.3 Composição de Sinais Senoidais

Considere dois sinais senoidais independentes:

$$x(t) = A\sin(\omega_x t) \tag{6}$$

$$y(t) = B\sin(\omega_y t + \phi) \tag{7}$$

Essas equações definem uma curva paramétrica no plano cartesiano:

$$\gamma(t) = (x(t), y(t)) \tag{8}$$

A forma dessa trajetória depende da relação entre as frequências e da defasagem entre os sinais.

2.4 Figuras de Lissajous

No caso em que $\omega_x = \omega_y = \omega$, obtém-se:

$$x(t) = A\sin(\omega t) \tag{9}$$

$$y(t) = B\sin(\omega t + \phi) \tag{10}$$

A eliminação do parâmetro temporal conduz à equação:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB}\cos\phi = \sin^2\phi \tag{11}$$

que representa uma elipse no plano.

Casos particulares incluem:

- $\phi = 0$ ou π, resultando em uma relação linear;
- $\phi = \frac{\pi}{2}$, resultando em uma elipse alinhada (ou circunferência, se $A = B$).

A defasagem pode ser determinada a partir da interseção da curva com o eixo vertical. Quando $x = 0$, tem-se:

$$x(t) = A\sin(\omega t) = 0 \tag{12}$$

Substituindo esse resultado em $y(t)$:

$$y_0 = B\,\mathrm{sin}(\phi) \tag{13}$$

logo:

$$\mathrm{sin}(\phi) = \frac{y_0}{B} \tag{14}$$

onde y_0 corresponde ao ponto de interseção da curva com o eixo vertical.

Quando $\omega_x \neq \omega_y$, a forma da curva depende da razão entre as frequências. Para razões racionais, a curva é fechada, e a relação entre as frequências pode ser expressa por:

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{n_x}{n_y} \tag{15}$$

em que n_x e n_y correspondem ao número de tangências horizontais e verticais da figura, respectivamente.

2.5 Osciloscópio

O osciloscópio permite a visualização gráfica de sinais elétricos em função do tempo. Neste minicurso, serão utilizadas apenas ondas senoidais. Para a construção das figuras de Lissajous, utilizam-se os dois canais do instrumento conectados a geradores de funções por cabos BNC.

Para a formação das figuras de Lissajous no osciloscópio basta ativar o modo X-Y. Assim, o movimento não depende mais do tempo (t) como em um único sinal elétrico, por exemplo.

A medida da frequência (f) de uma onda senoidal é realizada de forma simples: o próprio instrumento fornece o período (T) da onda e, portanto, basta apenas utilizar a relação:

$$f = \frac{1}{T} \tag{16}$$

No caso em que analisamos as figuras de Lissajous, a identificação das frequências pode ser feita inserindo uma reta horizontal e uma reta vertical na figura. A quantidade de pontos de intersecção entre a reta horizontal e a figura gera um valor n_x e, para a reta vertical, um valor n_y.

A identificação da fase é feita apenas nas figuras de Lissajous, pois é preciso duas ondas para que haja a defasagem. Essa análise é feita a partir das diferentes formas de ondas geradas. Seguem alguns exemplos dessa observação:

Para $\frac{\omega_x}{\omega_y} \neq 1$, a fase pode ser obtida por:

$$\mathrm{sin}(\phi) = \frac{y_0}{B} \tag{17}$$

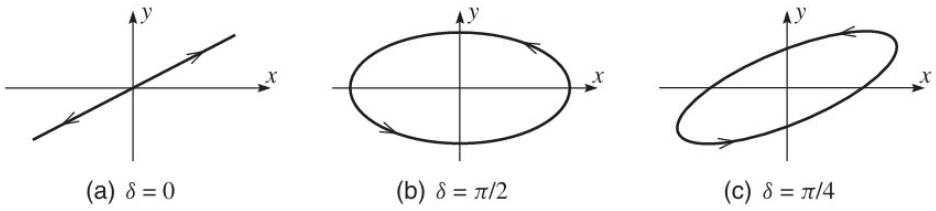


Figura 1: Exemplos de figuras de Lissajous

ou pela análise das figuras de Lissajous apresentadas na tabela a seguir:

