

Gerenciando Dispositivos de Internet das Coisas através de Brokers e WebServers usando Python e MQTT

Diego Fernando, Leonardo Augusto, Davi Luís

Diego Fernando

Apresentação

- Bacharelado em Sistemas de Informação pela UFPI - Picos;
- Desenvolvedor *full-stack* Python Django;
- Membro da equipe de desenvolvimento do SINAIE (Sistema Integrado do Núcleo de Assistência Estudantil).

Áreas de interesse:

- Linguagens de Programação;
- Desenvolvimento Web;
- Inteligência Computacional;
- Internet das Coisas.

Onde me achar:

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9817541290382339>

GitHub: <https://github.com/diegofsousa>

Portifólio: <https://diegofsousa.github.io>

Leonardo Silva

Apresentação

- Bacharel Sistemas de Informação pela UFPI - Picos;
- Desenvolvedor *back-end* Ruby on Rails e Sinatra;
- Grupo de Pesquisa de Redes Veiculares (Iniciativa do Pr.Pablo) - 3 artigos publicados 1 em publicação.
- Pós Graduando em Engenharia de Software - IFPI

Áreas de interesse:

- Linguagens de Programação;
- Redes de Sensores Sem Fio;
- Gerências de Redes;
- Redes Veiculares;
- Gestão de Projetos Ágeis;
- Internet das Coisas.

Onde me achar:

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9122243908948461>

GitHub: <https://github.com/leosilva100>

Cronograma

1. **O que é Internet das Coisas;**
 - a. *Definição;*
 - b. *Perspectiva histórica;*
 - c. *RFID;*
 - d. *Blocos básicos de construção IoT;*
2. **Principais tecnologias de comunicação;**
 - a. *Ethernet, Wi-Fi [...];*
3. **Filosofia DIY;**
4. **Protocolos e tendências de Internet das Coisas;**
 - a. *CoAP, MQTT, Brokers [...];*
 - b. *ZigBee, Arduíno [...];*
 - c. *IPV6;*
5. **Usando MQTT na máquina local;**
 - a. *Instalando Mosquitto para Linux;*
 - b. *Instalando paho-mqtt para Linux;*
6. **Prática;**
 - a. *Projeto I, Projeto II, Projeto III, Projeto IV;*
7. **Referências.**



Internet das Coisas

Definição

A **Internet das Coisas** (do inglês, Internet of Things) é uma revolução tecnológica a fim de conectar dispositivos eletrônicos utilizados no dia-a-dia (como aparelhos eletrodomésticos, eletroportáteis, máquinas industriais, meios de transporte etc.) à Internet, cujo desenvolvimento depende da inovação técnica dinâmica em campos tão importantes como os sensores wireless, a inteligência artificial e a nanotecnologia. (Wikipédia)

Definição

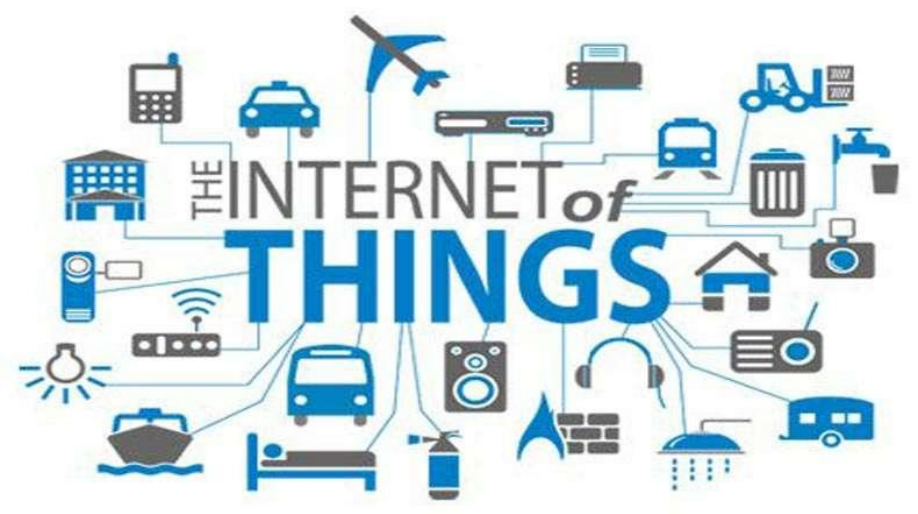
- Extensão da atual *internet*;
- Proporciona capacidade computacional para objetos para conexão com a *internet*;
- *Internet* como plataforma de conexão entre dispositivos;

"O resultado é um mundo que está vivo com informações e fluxos de dados entre um dispositivo e outro e são compartilhadas e reutilizadas para diversos propósitos."

