



RELATÓRIO DE PRÁTICA

Tema:

Modulação Angular

Alunos:

Amanda de Castro Alves Ferreira	Matrícula: 12.1.8200
Bruno Afonso da Conceição	Matrícula: 14.1.8172
Hondemberg Ferreira	Matrícula: 13.2.8178
Franklin Marinho	Matrícula: 14.1.8256
Hugo Geraldo Fonseca	Matrícula: 14.1.8358
Paulo Furiat Jr	Matrícula: 13.1.8040

Disciplina: Fundamentos de Comunicações Curso: Engenharia Elétrica

Professora Sarah Negreiros de Carvalho Leite

Data: jul. 2017

INTRODUÇÃO

Na prática do dia 25/07/2017, foram realizados experimentos com modulação angular. A modulação em ângulo consiste em um esquema em que a informação modula o ângulo, em frequência ou fase, da portadora, e a amplitude é mantida constante. A modulação em fase é conhecida como modulação PM, e a modulação em frequência é conhecida como FM.

OBJETIVO

Observar o comportamento de um sinal modulado em frequência (FM) e em fase (PM) no osciloscópio, e entender as diferenças entre modulação AM, FM e PM.

MATERIAIS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Gerador de Função, Osciloscópio Digital de Fósforo, Analisador de Espectro e Cabos de conexão.

Parte Teórica

1. A modulação em amplitude é muito fácil de gerar e o sinal de mensagem é facilmente recuperado da onda modulada através de um circuito simples. A desvantagem dessa modulação é o desperdício de potência transmitida e de largura de faixa do canal, além de sofrer interferência de ruídos com mais facilidade.

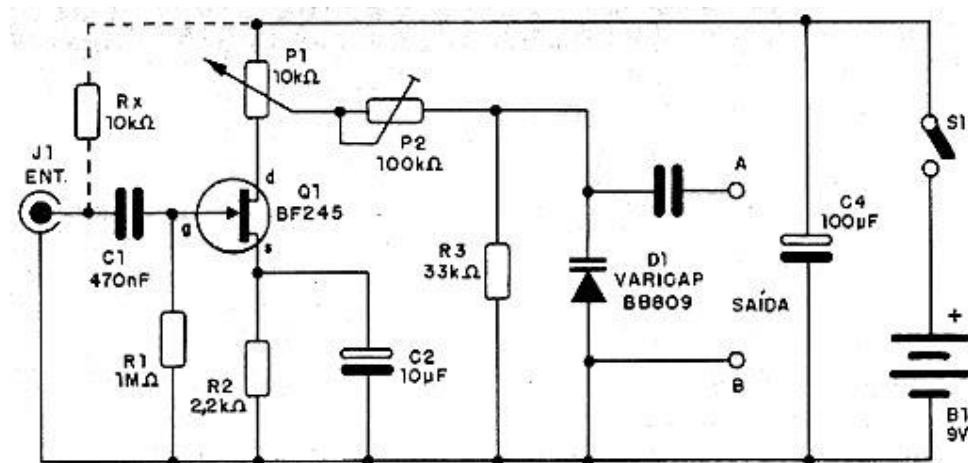
A modulação em frequência e fase são semelhantes, e possuem maior imunidade a ruídos em comparação a modulação em amplitude pelo simples fato da informação ser transmitida pela frequência do sinal e não pela amplitude.

A modulação em frequência e fase possui como desvantagem um demodulador mais complexo, por isso mais caro, e suas bandas laterais tendem ao infinito e para limitar a largura de banda de transmissão é necessário o uso de filtros.

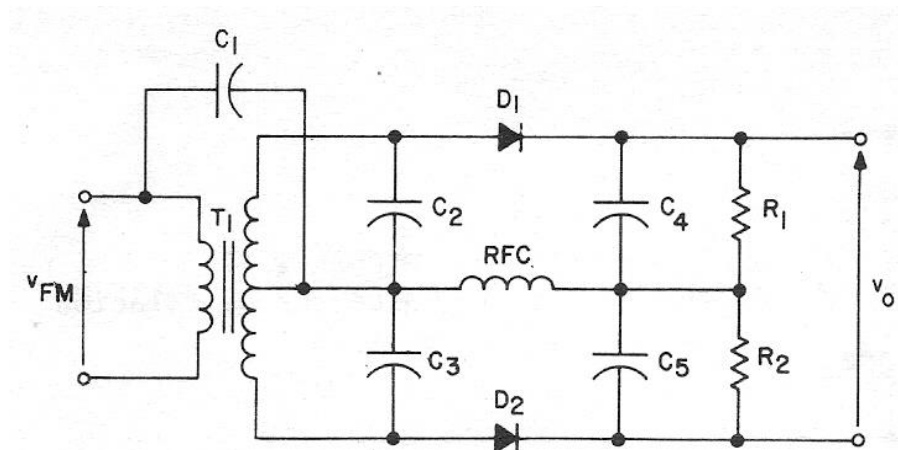
A principal diferença entre a modulação em fase e em frequência é o equipamento da modulação em fase ser mais complexo que o da modulação em frequência, o que a torna pouco utilizada.

2. As modulações angulares são mais imunes a ruído do que as modulações em amplitude (AM) pelo fato de a informação ser transmitida pela frequência do sinal e não pela amplitude, pois o ruído gera alteração na amplitude, e a alteração da amplitude na modulação AM distorce a informação que é transmitida pela amplitude do sinal, e a alteração da amplitude em uma modulação em ângulo não altera a informação.

3. Circuito modulador FM:



Circuito Demodulador FM:



4. No sinal FM ocorrem desvios que são geralmente com o dobro da frequência do sinal, onde temos desvios em frequência de pico e instantâneo, proporcional ao valor de V_m . Em um sinal PM, que consiste em fase de pico e fase instantânea, em que é proporcional ao valor de pico e ao valor instantâneo de V_m .

5. A principal diferença entre os dois tipos de FM é o número de bandas laterais no sinal modulado. A FM de banda larga tem um grande número (teoricamente infinito) número de bandas laterais. FM de banda estreita tem apenas um único par de bandas laterais significativas.

