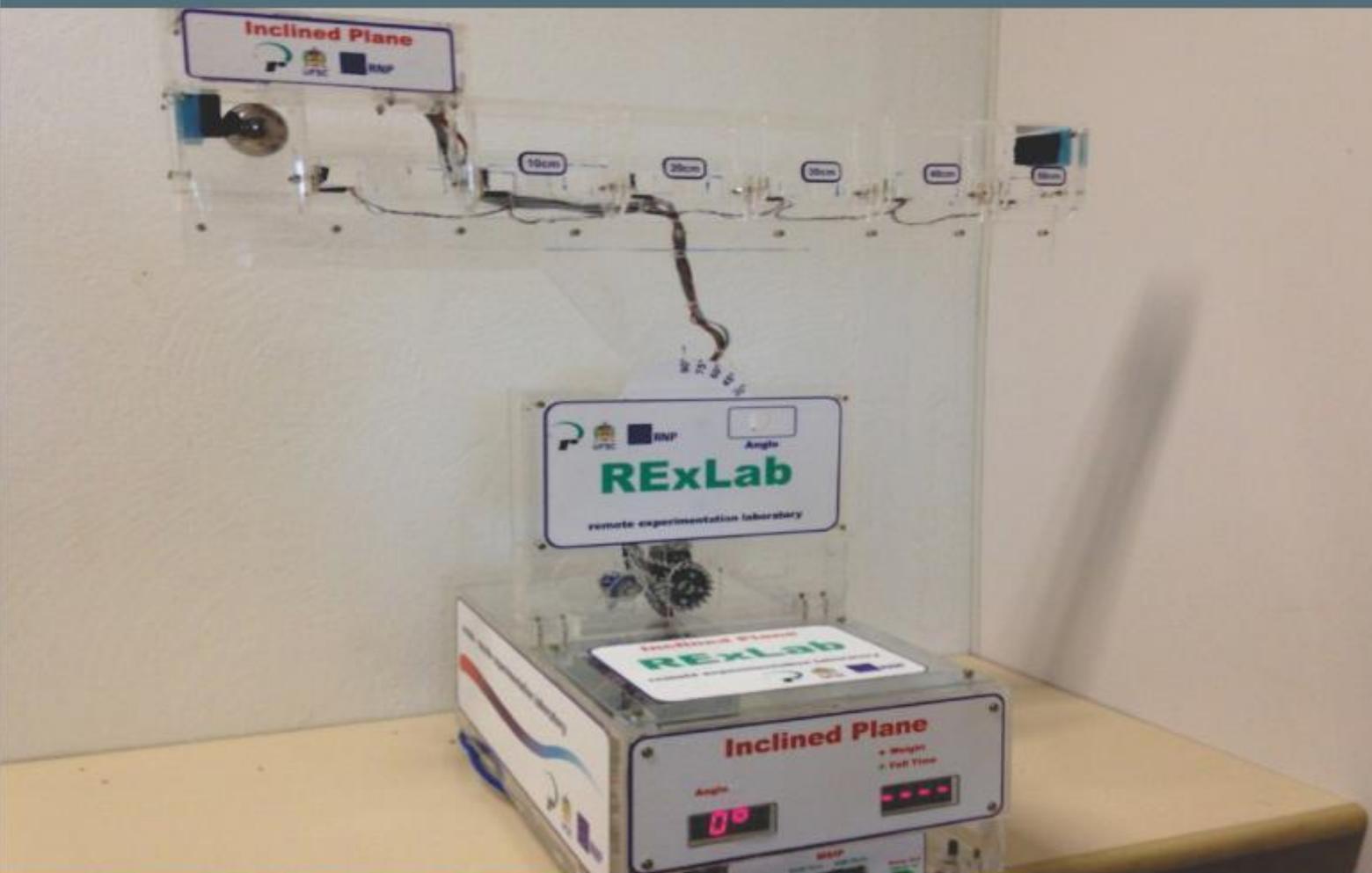


Manual Técnico

Plano Inclinado



Experimentação Remota Móvel para o Ensino Básico e Superior

Manual Técnico do Experimento Remoto Plano Inclinado:
Experimentação Remota Móvel para a Educação Básica e Superior
Este guia, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença
Creative Commons
Rua Pedro João Pereira, 150, Mato Alto – CEP 88900-000
<http://rexlab.ufsc.br/>
rexlabufsc@gmail.com

Elaboração

Juarez Bento da Silva

João Paulo Cardoso de Lima

José Pedro Schardosim Simão

Josiel Pereira

Lucas Mellos Carlos

Editoria de arte, projeto gráfico e capa

Isabela Nardi da Silva

Ilustrações

Alex Moretti

Este guia, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-Sem Derivados 4.0 Internacional. Uma cópia desta licença pode ser visualizada em [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Ela define que este manual é livre para reprodução e distribuição, porém sempre deve ser citado o autor. Não deve ser usado para fins comerciais ou financeiros e não é permitido qualquer trabalho derivado.

Se você quiser fazer algum dos itens citados como não permitidos, favor entrar em contato com os organizadores do manual.

O download em edição eletrônica desta obra pode ser encontrado em <http://www.rexlab.ufsc.br>.



Manual Técnico do Experimento Remoto Plano Inclinado:
Experimentação Remota Móvel para a Educação Básica e Superior / obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab)

Araranguá - SC, Brasil, 2016

Experimento Plano Inclinado

Apresentação

O experimento plano inclinado tem como objetivo auxiliar os estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior a efetuar práticas relacionadas à queda livre, MRU(movimento retilíneo uniforme), MRUV(movimento retilíneo uniformemente variado), velocidade e aceleração.

Arquitetura

O dispositivo está implementado a partir da estrutura padrão de hardware e software básico. Na Figura 1 pode ser visualizado o diagrama da arquitetura do experimento remoto Plano Inclinado.

