

WAGNER IDEALI

CONECTIVIDADE em AUTOMAÇÃO IoT

Protocolos I2C, SPI, USB, TCP-IP entre outros.
Funcionalidade e interligação para automação e IoT



ALTA BOOKS
EDITORA

Rio de Janeiro, 2021

SUMÁRIO

Introdução	1
Capítulo 1	
O que é conectividade	3
1 - Conceito	3
2 - Conectividade entre microcontroladores	8
3 - Exercícios	9
Capítulo 2	
Internet das coisas	11
1 - Conceito	11
2 - Arduino	17
3 - Tipos de Arduino existentes no mercado	18
4 - Raspberry Pi	19
5 - Exemplo de aplicação com Arduino	22
6 - Exercícios	23

Capítulo 3Redes e protocolos **25**

1 - Conceito de protocolo	26
2 - O Modelo OSI	26
3 - As camadas do Modelo OSI	29
3.1 Camada física	29
3.2 Camada de enlace de dados	29
3.3 Camada de rede	30
3.4 Camada de transporte	30
3.5 Camada de sessão	31
3.6 Camada de apresentação	31
3.7 Camada de aplicação	32
4 - Redes	32
5 - Redes com fio ou cabeada	32
6 - Redes sem fio	34
7 - As redes sem fios mais populares	35
8 - Exercícios	36

Capítulo 4Estruturas de cabeamento **37**

1 - Padroes IEEE 802.x	37
2 - Padrões físicos	38
3 - Classificação dos cabos	39
4 - Cabo coaxial	39
5 - Par trançado	41
6 - Categorias	43
7 - Cores	44
8 - Fibra óptica	46
8.1 Monomodo	47
8.2 Multimodo	47
8.3 Geometria da fibra óptica	48

8.4 Funcionamento	48
8.5 Transmissão	49
9 - Exercícios	49

Capítulo 5

Protocolo ETHERNET	51
--------------------	-----------

1 - Protocolo ETHERNET: evolução	51
2 - Protocolo ETHERNET e sua estrutura	52
3 - Funcionamento	53
4 - Protocolo ETHERNET em meio compartilhado CSMA/CD	54
5 - Endereço MAC	57
6 - Gigabit ETHERNET	58
7 - Hubs e switches	59
8 - Exercícios	60

Capítulo 6

Protocolo TCP-IP	61
------------------	-----------

1 - Conceito	61
1.1 - Camada de rede	63
1.2 - Camada inter-rede	64
1.3 - Camada de transporte	65
1.4 - Camada de aplicação	66
2 - Protocolo IP	67
2.1 Endereços IP	68
2.2 Mapeamento de endereços IP em endereços de rede	73
2.3 Pacote IP ou internet Protocol	77
3 - TCP (Transmission Control Protocol)	80
4 - UDP (User Datagram Protocol)	82
5 - Roteamento	83
6 - Socket	84
7 - Exercícios	84

Capítulo 7Interface RS232C **87**

1 - Tipos de comunicação serial	87
2 - Nomenclatura para os equipamentos numa comunicação serial	91
3 - Conexão DTE x DCE	92
4 - Conexões DTE x DTE	93
5 - Limitações do RS232C	93
6 - Típica ligação para uma porta RS232C de uso geral	94
7 - Exemplo de aplicação	94
8 - Exercícios	95

Capítulo 8Interface RS422 e RS485 **97**

1 - Conceito	97
2 - Relação entre velocidade e distância	99
3 - Diferenças entre RS422 e RS485	100
4 - Exemplo de aplicação	102
5 - Exercícios	103

Capítulo 9Protocolo USB **105**

1- Conceito	105
2 - Versões do USB	107
2.1 USB1.0	107
2.2 USB1.1	107
2.3 USB2.0	108
2.4 USB3.0	108
3 - Visão geral do sistema USB	109
4 - Conectores USB e a fonte de alimentação	111
5 - Sinalização elétrica USB	113
6 - Como USB se comunica?	115

7 - Pacotes e formatos USB	117
8 - Constituição dos pacotes USB	118
8.1 Pacotes de handshake	119
8.2 Pacotes de token	119
8.3 Pacotes de dados	120
8.4 Pacote PRE	121
8.5 Início dos pacotes de quadros	121
9 - Os controladores host	122
10 - Classes de dispositivos	123
11 - USB OTG 125	125
12 - USB em ambiente microcontrolado	125
13 - Exemplo de descritor	126
14 - Mini e micro USB	134
15 - Exercícios	135

Capítulo 10

Protocolo I2C

137

1 - Conceito	137
2 - Características elétricas	138
2.1 Open drain para comunicação bidirecional	138
3 - Open drain pulling low	139
4 - Open drain releasing bus	140
5 - Operação geral da interface I2C	141
6 - Condições de START e STOP	142
7 - Condição START repetida	142
7.1 Validade dos dados e formato do byte	143
7.2 Reconhecimento (ACK) e não reconhecimento (NACK)	144
8 - Estruturas dos dados no I2C	145
9 - Escrevendo para um slave no barramento I2C	145
10 - Lendo de um slave no barramento I2C	146
11 - Exercícios	147

