

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

**ATIVIDADES EXECUTADAS PELO VOLUNTÁRIO  
NO PERÍODO DE AGOSTO DE 2018 A JULHO DE 2020  
- COTA 2018 -**

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO**

---

**I - DO ALUNO:**

1 - Nome do Aluno:

2 - Matrícula UERJ:

3 - Nome do Curso de Graduação:

4 - Se for externo, informar Curso e Instituição:

5 - Tempo de permanência do aluno NO PROJETO:

Número de meses:

6 - Tempo de permanência do aluno NA BOLSA:

Número de meses :

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

7 - Tipo de bolsa ou vínculo (marque com um X):

- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Fomento UERJ (via Bradesco)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Fomento CNPq (via Banco do Brasil)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Ações Afirmativas CNPq
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Voluntário
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desen. Tec. e Inovação (PIBITI) - Voluntário
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Fomento UERJ (via Bradesco)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Fomento CNPq (via Banco do Brasil)
- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior - Voluntário
- Bolsa de Iniciação Científica CNPq de Edital Universal (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação em Desen. Tecnológico e Inovação do CNPq de Edital Universal (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação Científica de Editais FAPERJ (bolsa balcão)
- Bolsa de Iniciação Tecnológica de Editais FAPERJ (bolsa balcão)
- Outros (especifique):

**II - DO ORIENTADOR:**

- 1 - Nome do orientador:
- 2 - Matrícula UERJ:
- 3 - Unidade Acadêmica:
- 4 - Se for de outra IES, informe o nome da Instituição:

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

**III - DO COORIENTADOR (SE HOUVER):**

- 1 - Nome do coorientador:
- 2 - Matrícula UERJ:
- 3 - Unidade Acadêmica:
- 4 - Se for de outra IES, informe o nome da Instituição:

**IV - DOS COLABORADORES:**

**- COLABORADOR 1**

- 1 - Nome:
- 2 - CPF:
- 3 - Unidade/IES (Instituição de Ensino Superior):

Docente

Pesquisador(a)

Doutorando(a)

Mestrando(a)

Graduando(a)

Outro (especifique):

## **PIBIC / PIBITI / ICJr**

### **Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

#### **V - DO PROJETO APROVADO PARA BOLSA PIBIC (PROJETO QUE O PROFESSOR SUBMETEU NA SELIC 2018):**

**1 – Título do Projeto:** Controle de Sistemas Incertos

Obs: Informar apoio financeiro ao projeto por agências como CNPq, FAPERJ, CAPES, FINEP, PETROBRAS, MCT: FAPERJ e CNPq

#### **RELATÓRIO (PLANO DE TRABALHO DO ALUNO – SELIC 2018):**

**1 – TÍTULO DO TRABALHO DO BOLSISTA:** Rede de Propulsores Inteligentes Cooperativos

#### **2 – Principais objetivos do plano de trabalho original (plano de trabalho do bolsista)**

O principal objetivo é aplicar redes de comunicação sem fios e controle cooperativo em sistemas de propulsão para embarcações teleoperadas. Tem-se em vista o controle dos motores elétricos que acionam hélices e, com isto, o movimento da embarcação. O controle cooperativo permitirá a reconfiguração dos propulsores da embarcação e a tolerância a falhas.

#### **3 – Principais etapas executadas no período da bolsa, visando ao alcance dos objetivos:**

Como etapa preliminar para atingir os objetivos estabelecidos no plano de trabalho original, inicialmente se deu a realização estudos dos tópicos descritos a seguir para que fosse possível controlar os propulsores da embarcação remotamente:

- Utilização do microcontrolador Arduino UNO para realizar o controle dos motores CC;

## **PIBIC / PIBITI / ICJr**

# **Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

- Acionamento dos motores CC por circuito ponte H e a técnica da modulação por largura de pulso (PWM – *pulse width modulation*), permitindo-se assim controlar a velocidade de rotação das hélices e a propulsão do barco;
- Utilização de redes de comunicação para poder conduzir a embarcação à distância.

