



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

CONTROLE DE SISTEMAS UNIDIMENSIONAIS

Luís A. Bássora – lbassora@terra.com.br

Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Física

Campus de São Carlos

13565-905 – São Carlos - SP

Moises L. Moreira – mluciomoreira@ig.com.br

Centro Universitário do Norte Paulista – Laboratório de Engenharia e Robótica

15020-040 - São José do Rio Preto – SP

Renato O. Santos – ros@unorpnet.com.br

Thiago A. Zanini – thiago@unorp.br

Victor I. Mansano – victor@unorp.br

***Resumo:** Este trabalho apresenta um controle para um sistema unidimensional. Neste, apresenta-se uma forma de controlar a posição de um efetuator utilizando o potenciômetro como sensor de posição.*

***Palavras chaves:** Sistema Unidimensional, Controle de Motor de Passo, Sensores.*

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido pelos alunos de iniciação científica, no Laboratório de Engenharia e Robótica (L.E.R.) do Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP).

O uso de sistemas unidimensionais tem apresentado sensível crescimento na indústria, na medicina e em diversas outras áreas onde se necessita grande precisão, qualidade e segurança.

Com o estudo destes tipos de sistemas é possível adquirir conhecimento em vários tópicos de automação e robótica. Como exemplo pode-se citar interfaces (circuitos de interfaceamento de motores e de sensores), atuadores (motores de passo) e sensores (encoders, sensores de pressão, sensores óticos, etc.). Temos ainda o controle de dispositivos de comunicação (E/S) e a programação necessária para a automatização dos mesmos. Deve-se ressaltar que o estudo de assuntos relacionados à robótica compreende outras áreas relacionadas, como a física, o cálculo numérico e a álgebra linear, a eletrônica digital e analógica, propiciando um enriquecimento significativo para o profissional. Estes conhecimentos teóricos e principalmente experimentais, serão de grande importância no desenvolvimento de robôs que necessitam de grande precisão, como os robôs cirúrgicos.

O sistema proposto (figura 1), é formado por um motor de passo que por meio de uma correia movimenta um manipulador que está fixo a um eixo (movimento na direção x). Tem-se um sensor para o posicionamento do manipulador no sistema (Potenciômetro Linear) e dois sensores (Foto Transistor, Chave Fim de Curso) os quais conferem ao mesmo os limites do

sistema. Por fim, os circuitos de interfaceamento do sistema com o computador (circuitos para controle do motor de passo e de sensoriamento).

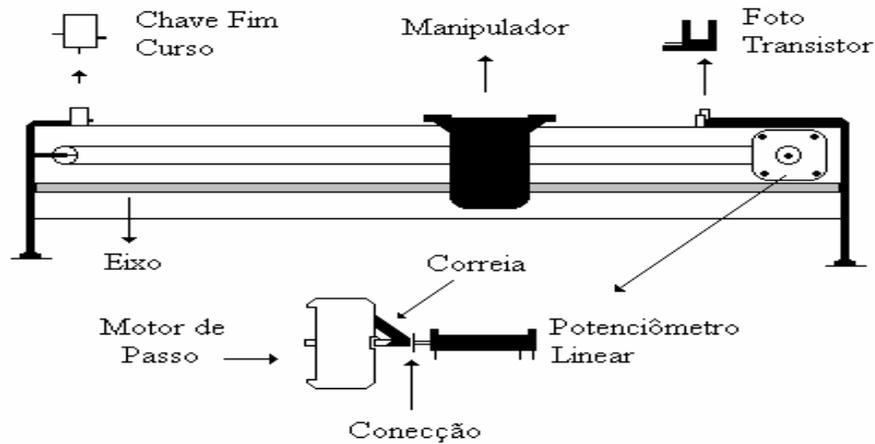


Figura 1. Representação de um Sistema Unidimensional.

II. CORPO DO TRABALHO

II.1. Motor de passo

Os motores de passo dentro de um sistema de automação são utilizados principalmente para proporcionar movimento aos efetadores (parte do sistema que opera sobre o objeto manipulado) e aos manipuladores (parte do sistema que propicia o movimento dos efetadores).

