

# Segunda Lista de Exercícios Computacionais

Nome: Erick Sunclair Santos Batista

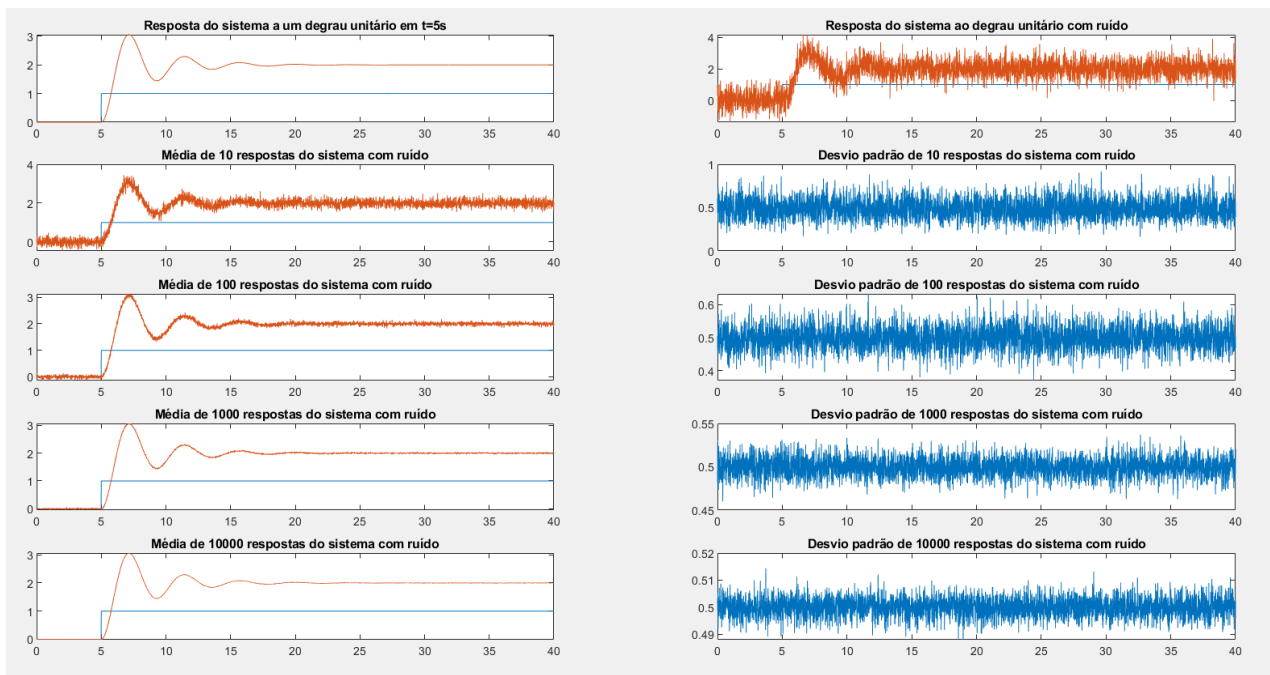
Matrícula: 2020026877

Data: 03/10/2023

Curso: Engenharia de Sistemas

## Exercício 1:

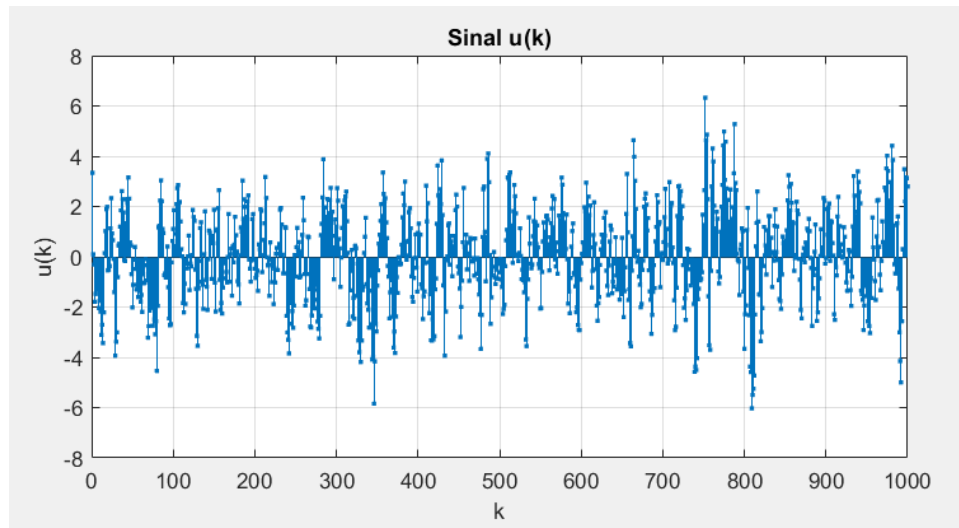
Os resultados obtidos estão na imagem a seguir, sendo o primeiro plot a resposta do sistema ao degrau unitário e o segundo plot esta mesma resposta com a adição do ruído. Nas linhas seguintes temos média e desvio padrão do sinal de resposta original com a aplicação de ruído 10, 100, 1000 e 10000 vezes, como pode ser lido nos títulos dos gráficos.



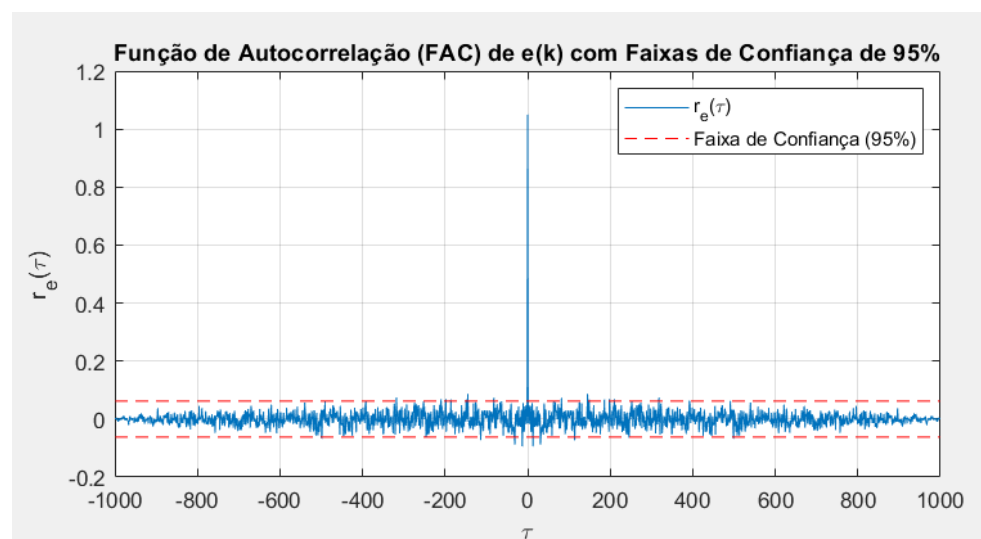
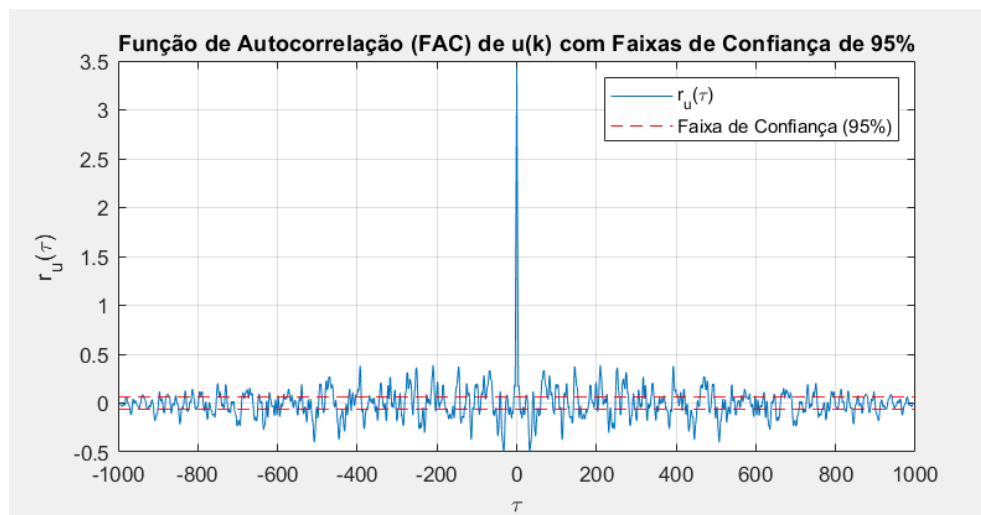
Pode-se concluir que caso um mesmo sinal com um certo ruído seja amostrado várias vezes, podemos extrair a média desses sinais e, quanto mais sinais forem estes, mais perto chegamos do sinal original sem ruídos. Este sinal obtido terá um desvio padrão cada vez menor, ou seja, terá menos oscilações de alta frequência, que teriam sido causadas pelos ruídos. A limitação desse procedimento é que para que ele tenha bons resultados serão necessárias várias amostragens do sinal original afetado pelo ruído em questão, para que a média chegue a um resultado próximo o suficiente do original, já que a média se aproxima mais de um valor intermediário quando tem-se mais observações.

