



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE  
SEMESTRE 2022.1**

**PRÁTICA 07 –OSCILOSCÓPIO**

**ALUNO: NEANDER DANUBIO MARINHO ANDRADE**

**MATRÍCULA: 385212**

**CURSO: ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO TURMA: 01**

**PROFESSOR: HEITOR MELO**

**DATA 30/05/2022 ÀS 10:00**

## Sumário

7.1 Objetivos .....	3
7.2 Material .....	3
7.3 Fundamentos .....	3
7.4 Procedimento.....	8
7.6 Conclusão .....	15
7.7 Referências.....	16

## 7.1 OBJETIVOS

- Aprender a manusear o osciloscópio e o gerador de função;
- Medir amplitudes e frequências com o osciloscópio;
- Observar o comportamento de um diodo retificador.

## 7.2 MATERIAL

- Osciloscópio;
- Gerador de função;
- Pontas de prova;
- Diodo;
- Resistor;
- Cabos.

## 7.3 FUNDAMENTOS

O osciloscópio é um dispositivo eletrônico utilizado para verificação de pequenos sinais elétricos. O aparelho utilizado nesta prática possui dois canais que funcionam como portas para a aquisição dos sinais. Para cada canal há um soquete onde é colocado o cabo chamado de ponta de prova. Na extremidade da ponta de prova há um terminal metálico semelhante a um anzol revestido por um material isolante que desliza quando é necessário fazer a conexão. Há também um outro terminal com formato denominado de jacaré. Esses dois terminais do cabo são usados para a verificação do sinal de tensão entre dois pontos quaisquer. O sinal é mostrado no display do osciloscópio. O aparelho possui muitos botões e cursores que servem para o ajuste adequado do sinal no display figura 7.1.

Figura 7.1. Osciloscópio utilizado na prática



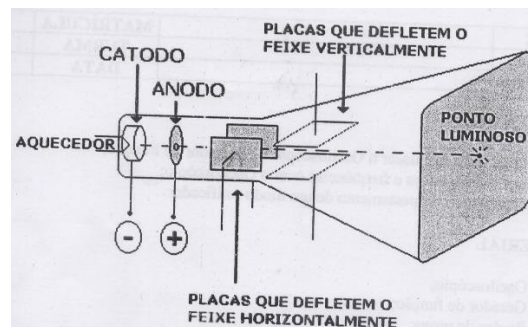
Fonte: autor da prática

Seus princípios de funcionamento envolvem vários conceitos da física com carga elétrica, campo elétrico, potencial elétrico, materiais fluorescentes entre outros. Por exemplo: imaginemos um elétron deslocando-se no espaço paralelo ao plano  $xy$  com velocidade constante  $v$ . Se de repente um campo elétrico em direção ao eixo  $z$  fosse ligado, o elétron sofreria uma deflexão e sua trajetória mudaria. Ele continuaria a se

mover com velocidade  $v$  no plano, mas agora a velocidade vetorial do elétron teria uma componente  $z\hat{k}$ . Um dos princípios de funcionamento do osciloscópio é esse.

O princípio de funcionamento de um osciloscópio que usamos na prática é justamente usar campos elétricos para mudar a trajetória de um feixe de elétrons. Ele utiliza um tubo de raios catódicos (TRC). Conforme ajusta-se os campos elétricos internos do aparelho um feixe de elétrons gerados é desviado, defletido. Assim que colidem com a tela constituída de material especial emitem luz. E assim pode ser ver um sinal na tela do aparelho figura 7.2.

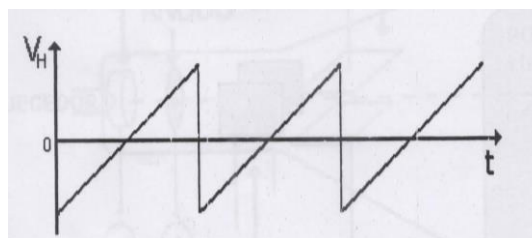
Figura 7.2. Osciloscópio utilizado na prática



Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

Um exemplo de sinal que podemos verificar é a onda conhecida como dente de serra conforme figura 7.3. Ela mostra a amplitude do sinal em relação ao tempo.

