Métodos não-paramétricos

Hernane Braga Pereira - 2014112627

1. Exercício 3.8 (3º Edição)

Para este exercício é pedido para se estimar os 10 primeiros valores da resposta ao impulso de:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{1}{z^2 + 0,2z + 0,8}$$

Equação 1. Sistema H(z) analisado

Utilizando como método o somatório de convolução, onde a entrada do sistema será primeiramente um impulso e depois um sinal aleatório. Feito isso, obter os mesmos valores com um ruído aleatório na saída.

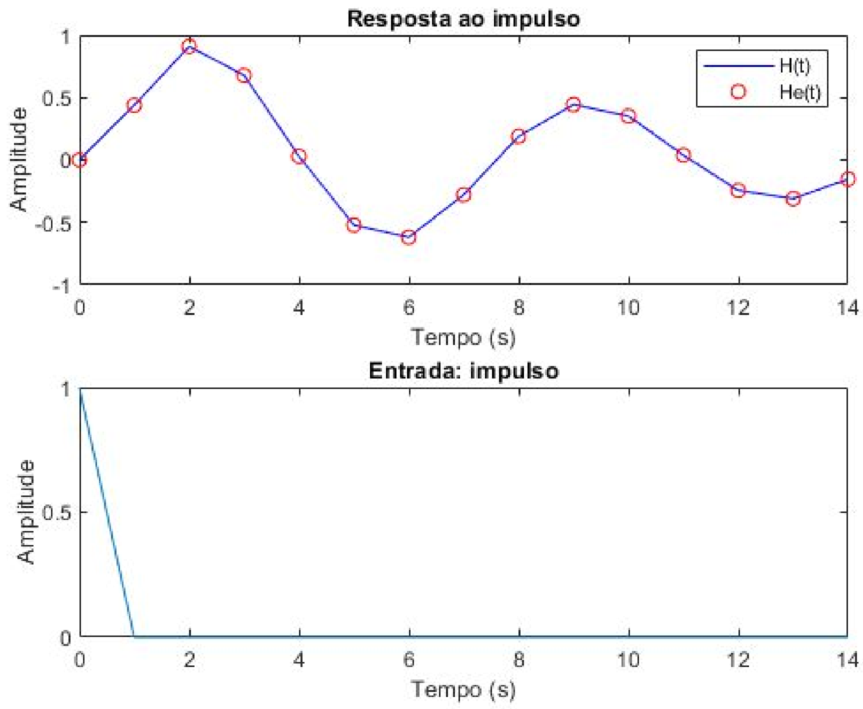


Figura 1. Resposta ao impulso: em azul saída ideal, em vermelho a estimada

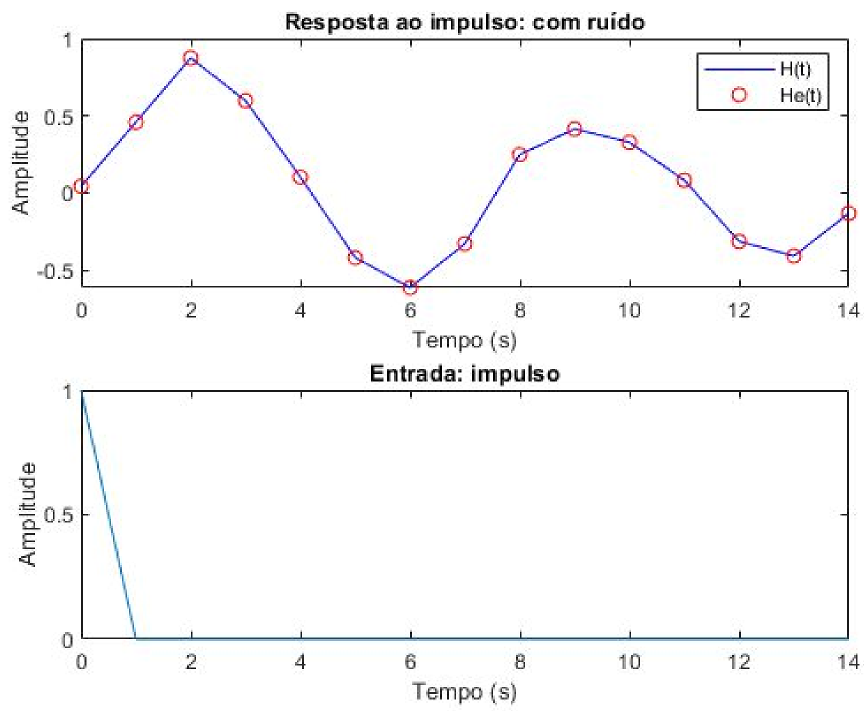


Figura 2. Resposta ao impulso com ruído na saída: em azul saída com ruído, em vermelho a estimada

Utilizando um impulso como a entrada do sistema, a função de transferência é perfeitamente encontrada, entretanto como visto na Figura 2, a solução não é robusta ao ruído aplicado.

