

KIT DIDÁTICO PARA DISCIPLINAS DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

Cíntya Lira – cintyalira@hotmail.com
Fabyola Catão – fabyolacatao@gmail.com
Jadson Caetano – jadsoncaetano92@gmail.com
Leônidas da Silva – leonidasafs@gmail.com
Marcos Galindo – marcosgalindo6@gmail.com
Victor Guimarães – victor.fgd7@gmail.com
Marcílio A. F. Feitosa – marcilio@poli.br

Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Mestrado em Tecnologia da Energia
Rua Benfica, 455 - Madalena
50720-001 – Recife – PE

Resumo: *Instrumentação é uma disciplina de suma importância na formação de um Engenheiro Eletrônico, bem como de outras áreas de formação. É a base para as disciplinas de Controle e Automação de Processos. Devido a diversas limitações, a maioria financeira, é ministrada quase que totalmente de forma teórica, onde o professor explica os princípios de funcionamento dos principais sensores, suas simbologias, e apresenta aos alunos, quando possível, esses sensores industriais, na maioria das vezes trazidos só para aquela aula. Nos Projetos Pedagógicos, em geral, se prevê laboratórios de disciplinas como eletrônica analógica, sistemas digitais, microcontroladores e microprocessadores, controladores lógicos programáveis, etc. Mas, pelo que foi pesquisado nas principais Instituições de Ensino de Engenharia (de acordo com o Guia do Estudante), a maioria não prevê laboratórios de instrumentação. Os kits didáticos comercializados são de custo elevado, o que inviabiliza sua compra em períodos de crise como o que o país vem atravessando. A proposta desse artigo é a confecção de um kit didático para a disciplina de Instrumentação, com uma grande variedade de sensores que, apesar de não serem os industriais (que precisam suportar condições adversas), atuam baseados nos mesmos princípios físicos. Além dos sensores o kit conta com uma unidade de processamento baseada na plataforma de desenvolvimento Arduino e uma placa WiFi, que envia os dados captados pelos sensores para a nuvem, de onde podem ser monitorados em qualquer browser, tanto num computador como num smartphone.*

Palavras-chave: *Kit Didático. Instrumentação. Sensores. Arduino. WiFi.*

1 INTRODUÇÃO

Existe um consenso de que a metodologia de ensino tradicionalmente utilizada na Universidade, fundamentada na transmissão/recepção de conhecimento fixo e acabada, não consegue mais promover a aprendizagem significativa de conhecimentos conceituais nem consegue encorajar o desenvolvimento de outros tipos de conhecimentos valorizados na vida profissional e social. Atualmente, é cada vez mais difícil conciliar o volume tão crescente de conhecimentos técnicos científicos utilizando-se modelos educacionais convencionais e/ou rígidos (RIBEIRO, 2010).

O mercado profissional vem consolidando a ideia que o "saber fazer" é que deve ser usado como diferencial na escolha de seus profissionais, ou seja, esperam cada vez mais profissionais que tenham conhecimentos práticos e não apenas teóricos. Aulas práticas são mais atrativas aos alunos e, se ministradas de forma correta, fazem com que o aluno vá atrás de mais conhecimentos teóricos para entender como determinado equipamento funciona. Além disso, cursos com maior foco na prática apresentam uma menor evasão. Pensando nisso, e observando a carência de aulas práticas na disciplina de Instrumentação, surgiu o tema desse artigo.

Nos cursos universitários oferecidos pelas universidades brasileiras nas áreas de engenharia, grande parte dos assuntos ministrados nas disciplinas de instrumentação, controle e automação é feito de forma teórica. Por razões financeiras a parte prática por muitas vezes não é abordada como deveria. Em geral o professor explica o princípio de funcionamento dos sensores industriais e, quando os tem disponíveis, os mostra aos alunos.

