

PROJETO DE UM CONTROLADOR PARA MOTOR BRUSHLESS

BRITO, J. D.¹, SEIXAS, C. M.²

¹ Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Votuporanga, jardel.brito@aluno.ifsp.edu.br.

² Docente, Orientador PIBIFSP, IFSP Campus Votuporanga, claudiner@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq):3.04.05.01-7 Eletrônica Industrial, Sistemas e Controle Eletrônicos

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem por finalidade apresentar o desenvolvimento de um controlador para acionamento de motores Brushless aplicado à motorização de cadeiras de rodas elétricas. O trabalho foi motivado pelas características específicas que o controlador deve ter para proporcionar operação simples e deslocamento seguro para pessoas com necessidades especiais em locomoção. Tais especificidades foram apresentadas e discutidas neste trabalho e levaram a conclusão de que os controladores comerciais disponíveis não atendem a necessidade do projeto, pois a maioria deles não possibilita reunir todas as características desejáveis, por exemplo, a inversão da rotação do motor, o comando de interruptores externos e a entrada para sensor de efeito hall, sendo, portanto, necessário o desenvolvimento de um controlador dedicado a essa aplicação. A ideia de construí-lo com componentes discretos não foi atrativa, pois exigia uso de um micro controlador e diversos componentes associados para realizar tarefas que alguns circuitos integrados poderiam realizar. Por isso, foi escolhido projetá-lo usando um circuito integrado dedicado. Além da aplicação em cadeira de rodas, é intenção deste projeto promover o domínio dessa tecnologia obtendo-se autonomia para modificações no projeto e obtenção de uma plataforma (kit didático) para futuras pesquisas.

PALAVRAS-CHAVE: Acionamento; Controlador; Motor brushless; PWM; Tecnologia assistiva.

DESIGN OF A BRUSHLESS ENGINE CONTROLLER

ABSTRACT: This paper aims to present the development of a Brushless motor drive controller applied to the motorization of electric wheelchairs. The work was motivated by the specific characteristics that the controller must have to provide simple operation and safe travel for people with special mobility needs. These specificities were presented and discussed in this work and led to the conclusion that the available commercial controllers do not meet the project need, since most of them do not allow to gather all the desirable characteristics, for example, the motor rotation inversion, the control of external switches and the input for hall effect sensor, so it is necessary to develop a controller dedicated to this application. The idea of building it with discrete components was not attractive because it required the use of a micro controller and several associated components to perform tasks that some integrated circuits could perform. So it was chosen to design it using a dedicated integrated circuit. In addition to wheelchair application, this project intends to promote the mastery of this technology by obtaining autonomy for design modifications and obtaining a platform (didactic kit) for future research.

KEYWORDS: Drive; Controller; Brushless motor; PWM; Assistive technology.

INTRODUÇÃO

Os motores Brushless (BLDC) são motores DC cuja comutação da corrente nas bobinas é realizada sem o uso de comutador/escovas. Algumas das principais vantagens do motor BLDC em comparação com motor DC escovado são: maior rendimento; menor índice de ruídos; alta eficiência, maior vida útil; manutenção reduzida; velocidade mais elevada; melhor controle sobre a curva de torque versus velocidade. Como os motores BLDC não possuem escovas, a comutação da corrente entre suas bobinas é feita por meio de dispositivo eletrônico chamado de controlador. (TRINDADE, 2009).

Os motores Brushless CC possuem pares de imã permanentes no rotor, o enrolamento trifásico do estator deve ser conectado a uma eletrônica complementar para que possa ser feito o chaveamento. Antes do chaveamento ser executado a posição do rotor deve ser determinada, este controlador em questão está sendo desenvolvido para motores onde a detecção da posição do rotor é feito através de sensores de efeito Hall. (D'AVILA et al., 2011).