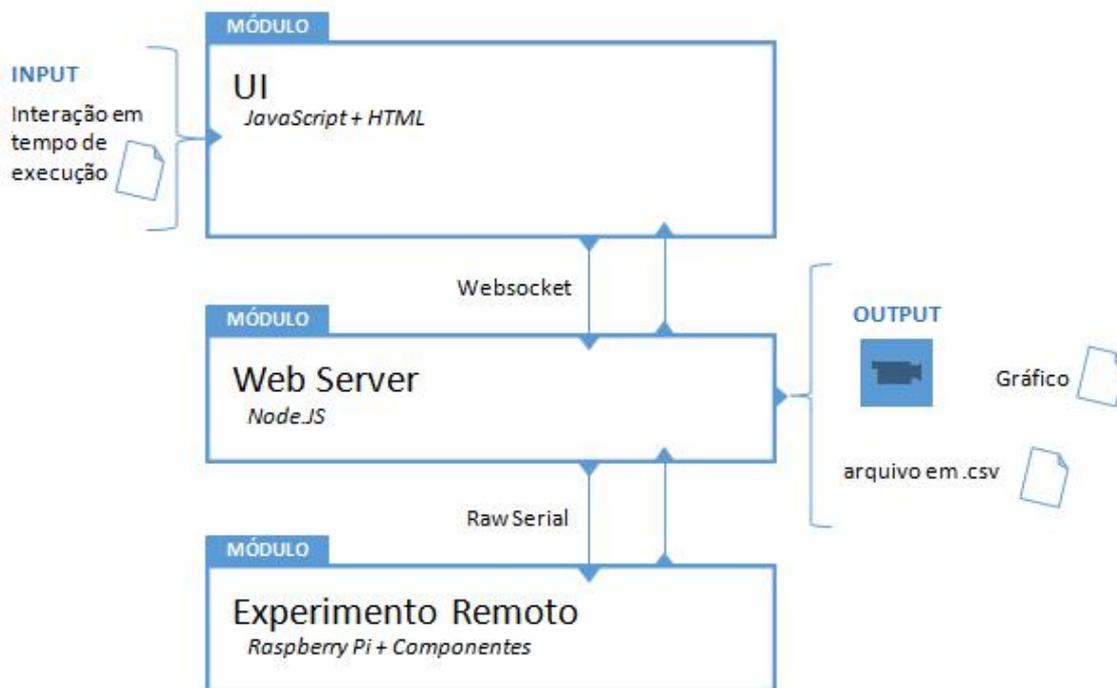


Figura 1 - Arquitetura dos experimentos.

Interface de Usuário (UI)

O experimento está disponível no sistema de gerenciamento RELLE (Remote Labs Learning Environment), que provê uma série de funcionalidades necessárias para o gerenciamento de experimentos remotos.

A interface de acesso ao experimento foi desenvolvida utilizando HTML juntamente com o framework front-end Bootstrap, o mesmo traz uma série de componentes prontos para o desenvolvimento como, por exemplo, botões padronizados, além de prover tratamento para diferentes tipos de resoluções de telas. Além de HTML e Bootstrap, é utilizada a biblioteca jQuery que traz uma série de funções JavaScript que simplificam o desenvolvimento.



Plano Inclinado

2015-07-03
16:52:52-03

Se você estiver usando um smartphone ou tablet, poderá usar o acelerômetro do seu dispositivo para ajustar o ângulo.

Figura 2 - Interface do experimento

Web Server

Atualmente, há uma ampla gama de bibliotecas e frameworks para construção de serviços web. Apesar de serviços baseados em HTTP predominarem a Internet, o uso do protocolo WebSocket é uma tendência em aplicações corporativas de grande porte. Uma das plataformas para desenvolvimento web para construção de serviços baseados em WebSocket é o frameworkNodeJS.

O NodeJS permite construir aplicações de servidor e de rede facilmente escaláveis. Ele é composto por um ambiente de execução multiplataforma e de código fonte aberto que interpreta códigos de aplicações escritas em Javascript. O NodeJS usa um modelo orientado a evento, com operações de entrada e saída não bloqueantes. Por este motivo, ele é ideal para aplicações em tempo real com troca intensa de dados entre dispositivos distribuídos.

A API para acesso às funcionalidades do SmartDevice contém funções vinculadas à *listeners*, comuns ao paradigma de orientação a eventos. Este módulo usa a biblioteca Socket.io e é o ponto de partida da aplicação, onde o servidor é iniciado e eventos são vinculados. O Socket.io é composto por dois componentes: servidor e cliente, ao qual usa principalmente o protocolo WebSocket, e polling HTTP como compatibilidade reversa.

A autorização de sessão no SmartDevice garante a integridade do acesso exclusivo, já que o dispositivo exposto como um serviço pode ser utilizado concorrentemente por outro cliente. Apesar de algumas funcionalidades poderem ser utilizadas no modo observador, como consultar o estado das chaves e metadados, as funcionalidades de controle necessitam de consulta ao sistema de fila.

O sistema de fila, ou mesmo agendamento, pode ser externo ou interno ao SmartDevice. O primeiro é baseado em um token de autenticação provido pelo usuário e validado pelo SmartDevice. As implementações dos experimentos de física exemplificam o uso do sistema de reserva externo (próprio do Relle). Já o controle de acesso no próprio SmartDevice é exemplificado pela implementação do Laboratório de desenvolvimento em Arduíno, pois neste encontra-se um modelo de acesso diferente dos anteriores.

O código fonte desenvolvido para comunicação serial e gerência dos sensores e atuadores são complementos para o NodeJS escritos em C++. Estes complementos são objetos compartilhados de vínculo dinâmico que pretendem dar suporte a códigos nativos, rapidez e portabilidade. Esses objetos compõem a abstração de cada experimento físico, que é representado por métodos e atributos intrínsecos a cada um. Por exemplo, são definidos os métodos de “get” e “set” para saídas digitais, “get” para valores de sensores, “get” e “set” para calibragem e configuração dos sensores.

O dispositivo central do experimento é o servidor de laboratório, que na plataforma desenvolvida pelo GT-MRE a escolha recaiu sobre o Raspberry Pi¹, (Figura 12) modelo B+, que tem como principal função intermediar os acessos aos demais dispositivos de hardware dos experimentos via rede.

O servidor de laboratório (SL) tem função prover interfaceamento e gerenciamento para a conexão entre a rede (web) e a “placa de aquisição e controle” (PAC). O SL acessa a PAC para coletar os dados dos sensores ou para enviar comandos para os atuadores, essa comunicação é feita via porta UART(Universal asynchronous Receiver/Transmitter) que se comunica via protocolo MODBUS2.

