

Projeto e Construção de uma Embarcação Teleoperada

Relatório: Projeto do circuito acionador dos motores

Identificação:
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Faculdade de Engenharia – FEN
Departamento de Eletrônica e Telecomunicações – DETEL
Equipe:
Estagiário UERJ: Hendrik Jurgen Schultze – Matrícula: 2007.1.03104-11
Professor Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha – Matrícula: 32.640-5

Rio de Janeiro
18 de maio de 2011

1. Introdução

Neste relatório são apresentados os estudos sobre o motor selecionado e o projeto do circuito acionador do motor.

Para escolher o motor a ser utilizado no projeto foram utilizados os dados já apresentados no relatório Conceito preliminares do projeto – MOTORES. Sendo assim o motor escolhido foi o Marine Sports Phantom 44lbs – Água Salgada, por apresentar maior conformidade com os itens julgados. Este motor é alimentado com uma tensão de 12V proveniente da bateria, podendo chegar a picos de 40A de corrente.

A seleção do tipo de acionamento do motor levou em consideração a simplicidade do conjunto, a corrente circulante nas bobinas e o preço dos componentes. Com isso o projeto utilizará relés de acionamento simples e duplo, dependendo do acionamento das bobinas do motor.

2. Estudo do motor

O acionamento do motor escolhido é realizado através de uma chave seletora de cinco posições para frente e duas para ré que alterna entre as quatro bobinas diferentes do motor (fios amarelo, vermelho, azul e preto) e a alimentação proveniente da bateria (fios vermelho e preto) conforme mostrado na Figura 1.



Fig. 1: Chave seletora de velocidades do motor.

Para o estudo do acionamento do motor foi confeccionada uma tabela de continuidade entre os fios da bobina e os da alimentação para cada uma das posições diferentes da chave seletora, onde 1 (um) representa circuito fechado e 0 (zero) representa circuito aberto.

Tabela 1: *Relação entre a continuidade entre os fios provenientes do motor e as posições da chave seletora.*

Continuidade entre fios	Posição da chave seletora						
	Frente 1	Frente 2	Frente 3	Frente 4	Frente 5	Ré 1	Ré 2
Amarelo e Vermelho	0	0	0	1	1	0	1
Amarelo e Azul	0	0	0	0	1	1	1
Amarelo e Preto (alim.)	0	0	0	0	0	1	1
Amarelo e Preto	0	0	0	0	0	0	0
Amarelo e Vermelho (alim.)	1	1	0	0	1	0	0
Vermelho e Azul	0	1	0	0	1	0	1
Vermelho e Preto (alim.)	0	0	0	0	0	0	1
Vermelho e Preto	0	0	0	0	0	0	0
Vermelho e Vermelho (alim.)	0	0	0	0	1	0	0
Azul e Preto (alim.)	0	0	0	0	0	1	1
Azul e Preto	0	0	0	0	0	0	0
Azul e Vermelho (alim.)	0	0	1	1	1	0	0
Preto (alim.) e Preto	1	1	1	1	1	0	0
Preto (alim.) e Vermelho (alim.)	0	0	0	0	0	0	0
Preto e Vermelho (alim.)	0	0	0	0	0	1	1

De posse da Tabela 1, foi confeccionada a Tabela 2 que representa a alimentação de cada um dos fios provenientes da bobina em relação a quatro posições da chave seletora (Frente 1, Frente 5, Ré 1 e Ré 2). A escolha destas velocidades foi pautada no menor gasto com componentes e menor perda de opções de velocidades.

Tabela 2: *Alimentação dos fios provenientes das bobinas.*

Fio	Posição da chave seletora				
	Frente 1	Frente 5	Ré 1	Ré 2	Repouso
Amarelo	Positivo	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
Vermelho	Aberto	Positivo	Aberto	Negativo	Aberto
Azul	Aberto	Positivo	Negativo	Negativo	Aberto
Preto	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo

Para um melhor estudo do comportamento do motor sob carga foi feito um experimento no qual o motor era submergido reproduzindo as condições de uso conforme mostrado nas Figura 2 e 3 . Feito isto foi confeccionada a Tabela 3 que relaciona a amperagem em cada fio do motor e da bateria com as posições da chave seletora. Foi observado que a corrente máxima entre as posições 1, 2, 3, 4 e 5 foi 30 A, já pra as posições ré 1 e 2 foi de 34 A.

