

Execução:



Financiamento:



Projeto **ROSA**

**Robô para Operação de Stoplogs Alagados**

Título **Relatório de Viagem Jirau 2014.06**

Responsável(eis) Eduardo Elael, Gabriel Alcantara e Renan Freitas

Documento ROSA.2014.E.02

PD 6631-0002/2013

Contrato Jirau 151/13

Coordenador Ramon Romankevicius Costa

Gerente Breno Bellinati de Carvalho

Data: 16 de junho de 2014

## Sumário

<b>1</b>	<b>Teste Indutivo</b>	<b>2</b>
1.1	Propósito . . . . .	3
1.2	Materiais . . . . .	4
1.3	Métodos . . . . .	7
1.3.1	Logística de materiais e dispositivos . . . . .	7
1.3.2	Planejamento . . . . .	9
1.3.3	Montagem . . . . .	9
1.3.4	Execução e coleta de dados . . . . .	10
1.3.5	Desmontagem e fechamento . . . . .	10
1.4	Dados . . . . .	11
1.5	Resultados . . . . .	12
1.6	Análise . . . . .	13
1.7	Conclusão . . . . .	14
1.8	Figuras e Gráficos . . . . .	15
1.9	Referência . . . . .	16
<b>2</b>	<b>Teste Sonar</b>	<b>17</b>
2.1	Propósito . . . . .	18
2.2	Materiais . . . . .	20
2.3	Métodos . . . . .	23
2.3.1	Logística de materiais e dispositivos . . . . .	23
2.4	Dados . . . . .	25
2.5	Resultados . . . . .	26
2.6	Análise . . . . .	27
2.7	Conclusão . . . . .	28
2.8	Figuras e Gráficos . . . . .	29
2.9	Referência . . . . .	30

## **Lista de Figuras**

### **1 Teste Indutivo**

Usually the Introduction is one paragraph that explains the objectives or purpose of the lab. In one sentence, state the hypothesis. Sometimes an introduction may contain background information, briefly summarize how the experiment was performed, state the findings of the experiment, and list the conclusions of the investigation. Even if you don't write a whole introduction, you need to state the purpose of the experiment, or why you did it. This would be where you state your hypothesis.

## 1.1 Propósito

O experimento 2, sensor indutivo, tem como principais objetivos:

- Avaliar a estrutura mecânica desenvolvida para o acoplamento do sensor indutivo na viga pescadora;
- Verificar a distância máxima de operação do sensor com o stoplog;
- Observar possíveis falso-positivos do sensor devido ao acoplamento metálico;
- Avaliar possíveis danos ao sensor e novas formas de acoplamento;

O experimento consistiu em acoplar o sensor indutivo à viga utilizando a estrutura metálica desenvolvida em laboratório pelo Prof. Ramon. O projeto mecânico foi desenvolvido a partir do desenho detalhado da viga, disponível em CAD. O sensor indutivo é alimentado por duas baterias de 12V, 7Ah, em série, formando uma alimentação de 24V para os sensores. A comunicação do sensor é como um relé, isto é, a saída tem a mesma tensão da bateria. Uma placa customizada, desenvolvida pelo grupo da eletrônica, gerencia a alimentação das baterias ao sensor e possui um dispositivo gateway ethernet que traduz a saída para um booleano e disponibiliza o resultado na rede Ethernet.

Os resultados deste experimento mostraram que a escolha de um sensor indutivo faceado e com alcance de 20mm é o ideal para a aplicação.

List everything needed to complete your experiment.

## 1.2 Materiais

Os materiais utilizados para a execução do experimento do sensor indutivo na Usina foram:

- Três sensores indutivos;
- Cabos M12 com conectores submarinos e umbilical com saída de backup;
- Eletrônica embarcada à prova d'água composta por: tubo metálico, duas baterias, chave de ativação, placa eletrônica customizada e cabeamento;
- Ferramentas da eletrônica: voltímetro e modem;
- Computador com sistema operacional Ubuntu e Modem Ethernet;
- Estrutura mecânica para acoplamento do sensor;
- Ferramentas: chave de fenda e de boca 8mm;