No desenvolvimento deste trabalho, foi realizada uma pesquisa sobre as ementas das disciplinas de Instrumentação (ou similares) ministradas nas melhores universidades brasileiras segundo o Guia do Estudante 2017 (ABRIL, 2017), tais como Universidade de Brasília, PUC de Minas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Uberlândia, USP e UNICAMP. Percebeu-se que as mesmas não apresentam aulas práticas em suas ementas. Foi encontrada prática apenas na Universidade Federal da Bahia, na disciplina Instrumentação II, a qual apresenta experiências com sensores em sua ementa. Em quase todas universidades observadas na pesquisa, as ementas das disciplinas de instrumentação são muito similares. São dadas noções sobre medidas, erros, análise estatística dos erros, princípios de funcionamento dos diversos tipos de sensores e noções de sistemas de controle.

Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico/químico de maneira específica e que pode transformar esse estímulo em outra grandeza física para fins de medição ou monitoramento (BALBINOT, 2011). Existem vários tipos de sensores baseados nos mais diversos princípios físicos que possibilitam medir variáveis de processo como temperatura, pressão, vazão, nível, assim como propriedades físico-químicas, tais como viscosidade, pH, calor de combustão e densidade, e composições (fração de moles, concentrações, etc.).

Diante deste cenário, este artigo propõe o desenvolvimento de um kit didático com o qual o aluno poderá observar na prática o funcionamento de diversos tipos de sensores, bem como poderá, em um segundo momento, desenvolver estratégias de controle e compreender os conceitos de IoT (Internet das Coisas) e da Indústria 4.0.

2 DESENVOLVIMENTO DO KIT

Foi feita uma pesquisa de mercado para determinar a existência de kits aplicados à prática do ensino de Instrumentação, bem como para determinar o custo de tais kits (Tabela 1). Com base nessa pesquisa e nos principais sensores abordados nas ementas dessa disciplina, foi escolhido um leque de sensores a serem incorporados no kit em desenvolvimento. Foram

escolhidos sensores de diversos tipos, como os sensores de temperatura, umidade, luminosidade, pressão, gás, força/peso, indutivo, óptico, capacitivo, ultrasônico e efeito hall (para medir corrente). A Figura 1 detalha os sensores que compõem o kit nessa primeira versão.

Figura 1 - Descrição dos sensores empregados no kit.

| | | | |
|--|---|--|---|
| O sensor de Gás MQ-5 GLP e Gás Natural |  | Sensor Óptico - Encoder |  |
| Sensor de luminosidade |  | Sensor Touch Capacitivo |  |
| Sensor de peso- célula de carga 50Kg |  | Sensor de Pressão de Ar DIP 40kPa |  |
| Sensor de temperatura DS18B20: |  | Sensor de Umidade e Temperatura DHT11 |  |
| Sensor de umidade de solo |  | Sensor de Corrente Não Invasivo 20A SCT-013 |  |
| Sensor Indutivo LJ12 A3-4-Z/BX |  | Módulo sensor de distância ultrasônico hc-sr04 |  |

Fonte: Dos autores.

Foram encontrados poucos kits comercializados no mercado. Alguns apresentavam preço elevado, não condizente com a realidade de uma universidade pública. Outros apresentavam uma pequena variedade de sensores, o que limita a quantidade de práticas que podem ser realizadas com o uso do kit.

Além dos sensores, o kit é composto por uma unidade de processamento, baseada na plataforma de desenvolvimento Arduino Mega 2560, que é baseado no microcontrolador ATmega 2560, de 8 bits e arquitetura RISC avançada, contemplado de 54 pinos de entradas e/ou saídas digitais (pinos de I/O), 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial e, vale ressaltar que 15 destes pinos de I/O digitais podem ser utilizados como saídas PWM (Modulação por Largura de Pulso). A alimentação da placa pode ser feita tanto pela porta USB, como por uma alimentação externa. No kit proposto, foi utilizado a alimentação externa para não precisar ter um computador disponível durante todo o tempo.