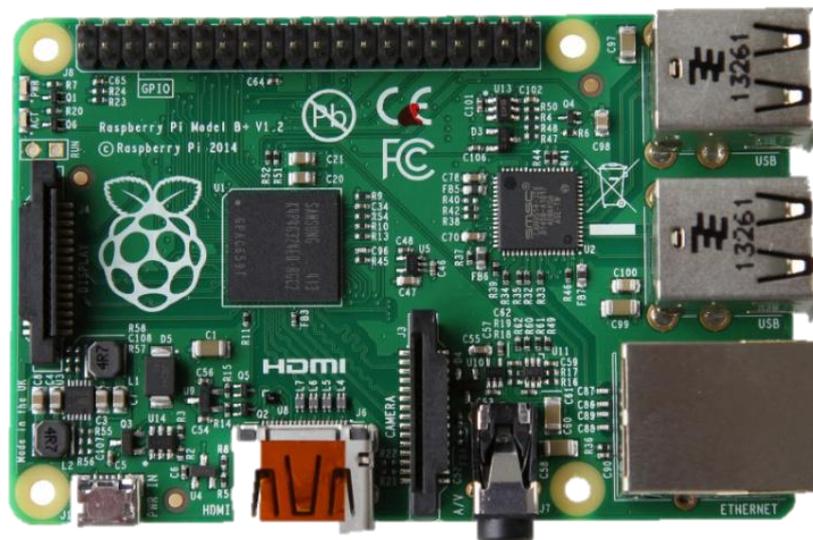


Figura 3 - RaspberryPi, Model B+

API WebSocket

Os componentes da aplicação são suficientemente leves para serem executados por uma placa Raspberry Pi ou outro computador Linux de baixo custo. Um dos componentes, a API WebSocket, oferece uma interface aos

¹ O RaspberryPi é um computador baseado em um system on a chip (SoC) Broadcom BCM2835, que inclui um processador ARM1176JZFS rodando a 700 MHz, GPU VideoCore IV, e 512 MB de memória RAM em sua última revisão. O Raspeberry PI foi desenvolvido no Reino Unido pela Fundação RaspberryPi.

²Modbus é um protocolo de comunicação de dados utilizado em sistemas de automação industrial. É um dos protocolos mais utilizados em redes de Controladores lógicos programáveis (PLC) para aquisição de sinais (0 ou 1) de instrumentos e comandar atuadores. É de utilização livre e sem taxas de licenciamento.

sensores e atuadores na estrutura de um serviço web. A aplicação não requer alto uso da memória e pode ser utilizada em qualquer sistema Linux.

O resultado é uma arquitetura fracamente acoplada, adotada pelo GT-MRE, que habilita o compartilhamento dos experimentos em outras plataformas. Esse paradigma, chamado de SmartDevices³ já é utilizado no projeto Go-Lab⁴, no qual estão bem destacadas aplicações clientes e servidor, e fornecem interfaces bem definidas entre o usuário e o sistema.

Os tópicos seguintes apresentam com mais detalhes aspectos do serviço web utilizado no servidor de experimento, bem como as funcionalidades internas e as motivações para o uso de certos protocolos, padrões e ferramentas de desenvolvimento, conforme a Figura 4.

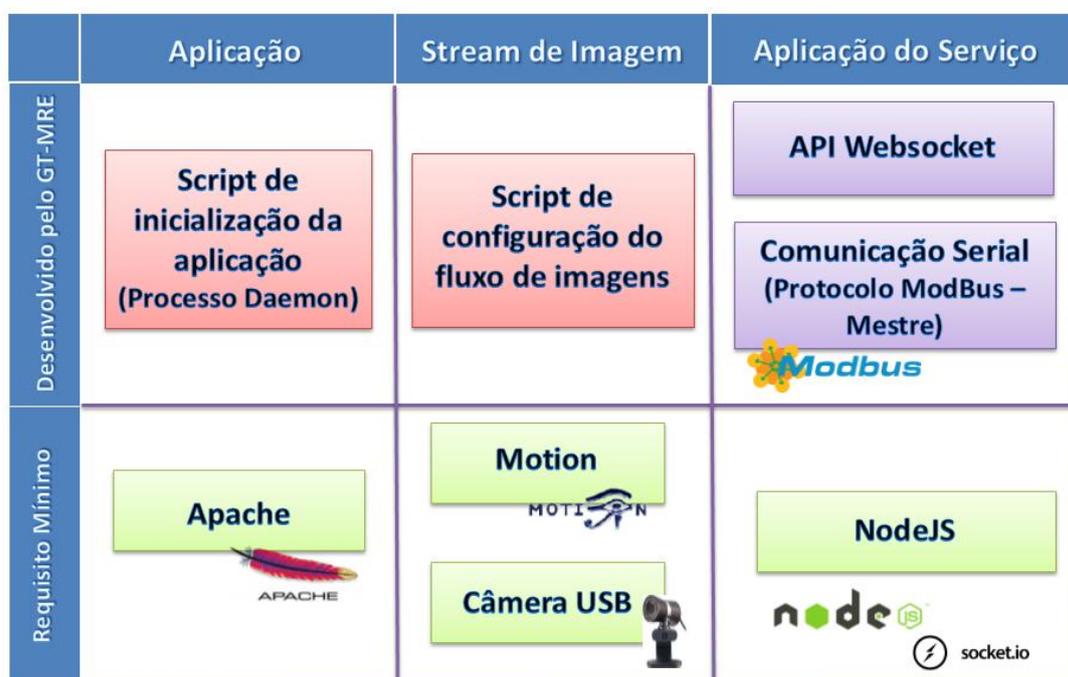


Figura 4 - Esquema de aplicação embarcada. Fonte: GT-MRE.

Controle e monitoramento do experimento

O SmartDevice é capaz de comunicar-se com sensores através do barramento serial (Porta UART). Ao invés de usar o protocolo serial em sua forma bruta, optamos por incluir o protocolo Modbus na camada de aplicação

³ DOI: 10.1109/REV.2015.7087292

⁴<http://www.go-lab-project.eu/>

para identificação de erros, endereçamento e controle de colisão. Conectados ao mesmo barramento (rede), cada sistema embarcado, responsável por um ou mais sensores ou atuadores, é um dispositivo escravo que responde às requisições da aplicação que é executada no Raspberry Pi.

Um dos módulos desenvolvidos para aplicação é responsável pelo serviço de fila externo ou interno, sendo possível acoplar o serviço de fila provido pelo RELLE ou habilitar serviços internos. No primeiro caso, a aplicação usa a lógica necessária para validação de token de sessão enviado pelo cliente. Na segunda, todo processo realizado pela web API de fila é realizado pelo SmartDevice.

