

Conversão de sistema de comando de embarcações de mecânico para eletroeletrônico
Converting the mechanized control system of vessels to electronics
Convertir el sistema de control de embarcaciones mecanizados a electrónica

Recebido: 01/05/2020 | Revisado: 02/05/2020 | Aceito: 08/05/2020 | Publicado: 18/05/2020

Roberto Fábio Conway Baccarat

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4516-0345>

Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: rfebaccarat@unifesp.br

Resumo

O objetivo do presente trabalho é apresentar e relatar o desenvolvimento de produto que tem por finalidade, melhorar as condições operacionais do sistema de aceleração e engate de pequenas embarcações e a acessibilidade aos usuários com capacidade financeira limitada. Isso foi alcançado por meio da diminuição do desgaste mecânico dos cabos de tração (puxe e empurre), devido à eliminação do atrito com a instalação de componentes eletroeletrônicos e cabos condutores, de forma a atender as necessidades dos proprietários de barcos bem como as dos marinheiros que pilotam as suas embarcações e também minimizar despesas financeiras com manutenção e reposição de componentes. O produto é capaz de reduzir em 60% o esforço do condutor ao acionar o comando de engate-aceleração, com engates precisos e aceleração suave e proporcional ao curso do comando, e possibilita a reversibilidade ao sistema convencional (cabos de tração) em caso de pane elétrica ou se o proprietário desejar remover o sistema, já que ele é facilmente desinstalado/reinstalado em outra embarcação, apenas alterando o comprimento do cabo condutor em função das dimensões da embarcação (maior ou menor). Concluiu-se que esta modificação melhora a relação: Custo x Benefício x Operacionalidade

Palavras-chave: Potenciômetro; Micro-chave; CI 555; Cabo de Rede.

Abstract

Objective of this article is to present the development of a product which was intended to improve operational conditions of the acceleration and coupling system of small boats and

accessibility for users with limited financial capacity. This was achieved by reducing the mechanical wear of the traction cables (push-pull), due to the elimination of friction with the installation of electronic components and conductor cables, in order to meet the needs of boat owners as well as those of sailors. who pilot their vessels and also minimize financial expenses with maintenance and replacement of components. The product is capable of reducing the driver's effort by 60% when activating the coupling-acceleration control, with precise couplings and smooth acceleration proportional to the control course, and allows reversibility to the conventional system (traction cables) in case of electrical failure or if the owner wants to remove the system, since it is easily uninstalled / reinstalled on another vessel, just changing the length of the conductor cable according to the vessel's dimensions (larger or smaller). It was concluded that, this modification improves the relationship: Cost x Benefit x Operability

Keywords: Potentiometer; Micro-switch; IC 555; Network Cable.

Resumen

El objetivo del artículo es presentar el desenvolvimiento de un producto con el propósito de mejorar las condiciones operativas del sistema de aceleración y acoplamiento de pequeñas embarcaciones y la accesibilidad para usuarios con capacidad financiera limitada. Esto se logró al reducir el desgaste mecánico de los cables de tracción (tirar y empujar), debido a la eliminación de la fricción con la instalación de componentes electrónicos y cables conductores, a fin de satisfacer las necesidades de los propietarios de embarcaciones y de los marineros. quienes pilotan sus embarcaciones y también minimizan los gastos financieros con mantenimiento y reemplazo de componentes. El producto es capaz de reducir el esfuerzo del conductor en un 60% al activar el control de aceleración de acoplamiento, con acoplamientos precisos y una aceleración suave proporcional al curso de control, y permite la reversibilidad al sistema convencional (cables de tracción) en caso de falla eléctrica o si el propietario desea quitar el sistema, ya que se desinstala / reinstala fácilmente en otro recipiente, simplemente cambiando la longitud del cable conductor de acuerdo con las dimensiones del recipiente (más grande o más pequeño). Se concluyó que esta modificación mejora la relación: costo x beneficio x operabilidad.

Palabras clave: Potenciómetro; Microclave; CI 555; Cable de Red.

