

SEL-0328 Laboratório de Controle de Sistemas-2021

Departamento de Engenharia Elétrica - EESC/USP

Obtenção do ganho do chopper PWM (K_a)

Profa. Vilma A. Oliveira

22 de setembro de 2021

Esta tarefa irá simular a atividade prática para a obtenção do ganho do amplificador de chaveamento (ver Pag. 107 da edição antiga ou pag. 201 edição 2016). Utilizando o motor como carga, o ganho K_a pode ser obtido por meio do valor médio de tensão aplicado (V_M) e do valor da tensão u na entrada do amplificador de potência por meio da relação entrada-saída:

$$V_M = K_a u. \quad (1)$$

1. Construir um modelo em Simulink para o motor CC com o PWM utilizando o *powersim/simscape electrical*. Nesta parte, utilize os valores estimados através do *Parameter Estimation*. A tensão da fonte de alimentação da armadura é $V = 12.4 V$ e a amplitude da onda dente de serra é de $10 V$. Lembrar de incluir a perdas na chave e no diodo.
 - a) Utilizando o valor máximo para u , plotar a saída de velocidade (em rad/s) do motor obtida pelo modelo do Simulink. Na mesma figura, plotar o resultado experimental obtido em laboratório (dados do osciloscópio), a resposta obtida através da função de transferência pelo *Ident* e a resposta obtida através da função de transferência do *Parameter Estimation*.
 - b) Para um valor de u a sua escolha (menor que o valor máximo permitido), plotar a onda dente de serra, o sinal u e o sinal pulsado gerado pelo PWM todos na mesma figura. Discutir a lógica para geração dos pulsos. O eixo x (tempo) da figura deve variar entre 0 e $3T_s$, com T_s sendo o período de chaveamento da dente de serra.
2. Aplicar uma tensão u na entrada do amplificador de potência e medir o valor médio V_M da tensão pulsada na armadura do motor. Repetir este passo e preencher a Tabela 1. Dica: o valor médio de um sinal pode ser calculado no Simulink através do bloco *Mean*.
3. Variar a frequência do PWM e verificar a influência na corrente da armadura do motor.

Tabela 1 – Medições para calculo de k_a

$u(V)$	D	$V(V)$	$V_M(V)$
2.0		12.4	
4.0		12.4	
6.0		12.4	
8.0		12.4	
9.0		12.4	

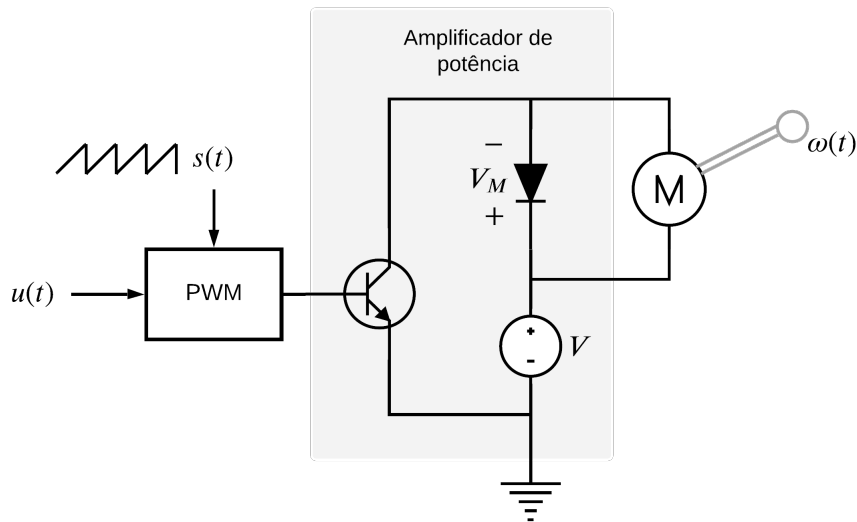


Figura 1 – Diagrama do modulador PWM e do amplificador de potência.

