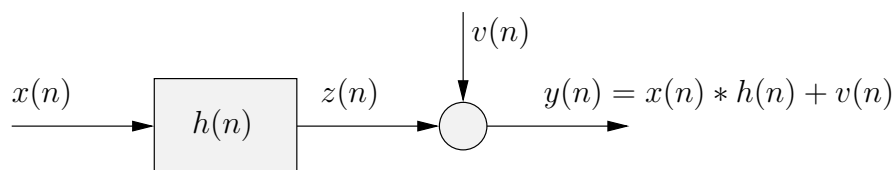
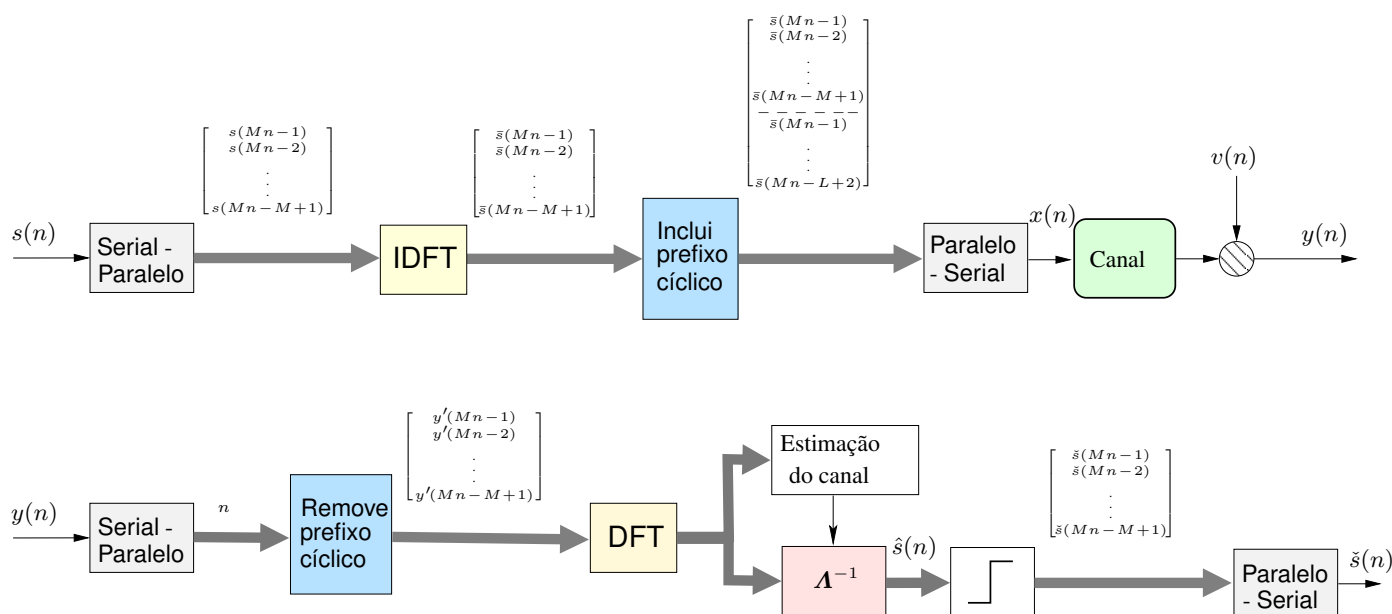


## 2º TRABALHO:

Considere o modelo discreto de canal:



Vimos em sala que este sistema pode ser equalizado, a partir de uma descrição como um sistema de transmissão em blocos de dados, como ilustrado abaixo.



Isto é realizado através do método de *Overlap-and-Save*, com a introdução de um prefixo cíclico, que modifica o modelo do canal, tornando-o inversível. O objetivo deste trabalho, é a simulação do sistema acima em Matlab, e ao mesmo tempo compará-lo com 2 sistemas similares de transmissão digital. Como vimos em aula, para um canal fixo, a estrutura da matriz de convolução é Toeplitz, e pode refletir técnicas de transmissão diferentes. Os seguintes passos devem ser seguidos:

**Parte I (Simulação OFDM)** Aqui você irá simular o sistema de comunicações acima utilizando o Matlab. Para isso você irá criar um canal de comunicação, de forma a reproduzir o efeito de convolução com um sinal de entrada, paralelizado através dos vetores de entrada  $s_n$ .

**(a) Transmissão.** Gere uma longa sequência de variáveis aleatórias  $s(n)$  com potência unitária, i.e.,  $\sigma_x^2 = 1$ . Para simplificar, normalize o canal de comunicação de forma que a relação sinal-ruído seja controlada apenas variando-se a potência do ruído,  $\sigma_v^2$ . Dois casos devem ser considerados: 1) BPSK:  $s(n) \in \{1, -1\}$ , com igual probabilidade de símbolos; 2) QAM-4:  $s(n) \in \{\frac{\sqrt{2}}{2}(\pm 1 \pm j)\}$ , com igual probabilidade de símbolos.

**(b) Canais.** Gere um *ensemble* de 10.000 canais aleatórios  $H(z)$  com mesmo comprimento  $L = 41$ , e transmita os vetores  $s(n)$  de acordo com o sistema OFDM acima. Escolha também um canal fixo, para fazer a transmissão.

**(c) Equalização.** Aqui voce deverá comparar o desempenho da estimação por inversão diagonal no sistema OFDM acima, utilizando os canais gerados no ítem (b). A comparação deve ser realizada por meio de um gráfico *Probabilidade de erro*  $\times$  SNR, onde o erro se refere ao número de símbolos errados no total transmitido.

Redesenhe o diagrama completo de blocos acima utilizando os dispositivos multitaxa vistos em aula, no lugar dos blocos conversores paralelo-serial e serial-paralelo.

**Parte II (Simulação Overlap-and-Add OFDM e de redundância mínima)** O sistema *overlap-and-add OFDM* é obtido através da técnica TZ vista em sala. Neste caso, a transmissão de  $\delta = L - 1$  zeros de redundância resulta num modelo linear cuja matriz de transmissão é dada por

$$\mathbf{H}_o = \begin{bmatrix} h(L-1) & 0 & \cdots & 0 \\ h(L-2) & h(L-1) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ h(0) & \ddots & \ddots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \ddots & \ddots & h(L-1) \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & h(0) \end{bmatrix}$$

1. Repita o procedimento realizado em aula, introduzindo agora um ‘suífixo cíclico’ no bloco de saída do sinal. Considere 2 formas de detecção:

(A) Equalize, invertendo o canal circulante resultante;

(B) Diagonalize o canal de forma análoga ao realizado para o OFDM acima e equalize;

Repita o procedimento de simulação da parte I para os dois casos.

2. Utilize o  $\delta$  mínimo de forma que  $\mathbf{H}_o$  se torne quadrada, e realize a estimação por inversão de  $\mathbf{H}_o$ , de acordo com os mesmos passos da parte I. O objetivo aqui é observar como a estrutura da matriz do modelo linear afeta a estimação correta dos símbolos transmitidos.