Após o estudo dos tópicos acima e a leitura do Projeto de Graduação (SOUSA, 2016), em especial a Seção 6.1.2.1 sobre correções de problemas do circuito de acionamento do motor, tomou-se conhecimento dos problemas enfrentados nesse circuito. Logo, se fez necessário realizar melhorias no circuito desenvolvido nesse projeto anterior, pois o mesmo apresentava desvios que comprometiam o seu funcionamento. Dentre os problemas que estavam acontecendo podemos citar o excessivo aquecimento de trilhas de circuito impresso e de alguns componentes, interligação de trilhas na placa que não deveriam estar ligadas, capacitores que não respondiam bem na frequência de operação e a possibilidade de dano em componentes devido ao recebimento de energia incompatível com seu funcionamento. Assim, foram realizadas pesquisas na *Internet* para selecionar os componentes adequados e feita a aquisição dos mesmos. De posse dos componentes, logo em seguida foram testados para verificação dos seus parâmetros.

Como os motores da embarcação precisam de correntes elétricas grandes para seu funcionamento, algumas partes do circuito superaqueciam e se danificavam. Para resolver isso foram escolhidos e instalados novos dissipadores de calor, e feita a soldagem de fios para fornecer caminhos adicionais às correntes, de forma a evitar o superaquecimento.

Para corrigir uma interligação equivocada na placa, uma trilha específica foi interrompida em um determinado ponto.

Havia capacitores eletrolíticos que não estavam respondendo corretamente na frequência em que o circuito operava, dessa forma foi feita a escolha e substituição dos mesmos por capacitores cerâmicos, pois esses últimos apresentam melhor resposta na frequência de operação do chaveamento do conversor de potência que aciona o motor.

A fim de evitar que oscilações de tensão na alimentação dos motores fossem propagadas para a alimentação do microcontrolador e dos outros circuitos, foi selecionado e instalado um novo indutor em série com a alimentação para atenuar essa propagação.

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

**4 – Apresentação e discussão sucinta dos principais resultados obtidos:**

Por meio de um medidor LCR foram medidos os parâmetros dos diferentes capacitores disponíveis (cerâmico, tântalo e eletrolítico) para diversas frequências, como mostra a Tabela 1. Assim é possível observar que os capacitores cerâmicos possuem menor variação de impedância com o aumento da frequência em relação aos outros, mais especificamente a capacitância dele é menos sensível à variação da frequência e possui a menor resistência série, o que geraria menores perdas do que os demais capacitores considerados. Essa é uma característica fundamental num circuito onde acontece chaveamento em alta frequência como esse em questão, pois são eles que fornecem a tensão e a carga elétrica para a polarização para os MOSFETS da ponte H que aciona o motor. Assim, os capacitores eletrolíticos utilizados inicialmente foram trocados pelos capacitores cerâmicos.

Tabela 1: Parâmetros dos capacitores medidos pelo medidor LCR Agilent 4263B

Frequência	Capacitores (Capacitância/Resistência Série)					
	Cerâmico		Tântalo		Eletrolítico	
100 Hz	940 nF	20 Ω a 42 Ω	10,460 μF	2,5Ω a 3Ω	4,9 1 μF	15 Ω
120 Hz	937 nF	24 Ω a 40 Ω	10,457 μF	2,5 Ω	4,96 μF	13,6 Ω
1 kHz	925 nF	3,8 Ω	10,259 μF	814 mΩ	4,57 μF	3,65 Ω
10 kHz	872,5 nF	286 mΩ	9,92 μF	639 mΩ	4,078 μF	1,51 Ω
20 kHz	860,6 nF	142 mΩ	9,46 μF	612,2 mΩ	3,95 μF	1,358 Ω
100 kHz	902nF	54 mΩ	9,47 μF	471 mΩ	4,93 μF	1,192 Ω

Quando se utiliza correntes grandes num circuito é fundamental que o mesmo possua dissipadores de calor para que o calor causado pelo efeito Joule não danifique as partes que sobreaqueceriam. Assim foi realizada a aquisição de parafusos e arruelas isolantes para que os dissipadores de calor fossem corretamente fixados nos MOSFETS. Além disso, as trilhas ganharam reforços de fios para que pudessem comportar as grandes correntes que as atravessam reduzindo também a perda de energia e o aquecimento da placa de circuito impresso, conseqüentemente, aumentando a vida útil do circuito.

