



PIBIC/PIBITI/ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa
24ª SEMIC -2015



ATIVIDADES EXECUTADAS PELO BOLSISTA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

Do bolsista:

Nome: Aline Damm da Silva Falcão

Curso: Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Potência

Período de vigência da bolsa: de **01/10/2014** a **31/07/2015**

Tipo de bolsa: UERJ

Do orientador:

Nome: José Paulo Vilela Soares da Cunha

Unidade Acadêmica: Faculdade de Engenharia (FEN/UERJ)

Do Projeto Aprovado para bolsa PIBIC:

Título do Projeto: Controle de Sistemas Navais

Financiamento do Projeto: Faperj/CNPq

RELATÓRIO:

I - Título do Trabalho do Bolsista:

Sistema de Painéis Fotovoltaicos para uma Embarcação Teleoperada

II - Principais objetivos do projeto original:

O objetivo do Projeto de Iniciação Científica é a utilização de painéis fotovoltaicos em embarcações não tripuladas, com fins de monitoração ambiental. Para esse objetivo, foram feitas construções de circuitos com microcontroladores e testes com painéis fotovoltaicos.



PIBIC/PIBITI/ICJr
Relatório das Atividades de Pesquisa
24ª SEMIC -2015



III –Principais etapas executadas no período da bolsa visando o alcance dos objetivos:

Para o período de atividades considerado, foram realizadas as seguintes etapas:

1. Experimentos para medir características de painéis fotovoltaicos;
2. Estudo de microcontroladores;
3. Calibração e testes de sensores de corrente;
4. Elaboração, teste e calibração de sensores de tensão;
5. Criação e teste de circuitos para acionar Relés;

Foram executadas as seguintes atividades:

1. Estudo do painel fotovoltaico Kyoscera KD140SX;
2. Estudo da conexão entre as condições climáticas e o funcionamento do painel fotovoltaico na embarcação;
3. Medição das características do painel Kyoscera KD140SX (Figura 1);
4. Geração de gráficos com auxílio do Matlab a partir de dados obtidos em testes;
5. Análise de configurações de circuitos conectados aos painéis solares fotovoltaicos;
6. Estudo sobre o funcionamento e programação do microcontrolador Arduino;
4. Programação do microcontrolador Arduino para receber informações do sensor de corrente e converte-los em medida de corrente.
5. Realização de testes para calibração do sensor de corrente do modelo ACS711 (Figura 2);
6. Elaboração de circuitos divisores de tensão para sensores de tensão;
7. Programação do microcontrolador Arduino para receber informações do sensor de tensão e converte-los em medida de corrente.
8. Realização de testes para calibração de sensores de tensão (Figura 3);
9. Aplicação de relés no controle de um circuito externo ligando-o ou desligando-o.
10. Confeção de circuitos para acionar Relés;
11. Realização de testes em circuito com Relés utilizando o microcontrolador Arduino.



Figura 1 – Foto do sistema experimental para a medição das características do painel fotovoltaico.

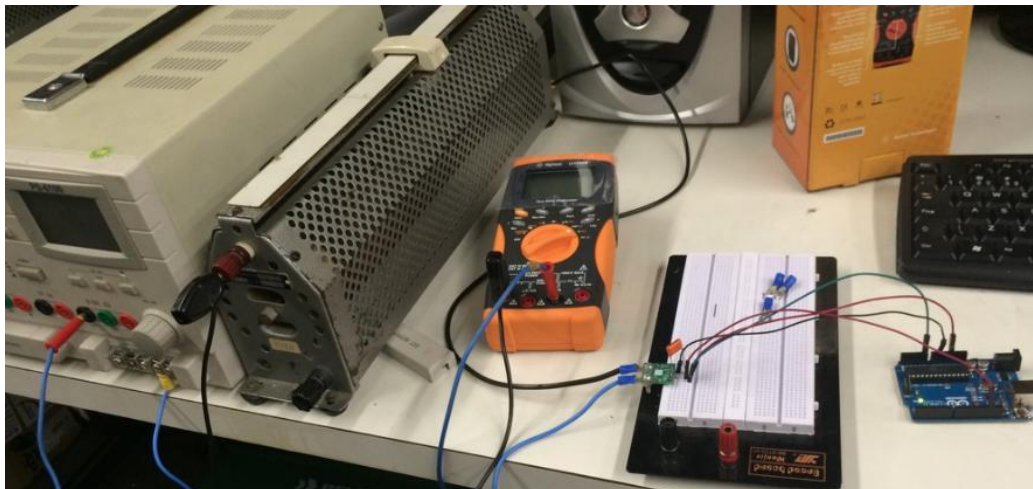


Figura 2 – Foto do sistema experimental com Arduino UNO e o sensor de corrente ACS711.

