

# Módulo de Controle para Aspirador de Pó Autônomo

Marcos Felipe dos Santos Vieira Alves  
Universidade de Brasília – Faculdade do Gama  
Estudante de Engenharia Eletrônica  
Brasília, Brasil  
mfelippe.bsb@hotmail.com

Caio Matheus Zardo Lopes  
Universidade de Brasília – Faculdade do Gama  
Estudante de Engenharia Eletrônica  
Brasília, Brasil  
caioozardoo@gmail.com

## I. JUSTIFICATIVA

Com a evolução da tecnologia, diversas atividades que eram necessárias do controle humano para seu funcionamento, foram se tornando obsoletas por conta do surgimento de sistemas de controle autônomos. Isso ajuda quem passa muito tempo fora de casa, e/ou não tem tempo suficiente para realizar as tarefas de faxina, trazendo maior qualidade de vida e praticidade. Neste projeto, trataremos sobre uma geração de limpeza inteligente.

Buscando a inovação, a praticidade e o conhecimento de sistemas de controles autônomos, a proposta é desenvolver um módulo de controle para aspirador de pó autônomo. O módulo servirá para determinar o tempo de funcionamento do aspirador, bem como sua deslocação pelo ambiente em que ele estiver inserido.

No mercado já existem produtos similares, como o Hom-Bot LG, criado pela empresa LG, com preços entre US\$375 e US\$600. Esse produto faz uso de duas câmeras para garantir o melhor percurso de limpeza, além de sensores inteligentes (ultrassônicos) que detectam barreiras, impedindo que o robô bata em qualquer coisa e, além disso, possui algumas escovas para a limpeza do ambiente.

Considerando que este dispositivo é de grande usabilidade, tem uma boa saída e feedbacks positivos no mercado, porém, o seu custo é elevado. Tendo isso em vista, o dispositivo é planejado e pensado para não apenas pessoas com um capital elevado, mas para quem também tenha baixa renda, que se interesse.

Observando as possibilidades de desenvolvimento tecnológico foi escolhido o microcontrolador MSP430, por possibilitar a aplicação da solução de forma mais barata e com menor gasto de energia, podendo atingir mais consumidores.

## II. OBJETIVOS

### A. *Projetar um Módulo de controle para sensor ultrassônico utilizando MSP430.*

Utilizando um transdutor que emite uma série de pulsos ultrassônicos de curta duração, que refletem no obstáculo cuja distância se deseja medir, através da tecnologia digital do microcontrolador, escolhido para controle e operação do sistema, a proposta é detectar obstáculos na locomoção do eletrodoméstico (aspirador). Para a quantificação do tempo de funcionamento utilizaremos o sistema de clock do MSP430.

### B. *Projetar um Módulo de controle para motores de corrente contínua utilizando MSP430*

Os motores DC são chamados de motores de corrente contínua, não se trata de um dispositivo eletrônico, porém, possui várias aplicações sendo controlados por módulos eletrônicos. Esses dispositivos operam utilizando forças de atração e repulsão geradas por eletroímãs e ímãs permanentes.

A msp430 controlará o sistema de controle dos motores separadamente, para obtenção de melhor locomoção do aspirador de pó autônomo.

### C. *Projetar um Módulo de controle para motores DC utilizando MSP430*

O módulo para aspirador de pó autônomo é constituído pela junção do sensor ultrassônico enviando os sinais de obstáculos e distâncias, fazendo os motores funcionarem e diferentes maneiras dependendo das ocasiões.

## III. REQUISITOS

Os requisitos de um projeto se dividem em:

### A. *Necessidade (Que pode ser aliado à utilidade do produto)*

A utilidade do detector de proximidade vem de sua função: Fazer com que o aspirador de pó se locomova sem esbarrar, encostar ou bater em objetos no percurso durante seu funcionamento.

A utilidade do clock terá como função a geração de pulsos para controlar o gatilho do sensor ultrassônico.

A utilidade dos motores DC vem da necessidade de locomoção do módulo pelos ambientes aonde ele estiver inserido, eles possuem maior potência ao ser comparado com motores de passo, além de possuir maior facilidade de controle, características mais lineares e baixo custo.

### B. *Expectativa (O que o usuário espera do produto)*

Espera-se que o módulo faça o controle do aspirador de pó corretamente, mude a rota caso haja obstáculos próximo aos sensores e que execute bem as tarefas pré-determinadas.