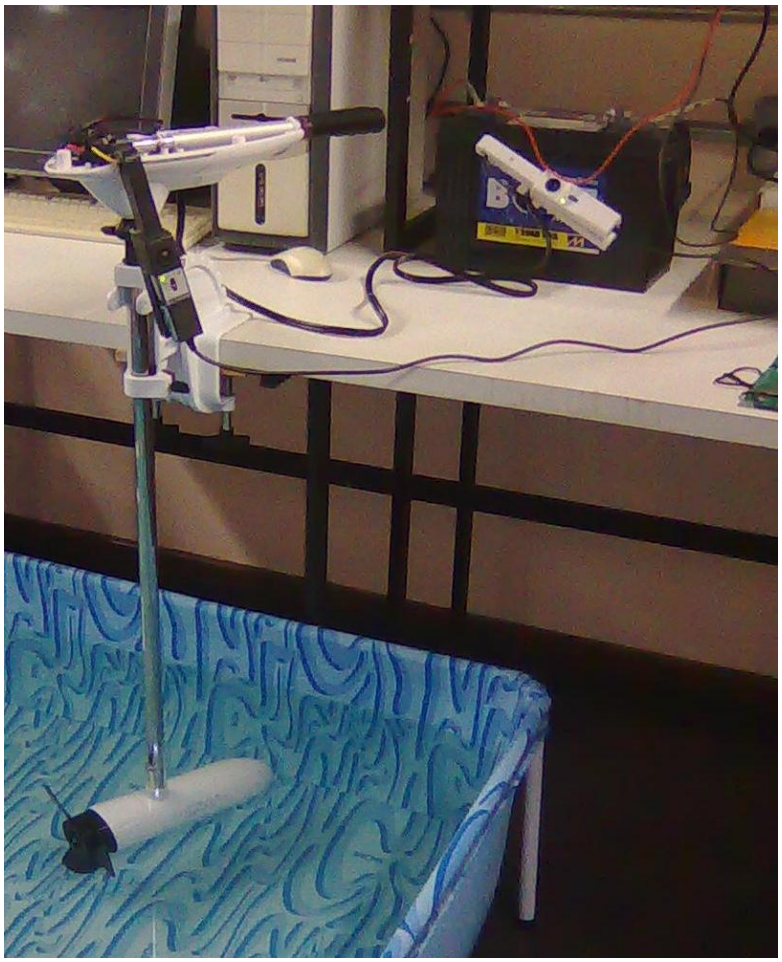


Fig. 2: Arranjo utilizado na obtenção do valores de correntes. Notar as duas pontas de prova de corrente, uma para a corrente total proveniente da bateria e outra para a corrente de cada fio.

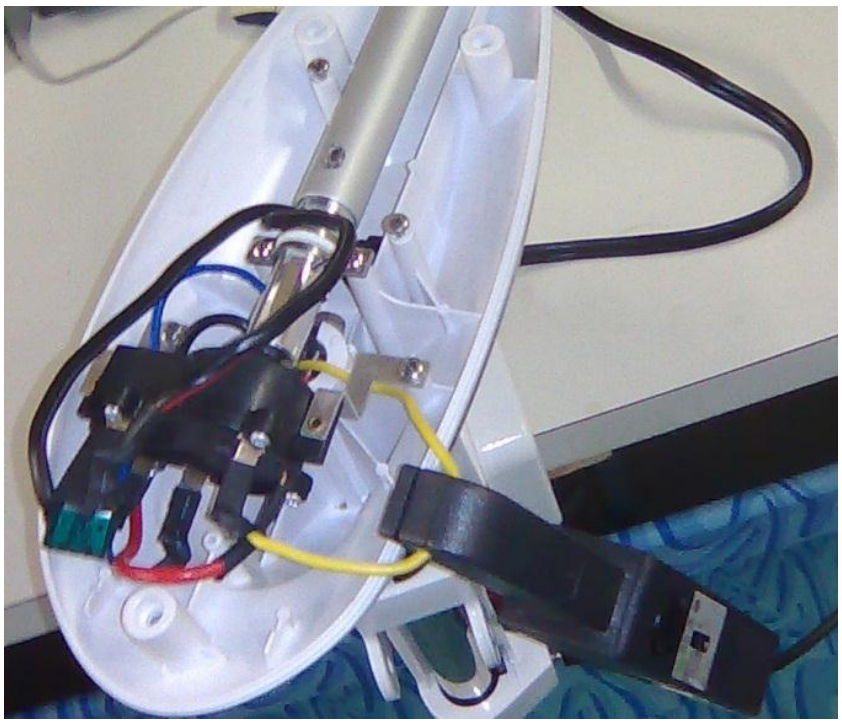


Fig. 3: Detalhe da medição da corrente em cada um dos fios do motor em separado.

Com posse destes dados foi feita a escolha dos relés que fazem parte do sistema de acionamento do motor.

