FILTRO PASSA-BAIXAS POR AMOSTRAGEM EM FREQUÊNCIA

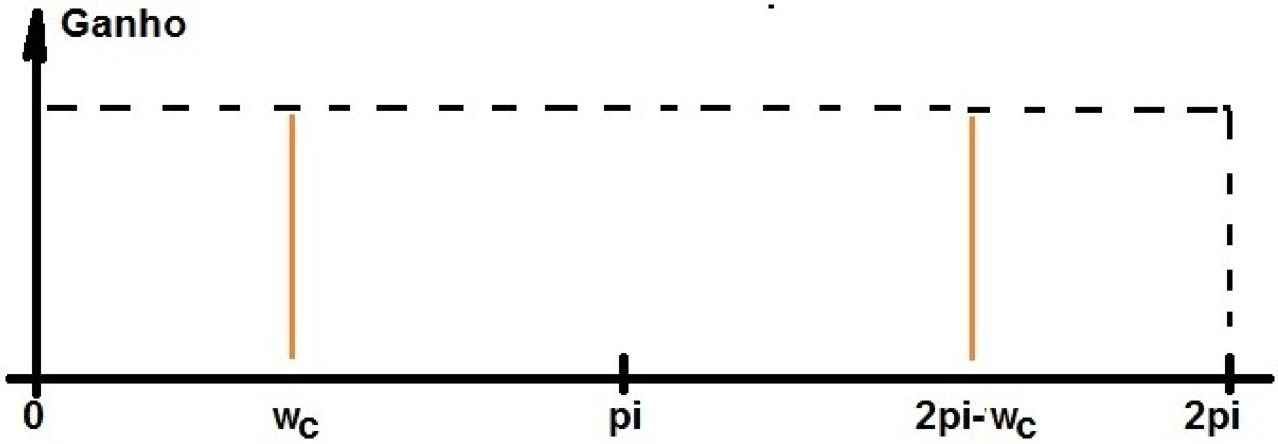
ROTEIRO:

1) Partindo de um filtro (FPB) ideal, definir uma frequência de corte f_c[Hz]

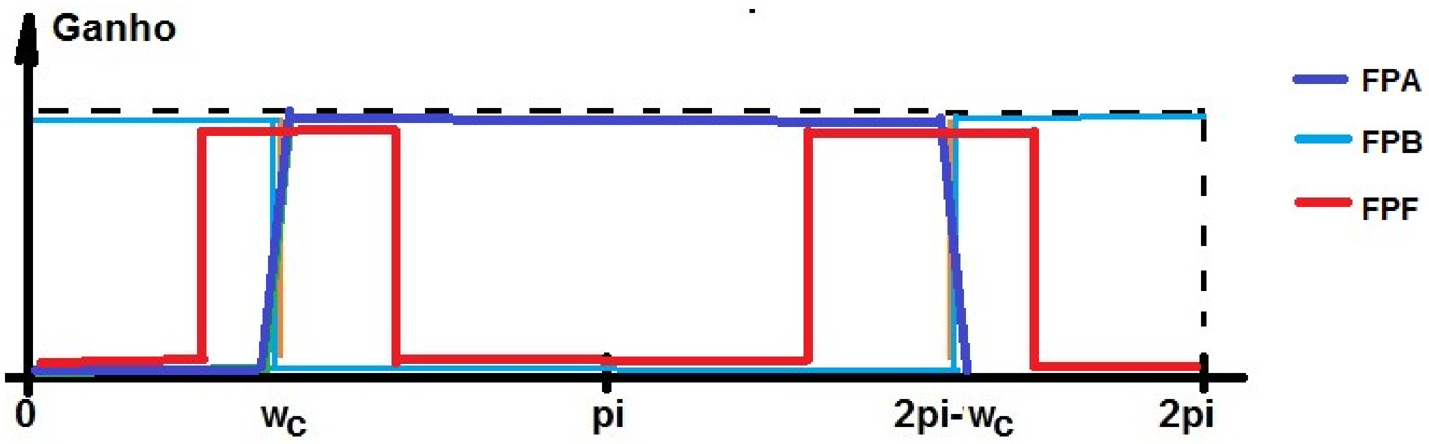
2) Defina uma frequência de amostragem f_a (p.ex: f_a =32 Hz)

