

# Relatório, Laboratório 7.

## Servo 1

Felipe Bandeira da Silva

Objetivo: Analisar efeito do controle Proporcional, Integral e Derivativo no Matlab

## Lista de Figuras

1	Sistema malha aberta . . . . .	3
2	Resultado para o sistema malha aberta . . . . .	4
3	Modelo para o problema 2 . . . . .	4
4	Resultado do problema 2 . . . . .	5
5	Resultado do problema 3 . . . . .	6
6	Modelo com o integrador . . . . .	6
7	Resposta instável para o integrador . . . . .	6
8	Modelo para o integrador. . . . .	7
9	Resposta integrador. . . . .	7
10	Modelo para o derivador. . . . .	8
11	Resposta para o derivador. . . . .	8
12	Modelo para o PID. . . . .	9
13	Resposta para o PID . . . . .	9

# 1 Modelo matemático do problema

”O controle de potência gerada em um aerogerador ou a proteção do mesmo contra ventos fortes podem ser feitos através do posicionamento angular das pás em relação à direção do vento. Este mecanismo, conhecido como controle do ângulo de passo (pitch control), é constituído por um sistema eletrônico que monitora continuamente a produção de energia do aerogerador e quando essa se torna acima de um valor pré-determinado é enviada uma ordem ao mecanismo de controle das pás para que essas girem levemente para fora da direção do vento.”

## 1.1 Problema 1, Modelando

E equação de transferência, para o sinal de saída o ângulo da pá e entrada o torque mecânico.

$$\frac{\Theta(s)}{T_i(s)} = \frac{1}{Js^2 + Bs} \quad (1)$$

Usando os valores propostos no problema para  $J = 5$  e  $B = 1$ . A equação fica

$$\frac{\Theta(s)}{T_i(s)} = \frac{1}{5s^2 + s} \quad (2)$$

A figura 1 representa o sistema em malha aberta,

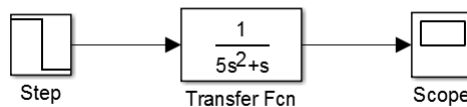


Figura 1: Sistema malha aberta

Para a entrada foi inserido os seguintes valores para o "step", **Step Time:** 1e-3, **Initial Value:** 500, **Final Value:** 0. A figura 2 mostra o ângulo de saída da pá.

**Comentários:** Nota-se facilmente que o ângulo obtido não era o esperado para o sistema. Efeito esse que poderia ser alterado ou corrigido com uma realimentação negativa do sistema.

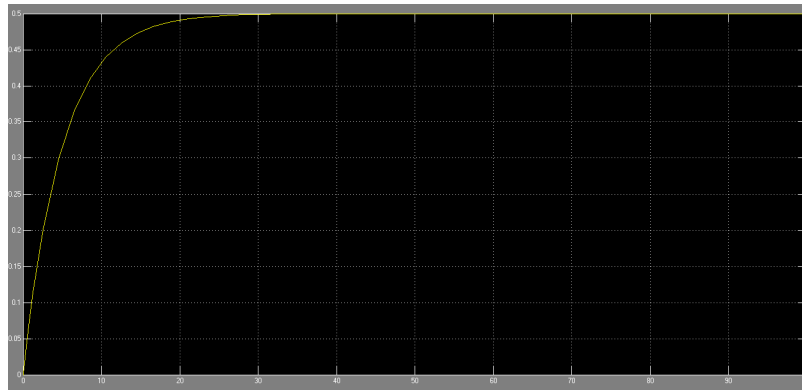


Figura 2: Resultado para o sistema malha aberta

## 2 Problema 2, a realimentação e o controlador proporcional

Para este problema, foi inserido o controlador proporcional em série com a planta e uma realimentação negativa unitária. A entrada passa a ser não mais de 500 N/m e agora é considerando para efeitos físicos um sinal de tensão. A parametrização do valor do controlador proporcional foi feita de tal forma que o mesmo assuma os seguintes valores: 1, 5 e 10.

