~~**1. Descreva o processo da convolução circular e o que se deve fazer para que o resultado da convolução circular seja igual ao da convolução linear.** Convolução Circular: A saída de um sistema pode ser encontrada pela convolução entre o sinal de entrada e a resposta impulsional do sistema. Utilizando a Transformada de Fourier a convolução e convertida em multiplicação e os valores de saída y (n) sitio calculados pela transformada inversa de Fourier de y(e^jw). Para que o resultado da convolução circular seja igual ao da convolução linear, o número de pontos utilizados no cálculo das DFTs for igual ou superior a soma dos comprimentos das duas sequências menos um: Ny >= Nx + Nh 1. Se x (n) e h (n) forem sequências com duração finita de Nx e NH pontos respectiva//, a convolução de x(n) com h(n) tem duração Ny = Nx + Nh - 1~~

√ **Descreva ~~o~~ processo que leva ao aparecimento de "aliasing" no domínio dos tempos quando é utilizada a DFT.** Para que haja aparecimento de aliasing no domínio dos tempos é necessário que a DTF seja calculada num número suficiente/ grande de pontos para evitar os efeitos do aliasing no tempo, ou seja, para evitar ~~o aliasing no tempo~~, H(e^jw), deve ser mostrada em pelo menos tantos pontos quantos os elementos de h(n), isto e, N >= M. Para simplificar, a DTF pode ser obtida directamente da Transformada de Fourier do sinal h(n) com duração de N amostras: H (e^jw) = SUM(0->n) e^-jwn

No projecto de filtros digitais do tipo IIR descreva o método da invariância da resposta impulsional. Porque motivo este método não pode ser utilizado para a projecção de filtros do tipo passa-alto? Projecto de filtros digitais do tipo IIR: As técnicas para projecto de filtros digitais do tipo **IIR** (infinite impulse response) são extensões das técnicas usadas para o projecto de filtros analógicos. *O filtro* digital é obtido por transformação do filtro analógico utilizando um dos seguintes métodos: invariância da resposta impulsional; Transformação bilinear. Método da invariância da resposta impulsional: A resposta impulsional do filtro discreto é igual à amostragem da resposta impulsional dum filtro analógico, ou seja: h(nTs) = **hA**(t) I t = nTs. Em que Ts e o período de amostragem e **hA** (t) *é* a resposta impulsional do filtro analógico. A resposta em frequência do filtro discreto é obtida a partir da resposta em frequência do filtro analógico: H(e^jw)=SUM HA(j(w+2nk))/Ts. Se a resposta em frequência do filtro analógico for de banda limitada e a frequência de amostragem for superior a duas vezes a mínima frequência da resposta em frequência do filtro, não haverá aliasing no filtro digital. Se HA (jR) tender para zero quando R tende para infinito (caso dos filtros passa-baixo e passa-banda) o erro de aliasing diminui se aumentar a frequência de amostragem (1/Ts).

ñ há aliasing $\Rightarrow f_a \geq 2 f_{max}$

√ **Explique detalhadamente como C que a localização dos pólos e dos zeros da função H(*Z*) afecta a função de transferência do sistema, H** (e^jw), **e a resposta impulsional h (n).** H(z) = SUM h(n)z^-n ; H(e^jw)=SUM h(n) e^-jwn; Nós sabemos que os pólos e os zeros da fun980 de H(z) vão afectar o nosso h (n), ou seja, a casualidade e a estabilidade é imposta pela localização dos pólos e zeros da nossa função H (z).Por exemplo: Quando o nosso IZI>a => h(n) = a^n u(n); Quando o nosso |Z|<a => h(n) = -a^n . u (-n -1); Como o nosso H(e^jw) vai depender do h(n), este também vai variar à medida que o h(n) varia.

√ **Considere o filtro digital com função de transferência H (z) = 1 + 0,5 z^-1. Diga justificando se e um filtro do tipo FIR ou IIR.** H(z) = 1 + 0.5/z= (z + 0. 5)/z Como H (z) = y (z) / x(z) => y(z) = H(z)*x(z) = (z+0.5/z)*x (z); y (z)=(z+0,5/z)*x(z) => y (z)=(1 + 0,5z^-1)*x(z) ; y(n)=SUM y(z) z^-n= x(n)+0,5 x(n-1); Como se trata de um sistema não recursivo, dado que só depende de x(n), ou seja, a saída esta em função das entradas, o nosso sistema é FIR.

$$H(z) = 1 + 0{,}5\,z^{-1} = 1 + \frac{0{,}5}{z} = \frac{z+0{,}5}{z}$$

$$H(z) = Y(z)/X(z) \Leftrightarrow \frac{z+0{,}5}{z} = \frac{Y(z)}{X(z)} = X(z)\left(1 + \frac{0{,}5}{z^{-1}}\right)$$

$$y[n] = \sum_{-\infty}^{+\infty} Y(z)\, z^{-n}$$ Sist não recursivo

y[n] só depende de x[n]

FIR.