6. Áudio de TV: Modulação FM;

Imagem de TV: Modulação AM;

Telefone Celular: Modulação PSK (a informação se encontra nos parâmetros de fase da portadora, ou seja, modulação PM);

Fax: Modulação AM;

Radio de aeronaves: Modulação AM SSB;

Radio marítimo: Modulação AM SSB;

Rádio móvel: Modulação FM;

Telefone sem fio: Modulação FM.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

A prática fora realizada em duas partes, a primeira foi a realização da modulação em frequência (FM) e a modulação em fase (PM). A primeira parte da prática consistiu em ajustar o gerador de função para que em sua saída houvesse uma onda modulante quadrada. Em seguida ajustou-se a frequência da portadora senoidal f_c para 100 kHz e o desvio D de frequência para 40 kHz.

Modulação FM

a) Realizando as configurações pedidas as frequências máximas e mínimas oscilaram entre 101 e 99Khz, respectivamente. O espectro possui mais de duas raias de frequência por ser de faixa larga, logo há mais valores significativos do que apenas o espectro da portadora e suas duas componentes laterais.

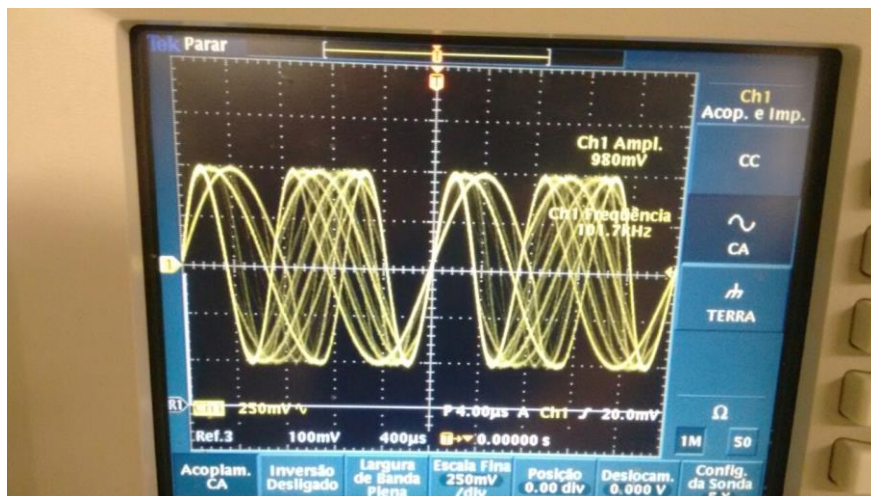


Figura 1: Sinal ajustado com portadora senoidal de 100 kHz e desvio de frequência de 40 kHz.

b) Em seguida o gerador de função fora ajustado para que houvesse em sua saída uma onda senoidal com amplitude igual a $1V_{pp}$ e frequência f_c para 100 kHz e o sinal modulante fora ajustado para que o desvio D de frequência fosse de 2 kHz.

O próximo passo fora ajustar o valor da frequência f_m do sinal modulante para que o mesmo fosse de faixa estreita ($f_m = 0,2$), e obter, com as configurações

apresentadas, a forma da onda modulante quadrada, triangular e rampa, e seus espectros, apresentadas nas figuras abaixo.



Figura 2: Sinal com frequência f_m de faixa estreita e onda modulante rampa

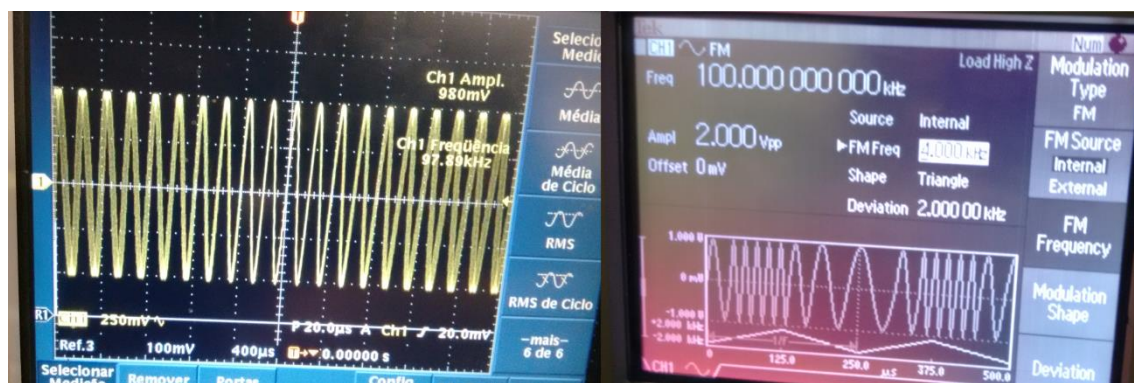


Figura 3: Sinal com frequência f_m de faixa estreita e onda modulante triangular no osciloscópio



Figura 4: Sinal com frequência f_m de faixa estreita e onda modulante quadrada no osciloscópio

Analisando os valores teóricos e o encontrado através da análise experimental todas as informações coletadas condiziam com os valores esperados, entretanto houve muita dificuldade em constatar através do osciloscópio que os valores eram correspondentes, só foi possível realizar a análise através das imagens geradas pelo gerador de funções, e percebendo que nas bordas das imagens a frequência era diferente do centro das imagens do osciloscópio.



Figura 5: Sinal com frequência f_m de faixa larga e onda modulante quadrada.

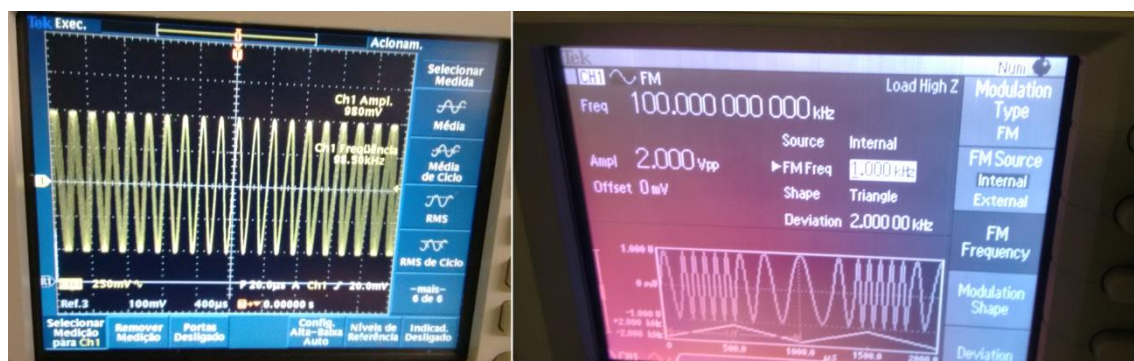


Figura 6: Sinal com frequência f_m de faixa larga e onda modulante triangular no osciloscópio.