Tabela 1 - Comparativo de preços entre alguns kits comerciais.

| Especificação do kit | Valor |
|--|---------------|
| Kit didático em sensores industriais XC201. Marca: EXSTO | R\$ 13.900,00 |
| Kit Controlador de Temperatura AUZ0181/AUZ0182 Marca: Anzo | R\$ 4.030,00 |
| Bancada Didática De Automação E Robótica Com Arduino Mega 38LKWJ5K Marca: arduoeleetro | R\$ 799,99 |
| Kit Arduino máster mega R3 v. 2 com ethernet e wifi HX2MTN4NB Marca: arduoeleetro | R\$ 799,99 |

Fonte: Dos autores.

A escolha de utilização do Arduino foi por existir uma infinidade de referências e exemplos encontrados na internet, viabilizando o aprendizado extracurricular. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto e foi desenvolvida com intuito de minimizar as dificuldades na montagem do hardware.

As vantagens da utilização da Plataforma Arduino para o desenvolvimento de atividades educacionais são: permitir a gravação direta do microcontrolador quando ligado a uma porta USB de um computador, apresentar um tamanho reduzido, possuir um vasto conjunto de placas auxiliares no formato de módulos, tanto os chamados shields como os módulos desacoplados, os quais facilitam em muito o desenvolvimento de projetos (LIMA, 2012).

Numa segunda versão o kit deverá contar com um display LDC onde o usuário poderá ver as medições que está realizando, ou até um display gráfico. Mas nessa primeira versão optou-se pelo envio dos dados obtidos pelos sensores para a nuvem, o que é possível com o auxílio de um módulo WiFi conectado à plataforma Arduino. O módulo WiFi utilizado foi o ESP8266 (ADAFRUIT, 2015), que se comunica com o Arduino através de comunicação serial e se conecta à internet através de alguma rede wireless disponível no ambiente. Para visualizar os dados obtidos pelos sensores optou-se por exibi-los na forma de gráficos disponibilizados no site ThingSpeak, que é um serviço que oferece uma infraestrutura de web e um protocolo de comunicação baseado em http para envio e recebimento de dados gerados pelo Arduino ou qualquer outro dispositivo com recursos para comunicação em rede (DR BIT, 2018).

Com isso o aluno começa a ter contato com dois temas em destaque atualmente, a Internet das Coisas (IoT) e os conceitos da Indústria 4.0, onde os dados podem ser enviados para a nuvem, processados, utilizados para uma tomada de decisão, e depois, no caminho inverso, o sistema pode atuar no processo, de acordo com uma estratégia de controle que pode ser desenvolvida para o kit.

Durante o desenvolvimento do kit se previa a necessidade de circuitos de condicionamento dos sinais provenientes dos sensores, para que os mesmos pudessem ser interpretados pelo Arduino. Alguns sensores, como a célula de carga e o de pressão, têm um sinal de saída muito baixo ($\approx 0,1$ mV), o que não permitiria a interação direta com o Arduino, para tal foi utilizado o módulo HX711, que é um amplificador e conversor analógico-digital (ADC) de 24 bits.

Para alguns outros sensores não foi necessário implementar nenhum tipo de conversor, como o sensor de corrente que tem uma saída de 0V a 1V. Para estes, utilizando a programação, é possível se obter uma interação direta com o Arduino que escala este valor para 4 a 20 mA gerando os gráficos necessários. Existem sensores que são passíveis de utilização tanto em saída analógica quanto na saída digital, como é o caso do encoder.

2.1 Diagrama Elétrico e Montagem

O diagrama elétrico do kit foi desenvolvido com o auxílio do Software Fritzing®, que é um programa de código aberto para o desenho de circuitos. Seu download pode ser feito no site: <http://fritzing.org/home/>. Suas principais vantagens são sua facilidade de uso e sua representação virtual que é praticamente idêntica à montagem física.