Este dispositivo é formado basicamente por um conjunto de bobinados (Fase), que quando energizados adequadamente geram o movimento do rotor [5]. Estes movimentos podem ser discretos, no que se diz a respeito do seu grau de liberdade de rotação, mas podem ter variações dependendo das características do tipo de motor [2].

II.2. Estrutura e acionamento de um motor de passo bipolar

Os motores bipolares normalmente são formados por ímãs permanentes presos a um rotor. Estes ímãs são distribuídos de forma alternada (norte e sul) sobre o rotor em uma distância “D” que é definida por cada fabricante. Em volta destes ímãs temos dois conjuntos de bobinados que quando energizados, ora com a polaridade positiva ora negativa, magnetizam os estatores fixos aos mesmos (figura 2).

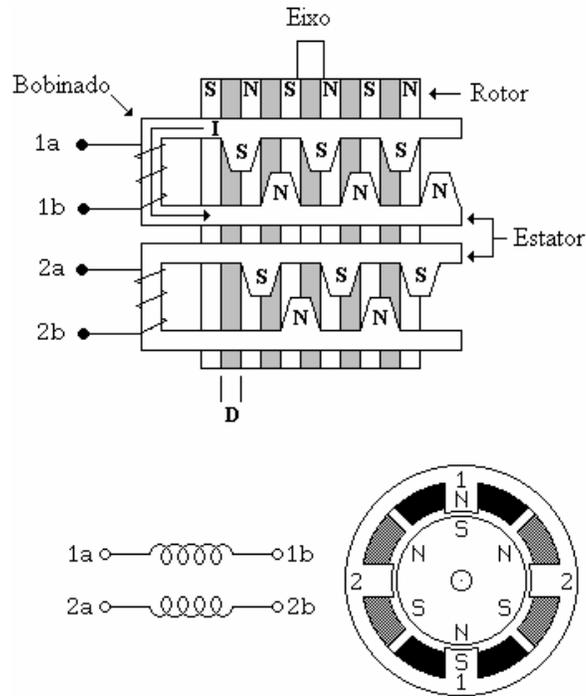


Figura 2. Estrutura do motor de passo Bipolar.

A estrutura deste motor é bastante simples, entretanto o mecanismo de controle deve inverter a polaridade aplicada a cada par de pólos, o que é mais complexo. Este controle pode ser feito a partir de um circuito (Drive de Potência) constituído basicamente por transistores de potência (Darlington), resistores e diodos (Figura 3).

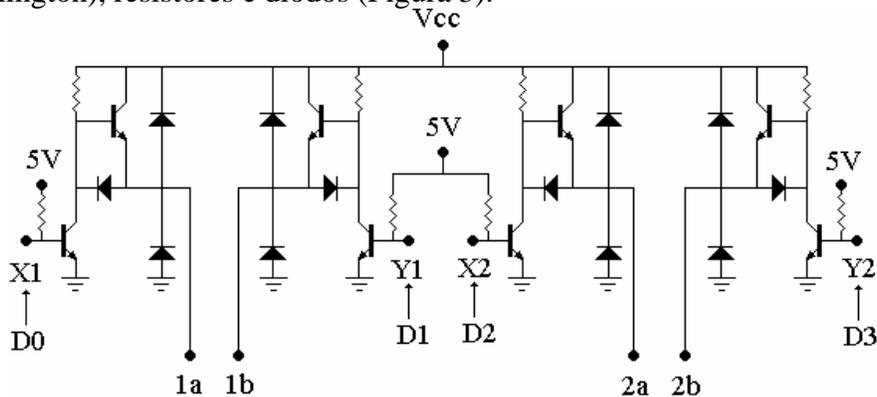


Figura 3. Circuito de controle para motor de passo bipolar – “Driver de Potência”

Para que se possa fazer a movimentação do rotor, é necessário o controle das entradas do circuito (figura 3). O controle destas entradas (X1, Y1, X2 e Y2) é feito através do envio de sinais lógicos (1 ou 0), que podem ter dois níveis de tensões (5V ou 0V), por um dispositivo de saída (porta paralela, serial, etc) de um elemento de controle (PC). Estes sinais devem ter uma seqüência lógica para que o rotor se movimente em um sentido desejado. Uma destas seqüências possíveis é manter uma das entradas em nível alto de tensão (5V) e as outras três em nível baixo (0V) (tabela 1).