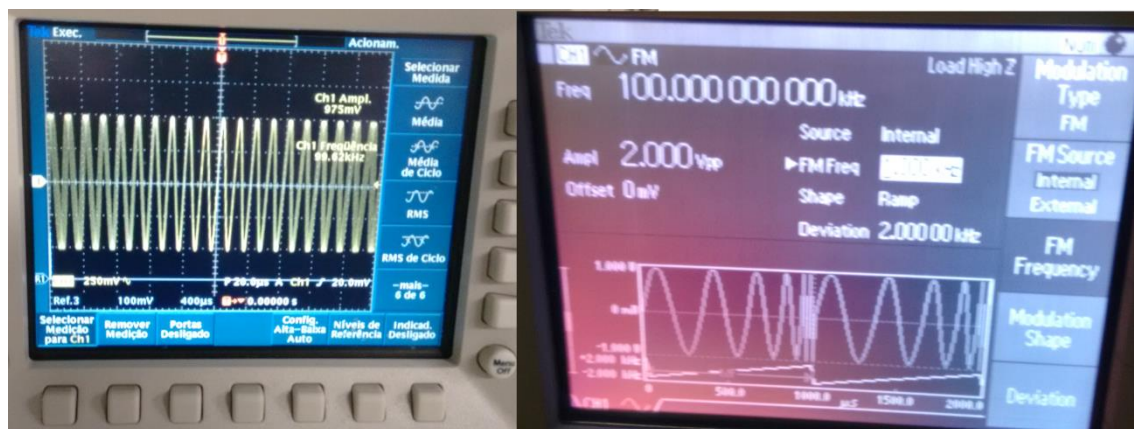


Figura 7: Sinal com frequência f_m de faixa larga e onda modulante rampa no osciloscópio.

3. Porque após a primeira harmônica, o sinal é convertido para um sinal de faixa larga por uma multiplicação em frequência, sendo assim o sinal criado é um sinal FM gerado indiretamente. Através da imagens a seguir, é possível ver que o MKR vai mudando a medida que se mudas os picos, o primeiro é em 1M, o segundo harmônico é em 3M, 5, 7 e 9 Mega Hertz.

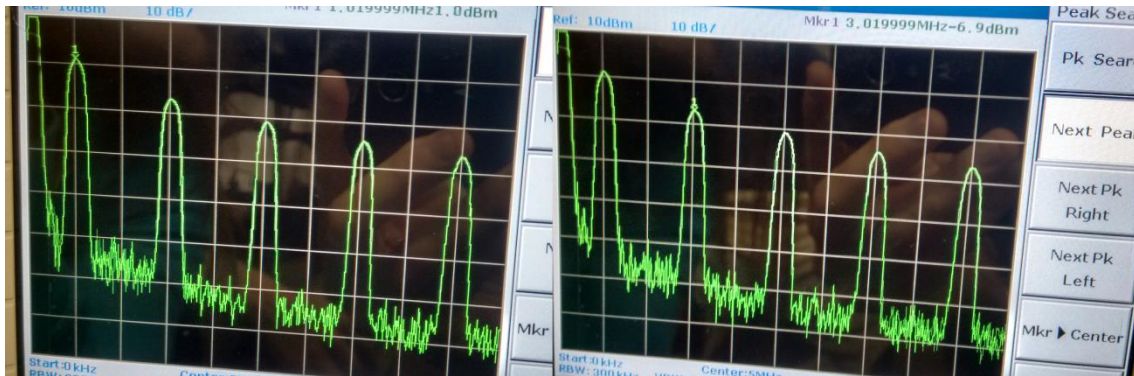


Figura 8: Sinal analisador de espectro, com modulante quadrada no primeiro e segundo pico.

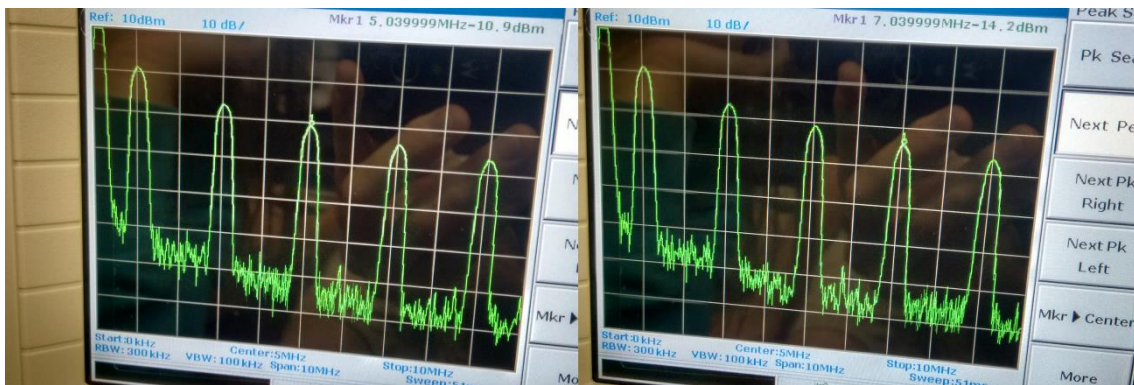


Figura 9: Sinal analisador de espectro, com modulante quadrada no terceiro e quarto pico.

