

## EM DIREÇÃO A UM INSTRUMENTO VIRTUAL VOLTADO À INTERNET DAS COISAS

LUCAS M. S. XAVIER<sup>1,2</sup>; PATRÍCIA T. DAVET<sup>1</sup>; ALEXANDRE R. R. DE SOUZA<sup>2</sup>;  
ADENAUER C. YAMIN<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>UFPel – Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup>UCPel – Universidade Católica de Pelotas

{lmdsxavier, ptdavet, adenauer}@inf.ufpel.edu.br, arrsouza@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A incorporação de capacidades de processamento, comunicação e sensoriamento a objetos cotidianos vem ganhando dimensão prática devido a uma série de fatores; entre eles, pode-se destacar os avanços nas tecnologias de dispositivos embarcados, melhorias nas tecnologias de interconexão de computadores e oferta de novos tipos de sensores e atuadores. A Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things* ou IoT) tem como objetivo central a incorporação maciça desses *objetos inteligentes* aos ambientes utilizando a infraestrutura já existente da Internet como suporte para comunicação. A interação autônoma entre esses objetos possibilita o desenvolvimento de aplicações ubíquas, com natureza distribuída e capazes de explorar aspectos como a mobilidade do usuário e a natureza dinâmica das infraestruturas modernas (LOPES et al., 2014).

A evolução da IoT está vinculada à superação de uma série de desafios tecnológicos relacionados a aspectos como escalabilidade, custo, segurança, consumo energético, interoperabilidade e privacidade (GOUVEIA, 2013). Espera-se que a computação consciente ao contexto assuma um papel central no enfrentamento de alguns desses desafios (PERERA et al., 2014). O contexto de uma entidade compreende um conjunto de informações – adquirido de modo automático por meio de sensores ou fornecido manualmente pelos usuários – que permite caracterizar sua situação. A situação de uma entidade é utilizada pelas aplicações conscientes ao contexto para qualificar a interação com o usuário. Em particular, a consciência ao contexto é uma alternativa para lidar com sistemas adaptativos, com processos de comunicação complexos e baseados em dispositivos altamente heterogêneos.

A instrumentação eletrônica moderna tem como premissa a incorporação de microprocessadores aos instrumentos de medição, o que permite a transferência de funções do hardware do instrumento para seu software. A instrumentação virtual, por sua vez, caracteriza-se pelo uso de hardware modular para a aquisição das grandezas a serem medidas, em conjunto com software capaz de realizar o processamento destas grandezas e produzir uma visualização para as mesmas (SUNDARAMURTHY; DANANJAYAN, 2014). O software é executado em uma máquina de propósito geral (PC ou *smartphone*) que se comunica com o hardware de aquisição por meio de uma interconexão digital. Essa concepção permite que os instrumentos possam ser reconfigurados para realizar diversas funcionalidades por meio de alterações no software de virtualização e, adicionalmente, que suas informações sejam disponibilizadas de acordo com as premissas dos sistemas distribuídos.

A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um instrumento virtual com duas vertentes de acesso: a primeira, por meio da interação direta entre o

hardware de aquisição e um software de virtualização específico; e a segunda, empregando um *middleware* para IoT para armazenamento, disponibilização e/ou processamento automatizado das informações referentes às grandezas medidas pelo hardware de aquisição. Nos dois casos, serão empregados canais de comunicação sem fio (Bluetooth e/ou Wi-Fi). Neste artigo será apresentada a concepção da arquitetura do instrumento, bem como a metodologia escolhida para sua prototipação e validação.

## 2. METODOLOGIA

O ciclo de desenvolvimento e pesquisa para este trabalho consiste de etapas de modelagem, implementação e validação, realizadas de forma iterativa.

A concepção inicial para o instrumento proposto contempla o desenvolvimento de um hardware modular dotado de conectividade sem fio. A arquitetura do hardware é composta por dois grandes blocos: o módulo de condicionamento e aquisição do sinal e o módulo de controle, processamento e comunicação. Um diagrama de blocos para a arquitetura está representado na Figura 1.