- Obter o ganho K_a usando regressão linear. Plotar, em uma mesma figura (V_M versus u), os dados obtidos pela simulação e reta obtida da regressão linear.

Construção do modelo no Simulink

Para construir o modelo do motor CC no Simulink será utilizado o *powersim/simscap electrical*. A forma final ficará como exibido na Figura 1. Alguns blocos úteis estão listados na Tabela 2 e ilustrados na Figura 2.

Tabela 2 – Blocos úteis no Simulink.

Nome do bloco	Função
<i>DC machine</i>	Gera o modelo do motor CC
<i>IGBT</i>	Gera a chave IGBT
<i>Diode</i>	Gera o diodo de proteção do motor
<i>DC Voltage Source</i>	Gera a fonte de tensão CC de entrada
<i>Sawtooth Generator</i>	Gera a onda dente de serra na frequência especificada
<i>Relational Operator</i>	Gera um bloco comparador
<i>Gain</i>	Gera um ganho no valor especificado
<i>Voltage Measurement</i>	Gera um medidor da tensão
<i>Mean</i>	Calcula o valor médio do sinal de entrada

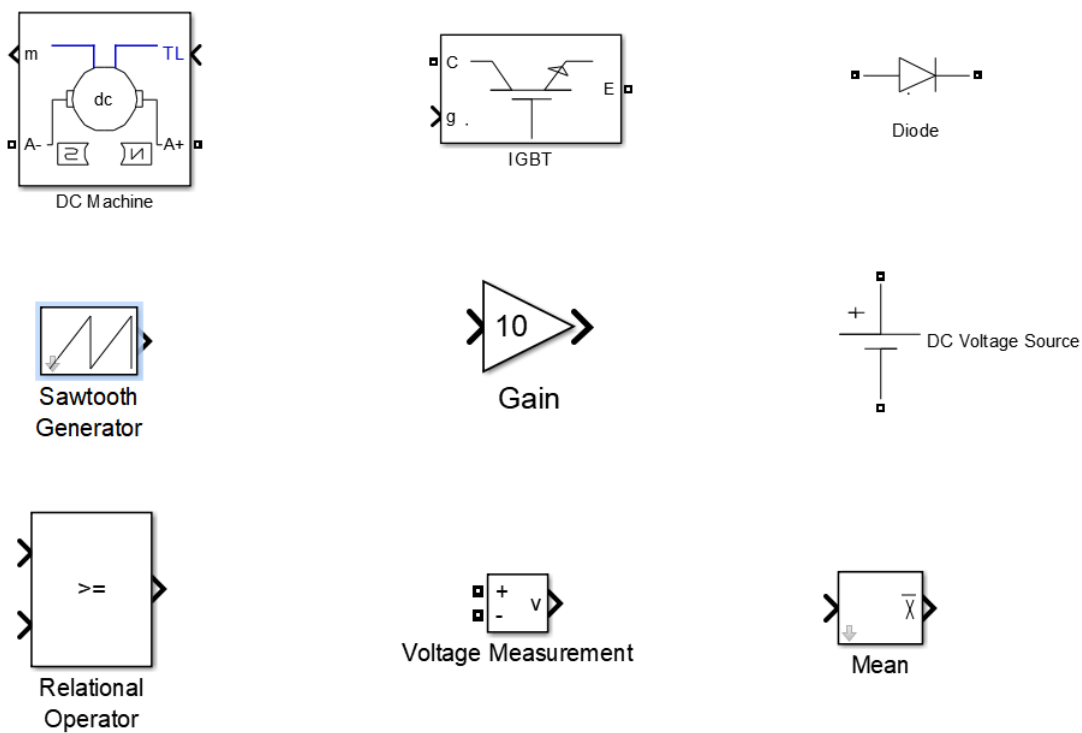


Figura 2 – Aparência dos blocos no Simulink.