LEVANTAMENTO DAS TÉCNICAS DE MEDIDAS DE VELOCIDADE, TORQUE DO EIXO DO MOTOR E VARIAÇÃO DE CARGA CONTROLADA

Hélcio Henrique Gonçalves da Silva[1], Matheus Rodrigues Marangon[2], Flávio Vitorino Queiroz[3], José Henrique Galeti[1]

[1]Instituto Federal do Mato Grosso do Sul – Três Lagoas – MS

helcio.silva@estudante.ifms.edu.br, jose.galeti@ifms.edu.br

Resumo

Atualmente, a utilização de controle em motores de indução trifásicos (MITs) a partir de inversores de frequência é parte essencial em diversas aplicações que demandam a variação e controle da velocidade, alguns exemplos de aplicações na indústria são: ar condicionados, moendas de cana, esteiras de cargas, dentre outras diversas aplicações. A depender do objetivo é possível controlar variáveis como torque, velocidade e eficiência de modo direto ou indireto. Neste projeto objetiva-se desenvolver um controlador que melhore a eficiência energética do motor, atuando na busca do ponto de ótima. Esse trabalho é parte do Projeto de Controladores Robustos para Motor de Indução Trifásica (MIT) com carga variável, nele será desenvolvido as técnicas de medidas automáticas de velocidade, torque do motor e variação de carga. Para isso utilizou-se o software LabView para simulação, controle e analise dos sinais. Os resultados obtidos em decorrência das simulações observamos que é possível instrumentalizar a bancada e controlar o sistema completo através do LabView.

Palavras-chave: Motor, Eficiência, LabView, Arduino Uno

Introdução

O uso do MIT na indústria é bastante comum, sendo um dos tipos mais empregado em indústrias, ele é bastante usado em esteiras, bombas, compressores, misturadores, entre muitas outras aplicações. Responsável por aproximadamente 50% dos gastos de energia da indústria, que, por sua vez, consome 44% da energia produzida em solo brasileiro [2]. Sabendo disso é interessante o estudo da optimização energética pelos seguintes motivos: i) econômico, pois quanto melhor for seu rendimento menor é sua dissipação de energia; ii) ambiental, todas fonte de energia gera um impacto ambiental, porém quando diminuímos as perdas geradas diminuímos também o impacto ambiental; iii) redução de custos de infraestrutura elétrica [3],[4].

Nesse projeto objetiva-se desenvolver um sistema de controle de baixo custo, que operando junto com o inversor de frequência melhore o consumo de energia. Nas aplicações em que o controle da velocidade e torque pode ser flexibilizado, o controlador busca um ponto de operação de melhor eficiência energética. Alguns controles de velocidade e torque bastante usados nas indústrias são PI, PD e PID [5], [6]. Buscando melhores desempenhos encontra-se outras técnicas de controles como Redes neurais artificiais [7], fuzzy [8], modos deslizantes [9], entre outros.

Neste trabalho será desenvolvido técnicas de medidas utilizadas para obter os sinais de saída mecânicos do motor, dentre eles a velocidade, torque e carga no eixo, e analisá-los usando-se o software LabView.

Metodologia e Instrumentação

Neste projeto foi tomada uma bancada didática da "Automatus" (Figura 1), e a partir dela foram feitas mudanças para se tornar uma bancada de controle. Modificações como: controle de velocidade e carga pelo LabView, implementação de sensores para medidas de velocidade e torque, entre outras mudanças, no sentido de instrumentalizar e controlar os parâmetros elétricos e mecânicos necessários ao projeto.

