

AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA ESTUDO DE ACIONAMENTO DE MOTORES DE PASSO

Frederico Toledo Ghetti – frederico@ghetti.zzn.com
Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade Engenharia Elétrica.
Rua Benjamin Constant, 790 – Centro
36016.400 – Juiz de Fora – Minas Gerais

Resumo: *A crescente robotização dos processos, antes manuais, presenciada no dias atuais é devido ao avanço da eletrônica digital e das facilidades provindas da computação. Uma das ferramentas largamente utilizadas para a implementação do processo de automação, principalmente em dispositivos de pequeno e médio porte, é o motor de passo.*

O projeto é composto por duas partes. A primeira parte trata do desenvolvimento de um ambiente computacional que possibilita o entendimento para o acionamento do motor e, por consequência, o controle de posições e de rotação. A segunda parte é composta por um motor de passo unipolar e dispositivos eletrônicos necessários para o funcionamento do mesmo. A interação entre software e hardware é feita através da porta paralela dos computadores

Este projeto tem por objetivo auxiliar o aluno em engenharia elétrica no entendimento do acionamento desses tipos de motores, assim como, fornecer conhecimentos básicos sobre eletrônica digital e suas aplicações. Através de gráficos, o usuário poderá visualizar as diferentes lógicas de controle.

O software projetado foi desenvolvido em Borland Delphi e é bastante flexível na regulação dos parâmetros e sua utilização não requer conhecimentos na área de programação ou nível avançado em computação.

Palavras-chave: *Automação, Eletrônica digital, Ensino de engenharia, Motor de passo, Software.*

1. INTRODUÇÃO

O motor de passo é um transdutor que converte energia elétrica em energia mecânica como qualquer outro motor elétrico. A diferença básica é que o motor de passo é alimentado com sinais digitais, o que proporciona muitas vantagens sobre os demais motores elétricos.

Um motor de corrente contínua quando é alimentado, gira num mesmo sentido e com rotação constante, ou seja, para que estes motores funcionem, é necessário apenas estabelecer sua alimentação. Com o auxílio de circuitos externos de controle, estes motores de corrente contínua poderão inverter o sentido de rotação ou variar sua velocidade.

Para que um motor de passo funcione, é necessário que sua alimentação seja feita de forma seqüencial e repetida. Não basta apenas ligar os fios do motor de passo a uma fonte de energia e sim ligá-los a um circuito que execute a seqüência de pulsos requerida pelo motor, o que possibilita o deslocamento por passo, onde passo é o menor deslocamento angular.

Mover o motor passo-a-passo significa o seguinte: se um determinado motor de passo possuir quatro passos, isto significa que cada volta do eixo do motor é dividida quatro vezes, ou seja, cada passo corresponde a 90 graus. Existem motores cujo passo é 0,9 graus.

Os motores de passo podem ser bipolares, que requerem fonte de alimentação simétrica, ou unipolares, que requerem fonte de alimentação convencional. O projeto foi desenvolvido utilizando-se um motor de passo unipolar de ímãs permanentes.

Os motores de passo unipolares são facilmente reconhecidos pela derivação central em cada um dos enrolamentos. O número de fases é duas vezes o número de bobinas, uma vez que cada bobina se encontra dividida em duas. A Figura 1 a seguir mostra um circuito representativo de um motor unipolar.

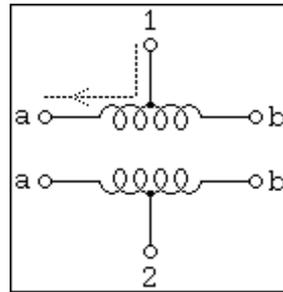


Figura 1 – Motor unipolar

A derivação central, representado pelos números 1 e 2, é alimentada com uma tensão contínua e os fios restantes irão receber as palavras digitais, seqüência binária de quatro bits, para que o motor entre em funcionamento.