### C. *Restrição (As limitações do produto)*

O modo será apenas para ambientes domésticos, com um espaço suficiente para que ele se locomova adequadamente. Os ambientes não podem conter água ou humidade para não trazer o mau funcionamento do mesmo, mesmo o projeto estando em uma caixa parcialmente selada.

### D. *Interface (Relação do usuário com o produto)*

Para tornar a adaptação mais prática, será adicionado dois botões de ligar/desligar no circuito do módulo, onde um controlará o funcionamento da MSP430 para a locomoção e o outro, controlará o funcionamento do módulo aspirador. Também haverá um potenciômetro de 1K que regulará a corrente na Ponte H, funcionando como controlador de velocidade

#### IV. BENEFÍCIOS

São vários os benefícios que este tipo de implementação automatizada traz para o ambiente doméstico. Para quem tem pouco tempo no decorrer do dia, este tipo de aparelho faz com que a pessoa ganhe mais qualidade de vida e economia de tempo, dedicando o curto horário disponível à atividades que não podem ser terceirizadas por uma inovação tecnológica, ainda.

#### V. DESCRIÇÃO

O projeto utilizará os seguintes componentes para sua montagem:

##### 1) Sensor Ultrassônico HC-SR04

De acordo com o datasheet, esse sensor utiliza sinais ultrassônicos (40Khz acima da capacidade auditiva do ouvido humano que corresponde a 20Khz), para determinar a distância entre o sensor acoplado no robô e o obstáculo. O HC-SR04 pode medir distâncias entre 2cm e 4m, com precisão de 3mm. Seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus. Ele possui 4 pinos: Vcc (alimentação 5V), Trigger, Echo e GND.



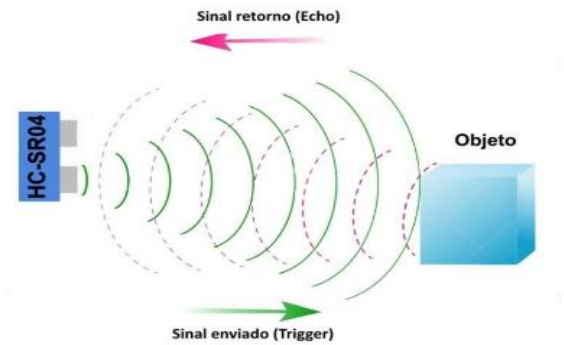
**Figura 1** – Sensor Ultrassônico HC-SR04.

O módulo de sensor ultrassônico funciona resumidamente da seguinte forma: envia um sinal e, quando este sinal atinge um objeto, o mesmo volta para o sensor. A partir do tempo entre envio e recebimento, é calculado a distância entre o sensor acoplado no robô e o obstáculo, fazendo uso da velocidade do sinal.

É enviado um sinal com duração de 10µs ao pino Trigger, dando início a medição. A partir deste sinal, o módulo envia 8 pulsos de 40Khz e aguarda o retorno do sinal pelo receptor. Se houver um retorno de sinal, em nível High/Up, a distância entre o sensor e o obstáculo é determinada através da seguinte equação:

$$Distância = \frac{Tempo\ em\ High \times Velocidade\ do\ Som}{2}$$

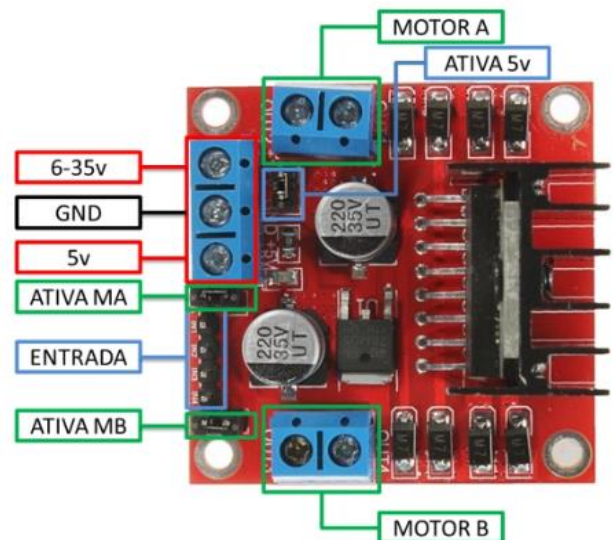
O resultado da fórmula “Distância” deve ser a metade do produto do pulso com a velocidade por conta da ida com a volta do sinal. Assim se adquire o tempo que ele percorre a distância duas vezes.