Os sensores indutivos NBB20-L2-E2-V1 adquiridos na Pepperl-Fuchs foram previamente testados em laboratório nas condições que se esperava encontrar em JIRAU (ver relatório XX): objetos metálicos em torno do sensor, sensor dentro e fora da água, distância de 20 a 30mm do objeto a ser detectado. FIGURA

Os cabos M12 de 4 vias e 5m de comprimento, também adquiridos na Pepperl-Fuchs, foram estendidos com cabos que se conectam ao tubo da eletrônica embarcada. As extensões são do tipo submarina, capaz de resistir a altas pressões embaixo d'água. FIGURA

O cabo umbilical da eletrônica embarcada apresenta 12 vias, onde duas são as saídas de sinais dos sensores indutivos. Essas saídas garantem a verificação dos sensores indutivos caso haja falha do dispositivo GPIO/Ethernet da placa eletrônica. A ferramenta utilizada para essa verificação é o voltímetro.

A eletrônica embarcada do teste em JIRAU é um protótipo simplificado da eletrônica final do projeto ROSA. Ela pode ser subdividida em um projeto mecânico, placa eletrônica e potência.

A estrutura mecânica da eletrônica embarcada deve atender seguintes requisitos de projeto: imersível 100m em água, resistente à vibração, resistente a choque mecânico e acoplamento simples à viga pescadora, isto é, sem causar alterações à estrutura. A solução rápida e simples adotada foi a montagem e adaptação do antigo tubo do projeto LUMA, ROV com expedição Antártida. FIGURA

A placa eletrônica customizada é responsável pela distribuição e conversão da potência, comunicação e conversão do meio físico entre dispositivos através de um dispositivo GPIO/Ethernet. A entrada para sensor indutivo na placa eletrônica é um conector de 4 vias, onde apenas 3 são utilizadas: potência 24V diretamente da bateria ou fonte externa, aterramento (Ground da bateria ou fonte externa) e sinal. O sinal é uma saída do tipo relé, ou seja, 24V quando há proximidade faceada com metal. A saída, então 24V, passa por um conversor de tensão, o que garante uma queda para 3.3V. Um dispositivo GPIO/Ethernet converte a saída de nível lógico TTL para Ethernet. Vale ressaltar que a conexão da placa ocorre com os conectores internos do tubo, estrutura mecânica, e não diretamente com o cabo do sensor indutivo. A lógica da montagem é: sensor indutivo - Cabo M12 - Emenda cabo externo do tubo - Conector tubo - Cabo interno do tubo - Conector placa - Placa. FIGURA

O computador com sistema operacional Ubuntu recebe os dados via Ethernet pelo Modem. O sistema para obtenção dos dados foi desenvolvido em ROCK.

A potência da eletrônica embarcada é fornecida por duas baterias 12V, 7AH em série, o que garante um total de 24V. Elas são alojadas internamente ao tubo, podendo ser desligadas por uma chave externa ao tubo, com proteção à prova d'água FIGURA. O projeto ainda possibilita a entrada de uma fonte externa de alimentação por uma das saídas do umbilical, em caso de falha nas baterias.

A estrutura mecânica para acoplamento do sensor foi desenvolvida pelo prof. Ramon e pode ser observada na FIGURA. O formato da barra acompanha a lateral da garra pescadora, oposta à pegada com o stoplog. Na barra ortogonal à primeira, localizada na parte inferior, é acoplado o sensor indutivo, garantindo sua proteção em relação ao olhal do stoplog. O acoplamento à viga pescadora foi realizado com abraçadeiras durante a montagem.

Describe the steps you completed during your investigation. This is your procedure. Be sufficiently detailed that anyone could read this section and duplicate your experiment. Write it as if you were giving direction for someone else to do the lab. It may be helpful to provide a Figure to diagram your experimental setup.

### **1.3 Métodos**

Esta seção está subdividida em: Logística de materiais e dispositivos, planejamento do experimento, montagem, execução e coleta de dados, desmontagem e fechamento.

#### **1.3.1 Logística de materiais e dispositivos**

Esta subseção abrange tanto pesquisa e escolha de malas/cases para transporte de equipamentos e ferramentas, quanto organização interna dos cases, proteção para transporte aéreo, meios de locomoção e dificuldades encontradas.