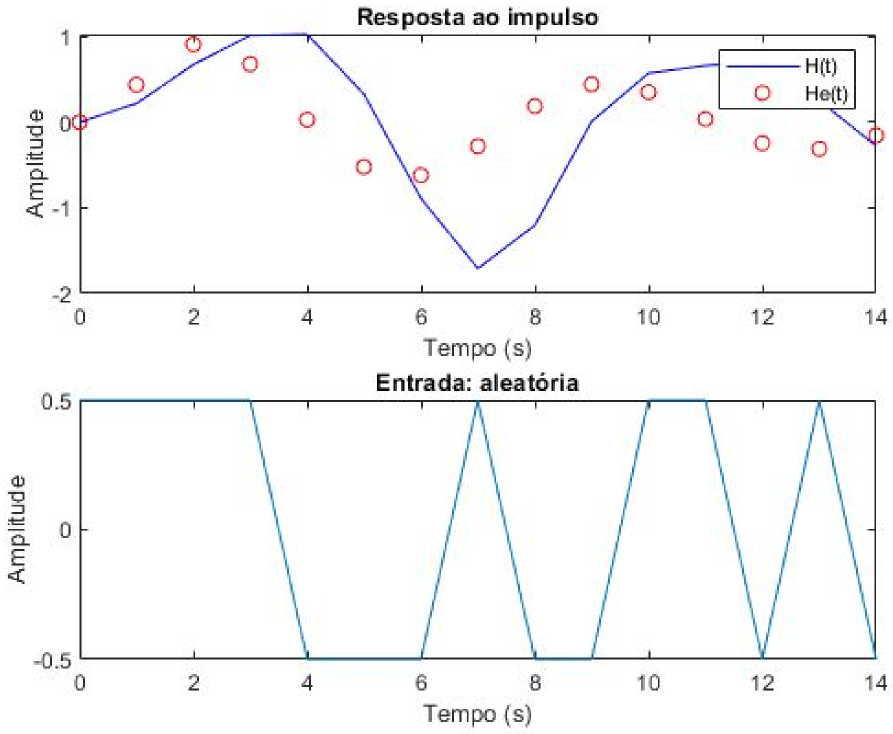


Figura 3. Resposta ao impulso de um sinal aleatório. Em azul saída ideal, em vermelho a estimada

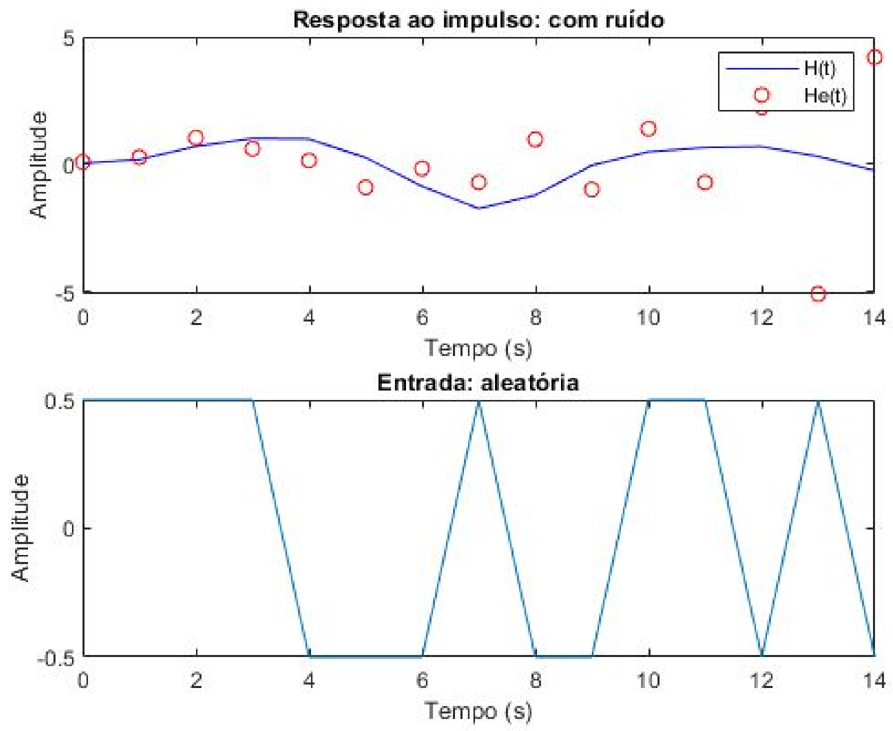


Figura 4. Resposta ao impulso de um sinal aleatório com ruído na saída. Em azul saída com ruído, em vermelho a estimada

Utilizando um sinal aleatório na entrada, não foi possível descrever o sistema com exatidão para apenas 15 amostras, porém nota-se que esta solução mantém sua forma nos cenários com ausência e presença de ruído, demonstrando ser mais robusta ao mesmo.

2. Exercício 4.8 (3º Edição)

Deseja-se obter a função de autocorrelação do sinal $u(k)$ para $k = 1, 2, 3, 4, 5$.

$$u(k) = 0,9e(k-1) + 0,8e(k-2) + 0,7e(k-3) + e(k)$$

Equação 2. Sinal $u(k)$

Onde $e(k)$ é um ruído branco, com distribuição gaussiana, com média zero e variância unitária. Para calcular a autocorrelação do sinal, foi utilizada a função **@myccf2** disponibilizada pelo Professor Luiz Antônio Aguirre em seu livro [1] e disponível em [2].