1. Introdução

As embarcações possuem componentes mecânicos e elétricos. Os componentes elétricos estão presentes em rádio, iluminação e outros dispositivos para comunicação e visualização. Por outro lado, nas embarcações, a maior parte dos equipamentos de bordo são mecânicos. Neste campo existe uma parte vital que são as caixas de engrenagens (reversores), que permitem que o barco avance ou retroceda, acelere ou pare por meio de um jogo de engates. Por sua vez, estes engates são realizados por cabos de aço envoltos por uma capa metálica revestida com plástico, permitindo que o cabo deslize. Estes cabos sofrem ação de tração, aquecimento, deformação ou aprisionamento por forças externas, levando o sistema a diminuir sua atuação e até mesmo não operar corretamente. Devido a esses problemas em relação aos cabos, a proposta deste estudo é a substituição do sistema por outro que possibilite obter maior confiabilidade no sistema de engrenagens, facilidade de operação e manutenção de menor custo, uma vez que, os principais clientes, são pequenas embarcações de usuários com capacidade financeira limitada. Em pesquisa realizada no mercado de equipamentos náuticos, existem componentes e sistemas que são elétricos e/ou eletrônicos, com custo muito elevado, em média de U\$15.000 a U\$30.000, o que torna inviável para um proprietário com capacidade financeira limitada (pescadores artesanais e outros) modificar o seu sistema de cabos para o sistema eletrônico. Com a instalação do nosso produto, por um valor menor do que o existente no mercado náutico atual, esses profissionais não terão mais a preocupação em substituir os cabos com frequência. Esse sistema tem como objetivo a diminuição da manutenção preventiva e corretiva dos cabos responsáveis pela aceleração, avanço e retrocesso de pequenas embarcações, com redução do custo sobre estes serviços e melhoria da confiabilidade do sistema nas respostas de ações das embarcações.

2. Revisão Bibliográfica

Para o desenvolvimento do projeto, buscamos pesquisar nas diversas fontes disponíveis, em especial arquivos digitais disponíveis na internet (literatura, vídeos, sites e blog's).

Moraes (2011, p. 14) afirma que:

Servomotor é um dispositivo eletromecânico que possui uma parte fixa (estator) e outra parte móvel (rotor), como muitas outras máquinas síncronas. O estator possui bastante semelhança ao de uma máquina elétrica convencional, porém com restrições quanto à alimentação. O rotor é composto por ímãs permanentes, os quais são posicionados alinhadamente sobre o rotor e com o controlador ou gerador de sinais, resolver ou encoder.

Considerando as informações importantes sobre os servomotores e seus componentes, houve estudo sobre o funcionamento de servomotores uma vez que esses trabalham com largura de pulso entre 0,8 milisegundos e 2,4 milisegundos, houve estudo sobre *PWM (Pulse Width Modulation)* ou MLP (Modulação por Largura de Pulso) e o circuito integrado NE555, responsável por movimentar os servo motores.

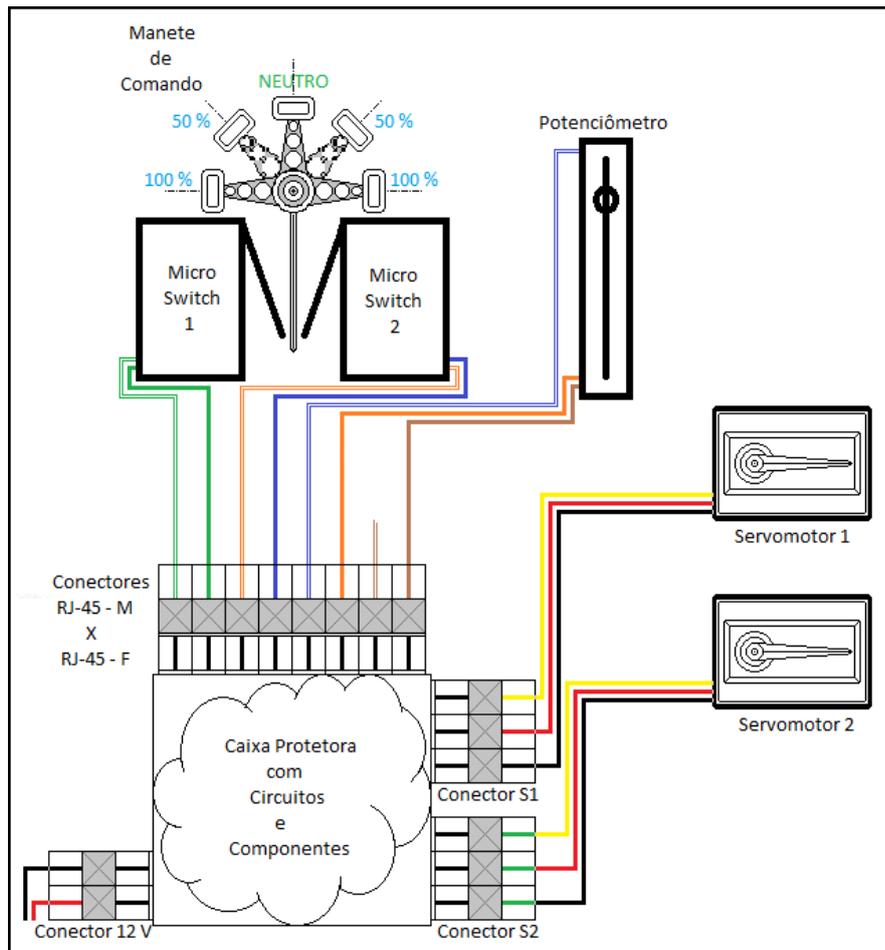
Para Elétrica (2019), servomotores necessitam de um sinal de realimentação que corresponde ao posicionamento atual do servo, sendo obtido através de um sensor de posição. Este sensor de posicionamento é na verdade um potenciômetro interno que fornece um sinal de tensão correspondente ao ângulo do eixo do motor. Este sinal de tensão relacionado à posição atual do motor é comparado com a tensão desejada, ou seja, com a tensão que é obtida pela largura de pulso. Assim produzindo um sinal de erro com tensão positiva ou negativa. Se o sinal de erro for positivo, a tensão aplicada na armadura do motor faz com que o rotor gire em uma direção. Porém se o erro for negativo, a tensão da armadura inverte e neste caso o rotor do motor gira na direção oposta. Enquanto houver o sinal de erro o motor permanecerá girando, ou seja, o motor vai girar até o sinal de erro ser zero;