A pesquisa e compra do pelican-case para transporte de ferramentas foi realizada duas semanas antes da viagem, porém a alteração no escopo dos experimentos, na mesma semana, exigiu uma nova pesquisa. Os professores Ramon e Jacoud avaliaram o tempo ainda disponível e consideraram a viagem uma boa oportunidade para testar os novos sensores que foram entregues: profundímetro da Velki e sensor inercial (IMU), dos projetos LUMA e DORIS. Este último faria o papel do inclinômetro no escopo do projeto.

Devido ao teste extra, houve a necessidade de um novo projeto para a eletrônica embarcada à prova d'água, cabos com emendas submarinas e montagem da estrutura mecânica, além da readaptação da placa eletrônica para os novos sensores com acréscimos de novos CIs e uma grande reestruturação do software. A compra de novos componentes, cases e cabos foram no centro da cidade do Rio de Janeiro, Rua República do Líbano, pelo método de reembolso e com transporte particular.



O umbilical proposto para o novo teste da eletrônica é composto por um cabo emborrachado de 12 vias com 40m de comprimento e um cabo Ethernet com 8 vias, sem carretel. Os outros diversos cabos da eletrônica, fontes, baterias, voltímetro, osciloscópio, dentre outros equipamentos, exigiram a aquisição de um case 65x65x65cm com rodas, totalizando um peso de 70kg. Não foi possível realizar a organização interna do case, já que o tempo da última semana foi reservado, em sua maior parte, para a reestruturação da eletrônica e de software a fim de garantir o último teste e a obtenção de dados.

O tubo à prova d'água que contém a eletrônica embarcada com profundímetro e IMU foi enrolada em espuma, presa com abraçadeiras de plástico. No aeroporto, foi necessário envolvê-lo com proteção adicional. A estrutura metálica do sensor indutivo foi revestida com plástico bolha e também envolvido com proteção adicional.

O transporte dos cases foram realizados do laboratório à Usina nas seguintes etapas:

- Laboratório-Aeroporto: carro particular;
- Aeroporto: despachados;
- Aeroporto-Nova Mutum Paraná: carro alugado Hilux;
- Nova Mutum Paraná-Usina: carro alugado Hilux;

Os três sensores indutivos foram transportados em suas respectivas caixas, em mochila particular durante todo o trajeto da viagem.

Podemos destacar algumas dificuldades de logística:

- Transporte do case de 70Kg: apesar de apresentar rodinhas, o constante deslocamento do case entre carros era complicado e consumia tempo.
- Não houve organização do pelican-case e do case KGB 70Kg. A necessidade de uma ferramenta ou equipamento tomava tempo pela busca e poderia até

resultar na desmontagem do case para se ter acesso a um equipamento que estivesse no fundo.

- Para o tubo, não foi projetado um case personalizado para transporte, o que resultou em uma proteção improvisada com espumas, e não facilitou a sua locomoção.

### 1.3.2 Planejamento

A realização de um teste em campo exige o planejamento de dispositivos necessários para sua execução levando em consideração a voltagem disponível na USINA, equipamentos que podem ser fornecidos pela USINA, operários disponíveis para realizar a operação, tempo de uso da viga e do ambiente.

Os dispositivos e materiais para a realização do teste do sensor indutivo podem ser observados no capítulo Materiais e foram todos disponibilizados pelo laboratório LEAD, com exceção do Modem Ethernet. A eletrônica embarcada foi alimentada por duas baterias, assim como os sensores, os notebooks possuem baterias próprias, portanto a única alimentação externa necessária é do Modem 220VAC, disponível na USINA.

As vigas foram utilizadas em todos os testes, portanto um operador foi requisitado para posicionar a viga quando necessária, com dois ajudantes que verificavam a inclinação da viga.

O tempo do teste foi dividido em tempo de montagem e coleta de dados. Cerca de quatro horas foram reservados para a montagem e três para a coleta dos dados. O operador só é necessário durante a coleta de dados e na primeira fase de montagem para posicionar a viga.

### 1.3.3 Montagem

A primeira fase da montagem é a separação dos materiais para o teste, dos cases de ferramentas e equipamentos para a tenda disponibilizada pela USINA e o

pórtico, como bancada.