**Figura 2** – Representação do funcionamento do HC-SR04.

##### 2) Módulo Driver Motor com dupla Ponte H – L298N

Com este módulo, iremos controlar dois motores DC. A Ponte H é projetada pra controlar cargas indutivas como relés, solenoides motores DC e motores de passo, permitindo não somente o controle do sentido de rotação do motor, como também da sua velocidade.



**Figura 3** – Ponte H – L298N

Como demonstrado na figura, as legendas “Motor A” e “Motor B” se referem aos conectores em que são conectados os dois motores DC.

“Ativa MA” e “Ativa MB” são os pinos responsáveis pelo controle PWM dos dois motores: DCA e DCB.

Quando o driver estiver operando entre 6 e 35V, este regulador de tensão disponibiliza uma saída regulada de +5V no pino “5V” para um uso externo com jumper, ou seja, pode estar alimentando outro componente eletrônico qualquer. Porém, o pino “5V” não pode ser alimentado com +5V do Arduino caso esteja controlando um motor de 6-35V + jumper conectado pois, caso contrário, a placa será danificada. O pino “5V” se tornará uma entrada somente quando estiver controlando um motor de 4-5,5V, sem jumper, logo a saída +5V do Arduino poderá ser utilizada.

Nas entradas “6-35V” e “GND” serão conectados a fonte de alimentação externa quando o driver estiver controlando um motor que opere entre 6-35V.

A legenda entrada e composta por quatro pinos: IN1, IN2, IN3 e IN4. Estes pinos são responsáveis pela rotação do motor:

Motor A – IN1 e IN2;

Motor B – IN3 e IN4;

A tabela abaixo expõe a ordem de ativação dos Motores A e B, através dos pinos, respectivamente, IN1/IN2 e IN3/IN4.

MOTOR	IN1	IN2
HORÁRIO	5v	GND
ANTI-HORÁRIO	GND	5v
PONTO MORTO	GND	GND
FREIO	5v	5v

A excitação do circuito foi feita com duas baterias de 9V, uma bateria de carregador externo para celular de 5V e quatro pilhas de 1,5V ligadas em série, no entanto, alguns componentes do circuito trabalham com tensões mais baixas.

Alimentamos o sensor ultrassônico com as saídas Vcc e Gnd da própria MSP430. A Ponte H foi alimentada com as quatro pilhas em série. Foi necessário acrescentar ao circuito um regulador de tensão de 9V para 5V, para o funcionamento da MSP430G2553.H, que no mais tardar descobrimos que a MSP precisaria ser alimentada com somente 3,3V. Por sorte não tivemos nenhum problema.

Para o regulador de tensão de 9V para 5V, fizemos a integração do circuito, soldando o mesmo em placa de fenolite furada, utilizando solda para os componentes (2 capacitores e um regulador de tensão) e soquetes com o auxílio de fios para ligação entre os componentes.

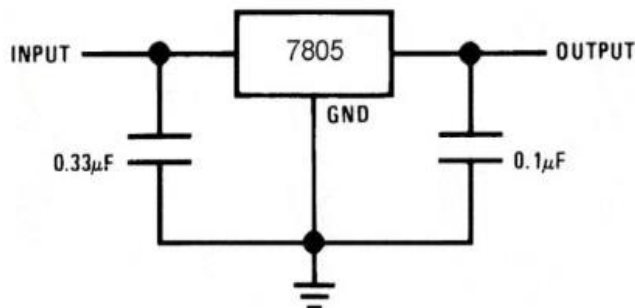


Figura 4 – Dispositivo Lm7805



Figura 5 – Chave ON/OFF

Em série com as baterias de 9V e de 5V acrescentamos uma chave de ON/OFF no sistema com o objetivo de facilitar a interação do usuário com o sistema. Quando estiver em “OFF” nenhuma tensão é enviada ao circuito, resultando no desligamento do aspirador, já quando estiver em “ON”, o módulo do aspirador é ligado.



Figura 6 – Chave ON/OFF

Também acrescentamos outra chave de ON/OFF no sistema, em série com as quatro pilhas de 1,5V, que também estão em série com um potenciômetro de 1K, para ligar a Ponte H. A utilidade do potenciômetro nessa parte é, diminuir a corrente passada aos motores para os mesmos funcionarem em uma rotação mais baixa tornando então o sistema do módulo de aspirador mais eficiente.

Esse sistema gera tensão e corrente necessária para a alimentação da Ponte H, que também alimenta os dois Motores com redução 3-6V DC (180 Graus).



