

Laboratório de Eletrônica 2 – LELO2

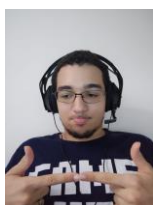
Professores: Haroldo Issao **GUIBU** e Alexandre **VENTIERI**

OSCILOSCÓPIO

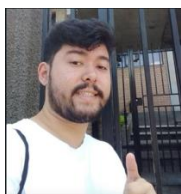
Data da Realização: 12/05/2021

Data Limite de Entrega: 16/05/2021

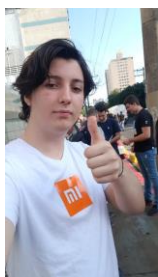
Integrantes (realizadores da experiência):



– Prontuário (SP3037177) – Alessandro Silvério da Silva Júnior



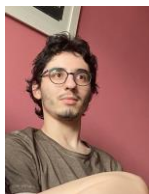
– Prontuário (SP303724X) – Gustavo Senzaki Lucente



– Prontuário (SP3037223) – Igor Galdeano Rodrigues



– Prontuário (SP3037151) – Luana Mitiko Chagas Iwamura



– Prontuário (SP3034178) – Luís Otávio Lopes Amorim

4º semestre de 2021

SUMÁRIO

1. Objetivos	3
2. Introdução teórica	4
2.1. Osciloscópio	4
2.2. Figuras de Lissajous	7
2.2.1. Mesma frequência.....	7
2.2.2. Frequências distintas	7
3. Materiais e equipamentos utilizados	9
4. Procedimentos experimentais	10
4.1. Medições básicas com osciloscópio	10
4.1.1. Tensões constantes	10
4.1.2. Gerador de funções	12
4.2. Figuras de Lissajous e medidas de defasagem	14
5. Conclusões.....	17
6. Referências.....	18

1. Objetivos

Verificar, experimentalmente a utilização do osciloscópio na obtenção de medidas de tensão e corrente e observar, experimentalmente as figuras de Lissajous.

2. Introdução teórica

2.1. Osciloscópio

O osciloscópio (figura 1) é um instrumento de medição, pelo qual podemos observar graficamente sinais elétricos, como frequência, tensão, amplitude entre outros (Alves, 2007). Esses sinais são lidos por meio dos canais de entrada do dispositivo sendo que as conexões desses canais com o circuito a ser aferido é feita utilizando as pontas de prova. Cada ponta de prova possui dois terminais, um para a medição do sinal e o outro para um sinal de referência (Mattede, 2021).

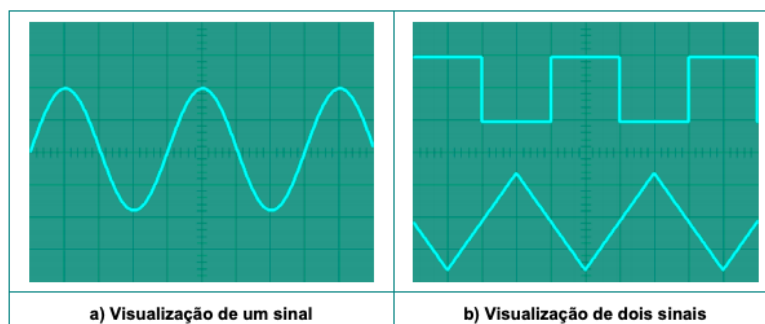
Figura 1: Osciloscópio digital e pontas de prova



Fonte: Mundo da Elétrica

Osciloscópios mostram como se comportam os sinais elétricos que variam com o tempo. O ecrã, como pode ser visto na figura 2, é o display do osciloscópio localizado na parte frontal e possui dois eixos. O eixo vertical indica a amplitude do sinal, ou seja, valores de máximo e de mínimo, diferenciais de amplitude e componentes contínuos e alternados. Já eixo horizontal identifica o tempo, período, frequência, atrasos, tempo de subida etc. (Alvez, 2007).

Figura 2: Ecrã do osciloscópio



Fonte: ABC do osciloscópio

A princípio o osciloscópio é um instrumento para medir sinais periódicos, entretanto através dele também podemos analisar sinais não periódicos e medir qualquer grandeza física (Alves, 2007).