O operador realizou a pegada do stoplog com ajudantes e desceu o conjunto stoplog/viga no fosso até que as garras ficassem na altura para montagem, FIGURA. As grades de proteção foram retiradas para o início da montagem.

O grupo se vestiu com o cinturão de segurança e deu prosseguimento a montagem. A estrutura mecânica para o sensor indutivo e o tubo da eletrônica embarcada foram acoplados à viga por meio de abraçadeiras metálicas, observe FIGURA. O segundo sensor indutivo, garra esquerda, não pôde ser acoplado, já que a estrutura mecânica foi projetada de forma simétrica e a viga apresenta uma barra rígida entre as garras, não simétrico.

Os cabos dos sensores foram presos à viga com abraçadeiras de plástico e o umbilical enrolado para o lado de fora do fosso para a fase de inserção.

#### **1.3.4 Execução e coleta de dados**

#### **1.3.5 Desmontagem e fechamento**

Numerical data obtained from your procedure usually is presented as a table. Data encompasses what you recorded when you conducted the experiment. It's just the facts, not any interpretation of what they mean.

## **1.4 Dados**

Describe in words what the data means. Sometimes the Results section is combined with the Discussion (Results e Discussion).

## **1.5 Resultados**

The Data section contains numbers. The Analysis section contains any calculations you made based on those numbers. This is where you interpret the data and determine whether or not a hypothesis was accepted. This is also where you would discuss any mistakes you might have made while conducting the investigation. You may wish to describe ways the study might have been improved.

## **1.6 Análise**

Most of the time the conclusion is a single paragraph that sums up what happened in the experiment, whether your hypothesis was accepted or rejected, and what this means.

## **1.7 Conclusão**

Graphs and figures must both be labeled with a descriptive title. Label the axes on a graph, being sure to include units of measurement. The independent variable is on the X-axis. The dependent variable (the one you are measuring) is on the Y-axis. Be sure to refer to figures and graphs in the text of your report. The first figure is Figure 1, the second figure is Figure 2, etc.

## **1.8 Figuras e Gráficos**



If your research was based on someone else's work or if you cited facts that require documentation, then you should list these references.

## **1.9 Referência**

## **2 Teste Sonar**

## 2.1 Propósito

O experimento , teste do sonar, tem como principais objetivos:

- Avaliar a estrutura mecânica desenvolvida para o acoplamento do sonar na viga pescadora, assim como, possíveis configurações alternativas de montagem;
- Aquisição de dados para o desenvolvimento dos algoritmos de filtragem e reconstrução 3D;
- Analisar a estrutura do poço/fosso, assim como as condições normais de operação;
- Avaliar as possíveis fontes de interferência e ruídos;

As ondas sonoras não se propagam de forma idêntica à luz e, por isso, não é possível utilizar o sonar com a facilidade de uma câmera filmadora. As fontes de ruído e o número de objetos que produzem interferência na propagação de ondas sonoras são consideravelmente maiores em número e intensidade e exigem o desenvolvimento de algoritmos otimizados especialmente para a aplicação em questão. Principalmente quando o objetivo é que a reconstrução gerada seja de fácil entendimento até para um operador não treinado em visualização utilizando sonar.

O experimento visa, então, adquirir uma base de dados para que se possa identificar as propriedades específicas do ambiente a ser inspecionado e, assim, elaborar estratégias para a eliminação, ou atenuação dos ruídos presentes no ambiente e, também intrínsecos do próprio sonar.

O experimento constituiu, primeiramente, na avaliação na melhor posição para a fixação do sonar à viga utilizando a estrutura metálica desenvolvida em laboratório pelo Prof. Ramon, visando um maior aproveitamento do ponto de vista e uma menor quantidade de ruídos referentes à posição. O projeto mecânico foi desenvolvido a partir do desenho detalhado da viga, disponível em CAD.

O sonar é alimentado por duas baterias de  $12V$ ,  $7Ah$ , em série, formando uma alimentação de  $24V$ . A potência é transmitida ao sensor por meio do cabo umbilical, que também é responsável pela comunicação de dados entre o sonar e o computador em terra.