Figura 1. Bancada Didática, composta por um Motor de Indução Trifásico 1,5hp/4 polos da marca WEG, acionado por um inversor de frequência de 2hp do modelo atv31 da marca Schneider, acoplado a uma célula de carga tipo S/20kg

Em primeiro, para a medição de velocidade o disco rotor (Figura 2) foi dividido em quatro faixas, essas que foram pintadas de pretas e direcionadas de frente para um sensor de proximidade optica, que é responsável em gerar pulsos quadrados à uma certa frequência, tendo que a relação entre a velocidade real e a frequência adquirida é de quatro pulsos por rotação, esse sinal foi tratado a partir da interface de um Arduino uno e foi calibrado por um osciloscópio como observamos na figura 2. Em segundo foram feitas analises no MIT, e observou-se que a velocidade variava a partir de uma tensão DC de 0 – 10V, com base nisso para controlar a velocidade fizemos um circuito RC (Figura 3) de ganho dois para amplificar a saída analógica do arduino, essa saída que era controlada por um potenciômetro digital desenvolvido no LabView (Figura 4)

Figura 2. Técnica para medir a velocidade no motor, de um lado vemos a onda PWM no osciloscópio e do outro o motor.

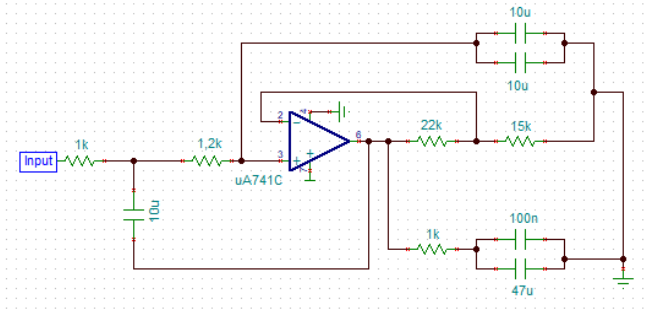

Figura 3. Circuito RC de ganho dois

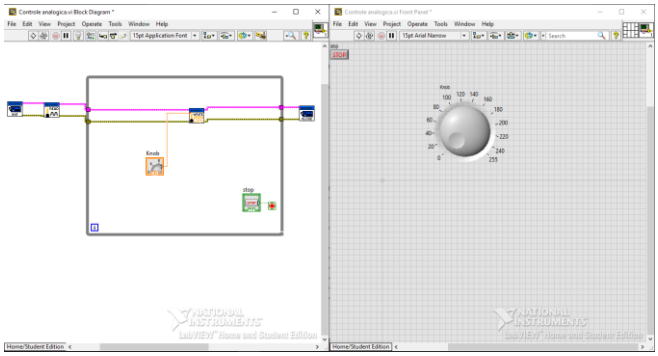

Figura 4. Potenciômetro digital feito no LabView

A terceira etapa, após conseguir ler e controlar a velocidade partimos para leitura e controle da carga. Para o controle e leitura da carga observou-se que a impedância variável de 100kΩ a 300kΩ em 220V, proporcionava a mudança entre o mínimo e o máximo de carga, para isso foi proposto um circuito opto-acoplador (Figura 5), para desacoplar a alta tensão do motor da baixa tensão do Arduino, para que possamos controlar a tensão do arduino e isso variar a impedância do bifásico.

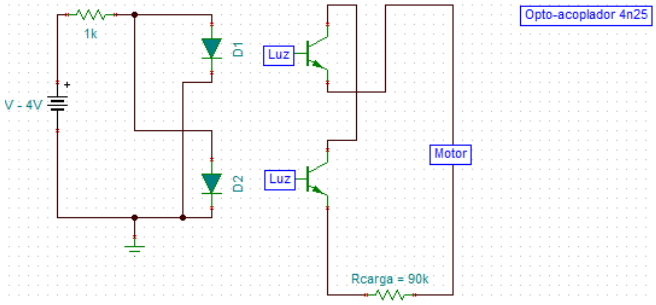

Figura 5. Circuito Opto-Acoplador.

Por fim, foi retirado os sinais do torque, ele foi feito a partir do uso de uma célula de carga do tipo S/20kg, essa que funciona a partir de compressão e tração feita no eixo e é ligada a um circuito, depois adquirida pelo Arduino e usado o LabView para tratar o sinal, para calibração e visualização da medida de torque em Kgf é usado um dinamômetro (Figura 6)

Figura 6. Dinamômetro.