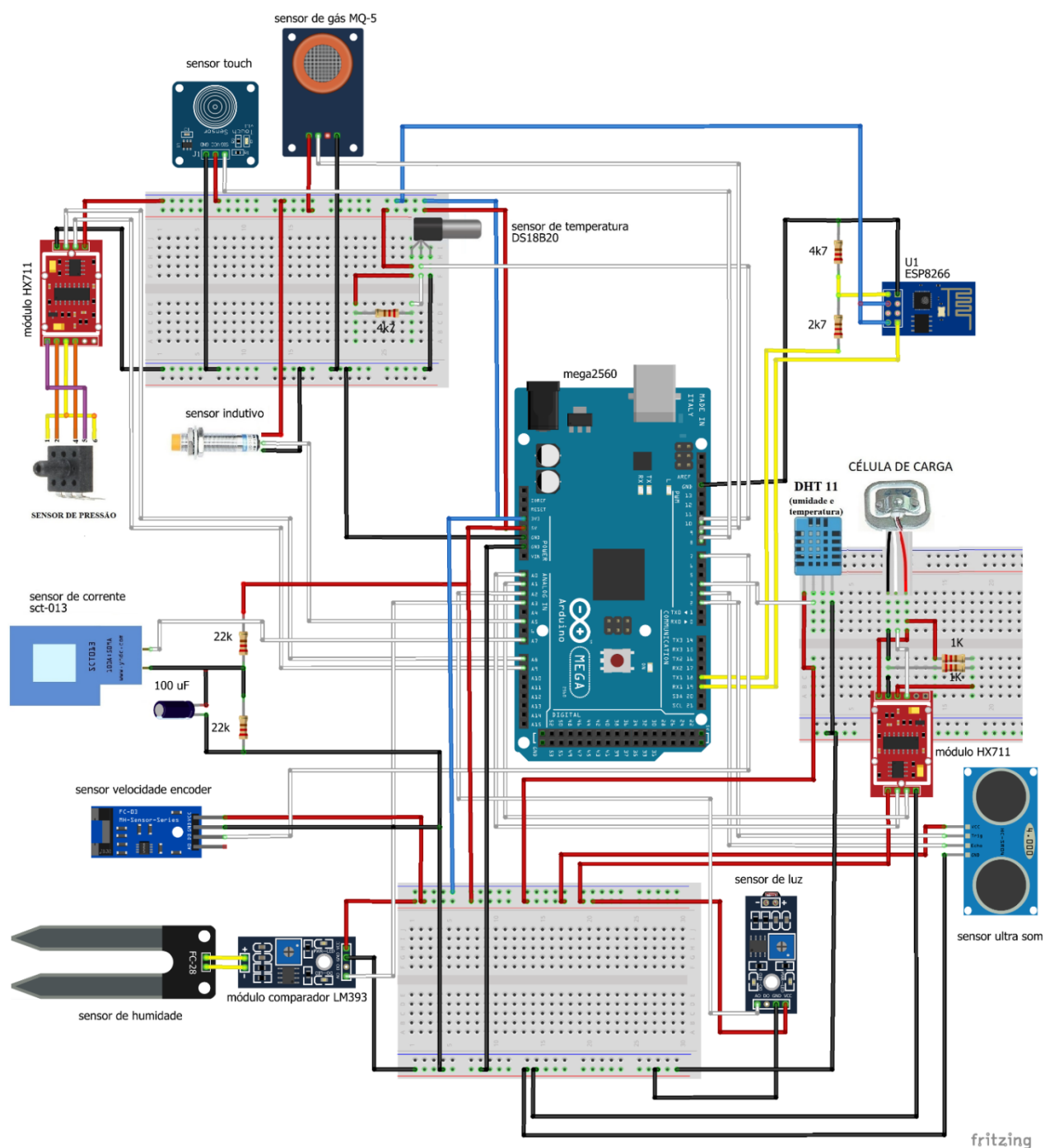
A montagem do circuito elétrico foi feita seguindo-se exatamente o esquema elétrico da Figura 2. Nela estão representados todos os sensores previstos para o kit mas essa seria uma situação extrema, onde todos os sensores estariam funcionando simultaneamente. Nas práticas, um subconjunto de sensores pode ser utilizado por vez, de acordo com o objetivo e o roteiro da aula. A plataforma Arduino e o Módulo WiFi foram acondicionados numa caixa. Optou-se por uma fonte estilo carregador de celular, externa. Já os sensores ficam externos à caixa pois devem ficar próximos às grandezas a serem monitoradas. Eles são conectados ao circuito interno através de barras de conectores tipo sindal, onde os fios dos sensores são aparafusados para uma melhor conexão. A caixa permite a conexão do Arduino a um computador externo, através de um cabo USB, necessário na hora de realizar ajustes no firmware que roda no Arduino, ou ajustar a senha da rede WiFi disponível.

