

## Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

---

# Aplicação em Python para princípio de estudo em modulação

Leonardo Guimarães Aleixo<sup>1</sup>

Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará

## 1 Introdução

O estudo aplicado para modulações de sinais é descrito em vários modelos matemáticos [2], o que permite aperfeiçoar dispositivos eletrônicos utilizados para transmitir conjuntos de informações, contendo voz e dados. Este trabalho buscou elaborar processo básico em modulação e demodulação de sinal, sem considerar o adição do sinal modulado em um sinal portador, tendo assim como princípio em estudo de processamento de sinais, e buscar também demonstrar por meio de linguagem de programação Python<sup>®1</sup>, pequena aplicação que utiliza modelo matemático básico de modulação em amplitude de sinal com banda lateral dupla (AM / DSB-SC) utilizando método de *detecção síncrona* ou *detecção coerente*, conforme [1]. O modelo utilizado pode ser visto na equação (1), e temos na equação (2) e na equação (3) o adição do sinal de impulsos para dentro de um sinal portador de transmissão. Logo, e utilizando a estrutura de sintaxe da linguagem de programação Python, foi escrito o script intitulado *modula.py* listado logo abaixo, onde é inserido um vetor de amostras de impulso de sinal e um vetor de tempo das amostras utilizadas, para que o script aplique esse dois vetores em conjunto e sincronizados. No entanto, devem-se obedecer as seguintes regras de aplicação de parâmetros, onde  $m(t)$  é a mensagem original com  $B$  representando a largura de banda do sinal modulado  $m(t)$ , para  $w_c = 2\pi f_c t$  onde  $f_c = 300$  hertz é a frequência constante da portadora, o ângulo de fase da portadora  $\phi_c$  também é constante, e seguindo a relação  $\left[\frac{f_c}{B} \gg 1\right]$ , para evitar sobreposição dos espectros modulados. Logo abaixo e após o script em Python é visualizado pequeno diagrama em Figura 1 para a modulação e demodulação que a aplicação Python executa. Então por meio deste é demonstrado base de um sistema de telecomunicações.

Modelo de amostra de um sinal modulado.

$$M(t) = m(t)\cos(w_c t) \quad (1)$$

Adicionando sinal da portadora.

$$e(t) = M(t)m(t)\cos(w_c t) \quad (2)$$

---

<sup>1</sup>megasyber@bol.com.br

<sup>1</sup><https://www.python.org>

$$e(t) = \frac{1}{2} [m(t) + m(t)\cos(2w_c t)] \tag{3}$$

: modula.py

```

1 import math
  sinal = [5,4,3,2,2,3,6,7,8,9,1]; # vetor de dados amostrados
  tempo = [0,1,3,7,9,10,12,14,23,67,89];# vetor indicador de tempo para cada amostra
  modula = [ ];demodula = [ ];g = [ ]; # lista definidas para dados de modulação e demodulação
5 frequencia=float(((300*math.pi)/180)) #frequência de modulação , em radianos
  n = 0
  for n in range(len(tempo)):
    modula.append(sinal[n]*(math.cos(2*math.pi*frequencia*tempo[n]))); # modulação
9    g.append(math.cos(2*math.pi*frequencia*tempo[n]));
    demodula.append(float(2*modula[n]*g[n]/(1+(math.cos(4*math.pi*frequencia*tempo[n]))))); # demodulação

  print " "
13 print "Sinal Original..."
  print(sinal)
  print " "
  print "Sinal modulado..."
17 print(modula)
  print " "
  print "Sinal recuperado..."
  print(demodula)
21 print " "
  modula = [ ];demodula = [ ];g = [ ];

```

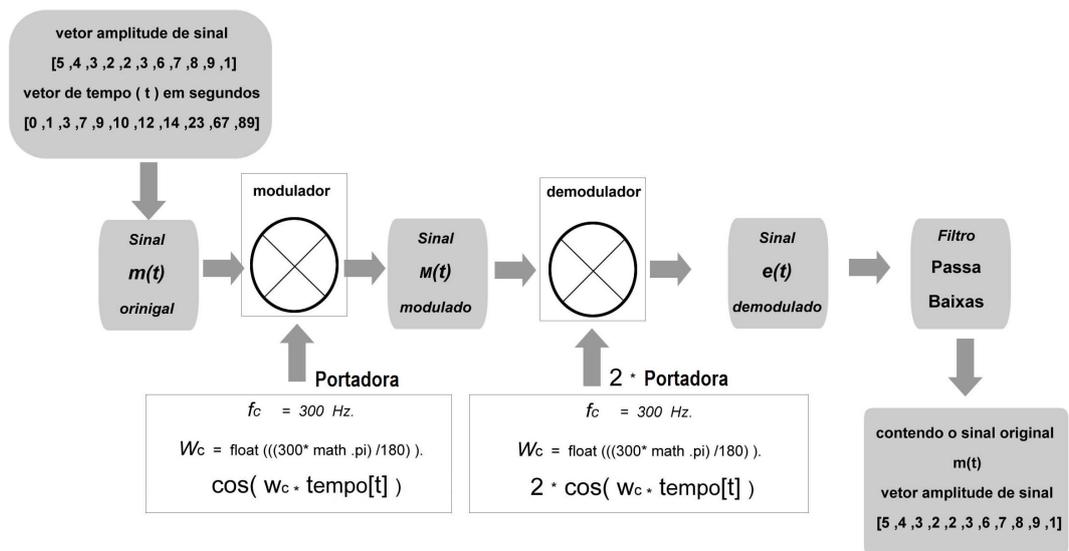


Figura 1 – Diagrama de modulação e demodulação.

## Referências

- [1] B. Lathi, *Sistemas de Comunicações Analógicos e Digitais Modernos*. LTC 4.Ed., Brazil, 2012.
- [2] T. S. Rappaport, *Comunicações sem fio Principios e praticas*. Pearson Prentice 2.Ed., Brazil, 2009.