- Center for Data and Innovation

Internet das Coisas

"Things" em IoT, se refere a uma variedade de dispositivos. Eles coletam informações úteis com a ajuda de diversas tecnologias em seguida, de forma autônoma, trocam informações com outros dispositivos.



*"Rede de Computadores é um conjunto
de computadores autônomos
interconectados por uma única
tecnologia."*

- Tanenbaum

*"Rede de Computadores é um conjunto
de ~~computadores~~ autônomos
interconectados por uma única
tecnologia."*

- Tanenbaum

Internet das Coisas

Características de um dispositivo **IoT**:

- Unidade(s) de processamento;
- Unidade(s) de memória;
- Unidade(s) de comunicação;
- Unidade(s) de sensor(es) ou atuador(es).

Perspectiva histórica

A primeira vez que o termo “*Internet of Things*” foi mencionado foi em 1999 por Kevin Ashton, em seu trabalho intitulado “I made at Procter & Gamble”. A IoT nessa época era fortemente relacionado ao uso da tecnologia RFID.

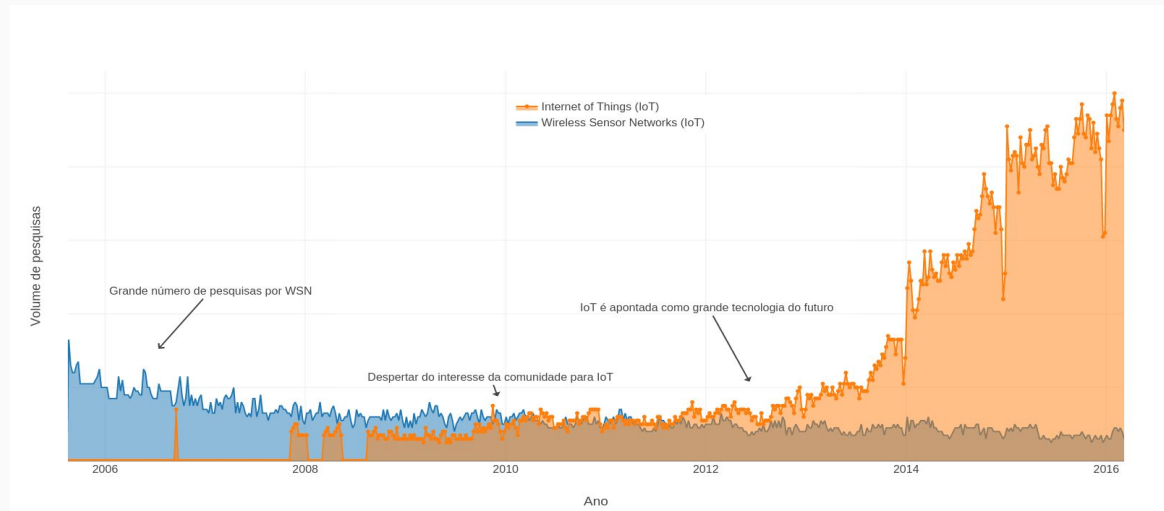
Em 2005, outra tecnologia esteve em evidência. As **Redes de Sensores Sem Fio** (RSSF) viraram tendência abrangendo a Automação Residencial e Industrial.

Perspectiva histórica

Nos anos seguintes (entre 2008 e 2010), o termo **Internet das Coisas** ganhou popularidade rapidamente. Isto se deve ao amadurecimento das RSSFs e ao crescimento das expectativas sobre a IoT.

Em 2012, foi previsto que a IoT levaria entre cinco e dez anos para ser adotada pelo mercado e, hoje, é vivenciado o maior pico de expectativas sobre a tecnologia no âmbito acadêmico e industrial.

Perspectiva histórica



Volume de pesquisas no Google para WSN's e Internet of Things.

Perspectiva histórica



Tecnologias Emergentes

Perspectiva histórica

O primeiro projeto usando IoT foi usando a tecnologia RFID junto às Redes de Sensores sem Fio.

O objetivo foi criar um sistema global de registro de bens usando um sistema de numeração único chamado Electronic Product Code.

Cada aparelho eletrônico, consegue ter sua identificação (que é feita por rádio frequência 'RFID'), que é guardada em um banco de dados.