3) A partir de (1) e (2) encontre a frequência de corte normalizada, w_c= 2*pi*f_c/f_a[rd]

4) De acordo com Fourier para sinais discretos, sua transformada tem o espectro bilateral, como mostrado abaixo:



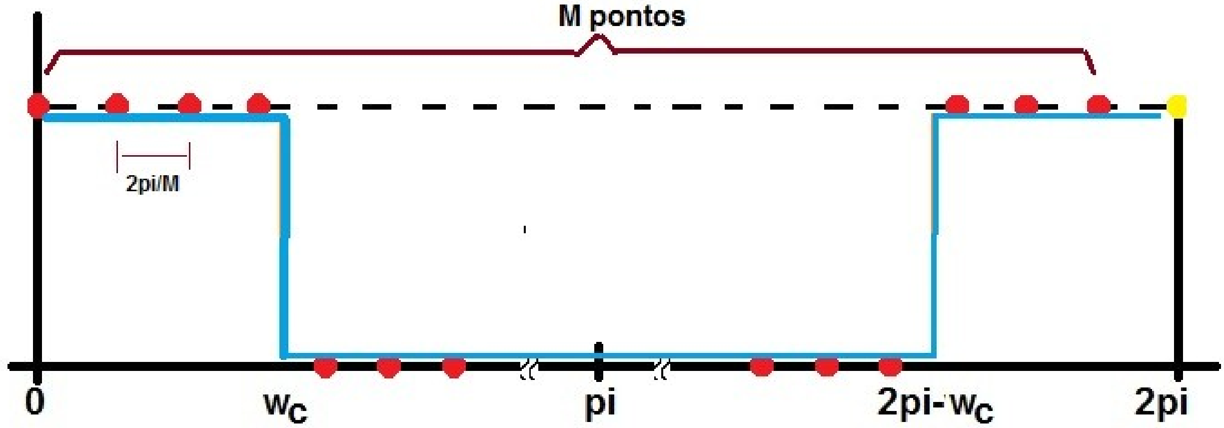
5) Ao longo do eixo e ^{jw}, com 0<w<2pi, a figura a seguir ilustra três filtros básicos ideais



6) Tomando como exemplo um FPB (linha <u>azul clara</u>) , define-se um número de pontos M (comprimento do filtro) pelo qual os 2*pi radianos da circunferência serão divididos.

7) Definir um vetor auxiliar aux= 0, 1, 2, ….., (M-1).

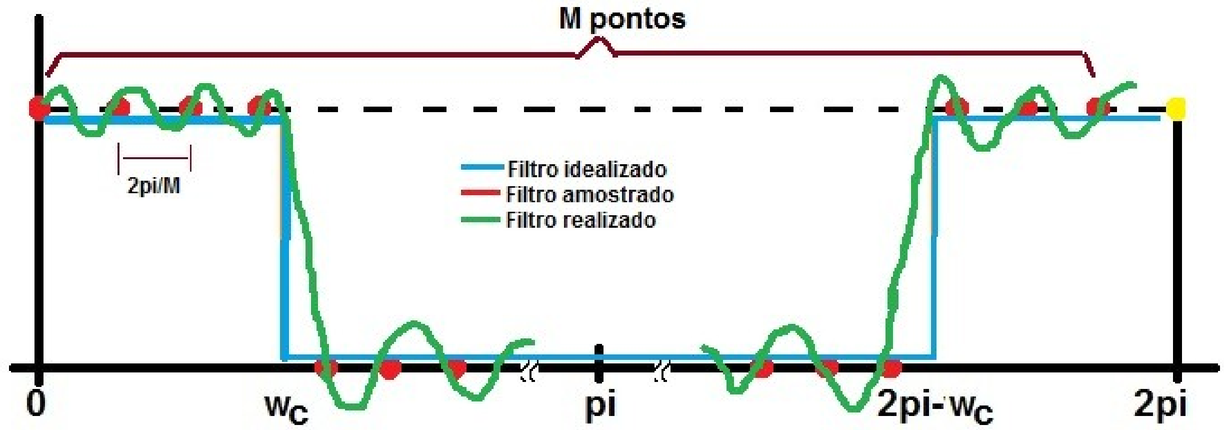
8) Os vários pontos definidos em (7) representarão diferentes frequências (discretas) amostradas que correspondem aos pontos em vermelho.