Os resultados deste experimento mostraram que a configuração da estrutura do poço/fosso e o ambiente adjacente (turbinas em funcionamento, correnteza do rio e turbilhamento) não interferem de forma que impossibilite o desenvolvimento de um sistema de reconstrução 3D do fundo do rio para a operação de inspeção do mesmo.

List everything needed to complete your experiment.

## 2.2 Materiais

Os materiais utilizados para a execução do experimento do sonar no vão do *stoplog* em montante foram:

- Sonar Tritec Micron MK3 3000m;
- Computação necessária:
  - Laptop com sistema operacional Ubuntu e driver ROCK instalado;
  - Laptop com sistema operacional Windows e programa proprietário da Tritec instalado.
- Equipamentos de integração:
  - Cabo Tritec de 6 vias, com conector específico para o referido sonar, extendido por emenda submarina para conjunto de par trançado;
  - fonte de 24V 6A.
  - barra sindal, para conexão entre componentes;
- Montagem:
  - Estrutura mecânica biarticulada para fixação e direcionamento do sonar sob a viga pescadora;
  - Ferramentas: chave de fenda e de canhão 8mm;

Os sensores indutivos NBB20-L2-E2-V1 adquiridos na Pepperl-Fuchs foram previamente testados em laboratório nas condições que se esperava encontrar em JIRAU (ver relatório XX): objetos metálicos em torno do sensor, sensor dentro e fora da água, distância de 20 a 30mm do objeto a ser detectado. FIGURA

Os cabos M12 de 4 vias e 5m de comprimento, também adquiridos na Pepperl-Fuchs, foram estendidos com cabos que se conectam ao tubo da eletrônica embarcada. As extensões são do tipo submarina, capaz de resistir a altas pressões embaixo d'água. FIGURA

O cabo umbilical da eletrônica embarcada apresenta 12 vias, onde duas são as saídas de sinais dos sensores indutivos. Essas saídas garantem a verificação dos sensores indutivos caso haja falha do dispositivo GPIO/Ethernet da placa eletrônica. A ferramenta utilizada para essa verificação é o voltímetro.

A eletrônica embarcada do teste em JIRAU é um protótipo simplificado da eletrônica final do projeto ROSA. Ela pode ser subdividida em um projeto mecânico, placa eletrônica e potência.

A estrutura mecânica da eletrônica embarcada deve atender seguintes requisitos de projeto: imersível 100m em água, resistente à vibração, resistente a choque mecânico e acoplamento simples à viga pescadora, isto é, sem causar alterações à estrutura. A solução rápida e simples adotada foi a montagem e adaptação do antigo tubo do projeto LUMA, ROV com expedição Antártida. FIGURA

A placa eletrônica customizada é responsável pela distribuição e conversão da potência, comunicação e conversão do meio físico entre dispositivos através de um dispositivo GPIO/Ethernet. A entrada para sensor indutivo na placa eletrônica é um conector de 4 vias, onde apenas 3 são utilizadas: potência 24V diretamente da bateria ou fonte externa, aterramento (Ground da bateria ou fonte externa) e sinal. O sinal é uma saída do tipo relé, ou seja, 24V quando há proximidade faceada com metal. A saída, então 24V, passa por um conversor de tensão, o que garante uma queda para 3.3V. Um dispositivo GPIO/Ethernet converte a saída de nível lógico TTL para Ethernet. Vale ressaltar que a conexão da placa ocorre com os conectores internos do tubo, estrutura mecânica, e não diretamente com o cabo do sensor indutivo. A lógica da montagem é: sensor indutivo - Cabo M12 - Emenda cabo externo do tubo - Conector tubo - Cabo interno do tubo - Conector placa - Placa. FIGURA

O computador com sistema operacional Ubuntu recebe os dados via Ethernet pelo Modem. O sistema para obtenção dos dados foi desenvolvido em ROCK.

A potência da eletrônica embarcada é fornecida por duas baterias 12V, 7AH em série, o que garante um total de 24V. Elas são alojadas internamente ao tubo, podendo ser desligadas por uma chave externa ao tubo, com proteção à prova d'água FIGURA. O projeto ainda possibilita a entrada de uma fonte externa de alimentação por uma das saídas do umbilical, em caso de falha nas baterias.