Perspectiva histórica

Quando esse aparelho se conectar a uma rede, como a internet, que consiga se conectar ao banco de dados, essa rede consegue identificar cada aparelho.

Com os aparelhos identificados por RFID interligados a um banco de dados, e todos eles com conectividade a rede (*internet*), isso faz com que a IOT seja possível.

O RFID

“O divisor de águas em IoT”



RFID

Uma etiqueta ou tag **RFID** é um transponder, pequeno objeto que pode ser colocado em uma pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto, dentre outros. Contém chips de silício e antenas que lhe permite responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora.

Onde o RFID é usado?

- Controle de passagem:
 - A tecnologia de controle de passagem pode ser usada tanto em postos de pedágio e estacionamento, como em controle de produtos em esteiras. Basta o objeto atravessar um sensor que capta sua identificação e de acordo com a demanda aciona (via programação) as ações necessárias.
- Controle de estoque:
 - Essa tecnologia já é utilizada em empresas médio e grande porte, principalmente quando se trata de grandes estoques de produtos, onde o controle deve ser atualizado rapidamente.

Onde o RFID é usado?

- Rastreamento:
 - Por exemplo, um caminhão quando faz carga e descarga, passa por várias etapas dentro de uma empresa, quando implantada uma etiqueta RF em seu pára-brisa, o caminhão passa pelos leitores e disponibiliza sua localização para o controle, possibilitando ao controlador saber se o próximo caminhão já pode ir para a pesagem.
- Identificação:
 - A tendência é que RFID sejam utilizados também para identificação biométrica, com a etiqueta RF em passaportes, documentos de identidade. Assim o detalhamento e as informações do indivíduo podem ser mais precisas, dispensando o uso de vários documentos.

Onde o RFID é usado?



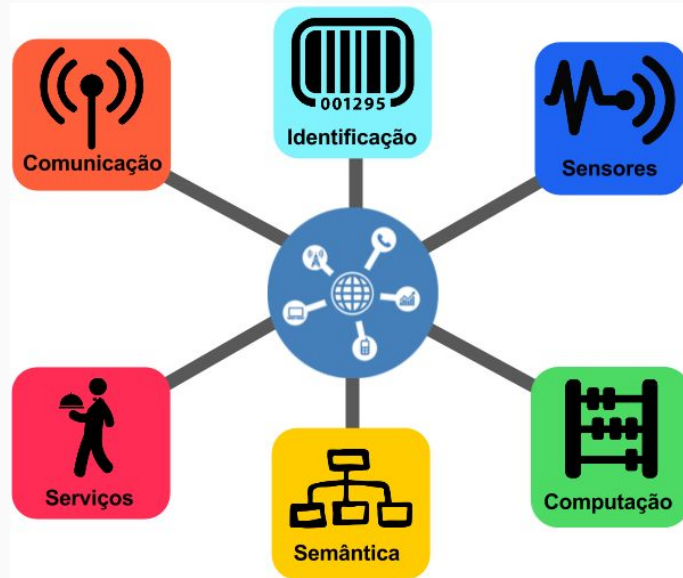
RFID em controle de estoque.

Onde o RFID é usado?



(G1, 2011)

Blocos básicos de construção IoT



Blocos de Construção IoT

Blocos básicos de construção IoT

- **Identificação:**
 - É um dos blocos mais importantes, visto que é primordial identificar os objetos unicamente para conectá-los à Internet. Tecnologias como RFID, NFC (Near Field Communication) e endereçamento IP podem ser empregados para identificar os objetos.
- **Sensores/Atuadores:**
 - sensores coletam informações sobre o contexto onde os objetos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para data warehouse, clouds ou centros de armazenamento. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos..

Blocos básicos de construção IoT

- Comunicação:
 - Diz respeito às diversas técnicas usadas para conectar objetos inteligentes. Também desempenha papel importante no consumo de energia dos objetos sendo, portanto, um fator crítico. Algumas das tecnologias usadas são WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 e RFID.
- Computação:
 - Inclui a unidade de processamento como, por exemplo, microcontroladores, processadores e FPGAs, responsáveis por executar algoritmos locais nos objetos inteligentes.

Blocos básicos de construção IoT

- **Serviços:**
 - A IoT pode prover diversas classes de serviços, dentre elas, destacam-se os Serviços de Identificação, Serviços de Agregação de Dados, Serviços de Colaboração e Inteligência e Serviços de Ubiquidade que visam prover serviços de colaboração e inteligência em qualquer momento e qualquer lugar em que eles sejam necessários.
- **Semântica:**
 - refere-se à habilidade de extração de conhecimento dos objetos na IoT. Trata da descoberta de conhecimento e uso eficiente dos recursos existentes na IoT, a partir dos dados existentes, com o objetivo de prover determinado serviço.

