UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Seminário de Iniciação Científica
Universidade do Estado de Santa Catarina
29º SIC UDESC

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PARA SIMULAÇÃO DO MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO COM ALIMENTAÇÃO NÃO SENOIDAL

Gabriel Tomio[1], Ademir Nied[2].

[1] Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Elétrica – CCT - bolsista PIBIC/CNPq.
[2] Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – ademir.nied@udesc.br.

Palavras-chave: Hardware-in-the-loop. Motor de indução trifásico. Modulação por largura de pulso.

Os motores de indução são principalmente utilizados devido à sua flexibilidade quanto ao tipo de carga a ser acionada. Tal afirmação é condizente, visto que a sua aplicabilidade se estende do setor rural ao setor industrial, e também pela sua robustez, menor custo e maior facilidade de instalação e manutenção. Além disso, dentre os motores elétricos, estima-se que 90% deles são motores de indução monofásicos ou trifásicos com rotor de gaiola.

Dependendo da finalidade do motor de indução, ele necessitará de um acionamento diferente. Na maioria das aplicações em baixa potência se faz acionamento direto, em estrela-triângulo, em chave compensadora, com inversores de frequência dentre outros. Porém, em alta potência, a maioria desses acionamentos é realizada utilizando o inversor de frequência. O inversor trifásico é um conversor CC-CA de tensão que possui três braços contendo duas chaves cada um, onde converte uma tensão contínua de entrada em uma tensão de saída alternada. Essa conversão ocorre através do comando das seis chaves de maneira a defasar cada fase em 120° entre si e estabelecer a frequência e tensão de saída pretendido. Com esta finalidade se comanda o inversor com sinais PWM (Modulação por largura de pulso) provenientes ou de um circuito externo ou de um processador digital de sinais (DSP). Todavia esse método apresenta desvantagens quando comparado com métodos de acionamento com ondas senoidais, tendo em vista que por ser uma onda quadrada apresenta harmônicas que modificam as características de desempenho do motor.

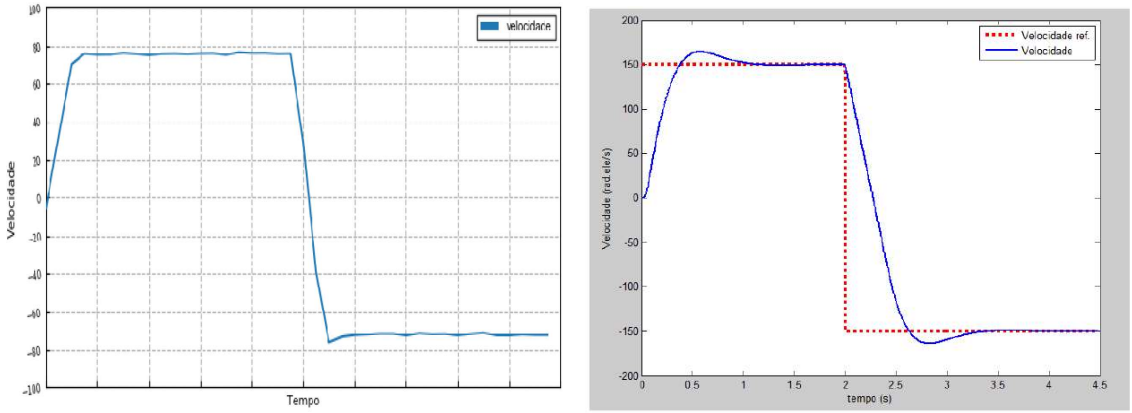
O sistema utilizado consiste em um inversor de frequência comandado por um DSP alimentando um motor de indução com rotor de gaiola, em que se fará um comparativo entre dois tipos de simulação utilizando o mesmo controle, mas com técnicas diferentes, uma puramente computacional e outra com a técnica *hardware-in-the-loop* (HIL). Na simulação puramente computacional se usou dois softwares, um para a adquirir a resposta do motor à tensão chaveada do inversor de frequência comandado pelo controle, e o software MatLab para exibir tais resultados na forma de gráficos.

A técnica de HIL é bastante utilizada atualmente devido ao baixo custo de manutenção, testes sem riscos de danos permanentes (principalmente nos equipamentos de potência, que são simulados), possibilidade de repetição do mesmo teste muitas vezes sem desgaste e quando comparados com uma simulação puramente computacional apresenta uma maior precisão, além de

ser em tempo real. Essa técnica consiste em separar o controle da planta no ambiente de simulação, de modo que o controle passa a ser realizado por um DSP e a planta continua sendo simulada em software. Isso é possível pois está disponível no laboratório um hardware específico para HIL, a Typhoon HIL600, que apresenta interface para o DSP TMS320F28335 da Texas Instruments.

Essa interface permite que o DSP leia as variáveis pertinentes para realizar o controle do inversor trifásico, como as correntes das fases *abc* e a velocidade mecânica do rotor do motor de indução em radianos por segundo. O controle consiste em um controlador orientado pelo fluxo de rotor de modo indireto, ou seja, a determinação do fluxo é feita medindo variáveis que se relacionam com ele, como as correntes estatóricas. A sua vantagem em relação ao modo direto é a simplicidade na aquisição do vetor fluxo, porém esse controle está sujeito a alterações nos parâmetros da planta, uma vez que depende dos parâmetros do motor, pode sofrer alterações com a temperatura, efeito pelicular, saturação magnética, dentre outros fatores.

Um dos comparativos que pode ser feito entre as duas simulações é em relação a resposta do motor e do controle à variação da velocidade de referência presente na Figura 1.



(a) (b)

Fig. 1 *Resultados da simulação da resposta do sistema à alteração da velocidade de referência, em (a) utilizando HIL com velocidade em rad.mec/s e em (b) simulação computacional com velocidade em rad.ele/s.*

A partir desses dois gráficos é perceptível que (a) apresenta algumas variações mesmo depois de atingir a velocidade de referência, decorrente principalmente de não idealidades e variação nas medições do DSP. Tal variação não aparece em (b) dado que o modelo do motor é ideal, além de os dados inseridos no controlador não sofrerem nenhuma influência de medição.

Ademais, durante o período de aprendizagem foi elaborada uma apostila sobre como programar, configurar e utilizar o DSP TMS320F28335, que também resultará em um minicurso.

Foi possível perceber que há diferenças entre os dois ambientes de simulação, sendo que o HIL apresentou resultados mais próximos do real por possuir variações resultantes de não-idealidades e erros de medição que estariam também presentes em um teste real. Com isso sugere-se utilizar essa técnica de simulação para analisar a influência da alimentação não-senoidal nas perdas do motor, comparando-as com dados de perdas no motor utilizando alimentação senoidal.