## Exercício 2:

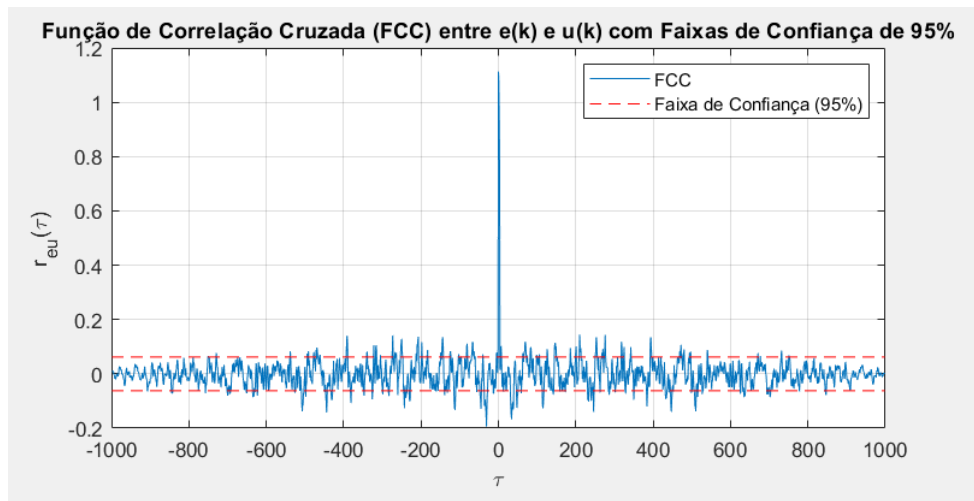
O sinal ruído branco  $u(k)$  pode ser visto na imagem a seguir.



Em seguida foram calculadas as Funções de Autocorrelação (FAC) de  $u(k)$  e de  $e(k)$ , como mostrado nas duas imagens a seguir, para um intervalo de confiança de 95%. Foi usada a função 'xcorr' do matlab.



Por fim, a imagem a seguir mostra a Função de Correlação Cruzada entre  $u(k)$  e  $e(k)$ , ainda com faixa de confiança de 95%.