Principais tecnologias de comunicação

- Ethernet:
 - O padrão Ethernet (IEEE 802.3) foi oficializado em 1983 pelo IEEE e está presente em grande parte das redes locais com fio existentes atualmente. Sua popularidade se deve à simplicidade, facilidade de adaptação, manutenção e custo.
- Wi-Fi:
 - A tecnologia Wi-Fi é uma solução de comunicação sem fio bastante popular, pois está presente nos mais diversos lugares, fazendo parte do cotidiano de casas, escritórios, indústrias, lojas comerciais e até espaços públicos das cidades.

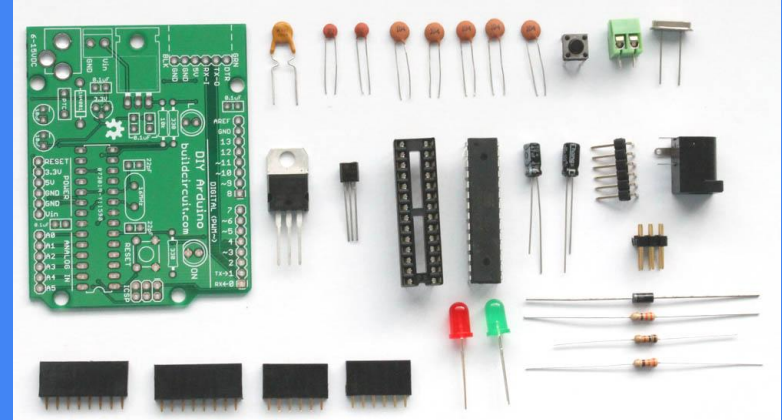
Principais tecnologias de comunicação

- ZigBee:
 - O padrão ZigBee é baseado na especificação do protocolo IEEE 802.15.4 para a camada de enlace. As suas principais características são a baixa vazão, reduzido consumo energético e baixo custo..
- Bluetooth Low Energy
 - O Bluetooth é um protocolo de comunicação proposto pela Ericsson para substituir a comunicação serial RS-232. Atualmente, o Bluetooth Special Interest Group é responsável por criar, testar e manter essa tecnologia..

Principais tecnologias de comunicação

- 3G/4G:
 - Os padrões de telefonia celular 3G/4G também podem ser aplicados à IoT. Projetos que precisam alcançar grandes distâncias podem aproveitar as redes de telefonia celular 3G/4G.

Filosofia DIY

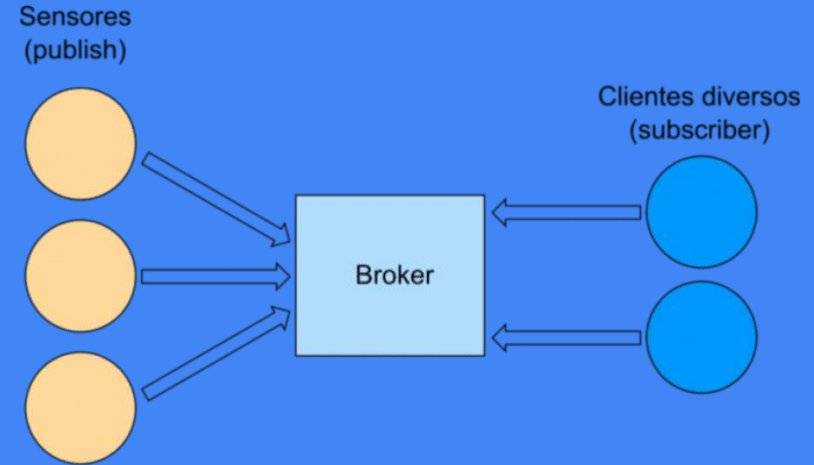


Filosofia DIY

A evolução da eletrônica no mercado e meio científico facilitou a aquisição de diversos tipos de componentes, tornando a produção mais acessível a dispositivos como microcontroladores e embarcados a baixo custo.

A comunidade e chamada de Hardware livre, são desenvolvedores que seguem a filosofia **Do It Yourself – DIY** (faça você mesmo) que trabalham com um hardware barateado e softwares Open Source, produzindo protótipos em microcontroladores [BENTES et al. 2013].