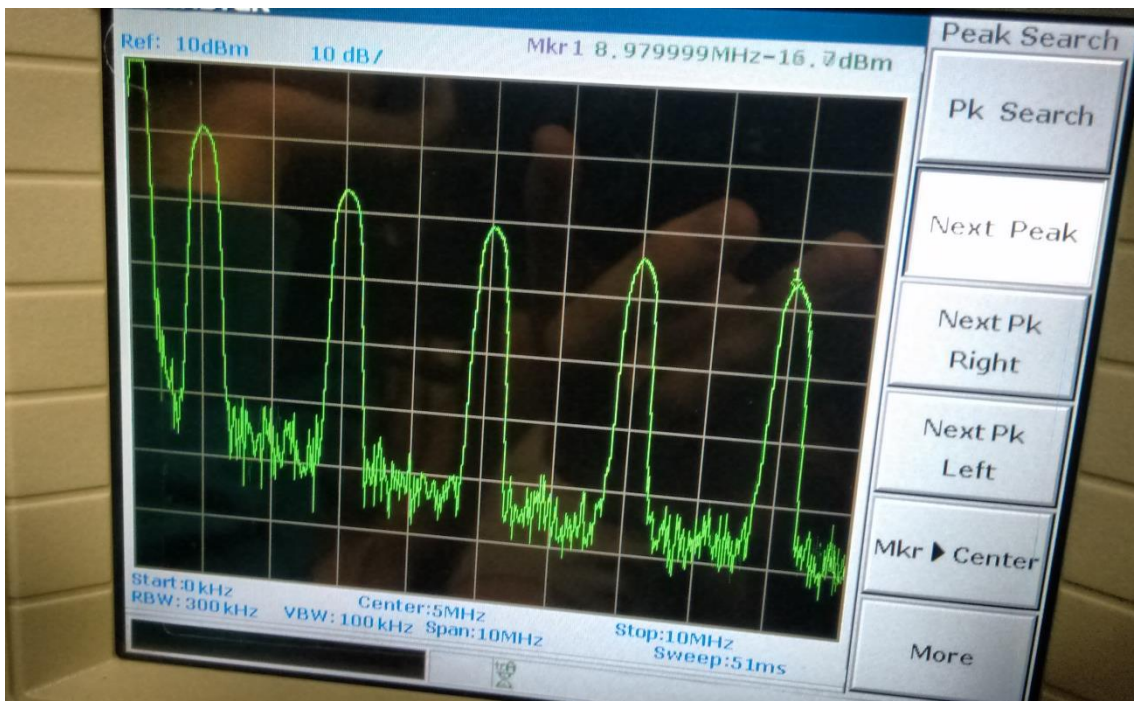


Figura 10: Sinal analisador de espectro, com modulante quadrada no quinto pico

A figura 11 a seguir mostra a onda apresentada no analisador espectros com a sua transformada.

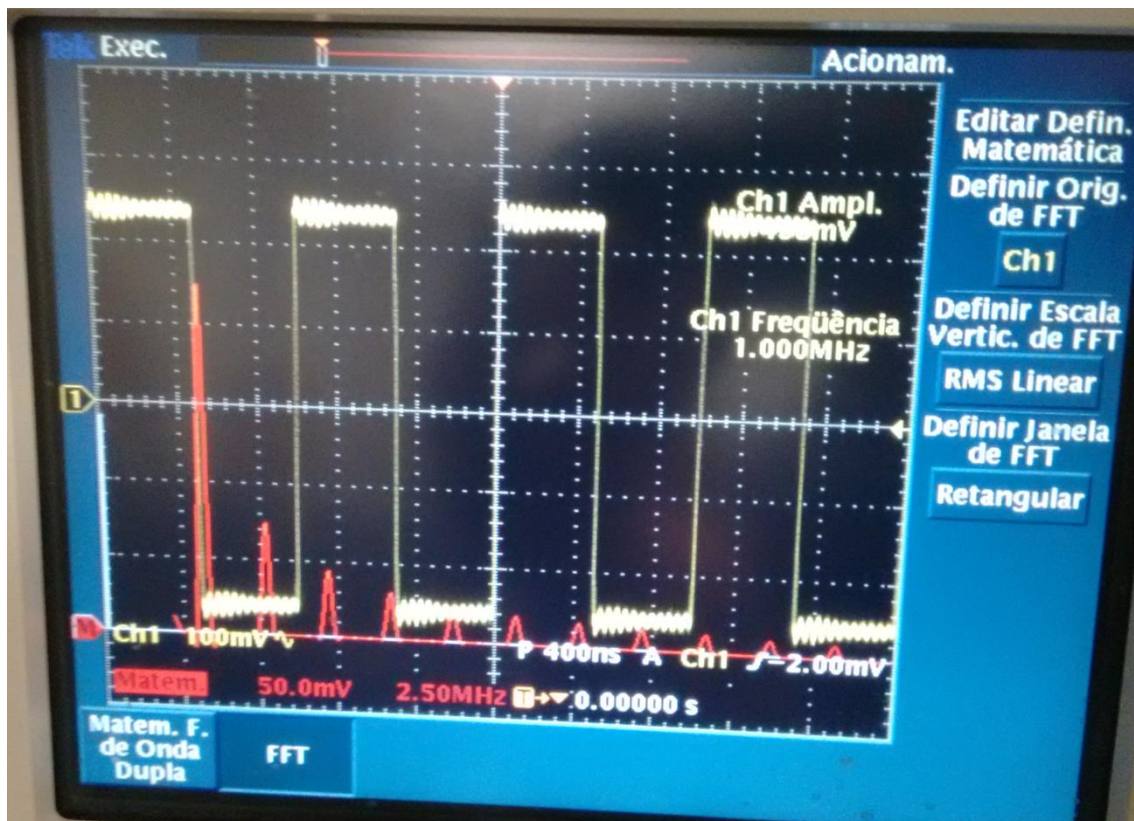


Figura 11: Sinal osciloscópio, com modulante quadrada e a sua FFT.

4. Em seguida, utilizando a portadora senoidal em 1 MHz e o desvio D de frequência igual a 100 kHz, fora usado o gerador de funções para injetar um sinal modulante senoidal de $4V_{pp}$ e duração de 50s na entrada externa do gerador de funções, o resultado é apresentado na figura 12.

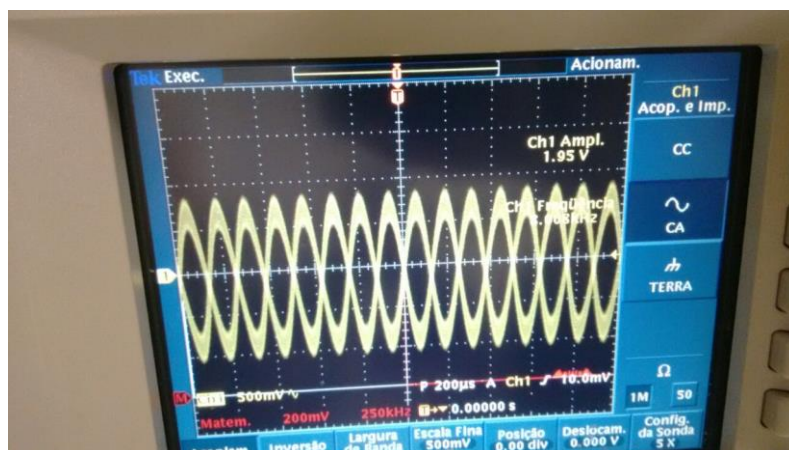


Figura 12: Resultado da injeção de um sinal modulante senoidal na entrada externa do gerador de função

Modulação PM

1. A segunda parte da prática consistiu em ajustar o gerador de funções para que houvesse uma onda senoidal com amplitude de 1 V_{pp} e frequência $f_c = 40\text{kHz}$. Em seguida foi ajustado o sinal modulante senoidal com $f_m = 10\text{kHz}$. O próximo passo era verificar o que ocorria no domínio do tempo para cada desvio $D = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ e 180° usando a modulação interna do gerador. Esse processo foi repetido para uma onda quadrada, triangular e ruído. Os resultados são apresentados nas figuras 13 a 25.