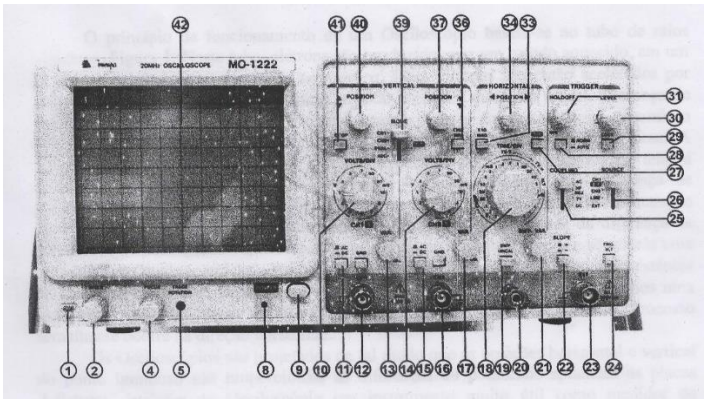
Figura 7.3. Gráfico da varredura horizontal,  $V_H$  em função do tempo.



Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

O modelo utilizado nesta prática foi um MINIPA MO-1222. Ele possui diversos botões e cursores que são detalhados mais a frente figura 7.4.

Figura 7.4. Osciloscópio utilizado na prática



Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

DESCRIÇÃO DOS CONTROLES DO OSCIOSCÓPIO

O equipamento que será usado predominantemente em nosso laboratório é um osciloscópio MINIPA modelo MO-1222, de dois canais, com faixa de frequência DC-20MHz, com máxima sensibilidade de 1mV/divisão e tempo máximo de varredura de 10ns/divisão. A tela do osciloscópio é retangular, de 152.4mm. O painel frontal do osciloscópio está mostrado na figura 7.3. São muito controles, é verdade, mas operar com os mesmos não é tão complicado como possa parecer. Se você precisar de mais detalhes consulte o manual do fabricante. Outros osciloscópios terão controles semelhantes e não será difícil operá-los com base neste roteiro. Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

CONTROLES DO FEIXE DE ELÉTRONS

(9) POWER (8) LED	Liga/desliga o instrumento. Quando pressionado, o LED (8) permanece aceso indicando que o instrumento está ligado.
(2) INTEN	Ajusta o brilho do ponto ou traço na tela
(4) FOCUS	Focaliza o traço ou ponto de modo a obter uma imagem mais nítida.
(5) TRACE RATATION	Potenciômetro para alinhar o traço horizontal em paralelo às linhas da tela.

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

CONTROLE DO EIXO VERTICAL

(12) CH1	Terminal de entrada vertical 1. Funciona como terminal de entrada do eixo X se (27) X-Y estiver habilitado
(16) CH2	Terminal de entrada vertical 2. Funciona como terminal de entrada do eixo X se (27) X-Y estiver habilitado
(36) CH2 INV	Inverte o sinal de (16) CH2
(11)(15) AC-DC-GND	Seleciona o modo de conexão entre o sinal de entrada e o amplificador vertical.

	AC = acoplamento AC. DC = Acoplamento DC. GND = liga a entrada vertical ao terra. Os terminais de entrada ficam desconectados.
(10)(14) VOLTS/DIV	Seleciona a escala do eixo vertical. São 12 possibilidades.
(13)(17) VARIABLE	Altera (ajusta) a escala (10)(14) selecionada. Na posição CAL a escala fica calibrada de acordo com o valor escolhido em (10)(14).
(40)(37) POSITION	Controla a posição vertical do sinal na tela.
(39) VERT MODE	Seleciona o sinal que será mostrado na tela: CH1 mostra somente o sinal da entrada vertical 1. CH2 mostra somente o sinal da entrada vertical 2. DUAL mostra simultaneamente os dois sinais das entradas verticais 1 e 2. ADD mostra a soma algébrica CH1 + CH2. Mostrará a diferença CH1-CH2 quando o botão (36) CH2 INV estiver acionado.

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

#### CONTROLES DA BASE DE TEMPO (HORIZONTAL)

(18) TIME/DIV	Seleciona o tempo de varredura
(21) SWP.VAR.	Altera (ajusta) o tempo de varredura selecionado em (18). Isto é possível somente quando o botão (19) SWP.UNCAL está acionado.
(33) X10MAG	Quando pressionado há uma amplificação de 10 vezes.
(34) POSITION	Controla a posição horizontal do sinal na tela.
(27) X-Y	Quando acionado, (12) CH1 é entrada horizontal (eixo-x) e (16) CH2 é entrada vertical.