Protocolos de IoT



Protocolos de Internet das Coisas

O protocolo HTTP é usado na Internet para acessar informações seguindo a estratégia requisição/resposta no paradigma cliente/servidor. O HTTP foi desenvolvido para redes com computadores tipo PC.

Diferentemente dos PCs, os dispositivos usados na IoT possuem poder computacional restrito, o que limita a utilização do protocolo HTTP nesses elementos.

Protocolos de Internet das Coisas

Para resolver esse problema, foram desenvolvidos dois protocolos da camada de aplicação especificamente para recuperar informações de dispositivos com baixo poder computacional: CoAP e MQTT.

CoAP

O Constrained Application Protocol (CoAP) é definido e mantido pelo IETF Constrained RESTful Environments (CoRE) working group. O CoAP define uma forma de transferir dados tal como é feito através do REpresentational State Transfer (REST) e, para tanto, utiliza funcionalidades similares ao do HTTP tais como: GET, POST, PUT, DELETE. REST permite que clientes e servidores acessem ou consumam serviços Web de maneira fácil usando Uniform Resource Identifiers (URIs).

MQTT

O Message Queue Telemetry Transport (MQTT) é um protocolo projetado para dispositivos extremamente limitados e utiliza a estratégia de publish/subscribe para transferir mensagens.

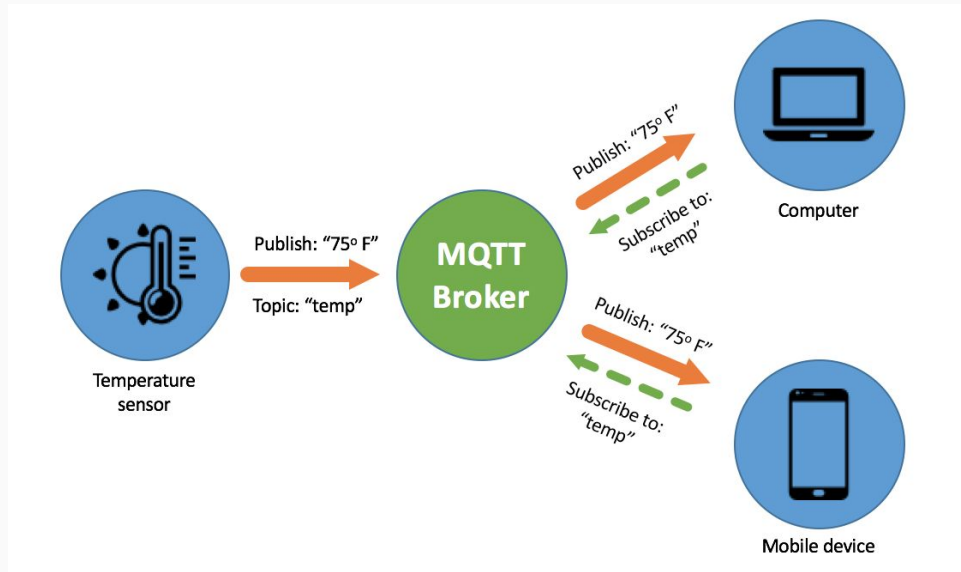
O principal objetivo do MQTT é minimizar o uso de largura de banda da rede e recurso dos dispositivos. Além disso, o MQTT provê mecanismos para a garantia de entrega de mensagens.

MQTT

O MQTT consiste de três componentes. Inicialmente dispositivos se registram (subscribe) a um broker para obter informações sobre dados específicos, para que o broker os avise sempre que publicadores (publishers) publicarem os dados de interesse. Os dispositivos inteligentes (publishers) transmitem informações para o subscriber através do broker.

- Diferencial:
 - Simplesmente mais "leve".

MQTT



Comunicação MQTT

MQTT

- Diferencial:
 - Simplesmente mais "leve".

"Ele tem um cabeçalho simples para especificar o tipo de mensagem, um tópico baseado em texto e, em seguida, uma carga útil binária arbitrária. O aplicativo pode usar qualquer formato de dados para a carga útil como JSON, XML, binário criptografado ou Base64, desde que os clientes de destino possam analisar a carga útil." [IBM]

MQTT - Qualidade de Serviço

- QoS 0 (at most once): É o que conhecemos como “best effort”, ou melhor esforço.
- QoS 1 (at least once): Neste nível existe a confirmação de entrega de uma mensagem.
- QoS 2 (exactly once): Garante que a mensagem seja entregue exatamente uma vez, com envio de confirmações de recebimento e confirmações de recebimento de confirmações de recebimento (!).

