

Tarefa #3

Matheus Brito Faria

PARTE 1

Questão 3.81

1) *Entrada aleatória:* Todas as imagens geradas foram geradas em tempo discreto, porém foram plotadas as retas para melhor visualização. Utilizando a entrada aleatória apresentada na imagem 1 foram geradas as saídas da imagem 2, na última foi adicionado um ruído aleatório com 5% da amplitude do sinal, é possível perceber que o sinal praticamente se mantém o mesmo visto que o ruído é muito baixo.

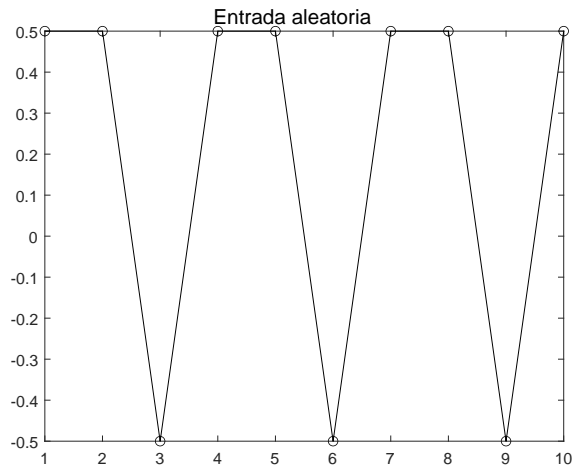


Figura 1. Entrada aleatória usada na questão 3.10.

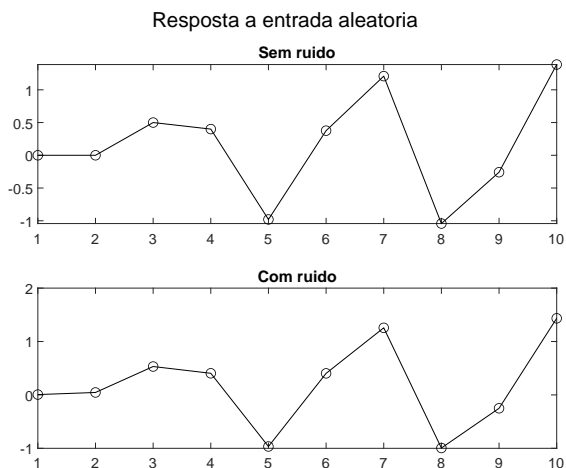


Figura 2. Resposta a entrada aleatória da questão 3.10.

Utilizando os dados de entrada, da resposta a essa entrada mostrados anteriormente e a Eq. 3.38 de [1], foi possível estimar a resposta ao impulso do sistema, como visto na imagem 3. Dessa forma é possível perceber que, mesmo que esse método é muito pouco resistente a ruído, visto que para mesmo para um ruído muito pequeno o erro nos dados medidos é grande.

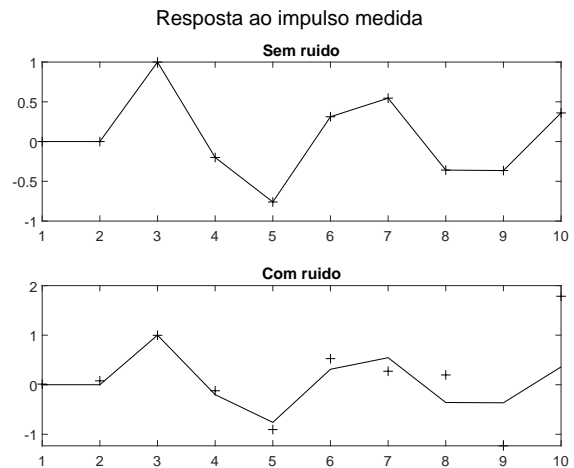


Figura 3. Resposta ao impulso medida da questão 3.10 usando a entrada aleatória.

2) *Entrada impulso:* Fazendo os exatos mesmo procedimentos, porém usando dessa vez usando uma entrada ao impulso para gerar a resposta ao impulso obtemos as mesma conclusões. Num geral esse procedimento é pouco viável para sistemas reais visto que um certo nível de ruído é algo esperado e não é algo simples de ser filtrado na maioria dos casos.

Questão 4.15

Para essa questão foi gerado um sinal PRBS usando seis bits e com T_b igual a um, como pode ser observado na figura 7. Também foi gerado a função de autocorrelação, figura 8, onde é possível observar os valores bem próximos a zero exceto em dois pontos de lag, esse pontos são exatamente as posições onde o sinal começa a se repetir, em 63 e em 126 para a visualização gerada.

