

## Lab. 10 - Sinal Chirp (Sweep Signal)

---

Um sinal *chirp* é um sinal cuja frequência aumenta ou diminui com o tempo. Uma variação linear na frequência é definida como:

$$f(t) = f_0 + k t$$

$$f_0 = \text{frequência inicial}$$

$$f_1 = \text{frequência no instante } t_1$$

Para que a frequência seja  $f_1$  no instante de tempo  $t_1$ , a constante  $k$  da equação precisa ser calculada como:

$$k = \frac{f_1 - f_0}{t_1}$$

Considerando então um sinal chirp cosenoidal, temos que a fase está relacionada com a frequência da seguinte forma:

$$\phi(t) = 2\pi \int_0^t f(\tau) d\tau + \phi_0 \quad \phi_0 = \text{fase inicial}$$

Resolvendo a integral temos:

$$\phi(t) = 2\pi \int_0^t (f_0 + k\tau) d\tau + \phi_0$$

$$\phi(t) = 2\pi \left( f_0 t + \frac{k}{2} t^2 \right) + \phi_0$$

Portanto o sinal *chirp* com variação LINEAR da frequência é dado por:

$$x(t) = \cos(\phi(t)) = \cos\left(2\pi f_0 t + 2\pi \frac{k}{2} t^2 + \phi_0\right)$$

1) Considerando frequência inicial  $f_0 = 0$  Hz no instante  $t_0 = 0$  s,  $f_1 = 100$  Hz no instante  $t_1 = 2$  s e fase inicial  $\phi_0 = 0$ , trace o gráfico de  $x(t)$  no intervalo  $0 \leq t \leq 2$ .

2) Traçar o gráfico do sinal  $x(t)$  usando o comando **chirp** do Matlab:

$$\mathbf{y} = \text{chirp}(\mathbf{t}, \mathbf{f0}, \mathbf{t1}, \mathbf{f1}, \text{'linear'})$$

3) Traçar o gráfico do espectro do sinal  $x(t)$  (resposta em módulo e fase) usando a FFT, com escala de frequência em hertz. Considerar uma frequência de amostragem  $F_s = 1\text{kHz}$ .

4) Traçar o gráfico do espectrograma do sinal  $x(t)$  usando o comando abaixo e assumindo **window=128**, **noverlap=120**, **nfft=128** e frequência de amostragem  $F_s = 1\text{kHz}$ .

$$\text{spectrogram}(\mathbf{x}, \text{window}, \text{noverlap}, \text{nfft}, \mathbf{Fs})$$