Tecnologia ZigBee



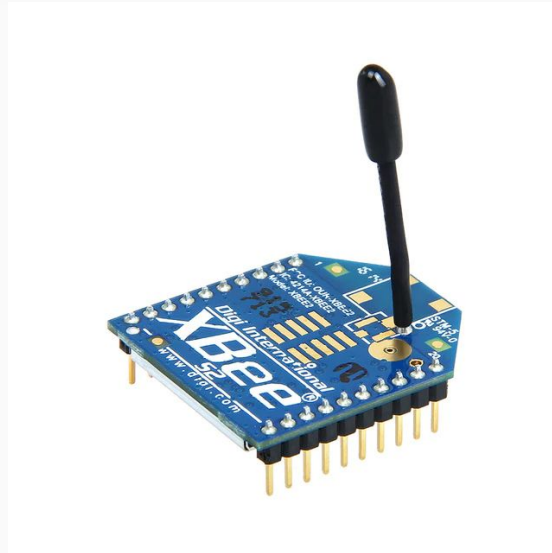
ZigBee - O que é?

Os Xbee's são módulos sem fio que suportam envios de quadros pequenos com latência mínima e pouco consumo de energia criados pela Digi XBee R Ecosystem. Ideais em projetos como os que utilizam controle na agricultura, automação residencial, sistemas de alarmes e supervisão industrial.

ZigBee - O que é?

- Os coordenadores operam como inicializador de um canal de comutação, gerenciando os nós.
- Os Roteadores são encaminhadores de mensagens entre nós de uma rede.
- Os "end devices" são como dispositivos finais que são recebem mensagens vindas de outros nós.

ZigBee - O que é?

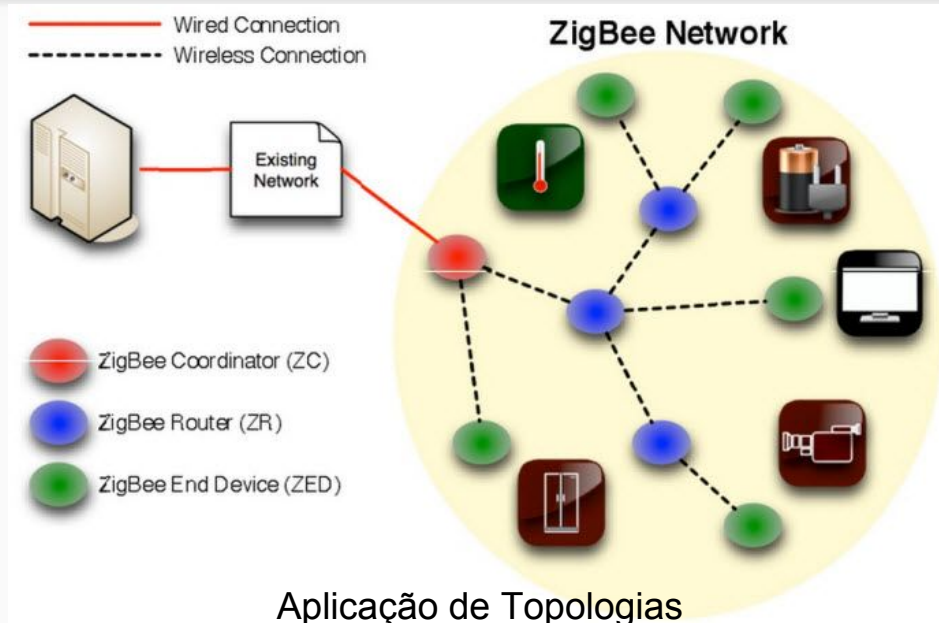


Módulo ZigBee

ZigBee - Topologia

- Malha: Nesta topologia há diversos caminhos possíveis para que a informação seja transferida, ou seja, os dados podem ser passados de dispositivo para dispositivo.
- Árvore: O conceito desta topologia é a hierarquia entre os nós. Na rede podem estar presentes nós que funcionam como centralizadores/coordenadores (pais) ou pode haver nós que se comportam como nós que são coordenados (filhos).
- Estrela: Esta topologia pode ser definida por um nó coordenador e outros nós nas extremidades ligados em rede diretamente a ele.

