

Construção De Um Sistema De Condicionamento De Sinais Para Uma Bobina Exploratória

Building A Signal Conditioning System For An Exploratory Coil

RESUMO

Este trabalho propõem a elaboração de um circuito que realiza o condicionamento no sinal da tensão induzida de uma bobina exploratória de uso externo que será utilizada para a identificação de falhas em motores de indução trifásicos. O condicionamento proposto é aplicar um offset no sinal e aplicar um ganho de forma automática para sinais com amplitude de 0,165 V a 0,825 V, para que a saída seja normalizada entre 0 a 3,3 V. O circuito proposto foi simulado e houve a normalização do sinal conforme desejado. No *software* foi possível realizar alterações nos valores da amplitude do sinal por meio da associação de fonte de tensão alternadas, simulando alterações na amplitude do sinal da bobina.

PALAVRAS-CHAVE: Bobina de uso externo. Condicionamento de sinais. Motor de indução trifásico.

ABSTRACT

This work proposes the elaboration of a circuit that performs the signal conditioning of the induced voltage of an external use coil that will be used to identify faults in three-phase induction motors. The proposed conditioning is to apply an offset to the signal and automatically apply gain to signals with amplitude of 0.165 V to 0.825 V, so that the output is normalized between 0 to 3.3 V. The proposed circuit was simulated and the signal was normalized as expected. In the software, it was possible to make changes in the signal amplitudes through the association of alternating voltage sources, simulating changes in the coil signal amplitude.

KEYWORDS: External use coil. Signal Conditioning. Three phase induction motor.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O setor industrial brasileiro é responsável pela utilização de 44% da energia elétrica total produzida, sendo 68% desse valor utilizada por Motores de Indução Trifásicos (MITs), e na matriz energética brasileira os MITs representam 35% do consumo da energia elétrica (SAUER et al., 2015). A grande aplicabilidade dos MITs deve-se a sua robustez, baixo custo na aquisição, fácil manutenção e a adaptação a diversas cargas mecânicas (GOEDEL et al., 2006).

Apesar da robustez e da confiabilidade, os MITs ainda estão suscetíveis a falhas, na qual são divididas em duas classes: falhas elétricas e falhas mecânicas. O diagnóstico de falhas em estágio incipiente possibilita que seja realizado a devida manutenção no MIT, evitando paradas inesperadas nas linhas de produção ou ainda a deterioração do MIT (BRITO, 2002).

As grandezas dos MITs, como tensão, corrente, fluxo magnético, temperatura, vibração, entre outras, podem indicar características relacionadas ao seu funcionamento, dessa maneira, podendo ser utilizadas para a identificação de falhas em MITs (REIS, 2010).

Utilizando uma bobina de uso externo é possível realizar a aquisição do sinal do campo magnético do MIT, a partir de uma tensão induzida, podendo indicar características de falhas. No trabalho de Bouzida et al. (2014), foi utilizado uma bobina de uso externo para realizar a identificação de falhas de barras quebradas no rotor de MITs.

O objetivo final da pesquisa em desenvolvimento é a utilização de uma bobina de uso externo para a identificação de falhas em MITs. Em Vicente (2018), foi construída uma bobina de uso externo e identificados os melhores pontos de alocação da bobina na carcaça do MIT. Dando continuidade na pesquisa, o objetivo desse trabalho é construir um circuito de condicionamento no sinal da tensão induzida aplicando um offset e deixando o mesmo entre 0 a 3,3 V.

METODOLOGIA

Em Vicente (2018), foi constatado que o sinal da tensão induzida da bobina varia conforme a carga aplicada no eixo do MIT de 1 CV utilizado, ficando entre 0,25 V a 0,38 V para o motor operando a plena carga e a vazio respectivamente.