Após uma análise se fez a escolha de se colocar um indutor para atenuar oscilações de corrente na alimentação que poderiam prejudicar o funcionamento de componentes sensíveis como o microcontrolador e sensores. Dessa forma o ruído gerado pela comutação do circuito de acionamento dos motores não mais afeta componentes como o microcontrolador Arduino. Os parâmetros do indutor selecionado foram medidos e relacionados na Tabela 2.

Pôde-se também realizar a soldagem dos pinos para a conexão do módulo Arduino no circuito, que é o responsável por receber a informação do módulo Xbee, e fazer o acionamento dos motores. Através das atividades desenvolvidas nesse projeto o circuito de controle passou a ter componentes adequados, eliminando-se assim os erros que estavam acontecendo, e conseqüentemente proporcionando maior consistência dos comandos a serem executados pelos motores.

**PIBIC / PIBITI / ICJr**  
**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno**  
**XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**  
**“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

Tabela 2: Parâmetros do indutor medidos pelo medidor LCR Agilent 4263B

Frequência	Indutor	
	Indutância série	Resistência série
100 Hz	0,04 mH a 9 mH	560 mΩ a 1000 mΩ
120 Hz	0,2 mH a 1 mH	536 mΩ a 1,73 Ω
1 kHz	2,07 mH	1,6 Ω a 3 Ω
10 kHz	4,9 mH	80,3 Ω
20 kHz	5,89 mH	290 Ω
100 kHz	3,96 mH	1,310 kΩ

Os trabalhos foram interrompidos desde 14/03/2020 devido à impossibilidade de acessar o Laboratório de Eletrônica de Potência e Automação, onde as atividades eram realizadas, o que impediu completar a montagem e a realização de testes do propulsor.

**5 – Relacione os principais fatores negativos e positivos que interferiram na execução do projeto.**

**A. FATORES POSITIVOS:**

Alguns fatores positivos foram a infraestrutura do Laboratório de Eletrônica de Potência e Automação (acesso à *Internet*, bancada reservada para o meu trabalho) e recursos (ferramentas, equipamentos e material para montagem) disponíveis para que o projeto fosse desenvolvido. Dessa forma foi possível dar total atenção às atividades sem a preocupação de não ter uma determinada ferramenta ou espaço para a realização das mesmas.

Outro fator positivo foi a comunicação rápida entre aluno e professor orientador. Isso fez com que as informações, dúvidas, sugestões e orientações fossem conversadas e acordadas em menor tempo. Ainda pode-se citar o vasto material bibliográfico disponível para pesquisa proporcionando informações fundamentais no prosseguimento do trabalho.

**B. FATORES NEGATIVOS:**

No início das aulas do primeiro período no ano letivo de 2020, teve início a pandemia de COVID-19. Esse fato fez com que as atividades no campus da UERJ fossem suspensas por determinação das autoridades. Isso resultou em restrição de acesso aos laboratórios e componentes, gerando atraso e conseqüentemente não conclusão do projeto. Dessa forma não foi possível concluir a montagem e o teste do propulsor até este momento.

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

Outro fator negativo foi a dificuldade de encontrar no mercado nacional alguns componentes. Após avaliação, foi constatada a necessidade de trocar alguns componentes do circuito de acionamento, para que o mesmo pudesse funcionar de forma aceitável. No entanto essa tarefa foi difícil pois o mercado nacional de componentes eletrônicos é pequeno e os preços dos componentes são significativamente maiores em comparação com o mercado internacional.

**VI – Informe se houve produção científica no período:**

Não houve produção científica do aluno no período.

