

TUTORIAL MONTAGEM DA PONTE H

Autor: Luís Fernando Patsko
Nível: Intermediário
Criação: 22/02/2006
Última versão: 18/12/2006



Maxwell Bohr
Instrumentação Eletrônica

<http://www.maxwellbohr.com.br>
contato@maxwellbohr.com.br

PdP

Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos

<http://www.automato.com.br>
atendimento@automato.com.br

1 – Introdução

Esse tutorial abordará a confecção de uma placa para uma ponte H, um circuito eletrônico destinado ao controle de motores DC. Ligando-a à saída digital do MEC1000 ou do KDR5000, é possível fazer o controle do sentido da rotação de um motor DC.

2 – Material

O material necessário para a montagem de uma ponte H é 2 transistores NPN (BC548, por exemplo), 2 transistores PNP (BC558, por exemplo), 4 resistores de 510 Ohm, 4 diodos 1N4004, um conector latch macho, um borne de 2 terminais (opcional) e um motor DC de pequeno porte.

3 – Montagem

Apesar de não ser tão conhecida, um dos circuitos mais importantes na elaboração de sistemas automatizados é a ponte H. Trata-se de um circuito utilizado para controlar um motor DC a partir de sinais gerados por um microcontrolador. Devido à disposição dos seus componentes, torna-se extremamente fácil selecionar o sentido da rotação de um motor, apenas invertendo a polaridade sobre seus terminais. Também é importante para a utilização com circuitos digitais, pois como os sinais de saída dos microcontroladores não suportam a corrente necessária e nem possuem a tensão adequada para acionar um motor, é necessária uma unidade de potência que possa alimentá-lo convenientemente.

Quando ligamos um motor DC com uma bateria, observamos que ele gira numa velocidade constante e numa única direção. Para alterarmos o sentido da rotação do motor, basta apenas ligar os terminais do motor de forma invertida. Para que não seja necessário fazer essa operação manualmente, podemos utilizar uma ponte H. Pode-se criá-la facilmente com a finalidade de controlar o sentido da rotação de um motor utilizando chaves simples, relés ou transistores, bastando apenas entender o seu funcionamento. Uma ponte H básica é composta por 4 chaves mecânicas ou eletrônicas posicionadas formando a letra “H”, sendo que cada uma localiza-se num extremo e o motor é posicionado no meio.

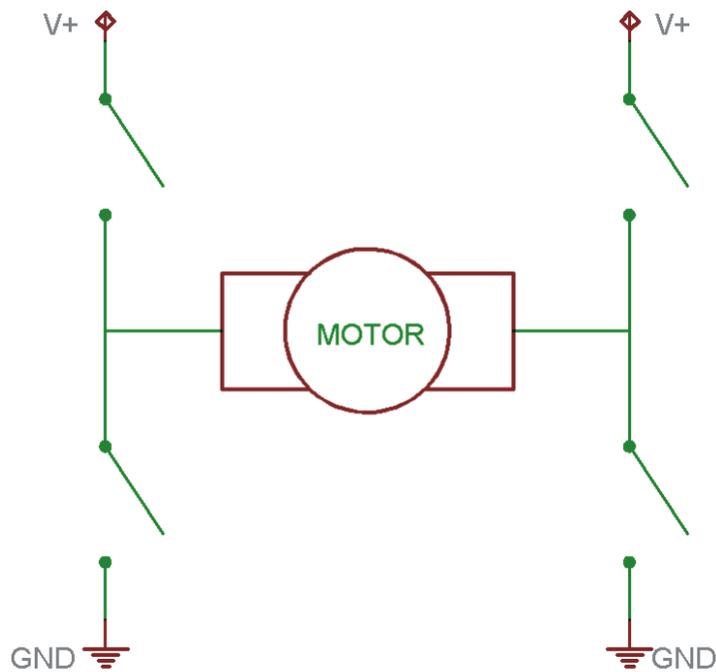


Figura 1. Representação de uma ponte H.

Para que o motor funcione, basta acionar um par de chaves diagonalmente opostas, o que faz com que a corrente flua do pólo positivo para o negativo atravessando o motor e fazendo-o girar. Para inverter a rotação, desligamos essas chaves e acionamos o outro par de chaves, o que faz com que a corrente siga na direção oposta e, conseqüentemente, o sentido da rotação do motor será alterada.