Acesso à web API pelo cliente

A Figura 5 apresenta o esquema de comunicação no uso da API desenvolvido para o serviço/protótipo.

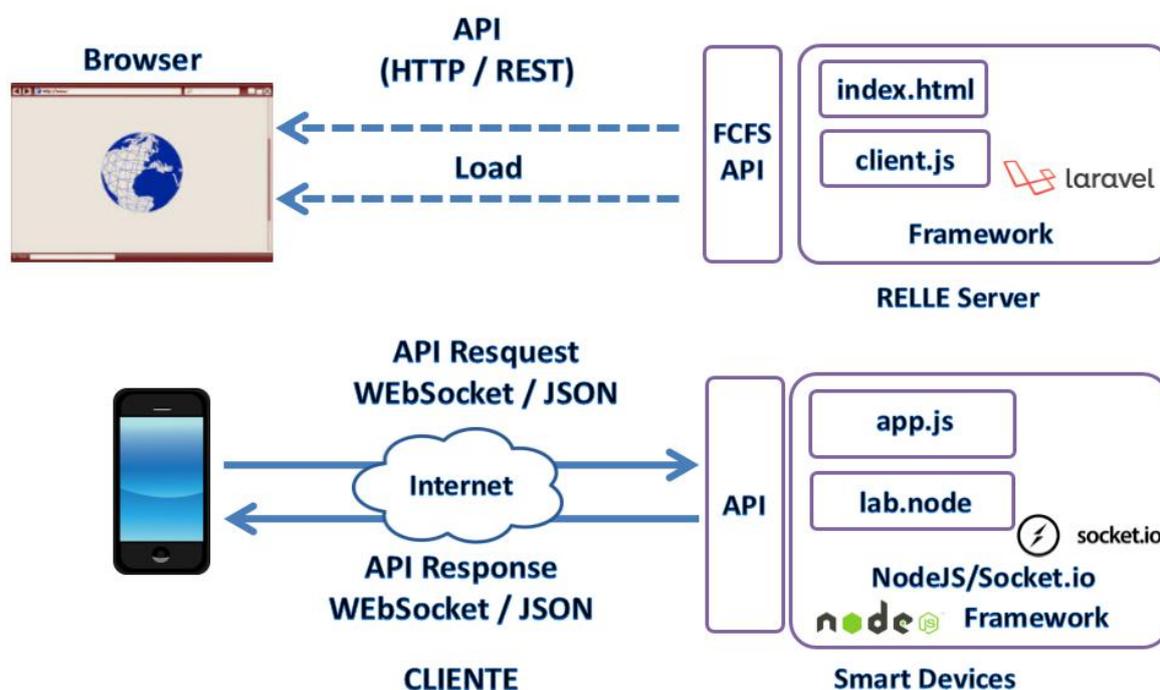


Figura 5 - Esquema de comunicação crossdomain no uso da API desenvolvida pelo GT-MRE.

O cliente web disponibilizado pelo sistema RELLE é composto por um arquivo html, css e javascript diferentes para cada experimento. O RELLE provê uma página comum para cada experimento onde carrega os dados que foram inseridos no momento da publicação do experimento (armazenados

numa base de dados). Por exemplo, o experimento de ID 1 é acessível pela URL “relle.ufsc.br/labs/1” pelo método GET e contém suas informações dentro do layout padrão do sistema. A partir do botão “Acessar” é possível disparar um evento para comunicação com a Web API FCFS (first-come first-served).

Ao obter a permissão no navegador, o cliente navegador poderá carregar os arquivos (html, css e js), pois a API já tem o seu token de sessão como usuário sendo servido. Após carregar o cliente para o SmartDevice (client.js), uma conexão WebSocket com este dispositivo é estabelecida.

Streaming de imagens

No GT-MRE foi optado pelo uso de câmeras web com conexão USB devido ao baixo custo e a facilidade de aquisição. O mesmo computador embarcado utilizado para controle do experimento também é o responsável pelo gerenciamento e disponibilização do streaming no formato MJPEG (Motion JPEG). O MJPEG é um formato de compressão de vídeo na qual cada frame de vídeo é comprimido separadamente como uma imagem JPEG.

Visto que existem muitos servidores de streaming de código aberto, optou-se pelo Motion para explorar aspectos de leveza (utilização de poucos recursos) e configuração flexível. O Motion⁵ é um software escrito em C para sistemas Linux que usa a API de vídeo Linux, e é capaz de detectar se uma parte significativa da imagem tem mudado. Algumas variáveis são ajustadas através de seu arquivo de configuração principal para adequar-se aos requisitos de nossa aplicação.

Atualmente, os principais navegadores do mercado como Firefox, Google Chrome e Safari já possuem o suporte nativo para o streaming MJPEG. Para clientes Android existem bibliotecas de código fonte aberto para incluir um visualizador MJPEG em aplicações de código nativo.

⁵<http://www.lavrsen.dk/foswiki/bin/view/Motion/WebHome>

Experimento Remoto

O experimento plano inclinado consiste de uma gangorra de acrílico, uma esfera, uma trava para esfera, sensores, e um display que mostra o ângulo de inclinação da gangorra e um display que informa o peso da esfera. O ângulo da gangorra pode ser ajustado pelos usuários que acessarem este experimento, e desse modo pode visualizar a movimentação da esfera do ângulo que desejar.

