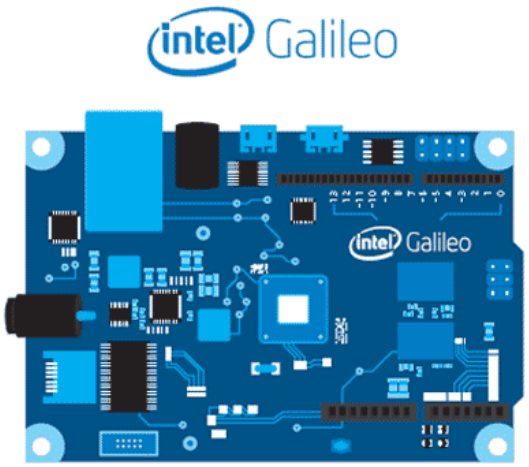
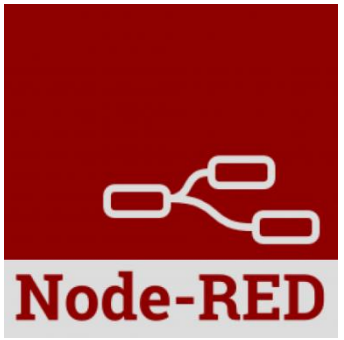
Geração de eventos para atuação do dispositivo IoT via **Node-Red** utilizando cloud USP





Objetivos

- Assinar o Galileo num canal MQTT (alteração de código no eclipse).
  - paradigma *publish-subscribe*
- Criar interface para envio dos dados sobre o Node-Red.
- Processar os dados recebidos pelo Galileo, e gerar comportamentos condicionais.
- Construir estrutura para envio de dados ao tópico em que o Galileo foi subscrito.
- Construir pequena aplicação web para interação do usuário. O usuário poderá variar a intensidade de um LED utilizando um '*slider*' em uma página HTML (funciona no celular também).
- Alterar o código do eclipse para integração com o projeto de luminosidade.

Serviço Web

- Uma aplicação auto-contida, identificada por um URI (*Uniform Resource Identifier*), cujas interfaces e ligações são definidas, descritas e localizadas por artefatos que utilizam a linguagem XML (Extensible Markup Language) ou JSON (JavaScript Object Notation).
- Deve ser capaz de interagir com outras aplicações através da troca de mensagens XML/JSON utilizando os protocolos de comunicação padrão atualmente disponíveis na Internet.
- Faz com que os recursos da aplicação do software estejam disponíveis sobre a rede de uma forma normalizada.
- REST (Representational State Transfer) ou RESTfull são padrões arquiteturais que permitem definir e implementar serviços web.