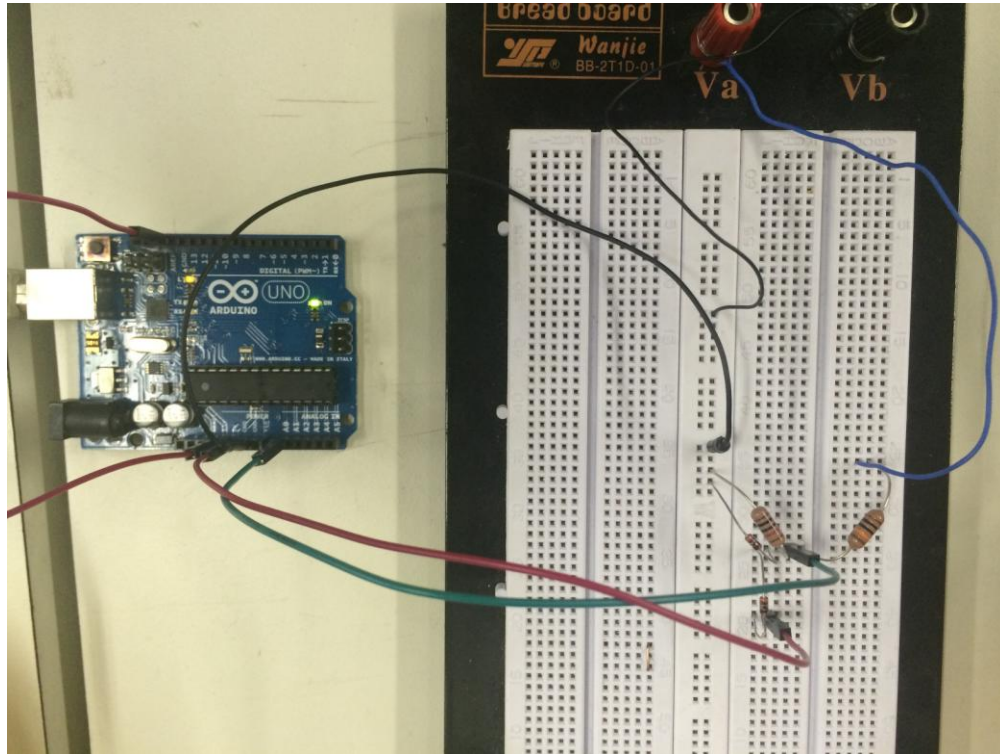


Figura 3 –Foto do sistema experimental com Arduino UNO e o sensor de tensão.

IV –Apresentação e discussão sucinta dos principais resultados obtidos:

1. Painel Solar Fotovoltaico

Com o propósito de adicionar painéis fotovoltaicos para fornecer energia a um barco teleoperado, foi estudado o painel Kyoscera KD140SX. Este utiliza duas configurações de circuitos conectados ao painel solar fotovoltaico. Gráficos de relações entre tensão, corrente e potência nos ajudaram a obter características desse painel fotovoltaico, como apresentado nas Figuras 4 e 5.

A evolução da temperatura medida na superfície do painel após sua exposição à luz solar (Figura 6) permitiu concluir que se deve esperar cerca de 10 minutos para que a sua temperatura atinja o regime permanente. Só então, os demais experimentos devem ser realizados para reduzir variações de parâmetros sensíveis à temperatura.