Questão 4.16

Nessa questão foi repetido o mesmo procedimento da anterior variando os valores de T_b para analisar seu comportamento. Dessa forma foram gerados quatro sinais com T_b sendo 4, 8, 16 e 32, juntamente de suas respectivas funções

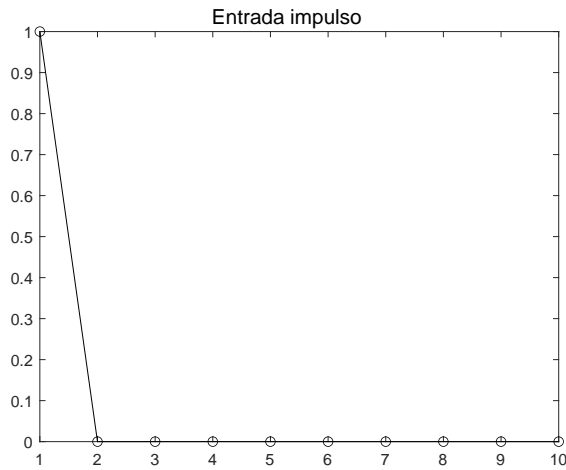


Figura 4. Impulso usado na questão 3.10.

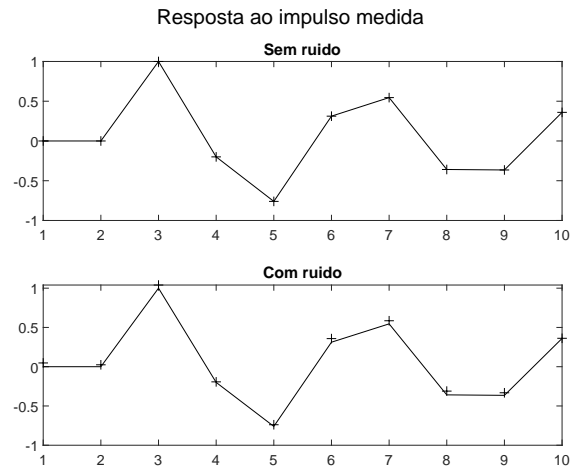


Figura 6. Resposta ao impulso medida da questão 3.10 usando um impulso como entrada.

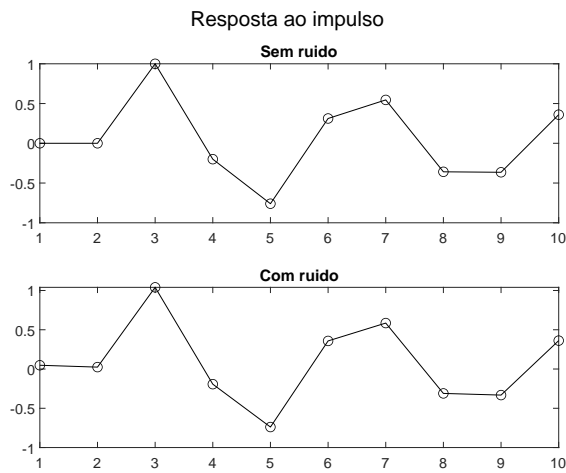


Figura 5. Resposta ao impulso da questão 3.10.

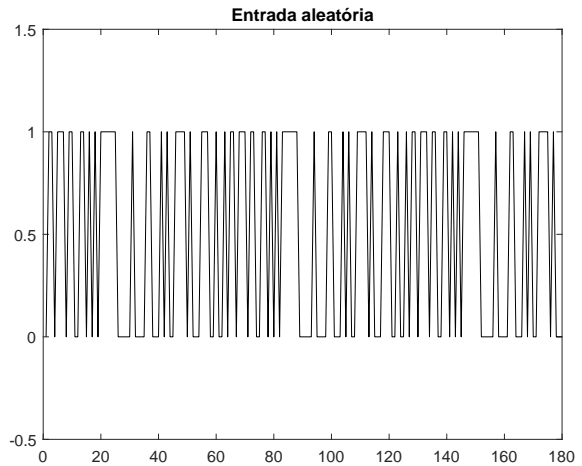


Figura 7. Entrada aleatória da questão 4.15.

de autocorrelação. Os sinais são mostrados nas figuras 9,11,13 e 15 e as funções de autocorrelação nas figuras 10, 12, 14 e 16.

Analisando seus comportamentos é possível observar que quanto maior o valor de T_b mais o sinal se torna monótono, visto que seus valores deixam de variar ao manter o mesmo valor por determinado tempo e as funções de autocorrelação começam ter uma frequência menor, criando também alguns picos de correlação como visto na figura 16. Dessa maneira ao aumentar o valor de T_b o sinal perde gradativamente a aparência aleatória dependendo do número de lags observados.

Questão 4.20

Para essa questão foram gerados sinais PRBS com diferentes valores de T_b e esses sinais foram usados como entrada para o sistema determinado.