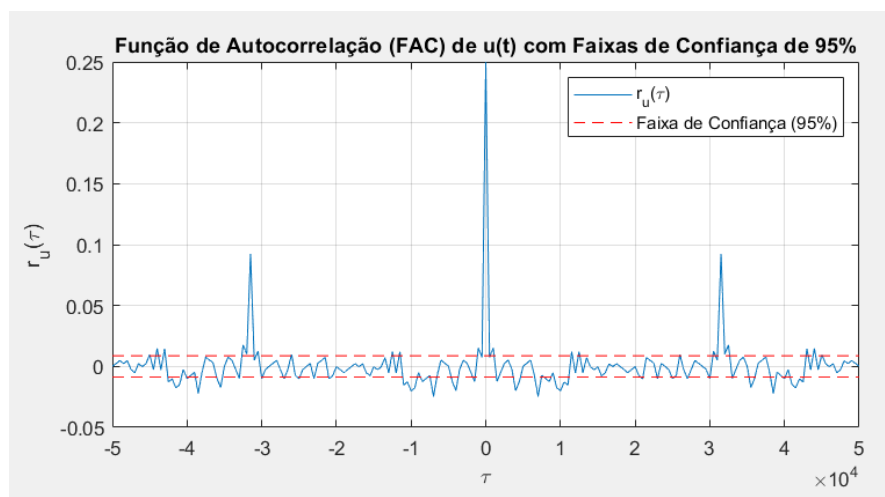


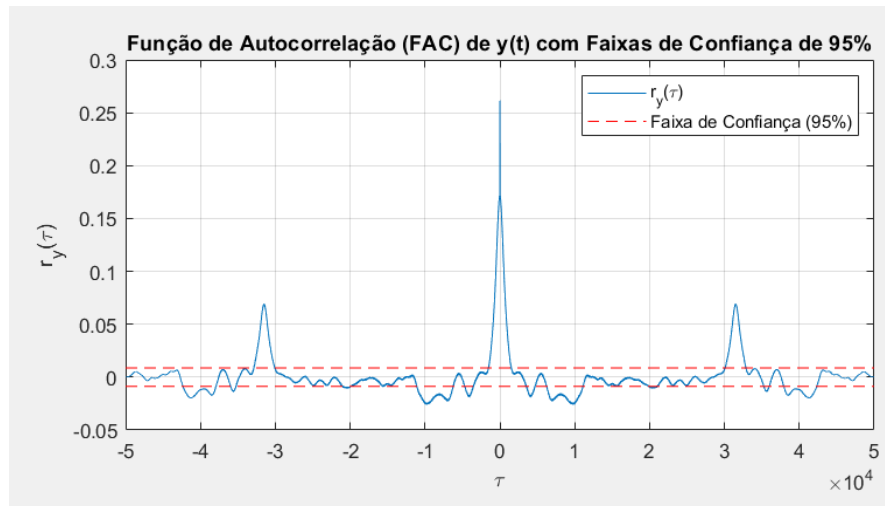
A FAC de  $u(k)$  calculada fornece informações sobre a autocorrelação das amostras de  $u(k)$  em relação a si mesmas em diferentes atrasos ( $\tau$ ). A presença de picos na FAC indica que o sinal possui uma estrutura periódica ou correlações significativas em determinados atrasos. Já para a FAC de  $e(k)$ , como o ruído branco gaussiano é aleatório e não possui estrutura temporal, a FAC deve se assemelhar a um impulso unitário em  $\tau = 0$  e ser aproximadamente zero para todos os outros atrasos.

A FCC entre  $e(k)$  e  $u(k)$  calculada fornece informações sobre como o ruído  $e(k)$  está correlacionado com o sinal  $u(k)$ . Se os dois sinais estiverem relacionados de alguma forma, a FCC mostrará picos em certos atrasos ( $\tau$ ) onde essa relação é mais forte. Os picos na FCC indicam as "assinaturas" do ruído no sinal  $u(k)$  em diferentes atrasos.