Os osciloscópios possuem duas classificações, o analógico e o digital. No analógico (figura4) o sinal medido é direcionado eu ecrã. No digital ou de amostragem (figura 3) o sinal medido originalmente é convertido para o formato digital (binário), onde a informação é guardada em uma memória e representada no display (Alves, 2007).

Figura 3: Osciloscópio digital



Fonte: Eltron

Figura 4: Osciloscópio analógico

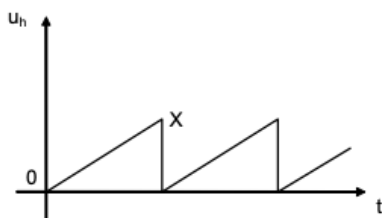


Fonte: Instrutherm

No osciloscópio analógico as divisões do display são visíveis, podemos observar o sistema vertical (amplitude), sistema horizontal (tempo) e o sistema de sincronismo (trigger). Ajustando a amplificação vertical (V/Div), o sinal é amplificado ou atenuado. Logo em seguida o sinal é aplicado ao sistema horizontal, onde um cátodo emite um feixe de electrões a alta velocidade em direção ao ecrã (display). O campo elétrico criado pelas duas placas existentes, provoca uma deflexão vertical, ou seja, se a placa de baixo for ligada à massa, a tensão positiva

a outra placa leva a uma deflexão para cima. Uma de tensão negativa faz o feixe ter uma deflexão para baixo. Para deslocar os feixes da esquerda para a direita a fim de se obter a visualização do sinal no domínio do tempo, é necessário aplicar uma tensão que aumente progressivamente de 0 a um determinado valor de tensão (Alves, 2007).

Figura 5: Tensão em forma de rampa



Fonte: ABC do osciloscópio

O sistema que representa o tempo no osciloscópio designa-se de base de tempo e o comando que regula a velocidade de varrimento (deslocamento do feixe da esquerda para a direita do ecrã), é denominado por tempo por divisão (T/Div) (Alves, 2007).

Para que possamos a cada varrimento obter o mesmo desenho periódico como representado na figura 5, ou seja, para que os sinais de entrada sejam desenhados nos mesmos pontos do ecrã, o osciloscópio possui o sistema de sincronismo (trigger). Ele compara a cada varrimento o sinal obtido na entrada ao sistema vertical (u_v) com um valor de tensão e uma inclinação (positiva ou negativa), fazendo assim com que o mesmo desenho seja disparado no tempo certo (Alves, 2007).

No osciloscópio digital também são encontrados blocos que compõem o osciloscópio analógico, entretanto possui sistemas a mais para o processamento de dados e apresentação deles no display.

A diferença do analógico para o digital começa depois do ajuste de amplitude de onda. Pois, logo após este processo ocorre uma conversão com o conjunto de amostras do sinal e são apresentados da forma de código digital. O sistema horizontal (tempo), possui um relógio que determina a frequência com que o conversor converte as amostras do sinal. Essas amostras são armazenadas, onde elas são constituídas por dígitos binários, o conjunto das amostras representa uma forma de onda. O sistema de trigger (sincronismo) a base de tempo determina o início e o fim do registro, onde depois é enviado ao ecrã.

2.2. Figuras de Lissajous

Combinar dois sinais senoidais distintos resulta nas chamadas figuras de Lissajous. Para isso basta utilizar o valor de um dos sinais como componente horizontal de um gráfico e o outro sinal como a componente vertical. Esse tipo de combinação também pode ser chamado de composição do movimento harmônico simples (BRAGA, 2009).

2.2.1. Mesma frequência

As figuras de Lissajous possuem diversas aplicações interessantes, a primeira delas é analisar a defasagem de dois sinais de mesma frequência, isso pode ser feito por meio da análise da figura e utilizando seus valores máximos conforme a equação 1.