Geralmente o controlador é constituído basicamente por uma ponte trifásica e um *driver* controlador que comanda os interruptores da ponte, em função da posição do rotor informada via sensores de efeito hall, da velocidade e do sentido de giro desejado (ALLEGRO, 2013). Controladores comerciais nem sempre atendem todas as aplicações, necessitando desenvolvimento de equipamentos dedicados, como foi o caso desta aplicação. Desta forma, a tecnologia desenvolvida para o controlador passa a ser absorvida pelo aluno projetista e, disseminada por meio de trabalhos e eventos científicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste projeto se iniciou com a realização de pesquisa e análise do funcionamento do motor *Brushless* e de módulos de acionamento existentes no mercado, a fim de conhecer suas características e funcionalidades. Após confrontação com as características e funcionalidades desejadas ao projeto, não havendo um módulo comercial capaz de atender essa necessidade, canalizou-se os esforços no desenvolvimento do driver controlador e na busca de circuitos dedicados que facilitasse o desenvolvimento. Buscou-se então encontrar um circuito integrado específico, que associado a componentes eletrônicos comuns (resistores, capacitores), fosse capaz de controlar o motor sem a necessidade de microcontrolador/programação. O CI encontrado aciona uma ponte trifásica e esta aciona as bobinas do motor BLDC. Na fase final foram especificados os componentes e adquiridos para montagem e teste do protótipo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha de um controlador (*driver*) envolve certas características, por exemplo, a potência do motor a ser acionado, isto é, os níveis de tensão e corrente, a existência ou não de sensor hall, controle de inversão de sentido de giro do motor e da velocidade, dentre outras. Diante disso optou-se por um controlador sem MOSFET intrínseco e com entrada para sensor de efeito Hall.

Os drivers controladores desta família (sem MOSFET intrínseco e com entrada para sensor de efeito Hall) são os mais indicados para aplicações como a deste projeto, pois englobam várias características desejáveis, tais como controle do sentido de giro (alterando a sequência de comutação), controle da velocidade (por meio de comando PWM), apresenta capacidade de operação com motores de alta potência (os MOSFET's são instalados externamente ao controlador), possuem entradas para monitoramento das informações dos sensores de efeito hall. Em geral operam com tensões entre 8 a 60 V, possuem proteção contra sobre corrente, sobretensão e superaquecimento, podem apresentar memória interna não volátil, dentre outras funções que são específicas para cada modelo.

Com base nas características relatadas e acima descritas, foi escolhido para ser usado neste projeto o *driver* modelo A3938 do fabricante Allegro. O drive CI Allegro A3938 realiza praticamente toda a tarefa do controlador, necessitando apenas a inclusão de um módulo com os MOSFET's e dissipadores para realizar a energização das bobinas do motor e os conectores para conexões necessárias.

Esse protótipo será introduzido em um projeto de parceria com outra instituição para controlar o deslocamento de uma cadeira de rodas. Na tabela 1 são mostradas as etapas de operação para rotação no sentido horário e, na figura 1, um esquema completo do controlador.

TABELA 1. Sequência de comutação para giro no sentido horário.

Etapa	Polaridade da corrente			Estado Lógico do sensor Hall		
	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Sensor A	Sensor B	Sensor C
1	DC+	OFF	DC-	0	0	1
2	DC+	DC-	OFF	0	0	0
3	OFF	DC-	DC+	1	0	0
4	DC-	OFF	DC+	1	1	0
5	DC-	DC+	OFF	1	1	1
6	OFF	DC+	DC-	0	1	1