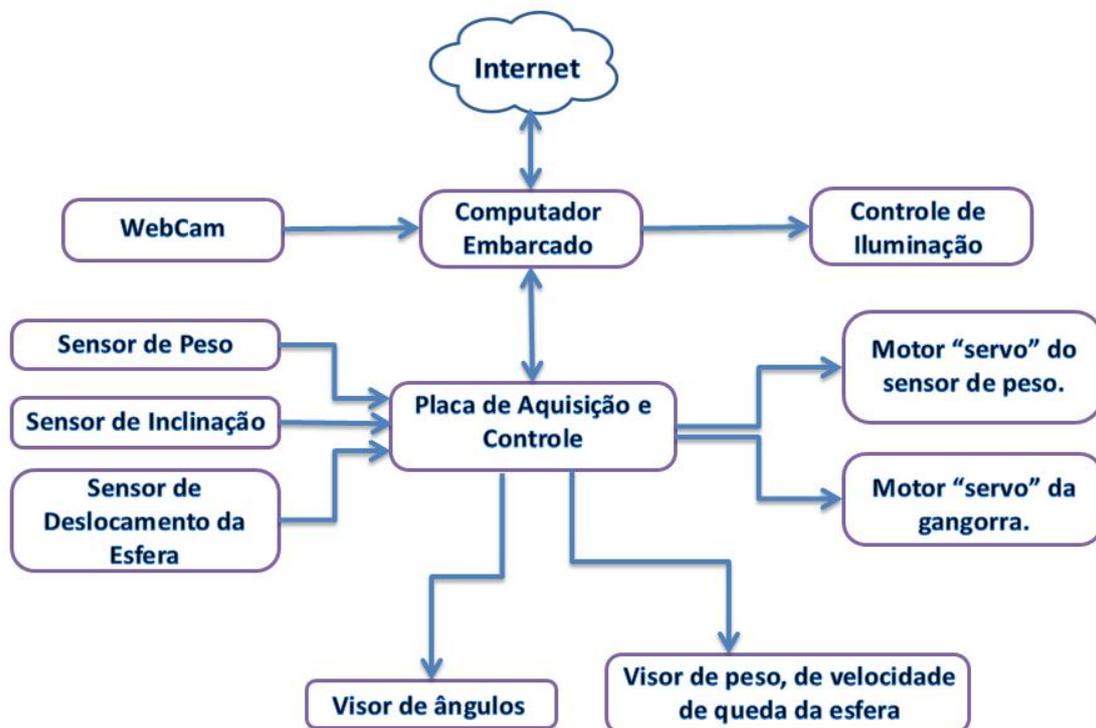


Figura 6 - Diagrama de blocos do experimento

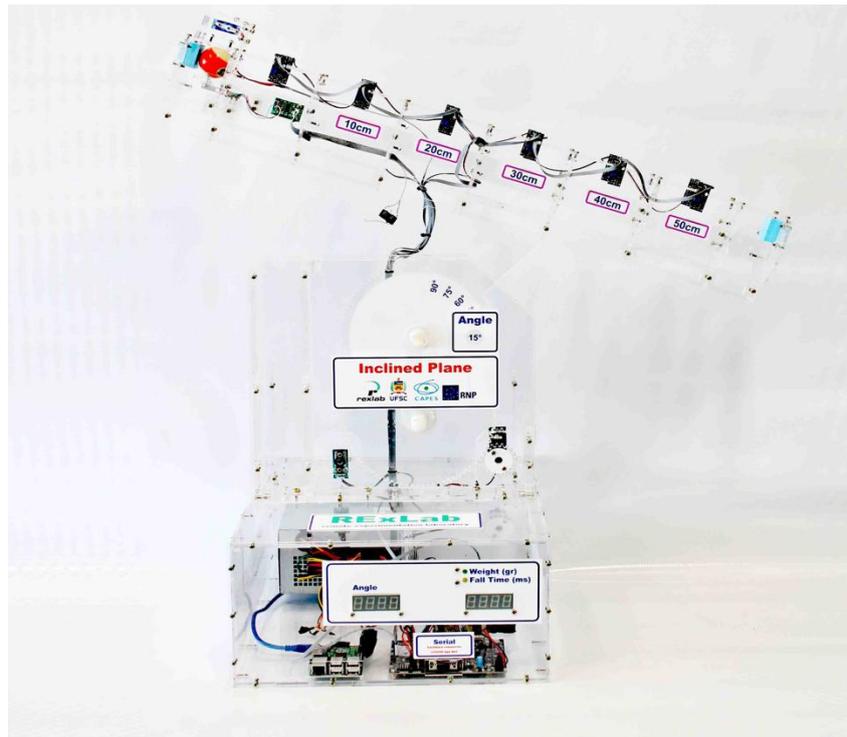


Figura 7 - Experimento plano inclinado

Construção dos Eixos

Fazer o eixo em tecnil, fresar a chaveta elástica e ajustar a folga durante o processo de criação dos eixos.

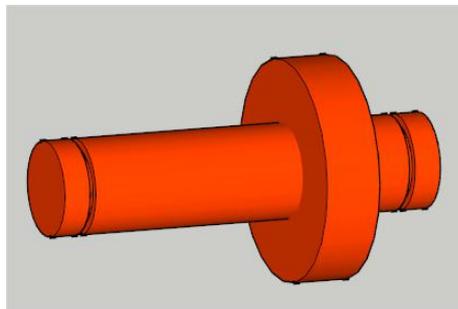


Figura 8 - Eixo central.

O círculo maior deve possuir 42mm e o círculo menor 18mm, porém é necessário levar em consideração fresar o local onde vai ser colocado os eixos:

A:5mm;

B:tamanho que caiba uma chaveta elástica de 15 mm;

C:39,1mm;

D:10,5mm;

E: 21,8mm;

Retificar as peças 5, 7 a 13.

Passos para montagem do experimento

Material necessário

- Dois pedaços 30x30mm de EVA de 15mm (Mesmo EVA usados em tatames);
- Pedaço de EVA 15mm;
- Cola para acrílico Sinteglas s-320;
- Cola adesivo instantâneo multiuso 725 para borrachas, plásticos etc. (TEK Bond);
- SBC com Linux embedded instalado;
- Cabos flats e terminais;
- Dois eixos fresados;
- Duas chavetas elásticas 15mm;
- Placa de recurso de hardware;
- Placa filtro dos sensores;
- Sensor de peso 700gr;
- Modulo hx711;
- Módulos infravermelhos, transmissores e receptores;
- Fonte PC;
- Servo motor mini e seus acessórios;
- Servo motor de rotação contínua;
- Módulo encoder de quadratura de dois sinais e com resolução de 25 pulsos por volta;

Parafusos:

- M2.5-12;
- M3-16;
- M3-18;
- Quatro peças: M5-15

Colagem

- Cole a engrenagem 7 com engrenagem 8;

- Posicione o adesivo de graus na gangorra peça 10;
- Coloque os adesivos nas engrenagens 16 e 17;
- Posicione os adesivos no case na parte da frente.