2.2 Desenvolvimento da Aplicação

Foi utilizada a IDE do Arduino versão 1.85 disponível em <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, e a biblioteca do ESP8266 (ESP8266WiFi, já disponível entre as bibliotecas padrão do Arduino). Foram realizados os testes iniciais do Arduino com o computador para verificar se este estava de fato se conectando à rede WiFi. A etapa seguinte foi a leitura dos dados captados pelos sensores e verificação dos sinais e conferência se os mesmos estavam sendo enviados para a nuvem, para o site ThingSpeak. Foi utilizado como base o código disponibilizado pelo Ilias Lamproy (VIRTUINO, 2018), a partir do qual foram feitas as devidas adaptações para o kit proposto. Na Figura 3 temos um fluxograma do código utilizado no Arduino.

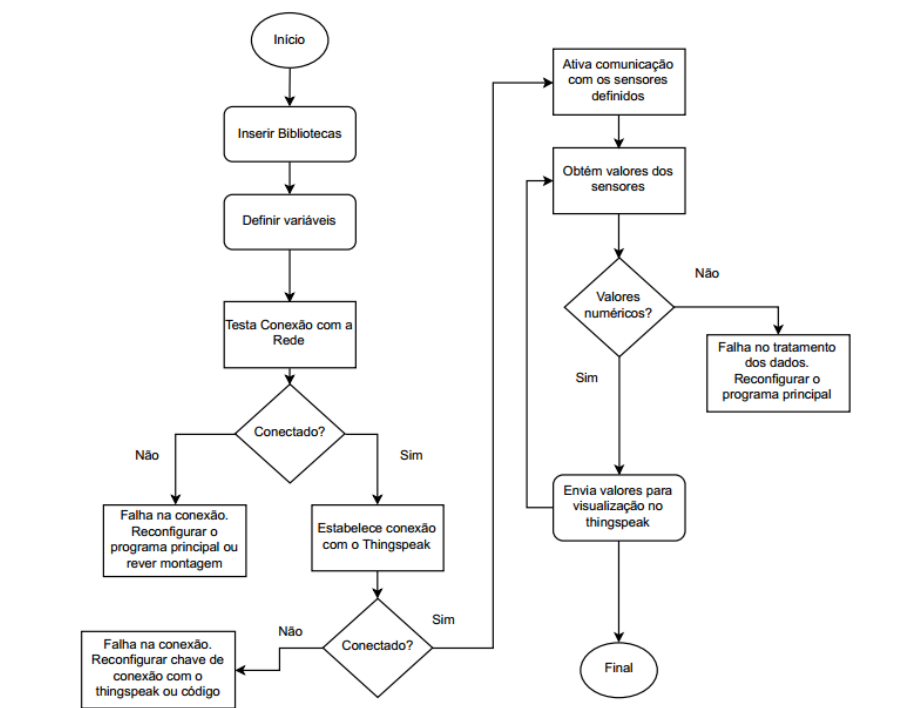
Foi criada uma conta e um canal público para visualização dos dados no ThingSpeak. No canal, foram colocados monitores para acompanhar os dados e utilizada a chave de escrita do canal criado no código para possibilitar a visualização dos dados obtidos no ThingSpeak. A interface Arduino + ESP8266 transmite sinais para o canal num intervalo de 20 segundos, de modo a evitar ruído e imprecisões nas leituras. O tempo de upload dos dados é um limitante para aplicações que exigem maior rapidez na atualização dos dados mas, as grandezas monitoradas pelo kit são grandezas de variação lenta, como a temperatura e a umidade. Caso seja necessária uma taxa de aquisição maior, pode-se acrescentar ao projeto um cartão de memória onde os dados seriam armazenados de forma rápida e depois enviados a uma taxa mais lenta para o site. Outra opção seria o uso de um servidor dedicado, mas isso iria trazer complicações para o desenvolvimento.