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

#### CONTROLES DO GATILHO (TRIGGER)

Um mecanismo muito importante nos osciloscópios é o gatinho (trigger) que é responsável pelo sincronismo entre o sinal de varredura aplicado às placas defletoras horizontais e o sinal aplicado à entrada vertical. Isto é necessário para se ter uma fixação da imagem mostrada na tela. Quando observamos um sinal periódico, isto é, um sinal que se repete a intervalos de tempo regulares, é importante que o mesmo se apresente na tela na forma de uma figura estacionaria; para que isto ocorra o osciloscópio dispõe de

circuitos internos que gatilham (iniciam) a varredura através de uma amostra do sinal de entrada. Assim, através de controles do nível e da polaridade da amostra é possível observar a onda sempre iniciando de um determinado ponto da mesma. Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

(23) EXT	Terminal de entrada para sinais de gatilhamento externo e sinais horizontais externos. Para utilizá-lo coloque a chave (26) SOURCE na posição EXT.	
(26) SOURCE	Seleciona o sinal que será usado para o gatilhamento.	
	CH1(X-Y)	Seleciona o sinal do CH1.
	CH2	Seleciona o sinal do CH2.
	LINE	Seleciona o sinal de alimentação AC da rede elétrica.
	EXT	Seleciona o sinal externo aplicado ao terminal de entrada (23) EXT.
(24) TRIG.ALT	Seleciona alternadamente entre CH1 e CH2 o sinal de gatilhamento. A chave (39) VERT MODE deve estar na posição DUAL ou ADD e a chave (26) SOURCE na posição CH1 ou CH2.	
(25) COUPLING		
(22) SLOPE	Seleciona o gatilhamento quando o sinal é crescente ou quando é decrescente.	
(30) LEVEL	Controla o nível (intensidade) do ponto de gatilhamento.	
(29) LOCK	Quando ativado controla o nível de gatilho automaticamente.	
(31) HOLDOFF	Controla o intervalo de tempo entre varreduras sucessivas. Deve ser usado quando o controle (30) LEVEL não for capaz de deixar estável o gatilhamento.	
(1) CAL 2Vp-p, 1kHz	Este terminal fornece uma tensão de calibração de 2Vp-p de aproximadamente 1kHz, onda quadrada positiva.	
(20) Terra	Terminal de aterramento do chassi do osciloscópio.	

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

## DESCRIÇÃO DOS CONTROLES DO GERADOR DE FUNÇÃO

Segue abaixo descrição dos controles do painel frontal do gerador de funções da marca Minipa, modelo MFG-4202:

OUT	Conector para saída do sinal do gerador de funções.
DADJ	Duty cycle (ajuste da simetria da forma de onda).
FADJ	Frequência (ajuste fino).
ADDJ	Amplitude (ajuste).

ATT-20dB	Atenuador de 20dB (ajusta a amplitude em combinação com AADJ).																
ATT-40dB	Atenuador de 40dB (ajusta a amplitude em combinação com AADJ).																
WAVE	Seleciona a forma de onda: 1-senoidal 2-quadrada e 3-triangular.																
RANGE	<p>Seletor de faixa de frequência. São 7 faixas como indicado na tabela abaixo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicação</th><th>Faixa</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>0.2Hz-4Hz</td></tr> <tr> <td>2</td><td>4Hz-40Hz</td></tr> <tr> <td>3</td><td>40Hz-400Hz</td></tr> <tr> <td>4</td><td>400Hz-4kHz</td></tr> <tr> <td>5</td><td>4kHz-50kHz</td></tr> <tr> <td>6</td><td>30kHz-300Hz</td></tr> <tr> <td>7</td><td>200kHz-2MHz</td></tr> </tbody> </table>	Indicação	Faixa	1	0.2Hz-4Hz	2	4Hz-40Hz	3	40Hz-400Hz	4	400Hz-4kHz	5	4kHz-50kHz	6	30kHz-300Hz	7	200kHz-2MHz
Indicação	Faixa																
1	0.2Hz-4Hz																
2	4Hz-40Hz																
3	40Hz-400Hz																
4	400Hz-4kHz																
5	4kHz-50kHz																
6	30kHz-300Hz																
7	200kHz-2MHz																
RUN	Completa a seleção da faixa de frequência (RANGE) e da forma de onda (WAVE). Deve ser pressionado após selecionar uma nova forma de onda ou uma nova faixa de frequência.																