Capítulo 11Protocolo SPI **149**

1 - Conceito	149
2 - Estrutura dos sinais	150
3 - Relação master-slave do protocolo	152
4 - Estrutura do dispositivo baseado em SPI	153
5 - Forma de onda	154
6 - Exercícios	155

Capítulo 12Protocolo Wiegand **157**

1 - Conceito	157
2 - Camada física	158
3 - Estrutura do protocolo	159
4 - Exercícios	161

Capítulo 13Protocolo CAN **163**

1 - Conceito	163
2 - Padrão CAN	165
3 - Arbitragem	167
4 - Aplicações	169
5 - Exercícios	170

Capítulo 14Protocolo Wi-Fi **171**

1 - Conceito	171
2 - Largura de banda do canal	172
3 - Hotspots Wi-Fi	173
4 - As várias especificações na família 802.11	173
5 - Segurança	175

5.1 Wired Equivalent Privacy (WEP)	175
5.2 Acesso Wi-Fi Protegido (WPA)	175
5.3 IEEE 802.11i / WPA2	175
6 - Modulação adaptativa	176
7 - Problemas típicos com uma rede Wi-Fi	178
8 - O que vem a seguir dentro do mundo das comunicações sem fio?	179
9 - Exercícios	179
Capítulo 15	
Bluetooth	181
1 - Conceito	181
2 - Operação do Bluetooth	182
3 - Masters, slaves e piconets	182
4 - Endereços e nomes Bluetooth	183
5 - Processo de conexão	184
5.1 Inquérito	184
5.2 Paging (conexão)	184
5.3 Conexão	185
5.4 Modo ativo	185
5.5 Sniff mode	185
5.6 Modo de retenção	185
5.7 Modo parque	185
6 - Vinculação e pareamento	186
7 - Classes de potência	186
8 - Perfis Bluetooth	187
8.1 Perfil de Porta Serial (SPP)	187
8.2 Perfil mãos livres (HFP) e perfil de fone de ouvido (HSP)	188
9 - Taxas de velocidade de comunicação	188
10 - Origem do nome Bluetooth	189
11 - Dispositivo de Interface Humana (HID)	189
12 - Versões do Bluetooth	189

12.1 Bluetooth v1.2	190
12.2 Bluetooth v2.1 + EDR	190
12.3 Bluetooth v3.0 + HS	190
12.4 Bluetooth v4.0 e Bluetooth de baixa energia	191
13 - Comparação sem fio	191
14 - Exemplo de aplicação	192
15 - Exercícios	193

Capítulo 16**ZigBee** **195**

1 - Conceito	195
2 - Por que usar ZigBee?	196
3 - Principais aplicações	197
4 - Camadas da arquitetura protocolar ZigBee	198
5 - Topologia da rede	200
5.1 Estrela (Star)	201
5.2 Malha (Mesh)	201
5.3 Árvore (Tree)	202
6 - Modos de operação da rede	202
7 - Padrões adotados no ZigBee para comunicação	203
8 - Exercícios	204

Capítulo 17**Interface Infravermelho (IrDA)** **205**

1 - Conceito	205
2 - Vantagens do infravermelho	208
3 - Desvantagens do infravermelho	208
4 - Velocidade e padrões	209
5 - Aplicação do sistema de infravermelho	210
6 - Exercícios	210

Capítulo 18

NFC	213
-----	------------

1 - Conceito	213
2 - Benefícios do NFC	215
3 - Modos de operação do NFC	216
4 - Sequência básica de operação para leitura ou escrita em um cartão MIFARE	218
5 - Exercícios	221

Capítulo 19

Rumos da conectividade	223
------------------------	------------

1 - ATM	223
2 - Frame Relay	224
3 - MPLS	225
4 - X.25	225
5 - Protocolos em evolução	226
5.1 WiMax	226
5.2 IPv6	226
6 - Protocolos estritamente industriais	227
7 - Exercícios	228

Conclusão	229
------------------	------------

Bibliografia	231
--------------	------------

Links consultados	233
-------------------	------------

Índice	235
--------	------------

CAPÍTULO 1

O QUE É CONECTIVIDADE

Neste capítulo, conceituaremos o termo conectividade, apresentando a estrutura básica para sistemas de hardware e software.

Mostraremos que conectividade não se limita somente a redes clássicas, mas a toda forma de interligar um dispositivo eletrônico a outro, dentro de um protocolo formal, ou, melhor dizendo, abordaremos a capacidade de trocar informações por meios eletrônicos de forma controlada para evitar erros dentro de uma relativa segurança.

1 - Conceito

Podemos afirmar que conectividade em eletrônica ou computação é a capacidade de hosts, computadores, máquinas e todo equipamento eletrônico serem interligados de uma forma adequada para trocar dados e informações (em maior ou menor velocidade, eficiência etc.).

