

# **Prática 4 - Fundamentos de Comunicação**

**Ibsiany Dias Godinho<sup>1</sup>, Deborah Caroline Rodrigues Oliveira<sup>2</sup>, Vinicius Assis e Silva<sup>3</sup>, Vinicius Galvão<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)  
Caixa Postal 140 – 35.931-088 – João Monlevade – MG – Brazil

## **1. Relatório 4: PRÁTICA VII MODULAÇÃO EM ÂNGULO**

### **1.1. Introdução**

A modulação em ângulo é uma técnica de comunicação fundamental que se baseia na variação da fase ou da frequência de uma onda portadora para transmitir informações. As duas principais formas de modulação em ângulo são a Modulação em Frequência (FM - Frequency Modulation) e a Modulação em Fase (PM - Phase Modulation). A modulação FM é amplamente utilizada em radiodifusão sonora e sistemas de comunicação sem fio devido à sua resistência a interferências e ruídos, enquanto a modulação PM tem aplicações específicas em comunicações digitais e sistemas de radar.

A prática teve como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula sobre modulação em ângulo. Para isso, foram realizados experimentos utilizando equipamentos de laboratório, como geradores de sinais e osciloscópios, para a geração e análise de sinais modulados em frequência e fase. Durante o experimento, foram observadas as variações dos sinais no domínio do tempo e da frequência, permitindo a visualização dos efeitos da modulação no espectro do sinal.

Além disso, a prática possibilitou o cálculo do índice de modulação e a comparação entre modulação em faixa estreita e modulação em faixa larga. Também foram analisados os impactos da modulação em diferentes tipos de portadoras, como ondas senoidais e quadradas. Com isso, foi possível reforçar a compreensão sobre como a modulação em ângulo pode ser utilizada para melhorar a eficiência e a qualidade da transmissão de sinais em sistemas de comunicação.

### **1.2. Materiais e Métodos**

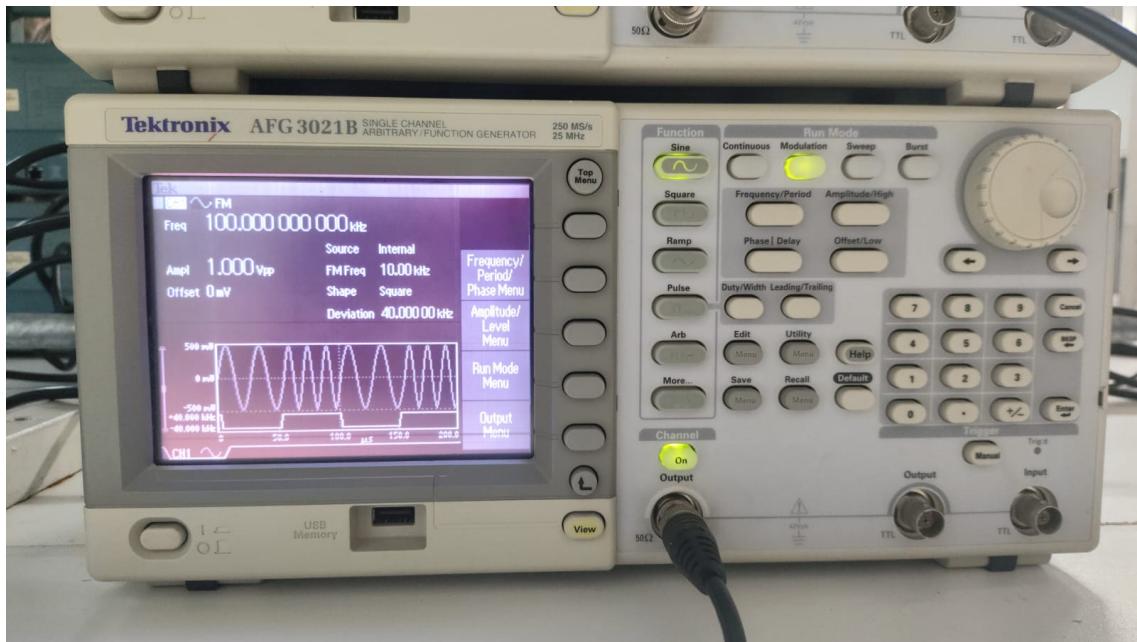
Para realizar a prática, foram utilizados um osciloscópio digital, um gerador de sinais e cabos de conexão. O experimento foi conduzido seguindo a configuração proposta no roteiro da atividade. O gerador de sinais foi ajustado para produzir uma portadora senoidal com amplitude de 1Vpp e frequência de 1 MHz. O sinal modulante foi ajustado para variar o desvio de frequência e fase conforme necessário para os testes.

O osciloscópio foi utilizado para medir e registrar as formas de onda resultantes no domínio do tempo e da frequência. A análise espectral foi realizada para identificar as componentes de frequência presentes no sinal modulado. Além disso, foi analisado o índice de modulação e comparados os resultados práticos com os valores teóricos esperados.

#### **1.2.1. Material necessário**

- Gerador de sinais

- Osciloscópio digital
- Cabos de conexão



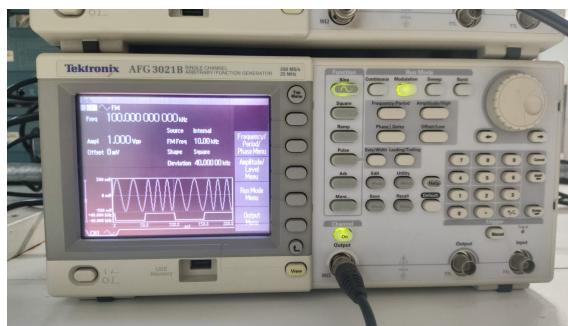
**Figura 1.** Osciloscópio digital utilizado na prática.