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

## 7.4 PROCEDIMENTO

### AJUSTES PRELIMINARES DO OSCILOSCÓPIO

- i) Antes de ligar o osciloscópio, posicione os controles do mesmo conforme mostrado na tabela abaixo:

Fizemos todos os ajustes abaixo. Vale salientar que algumas ajuste são de difícil precisão ou mesmo interpretação. Exemplo: ‘posição 3 horas’. Não há marcações no cursor semelhante a um relógio como entalhes na posição radial do cursor. O ajuste é feito no ‘olho’ mesmo.

Item	Ajuste
(9) POWER	Posição OFF
(2) INTEN	Girar para a posição ‘3 horas’
(4) FOCUS	Metade do cursor
(39) VERT MODE	CH1
(40)(37) POSITION	Posição central
(10)(14) VOLTS/DIV	0.5V/DIV
(13)(17) VAR	Posição CAL
(11)(15) AC-DC-GND	GND pressionado (assim AC-DC fica desativado)
(26) SOURCE	CH1
(25) COUPLING	AC
(22) SLOPE	+
(24) TRIG. ALT	Liberado (para fora)



(29) LEVEL LOCK	Pressionado
(31) HOLDOFF	Mínimo (girado no sentido anti-horário)
(28) TRIGGER MODE	AUTO
(18) TIME/DIV	0.5ms/DIV
(34) POSITION	Metade do cursor
(19) SWP.UNCAL	Liberado
(41) CHOP	Liberado
(36) CH2 INV	Liberado
(27) X-Y	Liberado
(33) X10MAG	Liberado

Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

- ii) Pressione o botão (9) POWER e verifique se o LED de alimentação acendeu. Aguarde alguns segundos para o aparecimento do sinal.

Ligamos a bancada e o osciloscópio conforme o indicado. O aparelho ligou normalmente.

- iii) Regule o traço para um brilho apropriado e para uma imagem bem nítida por meio dos controles (2) INTEN e (4) FOCUS.

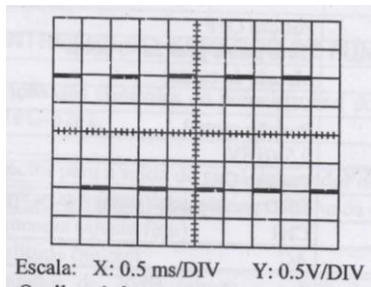
- iv) Alinhe o traço com a linha horizontal central da tela através do controle POSITION do CH1.

Depois de ligado o aparelho, começamos a ajustá-lo para obter um melhor posicionamento do traço e nos familiarizarmos com o dispositivo. Alguns ajustes são difíceis em virtude da sensibilidade dos cursores.

## OBSERVAÇÃO DO SINAL DO CALIBRADOR

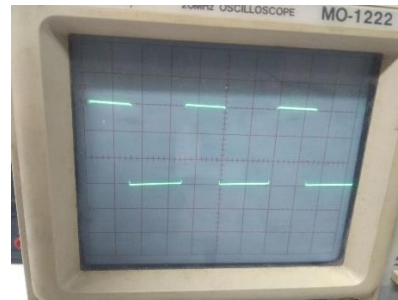
- 1.1 Conecte a ponta de prova (ajustada em 1:1) ao terminal CH1, e aplique o sinal proveniente do calibrador à extremidade da ponta de prova. Não há necessidade de conectar o terra (jacaré) da ponta de prova, neste caso.
- 1.2 Coloque (11) AC-DC-GND em AC e GND liberado. Surgirá na tela uma onda quadrada como mostrado na figura 7.5.

Figura 7.5 (a). Tela do osciloscópio mostrando onda quadrada



Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

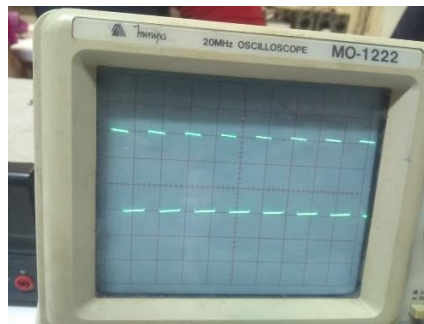
Figura 7.5 (b). Saída do osciloscópio mostrando onda quadrada



Fonte: autor da prática

1.3 Mude a escala horizontal para 0.2ms/DIV. Observe o sinal e reproduza-o na figura 7.6 da folha anexa.

Figura 7.6. Ajustando a escala horizontal para 0.2ms/DIV



Fonte: autor da prática

1.4 Mude a escala vertical para 1V/DIV. Observe o sinal e reproduza-o na figura 7.7 da folha anexa.

## OBSERVAÇÃO DO SINAL FORNECIDO PELO GERADOR DE FUNÇÃO

1.5 Conecte o gerador de função ao CH1 do osciloscópio com um cabo BNC-BNC. Selecione no osciloscópio a escala vertical em 1V/DIV e a escala horizontal em 0.2ms/DIV.