Podemos definir host como um dispositivo que tem a capacidade de processamento mediante programação. É mais apropriado usar a palavra host do que

computador, pois todo equipamento que se denomina host precisa ter a capacidade que o permite existir em seu aspecto construtivo, ou seja, a possibilidade de implementar uma forma, seja por um programa ou hardware, de trocar informação com outro host ou computador.

No passado, dizia-se que não poderíamos mais viver sem os computadores, mas podemos afirmar que hoje seria muito difícil vivermos sem redes de computadores, sem os sistemas interligados – sejam eles interligados por internet ou conexões locais de protocolo rápido, simples, para troca de informações entre o host e os periféricos.

Logo, fica a pergunta: o que é em princípio um computador?¹ A arquitetura de von Neumann define bem isso – uma unidade de entrada fornecendo dados externos, um processamento baseado em um programa armazenado em uma memória, e uma saída retornando ao mundo externo o resultado desse processamento. Na Figura 1.1, isso fica bem claro e, também, mostra a visão que norteará todo o trabalho desta obra. Pouca coisa mudou na arquitetura desde sua concepção na década de 1940 até os dias de hoje. O que efetivamente mudou foi a tecnologia, permitindo mais memória, velocidade, entre outros fatores; porém, os conceitos de entrada, processamento, memória e saída permanecem inalterados, mesmo se tratando de arquitetura RISC, CISC ou Harvard, que é uma variação do proposto por von Neumann.

Em uma linha de produção e para um correto controle e adequação das características do produto, existem inúmeros sensores para medir temperatura, peso, umidade etc. Mas como podemos interligar todos esses sensores até um centro de processamento? Em uma primeira visão, podemos pensar em cabos e fios, mas essa tecnologia nem sempre se faz adequada e funcional devido aos objetos materiais e mecânicos encontrados no caminho. Dessa forma, podemos ter a comunicação, com ausência de fios, entre os dados relativos aos sensores e todo sinal de entrada, para uma unidade central (podemos classificar como computador, porque ele estará acoplado também em um desses módulos de sensores). Embora alguns dos sensores permaneçam fixos durante todo o processo, outros são sujeitos a deslocamentos devido a características do próprio método produtivo – o que faz com que não sejam necessariamente alimentados pela rede elétrica, senão por bateria própria. É também relevante que as características físicas desse módulo permitam sua integração em um ambiente de linha de produção industrial. Assim, para que se adequem aos objetivos pretendidos com o projeto, os módulos de comunicação deverão ter no mínimo as seguintes características:

1 Definição mais ampla do conceito, ainda que hoje tenha se generalizado chamar de computador apenas o tradicional e popular PC

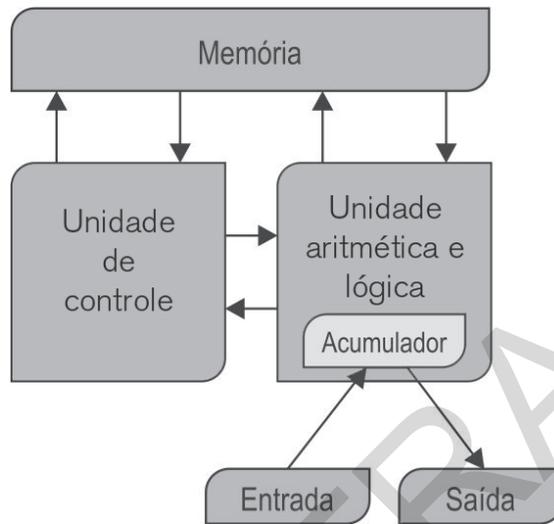


Figura 1.1 Estrutura básica de um computador segundo a arquitetura de von Neumann.

- ☑ Reduzido consumo de energia (ao qual estará também associada uma baixa complexidade), especialmente tendo em vista que se precisa de uma autonomia de energia, nos casos de a alimentação ser efetuada através de bateria.
- ☑ Baixa dependência das condições exteriores e possibilidade de serem integrados em invólucro estanque, não criando assim restrições a sua utilização.
- ☑ Preço razoável, em conformidade com o que deseja que seja executado. No caso do “computador central”, que receberá as informações, poderia se admitir uma maior complexidade, estando sujeito a menores restrições de consumo e dimensões, uma vez que, previsivelmente, estará sujeito a uma instalação fixa ou alimentado à rede, ou até mesmo o equipamento ligado a outro host.
- ☑ Pequenas dimensões, para permitir o acoplamento de forma confortável aos diversos sensores e elementos de medição, assim como seu transporte.
- ☑ Adequação de interface, no sentido de que é desejável que seja ampla a capacidade de interligação a diferentes dispositivos ou hosts, isto é, que a interface disponibilizada seja adequada a sua área de aplicação (nesse caso, o suporte a uma comunicação RS232C ou RS422 será o mais versátil, porque vai permitir acoplamento a balanças, sensores de temperatura ou umidade, pressão etc.).