Na figura 17 foi usado T_b com o valor de um, nesse caso o sinal foi rápido demais para que o sistema pudesse reagir a

ele, gerando algo semelhante à uma resposta ao degrau, não foi uma escolha interessante visto que não foi possível observar as características do sistema.

Na figura 18 foi usado T_b com o valor de 100, o sinal de saída, nesse caso se iniciou com um resposta ao degrau inicialmente antes de realmente começar a reagir à entrada pseudo aleatória, nesse caso é possível observar algumas características do sistema em uma amplitude não tão favorável.

Na figura 19 foi usado T_b com o valor de 1000, esse caso parece ser a melhor maneira de observar e se identificar o sistema a partir dos dados, visto que o sinal possui tempo suficiente para realizar seu comportamento em diversos pontos de operação tornando sua resposta à entrada mais útil.

Na figura 20 foi usado T_b com o valor de 10000, a entrada nesse caso possui um caráter muito lento para o sistema em questão, apesar de ser possível observar o comportamento do sistema durante os degraus existentes a saída chega a entrar

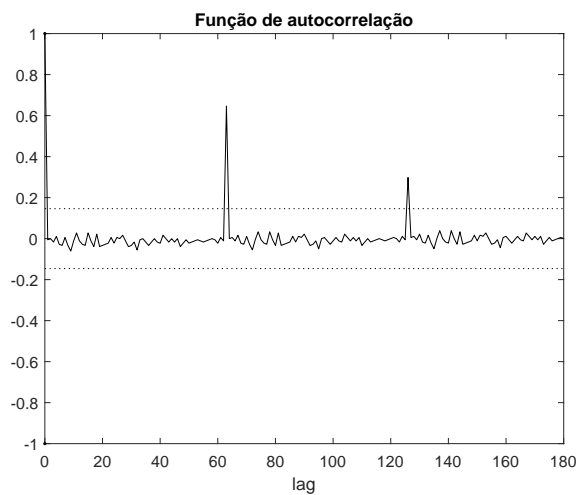
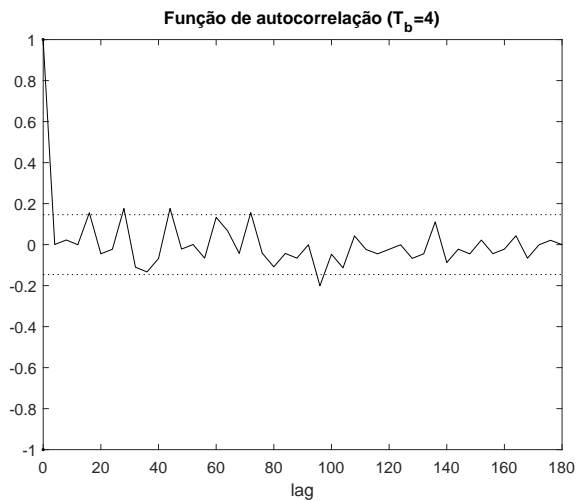
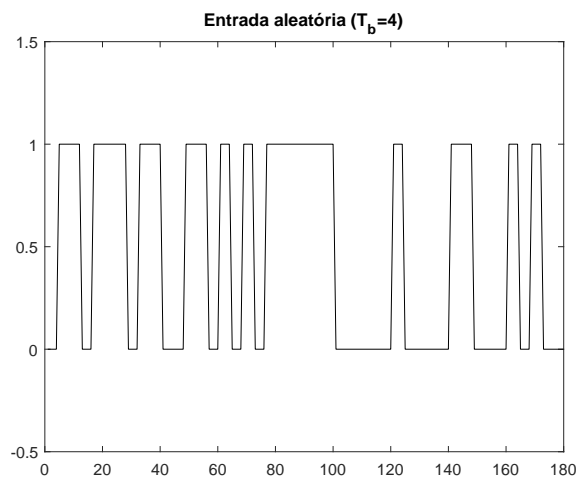
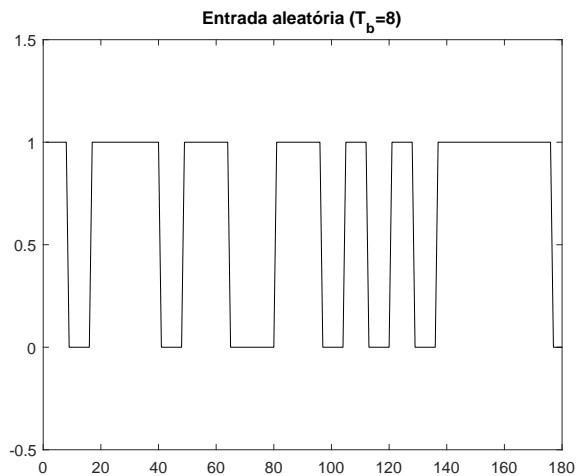


Figura 8. Função de autocorrelação da questão 4.15.