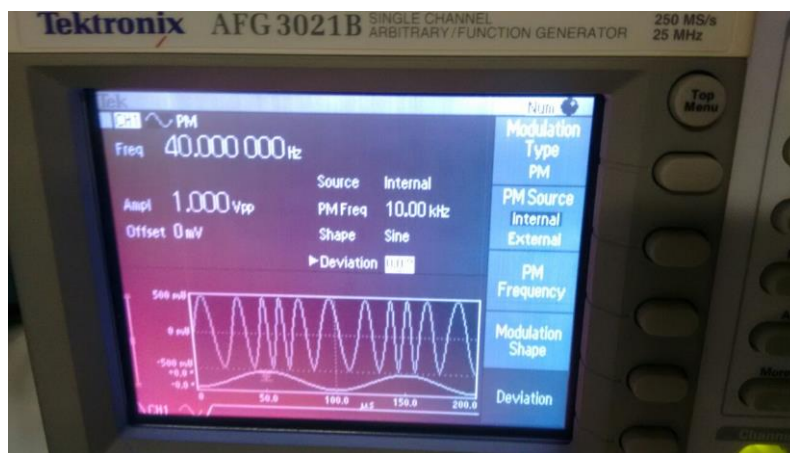


Figura 13: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 0^\circ$

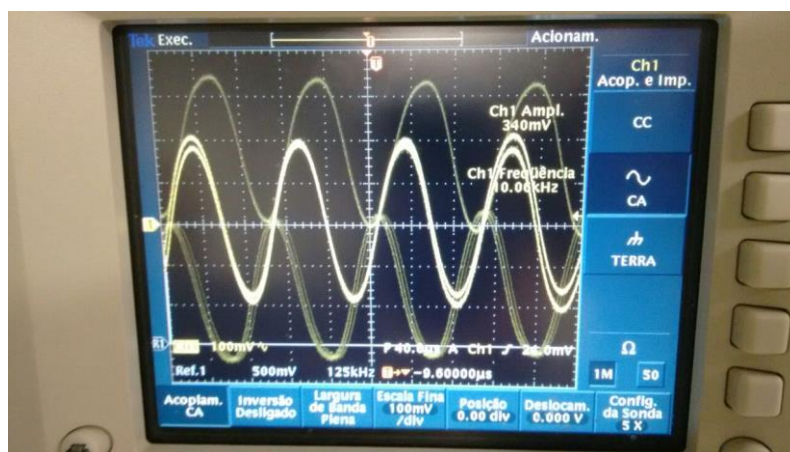


Figura 14: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 0^\circ$ no osciloscópio

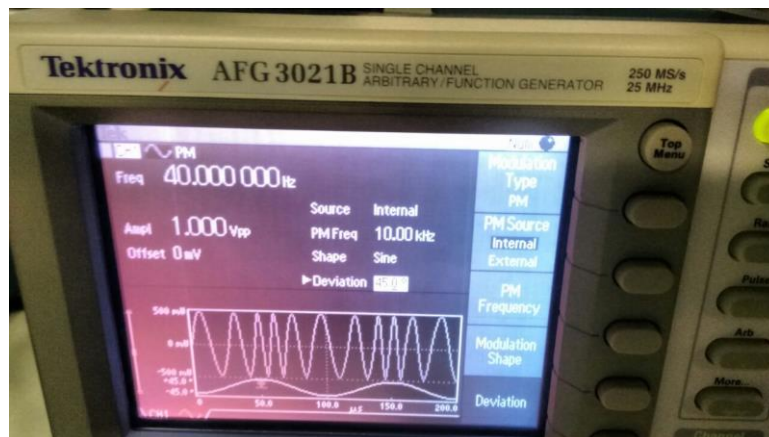


Figura 15: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 45^\circ$

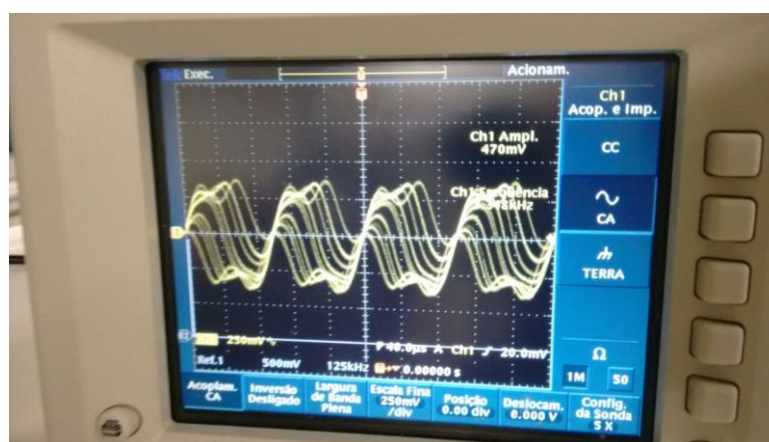


Figura 16: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 45^\circ$ no osciloscópio