### Exercício 3:

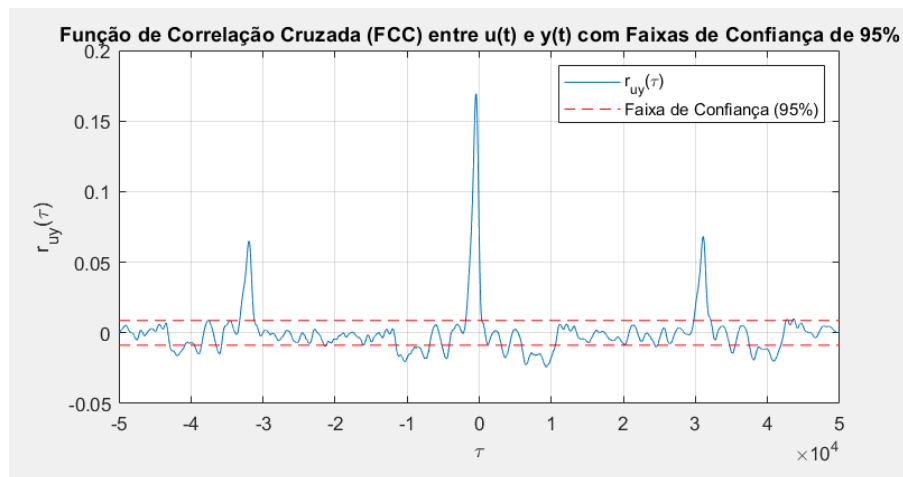
As Funções de Autocorrelação (FAC) de  $u(t)$  (entrada do sistema) e  $y(t)$  (saída do sistema) são mostradas nas imagens a seguir. Foi usada a função 'xcorr' do matlab e um intervalo de confiança de 95%.





Abaixo está a Função de Correlação Cruzada entre  $u(t)$  e  $y(t)$ . O valor do retardo puro de tempo é estimado pelo valor de  $\tau$  que corresponde ao pico máximo da FCC. Ao avaliar o gráfico da FCC descobre-se que o  $\tau$  que corresponde ao pico é de -448 amostras, sendo que o intervalo entre as amostras é de  $t = 0,1$ , então o retardo puro de tempo estimado é de  $t = -44,8$ .

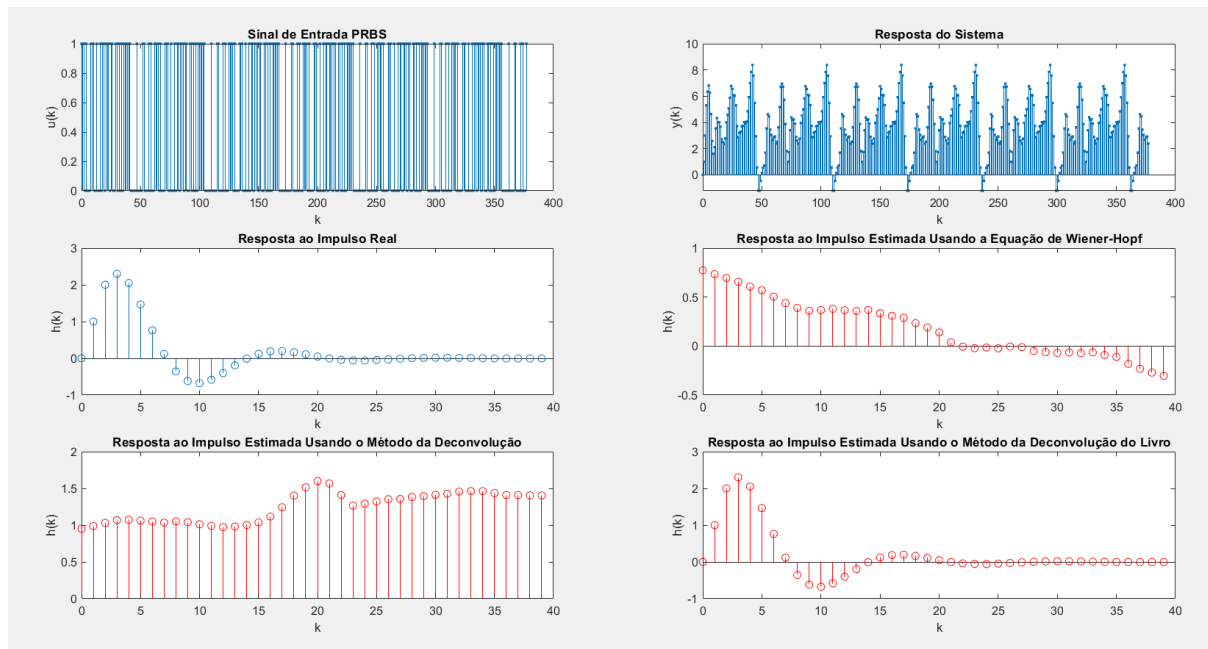
É importante observar que os sinais podem estar sujeitos a ruído, o que pode tornar a identificação do retardo menos precisa. Portanto, é útil usar métodos de estimativa estatística ou ferramentas de análise de dados para identificar o retardo com mais precisão.