Figura 10. Função de autocorrelação usando T_b com valor de 4 da questão 4.16.Figura 9. Entrada aleatória usando T_b com valor de 4 da questão 4.16.Figura 11. Entrada aleatória usando T_b com valor de 8 da questão 4.16.

em estado estacionário e dessa forma, para o problema em questão, não é interessante esse tipo de entrada.

PARTE 2

Letra A

Foi gerado em sinal PRBS com 1024 valores, média nula e com 10 bits como mostrado na figura 21, também foi gerado a função de autocorrelação desses sinais mostrado na figura 22. É possível perceber que o sinal se comporta como um sinal aleatório visto que todos os valores da função de autocorrelação se encontram dentro da faixa de confiança, exceto pelo valor em zero que realmente possui o valor um para toda função de autocorrelação.

Um detalhe interessante não mostrado nas imagens é que caso fosse observado a função de correlação para um valor maior de lag, haveria um outro pico em 1023, que é onde o sinal começaria a se repetir.

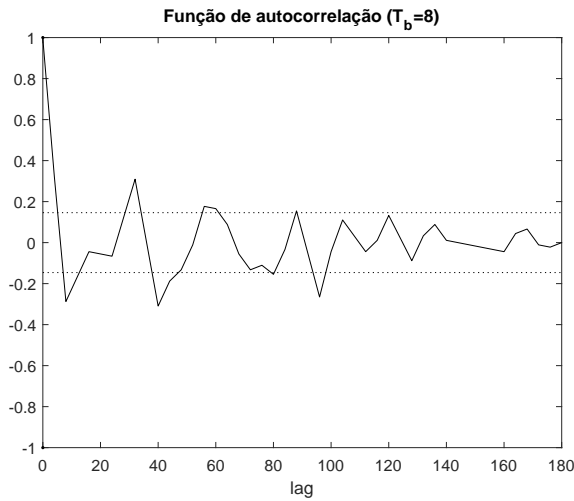


Figura 12. Função de autocorrelação usando T_b com valor de 8 da questão 4.16.

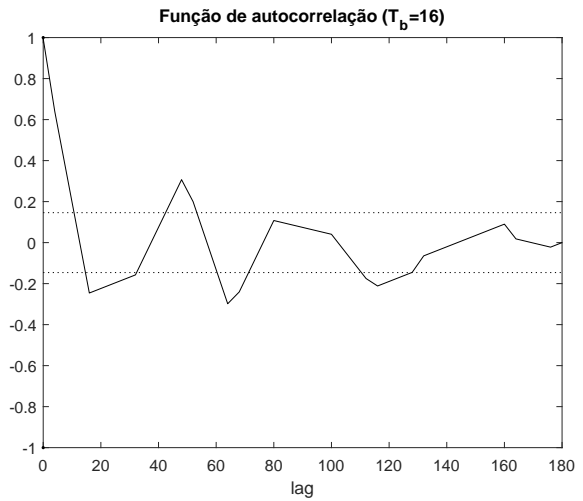


Figura 14. Função de autocorrelação usando T_b com valor de 16 da questão 4.16.

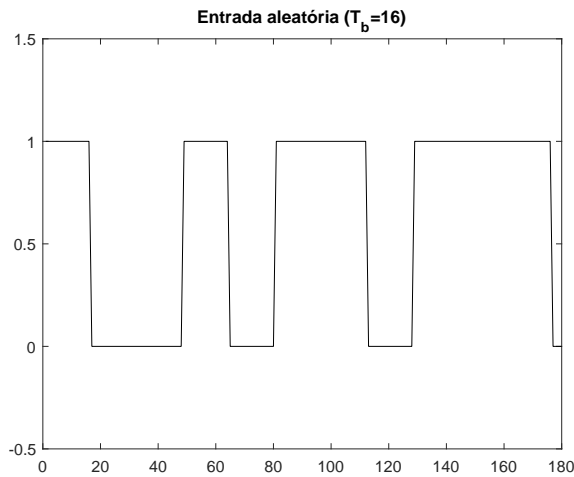


Figura 13. Entrada aleatória usando T_b com valor de 16 da questão 4.16.