**VII - Houve atividades desenvolvidas em outras IES (Instituição de Ensino Superior):**

NÃO

**VIII - Autoavaliação do bolsista (escala de 1 a 10):**

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| a) Dedicção:                           | <input type="text" value="8"/>  |
| b) Capacidade de trabalho em equipe:   | <input type="text" value="10"/> |
| c) Iniciativa:                         | <input type="text" value="8"/>  |
| d) Autonomia                           | <input type="text" value="8"/>  |
| e) Amadurecimento acadêmico            | <input type="text" value="9"/>  |
| f) Competência técnica                 | <input type="text" value="8"/>  |
| g) Desenvolvimento de espírito crítico | <input type="text" value="8"/>  |
| h) Domínio do tema de pesquisa         | <input type="text" value="7"/>  |
| i) Domínio da metodologia de pesquisa  | <input type="text" value="8"/>  |

**PIBIC / PIBITI / ICJr**

**Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno  
XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
“SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

J) Capacidade criativa e inovadora	<input type="text" value="8"/>
K) Domínio da escrita	<input type="text" value="7"/>
L) Desempenho nas disciplinas	<input type="text" value="7"/>

Observações adicionais:

Não há.

**IX - Avaliação do bolsista pelo orientador (escala de 1 a 10):**

a) Dedicação:	<input type="text" value="8"/>
d) Capacidade de trabalho em equipe:	<input type="text" value="9"/>
e) Iniciativa:	<input type="text" value="8"/>
d) Autonomia:	<input type="text" value="8"/>
e) Amadurecimento acadêmico:	<input type="text" value="8"/>
f) Competência técnica:	<input type="text" value="8"/>
g) Desenvolvimento de espírito crítico:	<input type="text" value="8"/>
h) Domínio do tema de pesquisa:	<input type="text" value="7"/>
i) Domínio da metodologia de pesquisa:	<input type="text" value="7"/>
J) Capacidade criativa e inovadora:	<input type="text" value="7"/>
K) Domínio da escrita	<input type="text" value="7"/>
L) Desempenho nas disciplinas	<input type="text" value="7"/>

## **PIBIC / PIBITI / ICJr**

# **Relatório das Atividades de Pesquisa do Aluno XXIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “SEMIC VIRTUAL UERJ 2020”**

Observações adicionais:

Concordo com a autoavaliação do aluno. Uma qualidade muito importante do aluno é o seu envolvimento em atividades voluntárias, na Iniciação Científica bem como no Ramo Estudantil do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) da UERJ. O tema do trabalho foi definido de acordo com o seu interesse de futuramente trabalhar como Engenheiro Eletrônico, o que demandou modificações no Plano de trabalho original. A atuação dele tem sido importante para o desenvolvimento de uma embarcação teleoperada na UERJ, que foi iniciado há vários anos. Entretanto, este trabalho foi temporariamente interrompido pela impossibilidade de acesso aos laboratórios imposta pela pandemia COVID-19 desde meados de março deste ano.

*São Gonçalo, 31 de outubro de 2020.*

*Voluntário: Marcos Antônio da Silva Viana Júnior*

*Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha*

### **Referência:**

SOUSA, L. R. (2016), Acionamento dos Motores CC de uma Embarcação Teleoperada. Projeto de Graduação em Engenharia Elétrica – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.lee.uerj.br/~jpaulo/PG/2016/PG-Acionamento-Motores-Embarcacao-2016.pdf>

### **ORIENTAÇÕES SOBRE ESTE RELATÓRIO:**

- O Relatório deve ser elaborado pelo bolsista em conformidade com o formato acima e, principalmente, de acordo com o plano de trabalho do bolsista proposto na SELIC 2018, apresentando redação científica. Devem ser enfatizados os resultados alcançados;
- O Relatório deve ser analisado pelo orientador antes de chancelada a inscrição;
- O bolsista deve informar no relatório de atividades (item VI) sua participação em eventos científicos e/ou na produção de resumos ou artigos científicos (estas informações devem constar no Currículo Lattes);
- Informações complementares que considerar relevantes para julgamento do seu desempenho durante o período de bolsa, como, por exemplo, o desempenho acadêmico, dificuldades encontradas na execução do projeto, alterações nas metas e objetivos devem ser incluídas nas observações do item VIII;
- O Relatório deve estar em formato PDF.