Para um exemplo clássico de conectividade, podemos citar a webcam com Wi-Fi. Ela tem dentro de sua estrutura um host (pois tem um número de IP), o que dá ao produto uma flexibilidade, graças a um microcontrolador interno, que executa atividades autônomas independentemente do usuário, tais como focar em algo que esteja em movimento, realizar a captura de uma imagem e enviar para um outro host que foi devidamente cadastrado em suas configurações.

A conectividade precisa principalmente verificar a interferência eletromagnética do ambiente quando estamos transmitindo ou recebendo dados, dentre outros fatores. Imagine um ambiente extremamente agressivo eletricamente, como o chão de fábrica, ou áreas externas, se o protocolo não tem algum tipo de verificação de erro, a comunicação ficará comprometida.

A velocidade de comunicação também em alguns casos precisa ser levada em consideração quando temos um grande volume de dados, o que pode, em baixas velocidades, provocar atrasos em sistemas em tempo real.

Assim, podemos afirmar sem risco que um bom sistema de conectividade estará sempre agregado a um protocolo, e este precisa no mínimo ter:

- ☒ Algum tipo de segurança contra ruídos e interferências.
- ☒ Velocidade compatível ao meio de propagação e volume de dados.
- ☒ Verificação de possíveis erros.
- ☒ Formato, estrutura bem definida para poder desenvolver o software de comunicação nas duas pontas.
- ☒ Segurança no transporte das informações contra ataques para “roubar” ou alterar os dados que estão sendo transmitidos.
- ☒ Adequação das tensões envolvidas para o casamento perfeito entre host e periférico.

Podemos ter um sistema de ligação entre o microcontrolador e um dispositivo de unidade de entrada (um sensor) ou entre esse mesmo microcontrolador e um dispositivo de saída (um servomotor), sem um protocolo mesmo que seja muito simples? Podemos dizer que sim, mas o processo pode ficar comprometido por não saber se o que estamos recebendo está correto e o que estamos enviando foi bem recebido pela outra ponta.

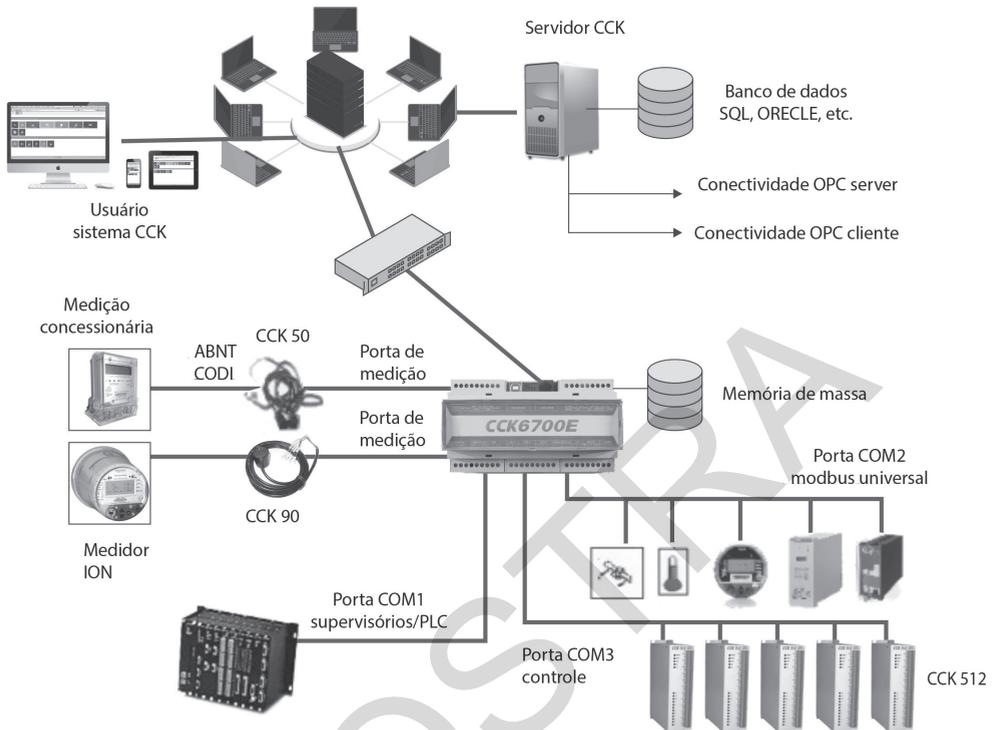


Figura 1.2 Estrutura de conectividade.

A conectividade pode ser vista de duas formas: utilizando cabos, fios de ligação e fibra óptica, de uma ponta a outra, ou sem fio, que realiza a emissão de ondas de rádio, onde a captura desse sinal é feita por uma outra ponta que esteja devidamente sintonizada com essa emissão de frequência.