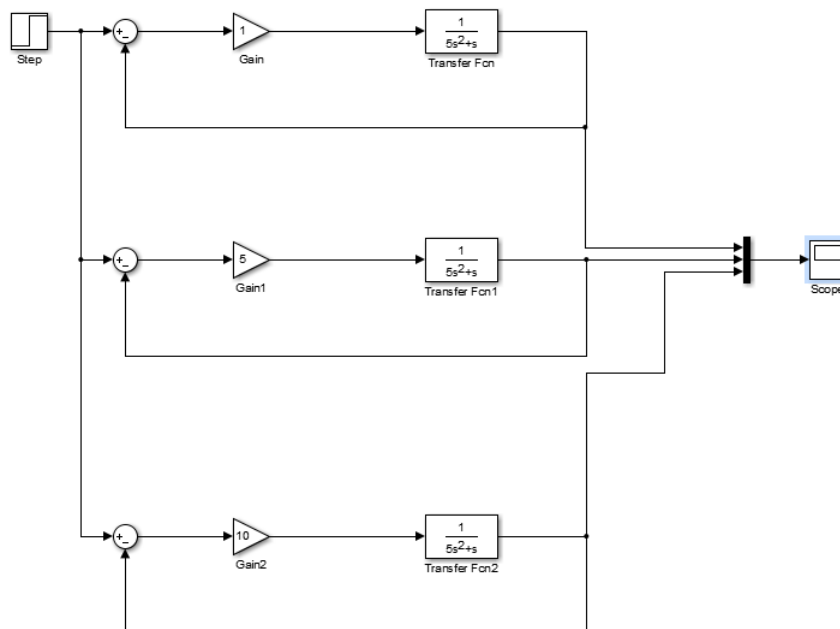


Figura 3: Modelo para o problema 2

A figura 3 mostra o modelo construído no simulink usando apenas um scope para a visualização do resultado. O step time foi configurando de tal maneira que os seus valores foram: **Step Time: 1, Initial Value: 1, Final Value: 0**. O resultado para a simulação pode ser visualizado na figura 4

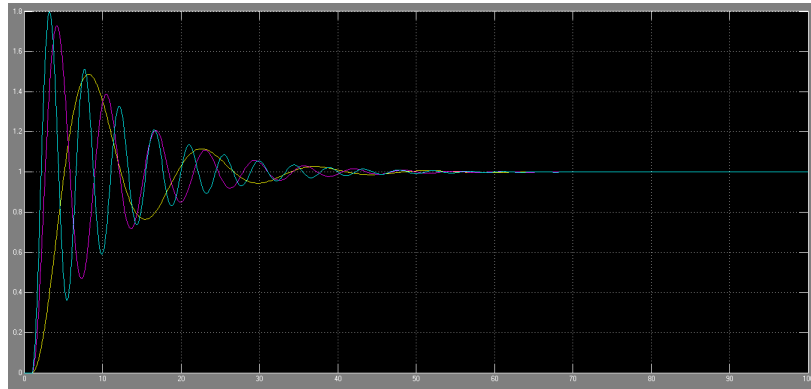


Figura 4: Resultado do problema 2

O sistema agora se estabiliza no ponto desejado, em compensação temos a desagradável situação dos oscilações no início. Oscilações estas que podem destruir a estrutura da pá, ou pior, todo o gerador eólico.

### 3 Problema 3, a perturbação no sistema

Para esta situação, temos uma perturbação no sistema, perturbação esta que pode ser proveniente de uma grande rajada de vento ou terremoto. O estudo da planta e como ela se comporta para tal evento é feito da seguinte maneira. Um sinal de 0.3 é inserido antes da planta e depois do controlador proporcional. Sinal este que não representa algo específico, é utilizado apenas para efeitos matemáticos do problema. O resultado obtido para as 3 situações pode ser visto na figura 5.

No tempo 60 segundos após o início do processo o sinal de perturbação é inserido na planta, pode ser visto que o ângulo da pá é alterado e tal alteração é mantida.

### 4 Problema 4, corrigindo com o integrador

A tentativa agora é colocando um integrador antes da planta e da perturbação. O modelo do simulink é mostrado na figura 6