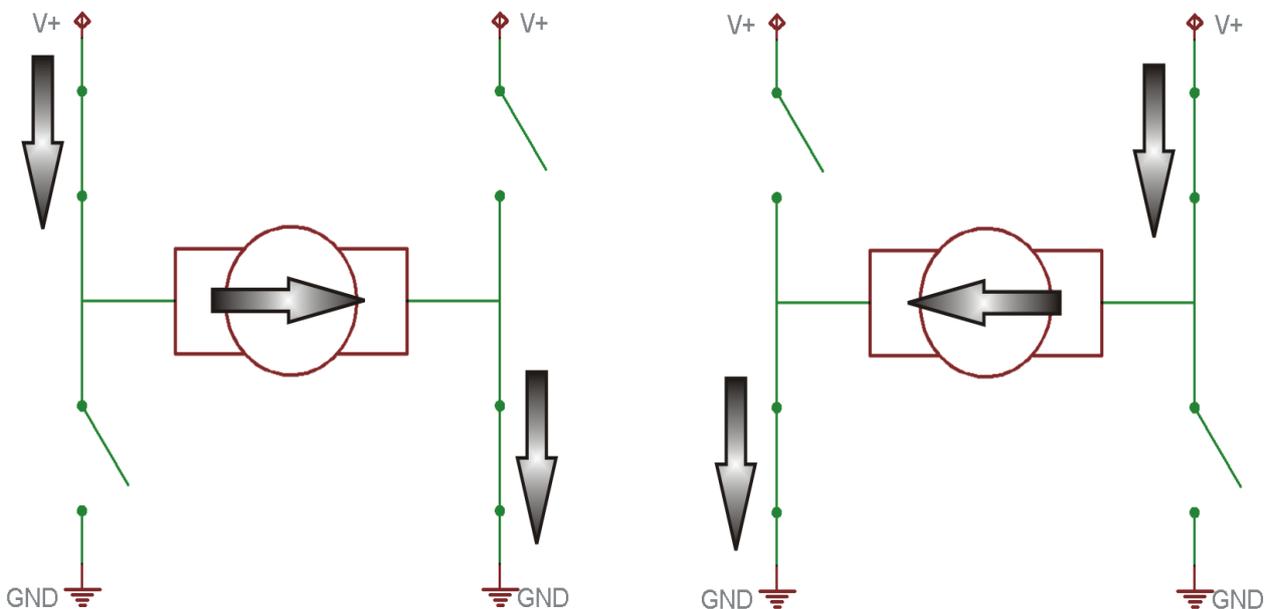


Figura 2. Representação do uso de uma ponte H.

Caso as duas chaves superiores sejam acionadas, você terá um eficiente mecanismo de freio, o mesmo ocorrendo se as duas chaves inferiores forem acionadas. Isso ocorre porque o motor, como todo componente indutivo, gera uma tensão entre os seus terminais. Quando os terminais do motor são conectados no mesmo pólo, fazemos um “curto-circuito” no motor, e a tensão que gerada pelo motor força-o a girar na direção oposta, fazendo com que ele pare instantaneamente. Mas se todas as chaves forem fechadas, o circuito será desligado e caso o motor estivesse girando, ele parará suavemente.

Deve-se tomar muito cuidado para não acionar as chaves de um mesmo lado do “H” simultaneamente. Isso faz com que o fluxo de corrente vá direto do pólo positivo para o negativo, causando um curto-circuito fatal para a fonte de alimentação e para os componentes eletrônicos envolvidos no circuito.

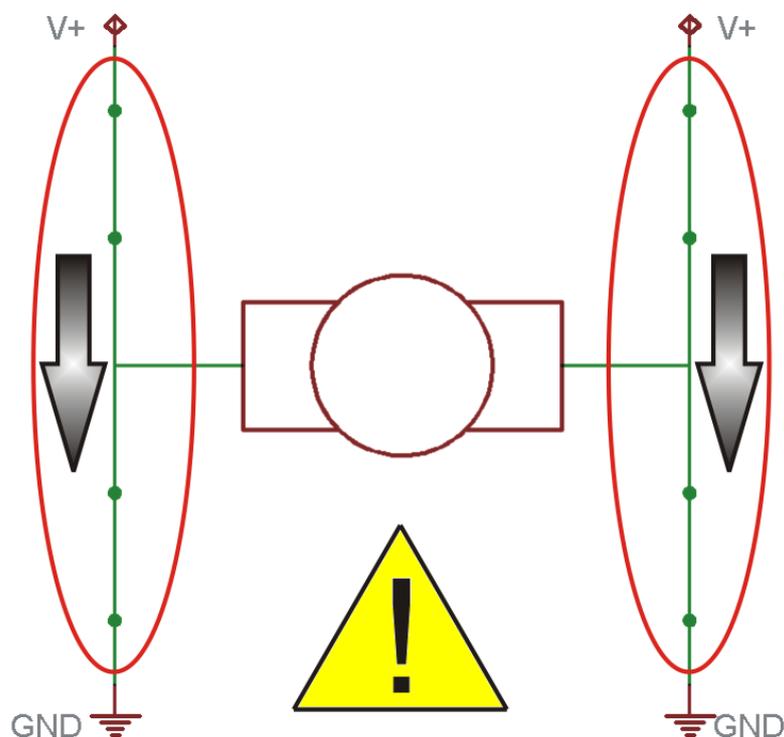


Figura 3. Situação que NÃO PODE OCORRER ao usar uma ponte H.