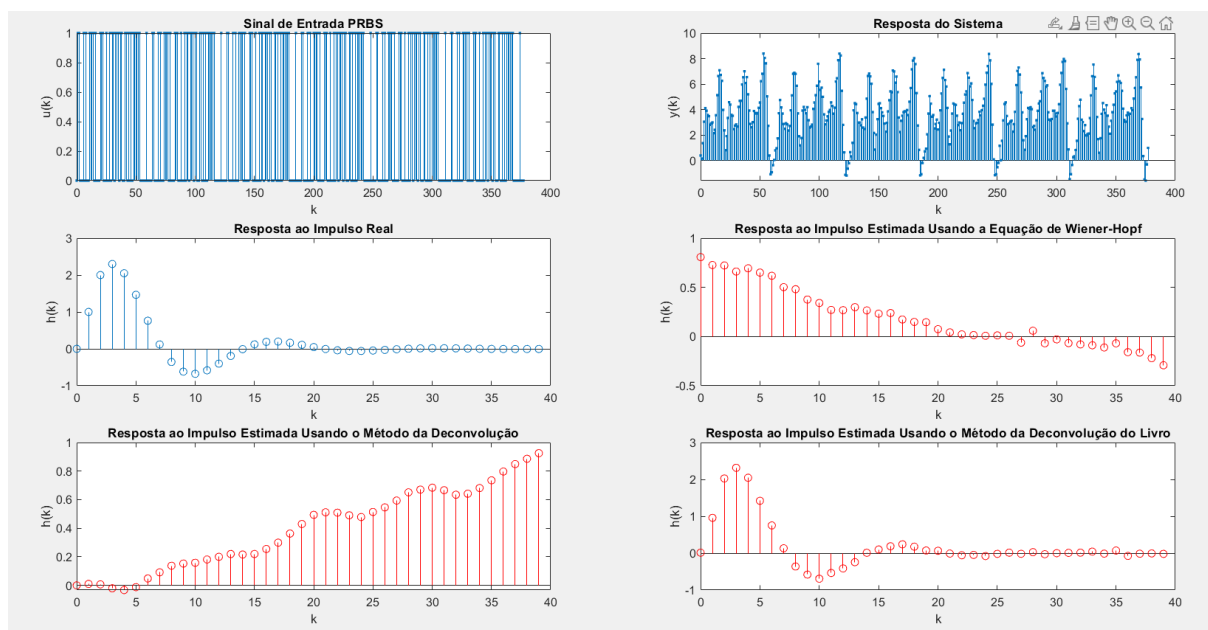
Além disso, se o tempo de acomodação da planta for grande o suficiente é possível que a estimativa do retardo puro de tempo não seja tão precisa já que o tempo de acomodação indica o tempo que o sistema leva para chegar ao seu valor final esperado após uma alteração na entrada, e esse tempo pode influenciar na estimação do retardo puro, fazendo com que seja obtido um resultado que não corresponda ao verdadeiro retardo puro característico do sistema.