Tabela 1 - Seqüência de acionamento das entradas do circuito.

Passo	X1	Y1	X2	Y2
1	5v	0v	0v	0v
2	0v	0v	0v	5v
3	0v	5v	0v	0v
4	0v	0v	5v	0v

5v nível lógico 1

0v nível lógico 0

Obs. A tabela 1 mostra a seqüência de passos para a movimentação do rotor em um sentido, para obter o sentido oposto basta inverter a seqüência de passos.

O elemento de controle utilizado neste trabalho foi o computador, existindo assim, três possíveis formas de se obter uma comunicação com o meio externo; a) a porta paralela (impressora); b) porta serial (mouse ou game); c) e a USB. Optou-se pelo uso da porta paralela no padrão SPP (endereço 378h). Nesta configuração as saídas de comunicação com o meio externo D0, D1, D2 e D3 estão relacionadas aos pinos 2, 3, 4 e 5 do conector DB25 e que deverão ser ligadas as entradas (X1, X2, Y1 e Y2) do circuito (figura 3).

II.3. Sensores

O sensor em um sistema de automação tem a função de fazer a detecção dos sinais informando ao controle o estado atual destas, para que este possa fazer os ajustes desejados aos manipuladores e efetadores. Neste sistema existem três tipos de sensores; a) chave fim-de-curso; b) foto transistor; c) um potenciômetro [8].

II.4. Chave Fim-de-Curso

A chave fim-de-curso é muito utilizada em sistemas de coordenadas cartesianas para definir os limites do sistema, ou seja, os limites de operação de cada coordenada e a posição inicial do manipulador.

Este dispositivo tem como princípio gerar um sinal de informação a partir de um acionamento mecânico, ou seja, pressionando o seu dispositivo externo (rolete), fecha-se uma chave interna que está ligada a um circuito, como mostra o circuito da figura 4. Dependendo da forma que este estiver ligado pode gerar um sinal lógico de nível alto (1) ou baixo (0).

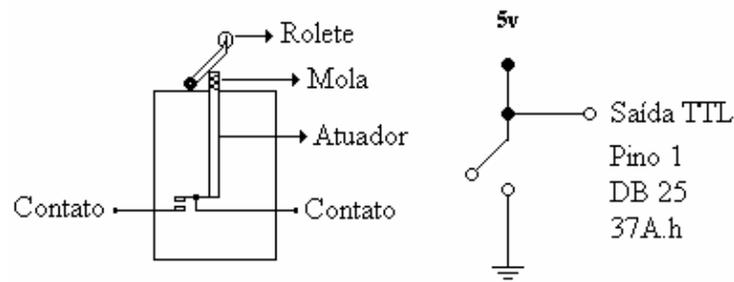


Figura 4. Chave fim-de-Curso (NA).

A forma que o computador irá fazer a aquisição desta informação, será através do pino 1 do conector DB25, onde esta informação é lida de forma invertida pela porta paralela.

II.5. Foto -Transistor

Este é um sensor que dispensa a necessidade de contatos mecânicos. A vantagem de se utilizar este sensor, é que este sofre um menor desgaste com o tempo e está sujeito a um número muito menor de falhas. Sua estrutura interna é formada por um emissor de luz, que pode ser um diodo emissor de luz (Led) ou emissor na faixa do infravermelho e um receptor de luz (Foto-transistor) [1].

A forma em que este sensor gera uma informação é obtida através de um corte do feixe de luz que sai do emissor e que incide no receptor.

Este sinal normalmente pode servir de informação para diversos tipos de dispositivos de sensoriamento, mas para este caso específico, servirá para informar ao elemento de controle (PC) os limites do sistema e definir a posição inicial do manipulador.