Equação 1: defasagem de dois sinais

$$\Delta\theta = \arcsen\left(\frac{2a}{2b}\right)$$

Fonte: Edgar Zuim

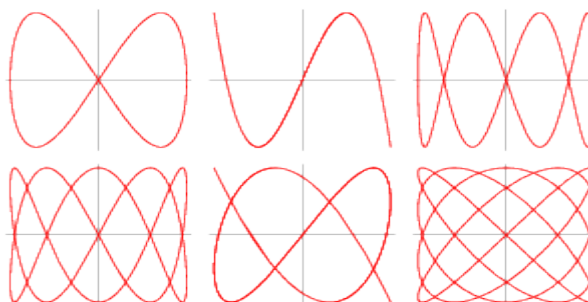
Sendo que $2a$ o ponto mais à esquerda da figura e $2b$ é o ponto mais alto da figura., esse trabalho é extremamente interessante ao analisar circuitos reativos (que possuem indutores e capacitores) pois nesses normalmente aparecem tensões senoidais com diferenças de fase (ZUIM, 2016).

2.2.2. Frequências distintas

No caso em que os dois sinais possuem frequências diferentes e essas frequências possuírem uma razão de dois inteiros (por exemplo 60Hz e 120 Hz) podemos inferir muito sobre um dos sinais ao conhecer o outro.

Para isso basta utilizar o sinal desconhecido em um dos canais do osciloscópio e variar a frequência do conhecido até se obter uma figura fechada (exemplos de figuras podem ser vistos na figura 6).

Figura 6: Figuras de Lissajous



Fonte: Um matemático

A partir da figura formada podemos identificar a razão entre os sinais ao verificar a razão entre pontos tangentes à vertical e pontos tangentes à horizontal seguindo a equação 2.

Equação 1: Relação Frequência e tangência

$$\frac{F_h}{F_v} = \frac{T_v}{T_h}$$

Fonte: Newton C. Braga

Sendo F_h a frequência do canal horizontal, F_v a frequência do canal vertical, T_h o número de tangências horizontais e T_v o número de tangências verticais (BRAGA, 2009).

3. Materiais e equipamentos utilizados



- Osciloscópio



- Fonte de Alimentação DC



- Gerador de sinais



- Cabos fonte e gerador

4. Procedimentos experimentais

O experimento baseou-se em duas etapas distintas: medições básicas com o osciloscópio e criação e estudo de diversas figuras de Lissajous.

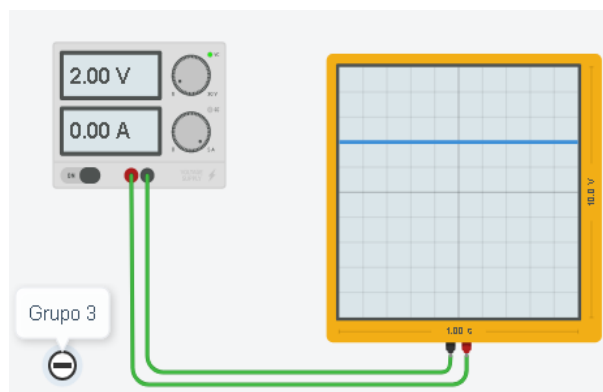
4.1. Medições básicas com osciloscópio

Inicialmente fizemos diversas medições de tensões constantes e geradas por um gerador de funções.

4.1.1. Tensões constantes

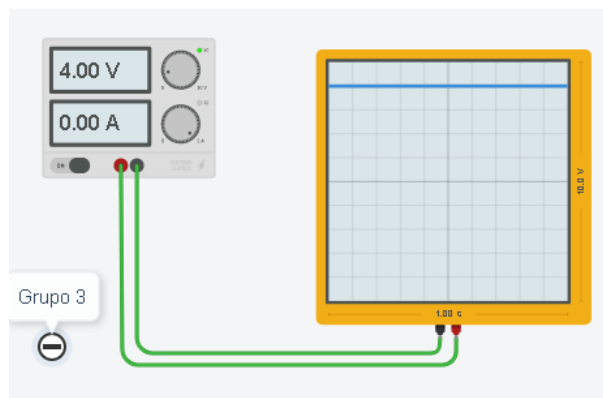
As medições foram iniciadas ao trabalhar com tensões constantes, para isso ligamos as pontas de prova do osciloscópio diretamente em um gerador independente de tensão e fizemos a medição para diversos valores diferentes de tensão como pode ser visto nas figuras 7 a 11.

