



Universidade de Brasília

Análise Dinâmica Linear

Experimento IV

Identificação das Plantas Servo por meio da Análise da Resposta Temporal

13 de Novembro de 2013

Professor Henrique Cezar Ferreira

Alunos:

Juarez A.S.F

11/0032829

Luís Henrique Vieira Amaral

10/0130488



1 Objetivos

Obter a função de transferência da planta servo rotacional em estudo a partir da análise da resposta temporal.

2 Introdução Teórica

Se conhecermos a forma esperada da função de transferência de um sistema, podemos estimar os parâmetros desta por meio da análise do gráfico da resposta no tempo. Para a planta rotacional em estudo esperamos uma função de transferência na forma:

$$\frac{\Omega_l(s)}{V_m(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (1)$$

em que $\Omega_l(s)$ é a transformada de Laplace da velocidade angular do eixo de carga, V_m a transformada do sinal de tensão aplicado no motor, K o ganho em regime estacionário e τ a constante de tempo.

O sinal aplicado é o degrau de amplitude A . A transformada de Laplace desse sinal é:

$$V_m(s) = \frac{A}{s} \quad (2)$$

ao multiplicarmos pela função de transferência temos a saída em Laplace:

$$\Omega_l(s) = \frac{A}{s} \cdot \frac{K}{\tau s + 1} = A \cdot k \cdot \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{\tau}} \right) \quad (3)$$

aplicando a transformada inversa obtemos a resposta no tempo:

$$v(s) = A \cdot k \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (4)$$

de onde vemos que :

$$\begin{aligned} (\text{valor final}) V_f &= A \cdot k \\ \frac{d}{dt}(v(t))|_{t=0} &= \frac{A \cdot k}{\tau} \end{aligned} \quad (5)$$

vemos então que a partir da inclinação inicial da reta tangente e do valor final da resposta ao degrau os parâmetros estão completamente determinados.

3 Descrição Experimental

- Iniciou-se o experimento abrindo o modelo identifica_SRV02.mdl no software Simulink. Ao abrir o modelo observou-se três subsistemas distintos: um que representava o modelo real, um obtido através de cálculos e outro obtido, posteriormente, experimentalmente. Como entrada havia disponível



excitação degrau ou uma onda quadrada, ao final dos blocos os dados obtidos era enviados para a sessão workload do MATLAB. Afim de configurar o sistema descrito rodou-se o programa `setup_lab_SRV02_identifica.m`.

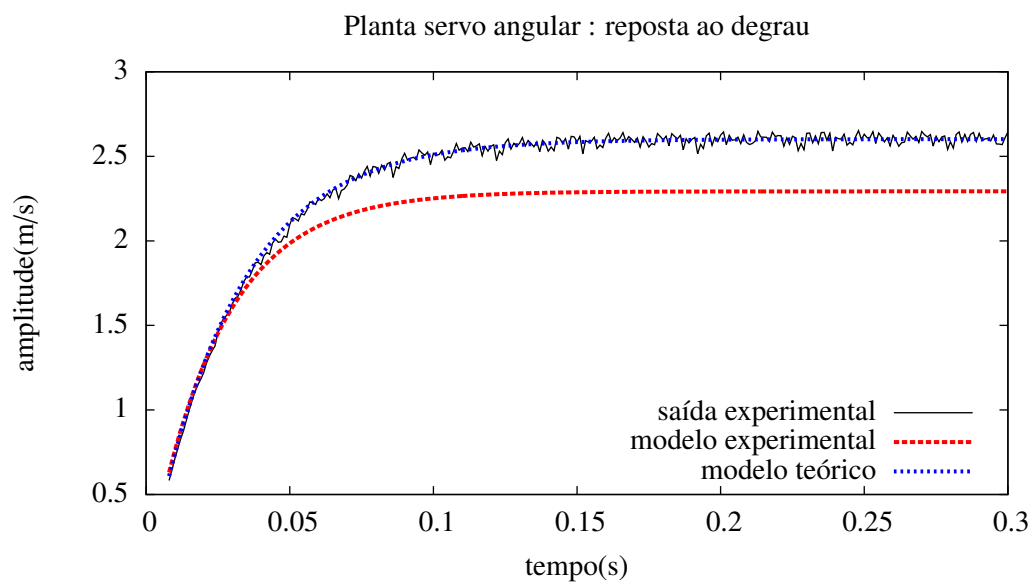
- Com todas as configurações iniciais realizadas, selecionou-se a entrada degrau para o sistema e as entradas para modelo teórico e experimental foram aterradas. Logo após, o tempo de simulação foi configurado para 0,3s. Assim, compilou-se e executou-se o sistema plotando o gráfico de resposta no domínio do tempo.
- A partir da observação do gráfico obtido determinou-se, visualmente, os valores de k e τ . Para a determinação de k observou-se a saída do sistema para um tempo suficientemente grande no qual o ganho já poderia ser considerado constante. Já para a determinação de τ observou-se o tempo necessário para que fosse alcançado, aproximadamente, 63% do ganho em regime permanente. Simulou-se então o sistema real e os valores de k e τ foram obtidos de forma semelhante à explicada anteriormente.
- Por fim, todo o procedimento foi repetido com uma onda quadrada na entrada e os valores de k foram observados como os valores em que sistema estabilizava e τ como o tempo necessário para atingir 63% do valor máximo da saída.

