

---

**Motivação e Objectivos:**

- Análise de sistemas no domínio do tempo e da frequência
  - Implementação de sistemas usando o Python.
  - Aplicação dos conhecimentos para processamento de sinais de acelerómetros.
- 

**I. Análise Sistemas IIR**

1. Considere os sistemas definidos pelas equações às diferenças:

$$y_1[n] = x[n] - 0.8y_1[n - c],$$

$$y_2[n] = x[n] - ry_2[n - c],$$

Considere as situações onde  $c=1$  ou  $c=2$  e  $r=0.9$  ou  $r=0.1$ .

- a) Represente a resposta em frequência dos sistemas usando a função `y=scipy.signal.freqz(b,a)`, onde o vector  $a$  e  $b$  representam os ganhos associados a cada ramo do digrama de blocos que implementa o sistema. Qual a influência do valor de  $b$  no sistema 2?
- b) Qual o tipo de filtragem realizada por cada um destes filtros? (passa-baixo, pass-alto, passa-banda, outro)
- c) Qual a saída de cada um destes sistemas quando  $x[n] = 10 + 2\cos(\frac{\pi}{6}n) + 10\cos(\frac{\pi}{3}n)$ ? Realize este cálculo teoricamente e verifique o resultado usando o python usando a função `y=scipy.signal.lfilter(b,a,x)`.

**II. Desenho de Filtros**

2. Pretende-se desenhar filtros com especificações conhecidas usando o python. Para tal utilize a função `y=scipy.signal.firwin(numtaps, cutoff,pass_zero=True)`, onde `numtaps` defina a ordem do filtro, `cutoff` é uma lista que define a(s) frequência(s) de corte e `pass_zero` uma variável booleana (`True` para passa baixo e `False` para passa alto e passa banda). Verifique que outros parâmetros esta função permite definir. Determine:
- a) Filtro passa-baixo com frequência de corte  $\omega_c = \frac{\pi}{3}$ .
  - b) Filtro passa-alto com frequência de corte  $\omega_c = \frac{\pi}{3}$ .
  - c) Filtro passa-banda com frequências de corte  $\omega_{c1} = \frac{\pi}{4}$  e  $\omega_{c2} = \frac{\pi}{3}$ .
  - d) Verifique o impacto da ordem do filtro e do tipo de janela usado (parametro `window`, que por defeito está afectada por 'hamming'),

**III. Aplicação usando sinais de acelerómetros de smartphones**

3. Os smartphones da actualidade têm uma série de sensores que permitem monitorizar as actividades do dia-a-dia. O acelerómetro permite monitorizar acelerações lineares que podem por exemplo ser usadas para caracterizar o número de passos do utilizador. Pretende-se que seja implementado um algoritmo que calcule o número de passos com base no sinal de acelerometria. São fornecidos sinais adquiridos usando uma das muitas aplicações disponíveis para Android (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lul.accelerometer>), mas sugere-se que adquiram mais sinais para provarem que o algoritmos implementado é robusto.
- a) Descreva o algoritmo usado.
  - b) Demonstre experimentalmente resultados da sua aplicação (com sinais correspondentes à actividade "andar", "correr", "escadas", etc).