Para a aplicação da ponte H com o MEC1000 ou o KDR5000, não faz sentido usar chaves mecânicas. Dentre as chaves eletrônicas, o uso de transistores é o mais conveniente, devido a sua funcionalidade e fácil aplicação. Quando a Base do transistor é devidamente polarizada, ele é capaz de conduzir uma corrente entre seus terminais Coletor e Emissor. No caso dos transistores NPN, a condução da corrente se dará do Coletor para o Emissor, enquanto que nos transistores PNP, a corrente será conduzida do Emissor para o Coletor. Os transistores NPN (do qual o modelo BC548 é um exemplo) conduzem a corrente quando há um nível lógico alto em sua Base. Já os transistores PNP (onde podemos citar o BC558) conduzem a corrente quando há um nível lógico baixo em sua Base.

O uso de transistores também é recomendável devido às características dos sinais das saídas digitais, cujo nível de tensão é de 3,3V e a corrente máxima é de aproximadamente 20mA.

Para que o microcontrolador seja capaz de acionar o motor, é necessário que esse sinal seja amplificado, até que seja capaz de suprir o consumo do motor. Como um motor DC comum consome uma corrente de aproximadamente 500mA, precisamos que o sinal de controle proveniente da saída digital seja capaz de acionar esse motor. Para isso, utilizamos o transistor também como um amplificador. Sabendo que os modelos BC548 e 558 possuem um ganho de aproximadamente 100 vezes e que a corrente que polarizará a base do transistor será então de 5mA, devemos calcular então o valor do resistor a ser adicionado em sua base, utilizando a lei de Ohm.