Serviço Web

XML

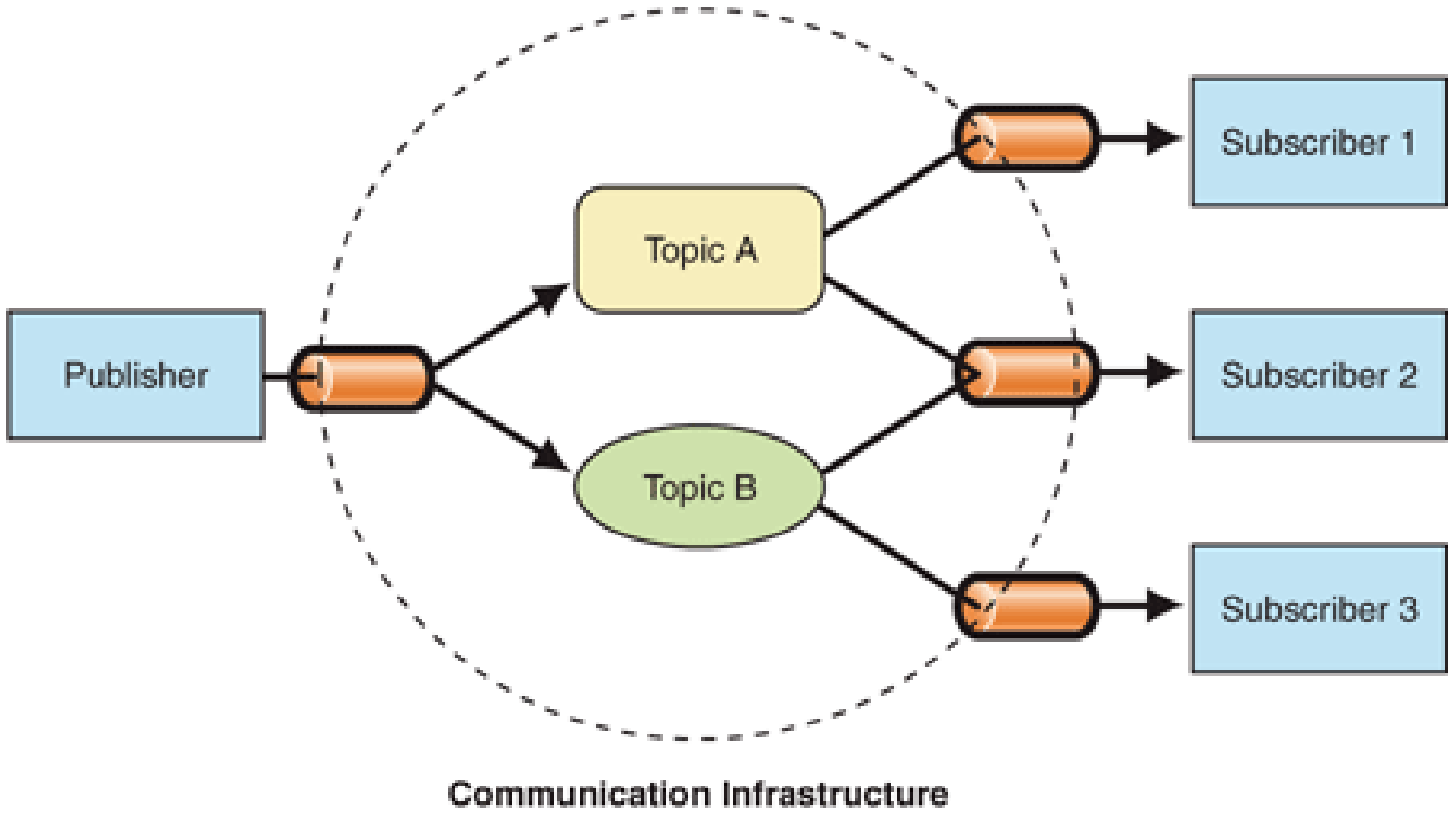
```
... >
   <name>Barry & Associates, Inc.</name>
   <phone>612-321-8156</phone>
   <street1>14597 Summit Shores Dr</street1>
   <street2></street2>
   <city>Burnsville</city>
   <state>MN</state>
   <postalcode>55306</postalcode>
   <country>United States</country>
< ...
```

JSON

```
{
   "name"          : "Barry & Associates, Inc.",
   "phone"         : "612-321-8156",
   "street1"       : "14597 Summit Shores Dr",
   "street2"       : "",
   "city"          : "Burnsville",
   "state"         : "MN",
   "postalcode"    : "55306",
   "country"       : "United States"
}
```