1.6 No gerador de função, selecione a forma senoidal e a frequência em 1kHz. Em seguida pressione RUN. Ajuste a amplitude para 5Vpp. Certifique-se de que o sinal observado tem a mesma amplitude de 5Vpp e frequência de 1kHz. Se for necessário, ajuste o gerador de função. Se houver discrepância entre o valor da amplitude fornecido pelo gerador de função e o valor observado no osciloscópio, considere como correto o deste último.

Conseguimos ajusta o gerador para uma frequência de  $981.00\text{kHz}$  e uma tensão de  $V_{pp} = 5.1\text{mV}$ . Apesar de a figura abaixo mostrar  $V_{pp} = 8.1\text{mV}$ . Quando conseguimos ajustar para o valor correto não batemos a foto.

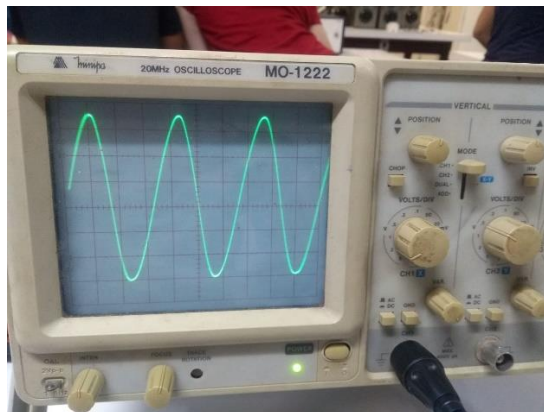
Figura 7.8. Ajustando a tensão  $V_{pp}$ .



Fonte: autor da prática

1.7 Trace na figura 7.9 da folha anexa o sinal observado.

Figura 7.9. Sinal para a senoide com  $V_{pp}=5.1\text{mV}$  e  $f = 981.0\text{kHz}$



Fonte: autor da prática

1.8 Mude a escala horizontal para  $0.1\text{ms/DIV}$  e trace na figura 7.10 da folha anexa o sinal observado.

### OBSERVAÇÃO SIMULTANEA DE DOIS SINAIS (OPATATIVO)

1.9 No gerador de função, selecione a forma senoidal e ajuste a amplitude para  $8\text{V}_{pp}$  e a frequência para  $1\text{kHz}$ . Aplique o sinal do gerador de função no CH1 do osciloscópio. Ligue a ponta de prova ao terminal (+) do gerador e o terra (jacaré) da ponta de prova ao terra do gerador de função. Certifique-se de que o sinal tem mesmo a amplitude de  $8\text{V}_{pp}$  e frequência de  $1\text{kHz}$ .

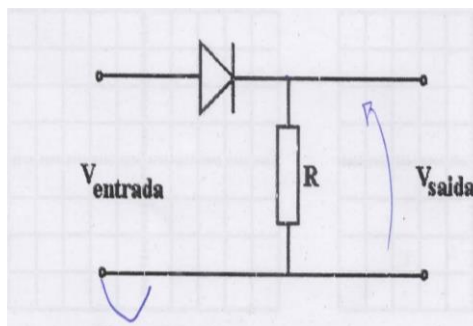
Figura 7.11. Ajustando a tensão  $V_{pp}=8.1\text{mV}$  e  $f=981.0\text{kHz}$



Fonte: autor da prática

- 1.10 Utilize o circuito ilustrado na figura 7.12 e aplique o sinal do gerador de função nos terminais de entrada,  $V_{entrada}$  do circuito.