#### Exercício 4:

Para o caso em que o 'y' original sem ruídos é considerado, obtemos os gráficos abaixo. A resposta ao impulso real é dada em azul e as estimadas em vermelho. Os resultados das estimações não foram próximas da resposta ao impulso real.



Já para o 'y' com ruído foram obtidos os gráficos a seguir. Novamente os resultados estimados são dados em vermelho e as estimações usando a equação de Wiener-Hopfa e a solução particular do método da deconvolução não foram satisfatórios. No entanto, ao usar o método da deconvolução do livro-texto chegamos a um resultado muito satisfatório, bem próximo da resposta ao impulso real.

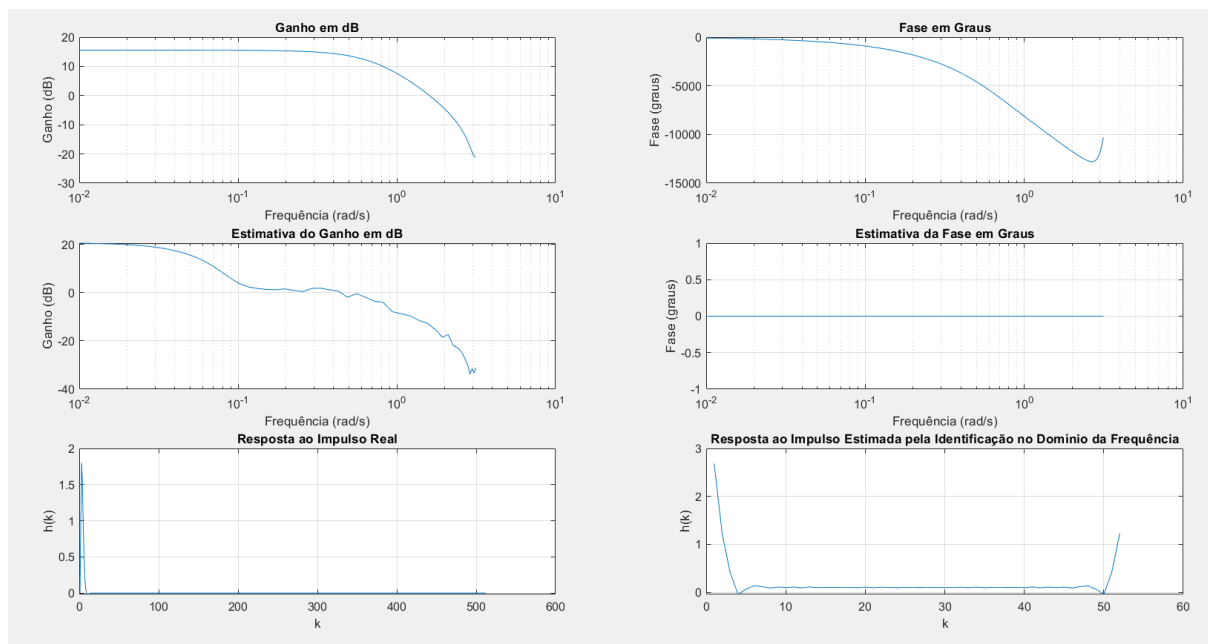


Avaliando as estimações com e sem ruído fica claro que o ruído influencia todos os métodos, mas influencia menos o método do livro-texto, já que este sofre poucas alterações de um caso para outro.