Paradigma *publish-subscribe*

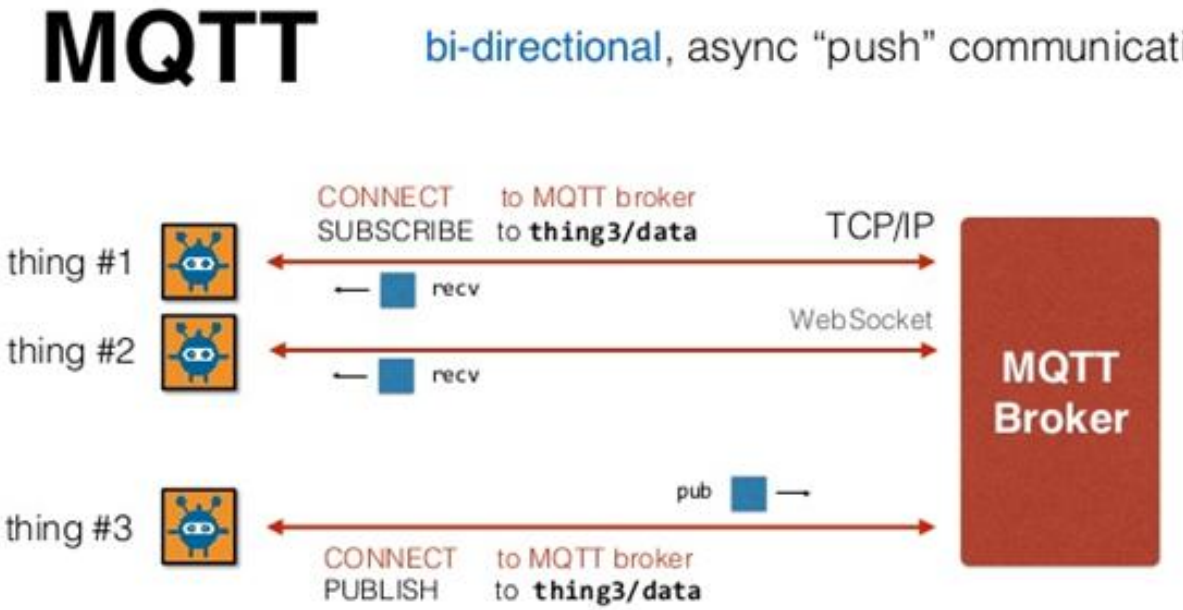
- Padrão arquitetural usado para a comunicação assíncrona de vários processos



Funcionamento geral do MQTT

Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

- O MQTT é um protocolo leve de aplicação que utiliza o protocolo de transporte TCP como via de comunicação de dados para IoT.
- O conceito é baseado na publicação de dados a partir de um *publisher*, e na leitura dos dados a partir da inscrição num canal.
- Clientes MQTT podem funcionar, simultaneamente, como *publisher* e *subscriber.*
- O sistema de monitoramento de respostas é instanciado em *multithread,* portanto os processos de inscrição e publicação são independentes.



Assinando Galileo num canal MQTT (*subscriber*)

- Para se efetuar a inscrição é necessário ter um cliente MQTT instanciado, devidamente configurado com o *broker* MQTT (*host*) e as informações do usuário.
  - A conexão estabelecida com o *broker* utiliza o protocolo de transporte TCP, e possui a seguinte estrutura:

    protocolo://servidor:1883
- O servidor utilizado para utilizado o **Node-red** e o *Borker* MQTT se encontra alocado em *cloud* UDP, e está acessível pelo seguinte endereço: meioseletronicos.pad.lsi.usp.br
- As credenciais para utilizar o *Broker* MQTT são:
  - User: aula_psi
  - Pass: psi2016

```
#define HOST_PROTO "tcp":
#define HOST_SUFFIX "meioseletronicos.pad.lsi.usp.br:"
#define HOST_PORT "1883"

snprintf(host, sizeof host, "%s%s%s", HOST_PROTO, HOST_SUFFIX, HOST_PORT);
snprintf(clientID, sizeof clientID, "%s",client_id);

MQTTClient_create(&client, host,clientID, MQTTCLIENT_PERSISTENCE_NONE, NULL);
```

Assinando Galileo num canal MQTT (*subscriber*)