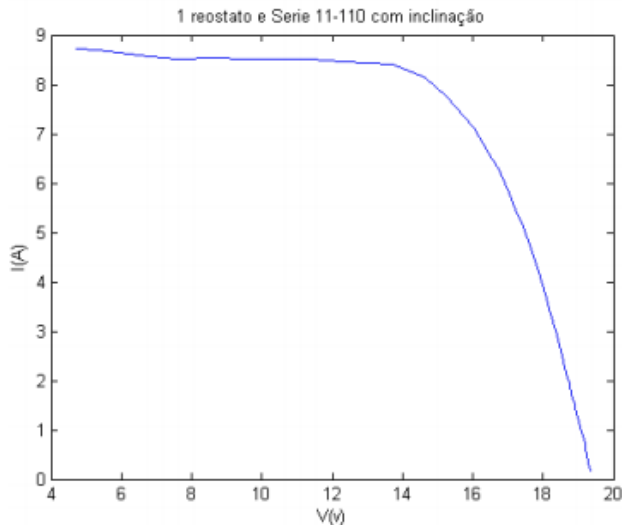


Figura 4 – Gráfico corrente (I) em função da tensão (V) do painel conectado a reostatos. Testes realizados em um dia ensolarado com o painel instalado horizontalmente.

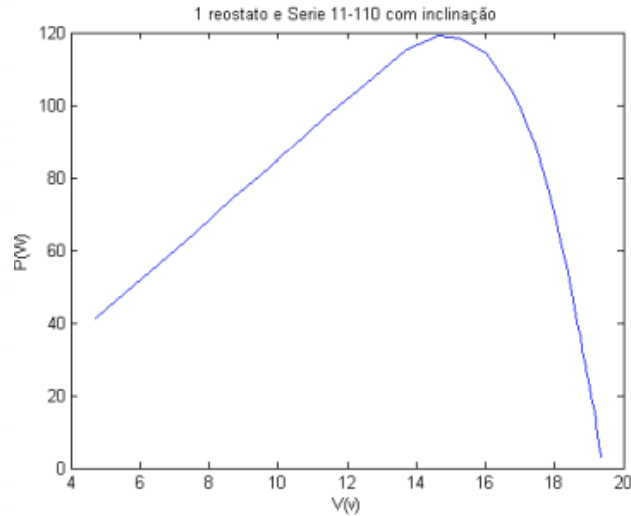


Figura 5 – Gráfico potência (P) em função da tensão (V) do painel conectado a reostatos. Testes realizados em um dia ensolarado com o painel instalado horizontalmente.

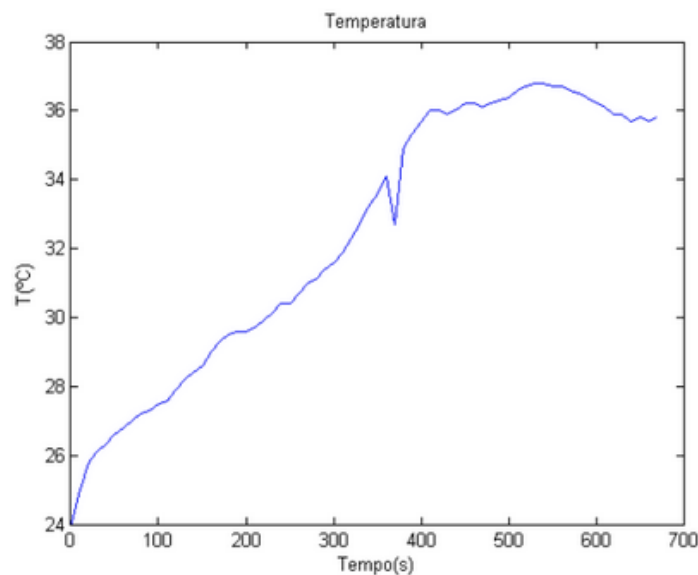


Figura 6 – Gráfico da evolução da temperatura (T) durante 10 minutos.

Diversos testes foram executados em diferentes condições de iluminação solar e de inclinação do painel, horizontal ou ortogonal à luz solar. Os resultados apresentados na Tabela 1 permitem concluir que o painel fotovoltaico oferece baixa potência em dias com baixa incidência de sol devido à barreira de nuvens. Porém, o painel fotovoltaico gera potências em dias ensolarados.



PIBIC/PIBITI/ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa

24ª SEMIC -2015



Tabela 1 – Valores medidos para o painel fotovoltaico Kyoscera KD140SX.