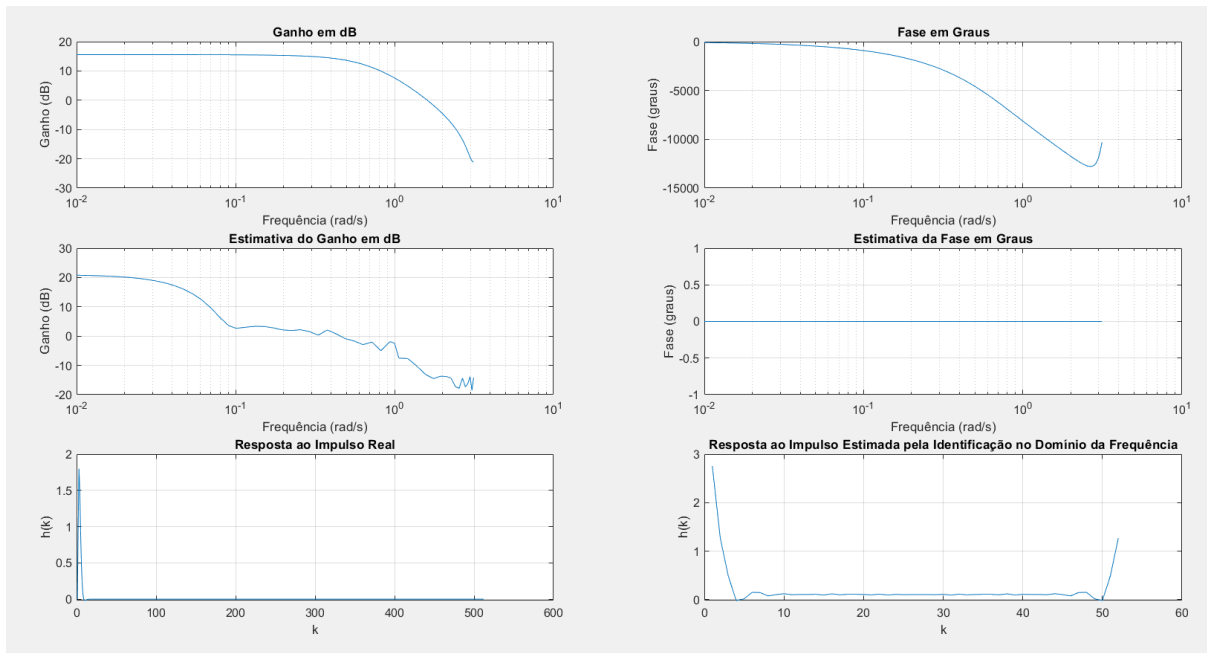
### Exercício 5:

A imagem a seguir mostra as Respostas em Frequência real e estimada para o sinal ' $y(k)$ '. Os resultados são comparáveis com relação ao ganho (magnitude), com algumas diferenças. Já a fase é completamente diferente.

Também foi estimada a Resposta ao Impulso pelo método da Identificação no Domínio da Frequência para comparação com a Resposta ao Impulso real e elas também são comparáveis, porém com algumas diferenças de amplitude.



Em seguida foi adicionado um ruído gaussiano ao sinal de saída ' $y(k)$ ' e foram feitos os mesmos passos novamente. Os resultados foram muito semelhantes ao caso sem ruídos, com certa diferença na amplitude da magnitude da Resposta em Frequência estimada. Isso leva a crer que o método usado para a estimação (a partir das funções de densidade de potência espectral) é pouco sensível a ruídos, ou seja, é bem robusto.



Por fim, foi calculada a Função de Coerência entre ' $u(k)$ ' e ' $y(k)$ ' para o caso em que foi adicionado um ruído a ' $y(k)$ '. Para um limiar de coerência de 0,6, como pode ser visto na imagem abaixo, a banda de frequências em que a estimativa da resposta em frequência pode ser considerada confiável encontrada foi de 1,5608 rad/s (de 0 rad/s até 1,5608 rad/s). Os valores obtidos de frequência foram incomuns já que correspondem às frequências de 0 Hz a 248,41 mHz, valores estes muito pequenos, talvez devido à implementação errônea dos métodos.