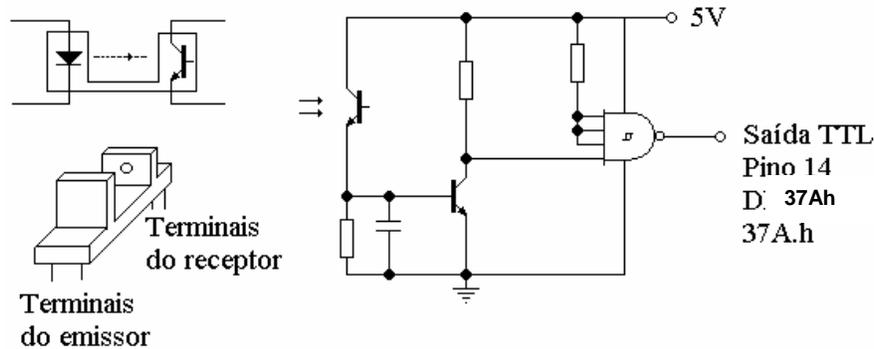


Figura 5. Estrutura do Foto-Transistor e circuito de interfaceamento.

A conexão do circuito com o elemento de controle (PC), foi feita através da ligação do pino 14 do DB25 na saída do mesmo.

II.6. Potenciômetro

Dentro de um sistema de controle, muitas vezes surge a necessidade de se monitorar a posição dos manipuladores. Para isso existem alguns tipos de sensores dedicados a este tipo de monitoramento, sendo que os mais utilizados para esta finalidade são os encoders e os potenciômetros.

O potenciômetro é um sensor analógico, onde sua informação de saída, depende da variação de sua resistência interna (figura 6).

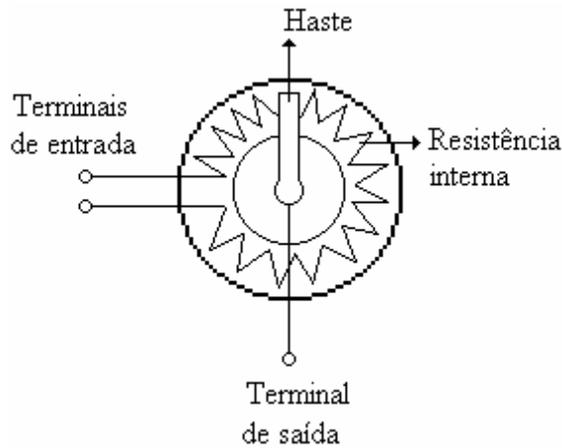


Figura 6. Estrutura do Potenciômetro.

Neste dispositivo, tem-se uma variação resistiva através de uma haste que percorre a sua resistência interna. Aplicando uma tensão nos seus terminais de entrada, obtém-se uma variação desta tensão no terminal de saída (figura 6). Esta variação de tensão pode ser considerada como uma informação de grandeza analógica, ou seja, uma tensão que é proporcional à grandeza medida e que varia de forma contínua numa faixa de valores (figura 7).

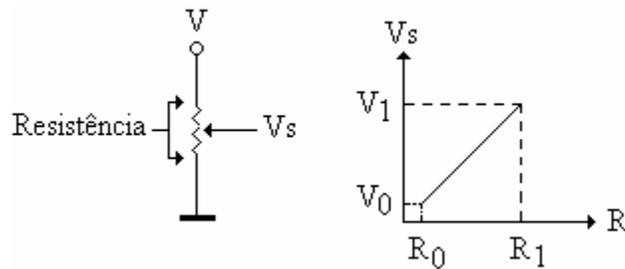


Figura 7. A tensão do potenciômetro variando contínua com a resistência.

Como o elemento de controle (PC), trabalha a partir de informações digitais, o sinal proveniente do potenciômetro deve ser convertido para forma digital. Isto pode ser feito utilizando circuitos conversores Analógico/Digital (A/D) [3]. Para este caso, utilizou-se um conversor A/D (AD0804LCN) de 8 bits, podendo este representar uma informação entre 0 (00000000) e 256 (11111111) valores. A figura 8 faz uma representação de um valor analógico convertido em digital.