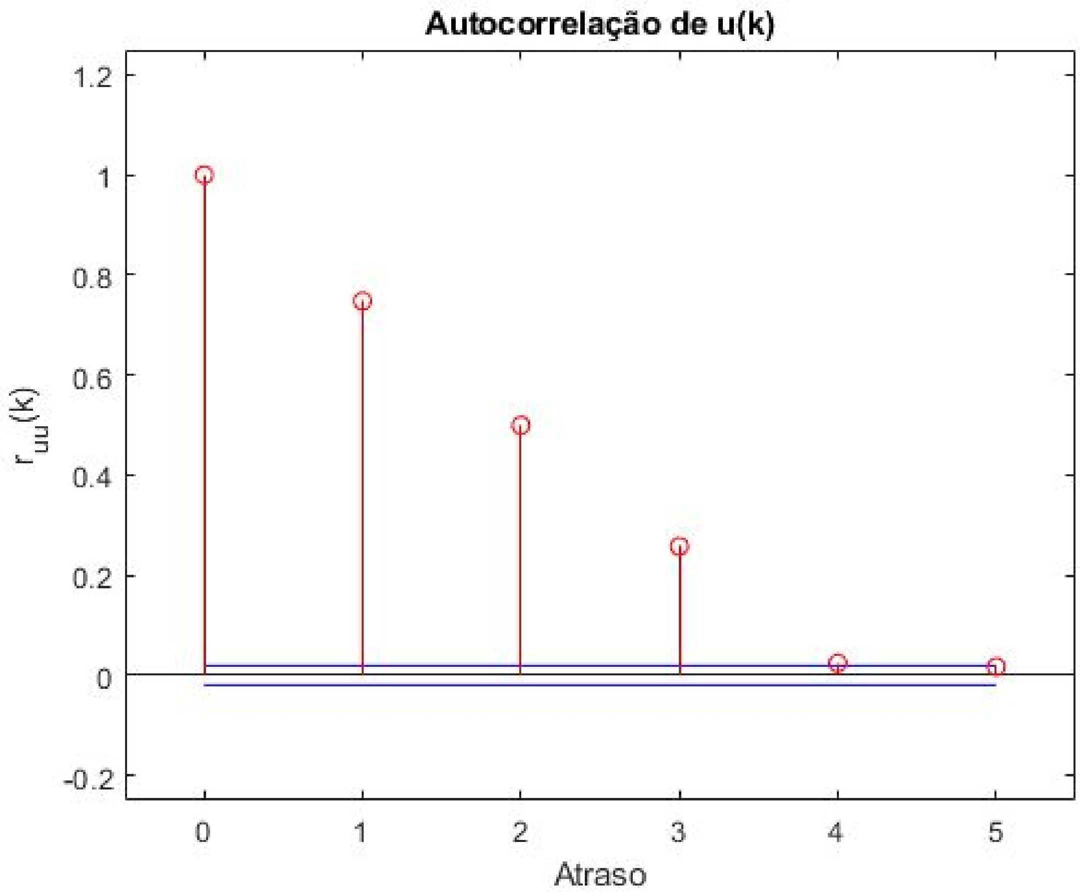
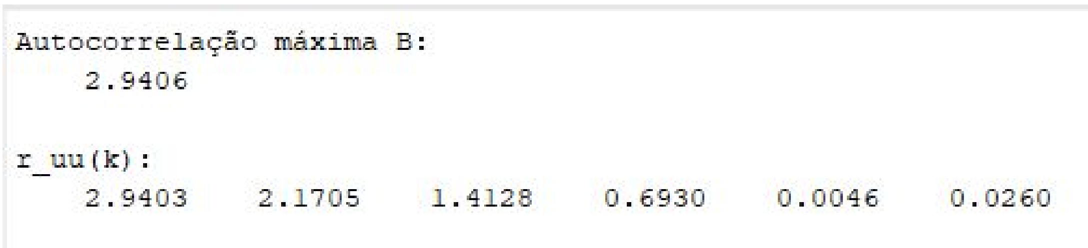


Figura 5. Autocorrelação de $u(k)$

Multiplicando o valor máximo de autocorrelação (B), retornado pela função **@myccf2**, pelos valores de correlação, encontra-se $r_{uu}(k)$, cujos valores para $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ são:



```
Autocorrelação máxima B:
    2.9406

r_uu(k):
    2.9403    2.1705    1.4128    0.6930    0.0046    0.0260
```

Figura 6. Valores de $r_{uu}(k)$

3. Exercício 4.13 (3º Edição)

Para este exercício foi pedido que se gerasse um sinal PRBS, sinal pseudo-aleatório binário, e que se verificasse a autocorrelação do mesmo. Os sinais foram gerados à partir das funções **@myccf2** e **@prbs,** disponível em [2]. Os resultados são mostrados abaixo:

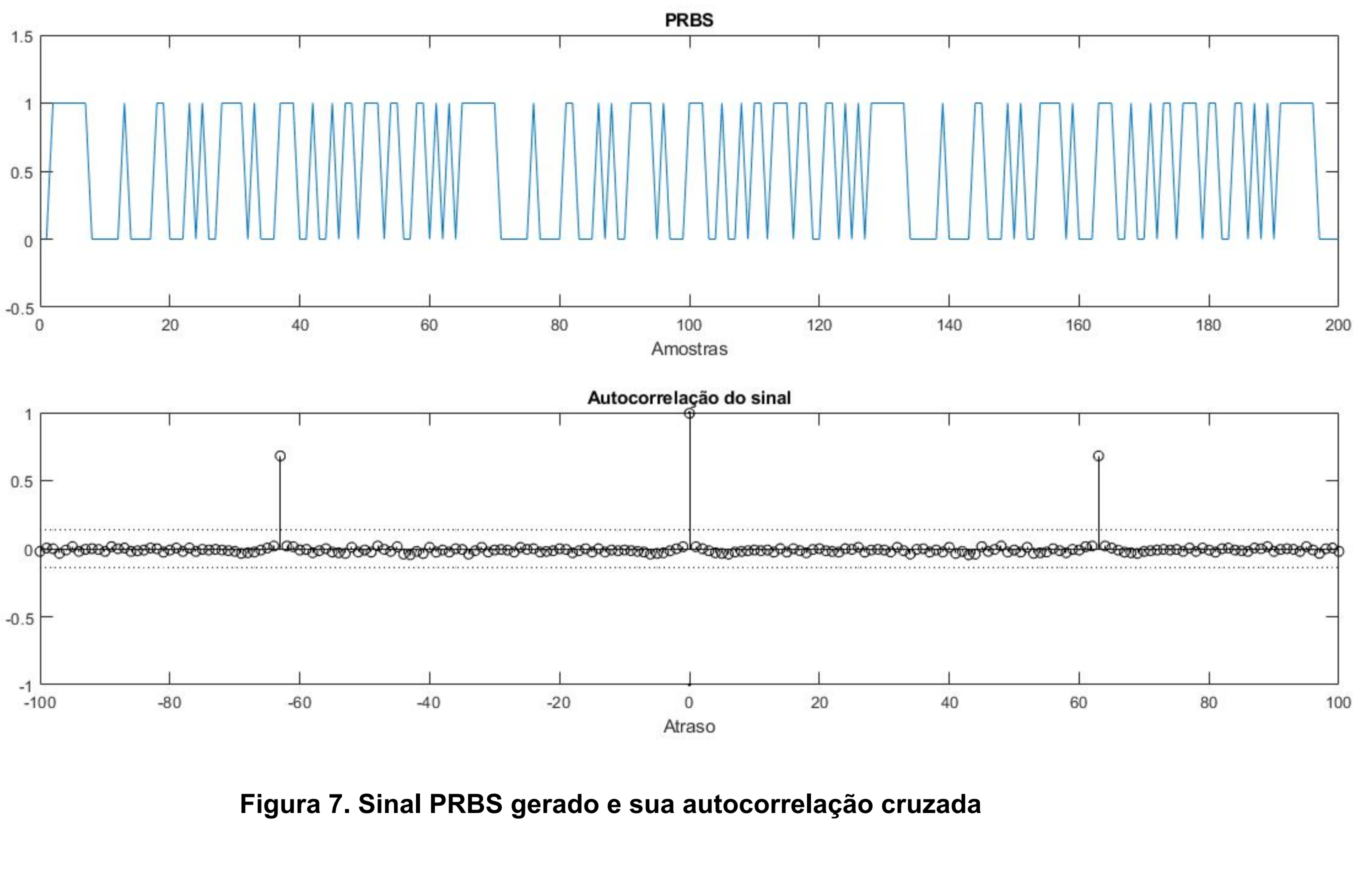


Figura 7. Sinal PRBS gerado e sua autocorrelação cruzada

Como é observado no gráfico de autocorrelação do sinal, há autocorrelação máxima no sinal quando o atraso é zero, e correlação não nula quando o sinal está em múltiplos do período T, que neste caso é T=63, devido ao intervalo entre bits ser Tb=1.

4. Exercício 4.14 (3º Edição)

A partir do exercício 4.13 foi pedido que se alterasse o valor entre bits do sinal PRBS e que se observasse a autocorrelação do sinal. Os resultados são mostrados abaixo:

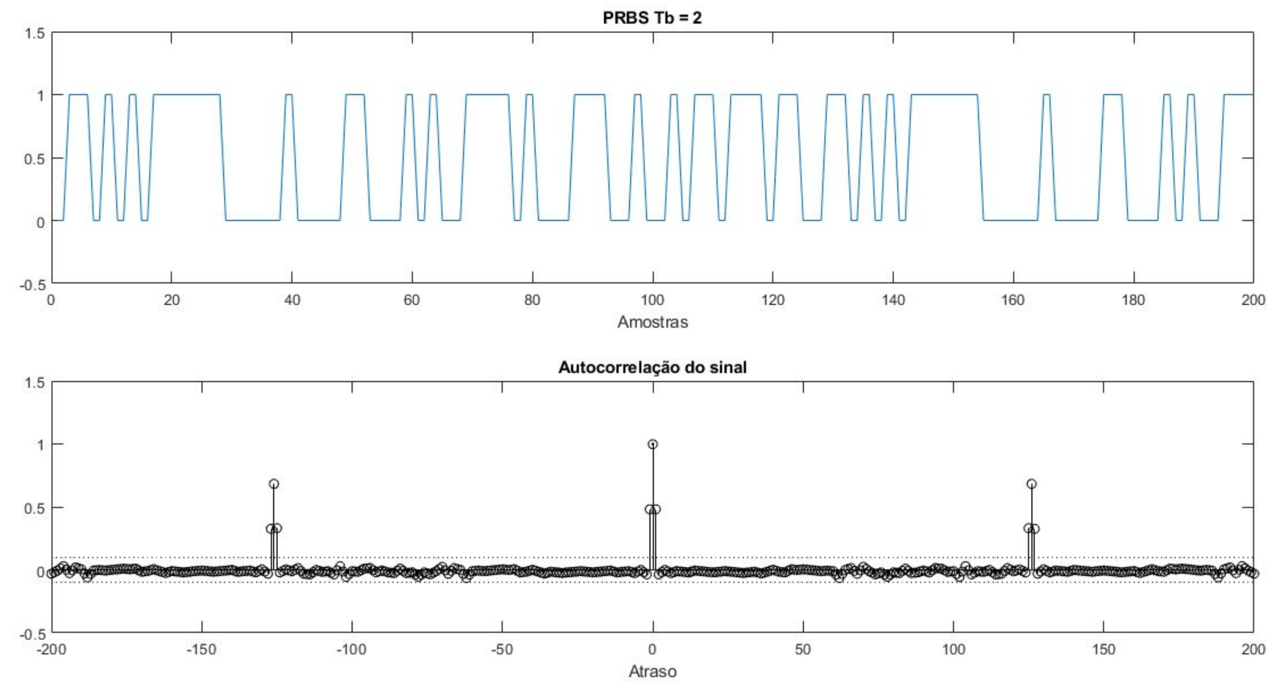


Figura 8. PRBS e autocorrelação do sinal para Tb = 2

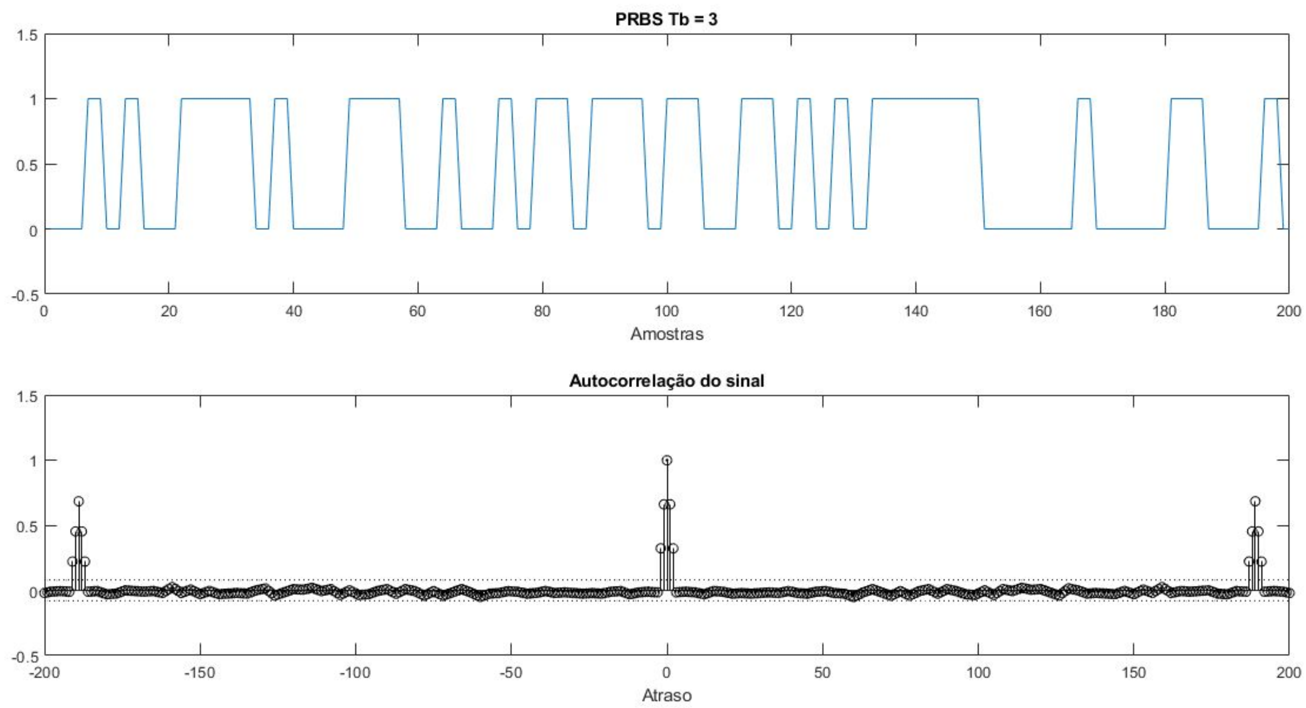


Figura 9. PRBS e autocorrelação do sinal para Tb = 3

A medida que Tb aumenta, percebe-se uma maior aleatoriedade dentro do intervalo analisado, pois a frequência com o que o período se repete no intervalo é menor.