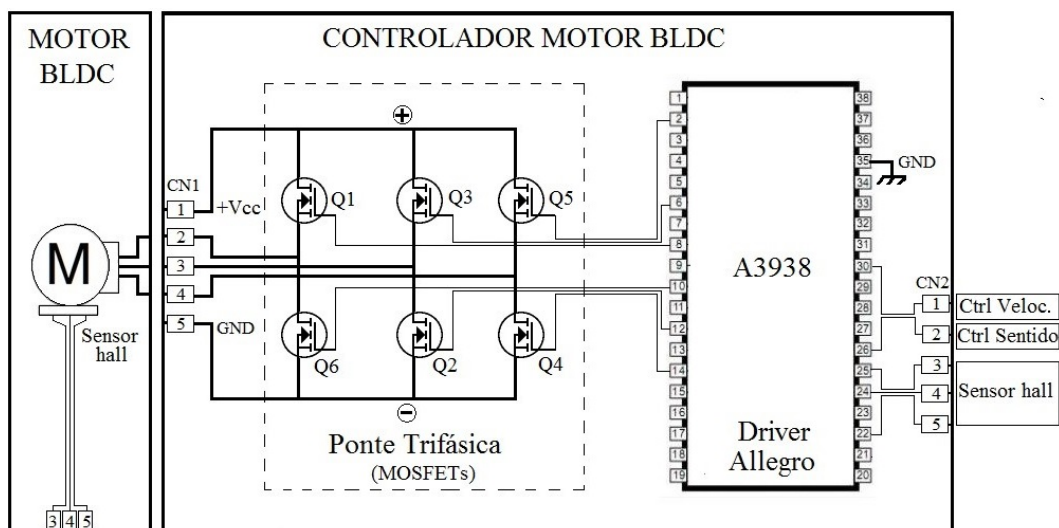


FIGURA 1. Diagrama elétrico do controlador.

Uma forma de controlar a velocidade de motor CC ou motor Brushless é atuando sobre sua tensão de alimentação. Neste trabalho foi usado esse mesmo princípio de controle, porém o controle da tensão de alimentação é realizado por meio de comando PWM, assim, variando a razão cíclica a tensão (V) aplicada sobre as bobinas do motor varia sua amplitude (de $V_{\min}$ até $V_{\max}$) e consequentemente a velocidade do motor varia.

CONCLUSÕES

Atualmente os motores Brushless vem sendo largamente utilizados nas mais diversas aplicações, porém seu uso para motorização de cadeiras de rodas ainda não está muito difundido, podendo esta pesquisa ser inspiradora de projetos relacionados a essa aplicação.

A maioria dos drivers disponíveis no mercado apresentam os interruptores (geralmente MOSFETS canal N) intrínsecos ao seu encapsulamento. A escolha de um drive que não possui interruptores intrínsecos garante a possibilidade de aplicação do controlador em uma ampla gama de motores Brushless, pois os MOSFET's podem ser dimensionados conforme os esforços de tensão e corrente (potência) requeridos em cada aplicação, garantindo flexibilidade ao controlador proposto.

Com base nas características relatadas e acima descritas, foi escolhido para ser usado neste projeto o *driver* modelo A3938. Visto que o drive dispensa o uso de um microcontrolador para criar a sequência de pulsos de comando para os interruptores;

AGRADECIMENTOS

Ao IFSP pela bolsa disponibilizada ao aluno pesquisador, por meio do PIBIFSP (Programa Interno de Bolsa do Instituto Federal de São Paulo).

REFERÊNCIAS

- ALLEGRO. **Controlador MOSFET trifásico de potência**: Allegro Microsystems, 2013. Disponível em: <<https://www.allegromicro.com/en/Products/Motor-Driver-And-Interface-ICs/BLDC-Drivers/A3938.aspx>>. Acesso em: 3 jul. 2018.
- D'AVILA, C. E. P.; GERTZ, L. C.; SILVEIRA, M. A.; CERVIERI, A. Estudo de um motor CC Brushless aplicado no acionamento de um carro elétrico de pequeno porte. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 12, n. 18, p. 159-168, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Estudo+de+um+motor+CC+Brushless+aplicado+no+acionamento+de+um+carro+el%C3%A9trico+de+pequeno+porte.&btnG=>>. Acesso em: 04 ago. 2018.
- TRINDADE, R. H. **Estudo de máquinas elétricas não-convencionais: Motor Brushless DC**. 2009. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.