4 Resultados

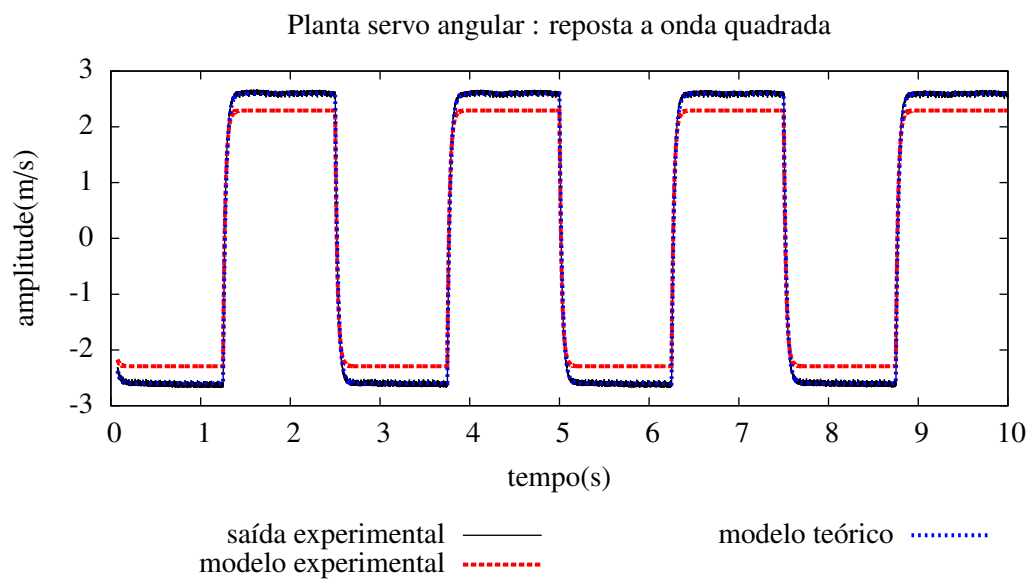
Os resultados são mostrados a seguir nas figuras 1b e 1a. Em ambos os gráficos a curva do modelo experimental foi gerada utilizando-se os valores:

$$\begin{aligned}\tau &= 0.0305 \\ K &= 1.7345\end{aligned}\tag{6}$$

os valores foram obtidos experimentalmente. K obtido a partir do valor final(levando em conta que a entrada tem amplitude 1.5V) e τ a partir do tempo em que a saída atinge 63% do valor final.



(a) entrada degrau 1.5V



(b) entrada quadrada



5 Discussão

5.1 Questão 1

Os resultados são mostrados nos gráficos 1a e 1b. Notamos que em ambos os gráficos o modelo obtido apresenta resposta de menor amplitude que a resposta real. O motivo dessa discrepância não é claro, mas origens desta podem se encontrar nas simplificações adotadas na formulação do modelo teórico e na natureza imprecisa da formulação do atrito e perda de potência na transmissão de engrenagens. Apesar dessa diferença no valor final, podemos dizer que ambas as respostas, teórica e experimental, apresentam comportamento de primeira ordem, mostrando que o modelo adotado é adequado para análise.

5.2 Questão 2

Notamos que a resposta próximo do valor estacionário difere um pouco do comportamento previsto pois oscilações significativas são perceptíveis. Para tempos elevados, o valor parece oscilar em torno de um valor fixo, atingindo momentaneamente valores superiores e inferiores a este. A resposta teórica nos diz que a resposta próxima do regime permanente deveria ser no sentido de se aproximar de um valor constante, mas sempre inferiormente a este, nunca o superando. Origens desse fenômeno podem se encontrar na própria medida da velocidade, uma vez que os erros aleatórios envolvidos em todo processo de medida geram essa oscilação de natureza gaussiana.

5.3 Questão 3

Como visto na introdução, na fórmula 5, a determinação dos parâmetros envolve a medida do valor final da resposta experimental no gráfico 1a. Uma vez que a resposta experimental não atinge de fato um valor final, em vez disso, oscila em torno de um valor, foi necessário contornar esse problema ao tomar como valor final a média dos últimos 50 pontos obtidos. Uma vez que a matriz obtida da simulação com os dados abrangia cerca de 300 instantes de tempo esse valor de 50 dados parece adequado para uma estimativa do real valor final.



6 Conclusão

O experimento permitiu obter a função de transferência de uma planta a partir do modelo teórico e da medição de parâmetros na resposta temporal. Notou-se que a função de transferência obtida não se comportou exatamente como o sistema em resposta ao degrau e à entrada quadrada, ficando a resposta teórica sempre abaixo da resposta experimental. Possivelmente essas falhas se devam a imperfeições e simplificações feitas na análise teórica, de forma que a função de transferência real não possui exatamente a fórmula suposta para ela. Além disso, a resposta ao degrau apresentou comportamento oscilatório para altas constantes de tempo, de modo que foi necessário tomar uma média dos valores finais para se obter uma estimativa do valor em regime permanente.

Referências

- [1] Nise, N.S. *Engenharia de Sistemas de Controle* 5^a ed. LTC, 2009.
- [2] Ogata, K. *Modern Control Engineering* 5^a ed. Pearson, 2010.