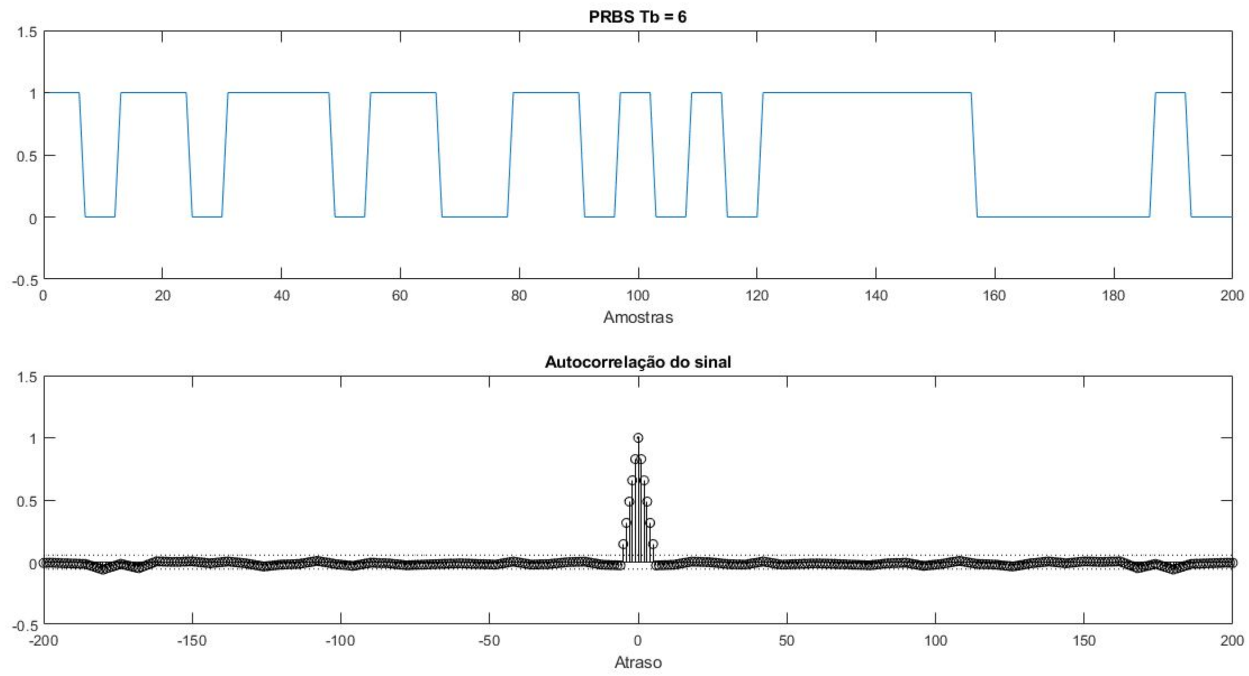


Figura 10. PRBS e autocorrelação do sinal para Tb = 6

Quando Tb=10 observa-se, a partir do gráfico de correlação cruzada, que o sinal perde sua característica oscilatória e se aproxima de um pulso unitário.

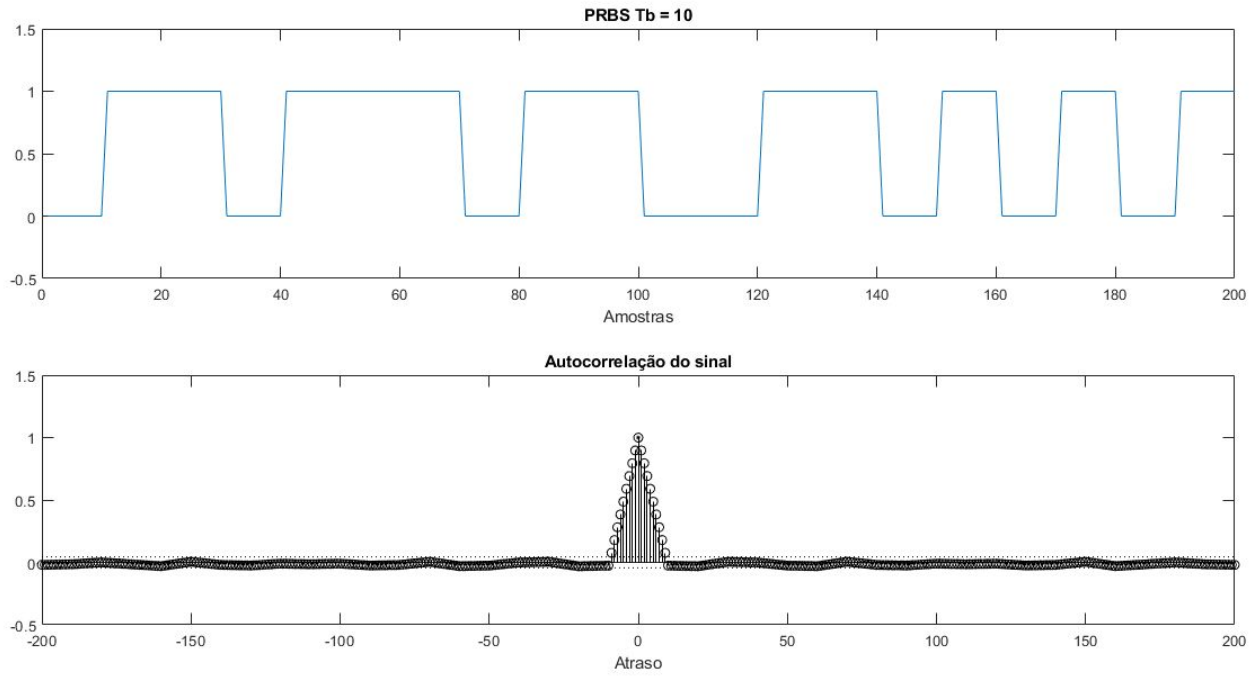


Figura 11. PRBS e autocorrelação do sinal para Tb = 10

5. Exercício 4.18 (3º Edição)

Para este exercício foi pedido que se analisasse o sistema H(s) usando como entrada um sinal PRBS com Tb = 1, 100, 1.000 e 10.000.