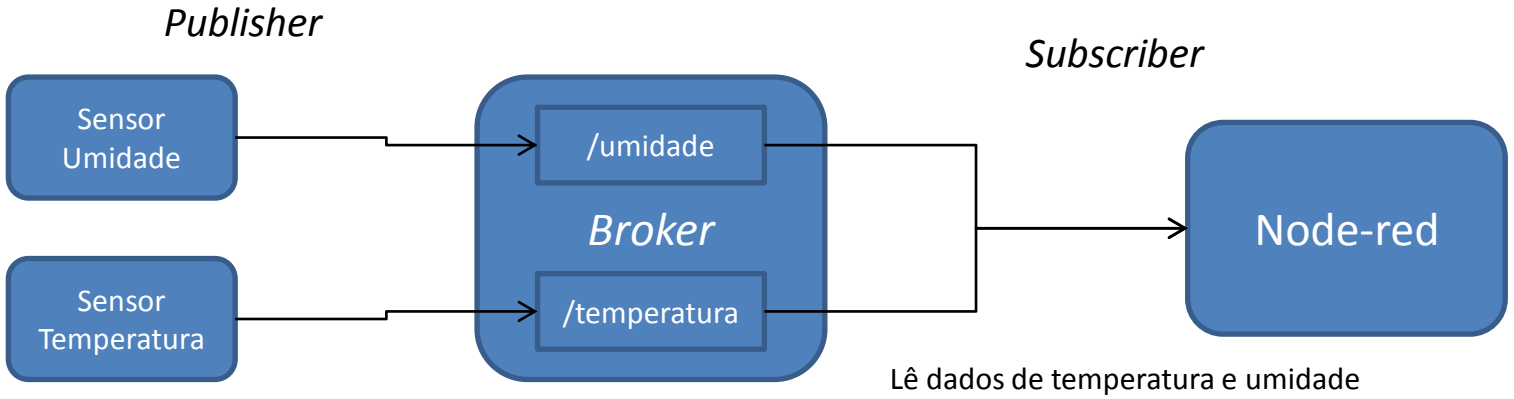
- Após a criação do cliente é necessário configurar a função ***callbacks()***, que tem o objetivo de gerenciar todo o sistema de mensagens de resposta, incluindo as mensagens com o conteúdo do tópico inscrito.
- Ao receber uma atualização no tópico o *broker* envia uma mensagem para os clientes inscritos, alertando a existência de novos dados no tópico.
- Desta forma a função ***callbacks()*** recebe a notificação da atualização. Para tratar os dados recebidos pelo *broker* é necessário implementar uma função com cabeçalho pré determinado e referencia-la na configuração do ***callbacks()***.

```
Antes  -> MQTTClient_setCallbacks(client, NULL,&connection_lost, NULL, &delivery_complete);

Depois -> MQTTClient_setCallbacks(client, NULL,&connection_lost, &msgarrvd, &delivery_complete);

    int msgarrvd(void *context, char *topicName, int topicLen, MQTTClient_message *message)
```

- Portanto todos os tratamentos das mensagens serão efetuados na função ***mgsarrvd()***.
  - O nome da função pode ser escolhido pelo programador, porém o cabeçalho deve ser mantido.

Assinando Galileo num canal MQTT (*subscriber*)

- O sistema para *publish* e *subscribe* é baseado na abertura de tópicos, que caracterizam e identificam uma estrutura onde os dados serão disponibilizados.
- De maneira geral para que um cliente possa obter os dados armazenados em um tópico, é necessário que ele faça sua assinatura no canal. Desta forma todas as atualizações serão alertadas ao cliente.
- A estrutura abaixo representa a topologia *publish subscribe*.



- Onde: /temperatura e /umidade são tópicos criados no *broker.*

Assinando Galileo num canal MQTT (*subscriber*)

- Após a criação dos devidos canais, e da instância de um cliente, basta efetuar o comando para se inscrever no tópico:

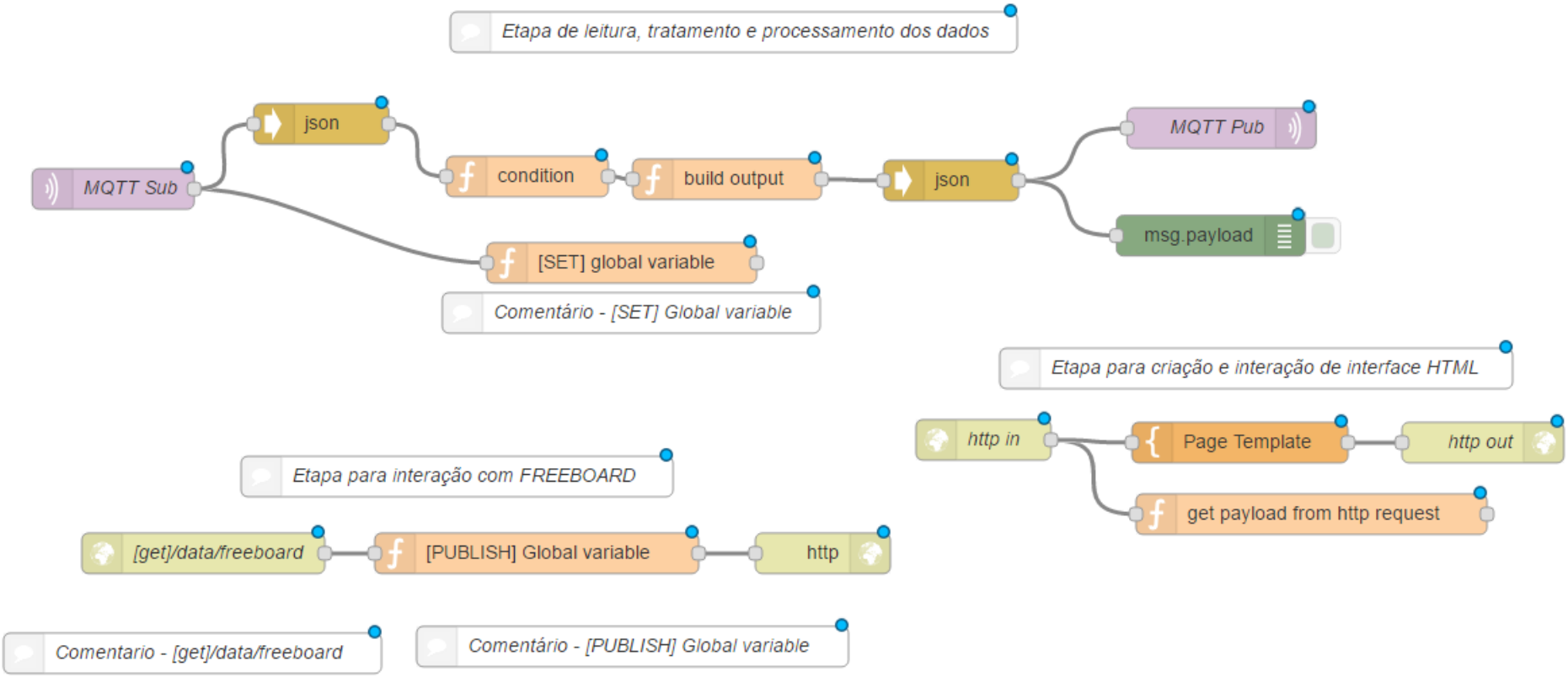
```
MQTTClient_subscribe(client,const_cast<char *>(TOPIC_SUBSCRIBE),MQTT_DEFAULT_QOS);
```

- Desta forma o cliente, a partir da função ***callbacks()***, passa a receber todas as mensagens de atualização no canal.
- Não há necessidade de manter um *loop* sobre a função de assinação, pois o sistema *multithread* já cuida desse trabalho.

- Informações sobre a biblioteca MQTT utilizada no eclipse:
  http://www.eclipse.org/paho/files/mqttdoc/Cclient/_m_q_t_t_client_8h.html#aad27d07782991a4937ebf2f39a021f83

Clonando a aplicação exemplo no Node-Red

- Para copiar a aplicação basta abrir o Node-Red referente a sua aplicação IoT e colar no *clipboard* (visto na aula passada) as informações do arquivo ***webapp_servidor-pad.json*** disponibilizado no Moodle.
- A estrutura resultante deverá estar parecida com a seguinte:



Interface para resposta via Node-Red

- Após a configuração do dispositivo IoT, é necessário configurar a aplicação no Node-Red para que os dados sejam redirecionados para o canal no qual o Galileo foi assinado.
- Para efetuar *publicações* e *assinações* utiliza-se os seguintes blocos.

- No caso da aplicação exemplo, os dados lidos serão provenientes de publicações efetuadas pelos dispositivos IoT dos alunos.
- Considerando-se que os tópicos criados no Galileo são:
  - *Publish -> /aula/pub* (Galielo publicando em /aula/pub)
  - *Subscribe -> /aula/sub* (Galileo lendo os dados de /aula/sub)
- Para que o Node-red possa ler os dados publicados pelo Galileo, é necessário assinar o mesmo canal em que o Galileo está publicando, portanto o node-red deverá assinar ao tópico /aula/pub.
- O mesmo caso ocorre para sua publicação. Como o Galileo está lendo os dados do tópico /aula/sub, é necessário que o node-red utilize-o para efetuar as publicações.