Em ambos os casos, temos os problemas de ruídos, propagação, velocidade e formato do protocolo, segurança etc, porém, em algumas aplicações, faz-se necessário escolher uma determinada forma de conexão que melhor se adeque a necessidade.

A conectividade de rede também é um tipo de métrica para discutir como partes de uma rede se conectam umas às outras dentro de um universo computacional. Termos relacionados incluem topologia de rede, que se refere à estrutura e composição

da rede como um todo. Existem muitas topologias de rede diferentes — incluindo projetos de hub com a estrutura de forma linear, árvore e estrela —, cada um dos quais configurados de maneira a facilitar a conectividade entre computadores ou dispositivos. Cada um tem suas vantagens e desvantagens em termos de conectividade de rede, isso vai depender de nossa necessidade frente ao que temos em busca para interconectar. Profissionais de TI, particularmente administradores e analistas de rede, falam sobre a conectividade como uma peça do quebra-cabeça da rede, à medida que observam uma variedade cada vez maior de redes e as maneiras pelas quais as peças de rede se encaixam para surtir o resultado desejado. Redes ad hoc e redes veiculares são apenas dois exemplos de novos tipos de redes que funcionam em diferentes modelos de conectividade. Juntamente da conectividade de rede, os administradores de rede e os funcionários de manutenção também precisam se concentrar na segurança como uma grande preocupação, de modo que a confiabilidade dos sistemas de rede esteja intimamente relacionado à proteção dos dados que são mantidos dentro deles. Hoje, quando se fala em redes faz-se necessário falar em segurança de rede, porque, dentro do aspecto de IoT, as redes não ficam circunscritas ao ambiente fechado, mas, sim, operam em ligações na internet.²

2 - Conectividade entre microcontroladores

Conectar um microcontrolador a um sensor, um microcontrolador a outro, ou um microcontrolador a internet, acaba sendo, na atualidade, a maior busca dentro do universo da conectividade. As ligações entre PCs sempre foram a forma mais popular de interconectividades, para não falar dos grandes computadores ligados à internet. No entanto, estamos aos poucos caminhando para um forte processo de interconexão entre pequenos hosts dentro do universo IoT. Assim, diferentes tipos de protocolos se fazem necessários, além do clássico TCP-IP entre hosts (definido acima como qualquer máquina com capacidade de programação e possibilidade de comunicação) e o RS232C entre dispositivos.

Um sensor de temperatura vai responder melhor a uma ligação ao microcontrolador se for interligado via SPI ou I2C, bem como dois microcontroladores podem melhor conversar entre si se estiverem próximos fisicamente através desses mesmos

² A palavra internet é aqui definida como a rede mundial de computadores, pois, atualmente, pode-se confundir com redes locais ou intranet.

protocolos, pois estamos, nesse momento, objetivando custos menores ou complexidade de conexão.

3 - Exercícios

1 – Como podemos definir a conectividade?

R.: Ato de conectar, dentro de um formalismo de protocolo, dois dispositivos eletrônicos.

2 – Como podemos definir um protocolo?

R.: Um processo de comunicação entre dois dispositivos dentro de um formalismo de troca controlada de dados.

3 – Quais são as preocupações que devemos ter em um sistema baseado em um protocolo entre dois ou mais pontos?

R.: Velocidade, tamanho dos dados e distância entre os equipamentos.

4 – Seria possível uma IoT entre host e dispositivo sem um protocolo? Como seria isso?

R.: Sim, é possível, mas o controle fica mais difícil e os resultados são imprevisíveis.

5 – Quais são os sistemas de comunicação que você usaria para interligar dois prédios distantes? Cabos ou conexão sem fio? Por quê?

R.: Um fator importante nas ligações entre grandes distâncias ou entre prédios está principalmente nas interferências eletromagnéticas, então o melhor seria uma ligação via sem fio do tipo Wi-Fi, ou mesmo por fibra ótica, que promoveria uma qualidade ainda maior ao sinal.

CAPÍTULO 2

INTERNET DAS COISAS

Neste capítulo, será feita uma análise rápida do conceito de IoT e de suas mais objetivas aplicações. Mostraremos onde usar e o porquê desse conceito de internet das coisas. Não é um trabalho específico sobre o assunto, porém é importante analisar o termo e a aplicabilidade devido ao fato de que seria impossível, por assim dizer, existir IoT sem conectividade.