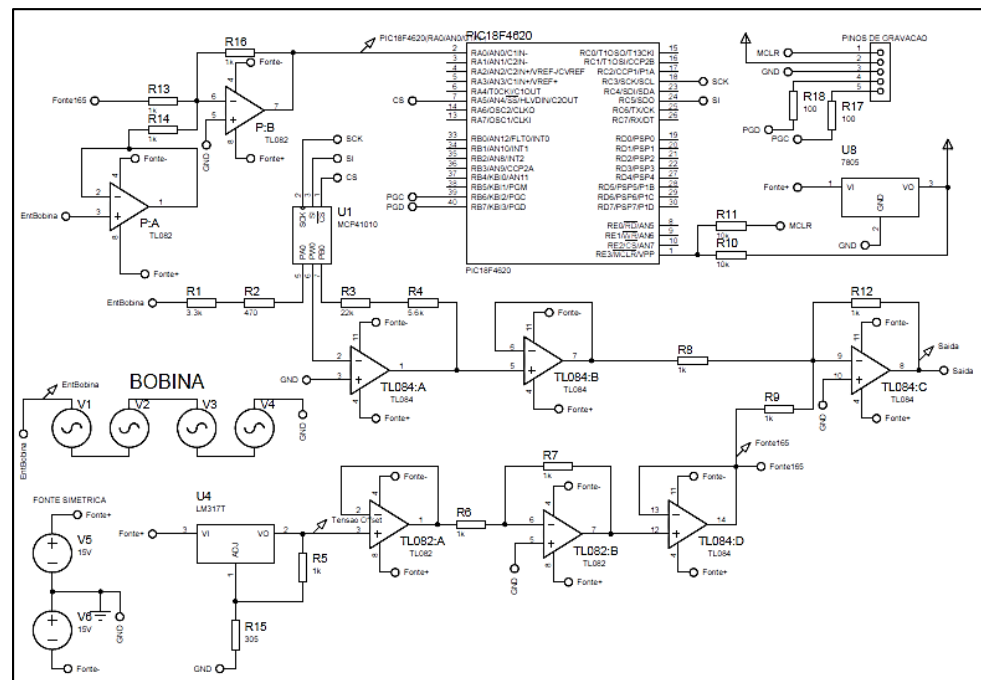
Para deixar o sinal entre 0 a 3,3 V é realizado a construção de um circuito que aplica um offset de 1,65 V no sinal da tensão induzida e um sistema com ganho variável, que pode aplicar um ganho de 2 a 10 vezes em relação ao sistema original, possibilitando realizar o ajuste de sinais de aproximadamente 0,165 V a 0,825 V.

CIRCUITO DE CONDICIONAMENTO DE SINAIS

O circuito de condicionamento proposto é apresentado na Figura 1.

O Amplificador Operacional (AmpOp) TL084:A está na configuração inversora,

Figura 1 – Esquema elétrico do circuito de condicionamento do sinal da bobina



Fonte: Autoria Própria.

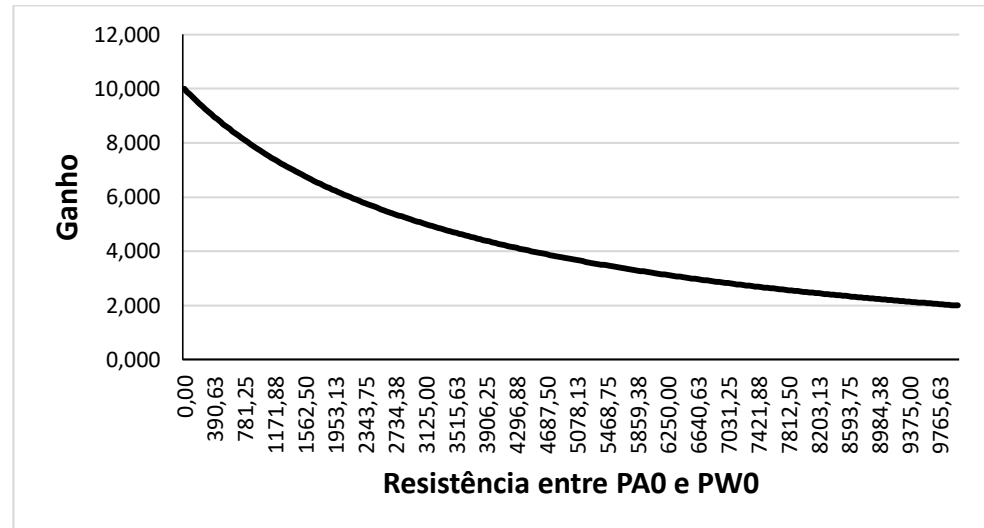
e é nesse AmpOp que é realizado o controle do ganho do sinal da tensão induzida. Durante estudos para a confecção do circuito foi constatado que utilizando um potenciômetro nesta configuração seria possível realizar o ajuste do ganho. Como já citado, o sinal pode sofrer variações, deste modo um potenciômetro manual não seria viável, por isso foi escolhido utilizar um Circuito Integrado (CI) de potenciômetro digital de 10K Ω , que é controlado por um microcontrolador. Para ajustar a faixa de ganho entre 2 a 10, foi necessário a implementação de resistores fixos nas resistências de entrada e nas resistências de realimentação da configuração inversora. Na entrada a resistência fixa é de 3,77K Ω e na realimentação a resistência é de 27,6K Ω e, conforme o controle do microcontrolador, os valores das resistências dos terminais do potenciômetro digital são ajustados, aplicando um ganho no sinal.