Figura 7: Tensão constante de 2V



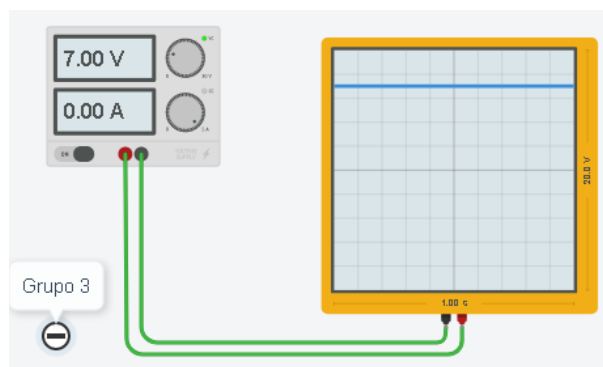
Fonte: Autores

Figura 8: Tensão constante de 4V



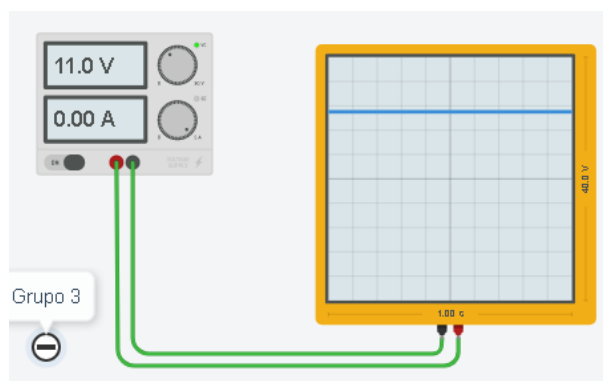
Fonte: Autores

Figura 9: Tensão constante de 7V



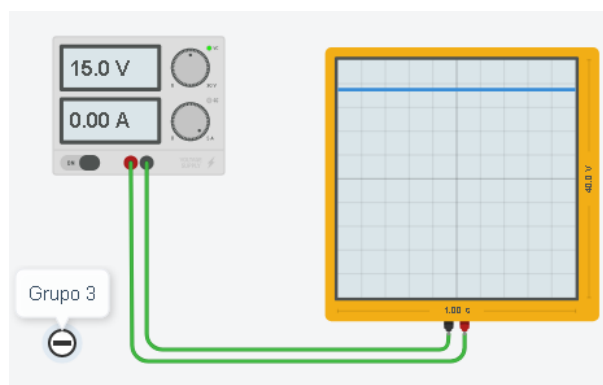
Fonte: Autores

Figura 10: Tensão constante de 11V



Fonte: Autores

Figura 11: Tensão constante de 15V



Fonte: Autores

Com essas medidas realizadas foi possível montar uma tabela contendo os dados de cada uma das medidas, os valores V/Div e T/Div e a porcentagem de erro obtida (que se reduz a 0 em todos os casos já que os experimentos foram realizados em simuladores). A tabela 1 contém todos esses dados.

Tabela 1: Resultados da análise de fonte de tensão

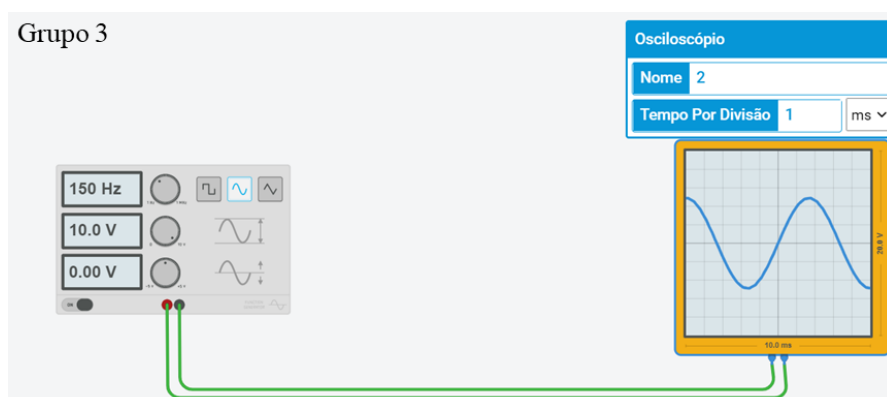
V(v) Fonte	V/Div	T/Div	V Medido	Delta E(%)
2V	2V	1ms	2V	0%
4V	2V	1ms	4V	0%
7V	4V	1ms	7V	0%
11V	8V	1ms	11V	0%
15V	8V	1ms	15V	0%