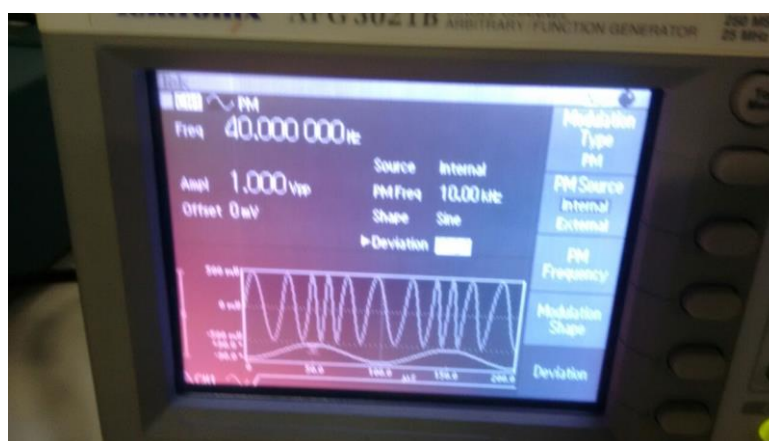


Figura 17: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$

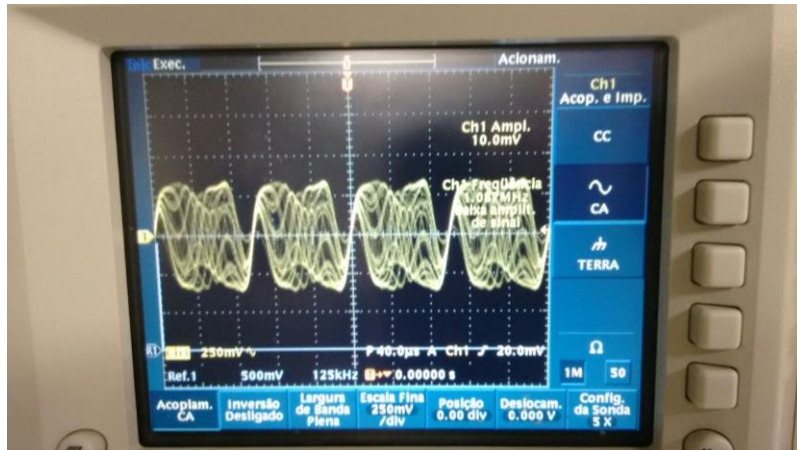


Figura 18: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$ no osciloscópio

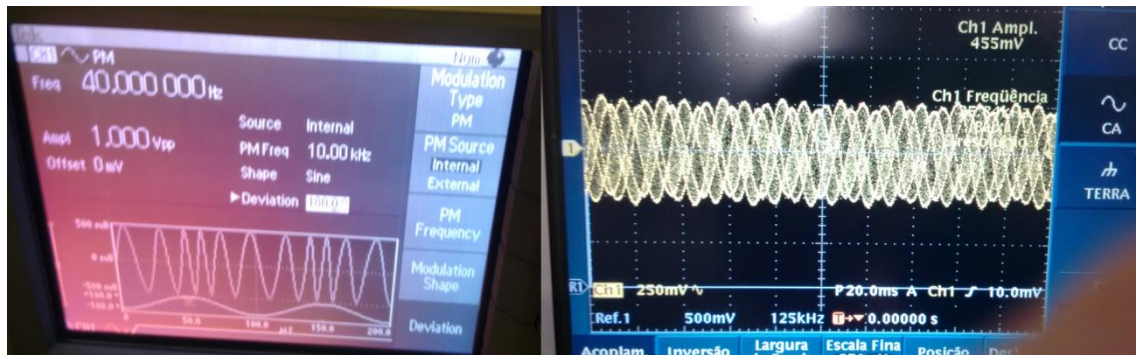


Figura 19: Onda Senoidal com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 180^\circ$

2.

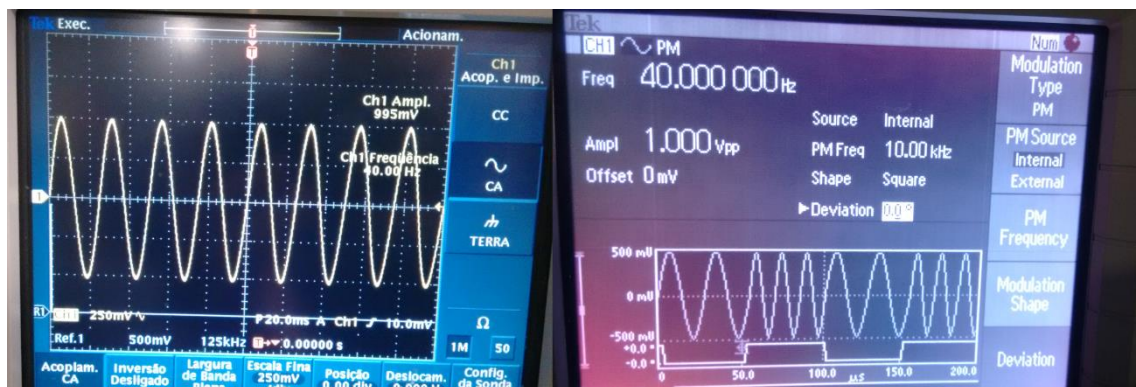


Figura 20: Onda quadrada com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 0^\circ$