Montagem de Módulo de Peso

- Encaixe e prenda com fita crepe as laterais 21 na base do sensor de peso 20;
- Encaixe e prenda com fita crepe as laterais 22 na base do sensor de peso 20;
- Com as laterais 21 e 22 bem presas e alinhadas com a base 20, cole tudo;
- Coloque parafusos M3 com porcas nas laterais 21, as porcas são orientadas para dentro. Encoste as porcas e não as apertes. Coloque os suportes de porcas 23 nas porcas M3. Coloque os suportes de porcas 24 atrás dos suportes 23. Coloque contra porcas fixando todos os suportes nos seus lugares. Quando tudo fixo cole os suportes entre eles e nas laterais
- Parafuse o sensor de peso na base do sensor 20 utilizando o calço 25. Não aperte os parafusos ainda;
- Fixe a base do peso 26 no sensor de peso, alinhe e aperte os parafusos;
- Posicione a base do peso 27 sobre a base 26;
- Coloque a base do peso 28 sobre a base 27. Parafuse as bases 26, 27 e 28 com parafusos M2.5-12;
- Alinhe o sensor e aperte os parafusos do sensor que fixa na base 26.

Montagem de Módulo de Proteção do Sensor de Peso

- Encaixe e prenda com fita crepe as laterais 30 na proteção do sensor de peso 29;
- Encaixe e prenda com fita crepe a lateral 31 na proteção do sensor de peso 29;
- Com as laterais 30 e 31 bem presas e alinhadas com a proteção 29, cole tudo;
- Coloque parafusos M3 com porcas nas laterais 30, as porcas são orientadas para dentro. Encoste as porcas e não as apertes. Coloque os

suportes de porcas 32 nas porcas M3. Coloque os suportes de porcas 33 atrás dos suportes 32. Coloque contra porcas fixando todos os suportes nos seus lugares. Quando tudo fixo cole os suportes entre eles e nas laterais

Sequência de Montagem da Torre

- Parafuse as laterais da torre 3 e 4 na torre base 1 com parafusos M3-16, somente encoste os parafusos;
- Encaixe a lateral da torre 47 no local interno da torre base 1;
- Parafuse a torre parte de traz 5 nas laterais da torre 3, 4 e 47 com parafusos M3-16, somente encoste os parafusos;
- Parafuse os calços 6 da torre na peça 5 com parafusos M3-12;
- Encaixe a torre base 1 e calços 6 no case parte de cima 2;
- Parafuse a torre base 1 no case parte de cima 2 com parafusos M3-16;
- Parafuse os calços 6 da torre no case na parte de cima 2 com parafusos M3-12;
- Vire as peças sobre apoios no sentido que a peça 5 fique para baixo, isto para facilitar a colocação das engrenagens e demais peças;
- Coloque os dois eixos na torre 5, pela parte de traz;
- Coloque a engrenagem 7 e 8 no eixo de baixo, no sentido que a engrenagem 8 fique para frente;
- Coloque o calço 9 no eixo de cima;
- Coloque a gangorra 10 no eixo de cima;
- Coloque o calço 11 no eixo de cima;
- Coloque o calço 12 no eixo de baixo;
- Afrouxe bem todos os parafusos referente à caixa de redução para facilitar a colocação da torre parte 13;
- Parafuse a torre frente 13 com parafusos M3-16, somente encoste os parafusos;
- Aperte os parafusos de forma adequada;
- Coloque o servo e utilize parafusos m3-12 do modo que as porcas fiquem do lado de dentro da torre;

- Fixe a engrenagem 17 no suporte de servo usando parafusos M3-12 com as porcas do lado do servo. Aperte pelas porcas para não danificar o adesivo.
- Parafuse o suporte da engrenagem 17 no servo;
- Antes de fixar o encoder cheque se a haste do mesmo fique 13mm para dentro da torre, pode ser necessário cortá-lo;
- Coloque o encoder utilize parafusos m3-12 do modo que as porcas fiquem do lado de dentro da torre;
- Antes de fixar a engrenagem 16 no suporte de servo, checa se o suporte precisa ser aparado para que o mesmo não bata na engrenagem 7;
- Fixe a engrenagem 16 no suporte de servo usando parafusos M3-12 com as porcas do lado do servo. Aperte pelas porcas para não danificar o adesivo.
- Encaixe o suporte da engrenagem 16 no encoder. Utilize uma fita no eixo do encoder para criar uma bucha de pressão;
- Coloque a chave fim de curso na gangorra 10 com parafusos M2.5-16;

Sequência de Montagens da Calha

- Parafuse os suportes da calha 18, entretanto somente encoste os parafusos com parafusos M3-16;
- Parafuse as calhas 19 com parafusos M3-12, somente encostando os parafusos;
- Fixe o módulo de peso nas calhas 19 com parafusos M3-12, somente encostando os parafusos para ajustes mais tarde. Neste passo é preciso tirar os parafusos que uni a calha 19 com o suporte 18;
- Fixe o módulo de proteção de sensor de peso nas calhas 19 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos para ajustes mais tarde;
- Parafuse o hx711 com parafusos M3-12;
- Parafuse a tampa da calha 34 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Parafuse um dos anteparos da esfera 35 e aperte adequadamente seus parafusos;

- Insira a esfera na calha e parafuse o outro anteparo da esfera 35 e aperte adequadamente seus parafusos;
- Cole os EVAs de 30x30mm nos anteparos da esfera 35. Utilize cola TEK Bond;
- Parafuse a calha alinhadora 36 com parafusos M3-12 e aperte os seus parafusos de forma adequada. Pressione a calha 36 contra o suporte 18 para ficar alinhado com esta. Este aperto dos parafusos vai colocar os suportes das calhas de forma perpendiculares com a gangorra;
- Aperte os parafusos das calhas 19;
- Aperte os parafusos da calha tampa 34;
- Aperte os parafusos dos suportes das calhas 18. **Atenção:** Não aperte muito como os outros parafusos, pois há o risco de quebrar o encaixe da porca, pois é impossível deixar toda a estrutura no esquadro perfeito, e caso o parafuso seja apertado demais, pode provocar danos no acrílico pois este, não é muito resistente.
- Os furos dos módulos infravermelhos que vão se encaixando na calha 34 devem ser abertos com uma broca de 4mm;
- Posicione os sensores infravermelhos na parte da frente da tampa da calha 34 com parafusos M3-12. Isto evita de receber luzes desnecessárias.
- Coloque os transmissores infravermelhos na parte de trás da tampa da calha 34 com parafusos M3-12.