9) Desta forma o que se tem como dados de entrada são pontos amostrados em frequência para o filtro desejado. Estão representados como pontos em vermelho.

10) Depois de calculada a IDFT dos pontos em vermelho, obtem-se a resposta ao impulso **h[n]** do filtro desejado.

11) Como se poderá perceber, a DTFT do filtro h(n) – obtido em (10), representado na cor verde na figura abaixo, é uma interpolação dos pontos em vermelho que eram os dados iniciais do problema:



SCRIPT:

- Antes de tudo, definam-se o valor de:
  M [pontos] = comprimento do filtro = ordem+1 do filtro;
  w_c [rd] = frequência de corte normalizada do filtro FPB.
- Sugestão: M = 15;
  Frequencia de Amostragem:

- Vetor auxiliar
- aux=[0:(***M***-1)];

- Encontra todos os angulos - cada um correspondente a uma diferente frequência normalizada - em radianos, dentro da circunferência.
- w=2*pi/***M****aux;

- Tomou-se Módulo de H = 1 se ***w<=wc*** ou se ***w>= (2.pi-wc)***
- ModuloH=(w<=***wc*** | w>=(2*pi-***wc***));

- Supondo o filtro FIR tipo I, com M impar, a fase de H em função de w é:
- faseH=(***M***-1)/2*w;
-
- H é a combinação de seu módulo e ângulo
- H=ModuloH.*exp(-j*faseH);

- Cálculo da IDFT de H
- h=real(ifft(H));

- stem(h);

De posse de ***h***, basta convoluir o sinal de entrada com h, resultando no sinal de saída filtrado conforme as especificações.

No entanto, como o filtro se comportaria para um w entre dois pontos vermelhos ?
- Os pontos em vermelho - X[k] correspondem à DFT do h[n] obtido.
- Para se saber o comportamento do filtro entre dois X[k], ou seja, entre 2 pontos vermelhos no gráfico, deve-se calcular a DTFT de h[n]. O gráfico obtido corresponde à linha em verde.
  - Define-se w_refinado=0: 0.01 : 2*pi;
  - Pelo uso da função resp_freq = freqz(h,1,w_refinado);
  - Pode-se plotar usando plot(w_refinado,resp_freq);

Roteiro:

1. Para o sinal de entrada x(t), adotar a soma das componentes:

   x(t) = 3.sin(2.pi.5.t)+5.sin(2.pi.12.t)+2sin.(2.pi.14.t)

   Ou seja, há componentes de 5, 12 e 14 Hz

2. Adote uma taxa de amostragem de 64Hz

3. Encontre a função de x[n] para o sinal amostrado.

4. Adote o comprimento **M** do filtro em 15 (de 14ª ordem) e frequência de amostragem em 8 Hz.

Resultados:

5. Encontre a resposta ao impulso do filtro h[n]

6. Obtenha y[n] e mostre o gráfico do espectro de x[n] e y[n] (pode usar o mesmo gráfico para todas as raias)

7. Encontre a resposta em frequência do FPB dado por h[n] através de sua DTFT.

8. Qual o ganho teórico para a componente de 12Hz depois do filtro ?

9. Qual o valor obtido da componente de 12Hz ?

10. Como você faria para obter o filtro passa altas do mesmo sistema, ou seja, para obter um sistema que eliminasse a componente de 5Hz de x[n] ?