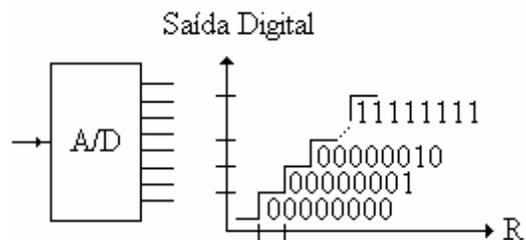


Figura 8. Conversão de uma grandeza analógica (tensão) para digital.

Com a informação convertida para a forma digital, o computador fará a aquisição desta por meio de 5 entradas (pinos 11, 10, 12, 13 e 15 do DB25, onde o pino 11 é lido de forma invertida) fornecidas pela porta paralela, onde estas se encontram no endereço 379h.

Deve-se observar que existe uma diferença entre a quantidade de bits de informação a serem lidos (8 bits) e a quantidade de bits de entrada (5 bits) disponível pela porta paralela no endereço de leitura.

Uma forma de se fazer esta aquisição é dividir a informação vinda do conversor em duas partes e enviá-las para um circuito de armazenamento temporário. Para esta finalidade foram usados dois buffers (SD74LS244).

A montagem utilizada neste trabalho, apresenta os 5 primeiros bits de saída do conversor ligados nas entradas de um buffer (B-1) e os 3 bits restantes nas entradas do outro Buffer (B-2) (figura 9).

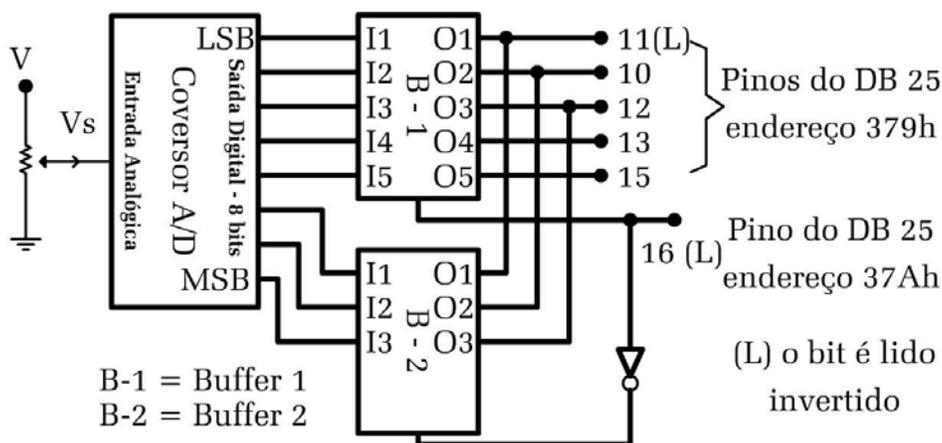


Figura 9. Circuito para aquisição de dados pela porta paralela.

É importante observar que estas aquisições devem ser feitas separadamente, pois existem três ligações em comuns entre saídas dos buffers com os pinos de entrada (11, 10 e 12) do endereço 379.h (figura 9).

Isto pode ser feito utilizando um recurso de controle (pino 16) apresentado pelos buffers. Havendo a presença de sinal lógico no pino 16, o buffer permitirá que a informação seja lida. Invertendo-se o sinal no pino é permitida a leitura das informações do outro buffer (figura 9).

Desta forma é possível barrar a informação de saída de um buffer quando o computador estiver fazendo a aquisição da informação do outro buffer. Com isso não haverá conflito das informações na leitura do computador. É importante que o computador faça a primeira leitura do buffer B-1 e em seguida do buffer B-2 para que a informação seja a mesma do conversor.

II.7. Posicionamento do Manipulador no Sistema.

Para que o elemento de controle possa fazer o posicionamento do manipulador dentro do sistema de forma correta, ou seja, na forma em que ele foi programado, deve existir nas linhas de código do programa um elemento de comparação [6].

Esse elemento comparador pode ser uma equação matemática que represente a distância percorrida pelo manipulador dentro do sistema em função da variação da tensão do potenciômetro.