1 - Conceito

Uma conexão à internet é algo surpreendente, pois nos dá todos os tipos de benefícios que antes não eram possíveis para explorar esse universo de conhecimento. Um computador com um canal de comunicação à rede mundial abre um mundo que, sem dúvida, está modificando o comportamento da humanidade sobre como ela mesma está vendo o mundo, seja através de seu lado bom ou ruim. Agora, imagine que, de posse de um microcontrolador, você possa explorar esse universo, comunicar-se a distância, entre outros fatores. Se você tem idade suficiente, pense em seu celular antes de ele ser um smartphone. Você poderia ligar e conversar com outra

pessoa dentro do aspecto básico da telefonia, mas agora você pode ler um livro, assistir a qualquer filme ou ouvir qualquer música na palma de sua mão — isso é só para citar algumas das coisas incríveis que seu *smartphone* pode fazer. Agora, imagine que, com esse seu telefone,¹ você possa controlar dispositivos em sua casa e em seu trabalho, e controlar tantas outras coisas a distância. Tudo isso depende basicamente de ter um meio de propagação, que seria a internet, um dispositivo transmissor, no caso o telefone celular, e um dispositivo receptor capaz de realizar o controle mediante sinais recebidos do transmissor, que, por fim, seria um equipamento baseado em um microcontrolador. Esse feito é basicamente o que podemos fazer no mundo da internet das coisas — controlar coisas a distância, verificar o funcionamento e providenciar mudanças que achar necessárias.

Dessa forma, podemos ver que internet das coisas é um conceito que se aplica à interconexão digital de objetos cotidianos com a internet, algo novo e que está tomando um lugar no mundo digital, que, podemos dizer, está derrubando antigos paradigmas. É a conexão dos objetos e dispositivos, até mais do que as pessoas, à internet. Em outras palavras, a internet das coisas é uma rede de objetos e dispositivos físicos capaz de coletar e transmitir dados, tudo controlado por microcontroladores e microprocessadores a distância, via internet, a rede mundial de computadores.

Como a internet das coisas está rapidamente se tornando uma realidade, é cada vez mais intrigante para os desenvolvedores e usuários em potencial. Em uma visão simplista, a IoT pode ser vista como uma sofisticada rede de coisas — que não são apenas computadores típicos, telefones celulares ou máquinas, mas coisas como televisores, relógios, alarmes, forno de micro-ondas, geladeiras, máquinas de lavar, ar-condicionados, automóveis, piscinas e equipamentos médicos instalados no corpo de uma pessoa, ou qualquer coisa em que você acredite que torne a vida mais inteligente e fácil sendo controlada a distância.

Excelente combinação de múltiplas tecnologias para possibilitar uma vida melhor, a internet das coisas é a coleção de objetos na internet ou na rede, em que nós confiamos um determinado controle para facilitar nossas vidas. Até recentemente, as informações eram coletadas separadamente e depois inseridas em sistemas computadorizados para resumir e dar sentido a elas. No entanto, com o advento da IoT, as coisas que gerarão dados se manifestariam e talvez lhe diriam muito mais do que você descobre através dos métodos de mineração rotineira de dados.

¹ Aqui, o telefone celular em questão não é o antigo aparelho básico de telefonia celular, mas o que hoje chamamos de *smartphone*, que tem propriedades de um computador na palma da mão.

A parte mais crítica é aquela em que a IoT é apresentada aos usuários finais de forma mais útil e simplista, pois eles precisam usar o produto para o fim que se objetiva. Muitas pessoas não pensam na eletricidade como o básico para o funcionamento das coisas: o que elas pensam é ligar a televisão, iluminar a sala ou tocar música. A eletricidade para essa finalidade é apenas, para essas pessoas, uma mídia ou um dos facilitadores. Em suma, todas essas coisas são aplicações da eletricidade, ou melhor, da transformação da mesma. Da mesma forma, para fazer um produto IoT, convertê-lo em um aplicativo útil e significativo será a chave de todo o desenvolvimento. Tecnicamente, é mais fácil criar um produto e ter conectividade RF ou Bluetooth integrada a ele. No entanto, isso não necessariamente torna o produto habilitado para IoT. Mas por quê não? Porque o aplicativo que o produto veicula não determina isso. Não sobrecarregar os usuários em geral e, ainda, dar sentido ao produto é bem difícil, por isso eles são os principais impulsionadores para tornar a IoT um sucesso e uma realidade maior e mais produtiva.

Contudo, corremos o risco de transformar banalidades em IoT. Portanto, é necessário o cuidado de “automatizar” processos que justifiquem serem automatizados. Veja o que aconteceu com a calculadora. Muitas pessoas, para realizarem uma simples conta de multiplicar, ligam uma calculadora e executam uma operação que deveria ser feita mentalmente.

Outro fator importante é que nem todos os dispositivos conectados a rede serão alimentados pela rede elétrica através de uma fonte. Alguns serão movidos a bateria, em que o baixo consumo de energia será a chave do sucesso desse produto no mundo IoT. Isso não afeta apenas as trocas de bateria ou os ciclos de carregamento, mas também a mobilidade do dispositivo ou do que estiver conectado.

Curiosamente, os projetistas também precisam responder não só a muitas questões triviais, mas também a críticas, por exemplo: o que *smartphones*, aparelhos industriais, carros, cadeados, roupas inteligentes, aparelhos domésticos etc. falavam uns com os outros? A questão aparentemente simples levanta muitas complexidades subjacentes ao projeto desses dispositivos e sistemas.