O resultado para o efeito do integrador é mostrado na figura 7

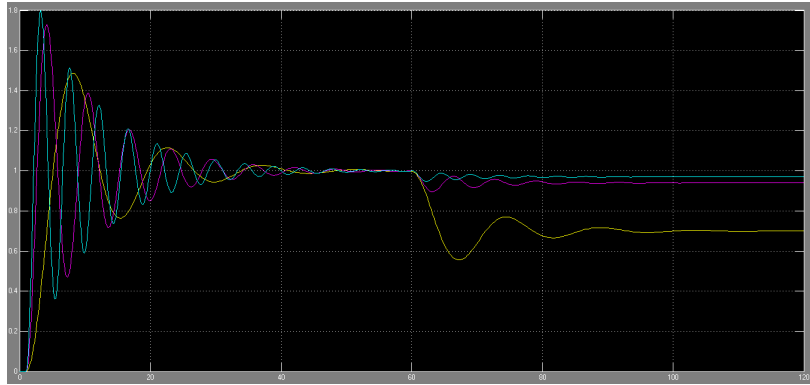


Figura 5: Resultado do problema 3

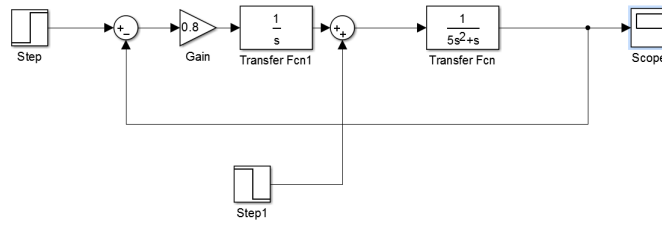


Figura 6: Modelo com o integrador

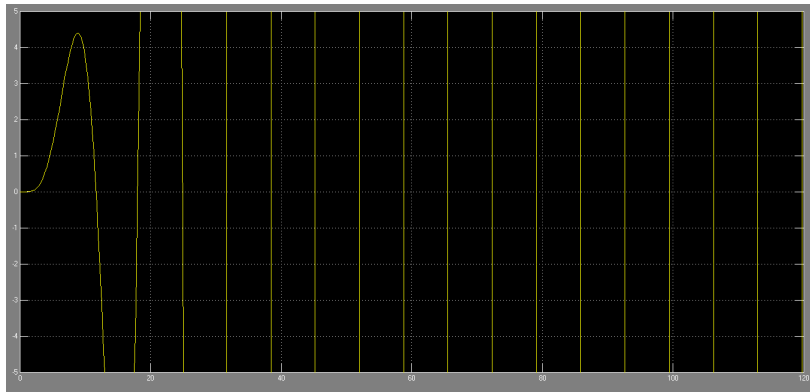


Figura 7: Resposta instável para o integrador

Nota-se facilmente para a figura 7 que o sistema é instável e não deve ser utilizado em nenhuma situação real. O critério de estabilidade pode ser comprovado usando "Routh", aplicando na equação de transferência,

$$\frac{\Theta(s)}{T_i(s)} = \frac{0.8}{5s^3 + s^2 + 0.8} \quad (3)$$

O critério de estabilidade fica,

$$\begin{array}{c|cc} s^3 & 5 & 0 \\ s^2 & 1 & 8 \\ s^1 & -4 & 0 \\ s^0 & 0.8 & 0 \end{array}$$

## 5 Problema 5, integrador

O modelo para o integrador foi usando e ficou como mostra a figura 8,

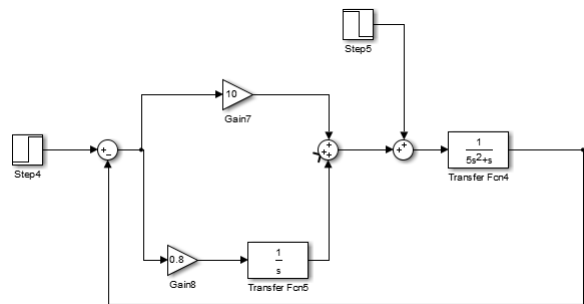


Figura 8: Modelo para o integrador.

O resultado é mostrado na figura 9

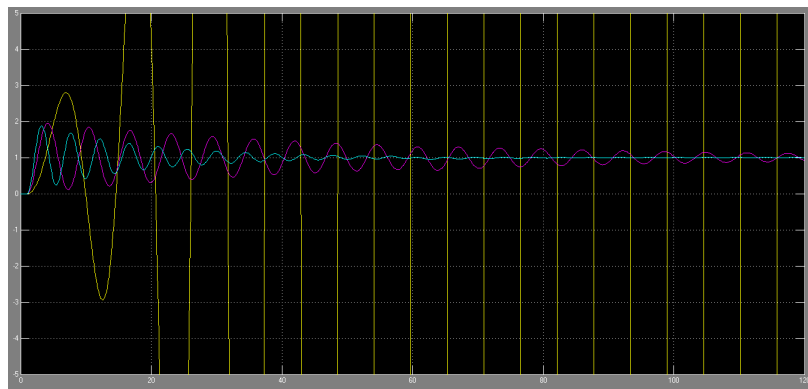


Figura 9: Resposta integrador.