Figura 7– Motor com redução 3-6V (180 graus) + Roda

A partir da escolha dos componentes foi possível montar o diagrama lógico e o circuito de montagem de hardware para o projeto, considerando o GND da msp430G2 comum com o GND da ponte h.

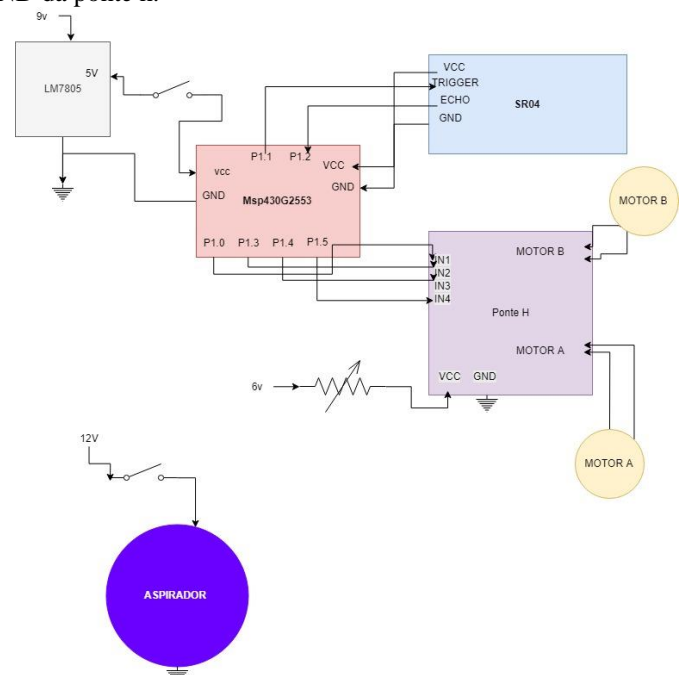


Figura 8 – Diagrama do Circuito Montado



## Aspirador de Pó Autônomo

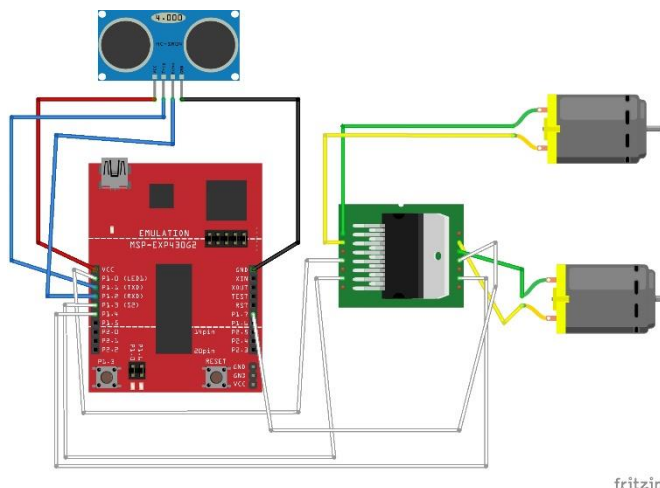


Figura 9 – Diagrama de Conexões na Msp430G2553

Para o funcionamento do sistema conectado ao MSP430 é necessário uma programação em linguagem C utilizando a biblioteca msp430g2553.h. Será necessário um comparador, um timer, memória em registradores e uma lógica para controle dos sinais enviados para ponte H que irá ser utilizado no módulo de locomoção do aspirador de pó.

A programação efetuada no chip MSP430G2553 para desempenho das funções propostas pode ser observada no arquivo “codigo\_final\_aspirador.txt” em anexo. Foram feitas as configurações iniciais para frequência de clock, modo de funcionamento do timer A, além do desligamento do Watchdog Timer.

Definiu-se os valores dos pulsos para a pino trigge e echo do sensor ultrassônico, para que ocorra o envio do pulso e o reconhecimento da volta do pulso para a detecção de obstáculos.