$$H(s) = \frac{1}{1000s + 1}$$

Equaçaõ 3. Sistema H(s) analisado

Como na função de transferência o valor de $\tau = 1000$, uma boa aproximação para um sistema alcançar regime permanente é de 5τ foi o escolhido um valor de b = 12 bits para se gerar o sinal PRBS, pois assim o período T do sinal será de: $2^b - 1 = 4095$, uma aproximação razoável de $5\tau = 5000$.

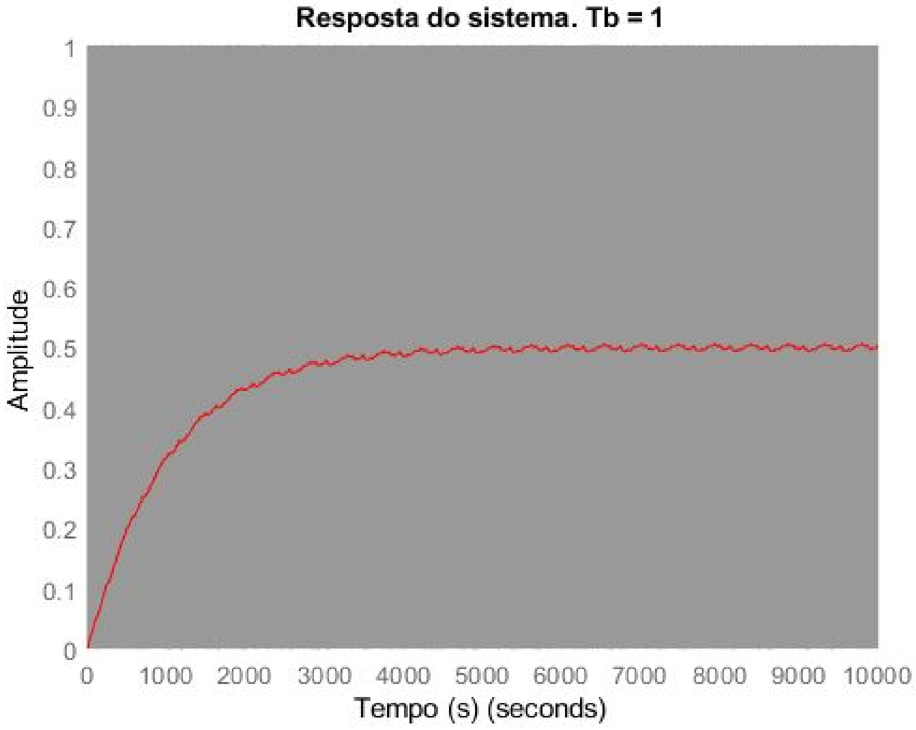


Figura12. Entrada (cinza) e saída (vermelho) do sistema para Tb = 1.

Para Tb = 1, percebe-se que o sinal de entrada é altamente rápido e oscilatório e que o sistema não consegue descrever todo seu comportamento. Chega-se a esta conclusão, pois espera-se uma resposta com o valor final tendendo para 1 e o sistema tem amplitude média de 0,5.