Segundo (Laboratório, 2015), os pulsos devem se repetir no mínimo a cada 25-30 milisegundos. Se o pulso tiver uma largura de 1.5 milisegundos, o servo ficará na posição central.

Com um pulso de 1 milisegundo o servo se deslocará todo para a esquerda, e um pulso de 2 milisegundos provocará o desvio do servo todo para a direita. Estes pulsos devem ser mantidos durante todo o tempo.

A falta dos pulsos irá fazer com que o servo retorne à posição central. A Imagem 1 ilustra o arranjo geral do sistema instalado.

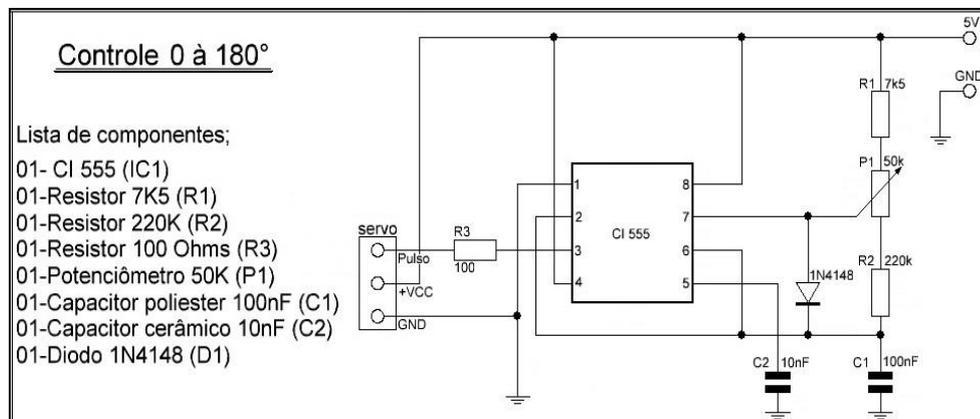
Imagem 1 – Arranjo Geral do Sistema Instalado.



Fonte: (Autor, 2020).

A Imagem 2 ilustra o circuito eletrônico do servo motor de aceleração.