2. METODOLOGIA PARA O ACIONAMENTO

O acionamento dos motores de passo necessita de uma lógica digital que crie a seqüência binária correta e a repita em loops temporizados para que ocorra a correta rotação do rotor. A lógica digital pode ser criada utilizando-se circuitos integrados como flip-flops mesclados com portas and e portas or, ou utilizando-se microcontroladores pic. Como esse projeto foi desenvolvido para fins didáticos, a lógica digital foi criada via software.

Observando ainda a Figura 1, a corrente que flui da derivação central do enrolamento 1, que está alimentado com tensão contínua de 12V, para o terminal “a” faz com que o pólo superior do estator, na Figura 2, seja um pólo norte enquanto que o pólo inferior seja um pólo sul. Esta situação provoca uma deslocação do rotor para a posição indicada na Figura 2. Se for removida a alimentação do enrolamento 1 e for alimentado o enrolamento 2, o rotor irá deslocar-se 90°, ou seja, um passo. Para obter uma rotação contínua do motor, os enrolamentos do motor deverão ser alimentados alternadamente. Assumindo que o valor lógico 1 significa fazer passar a corrente num dos enrolamentos, a seguinte seqüência, apresentada na Tabela 1, produzirá um deslocamento de quatro passos ($4 \times 90 = 360^\circ$).

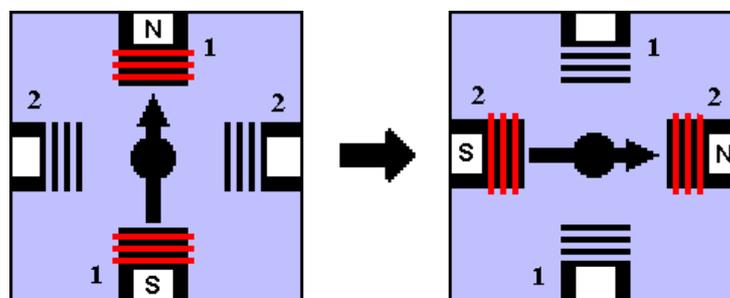


Figura 2 – Acionamento do motor em passo completo

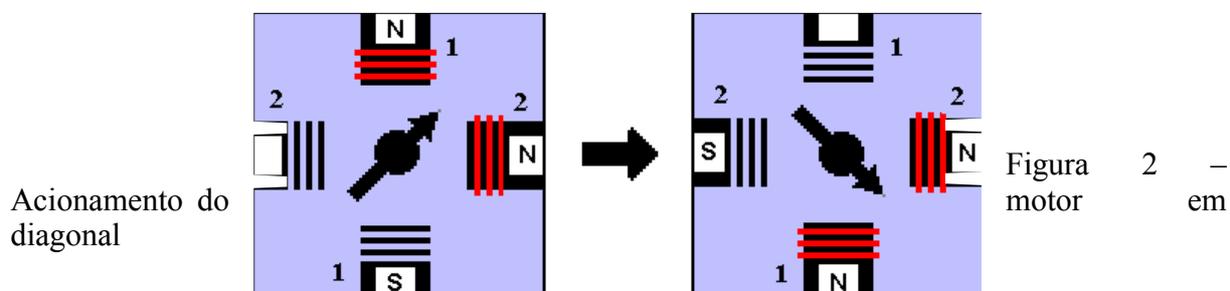
Bits			
1a	2a	1b	2b

p a s s o	1	1	0	0	0
	2	0	1	0	0
	3	0	0	1	0
	4	0	0	0	1

Tabela 1 – Acionamento em passo completo

A Tabela 1 representa uma das técnicas existentes para o acionamento dos motores. O passo completo, ou full-step, é a técnica mais simples. No projeto foram implementadas mais duas técnicas, a de acionamento diagonal e o acionamento de meio passo.