Explique como poderia calcular a DF'T de um sinal com 2 N amostras utilizando um programa para calcular de comprimento N. Para evitar o aliasing no tempo, H (e^jw), deve ser mostrada em pelo menos tantos pontos quantos os elementos de h(n), isto é, 2 N >= M, para simplificar, a DFT pode ser obtida directamente da Transformada de Fourier do sinal h(n) com duração de 2 N amostras: H(e^jw)=SUMh(n).e^-jw Assim a DFT será: h(k)= H(e^jw) com w=2kpi/2N = SUM h(n)e^(-j2nkpi)/(2N) = SUM h(n) e^(-jknpi/N); para 0<=k<=2N-1

Processo q leva ao aparecimento do aliasing.
Aliasing: É quando se verifica sobreposição entre as extensões periódicas do espectro. - Quando se utiliza DFT é preciso ter cuidado em relação ao num de pontos de amostragem. - Para n>=m h(n) pode ser recuperado de h(-n). Para evitar o aliasing no tempo, H(ejw) deve ser amostrado em pel0 menos tantos pontos quantos elementos de h(n), n>=m.

Descreva o processo q leva o aparecimento de aliasing no domínio dos tempos quando é utilizada a DFT. <u>Ou</u> Que condições devem ser verificadas para evitar o aliasing no domínio dos tempos?
Aliasing é a sobreposição entre extensões periódicas e o espectro. - Aliasing aparece, quando se utiliza DFT, quando não se tem em atenção o número de pontos do sinal que se quer amostrar e se escolhe para a DFT um número inferior de pontos ao tamanho da sequência amostrada. - Para evitar o aliasing o num de pontos da amostragem tem que ser no mínimo igual ao número de pontos do sinal amostrado n>= r n.

Convolução circular
- Sabemos que a saída de um sistema pode ser encontrado pela convolução entre o sinal de entrada e a resposta impulsional do sistema. Utilizando a transformada de fourier a convolução é convertida em multiplicação e os valores de saída y(n) são calculados pela inversa da transformada de fourier (~(ejw)).
- Quando se utiliza este método para dft tem de se ter cuidado pois h e) e x(k) são periódicas de período n e o DFT (inversa) também gera sequencias temporais periódicas. <u>Formulas:</u> Convolução linear: y(n) = x(n) * h(n) = sum(k -inf -> +inf) [h(n).x(n-k)]
Convolução circular: y-(n) = x-(n) @ h-(n) = sum(k=O -> n- 1) [h-(n).r-(n-k)] com 0 <= n <=n
- É possível efectuar a convolução linear utilizando DFTs. Para isso e necessário que o DFT seja calculado num numero suficientemente grande de pontos para evitar o aliasing no tempo.
- Se x(n) e h(n) forem sequencias com duração finitas, nx e nh pontos, a convolução de x(n) com h(n) tem uma duração nq=nr+nh- 1.

Sistemas discretos: Tipo FIR
- Os sistemas FIR foram desenvolvidos especialmente para sistemas digitais, podem ser implementados por 2 métodos: 1 - Implementação da resposta impulsional desejada para o filtro numa estrutura de linhas de atraso. 2 - Estrutura de amostragem na frequência, que implementa o filtro especificando a magnitude da resposta em frequência num n6mero finito de pontos. - Tem resposta impulsional finita, isto 6, h(n) tem um numero finito de elementos não nulos. - Apresenta na equação as diferenças apenas termos em x. - Não recursivo.

Sistemas discretos: Tipo IIR
- Os filtros IIR são uma extensão dos métodos clássicos de cálculo de filtros analógicos. São realizados em 3 fases: **1-** Projecto de um filtro analógico passa-baixo que cumpra as especificações na banda passante **2-** Transformação analógica digital para se obter um filtro digital passa-baixo (uso da transformada de Z). **3** - Transformação em frequências para converter o filtro passa-baixo no modelo de filtro desejado (PA, PB, PB). - Tem resposta impulsional infinita, isto é h(n) tem um numero infinito de elementos não nulos.
- Apresentam na equação das diferenças termos em x e y. - Recursivos.

6. Transformada discreta de fourier

- dft, h(k)-->amostragem de h(e^jw) - sinal h(n) deve ter duração limitada n.
- Transformada de Fourier do sinal amostrado em pelo menos n pontos por período.
- A dft e a sequencia finita de valores da frequência, obtidos pela amostragem de um período da transformada de fourier a amostragem é feita em n pontos igualmente espaçados durante 1 período, *0* <= W <= 2pi
- Quando H(e^jw) e amostrado com um período de amostragem ws=2pi/n, a correspondente sequencia discreta no tempo h(n) tem um período 2pi/ws =n.

7. Problema da ambiguidade da amostragem

- Tem-se que as frequências discretas podem ser descritas como cos(wn) ou sen(wn).
- *O* cos(wn) e o sen(wn) tem período 2pi. Então cos(wn)=cos[(w+2pi.k)n] sem(wn)=sem[...] Logo: Vai existir um número infinito de sinais discretos sinusoidais (múltiplos de 2pi) que tem o mesmo sinal deste outro. A esta característica é que se chama, o problema da ambiguidade da amostragem.