Os sistemas de computação com uma estrutura física não são nada além de sistemas incorporados de algum tipo, usando microcontroladores ou um host de médio porte, como

um PC. Esses computadores incorporados fazem algum trabalho com base na lógica predefinida. Os sensores deverão atuar como olho, nariz, ouvido etc.

Um sistema clássico seria um falsa lâmpada com uma CAM (Câmera) interna. Dentro, temos a fonte, a CAM, um microcontrolador com interface Wi-Fi ou TCP-IP via cabo. No interior desse microcontrolador, existe um firmware, que vai dar a essa CAM toda inteligência para vigiar o ambiente e transmitir para um celular. Outro exemplo, podemos ver em uma máquina de lavar roupa “inteligente”. Nesse exemplo, podemos estar fora de casa e controlar o aparelho, via celular, usando um canal de internet. Essa máquina de lavar pode também receber roupas “chipadas” que informam o tipo de roupa a ser lavada e como a máquina deve ser preparada. Caso fosse colocada uma camisa branca junto com uma calça jeans escura, a máquina perguntaria: “você tem certeza que pretende lavar essa camisa junto com a calça?”.

Um sistema baseado em vários tipos de sensores em sua entrada e com as saídas apropriadas gerará um sistema que atuará e funcionará continuamente para obter dados externos e enviar a um host controlador. O controle é feito por um microcontrolador, através de um programa armazenado, chamado de firmware,² que recebe dos sensores as variáveis que estão sendo manipuladas, para, então, realizar o envio dos dados via rede — nesse momento, entra a conectividade, objeto desse trabalho.

Na maioria dos casos, essa informação, reunida do mundo físico usando os sensores, é enviada para um host e usada pelo sistema de host para algum trabalho em circunstâncias rotineiras ou, às vezes, esporádicas. Entretanto, quando começamos a pensar em muitos desses sistemas interconectados e a extrair sentido das informações que todos eles gerariam, começamos a trabalhar em um nível totalmente diferente.

Por exemplo, considere o controlador de nível de água automático simples ou o sinal de trânsito. Como tal, eles são bons exemplos de sistemas embarcados funcionando para alguma utilidade. No entanto, se quisermos interligar esses sistemas rudimentares, primeiro precisamos identificar qual será o uso potencial ao interconectá-los. Se essas são duas coisas ou sistemas totalmente diferentes (como sinal de trânsito e controlador de nível de água), ambos podem não ser úteis um para o outro. Contudo, se houver um controlador de nível de água e um sistema de gerenciamento/medição de utilidades de construção, amarrá-los, juntos, sob o paradigma da IoT faz sentido.

² Firmware é o termo usado para um programa específico de um determinado hardware. Quando o programa é para ser rodado embaixo de um sistema operacional, usa-se o termo aplicativo, ferramenta etc.

Portanto, o projetista do sistema deve primeiro descobrir os usos operacionais de tal aplicativo e, assim, descobrir quais mudanças fazer para tornar o sistema IoT habilitado. Bem, os sensores são o futuro dos dados distribuídos. Não existiria IoT sem os sensores, que são os elementos de captação de dados do mundo externo.

A computação de propósito geral está se dissipando e se tornando cada vez mais incorporada em nossas vidas com o advento da IoT. Estamos começando a movimentar um mar de dados, temos nossos movimentos monitorados e nossos ambientes medidos e ajustados a nossas preferências, sem necessidade de intervenção direta. Isso significa novas oportunidades para projetistas de sensores, mecanismos ativos de sensores e desenvolvedores de tecnologia sem fio, bem como novos protocolos de comunicação. Além disso, ambientes de desenvolvimento com capacidades de design mais inteligentes florescerão e contribuirão sensivelmente para o mundo da IoT.

No geral, a indústria eletrônica tem um grande potencial no futuro próximo. Além disso, como a computação de propósito geral está se tornando obsoleta, a maioria das coisas que são baseadas nela começam a ficar menores e tendem a desaparecer, dando lugar a situações mais bem definidas e de propósitos mais objetivos – o mesmo acontecerá com as empresas baseadas na computação de propósito geral. Alguns dos valores de qualquer máquina estão na forma como a controlamos. Ao executá-los remotamente e atualizá-los todas as noites como um serviço da web, as máquinas podem ser constantemente aprimoradas, muitas vezes, sem qualquer modificação mecânica. A internet, dentro da área industrial, atuando sobre as máquinas, já não tem mais as limitações que havia no passado, pois não está mais limitada pela qualidade de sua inteligência a bordo.

Em muitos outros países onde a IoT já está em ritmo acelerado, as pessoas criaram muitos aplicativos que atendem à base de IoT. No entanto, tenho visto que todos são de natureza ainda bastante monótona e não mostram ou utilizam o potencial que a internet das coisas pode possibilitar. Se você pesquisar na internet, perceberá que há apenas alguns aplicativos típicos baseados em IoT, como *smartwatches*, automação residencial, utilidades domésticas e controles de acesso entre outros. Podemos pensar que a IoT é muito maior que isso. Dando uma olhada, pode-se descobrir tantas aplicações potenciais da IoT, cujo universo é muito grande e a palavra-chave é criatividade.