$$V = R \cdot I$$

$$3,3V - 0,7V = R \cdot 0,005A$$

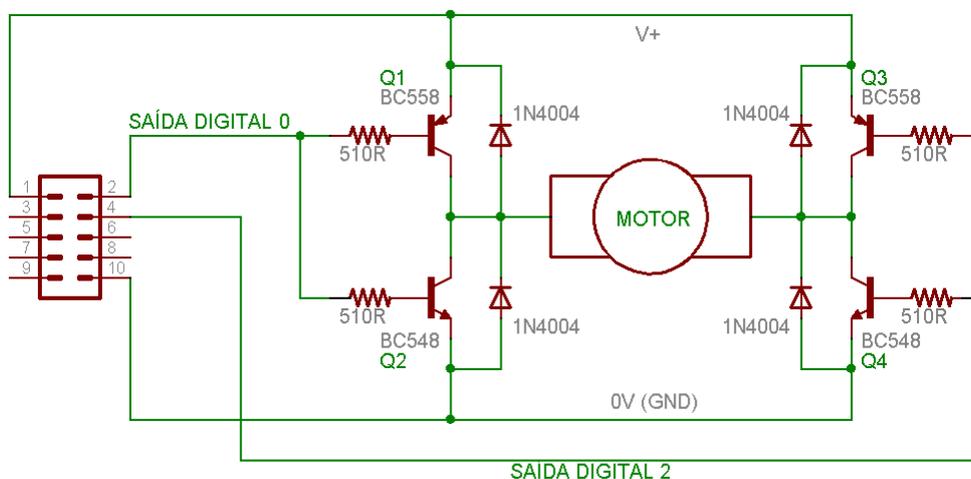
$$\frac{2,6V}{0,005A} = R$$

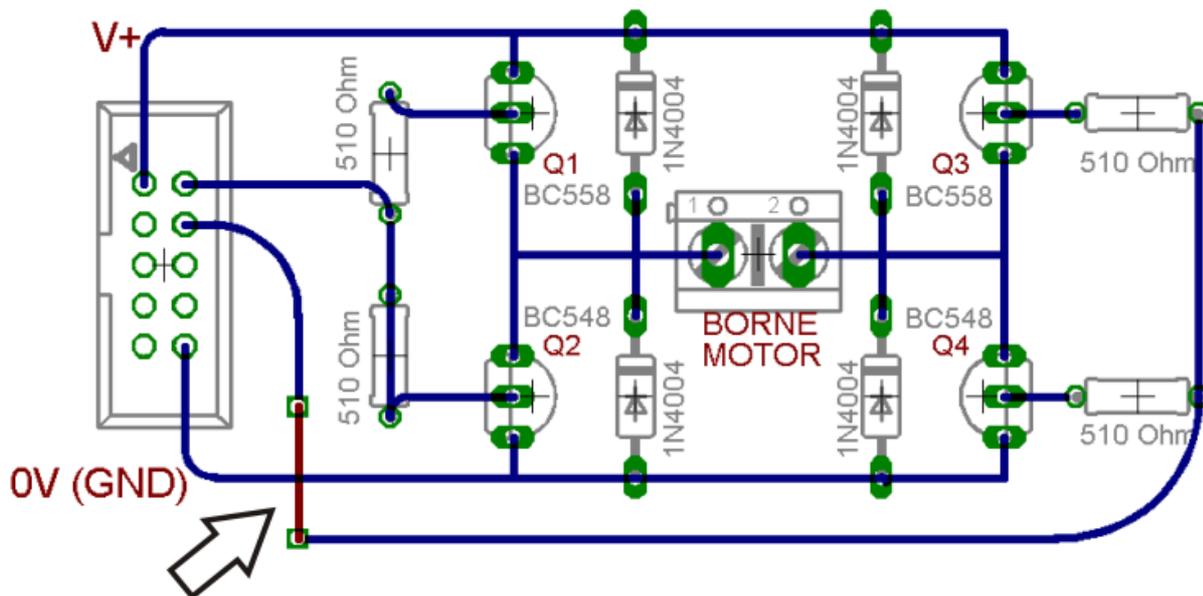
$$R = 520\Omega$$

Observando o cálculo realizado, observamos que da voltagem de 3,3 V a ser aplicada na base do transistor, foi subtraído o valor de 0,7 V. Devemos nos lembrar que os transistores utilizam os mesmos materiais que os diodos e em ambos há uma queda de tensão entre seus terminais, de aproximadamente 0,7 V. O valor obtido, de 520Ω, não é encontrado comercialmente, mas podemos utilizar 510Ω, que é o resistor mais próximo, ou então até mesmo 470Ω.

A aplicação de transistores só possui um problema: quando eles são desligados, interrompendo a passagem de corrente do circuito, as propriedades indutivas do motor forçam a corrente a continuar fluindo, o que pode danificar os transistores. Para evitar possíveis danos, é adicionado um diodo em paralelo com cada transistor, com a finalidade de drenar a corrente que poderia forçar a passagem através dos transistores.

Após compreender todo o funcionamento da ponte H e visualizar a função de cada componente, já podemos elaborar um esquemático completo e o desenho da placa com o posicionamento das trilhas e dos componentes. O uso de um borne de dois terminais é opcional, mas é muito mais prático, pois torna muito fácil a troca do motor a ser utilizado com a ponte H. Mas nada impede que o motor seja soldado diretamente à placa.





O trecho em vermelho é um jumper (pedaço de fio utilizado para ligar dois pontos inacessíveis por trilhas de cobre)

O procedimento para dar início a utilização da porta H é simples. Basta conectá-la apropriadamente às saídas digitais do MEC1000 ou do KDR5000, conectar o motor ao borne apropriado e então utilizar o programa de controle das saídas digitais para controlar o motor. O motor a ser utilizado deve ser um de pequeno porte. Para motores DC de tamanhos maiores, é recomendável utilizar transistores que suportem maiores correntes.

Vamos agora analisar detalhadamente o funcionamento da ponte H, observando o esquemático do circuito mostrado acima. Quando há um nível lógico alto na saída digital 0, o transistor Q1, que é um PNP, não conduzirá corrente entre os terminais, enquanto que o transistor Q2, que é um NPN, poderá conduzir. Havendo um nível lógico baixo na saída digital 2, o transistor Q3 conduzirá a corrente, mas o Q4 não será capaz de fazê-lo. Sendo assim, temos uma corrente que flui entre os transistores Q3 e Q2, acionando o motor. Para alterar o sentido da rotação do motor, basta inverter o nível lógico das saídas digitais.

Quando os níveis lógicos das duas saídas digitais forem iguais, o motor parará de girar, pois nesse caso, acionaremos os dois transistores superiores (Q1 e Q3) ou inferiores (Q2 e Q4) da ponte H simultaneamente.

É importante ressaltar novamente que não se deve ligar dois transistores de um mesmo lado do "H", ou seja não se pode ligar os transistores Q1 e Q2 ou então Q3 e Q4 ao mesmo tempo, pois assim causaremos um curto-circuito na fonte de alimentação, danificando permanentemente todos os componentes da ponte H. Seguindo detalhadamente o esquema e o diagrama da placa de circuito impresso mostradas aqui, isso é impossível, mas é importante ter conhecimento desse fato.