A estrutura mecânica para acoplamento do sensor foi desenvolvida pelo prof. Ramon e pode ser observada na FIGURA. O formato da barra acompanha a lateral da garra pescadora, oposta à pegada com o stoplog. Na barra ortogonal à primeira, localizada na parte inferior, é acoplado o sensor indutivo, garantindo sua proteção em relação ao olhal do stoplog. O acoplamento à viga pescadora foi realizado com abraçadeiras.

Describe the steps you completed during your investigation. This is your procedure. Be sufficiently detailed that anyone could read this section and duplicate your experiment. Write it as if you were giving direction for someone else to do the lab. It may be helpful to provide a Figure to diagram your experimental setup.

## **2.3 Métodos**

Esta seção está subdividida em: Logística de materiais e dispositivos, planejamento do experimento, montagem, execução e colheita de dados com análise, desmontagem e fechamento.

### **2.3.1 Logística de materiais e dispositivos**

Esta subseção abrange tanto pesquisa e escolha de malas/cases para transporte de equipamentos e ferramentas, quanto organização interna dos cases, proteção para transporte aéreo, meios de locomoção e dificuldades encontradas.

A pesquisa e compra do pelican-case para transporte de ferramentas foi realizada duas semanas antes da viagem, porém a alteração no escopo dos experimentos, na mesma semana, exigiu uma nova pesquisa. Os professores Ramon e Jacoud avaliaram o tempo ainda disponível e consideraram a viagem uma boa oportunidade para testar os novos sensores que foram entregues: profundímetro da Velki e sensor inercial (IMU), dos projetos LUMA e DORIS. Este último faria o papel do inclinômetro no escopo do projeto.

Devido ao teste extra, houve a necessidade de um novo projeto para a eletrônica embarcada à prova d'água, cabos com emendas submarinas e montagem da estrutura mecânica, além da readaptação da placa eletrônica para os novos sensores com acréscimos de novos CIs e uma grande reestruturação do software. A compra de novos componentes, cases e cabos foram no centro da cidade, Rua República do Líbano, pelo método de reembolso e com transporte particular.



O umbilical proposto para o novo teste da eletrônica é composto por 12 vias com 40m de comprimento, sem carretel. Os outros diversos cabos da eletrônica, fonte e baterias exigiram a aquisição de um case 65x65x65cm com rodas, totalizando um peso de 70kg. Não foi possível realizar a organização interna do case, já que o tempo da última semana foi reservado, em sua maior parte, para a reestruturação eletrônica e de software a fim de garantir o último teste e a obtenção de dados.

O transporte dos cases foram realizados do laboratório à Usina nas seguintes etapas:

- Laboratório-Aeroporto: carro particular;
- Aeroporto: despachados;
- Aeroporto-Nova Mutum Paraná: carro alugado Hilux;
- Nova Mutum Paraná-Usina: carro alugado Hilux;

Numerical data obtained from your procedure usually is presented as a table. Data encompasses what you recorded when you conducted the experiment. It's just the facts, not any interpretation of what they mean.

## **2.4 Dados**

Describe in words what the data means. Sometimes the Results section is combined with the Discussion (Results e Discussion).

## **2.5 Resultados**

The Data section contains numbers. The Analysis section contains any calculations you made based on those numbers. This is where you interpret the data and determine whether or not a hypothesis was accepted. This is also where you would discuss any mistakes you might have made while conducting the investigation. You may wish to describe ways the study might have been improved.

## **2.6 Análise**

Most of the time the conclusion is a single paragraph that sums up what happened in the experiment, whether your hypothesis was accepted or rejected, and what this means.

## **2.7 Conclusão**

Graphs and figures must both be labeled with a descriptive title. Label the axes on a graph, being sure to include units of measurement. The independent variable is on the X-axis. The dependent variable (the one you are measuring) is on the Y-axis. Be sure to refer to figures and graphs in the text of your report. The first figure is Figure 1, the second figure is Figure 2, etc.

## **2.8 Figuras e Gráficos**

If your research was based on someone else's work or if you cited facts that require documentation, then you should list these references.

## **2.9 Referência**