Sequência de Montagens do Servo e Haste da Esfera

- Parafuse o suporte do servo 37 na tampa da calha 34 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Parafuse o suporte de apoio do servo 38 na tampa da calha 34 e suporte 37 com parafusos M3-12.
- Aperte os parafusos de forma adequada do suporte do servo 37;
- Aperte os parafusos de forma adequada do suporte do servo 38;
- Fixe o servo com parafusos m2.5-12;
- Parafuse a base da haste 39 na base do servo;
- Parafuse a haste de apoio 40 na base 39;

- Parafuse a haste 41 no apoio 40 e base 39;
- Ainda não fixe a haste da esfera no servo, faremos isto posteriormente.

Sequência de Montagens do Case

- Apoie o plano virado de frente sobre a mesa de forma que deixe livre para montar o case;
- Parafuse a lateral do case 42 no case parte de cima 2 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Parafuse a parte de baixo 44 na lateral 42 com parafusos M3-12, somente encostando os parafusos;
- Parafuse a lateral do case 43 no case parte de cima 2 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Parafuse a parte de baixo 44 na lateral 43 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Parafuse a parte case de trás 45 nas laterais 42 e 43 e na parte de cima 2 com parafusos M3-12, somente encoste os parafusos;
- Aperte os parafusos da parte de trás 45;
- Aperte os parafusos das laterais 42 e 43;
- Coloque o plano na posição correta;
- Fixe a fonte com parafusos XYZ;
- Fixe as placas internas no case parte de baixo com parafusos M3-12;
- Fixe os mostradores na case parte da frente 46 com parafusos M3-12;
- Conecte todos os cabos e fios, e prenda tudo com abraçadeiras de plástico;
- Parafuse a parte de frente 46 nas laterais 42 e 43 e na parte de cima 2 com parafusos M3-12;
- Aperte todos os parafusos do case de forma adequada.

Recurso de Hardware do Plano Inclinado

O plano se inclina entre os ângulos -15° a 90° . Sempre ao ligar o plano é preciso colocar em ângulo de -15° para o sistema ter este ângulo como referência. Sempre que se posiciona neste ângulo há uma chave na calha que informa o sistema que o plano está em -15° .

O sensor de peso somente vai à posição de medição se já passou 3 segundos com o ângulo negativo. Caso houver erro ao ler o ângulo do plano o sensor não vai à posição de medição. Isto é necessário para evitar que o sensor seja alvejado pela esfera, caso a mesma estiver rolado livre pela calha. Se houver erro na leitura do ângulo, nenhum comando de experimento será executado e caso algum comando esteja sendo executado, este será cancelado.

O valor do peso sempre será 0 quando o plano estiver maior ou igual a 90° ou o plano não tem a referência do ângulo ainda.

Passos para dar início à medição do peso:

1. Coloque o plano em ângulo de -15° . É necessário esperar um tempo para que a esfera chegue à posição de medição, se emitir o comando de fazer a medição antes desse tempo, o comando vai retornar um erro, para isso sempre consulte o registrador de ação;
2. Emita o comando para travar a esfera mantendo sobre o sensor de peso;
3. Ajuste a inclinação do plano e vai coletando o valor do peso nos tempos desejados.

Passos para dar início a tempo de queda:

1. O plano deverá estar com a esfera travada em cima do sensor de peso;
2. Coloque o plano no ângulo desejado;
3. Emita o comando para dar início ao cálculo de tempo de queda;
4. Monitore o registrador de ação para ver fim do experimento;
5. Leia os valores de tempos de queda em seus respectivos registradores. Há seis registradores para cada ponto de passagem da esfera na calha, o primeiro registrador é para o ponto inicial de queda, e a sequência do demais registradores são dos demais pontos em sequência também, cada ponto está espaçado 10 cm um do outro.

O RH somente aceita um comando de ação por vez, ou seja, teremos que esperar a ação atual terminar para depois enviar o próximo comando de ação. Quaisquer ações podem ser canceladas em qualquer momento através de seu respectivo comando. O visor do ângulo será exibido constantemente, e o visor de peso ou velocidade manterá registrado o último valor mensurado de sua respectiva grandeza.

Apêndices

Tutorial de reinicialização do experimento

Para reiniciar o experimento usa-se um terminal para conexão ssh, por exemplo o software PuTTY, o qual pode ser baixado pelo seguinte endereço: <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>. Utilizando o PuTTY, basta inserir o endereço IP do experimento que se deseja reinicializar.

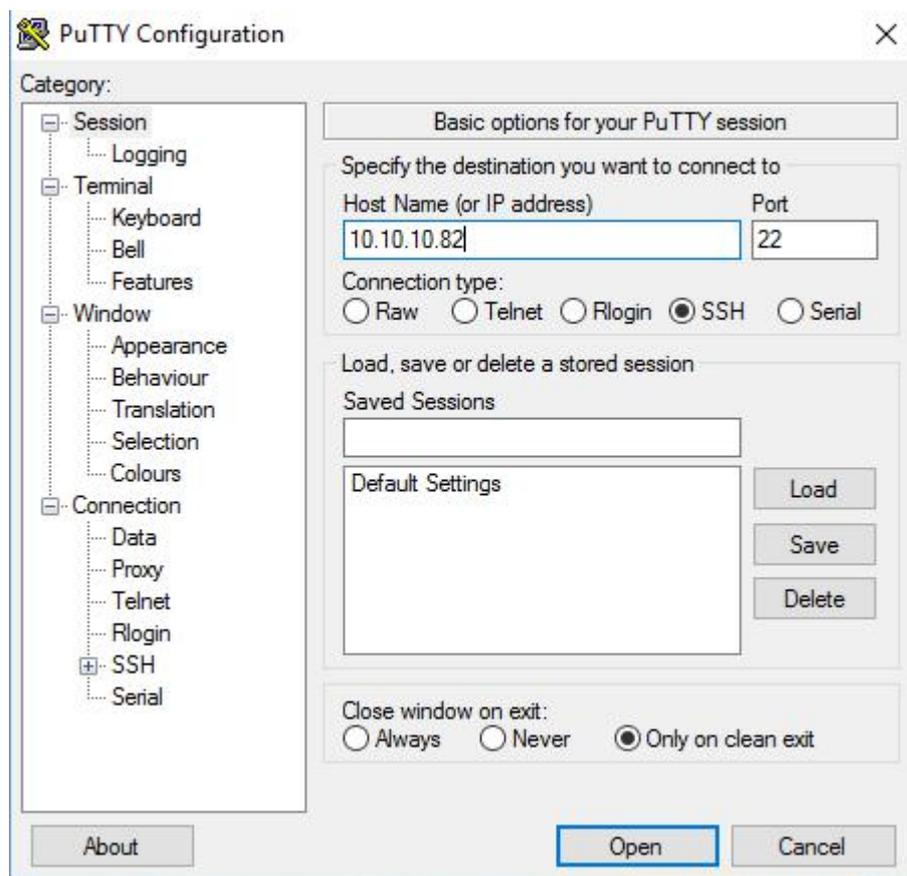


Figura 8 – PuTTY

Ao abrir a conexão será inicializado um terminal (Figura 9), onde será solicitado um usuário (user) para autenticação. Recomenda-se autenticar com o usuário root, logo em seguida será requisitado a senha do computador embarcado. E por fim, para reiniciar o computador embarcado, digite o comando *reboot* no terminal.