Nota-se que o integrador corrige o erro em regime permanente, entretanto não é capaz de corrigir a estabilidade do sistema.

## 6 Problema 6, derivador

O modelo pode ser visto na figura

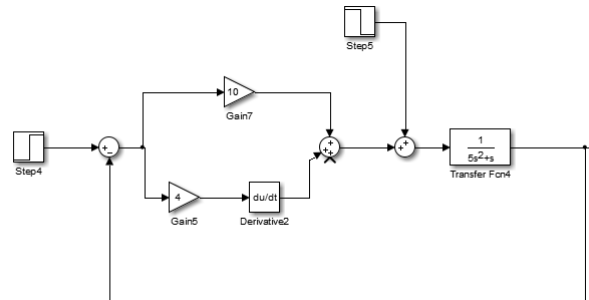


Figura 10: Modelo para o derivador.

A resposta obtida foi,

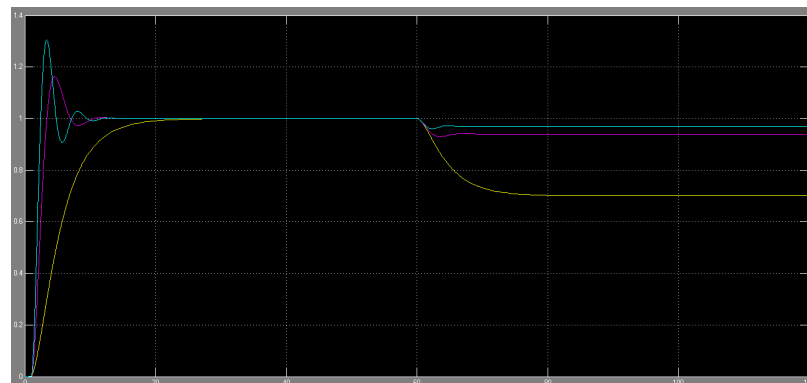


Figura 11: Resposta para o derivador.

Nota-se que o derivador retira os efeitos de oscilação mas mantém o erro em regime permanente.

## 7 Problema 7, Controle PID

O controle PID completo foi usando e para tal a modelo no simulink é mostrado 12.

A simulação parametrica para o problema, com o valor do ganho proporcional de 1, 5 e 10. O resultado pode ser visto na figura 13.



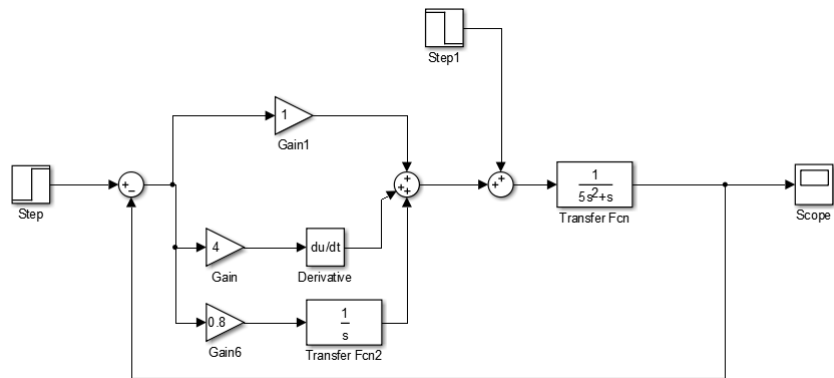


Figura 12: Modelo para o PID.

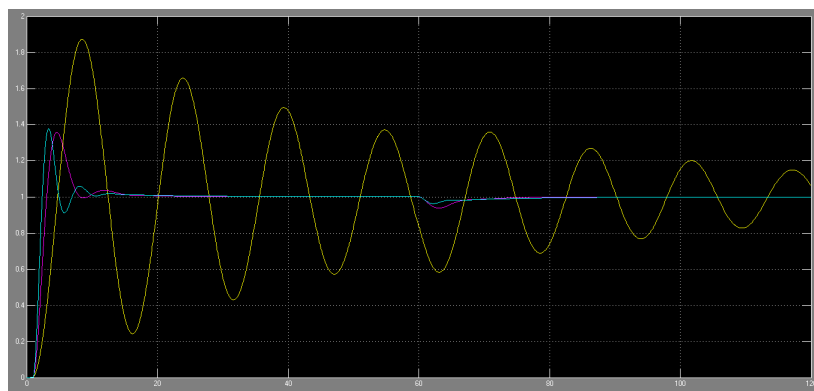


Figura 13: Resposta para o PID