

# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1

#### Antecedentes

Nos últimos anos a automação dos processos de fabricação tem recebido um grande impulso com o desenvolvimento da microeletrônica digital e com a aplicação dessa tecnologia no controle de acionadores. A automação é hoje, mais que uma ferramenta de apoio, fator indispensável para a qualidade da operação industrial e comercial.

Existe, particularmente, uma classe de motores elétricos muito utilizados em automação, pois permite controle de posição e de velocidade com certa facilidade. Esses motores são denominados motores de passo. O motor de passo é um dispositivo atuador incremental que realiza movimentos angulares discretos. Dessa forma, é razoável tratá-los como atuadores digitais, cujo movimento é resposta a um pulso de entrada. Deve-se lembrar que, da mesma forma que um motor elétrico convencional, o motor de passo também é um atuador eletromagnético que converte energia eletromagnética em trabalho mecânico. Assim, a cada pulso recebido pela unidade de controle o eixo do motor gira um determinado ângulo, denominado ângulo de passo do motor.

O fato da magnitude do ângulo de passo ser constante faz com que o motor seja de grande utilidade em aplicações relacionadas a posicionamento, uma vez que, caso a operação se dê dentro dos limites de trabalho do motor, não é necessário monitorar a posição do seu eixo a cada instante, o que caracteriza o seu controle como sendo de malha aberta.

Além do motor de passo em si, é necessário para a sua operação um dispositivo eletrônico denominado acionamento, que controla o chaveamento da corrente, que pode chegar a vários ampères, a partir de sinais lógicos (pulsos) recebidos como entrada.

Por ser matéria de amplo conhecimento [BART 96], [FERR94], [LIMA97] e [SAX95], não será abordado no presente trabalho a tecnologia básica destes dois

temas, ficando para os Apêndices A e B uma apresentação resumida destinada ao leitor pouco familiarizado com o assunto.

Um dos principais inconvenientes da atuação por motor de passo é a trepidação característica que ocorre em algumas velocidades. Essa trepidação deve-se ao fato do motor de passo ser um atuador discreto, o que torna o torque em seu eixo pulsante com a frequência do trem de passos. No caso dessa frequência aproximar-se de uma das frequências naturais de vibração do conjunto, haverá sua excitação e surge a conhecida trepidação.

Várias formas de atenuar esta trepidação têm sido reportadas na literatura incluindo-se amortecimento mecânico, amortecimento eletrônico, utilização de micropassos, etc. [SEGE97] e [GOUV91]. Deve-se registrar que, em geral, os resultados são apenas razoáveis, exceção feita, segundo a experiência do co-orientador desta pesquisa, em relação ao acionamento da Parker-Hannifin cuja patente é relatada em [USPO98]. Como toda patente de primeira linha o documento é confuso e não desvenda os detalhes da inovação.

Na busca de um tema atual e empolgante para este trabalho, teve-se conhecimento do circuito integrado TD 340 da STMicroelectronics [ST2003], que apesar de ser direcionado para motores de corrente contínua operando na faixa de 12 V a 18 V poderia ser, com certa engenhosidade, utilizado em motores de passo. Outro assunto a ser agregado à pesquisa, seria o tema que começou a ser explorado anteriormente [VARG00], de se construir o circuito PWM, necessário para o correto controle da corrente, utilizando a idéia de ciclo ativo (*duty cycle*) de largura pré-determinada, evitando-se o projeto clássico [ST2003] que utiliza um resistor para o monitoramento da corrente de fase com todos os inconvenientes conhecidos.

Portanto, o presente trabalho explora dois assuntos muito palpantes, a saber: a utilização de motores de passos de elevado torque, em baixa tensão, permitindo seu uso com baterias e a utilização do ciclo ativo pré-programado, simplificando a construção e operação do acionamento.

## 1.2

### Objetivo

Esta pesquisa teve por objetivo desenvolver uma placa de acionamento funcionando em meio passo ou em micropasso, que seja capaz de operar em baixas tensões, utilizando um mínimo de componentes discretos. A placa irá implementar o conceito de ciclo ativo pré-programado, que será devidamente explicado neste trabalho.

## 1.3.

### Organização do Trabalho

O trabalho se divide em seis capítulos, incluindo esta introdução. O Capítulo 2 descreve o *lay-out* do acionamento e discute em detalhes sua operação. O Capítulo 3 apresenta a programação dos microcontroladores. No Capítulo 4 encontram-se a montagem dos experimentos, e a apresentação ilustrada do circuito implementado com fotografias da montagem para os testes de torque. Esses resultados obtidos são mostrados no Capítulo 5 através de tabelas e gráficos característicos. No Capítulo 6 são comentados os resultados obtidos e apresentadas algumas propostas de trabalho futuro para melhorias, que ainda podem ser efetuadas, e as considerações finais do trabalho.

Embora a compreensão do trabalho não exija um conhecimento prévio mais profundo de eletrônica, foi incluída no Apêndice uma breve descrição dos componentes eletrônicos utilizados além de alguns dados técnicos sobre eles, a fim de facilitar a compreensão do funcionamento dos circuitos desenvolvidos para leitores pouco familiarizados com a eletrônica. Isso foi feito para promover maior interdisciplinaridade entre mecânica e eletrônica.