Fonte: Autores

4.1.2. Gerador de funções

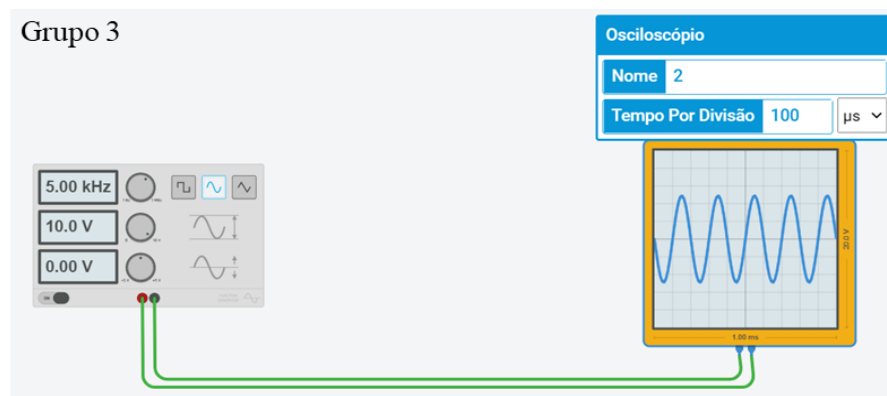
A próxima etapa do experimento foi bem similar, porém dessa vez ao invés de utilizar tensões constantes, foram utilizadas tensões AC por meio de um gerador de funções. Ele permitiu a criação de diversos tipos de onda, no caso utilizamos ondas senoidais, quadradas e triangulares. As medições de cada uma dessas ondas podem ser vistas nas figuras 12 até 17.