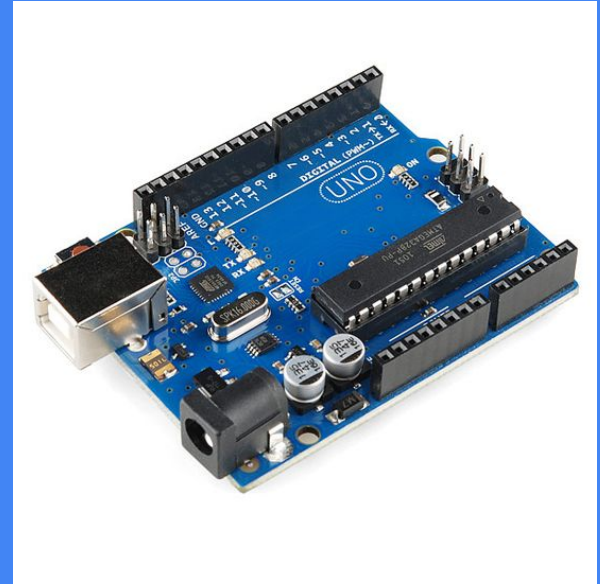
ZigBee - Topologia



Desafio do IPv6

- Mercado afirmou que o IPv6 é a única tecnologia possível para conectar “bilhões à Internet” e construir a Internet das Coisas.
- Hoje existem múltiplos aplicativos que podem ser chamados como IoT. Por exemplo, se um aplicativo de celular é usado para encontrar um lugar de estacionamento gratuito na cidade, então estamos na presença de uma SMART CITY.

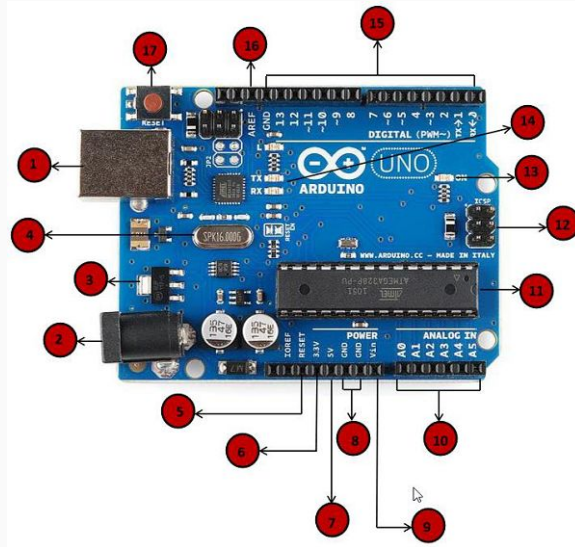
Arduíno



Arduíno

Criada na sua primeira versão por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Basicamente o Arduino é uma placa única que possibilita a exportação de códigos fontes na memória, que indica o que o hardware irá processar. É portada de entradas e saídas digitais ou analógicas (DE SOUZA et al. 2012).

Arduíno



Componentes do Arduíno

Instalando o MQTT

Iremos usar o servidor **Mosquitto**. Para instalar, basta:

```
sudo apt-get install mosquitto mosquitto-client
```

Instalando o MQTT - Se inscrevendo

Para se inscrever em um tópico usando o MQTT na linha de comando:

```
mosquitto_sub -t topic/home
```

Instalando o MQTT - Publicando um tópico

Para publicar um tópico usando o MQTT na linha de comando:

```
mosquitto_pub -t topic/home -m "Ubuntu work!"
```