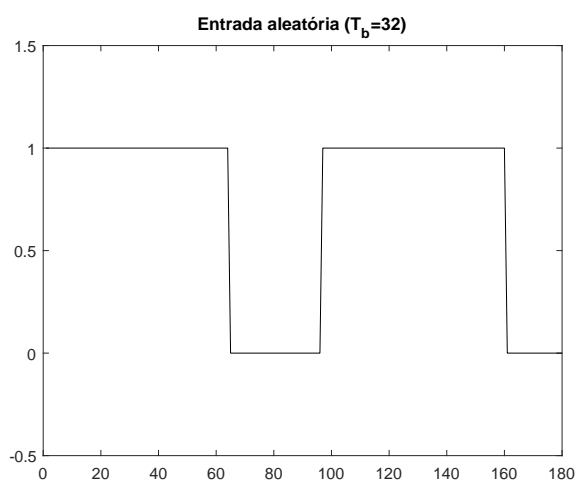


Figura 15. Entrada aleatória usando T_b com valor de 32 da questão 4.16.

Letra B

Nessa questão foi usado o sistema apresentado na Tarefa #1. Foi gerado um sinal de entrada PRBS com T_b de valor considerável para o sistema ter tempo para reagir e com amplitude maior para haver reação perceptível no sistema, dessa forma o sinal de entrada ficou como mostrado na figura 23.

Ao aplicar o sinal de entrada no sistema e somar um ruído para simular um ruído de medição, o sinal de saída ficou com a seguinte forma mostrada na figura 24, é importante frisar que o degrau inicial ocorreu quando o sistema sai do estado estacionário foi removido.

Com esses dados foi gerado a função de correlação cruzada entre a entrada e a saída e resultado pode ser visto na figura 25, nele é possível notar que por voltar do valor 100 de lag existe um aumento considerável no valor da função, e é algo que faz sentido visto que o sistema possui um atraso puro de

tempo com esse valor.

Letra C

Para estimar a resposta ao impulso o sistema foi submetido a uma entrada como mostrada na figura 26 e apresentou uma resposta como a figura 27. Usando esses dados foram calculadas as funções de autocorrelação e de correlação cruzada e montada a matriz R_{uu} . Usando a equação de Wiener-Hopf foi possível estimar a resposta ao impulso do sistema como mostrada na figura 28.

Como pode ser observado na figura foi preciso observar o sistema em um intervalo de tempo maior pois o sistema é relativamente bem lento e tirando de uma pequena defasagem a resposta ao impulso conseguiu ser bem próxima da original, salvo as últimas observações.

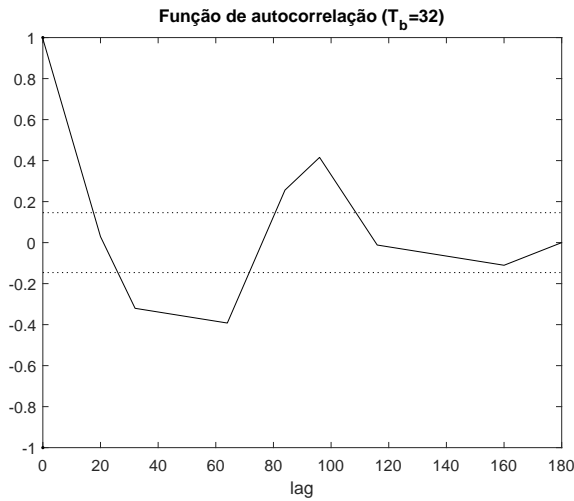


Figura 16. Função de autocorrelação usando T_b com valor de 32 da questão 4.16.

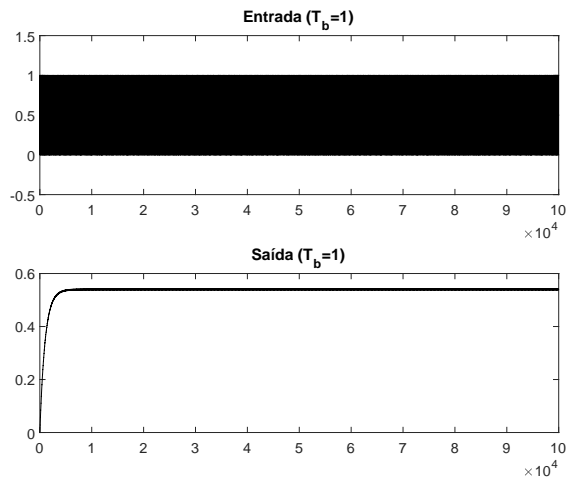


Figura 17. Entrada e saída do sistema para T_b com valor de 1 da questão 4.20.

Letra D

Usando o método observado na Seção 4.4 de [1] foi possível estimar a resposta em frequência do sistema, como mostrado na linha pontilhada da figura 29, a linha contínua representa a resposta real. Dessa maneira é possível perceber que para frequências mais baixas o método consegue uma aproximação muito próxima da realidade. Nas frequências mais altas o erro se torna bem maior a partir da frequência 0.03.