Figura 12: Onda senoidal 150Hz



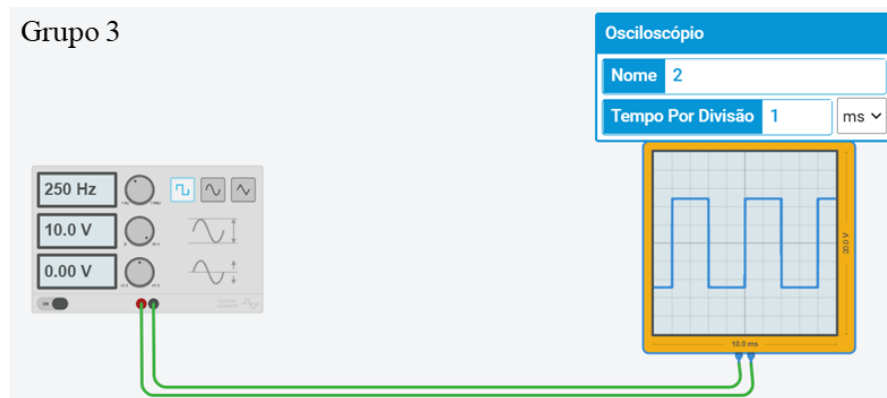
Fonte: Autores

Figura 13: Onda senoidal 5kHz



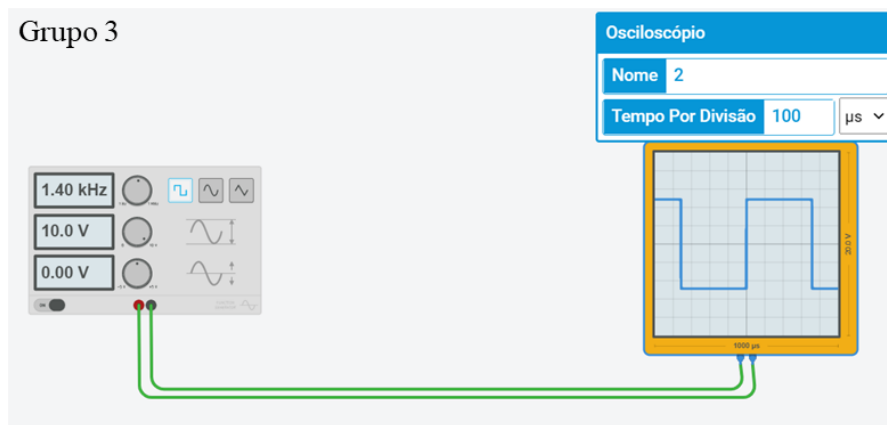
Fonte: Autores

Figura 14: Onda quadrada 250Hz



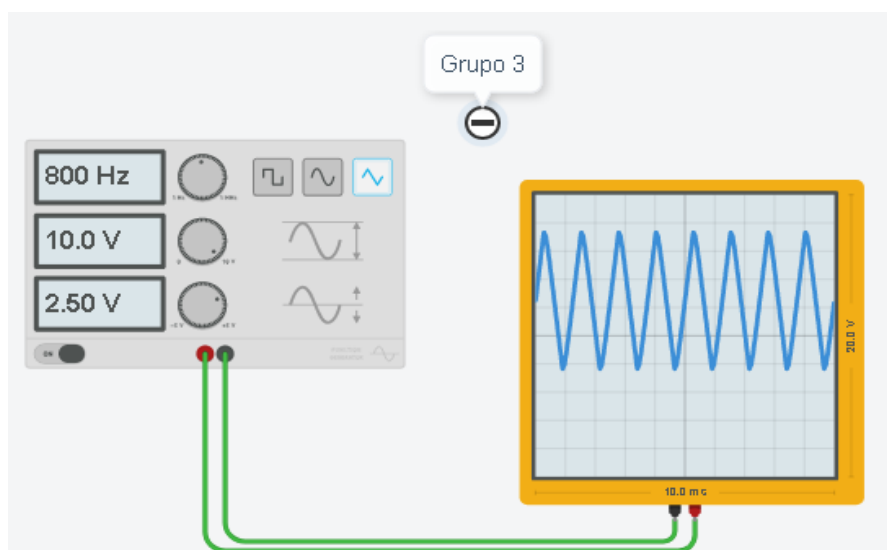
Fonte: Autores

Figura 15: Onda quadrada 1,4KHz



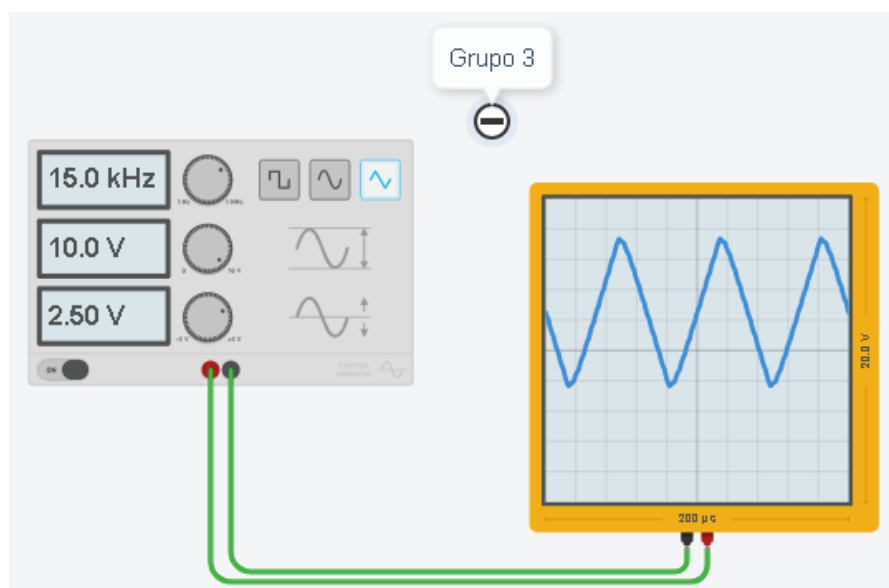
Fonte: Autores

Figura 16: Onda quadrada 800Hz



Fonte: Autores

Figura 17: Onda triangular 15KHz



Fonte: Autores

Após a realização de todas medidas novamente colocamos os dados obtidos em tabelas, essas informações podem ser vistas na tabela 2.