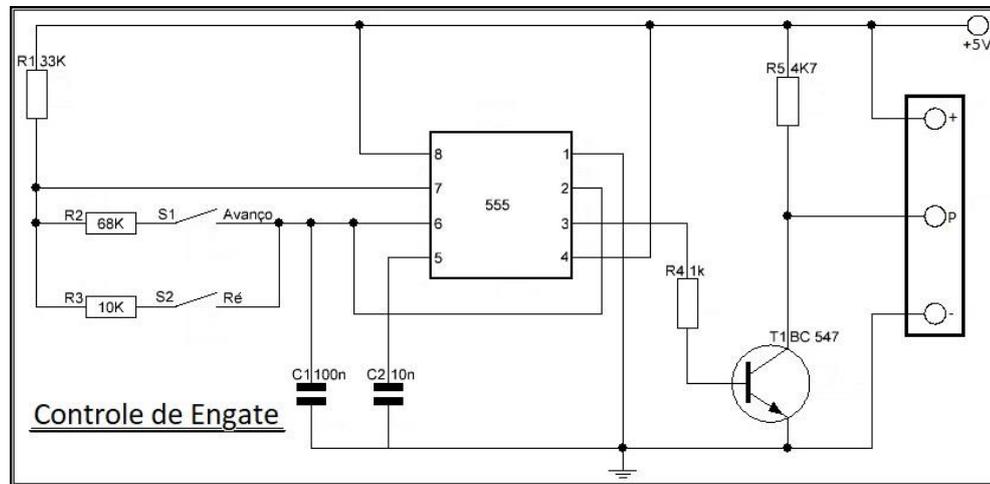
Imagem 2 – Circuito do servo motor de Aceleração.



Fonte: (Autor, 2020).

A Imagem 3 apresenta o circuito do engate.

Imagem 3 – Circuito do servo motor de Engate.



Fonte: (Autor, 2020).

2. Metodologia

Pereira et al. (2018) afirmam que para um trabalho ser considerado como sendo científico, ele tem que seguir critérios entre os quais um deles é a metodologia bem trabalhada. Uma pesquisa visa trazer novo saber ou saberes para a sociedade.

No presente estudo, foram levantados dados com 22 (vinte dois) usuários de embarcações, sendo: 15 (quinze) marinheiros e 7 (sete) proprietários, apuramos que os entrevistados em sua totalidade, já haviam tido problemas com cabos de comando nessa configuração do sistema e, todas em relação à dificuldade de aceleração e engate para avante e/ou para reverso, uma vez que são empurrados ou tracionados pelos cabos blindados e lubrificadas com graxa que desgastam e deformam com as temperaturas altas e com dobras da casa de máquinas das embarcações ao longo do tempo. Por questões éticas e de respeito aos pedidos dos entrevistados, evitaram-se citar nomes e localidades.

Foram realizadas as seguintes etapas para a criação do protótipo:

- **1º Etapa**
- Foram realizadas visitas técnicas em embarcações de diferentes características construtivas e configurações de seus sistemas de controle para o sistema em desenvolvimento ser o mais abrangente possível com a menor necessidade de modificações nos componentes a serem selecionados e aplicados.

- Foi observada a disposição e operação do sistema de comando mecânico de uma embarcação específica, para identificação das possibilidades de melhorias e substituição. Ou seja, foi analisado o funcionamento do sistema comandado pelos cabos e as dimensões dos componentes para confecção das peças a serem aplicadas e bem como a viabilidade de espaços físicos do local onde será instalada a caixa de comando.
- Foram verificadas as mudanças e a remoção dos cabos de aceleração e engates para substituição por comando eletroeletrônico.
- **2º Etapa**
 - Foi realizado levantamento dos materiais a serem aplicados e elaboração de estudo sobre a localização da instalação dos componentes;
 - Confecção de placas eletrônicas de controle dos servos motores que serão utilizados no acionamento dos sistemas de aceleração e engate da embarcação;
 - Teste de operação e respostas do comando do servo motores em relação ao tempo de engate e aceleração, e as chaves de fim de curso para alternância dos comandos de avanço e reverso.
- **3º Etapa**

Foi disponibilizada uma unidade de manete de comando de embarcação para montagem dos componentes confeccionados. E executados os seguintes testes operacionais:

- Engate e desengate do comando para as posições: Frente – Neutro – Ré;
- Aceleração e desaceleração para Frente e para Ré.

Peças e equipamentos necessários (versão simples, sem complementos):

- Um manete de comando (Parte manual responsável pelo engate e aceleração);
- Dois servo motores (Aceleração e engate);
- Um potenciômetro (Verifica a posição do manete em relação à aceleração gradual);
- Duas micro-chaves (Para identificar avante, ré e neutro da embarcação);
- Dois circuitos PWM com CI 555, controladores da largura de pulso dos servos;
- Caixa de proteção;
- E cabos de rede Ethernet;

Estes testes práticos e diretos com o sistema em bancada, possibilitou pequenos ajustes iniciais da operacionalidade do sistema e posicionamento e instalação provisória da caixa de comando elétrico e dos controles de engate (avanço e ré) e aceleração no interior da embarcação para melhor configuração de montagem do produto.