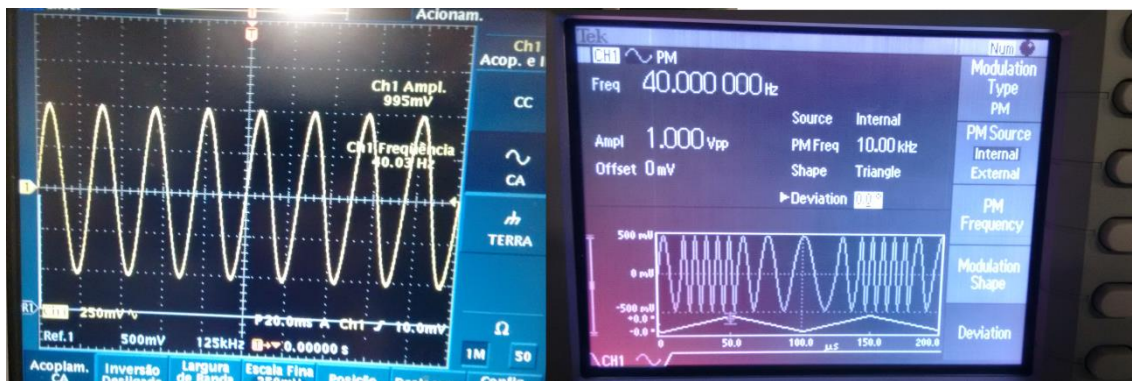


Figura 21: Onda triangular com modulante $f_m = 10kHz$ e Desvio $D = 0^\circ$

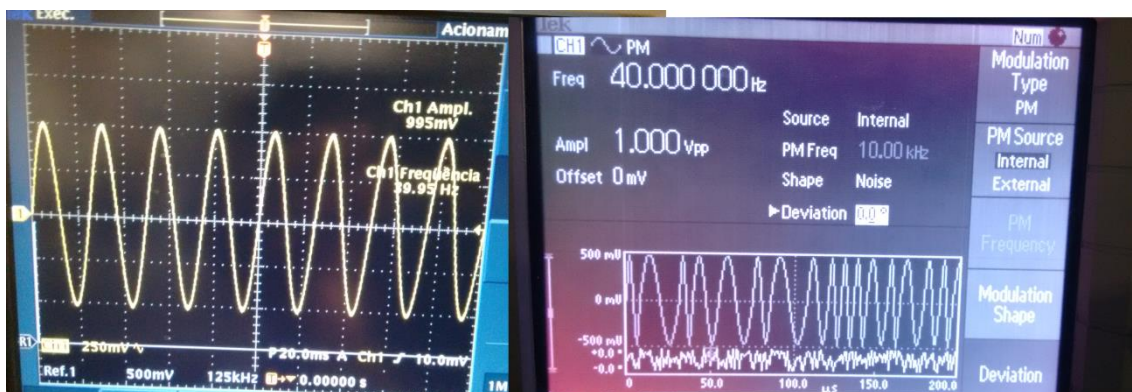


Figura 22: Onda com ruído com modulante $f_m = 10kHz$ e Desvio $D = 0^\circ$

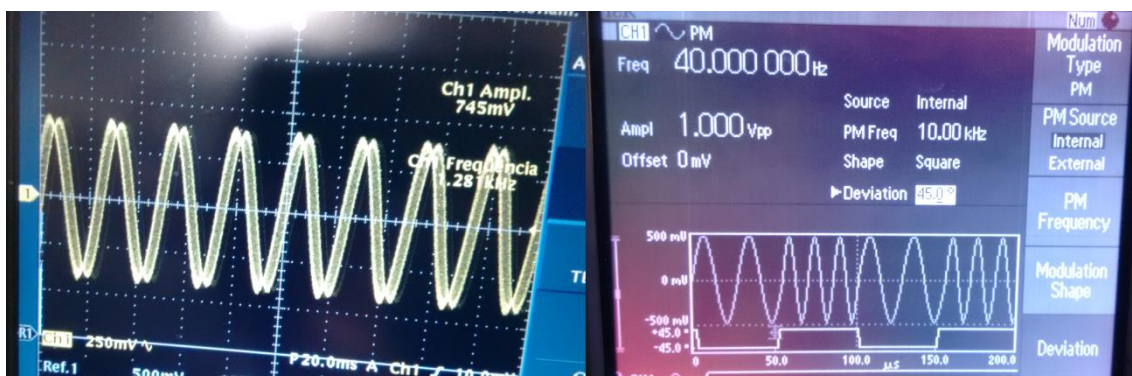


Figura 23: Onda quadrada com modulante $f_m = 10kHz$ e Desvio $D = 45^\circ$

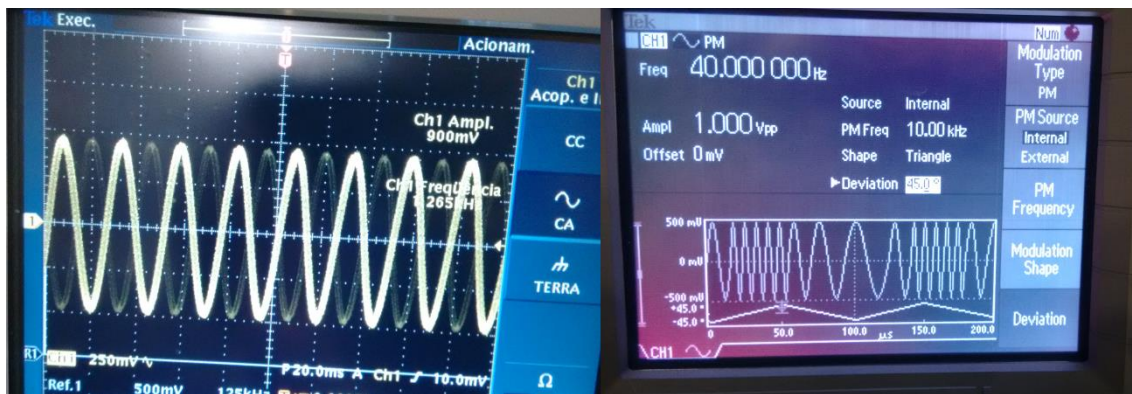


Figura 24: Onda triangular com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 45^\circ$

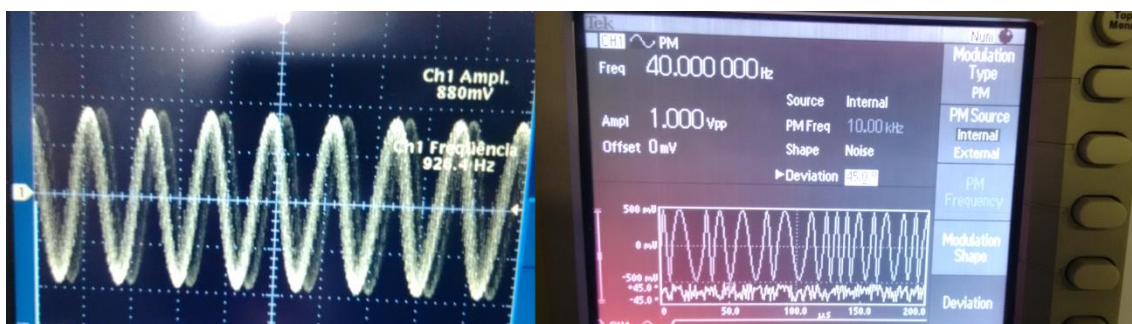


Figura 25: Onda ruído com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 45^\circ$

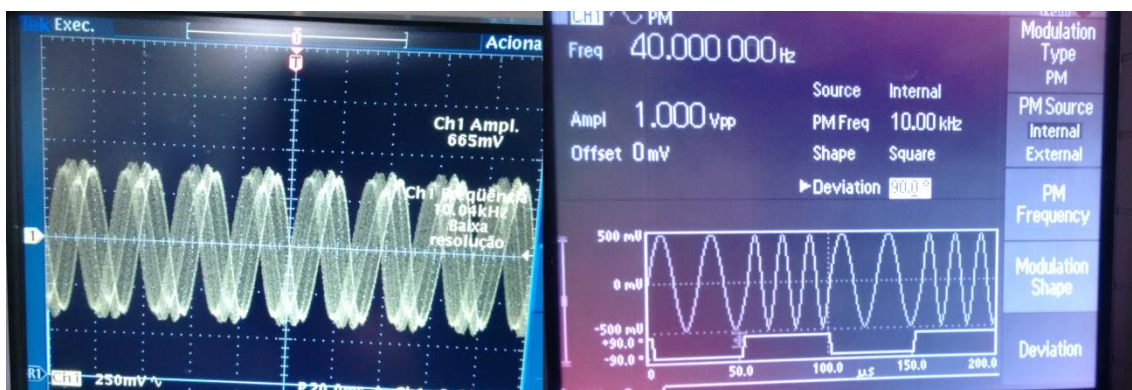


Figura 26: Onda quadrada com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$