Para a lógica de acionamento dos motores por meio da ponte H foi feito uma lógica para que o o módulo reconheça a aproximação do obstáculo durante sua locomoção e acione os motores de modo que se movimente livremente sem acidentes no seu curso. As distancias foram escolhidas de modo que módulo aspire os ambientes corretamente. Entre as distâncias de 50cm a 20cm, o módulo se locomove em espiral, e a cada vez que ele gira, o formato da espira aumenta. Entre as distancias de 10cm a 1cm, o módulo entende que há possibilidade de uma possível colisão com algum obstáculo, sendo assim ele anda para atrás evitando. Quando a distância detectada pelo sensor de diferente das citadas acima ele anda em linha reta

Após concluído todas as etapas de programação, foi montado o aspirador de pó, como ser visto na Figura 8



Figura 10 – Circuito completo do Módulo de Controle para

Para Produzir o aspirador, fizemos uso de uma garrafa PET de 600ml. Cortou-se de modo que pudesse ser fixada uma hélice com diâmetro de 1mm menos que o diâmetro da garrafa, a hélice foi acoplada em um motor DC de 12V, também foi acoplada um filtro para conter as impurezas aspiradas, na boca da garrafa foi colocada um conduto de  $\frac{3}{4}$  juntamente com um joelho na ponta para realizar a tarefa de sucção.



Figura 11- Aspirador

## VI. Resultados

Após a montagem do sistema proposto, foram realizados testes em vários locais como corredores de ambientes domésticos. A resposta do sistema ao contato com obstáculos e sucção foram satisfatórios, no entanto houve algumas falhas ao desviar de alguns obstáculos. O módulo não manobrava o suficiente, tal problema poderia ser resolvido com uma estrutura redonda e bem calibrada. Apesar disso, foi verificado o funcionamento de acordo com o proposto pelo circuito com a coleta de dados do sensor ultrassônico. A ponte H e os motores funcionaram da maneira prevista em cada possibilidade descrita no código.

## VII. Conclusão

A oportunidade de desenvolver tal projeto foi muito interessante e de grande valia, poder desenvolver e aplicar conhecimentos do curso de engenharia eletrônica para a implementação de um projeto, é enriquecedor, no entanto, o produto desenvolvido não supera os já existentes no mercado, porém pelos resultados é possível ver uma grande possibilidade de desenvolver um produto capaz de competir com as grandes marcas existentes, seria necessário mais alguns sensores trabalhando juntamente com a msp430, como um sensor de toque, e mais sensores ultrassônicos.

A maior dificuldade encontrada foi desenvolver um aspirador com força suficiente de sucção, pode-se contornar tal problema adicionando um motor com uma tensão mais alta e ligando fonte em série para alimentar o mesmo.

## VIII. Referências

- [1] Pedro Encarnação, João Pedro Peralta, Fernando Vendas, Luís Azevedo, Agostinho Rosa, Detector de proximidade de obstáculos, disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Pedro\\_Encarnacao2/publication/261712741\\_Detector\\_de\\_proximidade\\_de\\_obstaculos/links/0f3175353fe24012ee000000/Detector-de-proximidade-de-obstaculos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Encarnacao2/publication/261712741_Detector_de_proximidade_de_obstaculos/links/0f3175353fe24012ee000000/Detector-de-proximidade-de-obstaculos.pdf).> Acessado em 28 Agosto de 2018;
- [2] Guilherme de Lima Ottoni, Walter Fetter Lages, Navegação de

Robôs móveis em ambientes desconhecidos utilizando sonares de ultrassom, Disponível em:  
<[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-17592003000400008&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-17592003000400008&script=sci_arttext)> Acessado em: 29 de Agosto de 2018;

[3] Newton Braga, como funciona o motor de corrente contínua (ART476). Disponível em:  
<<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3414-art476a>> Acessado em 28 de Setembro de 2018;

[4] Kalatec Automação, O que são motores DC? Disponível em:  
<<https://www.kalatec.com.br/o-que-sao-motores-dc>> Acessado em 30 de Setembro de 2018;

[5] TecMundo, Testamos o Aspirador de Pó Hom-Bot LG. Disponível em: <[https://www.tecmundo.com.br/lg/90991-testamos\\_aspirador\\_po\\_hom\\_bot\\_lg\\_faxina\\_voce\\_video.htm](https://www.tecmundo.com.br/lg/90991-testamos_aspirador_po_hom_bot_lg_faxina_voce_video.htm)> Acessado em 1 de Outubro de 2018;

[6] Jussara Vieira Ramos, PROTÓTIPO DE UM SIMULADOR DE UM ASPIRADOR DE PÓ, UTILIZANDO ALGORITMO DE BUSCA E AGENTES INTELIGENTES, EM AMBIENTES COM BARREIRAS. Disponível em:  
<<https://inf.furb.br/departamento/arquivos/tccs/monografias/1999-2jussaravieiramosvf.pdf>> Acessado em 2 de Outubro de 2018