O acionamento diagonal é uma estratégia de comando em que o torque produzido é 1,5 vezes maior que o torque produzido pelo acionamento em passo completo. Neste tipo de atuação os enrolamentos são acionados em simultâneo para cada passo. Sua desvantagem é um consumo duas vezes superior ao da estratégia anterior. Esta estratégia de comando encontra-se exemplificada na Tabela 2.



		Bits			
		1a	2a	1b	2b
p a s s o	1	1	0	0	1
	2	1	1	0	0
	3	0	1	1	0
	4	0	0	1	1

Tabela 2 – Acionamento em diagonal

O outro tipo de acionamento possível consiste em alimentar, alternadamente, um e dois enrolamentos, permitindo deste modo avançar meio passo de cada vez. Este tipo de atuação é denominado de meio-passo, ou half-step. Neste tipo de acionamento é duplicado o número de “passos” para completar uma revolução. Na realidade passamos a deslocar o rotor 45° por passo. A Tabela 3 exemplifica esse tipo de acionamento.

A vantagem desse método de atuação em relação aos demais é o fator do motor possuir um maior torque, porém, sua velocidade de rotação é reduzida consideravelmente.

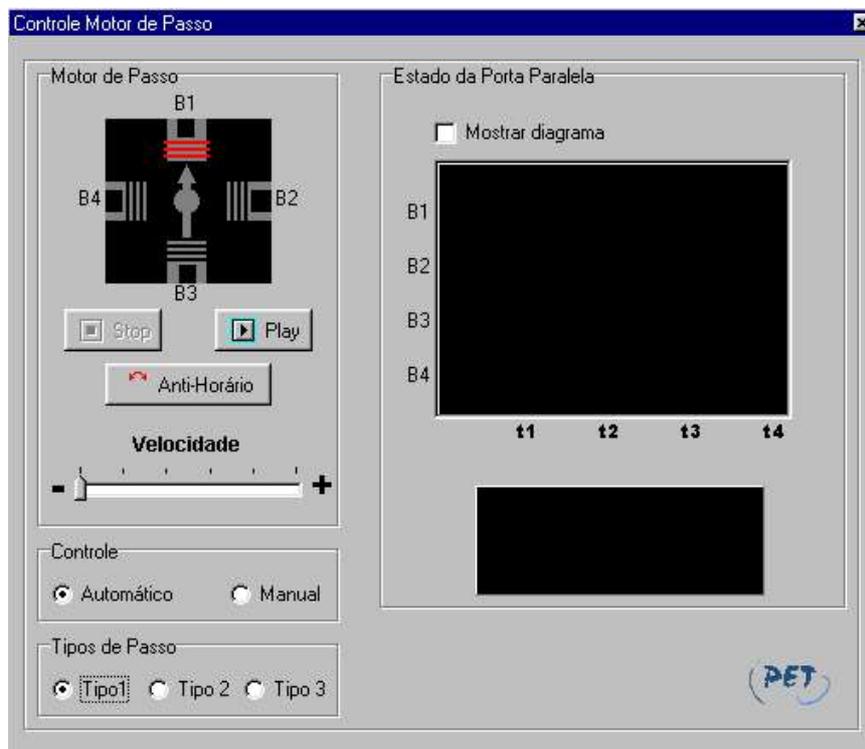
O controle da velocidade de rotação dos motores de passo está diretamente relacionado com a frequência na qual as bobinas se alternam, ou seja, quanto menor o tempo de energização das bobinas mais rapidamente o rotor irá se deslocar para a posição desejada. Todavia, se essa frequência for muito pequena, excedendo um limite característico de cada motor, o mesmo não irá responder adequadamente aos comandos enviados.

3. O AMBIENTE COMPUTACIONAL

O software desenvolvido apresenta uma interface clara e amigável, na qual o usuário poderá visualizar o comportamento do motor em funcionamento e compreender a lógica digital que implica no seu acionamento, conforme mostrado na Figura 3.