Figura 7.12(a). Circuito com diodo e resistor



Fonte: (NILDO, Loiola Dias - 2022)

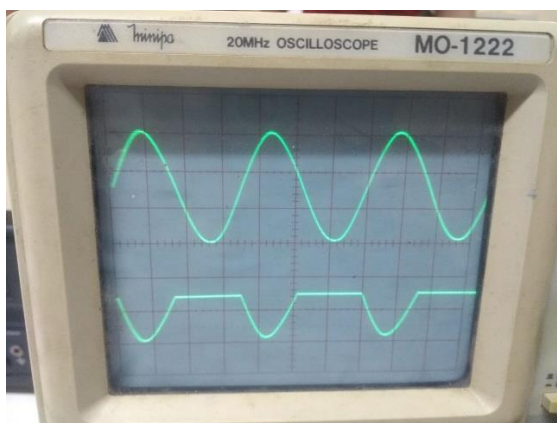
Figura 7.12(b). Circuito físico com diodo e resistor



Fonte: autor da prática

- 1.11 Observe no canal CH1 do osciloscópio o sinal de entrada,  $V_{entrada}$ , e utilizando uma outra ponta de prova, observe o sinal de saída,  $V_{saída}$ , no canal CH2 do osciloscópio (selecione DC em (15) AC-DC-GND no CH2). Para ver os dois sinais ao mesmo tempo, coloque (39) VERT MODE em DUAL. Ajuste os controles de modo a observar dois períodos do sinal CH1 na metade superior da tela e o sinal do CH2 na metade inferior da tela. Coloque os terras das duas pontas de prova em um ponto comum.

Figura 7.12. Entrada senoidal e saída do diodo

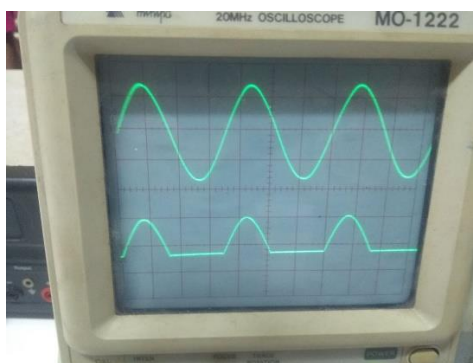


Fonte: autor da prática

- 1.12 Trace na figura 7.13 da folha anexa os sinais observados. Observe que o diodo só deixa passar o sinal positivo, isto é, só conduz quando está polarizado positivamente.

Na parte superior do osciloscópio deixamos o sinal de entrada, que é o sinal senoidal. Na parte inferior, deixamos o sinal de saída, que está sobre o diodo. O sinal de saída está conforme o esperado. Quando a tensão do gerador for positiva, esta polariza o diodo diretamente, fazendo-o conduzir. Logo temos uma curva com a parte positiva da senoide. Quando a tensão do gerador é negativa, o diodo fica reversamente polarizado, dessa forma ela não conduz. Logo a tensão sobre o diodo é nula como esperado. Se ajustarmos, sobrepostos os sinais veremos esse fato.

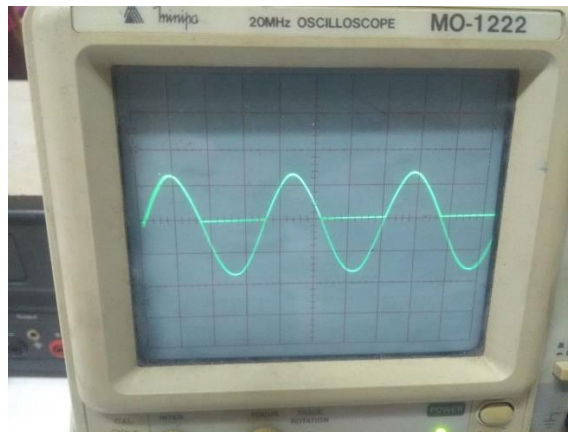
Figura 7.13. Entrada na parte superior e a saída na parte inferior



Fonte: autor da prática

- 1.13 coloque (39) VERT MODE em ADD. Você deverá observar a soma dos dois sinais. Trace na figura 7.14 da folha anexa o sinal observado.