Resultados e Discussão

Em decorrência das ações de isolamento social para o combate a pandemia provocada pelo covid-19, as atividades de laboratoriais foram interrompidas impossibilitando a realização de medições do conjunto de instrumentos atuando no sistema completo, i.e. foram feitas medidas e calibrações nos sensores de forma individual, mas a integração será proposto em trabalhos futuros. Como alternativa, baseado em medições anteriormente realizadas, foram simulados os sinais típicos, e desenvolvido a interface no LabView

indicando como seria executadas as medidas práticas. integradas.

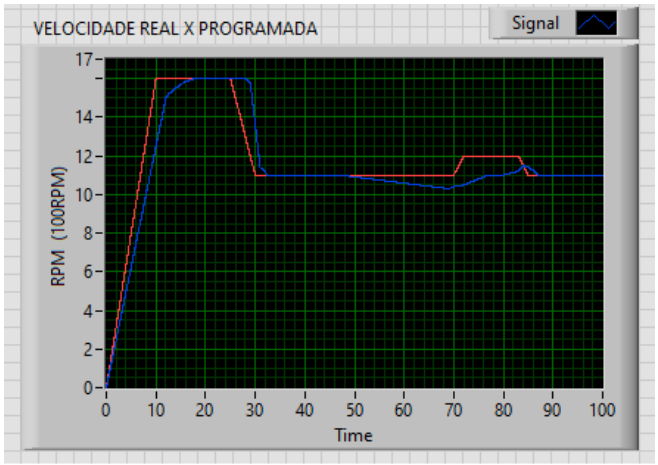

Figura 7. Velocidade programada x real, em vermelho vemos a velocidade programada pelo inversor e em azul temos a velocidade real.

Na Figura 7, observou-se um sinal da velocidade do motor por tempo, onde temos que até os 15s temos uma aceleração, depois dos 25s aos 30s temos uma desaceleração a partir dos 40s é imposto uma carga, e percebemos que o inversor corrige mais rapidamente a velocidade, diferente da velocidade real.

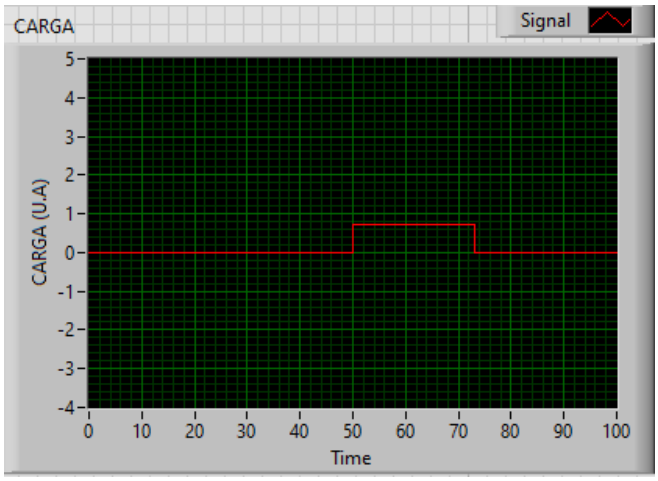

Figura 8. Carga imposta pelo potenciômetro.

Na Figura 8, analisou-se a carga imposta pelo potenciômetro no MIT, de 50s a 73s temos uma carga x. Podemos ver o torque medido no eixo na Figura 9, esse torque sofre um aumento é crescente de 0s a 15s, onde ocorre uma aceleração do motor nos momento de 15s a 30s temos uma desaceleração, após isso nos 50s é imposto uma carga no eixo, com a subida da carga o torque tende a acompanha-la e depois que retirado a carga o torque decresce e se estabiliza.