Os seguintes parâmetros poderão ser alterados pelo usuário:

- ❶ *Tipos de passo:* neste item o usuário irá escolher entre os três tipos de acionamento mostrados na seção 2. O tipo1 refere-se ao acionamento em passo completo, o tipo2 refere-se ao acionamento em diagonal e o tipo3 refere-se ao acionamento em meio passo.
- ❷ *Velocidade:* variando a barra para a direita ou para a esquerda o rotor irá variar sua velocidade.
- ❸ *Controle:* poderá ser optado entre manual e automático. No controle manual o usuário irá acionar o motor passo a passo pressionando o botão play repetidamente. No controle automático o programa irá repetir seqüencialmente a lógica de passo escolhida.



Tela do

Figura 3 – principal ambiente

computacional

Quando o botão play for acionado a imagem no canto superior esquerdo, mostrada na Figura 3, movimenta-se de acordo com o tipo de passo escolhido, orientando o usuário na compreensão do método escolhido.

Ao efetuar uma mudança em qualquer parâmetro, o programa retorna para o usuário em tempo real um diagrama de temporização equivalente a lógica que está sendo utilizada para o acionamento do motor de passo, além do número correspondente em binário, conforme mostrado na Figura 4.

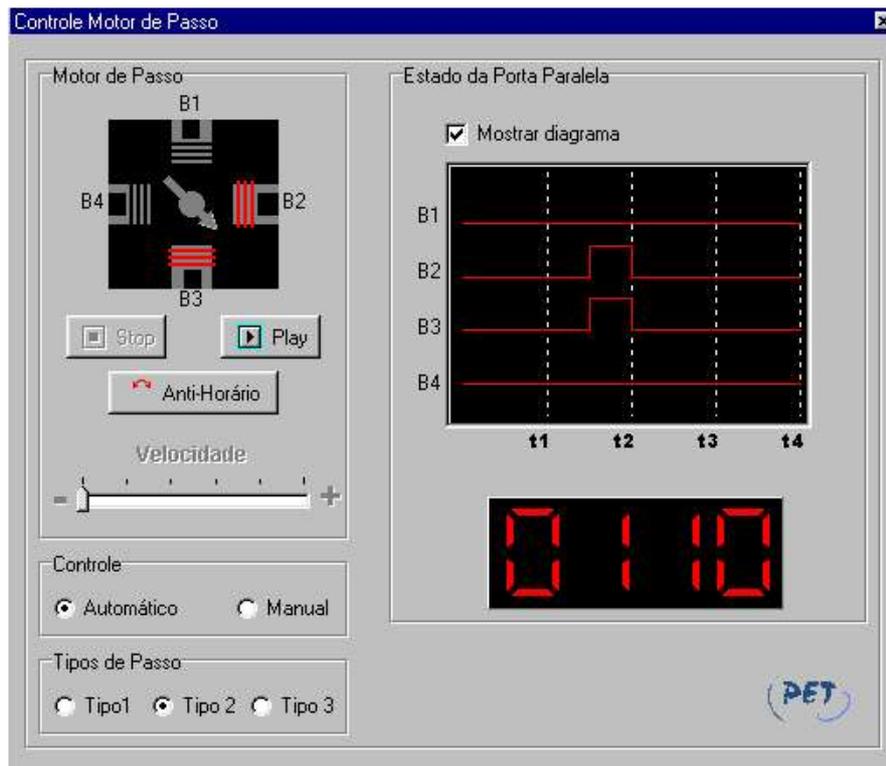


Figura 4 –

Diagrama de temporização

O diagrama de temporização mostrado na Figura 4 é uma representação dos níveis de tensão na bobinas. Podemos observar que o tipo de passo selecionado foi o acionamento em diagonal, estando as bobinas dois e três energizadas, significando o envio da palavra binária 0110 para o motor.