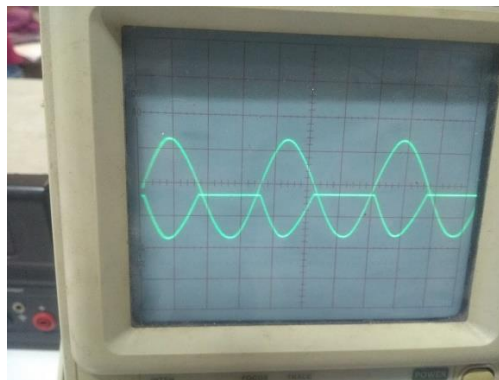
Figura 7.14. Utilizando o comando ADD



Fonte: autor da prática

- 1.14 Pressione (36) CH2 INV e observe a diferença entre os sinais.  
Inicialmente, (36) estava acionado e a o sinal mostrado era conforme a figura abaixo:

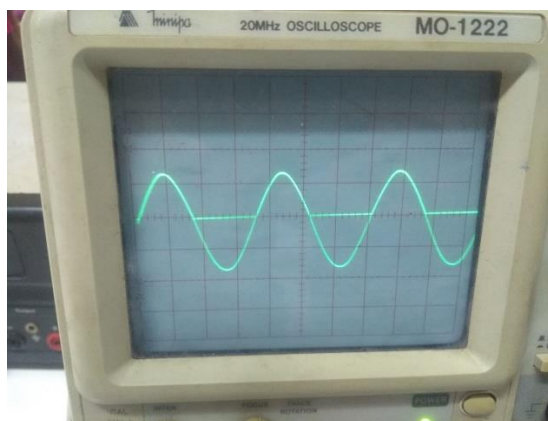
Figura 7.15. Utilizando o comando CH2 INV



Fonte: autor da prática

Observando a imagem vemos que a saída está realmente invertida, pois o sinal de tensão sobre o diodo está negativo, o que contradiz o que é esperado: o diodo deve conduzir para a parte de positiva da senoide. Logo, essa inversão é apenas um recurso do osciloscópio. O sinal real de saída é conforme figura abaixo:

Figura 7.16. Saída e entrada esperadas



Fonte: autor da prática

Os sinais estão sobrepostos: vemos tanto a entrada senoidal com a saída, que é uma meia onda sobre o diodo.

## 7.6 CONCLUSÃO

Com esta prática fomos apresentados ao osciloscópio e ao gerador de função. O osciloscópio é uma ferramenta poderosa para a manutenção de equipamentos eletrônicos tais como rádios, TVs, placas de circuitos, celulares etc. A verificação do sinal em um bipolo é bastante simples: basta conecta a ponta de prova em um terminal do bipolo e a jarra jacaré no outro terminal. Automaticamente, o osciloscópio mostrará em seu display a forma de onda aplicada àquele dispositivo. Possui a desvantagem de ser usado para a verificação de pequenos sinais, ou seja, não é indicado para a verificação da tensão da rede elétrica residencial por exemplo. O modelo de osciloscópio usado nesta prática é bastante antigo. Já apresenta certo desgaste em seus cursores. Alguns ajustes são bem difíceis de conseguir, por exemplo para ajustarmos a posição vertical do sinal. É difícil escolher a escala de volts/divisão. O outro aparelho utilizado foi o gerador de função. Possui a capacidade de gerar ondas senoidais, quadradas e triangulares facilmente. A princípio, é difícil entender como funciona seus ajustes. Mas à medida que fomos nos familiarizando com ele, vai ficando fácil manuseá-lo. Possui como desvantagem a sensibilidade de seus cursores. Como mencionado, é fácil entender o que fazer para ajustá-lo. O difícil é conseguir justamente pela sensibilidade dos cursores. Por exemplo, para ajustar a frequência demoramos bastante tempo. Pois esta oscilava no display bastante. Para um melhor aproveitamento de todas as funcionalidades do dispositivo são necessárias algumas horas de estudo, manuseio dele.

No mais, o conhecimento adquirido com esta prática é bastante valioso. Estes equipamentos não são fáceis de conseguir em virtude de seus preços e conhecimento técnico necessário para um adequado manuseio deles. Para o estudante de engenharia de computação é uma oportunidade valiosíssima de obtenção de novos conhecimentos.

Vale salientar que pudemos utilizar o conhecimento adquirido de práticas anteriores como a prática do diodo retificador. Podemos observar novamente os efeitos das polarizações direta e reversa. Verificamos que o diodo pode (e é) usado como filtro de sinais.

## **7.7 REFERÊNCIAS**

- DIAS, Nildo Loiola Dias. Roteiro de Práticas, Laboratório de Eletricidade, publicação interna, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2022
- ALEXANDER, Charles k. & SADIKU, Matthew N. O., Circuitos Elétricos; -5. ed., AMGH -Porto Alegre
- MALVINO, Alberto & BATES, David -Eletrônica Volume I; -8.ed – Porto Alegre: AMGH-2016.