	Corrente Máxima (A)	Tensão Máxima (V)	Potência Máxima (W)
Dia Nublado – Painel horizontal	0,75 A	8,7 V	6,5 W
Dia Ensolarado – Painel horizontal	7,0 A	14,0 V	98,0 W
Dia Ensolarado – Painel ortogonal à luz solar	8,5 A	14,0 V	120,0 W

2. Circuitos Eletrônicos para o controle do painel fotovoltaico

• Sensor de corrente

Após o estudo sobre o painel fotovoltaico, foram criados circuitos para conectá-lo ao barco. Primeiramente, um sensor de corrente ACS711 foi calibrado utilizando o microcontrolador Arduino UNO. Testes foram executados para avaliar a precisão nas medidas. Os resultados estão apresentados na Tabela 2, na qual “SensorValue” é o número inteiro entre 0 e 1023 gerado pelo conversor A/D do microcontrolador Arduino.

Tabela 2- Valores medidos pelo sensor de corrente.

Corrente (A)	SensorValue
0,0	512
1,0	546
2,0	579
3,0	613
4,0	647
5,0	681
6,0	715

Com esses valores o sensor foi calibrado. Os dados aquisitados foram utilizados para o cálculo dos coeficientes de uma função do primeiro grau. A obtenção desses coeficientes foi realizada pelo método dos mínimos quadrados. Após os cálculos, inseriu-se o resultado no código do microcontrolador.

• Sensor de tensão

A Figura 6 mostra o circuito esquemático do sensor de tensão que é um divisor de tensão resistivo que atenua o sinal de entrada (V_{in}) 11 vezes. Os diodos protegem as entradas dos conversores A/D contra sobretensões.

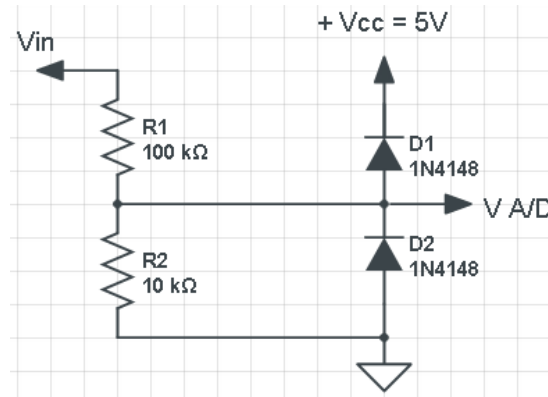


Figura 6 – Circuito completo do sensor de tensão.

Testes foram realizadas para calibrar o sensor de tensão, que resultaram nos valores exibidos na Tabela 3, na qual “SensorValue” é o número inteiro entre 0 e 1023 gerado pelo conversor A/D do microcontrolador Arduino.

Tabela 3 – Valores medidos pelo sensor de tensão.

Tensão(V)	SensorValue
0,1	1
1,0	26
3,0	82
5,0	140
7,0	196
9,0	253
11,0	310
13,0	367
15,0	423
17,0	480
19,0	537
21,0	593
23,0	650
25,0	706
27,0	763
29,0	820
31,0	877

Os valores na Tabela 3 foram utilizados para calibrar o sensor de tensão. Assim como no sensor de corrente, os valores aquisitados foram utilizados para o cálculo dos coeficientes de uma função de primeiro grau pelo método dos mínimos quadrados. Assim, o código do microcontrolador pode ser finalizado.

- **Circuito para o acionamento do Relé**

Os relés serão usados para acionar o guincho da ancora, a iluminação e a conexão dos painéis

fotovoltaicos às baterias. Os devidos cálculos para encontrar os componentes para os circuitos de acionamento de relés foram feitos. A Figura 7 apresenta o circuito esquemático com os valores encontrados.