Figura 2 - Diagrama elétrico desenvolvido no Software Fritzing®.



Fonte: Dos autores.

Figura 3 - Fluxograma do firmware gravado no Arduino



Fonte: Dos autores.

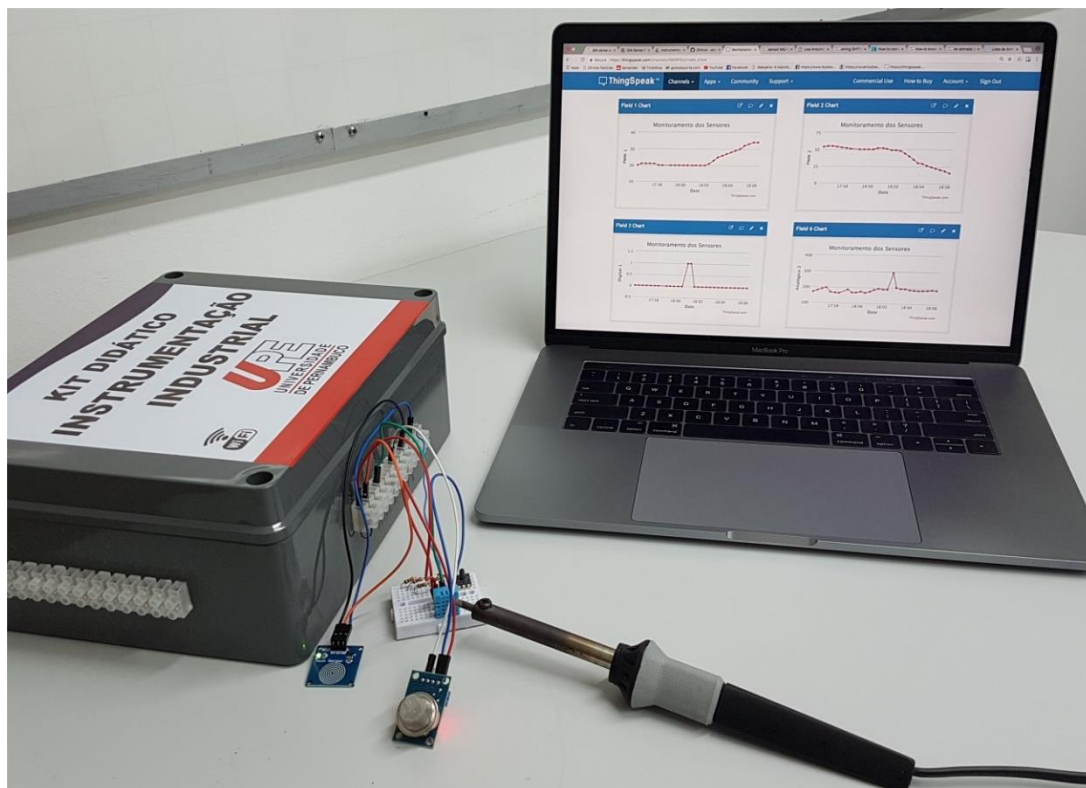
3 RESULTADOS

Nessa primeira versão do kit, o Arduino, o módulo WiFi e todos os sensores foram adquiridos em lojas online com envio via SEDEX. Tudo isso encarece o produto. Produção em massa desses kits deve envolver negociações com fornecedores para baixar o custo.

O custo com materiais para o kit aqui proposto foi em torno de R\$ 550,00 com um total de 12 sensores. Um ponto a se observar é a não abrangência dos kits comerciais encontrados em relação à quantidade e variedade de sensores sugerida neste artigo. Outro ponto que deve ser destacado é a versatilidade do kit, que pode ser utilizado tanto nas aulas de Instrumentação, como em outras disciplinas. A opção de não dispor de um display para exibir os gráficos dos dados dos sensores faz o custo ser ainda menor pois o aluno pode visualizar essas informações na tela do seu computador, presencialmente ou de forma remota. Pode ainda visualizar pela tela de um smartphone, dispensando o display no equipamento ou o uso de um osciloscópio.