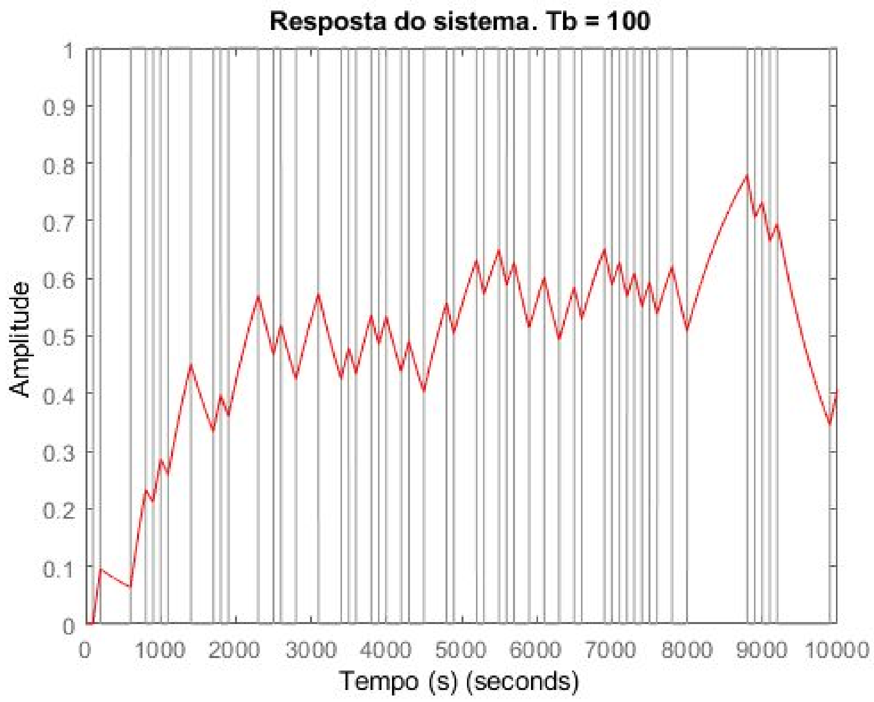


Figura 13. Entrada (cinza) e saída (vermelho) do sistema para Tb = 100

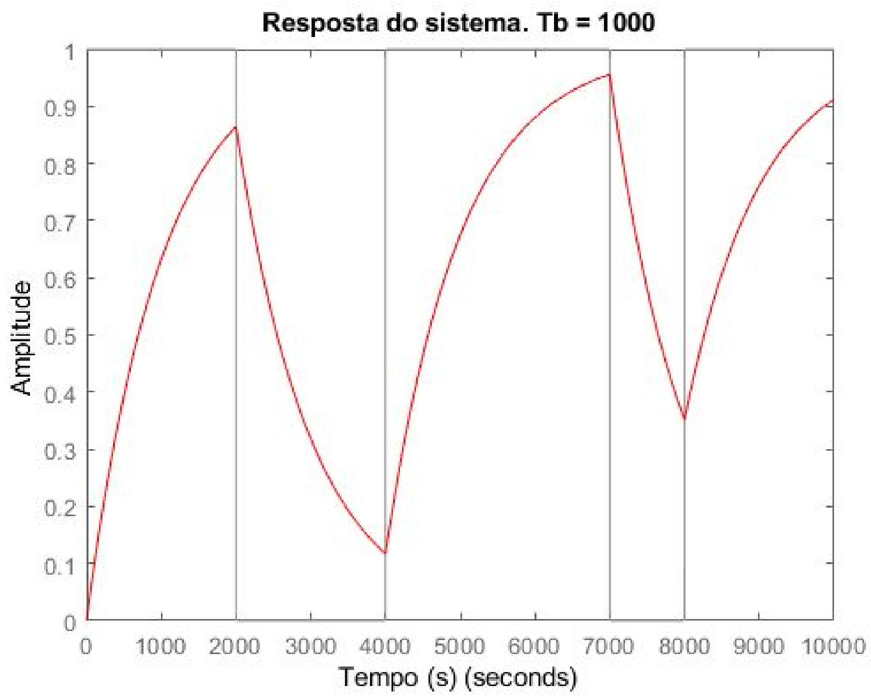


Figura 14. Entrada (cinza) e saída (vermelho) do sistema para Tb = 1000

Para Tb = 100 e Tb = 1000, o sistema continua apresentando entradas aleatórias, porém com não tão rápidas como Tb = 1. É possível visualizar que a planta começa a responder aos sinais de entrada e que de Tb = 100, para Tb= 1000 houve uma queda na velocidade e aleatoriedade do sinal.

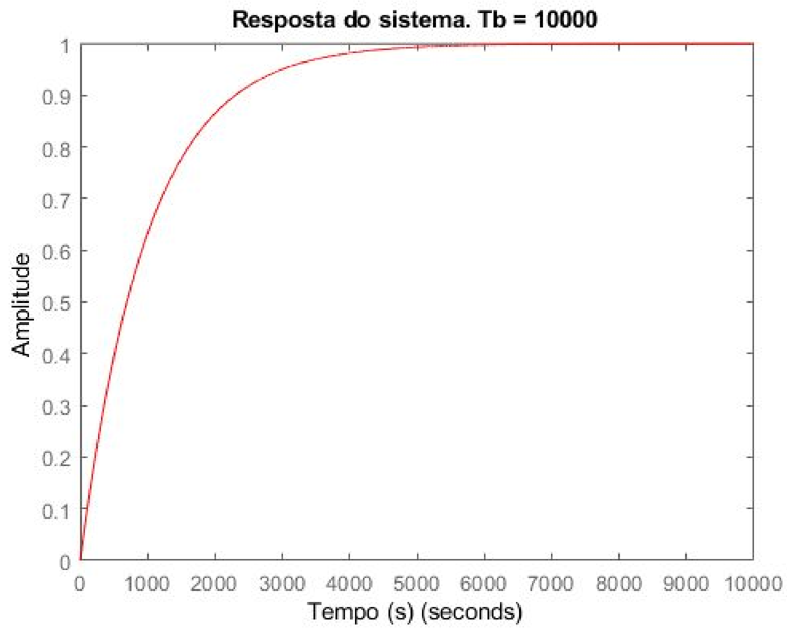


Figura 15. Entrada (cinza) e saída (vermelho) do sistema para Tb = 10000

Para Tb = 10000, a entrada aleatória PRBS se comporta como um degrau unitário.

6. Referências

[1] L. A. Aguirre, "Introdução à Identificação de Sistemas". Editora UFMG, 2015.

[2] Rotinas Matlab utilizadas neste relatório referentes à [1]. Disponíveis em: https://www.researchgate.net/publication/303679484_Introducao_a_Identificacao_de_Sistemas