Mesmo assim é possível observar que o método se comporta melhor que fazer o cálculo de H usando Y e U , como mostrado na figura 30, isso ocorre pois o método mostrado no livro é mais resistente a ruídos.

REFERÊNCIAS

- [1] L. A. Aguirre, *Introdução à identificação de sistemas—Técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais*. Editora UFMG, 2007.

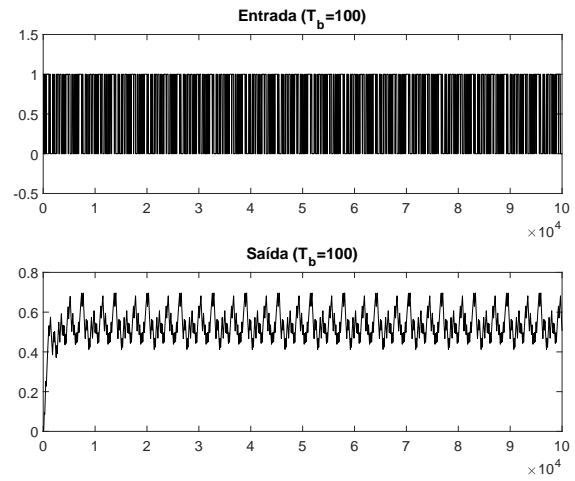


Figura 18. Entrada e saída do sistema para T_b com valor de 100 da questão 4.20.

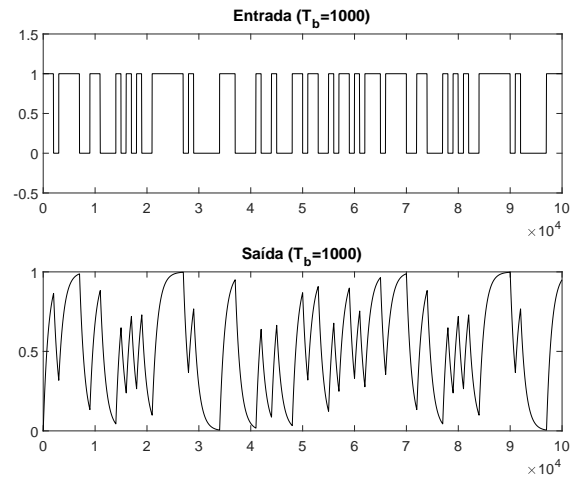


Figura 19. Entrada e saída do sistema para T_b com valor de 1000 da questão 4.20.

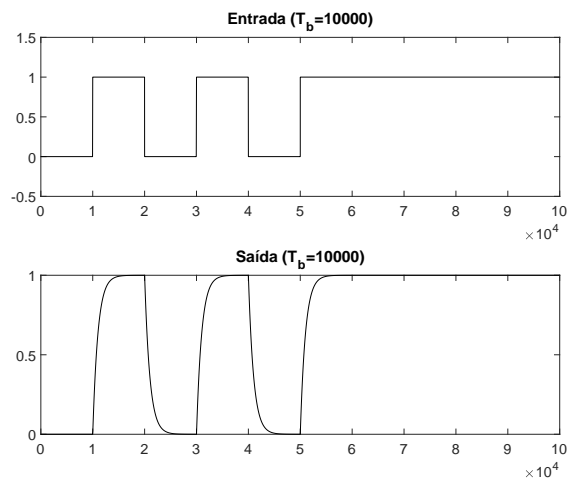


Figura 20. Entrada e saída do sistema para T_b com valor de 10000 da questão 4.20.

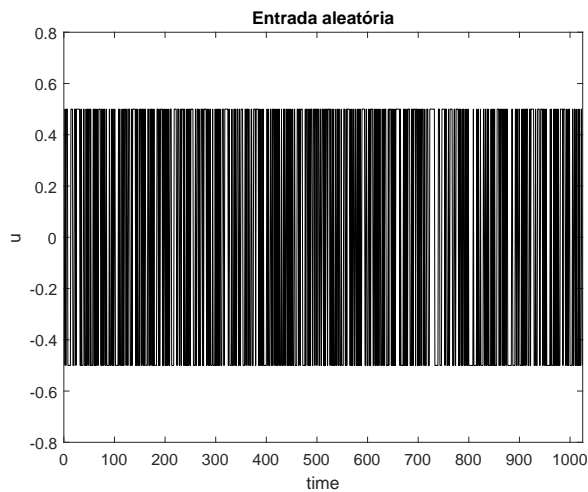


Figura 21. Entrada aleatória da parte 2 letra a.