Tabela 2: Resultados da análise do gerador de funções

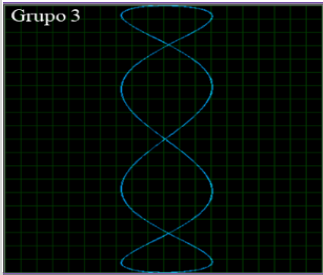
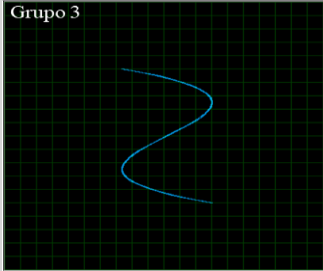
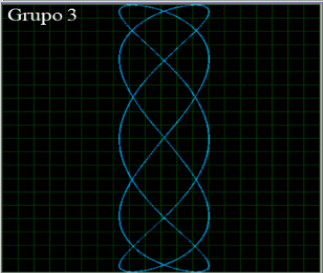
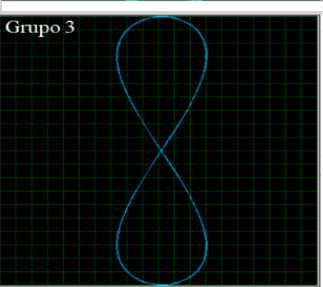
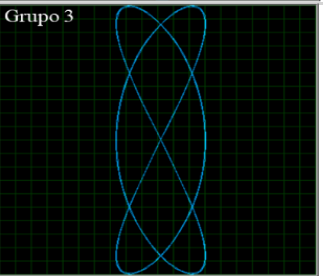
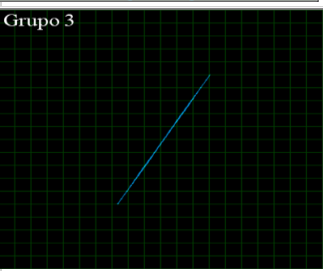
Onda senoidal	V/Div	T/Div	T(μs)	f
150Hz	4V	1ms	6667	150Hz
5kHz	4V	100us	200	5kHz
Onda Quadrada	V/Div	T/Div	T(μs)	f
250Hz	4V	1ms	4000	250Hz
1400Hz	4V	100us	714	1400Hz
Onda Triangular	V/Div	T/Div	T(μs)	f
800Hz	4V	1ms	1250	800Hz
15kHz	4V	20us	67	15kHz

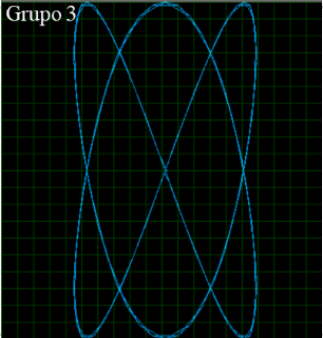
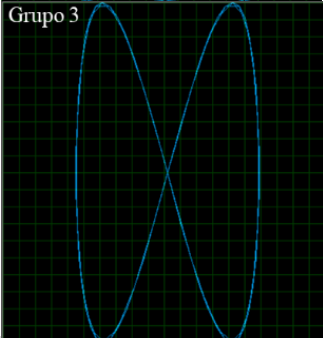
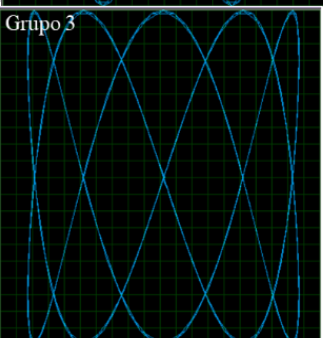
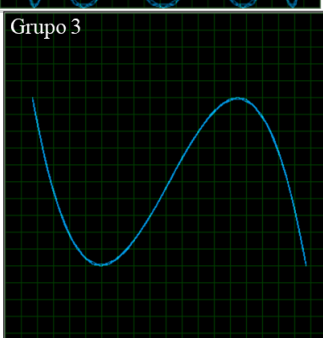
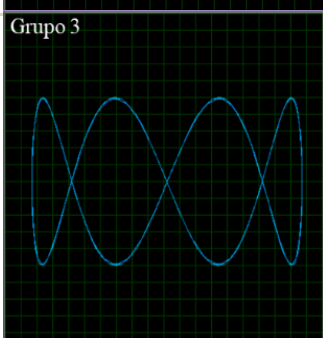
Fonte: Autores