Tabela 3: *Valor em ampère das correntes em cada fio do motor e tensão da bateria.*

Fio	Posição da chave seletora						
	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5	Ré 1	Ré 2
Amarelo	10	11	0	-5	0	0	0
Vermelho	0	10	0	6	30	0	-30
Azul	0	-10	18	19	0	-16	0
Preto	-10	-11	-18	-19	-30	17	30
Bateria	10	10	18	19	30	17	30
Tensão da bateria	12,3	12,3	12,1	12,3	12,3	12,2	12,0

Para representar a tabela 2 foi desenhado um circuito utilizando os seguintes relés DNI 0115 (R1 e R4) e DNI 0102 (R2 e R3). A escolha dos relés se deve ao fato que o motor em pleno funcionamento apresenta uma corrente circulando nas suas bobinas com um de aproximadamente 30ª (vide tabela 3).

Também foi adicionado neste circuito um par de pontes retificadoras com quatro diodos (modelo SKB 25/02 da Semikron) para evitar que correntes provenientes das bobinas dos motores danifiquem os contatos dos relés durante a comutação. Os diodos na Figura 4 propiciam um caminho de retorno à bateria quando algum relé é comutado.

Os relés foram conectados nos terminais das bobinas do motor, sendo representados pelo nome das suas cores no desenho abaixo.

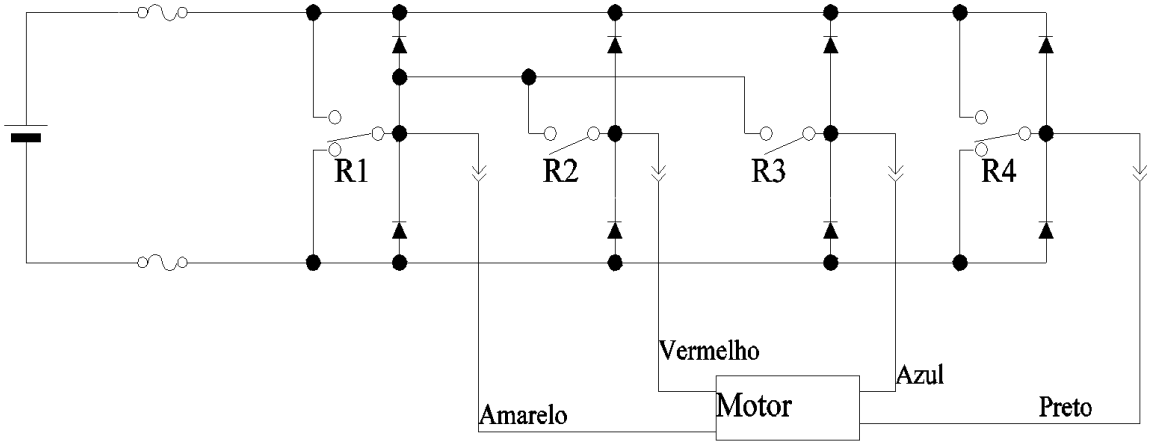


Fig. 4: Desenho representando a disposição dos relés e pontes retificadoras em relação as bobinas e alimentação.

3. Desenho do circuito acionador.

O circuito projetado deverá acionar um conjunto de relés que por sua vez acionarão as bobinas do motor. Para isto foi projetado um circuito que pudesse acionar os relés quando o transistor estivesse na saturação.

Conforme medido em laboratório o relé necessita de uma tensão sobre os seus terminais de 12V para que acione conduzindo então uma corrente de aproximadamente 150mA. Com estes dados foi desenhado um circuito transistorizado que pudesse suprir as necessidades referidas acima.

A fim de controlar este transistor foi adicionado um optoacolplador (4N25) ao circuito, a adição deste componente se deve ao fato de se buscar um isolamento elétrico entre a saída e o controlador implicando em uma maior segurança ao circuito.

Para dar mais robustez e evitar perda de componentes com sobretensão proveniente da bateria foi adicionado ao circuito um diodo zener, um capacitor eletrolítico (220μF), um resistor (100Ω) e um diodo retificador (1N4007).

O circuito composto pelo optoacolplador e pelo transistor será alimentado e controlado por um circuito controlador comercialmente denominado de *Arduino,* encontrado em http://www.arduino.cc/. Este circuito controlador tem uma série de saídas digitais nas quais é conectado o circuito acionador. As saídas digitais fornecem uma tensão de 4,2V, sendo assim é esta a tensão utilizada para controlar o circuito.

No Apêndice B encontra-se o desenho esquemático completo feito com o *Fritzing,* programa gratuito disponível na internet no seguinte endereço http://fritzing.org/, do referido circuito para acionar quatro relés.