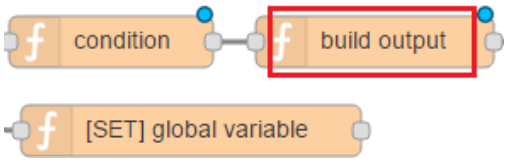
Tratamento dos dados para resposta

- Para efetuar a resposta para o Galileo é necessário que existam dados, estáticos ou dinâmicos.
- Uma forma de se gerar dados, é a partir de condicionais feitas sobre os dados de entrada, ou seja, caso um valor ultrapasse um limite a aplicação atribui o valor ‘1’ para uma *flag*, que será enviada de volta para o Galileo, possibilitando que os dados sejam posteriormente interpretados pelo dispositivo, gerando atuações desejadas.
- Para exemplificar foi construído um bloco de função que analisa os dados de entrada, e gera uma condição booleana de acordo com o resultado. Para isso analisemos o bloco chamado *‘condition’* na aplicação exemplo.


```
1  var pay = msg.payload;
2  msg.payload = pay['counter'];
3  var json;
4
5  if(msg.payload % 2){
6      msg.payload = '1';
7  }
8  else{
9      msg.payload = '0';
10 }
11 return msg;
```

Definição de estrutura para dados de resposta

- Após obtermos dados a partir dos condicionais podemos envia-los de volta para o dispositivo IoT.
- No entanto, é necessário construir a estrutura de saída a partir dos dados obtidos. Para isso analisemos o bloco *'build output':*




```
var ledstate = context.global.ledstate || '0';

var autocontrol = msg.payload;
var output = {'payload':{'autocontrol':autocontrol,'ledstate':ledstate}};

return output;
```

- Todos os objetos utilizados no Node-red devem conter em sua estrutura um campo determinado: *{"payload":{***sub estruturas podem ser adicionadas dentro das chaves***}}*.
- De maneira geral a estrutura acima representa a existência de um objeto com a propriedade '*payload*', que tem como atributo uma outra estrutura JSON genérica (representado pelas chaves).
- Dentro de tal estrutura genérica é possível incluir quantos campos forem necessários, sem que haja necessidade de alterar o cabeçalho de dados.

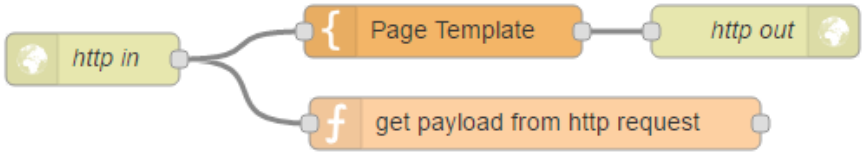
Executando a aplicação exemplo

- Como resultado da sequencia desenvolvida será possível visualizar os dados enviados pela aplicação a partir do terminal do Galileon, no eclipse.
- De maneira geral os dados recebidos serão 0 e 1 repetidos alternadamente, atribuídos ao campo *autocontrol*.
- OBS: A propriedade '*ledstate*' será avaliada posteriormente.

```
Message arrived
     topic: /aula/sub
   message:
{"autocontrol":"1","ledstate":"0"}
```

Construindo uma aplicação web para controle do dispositivo

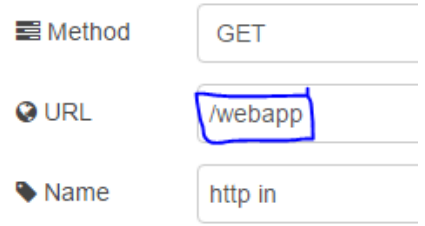
- A aplicação web que será construída tem como intuito obter dados a partir da variação de um *slider*.
- Os dados obtidos serão enviados para o Galileo, para controlar a luminosidade de um LED.
- Para construir a aplicação Web utilizaremos conceitos de HTML, JavaScript e jQuery.
- De maneira geral a construção da aplicação é feita pelos seguintes blocos do Node-Red:



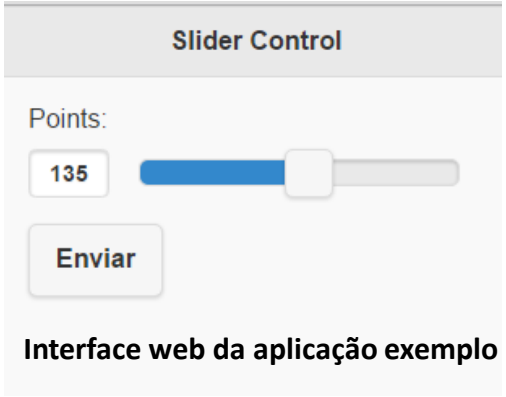
- A estrutura é dada por:
  - Requisição GET HTTP que obtém as referências para a página Web.
  - Construção de um *template* com interface gráfica(HTML) e manipulação de dados (JavaScript e jQuery)
  - Transferência dos dados introduzidos na interface para o Node-Red

Construindo aplicação web para controle do dispositivo

- Observando-se o bloco *'http in'* pode-se determinar qual o complemento da URL que disponibilizara a aplicação.
- Portanto a URL de acesso para a aplicação web será dada pelo complemento */webapp* (configurado pelo desenvolvedor).
  - *Server:porta/webapp*
  - *Ex: meioseletronicos.pad.lsi.usp.br:1500/webapp*



- Para alterar o código referente a aquisição dos dados via HTML, ou alterar o layout da página web, basta editar o código do bloco *'Page Template'*



Interface web da aplicação exemplo

Construindo aplicação web para controle remoto

- De maneira geral o conteúdo do bloco '*Page Template*' define:

```
function sliderMethod(){
    var sliderValue = document.getElementById("slider").value;
    //e necessario alterar a porta do servidor para a porta atribuida ao seu grupo
    var getStatement = 'http://meioseletronicos.pad.lsi.usp.br:PORTA/webapp?ledstate=' + sliderValue.toString();
    httpGet(getStatement);
}
```

- O método para obter o valor atual do *slider* e efetuar uma requisição para atualizar o valor da variável no Node-Red

```
<form action="Javascript:sliderMethod()">
    <label for="points">Points:</label>
    <input type="range" name="slider" id="slider" value="127" min="0" max="255" data-highlight="true">
    <input type="submit" data-inline="true" value="Enviar">
    <p id="demo"></p>
</form>
```

- Construção de um formulário que define a existência de um botão do tipo *"Submit"* e um *"slider"*. E define qual o método será chamado ao clicar no botão, a partir do campo *'action'* no formulário.
- IMPORTANTE!!
  - Para que a aplicação exemplo funcione é necessário substituir a porta do servidor pela porta atribuída ao seu grupo.

Resultados

- Ao executar a aplicação final será possível variar o valor do slider e observar o novo valor sendo impresso no terminal do Galileo.
- Além disso, haverá o acionamento PWM da porta digital 11 no galileo, de acordo com o valor introduzido na aplicação web.
- Será necessário conectar um LED na porta digital 11 para ver o resultado prático. (O código para atuação do LED já está implementado no código exemplo para o eclipse).

```
Message arrived
     topic: iot-2/cmd/status/fmt/json
   message:
{"autocontrol":"1","ledstate":"202"}

Message arrived
     topic: iot-2/cmd/status/fmt/json
   message:
{"autocontrol":"0","ledstate":"202"}
```

- Portanto propõe-se que se utilize o código exemplo para implementar melhorias em sua aplicação do sensor de luminosidade.

Referências

- http://mitsuruog.github.io/what-mqtt/ (websocket MQTT)
- http://tech.scargill.net/a-node-red-websockets-web-page/
- https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-rtchat-app/
- http://l0l.org.uk/2014/01/simple-node-red-web-page/

- HTML
  - http://www.w3schools.com/
- Node-Red
  - http://nodered.org/docs/

Helder Rodrigues
helder.rodrigues@pad.lsi.usp.br