- **4° Etapa**
- Instalação definitiva do produto na embarcação para testes finais de operacionalidade e atualização das posições dos circuitos elétricos e/ou eletrônicos;
- Verificação da necessidade de ajustes para o melhor posicionamento dos componentes e melhor desempenho do sistema;
- Avaliação das velocidades de respostas de engate e aceleração, se atende a necessidade para qual o produto foi destinado.

3. Resultados e Discussão

Conforme testes realizados no protótipo, o peso que o manete de comando sofria com a tração dos cabos de aceleração e engate, foi reduzido em aproximadamente 60% com o acionamento elétrico, pois o peso remanescente é devido às engrenagens do próprio mecanismo do manete de comando.

O engate se mostrou mais preciso que a situação anterior, pois os cabos mecânicos permitem “folgas” indesejáveis, o que não acontece com o sistema eletrônico de micro chaves que foi instalado, as quais acionam o servo motor responsável pelo engate para avante e para reverso, e a aceleração também se torna mais precisa devido à proporcionalidade do potenciômetro do manete de comando com o do servo motor, que se desloca linearmente independentemente da sua direção: Frente ou Ré. Em outras palavras seja: a 10%, 30%, 49% ou 100% à Frente ou à Ré, o servo motor responsável pela aceleração responde com a mesma porcentagem, conforme se alteram as velocidades da embarcação.

Dentre essas características, pode-se citar:

- Controle de posicionamento de aceleração de 0% a 100%,
- Referência de posição neutra, avante e ré,
- Sincronismo dos componentes mecânicos e eletromecânicos,
- Variação da largura de pulso.

O valor do produto varia conforme o tamanho da embarcação, a quantidade de motores (um, dois ou mais), se manete único ou duplo, se comando interno e/ou externo e demais fatores que podem ser adicionados segundo a necessidade do marinheiro ou proprietário. O valor do protótipo deste estudo foi de R\$ 225,00 (Duzentos Vinte Cinco Reais). Isso representa 1 (hum) % do valor médio de mercado para um produto similar.

É possível ainda, adicionar ao protótipo:

- Sinalizações de avanço e reverso;
- Sincronismo de velocidades (para manetes duplos);
- Bloqueio dos manetes (impede partida com o sistema engatado);
- Indicação de posição da alavanca: F – N – R.

Entre outras funcionalidades que a própria embarcação necessite ou o proprietário deseje personalizar. Todas essas personalizações podem ocorrer durante qualquer etapa do processo de aquisição ou instalação do produto, mediante contratação à parte.

4. Considerações Finais

A construção de um produto que atenda aos objetivos traçados e possibilita a confiabilidade a um sistema elétrico funcional que atua com rapidez e segurança, e seja acessível para o mercado náutico, em especial para as pequenas e médias embarcações.

Com a conclusão do protótipo conseguiu-se verificar a diferença de operacionalidade entre os sistemas no acionamento do manete de comando, e o menor esforço requerido é significativamente percebido no sistema eletronicamente controlado, além de diminuir os gastos com os cabos, um cabo comum tem preço à partir de R\$ 250,00 (duzentos cinquenta reais), e o controle de aceleração mais justo e preciso devido à precisão do potenciômetro utilizado, já que o comparador tem tolerância de $\pm 20\%$.

Referências

Elétrica. (2019). *O que é Servo motor e como funciona?* Website Mundo da Eletrica. (acessado em 05/05/2020). Recuperado de: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-servo-motor-e-como-funciona/>

Caderno de Laboratório. (2015). Controlando servo motores RC com o 555, (acessado em 05/05/2020). <https://cadernodelaboratorio.com.br/2015/05/22/controlando-servo-motores-rc-com-o-555/>

Moraes, TD. (2011). Acionamento de servomecanismo. Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, sob a orientação do Profº André Renato Bakalereskis, como exigência para conclusão do curso. Acesso em: 18 maio 2020. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2087.pdf>.

Pereira, AS, Shitsuka, DM, Parreira, FJ & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso: 18 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Roberto Fábio Conway Baccarat – 100%