Pense que, na cozinha, em um belo dia, o morador de repente perceba que a geladeira está vazia e ele precisa de novos produtos. Por que não trabalhar em um aplicativo que emita alertas antecipados e, não apenas isso, também compre as mercadorias antecipadamente. Existem pessoas que gostam de eles próprios irem ao

supermercado realizar as compras, mas a geladeira, por meio do aplicativo, pode avisá-lo do que está faltando.

Veja em seu automóvel quantas possibilidades de IoT em potencial, em sua casa, em seu escritório, e, com isso, sobriaria tempo para gastar de maneira mais útil, como desfrutando com sua família. O ponto é que, se olharmos ao redor com cuidado, há muitas situações em potencial para aplicar os recursos da IoT, para dar às nossas vidas mais conforto e praticidade.

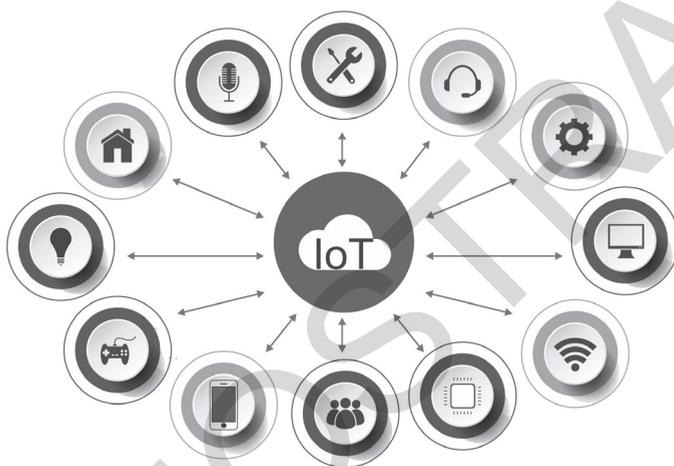


Figura 2.1 Internet das coisas.

Existem muitas plataformas prontas para construção da IoT, desde o desenvolvimento de seu próprio hardware e, então, seu firmware, partes mecânicas etc. Entretanto, atualmente, existem plataformas de hardwares prontas e de baixo custo que permitem ganhar tempo na elaboração da parte “inteligente” dessa automação que pretendemos realizar.

Quando se fala em IoT, precisamos falar também dos recursos computacionais práticos e diretos para acionar os sistemas que queremos controlar. Assim sendo, temos hoje algumas plataformas de hardware e software que contribuem grandemente para o desenvolvimento da IoT. Isso precisa ser analisado, pois existe a relação custo-benefício a ser estudada.

As plataformas Arduino e Raspberry Pi são os principais responsáveis pelo desenvolvimento acelerado da IoT.

2 - Arduino

A plataforma Arduino é um hardware que foi concebido para ser uma arquitetura livre em uma única placa; utiliza um microcontrolador do tipo Atmel AVR, além de outros modelos. Existe nessa plataforma toda uma estrutura que permite o controle de entrada e saída, programação baseada na linguagem Wiring – que é basicamente um C mais simples e objetivo, pois é muito fácil e rápido de elaborar os programas, devido a uma larga gama de bibliotecas.

Na maioria das aplicações IoT, a plataforma responde muito bem como uma solução, mas, quando precisamos desenvolver um produto com base essencialmente no baixo custo, muitas vezes melhor desenvolver o hardware para uma redução de custos, pois vamos eliminar alguns recursos de hardware que não nos interessam, mas, frequentemente, essa plataforma responde bem às necessidades de automação em baixa escala e de rapidez no desenvolvimento.

O projeto Arduino foi criado para proporcionar, principalmente a estudantes, uma plataforma de fácil acesso, barato, funcional e de rápido desenvolvimento.

Muitas vezes construir a placa de circuito impresso, elaborar o circuito eletrônico e testes de funcionalidade física denotam um custo e um gasto dispendioso, o que facilita e muito a utilização dessa plataforma. Ela pode ser usada independente de outros circuitos, tais como servidores externos ou agregado a estes.

Normalmente, uma placa Arduino é composta de um microcontrolador com suas portas de entrada e saída, tanto analógicas como digitais, bem como timers internos, fonte de alimentação (regulador de tensão) e alguns possuem interface USB slave e até mesmo OTG (interface que permite a conexão em outros dispositivos USB slaves). Os Arduinos mais atuais têm interface de rede via cabo, Wi-Fi e Bluetooth. Muitas vezes são usadas as extensões chamadas de shields, que são placas de interface de entrada e saída de dados de diferentes tipos e modelos.

A plataforma Arduino tem suas limitações de processamento, quantidade de memória, linhas de I/O, entre outras coisas, o que mostra que essa plataforma está mais voltada para o processamento de sinais com baixo volume de dados.