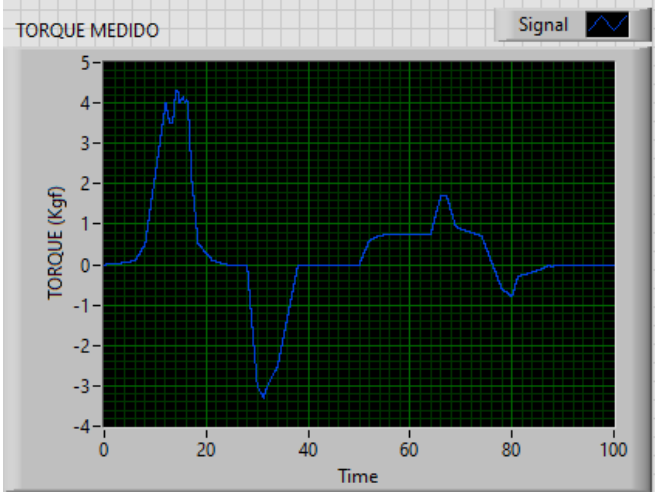

Figura 9. Torque medido, sinal de torque que varia com a velocidade e a carga.

Considerações Finais

Obtivemos resultados encorajadores, pois a partir dos circuitos medidos e das calibrações feitas analisamos que é possível instrumentalizar a bancada usando o LabView e a interface Arduino, e também será possível montar um sistema integrado contendo todos os parâmetros elétricos e mecânicos funcionando juntos. Em decorrência das ações de isolamento social para o combate a pandemia provocada pelo covid-19, os testes práticos do sistema completo serão feitos no retorno aos laboratórios. E futuramente no projeto iremos fazer testes no sistema integrado e desenvolver o controlador.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CNPq pelo apoio financeiro a este projeto de pesquisa.

Referências

[1] BOSE, B. K. Modern Power electronics and ac drives. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

[2] REZENDE, Paulo Henrique Oliveira; BISPO, Décio. Análise Econômica em Motores de Indução Trifásicos. Horizonte Científico, v. 9, n. 1, 2015.

[3] ORTUNHO, T. V.; RIBEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, M. C. M.; GARCIA, J. P. F. Projeto de controladores robustos H∞ usando LMIs para controle de um motor de indução trifásico com incertezas.In: DINCON, 2015, Natal. Proceedings… Natal: SBMAC, 2015

[4] LUGLI, A. B.; ARAÚJO, F. M.; FLORIANO, G. H. F.; SILVA, J. P.; HENRIQUES, J. P.; VOLPATO, R. M.; MASSELLI, Y. M. C. Controle vetorial e escalar para motores de indução trifásicos. In: SAISEE, 2015, Santa Rita do Sapucaí. Proceedings… Santa Rita do Sapucaí: INATEL, 2015.

[5] J. Jung, V. Q. Leu, T. D. Do, E. Kim, H. H. Choi, "Adaptive PID speed control design for permanent magnet synchronous motor drives", IEEE Trans. Power Electron., vol. 30, no. 2, pp. 900-908, Feb. 2015.

[6] L. Niu, D. Xu, M. Yang, X. Gui, Z. Liu, "On-line inertia identification algorithm for PI parameters optimization in speed loop", IEEE Trans. Power Electron., vol. 30, no. 2, pp. 849-859, Feb. 2015.

[7] D. Q. Dang, M. S. Rafaq, H. H. Choi, J.-W. Jung, "Online parameter estimation technique for adaptive control applications of interior PM synchronous motor drives", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 63, no. 3, pp. 1438-1449, Mar. 2016.

[8] F. Alonge, F. D'Ippolito, A. Sferlazza, "Sensorless control of induction-motor drive based on robust Kalman filter and adaptive speed estimation", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 61, no. 3, pp. 1444-1453, Mar. 2014.

[9] N. Salvatore, A. Caponio, F. Neri, S. Stasi, G. L. Cascella, "Optimization of delayed-state Kalman-filter-based algorithm via differential evolution for sensorless control of induction motors", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 57, no. 1, pp. 385-394, Jan. 2010.