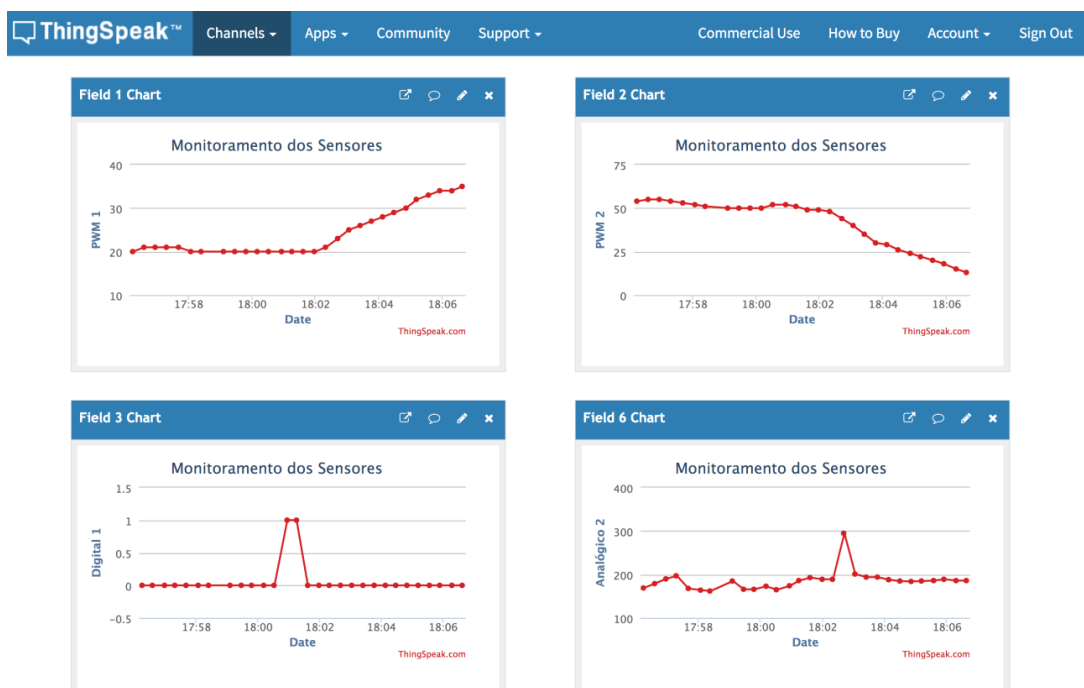
A programação do kit segue a linguagem adotada pelo Arduino, que tem se difundido bastante entre os estudantes. Isso faz com que o kit seja de fácil programação e configuração. Um manual com sugestões de práticas e roteiro para as montagens deve ser elaborado, bem como deve ser disponibilizado os esquemáticos e os códigos do firmware, para que os alunos interessados possam montar seus próprios kits. Na Figura 4 temos o sistema em uso, monitorando os dados provenientes de 4 sensores e os enviando para a nuvem. Na Figura 5 podemos observar melhor o ambiente do site ThingSpeak, onde estão sendo exibidos os dados dos 4 sensores simultaneamente.

Figura 4 – Primeiro protótipo do Kid Didático para Instrumentação monitorando quatro sensores e enviando os dados coletados para a nuvem no site ThingSpeak®.



Fonte: Dos autores.

Figura 5 - Visualização dos dados de 4 sensores através do site ThingSpeak®.



Fonte: Dos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi utilizada a plataforma Arduino conectada a uma rede WiFi para servir como auxílio didático para aluno de graduação em engenharias, principalmente as elétricas. Foi utilizada essa plataforma devido à sua simplicidade de uso, mesmo para aqueles com pouca experiência com hardwares de microcontroladores e programação.