4.2. Figuras de Lissajous e medidas de defasagem

A última etapa do experimento foi a construção de algumas figuras de Lissajous utilizando diferentes sinais de tensão. Os resultados dessa construção podem ser vistos na tabela 3.

Tabela 3: Figuras de Lissajous

fh(HZ)	fv(Hz)	Figura	Nh(Ch1)	Nv(Ch2)	Nh/Nv
60	15	Grupo 3 	1	4	1:4
	20	Grupo 3 	1	2	1:2
	24	Grupo 3 	2	5	2:5
	30	Grupo 3 	1	2	1:2
	40	Grupo 3 	2	3	2:3
	60	Grupo 3 	1	1	1:1

fh(HZ)	fv(Hz)	Figura	Nh(Ch1)	Nv(Ch2)	Nh/Nv
60	90	Grupo 3 	3	2	3:2
	120	Grupo 3 	2	1	2:1
	150	Grupo 3 	5	2	5:2
	180	Grupo 3 	2	1	2:1
	240	Grupo 3 	4	1	4:1

Fonte: Autores

5. Conclusões

O experimento correu muito bem no geral, ainda assim há alguns pontos notórios que valem ser discutidos sendo o primeiro deles o erro experimental. Sempre que realizamos um experimento há uma diferença entre os valores teóricos e os valores observados, um exemplo disso é que é esperado que o osciloscópio leia valores de tensão diferentes daqueles fornecidos pela fonte.

Essa diferença pode ocorrer devido à vários fatores, no nosso caso poderia ser devido à resistência interna da fonte e do osciloscópio, resistência das pontas de prova e dependendo de como os cabos foram organizados até de uma capacitância e indutância deles. Porém como o experimento foi realizado utilizando simuladores, todas as medidas coincidem com os valores teóricos tornando os erros nulos.

O outro ponto interessante a se notar é que podemos conferir a validade da fórmula 2 observando os resultados presente na tabela 3. Observando os resultados podemos ver que os únicos casos em que a relação estabelecida não vale são aqueles em que a figura formada é aberta (quando o segundo canal possui um sinal de 20 ou 180Hz) e que mesmo em um desses casos (segundo canal com 60Hz) a relação continua verdadeira. Esses erros são esperados, já que essa fórmula está definida para trazer resultados corretos apenas quando a figura formada é fechada.

6. Referências

ALVES, Mário Ferreira. ABC do OSCILOSCÓPIO: princípio de funcionamento e estado da tecnologia. Mário Ferreira Alves. Disponível em:

<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/osciloscopio-abc-mario-alves.pdf>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

BRAGA, Newton C. **Deflexão.** Disponível em:
<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/almanaque-tecnologico/193-d/7409-deflexaoalm294.html>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

BRAGA, Newton C. **Figuras de Lissajous.** Disponível em
<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/usando-os-instrumentos/689-figuras-de-lissajous.html>. Acesso em 13 de mai. de 2021

MATTEDE, Henrique. O que é osciloscópio e para que serve?. Disponível em:
<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-osciloscopio-e-para-que-serve/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

ZUIM, Edgar. **Figuras de Lissajous.** Disponível em:
<http://www.ezuim.com/pdf/lissajous.pdf> Acesso em 13 de mai. de 2021.