Com o projeto definido partiu-se para o desenho e confecção da placa de circuito impresso (PCI) utilizando o mesmo programa citado acima. Nesta placa levou se em consideração para o posicionamento do componente e trilhas a utilização de uma PCI com o tamanho de 100mm de comprimento e 50mm de largura.

No Apêndice B encontra-se o desenho completo da PCI feito com o *Fritzing,* programa gratuito disponível na internet no seguinte endereço http://fritzing.org/, do referido circuito para acionar quatro relés.

4. Aquisição de componentes.

Com o projeto do circuito pronto, foi estabelecida uma lista de componentes a serem comprados. A quantidade determinada para cada item da lista levou em consideração a quantidade necessária pra produzir três PCIs referentes ao circuito acima.

Para a construção do acionamento de um motor foram utilizados os seguintes componentes:

- Quatro (04) Transistores BC337;
- Quatro (04) Optoacopladores 4N25;
- Um (01) Capacitor Eletrolítico de 220µF;
- Cinco (05) Diodos Retificadores 1N4007;
- Um (01) Diodo Zener 16V/1W
- Duas (02) Pontes Retificadoras SKB 25/02;
- Dois (02) Relés DNI 0102;
- Dois (02) Relés DNI 0115;
- Um (01) Borne KRE 02;
- Uma (01) Placa de Circuito Impresso 55x100mm;
- Quatro (04) Resistores de 560Ω 1/8W;
- Oito (08) Resistores de 6,8kΩ 1/8W;
- Quatro (04) Resistores de 100kΩ 1/8W;
- Um (01) Resistor de 100Ω 1/8W;

5. Conclusões

Neste relatório foi apresentado um estudo do motor Phantom 44lbs Marinizado, a substituição de sua chave seletora manual por um conjunto de relés e o desenvolvimento de um circuito específico para este projeto.

Durante a execução do projeto forma encontradas algumas dificuldades dentre elas a alta corrente circulante no motor e sua baixa tensão que forçou-nos a utilizar relés automotivos.

Como sugestões para projetos futuros podem ser citados a alteração do número de velocidades disponíveis para escolha, substituição dos relés automotivos por MOSFET’s e aumento da frequência de chaveamento do circuito.

Apêndice A – Fotos da placa de circuito impresso desenvolvida.