A proposta foi construir um kit de baixo custo para facilitar a aquisição deste pelas universidades públicas ou privadas. Atualmente, existem no mercado alguns kits disponíveis, entretanto esses kits ou são muito caros para aquisição ou apresentam baixa funcionalidade com um número reduzido de sensores. Além da impossibilidade de agregar novos elementos para aumentar sua versatilidade.

O relativamente baixo custo do kit proposto, bem como suas funcionalidades e facilidade de programação e configuração, tem como objetivo permitir que instituições de ensino como a Escola Politécnica de Pernambuco possam adquirir alguns kits, o que propiciaria uma inovação nas aulas da disciplina de Instrumentação e uma melhoria no aprendizado dos alunos. A aquisição de 10 kits já seria suficiente para a realização de práticas em turmas de até 40 alunos.

Já a montagem dos protótipos dará a oportunidade dos alunos praticarem a leitura e interpretação de esquemas elétricos bem como a utilização de instrumentos como o multímetro. Avaliando as vantagens envolvidas durante o processo de montagem do kit sob a ótica pedagógica, o projeto proposto neste artigo é superior por potencializar a experiência prática pelos alunos além de ajudar na solidificação dos conhecimentos teóricos vistos em sala de aula.

O kit proporciona o experimento prático da forma de funcionamento dos mais diversos tipos de sensores bem como a sua forma de atuação. Os conceitos de IoT foram praticados a partir da aquisição dos dados dos sensores, processamento e transmissão através de módulo ESP 8266 para a nuvem, com posterior apresentação numa página de internet.

Por fim, a utilização do kit didático no ambiente acadêmico proporcionará o atendimento das necessidades de execução de tarefas práticas dos conteúdos teóricos ministrados em sala de aula pelos cursos de Engenharias.

5 REFERÊNCIAS

ABRIL, Os Melhores Cursos Engenharia Eletrônica, Disponível em:
<https://guiadoestudante.abril.com.br>. Acesso em: 01 jan 2018.

ADAFRUIT, ESP8266EX Datasheet Version 4.3, 2015, Disponível em: https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266_Datasheet_EN_v4.3.pdf, Acesso em 10 Maio, 2018.

ARDUINO 1.8.5. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>> Acesso em 04 de abril de 2018.

BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V.J. Instrumentação e Fundamentos de Medidas 2a.ed. São Paulo: Editora LTC. 2011.

DR BIT, ThingSpeak com Arduino e outros dispositivos, Disponível em: <<https://drbitblog.wordpress.com/2014/05/02/thingspeak-com-arduino-e-outros-dispositivos/>>, Acesso em 04 de abril de 2018.

LIMA, Charles Borges de; VILLAÇA, Marco V.M. AVR e Arduino: **Técnicas de Projeto.2.** ed. Florianópolis: Ed. dos autores, 2012. 632 p.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). São Carlos: EdUFSCar. 2010.

VIRTUINO. Disponível em:< <http://iliaslamprou.mysch.gr/index.php/en/>> Acesso em 03 de abril de 2018.

DIDACTIC KIT FOR INSTRUMENTATION AND CONTROL DISCIPLINES

Abstract:

Instrumentation is an important discipline in the training of an Electronic Engineer, as well as other training areas. It is base for disciplines like Control and Process Automation. Due to several limitations, most of them financial, it is taught almost entirely theoretically, where the teacher explains the principles of operation of the main sensors, their symbols, and presents to the students these industrial sensors. Most of then brought by the teacher only for that class. In general, pedagogical projects, provides laboratories for disciplines such as analog electronics, digital systems, microcontrollers and microprocessors, programmable logic controllers, etc. It was surveyed that most of the main Engineering Education Institutions (according to an Student Guide publication), do not provide instrumentation labs. The educational kits sold are of high cost, which makes it impossible to buy them in periods of crisis like what the country has been going through. The purpose of this article is to create a didactic kit for the Instrumentation discipline, with a great variety of sensors. In addition to the sensors, the kit has a processing unit based on the Arduino development platform and a WiFi card, which sends the data captured by the sensors to the cloud. They can be monitored in any browser, both on a computer or a smartphone.

Key-words: Didactic Kit. Instrumentation. Sensors. Arduino. WiFi.