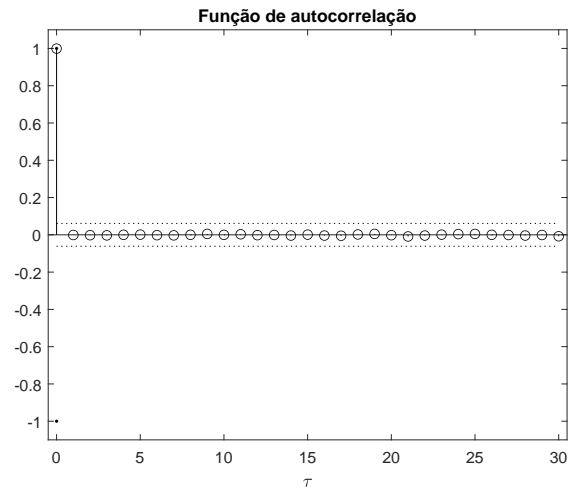


Figura 22. Função de autocorrelação da parte 2 letra a.

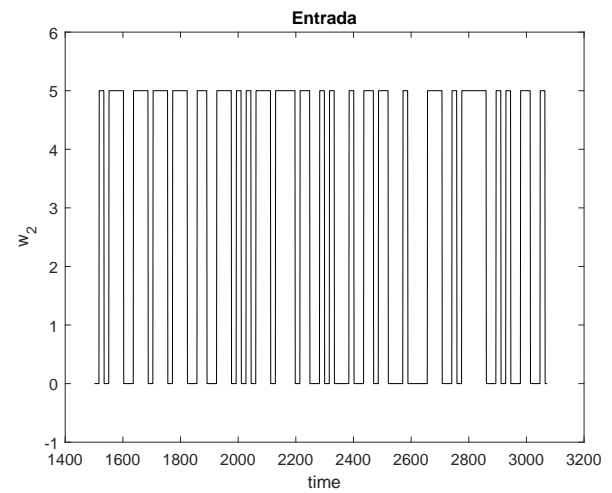


Figura 23. Entrada do sistema da parte 2 letra b.

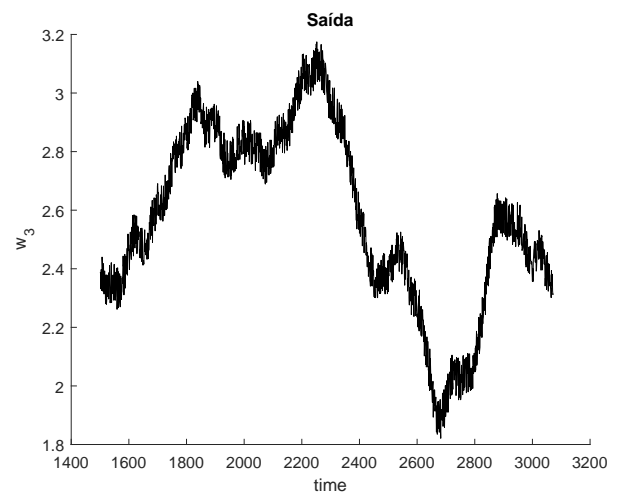


Figura 24. Saída do sistema da parte 2 letra b.

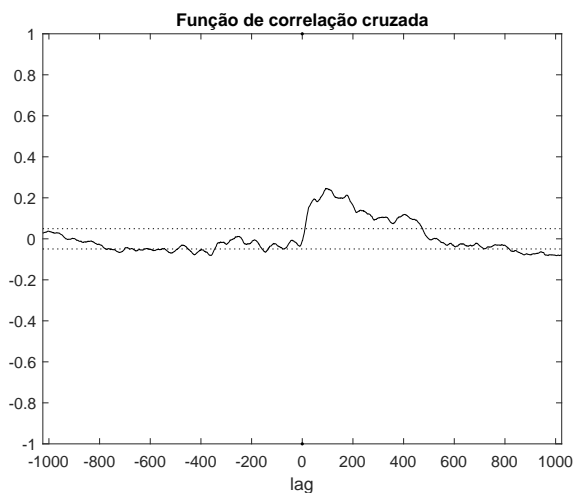


Figura 25. Função de correlação cruzada da parte 2 letra b.