4. HARDWARE DESENVOLVIDO

O ambiente computacional foi desenvolvido para fins didáticos e por si só já desempenha o papel de auxiliar o aluno de engenharia elétrica, contudo, interagindo com o software foi criado também um hardware composto por um motor de passo unipolar e dispositivos eletrônicos capazes de fazer a amplificação do sinal gerado pela porta paralela dos microcomputadores. O intuito de seu desenvolvimento é aplicar os conhecimentos adquiridos com o software, ou em sala de aula.

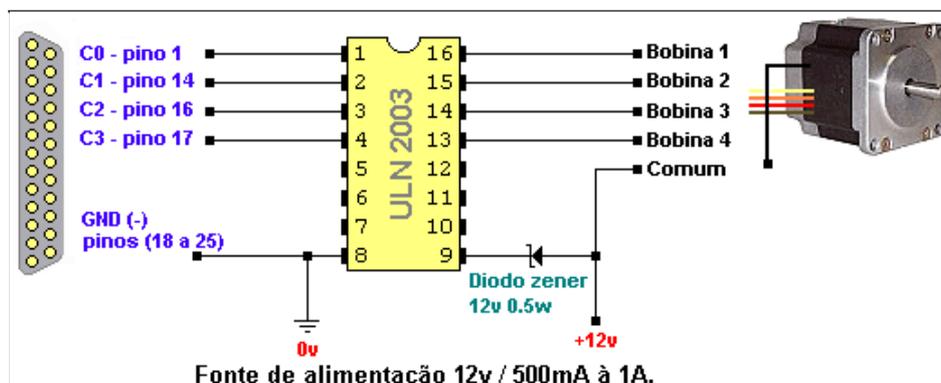


Figura 5

– Interfaceamento entre o computador e o motor de passo

5. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou um ambiente didático para o estudo e aprendizado da metodologia aplicada para o acionamento e controle dos motores de passo. Os resultados mostraram que o mesmo é de fácil utilização possibilitando associar os diversos parâmetros existentes no sistema à característica da resposta final.

A programação orientada a objetos permite uma interação fácil e bastante intuitiva com o usuário, simplificando o entendimento mesmo para aqueles alunos que estão tendo os primeiros contatos com a disciplina.

O trabalho desenvolvido possibilita não só que os alunos analisem, conceitualmente, a estrutura de acionamento dos motores de passo, com a simulação de uma serie de situações possíveis, bem como possam efetuar, na prática, esta conexão e efetuar os ensaios simulados em um motor real, associando a teoria a prática.

Agradecimentos

Ao Programa Especial de Treinamento – PET/SESu/UFJF – Engenharia Elétrica
A meu tutor e professor, Francisco J. Gomes, por todas as suas orientações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WIDMER, N. S. e TOCCI, R. J. **Sistemas Digitais Princípios e Aplicações**. 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

MALVINO, A. P. **Eletrônica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

SOKOLOFF, L. and GAYAKWAD, R. **Analog and Digital Control Systems**, New Jersey: Prentice Hall, 1998.

COMPUTATIONAL ENVIRONMENT FOR STUDIES ABOUT THE STEPPER MOTOR ACTION

***Abstract:** The increasing robotization of the processes - which were formerly manual - observed these days is due to the advance of digital electronics and of the easiness provided by computing. One of the tools largely used for the implementation of the processes of automation, mainly in small and medium size devices, is the stepper motor.*

The project consists of two parts. The first part deals with the development of a computational environment which enables the perception of the stepper motor functioning and, consequently, the control of positions and rotation. The second part consists of a unipolar stepper motor and the electronic devices necessary for its functioning. The interaction of software and hardware is made through the parallel port of the computer.

The objective of this project is to aid the electrical engineering student in the understanding of the functioning of these types of engines, as well as provide basic knowledge about digital electronics and its applications. Through graphics, the user is able to visualize the different logics of control.

The software projected was developed with Borland Delphi and it is quite versatile on regulating the parameters and its use does not require advanced level of computation or programming knowledge.

Key-words: Automation, Digital electronics, Engineering instruction, Software, Stepper motor.