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

Vanessa Salmoria[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: Motor de Indução Trifásico, Alimentação Senoidal, Controle Vetorial.

Sendo o motor de indução trifásico a máquina elétrica de corrente alternada mais utilizada, devido ao seu baixo custo e robustez, a melhoria na eficiência do motor é alvo de muito estudo entre seus fabricantes. Para isso, o estudo de perdas é de extrema importância. Essas perdas são geradas devido à diferença de potência fornecida na ponta do eixo do motor e a absorvida pelo motor da linha de alimentação. As perdas podem ser divididas em três tipos: perdas mecânicas, perdas nos enrolamentos e perdas no ferro.

As perdas mecânicas, também conhecidas como perdas por atrito e ventilação, ocorrem devido aos atritos nos mancais e à ventilação do motor, e geralmente é a menor parcela das perdas em máquinas elétricas. Devido ao efeito da passagem da corrente são geradas as perdas por efeito Joule, conhecidas como perdas nos enrolamentos.

Considerando que não é possível a medição direta das perdas no ferro, sua obtenção torna-se mais complexa que as demais. As perdas no ferro são criadas pela variação do campo magnético da máquina nos núcleos do estator e rotor e podem ser separadas em três componentes: por histerese, perdas de corrente de Foucault e perdas excedentes.

Através de simulações é possível analisar diversas alternativas de projeto com um custo menor em comparação a análises experimentais por meio de protótipos. Os três principais métodos para simulação são: modelo analítico, modelagem por elementos finitos (MEF) e circuito magnético equivalente (CME), sendo o analítico o modelo considerado para esse estudo, devido à sua vantagem em relação aos demais considerando a pouca necessidade de cálculo computacional.

Como o motor de indução apresentava algumas dificuldades para sua aplicação em relação a controle e acionamentos, o motor de corrente contínua era o mais utilizado nesses casos. Para mudar isso, a técnica de controle vetorial foi desenvolvida. Essa técnica baseia-se na representação das variáveis elétricas do modelo do motor de indução em componentes ortogonais.

Uma das técnicas de controle vetorial é a orientação pelo campo. Ela busca o controle desacoplado de fluxo e conjugado através da decomposição das variáveis atuantes em componentes ortogonais. Com isso, a precisão, o tempo de resposta e a eficiência do acionamento são melhorados.

O Controlador Universal Orientado pelo Campo pode operar com orientação ao longo dos vetores de fluxo de rotor (UFOR), de estator (UFOS) ou mútuo (UFOM), podendo também ser de modo direto (DUFO) ou indireto (IUFO).

O controlador UFOR é o único que consegue naturalmente desacoplar as dinâmicas de fluxo e conjugado. No método indireto, o controle é feito em malha aberta através da

monitoração das variáveis relacionadas ao fluxo que, diferente do método direto, não necessita da medição direta do fluxo, sendo então o método escolhido para a realização deste trabalho.

A realização da simulação foi feita através de linguagem de programação C, tendo seus resultados mostrados no *software* Matlab^{TM}.

Fig. 1 *correntes do eixo direto e em quadratura*

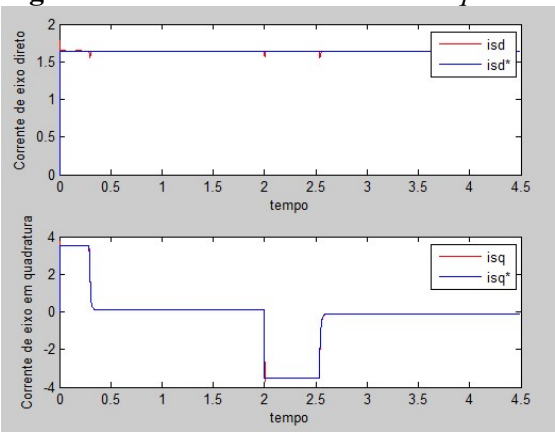
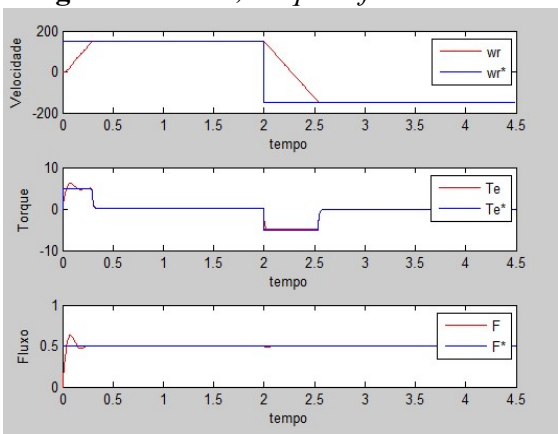


Fig.2 *velocidade, torque e fluxo do motor*



Os resultados mostram coerência considerando o controlador utilizado e a bibliografia estudada. A simulação foi feita utilizando o controle do motor de tal forma que fosse analisado sua partida até alcançar 150 rad.ele/s, sendo essa a velocidade de referência, e ao chegar em 2 segundos, sua velocidade seja revertida. A diferença entre a velocidade de referência e a do motor faz com que o controlador PI sature em seu máximo valor, gerando um torque de 5 Nm. Quando a velocidade do motor alcança a velocidade de referência o torque fica em valores muito baixos, assim como a corrente de quadratura. Em relação a corrente de eixo direto, seu valor fica praticamente constante devido ao fluxo que segue constante também.