

DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMO DE CONTROLE DE PARTIDA E VELOCIDADE EM RAMPA PARA MOTORES DE INDUÇÃO UTILIZADOS EM BANCADAS DE TESTES TRIBOLOGICOS, VIA INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Alessandro de Lima¹; Marcus Vinicius de Siqueira Silva²

¹ Instituto Federal de São Paulo. (l.alessandro@aluno.ifsp.edu.br).

² Instituto Federal de São Paulo. (marcus.silva@ifsp.edu.br).

Resumo: Este trabalho desenvolve e avalia um algoritmo de rampa de velocidade personalizada destinado a substituir as rampas internas de inversores de frequência no acionamento de motores de indução aplicados a bancadas tribológicas do tipo twin-disc. Nestes sistemas, o controle preciso da rotação durante a partida é essencial para garantir a estabilidade do contato rolante-deslizante entre as superfícies em interação. Variações abruptas de aceleração podem gerar excitações dinâmicas indesejadas, vibrações estruturais e perturbações no regime de lubrificação, comprometendo a repetibilidade dos ensaios e a integridade dos corpos de prova. Nesse contexto, propõe-se o desenvolvimento e a comparação de diferentes perfis de rampa de velocidade capazes de produzir transientes de partida mais suaves, reduzindo picos e valores eficazes de aceleração e jerk ao longo da trajetória de aceleração. A validação da proposta é realizada por meio de simulações cinemáticas no ambiente MATLAB/Simulink, considerando um modelo de referência equivalente de um sistema disco-disco em contato, no qual são definidas as principais grandezas associadas ao contato rolante-deslizante, incluindo rotações individuais dos discos, velocidades de superfície, acelerações, jerk e razão de escorregamento (slip ratio). A partir desse modelo, três perfis de rampa de velocidade são implementados e comparados: rampa linear, rampa S-curve e rampa polinomial de quinta ordem. Todos os perfis são normalizados para a mesma velocidade-alvo e para o mesmo intervalo de tempo de aceleração, permitindo uma comparação direta de desempenho. A análise dos resultados baseia-se em um conjunto de métricas objetivas extraídas das séries simuladas, incluindo tempos de subida, valores RMS e valores de pico de aceleração e jerk em ambos os eixos do sistema, bem como o erro RMS da razão de escorregamento em relação ao valor de referência definido para o ensaio. Essas métricas permitem avaliar o nível de suavidade cinemática das rampas de velocidade e estimar o potencial de excitação dinâmica associado às trajetórias. Além da análise cinemática, o trabalho também discute a viabilidade de implementação do perfil selecionado em uma arquitetura industrial baseada em equipamentos Siemens, considerando a programação do gerador de rampa diretamente no inversor SINAMICS S120 por meio do ambiente Drive Control Chart (DCC) e, alternativamente, a implementação equivalente em um controlador lógico programável da família S7-1500. Os resultados obtidos indicam que a rampa linear apresenta os maiores valores de pico e valores RMS de jerk, sendo menos indicada para aplicações com requisitos tribológicos mais rigorosos. A rampa S-curve reduz significativamente esses indicadores, promovendo uma transição mais suave durante a partida e na aproximação à velocidade final. Entre os perfis avaliados, a rampa polinomial de quinta ordem apresenta o melhor compromisso entre tempo de resposta e suavidade global do movimento, produzindo os menores índices de jerk e mantendo o escorregamento próximo ao valor de referência ao longo de toda a trajetória de aceleração. Conclui-se, portanto, que esse perfil representa a alternativa mais promissora para futura implementação em bancadas tribológicas disco-disco, fornecendo uma base para a migração de algoritmos de rampa otimizados do ambiente de simulação para sistemas industriais de acionamento baseados em inversores de frequência.

Palavras-chave: Bancadas Tribológicas; Rampas de Velocidade; Inversor de Frequência.