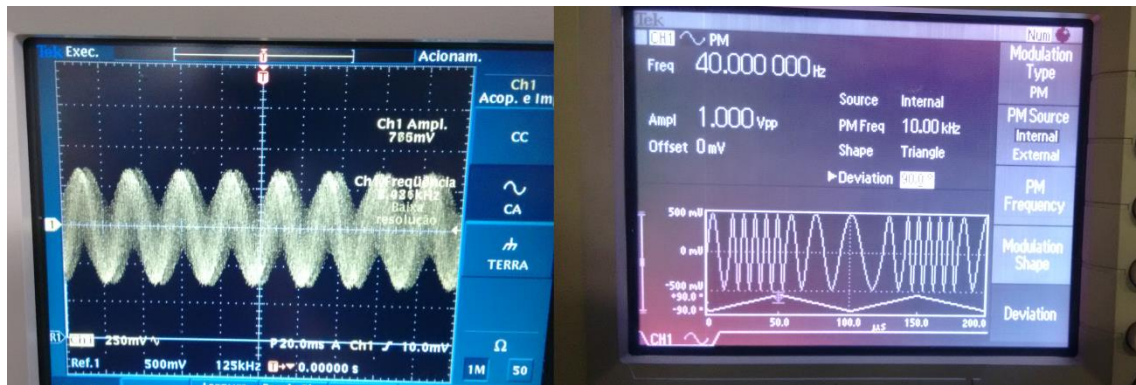


Figura 27: Onda triangular com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$

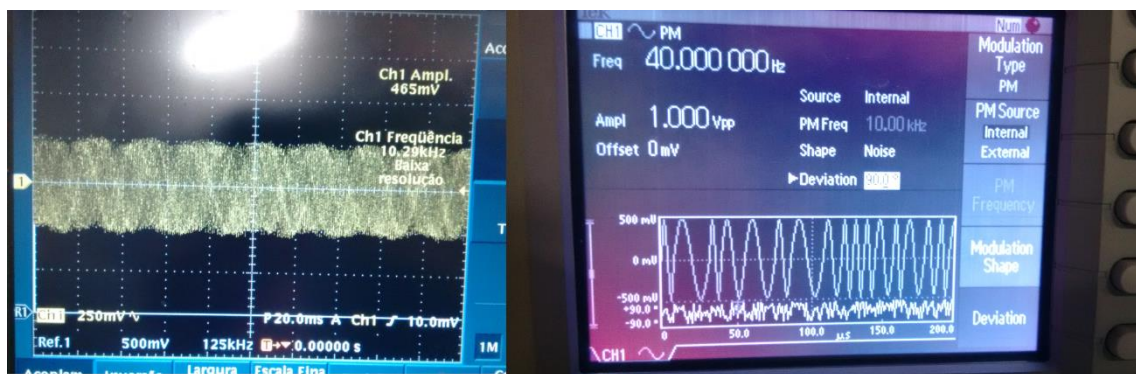


Figura 28: Onda ruído com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$

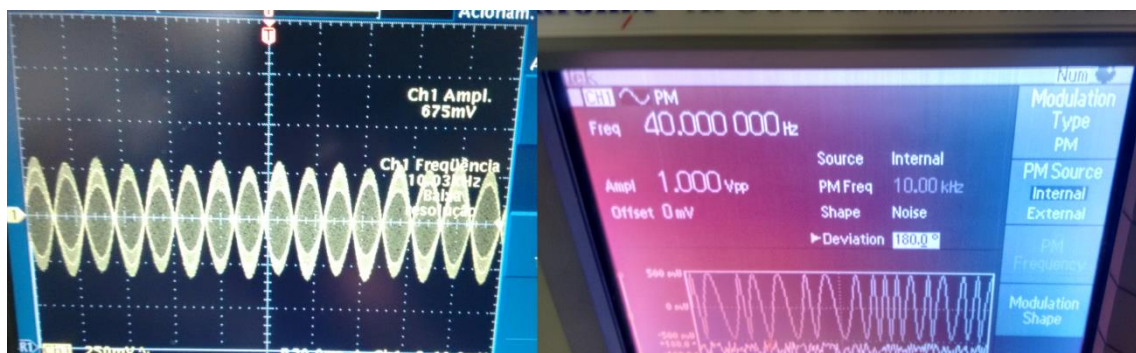


Figura 29: Onda quadrada com modulante $f_m = 10\text{kHz}$ e Desvio $D = 90^\circ$

As ondas com derivação em de 180° apresentaram baixa resolução, o que impossibilitou gerar resultados visíveis.

3. Se a modulante for uma onda senoidal e a portadora for outro tipo de onda não será possível enviar os dados e recuperá-los de forma precisa, pois haverá perdas no envio ou nem será enviada nenhum tipo de informação.

CONCLUSÃO

Após todas as análises foi possível identificar as propriedades e as diferenças entre a modulação PM e FM, entretanto teve-se muita dificuldade no desenvolvimento da prática devido, entre outros, ao ruído e às dificuldades técnicas, como por exemplo, cabos danificados, baixa resolução no osciloscópio, a visualização foi mais precisa através da tela do gerador de sinais que nos apresentava como a modulante estava na saída do instrumento, entretanto no osciloscópio a visualização foi mais difícil pois quando se reduzia a escala horizontal o sinal aparecia tão próximo que não era possível diferenciar as faixas da frequência. Ao fim desta prática nos sentimos satisfeitos, pois alcançamos todos os objetivos propostos pelo roteiro prático apesar das dificuldades, além disto foi possível constatar as propriedades vistas em sala de aula.

REFERÊNCIAS

LATHI. B. P. **Modern Digital and Analog Communications Systems** - 4ª edição.

HAYKIN. S. & MOHER. M. **Introduction to Analog and Digital Communications** - 2ª edição.