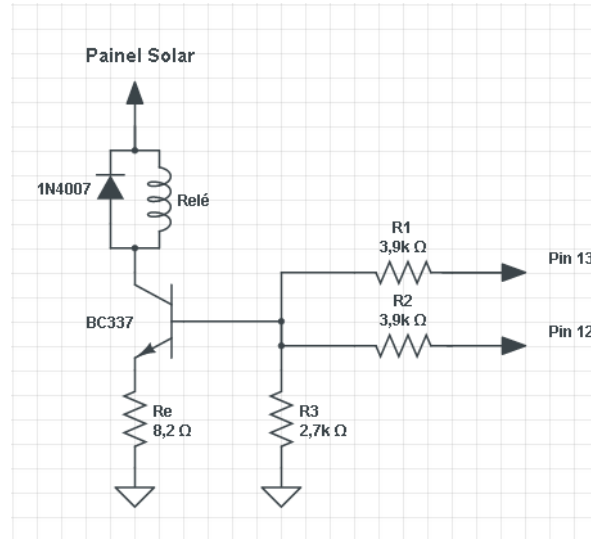


Figura 7 – Circuito completo com Relé Auxiliar.

O objetivo dos testes foi medir como a variação de correntes afeta o relé. A conclusão foi que, com uma alta corrente, o relé se magnetiza e fecha os contatos, e com uma determinada baixa corrente o relé mantém o estado, mas com menor consumo de potência.

Na fase de testes encontramos os resultados esperados, como mostrado na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Valores de tensão e corrente de abertura e fechamento dos contatos dos relés.

	Relé Fecha	Relé Abre
Tensão (V) na bobina	7,8	3,5
Corrente (A) na bobina	0,082	0,03

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

A) FATORES POSITIVOS:

- Disponibilidade de painéis fotovoltaicos para testes.
- Completo acesso a diversos computadores, multímetros, microcontroladores Arduino e materiais em geral que facilitam a realização de testes.
- Disponibilização da mesa móvel pela UERJ, para movimentar o painel solar, e da varanda do quinto andar do prédio de Engenharia, para a realização de testes com os painéis.



PIBIC/PIBITI/ICJr

Relatório das Atividades de Pesquisa

24ª SEMIC -2015



B) FATORES NEGATIVOS:

- Em tempo nublado, os testes muitas vezes não foram eficientes por causa da passagem de nuvens, a qual afeta a radiação no painel causando grandes variações de energia produzida. Logo, o fato de não possuir equipamentos que fornecem iluminação independente do sol para testarmos os painéis, afetou a precisão dos resultados.
- Falta de estrutura para posicionar o painel solar em diferentes ângulos.

VI - Informe se houve produção científica no período:

Relatórios técnicos foram realizados durante o período de iniciação científica, porém não foram publicados. Entretanto, serão disponibilizados na Internet no servidor do Laboratório de Engenharia Elétrica da UERJ.

VII - Auto-avaliação do bolsista:

No início do projeto, eu não possuía conhecimentos sobre painéis fotovoltaicos e microcontroladores em geral. Durante a fase de estudos e testes eu pude ampliar o meu conhecimento em ambas as áreas. Na etapa de testes com o painel solar, eu fui encorajada a ampliar conhecimentos, não apenas do painel, mas do sistema como um todo. Logo, estudei sobre o painel, barco, baterias, e o sistema de operação como um todo. A partir desse ponto, o próximo desafio foi aprender a linguagem utilizada no Arduino. Com alguns poucos conhecimentos de Eletrônica pude evoluir para realização de testes, os quais analisava e montava circuitos para áreas específicas de utilização no barco. Logo, fui capaz de adquirir conhecimentos técnicos e científicos.

VIII - Avaliação do bolsista pelo orientador

O bolsista anterior, que iniciou suas atividades em 2013, preferiu encerrar suas atividades em julho de 2014. A bolsista atual, Aline, iniciou suas atividades apenas em 01 de outubro de 2014. Por isto, o foco deste Projeto de Iniciação Científica teve de ser reorientado para a nova bolsista de acordo com o seu interesse em fontes de energia renováveis, um tema bastante atual.

Seu grande interesse, motivação e capacidade de realização de atividades experimentais foram muito importantes para o sucesso deste trabalho. Ressalto que seu trabalho foi muito útil para aprendermos a usar painéis fotovoltaicos para a carga de baterias na embarcação teleoperada que estamos desenvolvendo. Planejamos que esse trabalho seja continuado até julho de 2016, quando pretendemos ter concluído o desenvolvimento de um conversor eletrônico de potência para aumentar a eficiência energética do carregador de baterias.

Rio de Janeiro, 17 de julho de 2015.

Bolsista: Aline Damm da Silva Falcão

Orientador: José Paulo Vilela Soares da Cunha