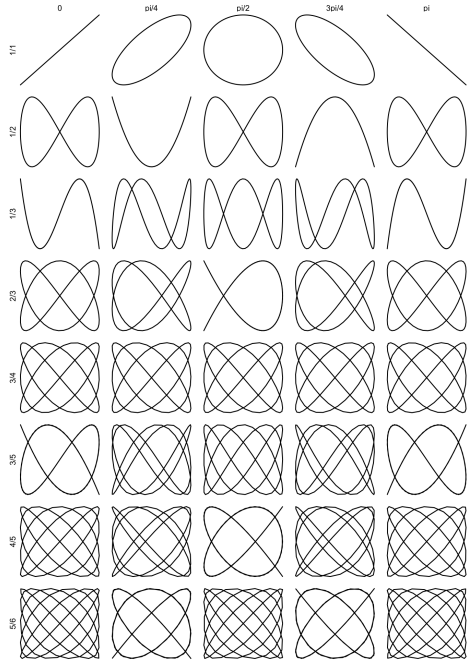


Figura 2: Tabela das figuras de Lissajous

Fonte: Jose M Sallan (2021).

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Compreender o uso do osciloscópio como ferramenta complementar para a análise de ondas senoidais e das figuras de Lissajous.

3.2 Objetivos Específicos

- Compreender o funcionamento básico do osciloscópio e seus principais modos de operação;

- Interpretar as principais características de ondas senoidais e figuras de Lissajous no osciloscópio;

4 Público-Alvo

Professores em formação e demais interessados nos conceitos de ondulatória.

5 Carga Horária

O minicurso será dividido em duas aulas de 1h30min cada, tendo carga horária total de 3 horas.

6 Metodologia

O minicurso, com duração de 3 horas totais, será ofertado no âmbito de um edital divulgado pelo Diretório Acadêmico de Física da UFPE - CAA e terá como finalidade discutir, com professores em formação e demais interessados nos conceitos de ondulatória, o uso de osciloscópio como ferramenta complementar na compreensão dos fenômenos físicos das ondas.

A princípio, como forma de interação com os estudantes, investigaremos o motivo das inscrições. Logo após, iniciaremos apresentando o nosso instrumento de medida e suas aplicações reais. Em sequência, apresentaremos os conceitos de ondas senoidais e do funcionamento do osciloscópio, seguido de uma proposta para identificação de conceitos básicos de ondas no instrumento, revisando, assim, os conceitos apresentados.

Por fim, já na segunda aula, iniciaremos com uma breve revisão dos conceitos dados na aula anterior. Posteriormente os participantes serão introduzidos ao oscilador harmônico bidimensional e interpretarão às figuras de Lissajous numa atividade prática final, compreendendo, então, suas aplicações reais. Além disso, será reservado um espaço para dúvidas.

7 Cronograma

Etapas	Atividade	Tempo
1	Dinâmica de apresentação do que é o osciloscópio	10 minutos
2	Explicação do conceito de ondas senoidais	30 minutos
3	Explicação geral do funcionamento do osciloscópio	20 minutos
4	Primeira atividade prática envolvendo a criação de uma onda senoidal com medidas específicas no osciloscópio	20 minutos
5	Finalização da primeira aula com espaço para tirar dúvidas	10 minutos
6	Revisão geral do que foi dado na primeira aula	10 minutos
7	Introdução ao oscilador harmônico bidimensional	10 minutos
8	Explicação sobre as figuras de Lissajous	30 minutos
9	Segunda atividade prática envolvendo a criação de duas ondas senoidais relacionando a forma da figura com a fase	20 minutos
10	Finalização da segunda aula com um breve resumo e espaço para tirar dúvidas	20 minutos

8 Recursos Necessários

- Sala com projetor;
- Interruptores disponíveis;
- Osciloscópio;
- Gerador de funções;
- Cabos BNC.

9 Resultados Esperados

- Adquirir a habilidade de ler e medir as principais características de uma onda senoidal no osciloscópio;
- Entender e interpretar figuras de Lissajous simples;
- Utilizar o equipamento de forma básica.

Referências

CANJURA, Eduardo José Castro et al. *Figuras de Lissajous*. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, 2013.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. *Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor*. 4. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2002.

TAYLOR, John R. *Mecânica Clássica*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SALLAN, Jose M. *Lissajous curves*. 2021. Disponível em: ¡https://jmsallan.netlify.app/blog/liisajous-curves/¿. Acesso em: 5 maio 2026.

SANTOS, Pablo Adriel Alves dos. *O uso do osciloscópio: uma revisão bibliográfica*. 2020. Trabalho acadêmico (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2020. Disponível em: ¡https://repositorio.ufersa.edu.br¿. Acesso em: 6 maio 2026.