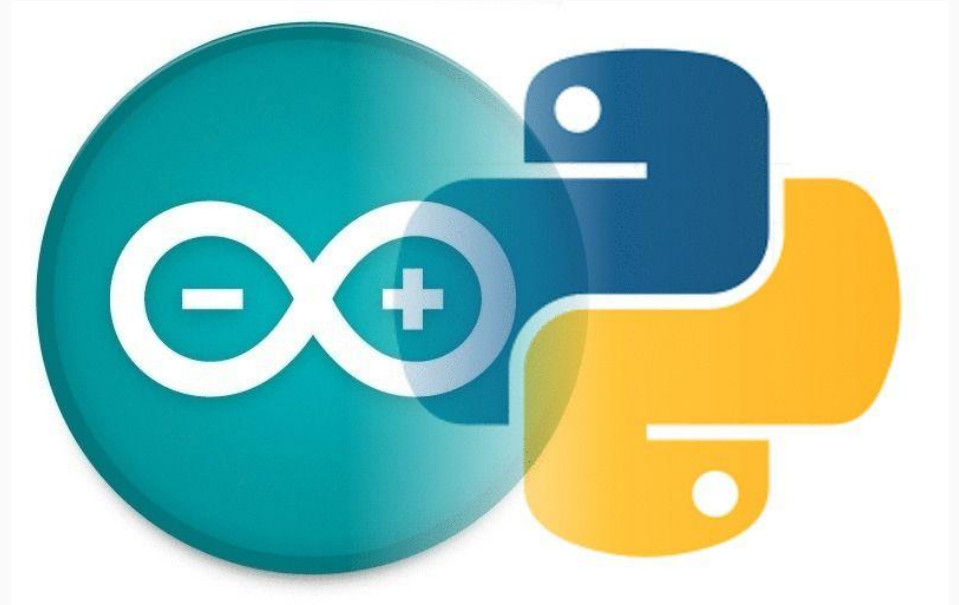
MQTT com Python

Para utilizar o MQTT junto com o Python podemos instalar a biblioteca **paho-mqtt**. Ela provê de uma interface de comunicação entre a linguagem e o broker:

```
pip install paho-mqtt
```


Projeto I

Aplicação linha de comando para comunicação com Arduino através da fila de mensagens local.



Projeto II

Aplicação Android comunicação com Arduíno através do módulo Bluetooth.



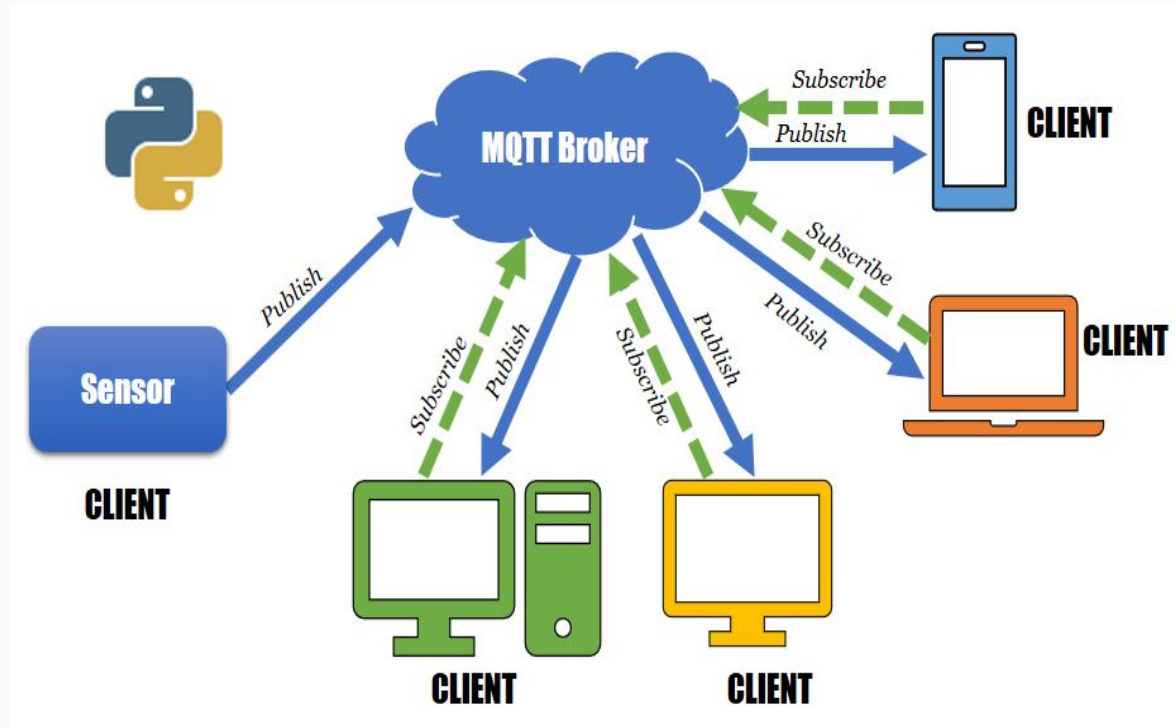
Projeto III

Aplicação linha de comando para comunicação com Arduino através da fila de mensagens local (broker) e atuadores.



Projeto IV

Projeto de Rede Social para gerenciar dispositivos de IoT utilizando brokers em cloud.



Referências

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet**. Uma nova, 2006.

MADEIRA, Frederico. **Sistemas Distribuídos - Internet of Things**. 2015. 33 slides. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/fred_m/iot-internet-of-things-76429629>. Acesso em: 28 set. 2018.

SANTOS, Bruno P. et al. **Internet das coisas: da teoria a prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

TANENBAUM, Andrew Stuart; STEEN, Maarten Van. **Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas**. Pearson Educação,, 2008.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. Pearson educação, 2003.