O sinal proveniente da bobina recebe um offset de 1,65 V, e é ligado na porta AN0 do microcontrolador PIC18F4620, que possui a rotina de realizar a aquisição do sinal em 16,67 milissegundos (ms) e detectar o valor de pico do sinal e, por meio desse valor de pico, os valores das resistências do potenciômetro digital são ajustadas. A Figura 2 mostra o gráfico do ganho pelo valor da resistência de entrada do potenciômetro digital.

O circuito conta com uma fonte simétrica de $\pm 15V_{cc}$, sendo o positivo dessa fonte ligado a um regulador de tensão LM317T. Entre os terminais 1 e 2 é ligado o resistor de 1K Ω , e por meio do resistor R15, que está entre o terminal 1 e o terra do regulador é possível realizar o ajuste da tensão de saída do regulador. Na simulação, para se obter o valor de 1,65V, foi utilizado o R15 com 305 Ω , sendo no circuito real esse resistor substituído por um Trimpot de 1K Ω . Com o trimpot é possível realizar o ajuste do valor da saída do regulador em 1,65V $_{cc}$, visto que se utilizar uma resistência fixa pode ser que esse valor não fique no valor desejado. O AmpOp TL082:B está na configuração inversora, sendo essa inversão no valor da

tensão devido ao fato que os Amps Ops TL084:C e P:B estão na configuração somador-inversor com ganhos unitários, por isso a necessidade da inversão do sinal de *offset*.

Figura 2 - Gráfico do ganho pelo valor da resistência entre os terminais PA0 e PW0 do potenciômetro digital



Fonte: Autoria Própria.

Pode-se notar que o circuito possui AmpOps na configuração buffer, utilizados para desacoplar as impedâncias do circuito. O microcontrolador e o potenciômetro digital são alimentados em 5V, sendo utilizado o regulador de tensão LM7805 para obter esse nível de tensão.

RESULTADOS

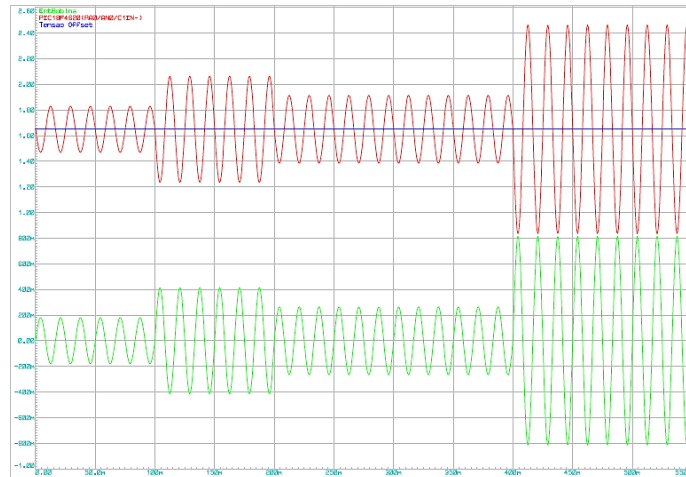
Os resultados apresentados são simulados, devido que a placa de circuito impresso não havia sido terminada.

A simulação foi realizada utilizando um *software* de simulação de circuitos eletroeletrônicos. Para simular o sinal da tensão induzida foi utilizada 4 fontes senoidais de 60 Hz e amplitudes diferentes em série, havendo *delays* no acionamento de cada fonte. Na Figura 1 é possível notar esse arranjo, com o acionamento da primeira fonte em 0 segundos o sinal resultante possui amplitude de 0,18 V. Já em 100 ms a segunda fonte é acionada e o sinal resultante é de 0,415 V. Em 200 ms a fonte 3 é acionada e o sinal resultante é de 0,265V e em 400 ms a quarta fonte é acionada e o sinal resultante possui amplitude de 0,81V.