### 1.3. Desenvolvimento

A prática consistiu na realização de experimentos com modulação em frequência (FM) e modulação em fase (PM), utilizando um gerador de sinais para gerar as ondas portadora e modulante. O osciloscópio digital foi utilizado para visualizar as variações nos sinais modulados, analisando o comportamento das frequências e amplitudes das ondas geradas.

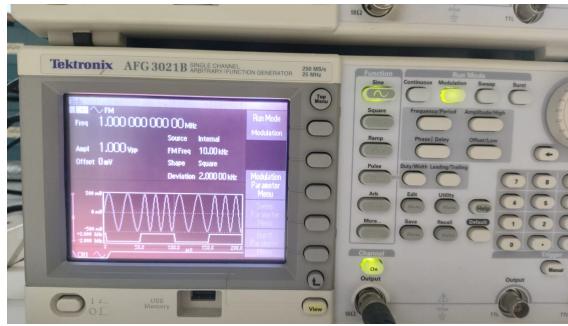
Foram realizados os seguintes passos:

1. Ajuste do gerador de função para geração de sinais modulantes e portadora.



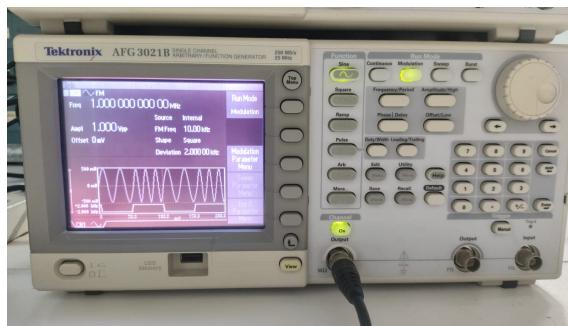
**Figura 2.** Configuração inicial do gerador de sinais para a modulação FM.

2. Configuração da modulação FM e medição das frequências instantâneas.



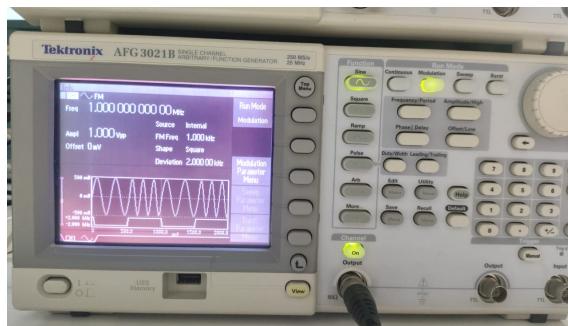
**Figura 3. Ajuste da modulação FM no gerador de sinais.**

### 3. Cálculo do índice de modulação e comparação dos resultados.



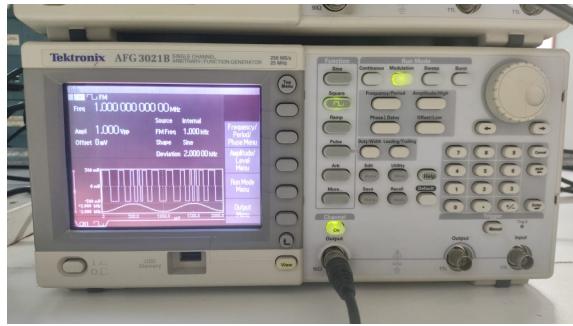
**Figura 4. Medição do índice de modulação utilizando o osciloscópio.**

### 4. Expansão do range de análise para observar os efeitos da modulação.



**Figura 5. Visualização do espectro do sinal FM com range expandido.**

### 5. Injeção de sinais externos e análise das diferenças entre os espectros de frequência.



**Figura 6. Injeção de um sinal modulante externo na entrada do gerador de sinais.**

#### 6. Configuração e medição da modulação em fase (PM).



**Figura 7. Configuração do gerador de sinais para a modulação em fase (PM).**

### 1.4. Resultados

Durante a realização da prática, foram observadas variações no espectro dos sinais modulados, confirmando a teoria sobre o comportamento da modulação em ângulo. As medições realizadas mostraram que o espectro do sinal FM apresenta múltiplas componentes de frequência devido à variação instantânea da frequência da portadora, enquanto a modulação PM altera a fase do sinal de acordo com o modulante.

#### 1.4.1. Questões para o relatório

1. Monte um modulador FM em faixa estreita considerando:
  - Portadora senoidal de 2V e 100 kHz.
  - Sinal modulante de 1V e 5 kHz.
2. Gere o gráfico do sinal modulado no tempo e em frequência, destacando as raias laterais.
3. Calcule a constante do circuito modulador.
4. Compare o circuito simulado com os resultados obtidos no laboratório.

Os resultados obtidos foram coerentes com as expectativas teóricas e demonstraram na prática como a modulação FM e PM alteram a transmissão dos sinais.

**2. Relatório VIII:**

**2.1. Introdução**

**2.2. Diagrama**

**2.3. Materiais e Métodos**

**2.3.1. Materiais Utilizados**

**2.3.2. Métodos**

**3. Resultados**

**3.1. Questões para o relatório**