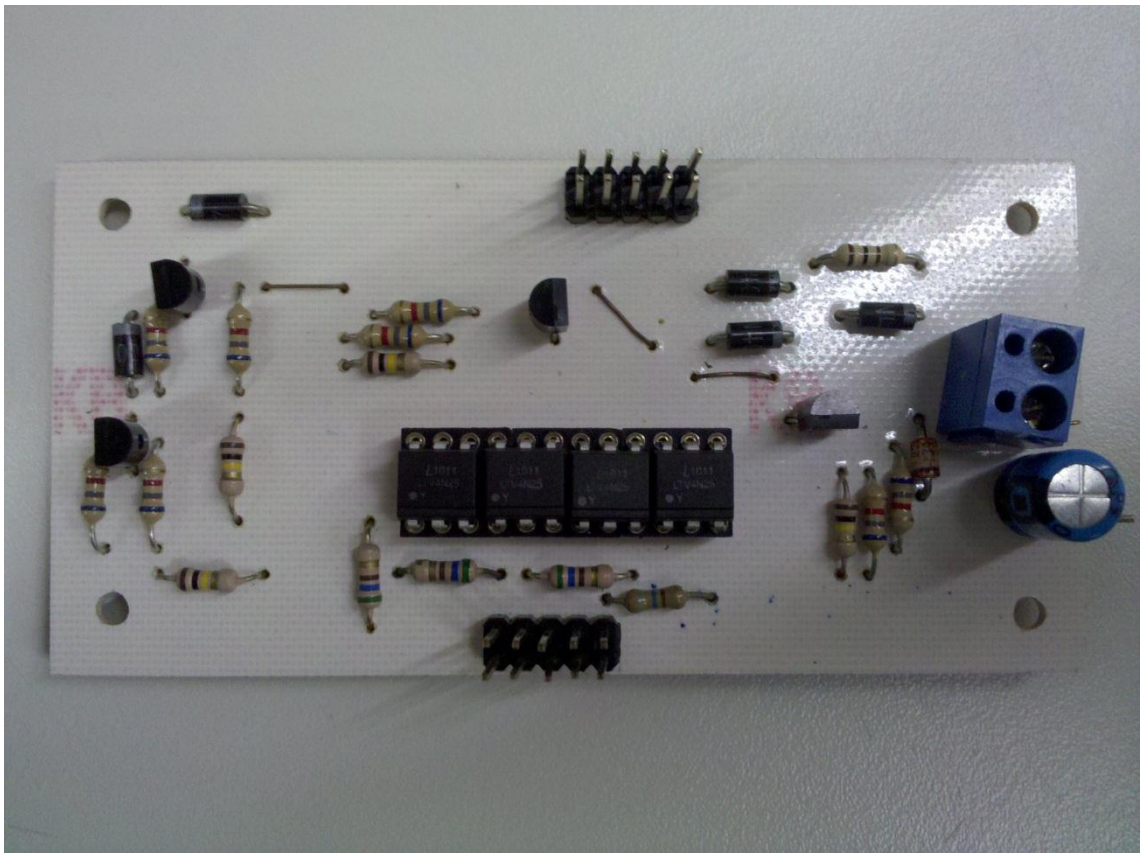


Fig. 1: Foto da placa desenvolvida já com os componentes.

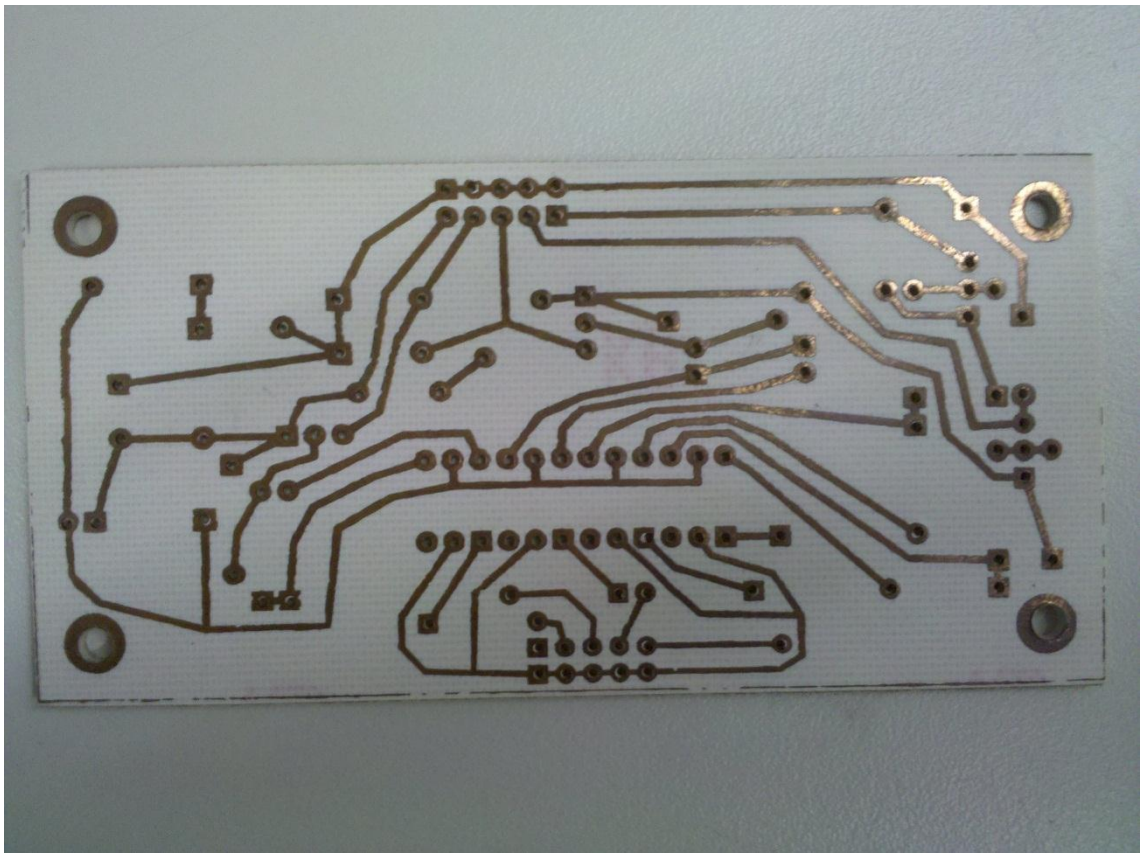


Fig. 2: Verso da placa desenvolvida ainda sem os componentes.

Apêndice B – Esquema elétrico e desenhos da placa de circuito impresso desenvolvida.

Pos 12V

Reles

Neg. ADN

Pos. ADN

4N25

4N35

560Ω

100kΩ

6.8kΩ

BC 337

1N4007

Zener
16 V

100Ω

220µF
Electrolytic

12V
0.2in (5.08mm)

NC

Made with Fritzing.org