Para gerar esta função, utilizou-se uma régua (figura 1) para medir a distância que o manipulador percorrerá a cada passo do motor e a tensão medida por um multímetro (Minipa ET-1001) fornecida pelo potenciômetro. Como os valores de tensão e de distância, monta-se uma tabela (tabela 2).

Tabela 2 - Distância em função da Tensão.

Passos no motor	Distância ($\pm 0.5\text{mm}$)	Tensão ($\pm 0.0005\text{v}$)
1°	5	0.001
2°	10	0.008
3°	14	0.017
4°	20	0.023
5°	23	0.027
Até o último passo	.	.
	.	.
	.	.

Obs: O procedimento exposto na tabela 2, deve ser repetido até que o manipulador chegasse ao fim do seu movimento dentro do sistema.

De posse destes valores e de um programa matemático (Grapher), gerou-se uma função que representa o comportamento anterior. Esta função será usada como elemento comparador pelo programa.

II.8. Estrutura Básica de Programação do Sistema

A programação deste sistema pode ser feita de várias formas, mas com base no que já foi citado, pode ser feito um programa em que haja uma interação do computador com o usuário (operadores).

Este programa terá que utilizar a porta paralela do computador na forma que foi citada nos tópicos anteriores e com as ligações dos pinos do conector DB 25 definidas nos circuitos.

Inicialmente o programa terá que posicionar o manipulador em uma posição inicial definida dentro do sistema através dos sensores (foto-transistor e chave fim-de-curso).

Em seguida, o programa terá que fazer uma interação com o usuário, onde este informará ao computador a posição desejada no sistema. Assim o programa deverá mover o manipulador para a posição desejada pelo usuário.

Feita a movimentação do manipulador, o programa deverá fornecer ao usuário a oportunidade de deslocar o manipulador novamente para uma outra posição, sem que o manipulador retorne a posição inicial.

Para que o programa faça os ajustes do posicionamento do manipulador, este deverá fazer as leituras das informações vindas do potenciômetro através do conversor, a cada passo dado no motor, para que se possa comparar com a posição desejada [4].

Esta comparação é feita pelo elemento comparador (equação matemática), que verifica por meio de teste, se a distância obtida através da função é a mesma distância desejada pelo usuário, caso seja, o programa para de movimentar o motor.

III. CONCLUSÕES

Este trabalho visa adquirir conhecimentos no controle de sistemas de coordenadas cartesianas visando a construção de sistemas mais complexos.

Desejamos que este material possa fornecer conhecimento básico para todas as pessoas que desejam começar os estudos nesta área.

Agradecimentos

A UNORP pelo o espaço físico. Agradecemos principalmente nosso orientador Profº. Dr. Luiz Antonio Bássora, que foi o grande idealizador desse trabalho e todos aqueles com que de alguma forma contribuíram para este.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – Braga, N. Detectores de Passagem. Revista Saber Eletrônica, Editora Saber, n.º 345, 2001.
- [2] – Braga, N. Controlando Motores de Passo. Revista Saber Eletrônica, Editora Saber, n.º 314, 1999.
- [3] – Braga, N. Conversores Analógicos/Digitais. Revista Saber Eletrônica, Editora Saber, n.º 328, 2000.
- [4] – Capelli A. Sensores. Revista Mecatrônica Industrial, Editora Saber, n.º 1, 2002.
- [5] – Douglas W. Jones. Basic Stepping Motor Circuits [online]. Disponível: <<http://www.cs.uniowa.edu/~jones/step/circuits.html> > Acesso em: 24 maio 2000.
- [6] – F. Pazos, **Automação de Sistemas & Robótica**, Rio de Janeiro, Axcel Books, 2002
- [7] – Groover , P. , et all. **Robótica: tecnologia e programação**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- [8] – Santos, S. Controle de Mesa XY, utilizando motor de passo. Revista Mecatrônica Atual, Editora Saber, n.º 2, 2002.

Abstract: In this paper a control of systems in one direction is describes. Here, you can find a form to control the position of a actuator using the potentiometer to sensing position.

Key-words: system in one direction, stepping motor control, sensor.