Na Figura 3 é apresentado o sinal da tensão proveniente da “bobina”, em verde, sendo o sinal em vermelho o sinal utilizado para a leitura do microcontrolador (sinal da “bobina” aplicado um *offset* de 1,65 Vcc).

Na Figura 4 é exibido o sinal da tensão de saída da placa, na qual foi realizado o *offset* e o controle de ganho no sinal original, nota-se que o sistema possui um atraso na resposta de controle, fazendo com que o sinal de saída tenha valores inferiores ou superiores a 3,3 V. Na Figura 5 é apresentado o layout em 3D do circuito proposto para o condicionamento de sinais.

Figura 3 - Sinal de entrada do conversor A/D e do circuito de condicionamento



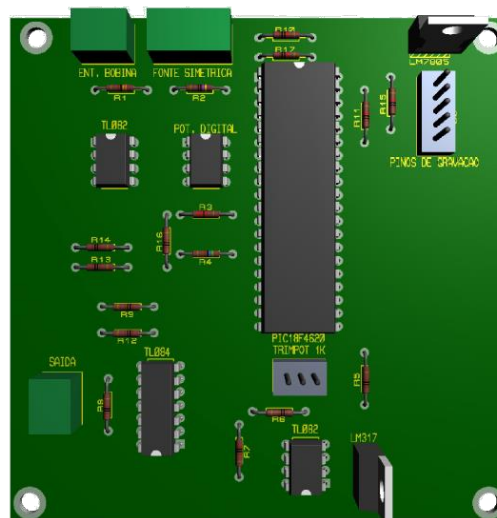
Fonte: Autoria Própria.

Figura 4 - Sinal de saída do circuito de condicionamento



Fonte: Autoria Própria.

Figura 5 - Visão 3D do condicionamento do sinal da bobina



Fonte: Autoria Própria.

Com alterações nas amplitudes do sinal da bobina simulada o circuito conseguiu-se realizar o ajuste no ganho para que o sinal de saída estivesse entre 0 e 3,3V. Como os valores reais das resistências fixas de entrada e de realimentação foram de 3,77K Ω e 27,6K Ω , respectivamente, e sendo os valores ideais de 3,75K Ω e 27,5K Ω , os ganhos foram um pouco alterados, não sendo implementados os valores de 0,165 V e 0,825V como definido anteriormente.

CONCLUSÃO

Com as alterações nos valores da tensão, seja um acréscimo ou decréscimo, a saída esteve entre 0 e 3,3 V, conforme o proposto, mesmo o sinal apresentando uma demora de aproximadamente 1,5 ciclo e meio. Isso é devido ao fato que o sistema precisa realizar a leitura de 1 ciclo para determinar o valor de pico do sinal da tensão induzida e depois realizar o controle do potenciômetro digital.

Como objetivos futuros a pesquisa visa terminar a placa física e realizar testes com a bobina, fazendo-se ajustes na placa se necessário. Para que possa ser realizado a aquisição de sinais da tensão induzida da bobina quando o motor está operando sem falhas e em condições de falhas e por fim esses sinais aquisitados, será implementada uma rede neural artificial para realizar a identificação, classificação e a severidade de falhas em MITs.

REFERÊNCIAS

BOUZIDA, A.; TOUHAMI, O.; IBTIOUEN, R. Rotor fault diagnosis using external search coils voltage analysis. In: **2014 International Conference on Electrical Machines (ICEM)**. IEEE, 2014. p. 1654-1658.

BRITO, Jorge Nei. **Desenvolvimento de um Sistema Inteligente Híbrido para Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos**. 2002. 214 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

GOEDEL, A. et al. Uma abordagem neural para estimação de conjugado em motores de indução. **Sba Controle & Automação**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 364-380, 2006.

SAUER, I. L. et al. **A comparative assessment of Brazilian electric motors performance with minimum efficiency standards**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 41, p. 308-318, 2015.

VICENTE, J. P. **Bobina exploratória de uso externo para detecção de falhas em máquinas elétricas trifásicas**. 2018. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR, Apucarana.