Figura 9 - Terminal SSH com experimento

Verificação e reinício do serviço

Para verificar se os serviços do laboratório remoto estão rodando, basta usar o comando `ps -aux | grep node` que irá verificar os processos rodando referente ao servidor web Node.JS responsável por executar o serviço da aplicação. Caso o serviço esteja rodando, o resultado será algo similar a Figura 10 que exibe o usuário e número do processo em execução. Neste caso o processo PID 2434.

```
[root@raspberrypi:~# ps -aux | grep node
warning: bad ps syntax, perhaps a bogus '-'?
See http://gitorious.org/procps/procps/blobs/master/Documentation/FAQ
root    2434  0.1  9.7 1182324 43412 ?        Sl   May12 102:36 /usr/local/bin/node /home/conducao_app/apps.js
root    21479 0.0  0.3  3520  1740 pts/0    S+   14:17   0:00 grep node
```

Figura 10 - Verificação do serviço

Ações de iniciar, pausar ou verificar status do serviço podem serem executadas usando os comandos `service inclined plane /start|stop|status`.

Manutenção do streaming de vídeo

O vídeo é transmitido pelo software Motion. Para instalação do software pode-se fazer seu download via repositório através do comando `apt-get install motion` e acessar os arquivos de configurações `motion` e `motion.conf` através

de algum editor de código no diretório `/etc/default/motion` definindo o parâmetro `start_motion_deamon` para o valor `yes`.

As configurações relacionadas a qualidade da imagem e a transmissão ficam disponíveis no arquivo `motion.conf` no diretório `/etc/motion/`. Ainda para início da transmissão os parâmetros `deamone` `webcam_localhost` devem ser mudados para `one off`, respectivamente.

Mapa dos Registradores ModBus do Recurso de Hardware

Todos os registradores são de 16 bits e os endereçamentos mostrados neste documento são em hexadecimais. Não é permitido ler ou escrever mais que 120 registradores em uma só transação, isto por causa do erro relativo da taxa do baudrate do aparelho.

Registradores de Identificação		
Endereço	Tipo de Acesso	Descrição
0x0	Leitura	Identificador do modelo do aparelho. Valor em ASCII
0x1	Leitura	Versão do modelo do aparelho. Valor em ASCII
0x2	Leitura	Versão do firmware. Valor em ASCII. O formato da versão é x.y, porém o será enviado sem o ponto decimal. Exemplo: versão 1.0 será transmitido 10.

Registradores de Trabalho		
Endereço	Tipo de Acesso	Descrição
0x11	Leitura	<p>ACTION: Ação do recurso de hardware.</p> <p>Sinaliza se há ou não uma ação sendo executado no plano. As ações podem ser:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fazendo a inclinação do plano;• Posicionando a haste para travar ou liberar a esfera;• Fazendo as medições de tempos na queda da esfera. <p>Se qualquer uma dessas ações estiver em curso o</p>

		registrar ACTION ficará ligado e o plano não vai atender a nenhum outro comando até que o registrador venha a ser desligado novamente, sinalizando o fim da ação.
0x12	Leitura	Erros do sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Valor 0: sinaliza que não há erros com o sistema; • BIT 0: Quando ligado há erro de comunicação com os visores;
0x13	Leitura	Leitura do peso em gramas da esfera
0x14	Leitura	Leitura do ângulo do plano
0x15	Leitura	Leitura do tempo total em milissegundos de queda da esfera. Este valor será exibido no visor do plano.
0x16	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no primeiro ponto. Word menos significativo [31:16]
0x17	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no primeiro ponto. Word mais significativa [31:16]
0x18	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no segundo ponto. Word menos significativo [31:16]
0x19	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word mais significativa [31:16]
0x1A	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no terceiro ponto. Word menos significativo [31:16]
0x1B	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word mais significativa [31:16]
0x1C	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no quarto ponto. Word menos significativo [31:16]
0x1D	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word mais significativa [31:16]
0x1E	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no quinto ponto. Word menos significativo [31:16]
0x1F	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word mais significativa [31:16]
0x20	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word menos significativo [31:16]

0x21	Leitura	Leitura do tempo em milissegundos da chegada da esfera no sexto ponto. Word mais significativa [31:16]
0x20	Escrita	<p>SENSOR_POS: Posicionando o sensor tanto para medição como para estacionamento.</p> <p>Valor 0: Colocar o sensor em posição de estacionamento. Este tem duplo propósito, um para proteger o sensor da esfera quando a mesma fica rolando pela calha, e para liberar a esfera para cálculo de tempo de queda no plano inclinado.</p> <p>Valor 1: Colocar o sensor em posição de medição de peso. Para isso o plano deve estar inclinado em um ângulo de -20° pelo menos 2 segundos.</p>
0x21	Escrita	FALL_TIME_START: Comando para preparar o sistema para calcular os tempos de queda da esfera na calha. O valor escrito é irrelevante, por padrão coloque 0.
0x22	Escrita	SET_ANGLE: Comando para ajustar o ângulo do plano. Valor entre -25° a 90°.
0x23	Escrita	CANCEL_ALL: Comando para cancelar quaisquer ações sendo executado no plano. O valor escrito é irrelevante, por padrão coloque 0.

Terminal

O Recurso de Hardware oferece um terminal para emitir comandos semelhantes ao prompt do DOS. Conecte o RH ao uma porta UART e abra uma conexão a 115200 bps, para saber os comandos digite "help" no prompt.