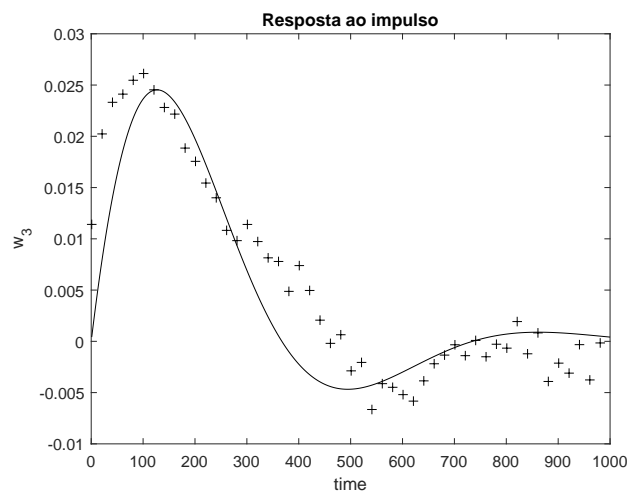


Figura 28. Resposta ao impulso da parte 2 letra c.

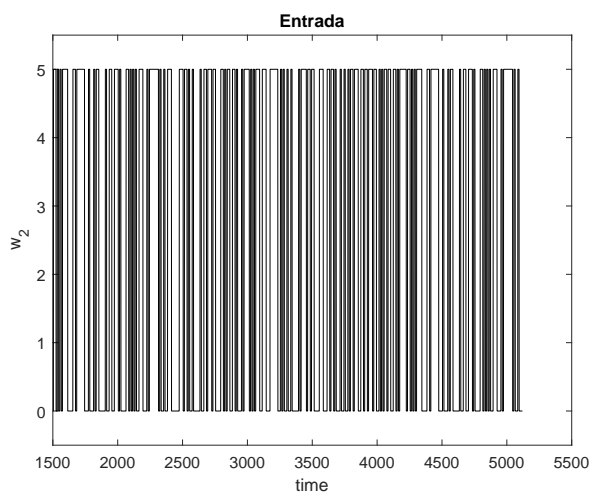


Figura 26. Entrada do sistema da parte 2 letra c.

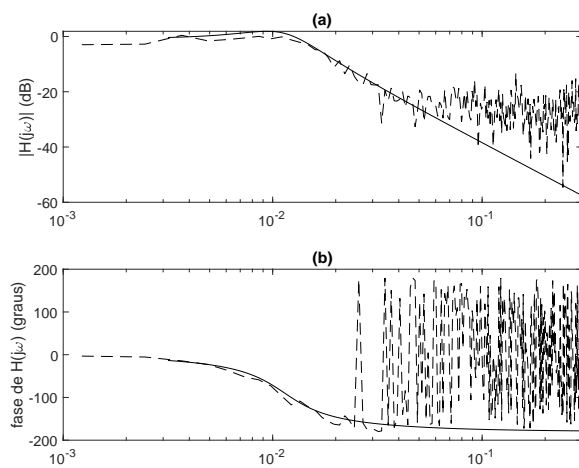


Figura 29. Método da seção 4.4 da parte 2 letra d.

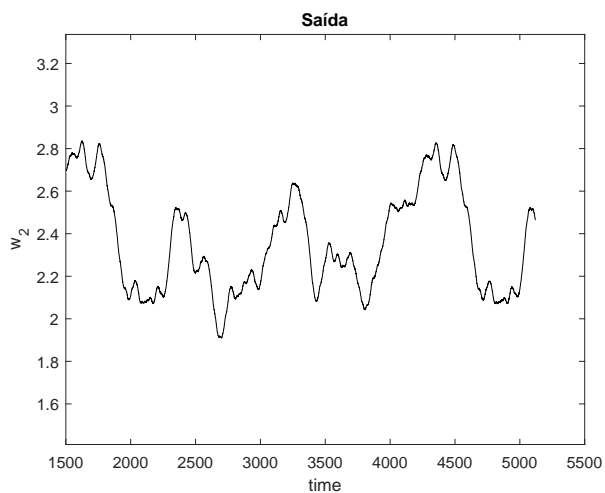


Figura 27. Saída do sistema da parte 2 letra c.

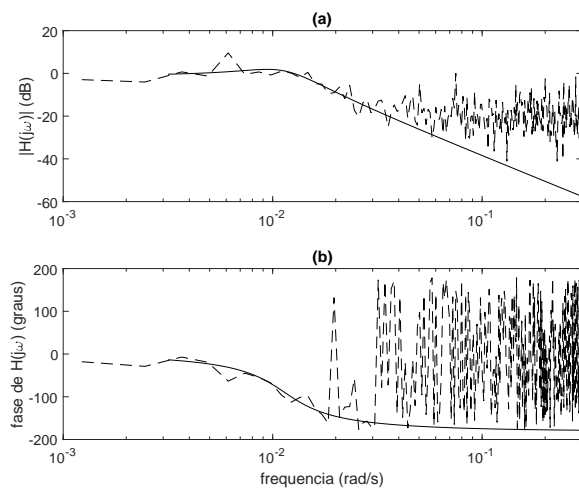


Figura 30. Método usando cálculo de H da parte 2 letra d.