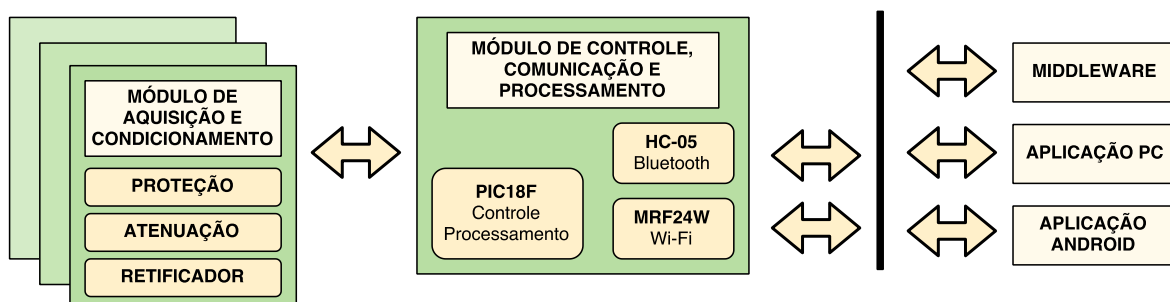


Figura 1 – diagrama de blocos da arquitetura do instrumento proposto

O bloco de condicionamento e aquisição é um circuito analógico linear com duas funções principais: (i) ajustar a amplitude do sinal de entrada à faixa de operação do conversor A/D, atenuando, retificando e/ou amplificando o sinal; e, (ii) proteger o hardware contra eventos de sobretensão. Sua principal premissa é permitir a operação em ampla faixa dinâmica (da tensão da rede elétrica residencial até níveis típicos de circuitos CMOS).

O bloco de controle, processamento e comunicação possui como atribuições (i) amostrar o sinal recebido do condicionador; (ii) realizar uma etapa inicial de processamento do sinal; (iii) disponibilizar, em canais de comunicação sem fio, uma representação da grandeza adquirida em unidades de medida usualmente empregadas; e (iv) controlar o condicionador de acordo com a faixa da medição. O bloco de controle deve ser capaz de lidar com múltiplos canais de medição, provenientes de múltiplos blocos de condicionamento.

A primeira implementação do bloco de condicionamento utiliza um retificador de precisão com atenuação variável, além dos circuitos de proteção. O nível de atenuação é selecionado automaticamente pelo bloco de controle em um esquema de *autorange*. O bloco de controle é composto por um microcontrolador da família PIC18F (com conversores A/D internos), um módulo Wi-Fi da família MRF24W e um módulo Bluetooth. O protocolo HTTP é utilizado para comunicação tanto com o *middleware* quanto com o software de virtualização.

Para cada um dos blocos, estão sendo desenvolvidos protótipos, os quais serão submetidos a etapas de validação parcial. A validação do condicionador será voltada para aspectos como precisão, sensibilidade e características como tensão máxima e impedância de entrada. Já a validação do bloco de controle objetiva verificar características como a faixa de amostragem e a vazão da comunicação. Com a implementação e a integração dos dois blocos concluída, será conduzida uma etapa de validação geral do instrumento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estágio, a concepção geral da arquitetura do instrumento proposto está completa e o trabalho se encontra em fase de prototipação. Estão definidas tanto a topologia do circuito de condicionamento quanto as tecnologias empregadas pelo módulo de controle. Foi construído um protótipo funcional do bloco de controle baseado no microcontrolador PIC18F4550, sendo disponibilizado um único canal de comunicação por Bluetooth, bem como um software de virtualização para PC com vistas a permitir a realização das etapas parciais de validação antes da conclusão do software definitivo. O bloco de condicionamento e a comunicação Wi-Fi estão em fase de implementação.

Foi realizada uma etapa de validação parcial envolvendo apenas o bloco de controle e visando à determinação das características de desempenho do conversor A/D do PIC. Foram executados dois testes. No primeiro, foram realizadas 30 medições para cada valor de tensão de um conjunto de dez tensões de referência entre 0 V e 5 V, que foram aferidas com o auxílio de um multímetro Minipa ET-1002. Para cada tensão de referência, a média dos valores adquiridos pelo conversor foi comparada com a tensão indicada pelo multímetro (o desvio padrão para as medições manteve-se inferior a 1,2% da média em todos os casos). Os valores obtidos foram usados para alimentar uma análise de regressão linear, a partir da qual determinou-se a quantidade de erro introduzida pelo conversor. Os resultados estão sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 – erros introduzidos pelo conversor A/D do PIC18F4550

Tipo de erro	Magnitude (relativo ao fundo de escala)
Offset	0,38%
Ganho	0,33%
Linearidade	0,53%

O segundo teste foi voltado para a determinação da máxima taxa de amostragem possível para o instrumento, bem como do impacto nessa taxa causado pelas tarefas de processamento e comunicação. O teste contemplou dois cenários. No primeiro, o módulo de comunicação processou uma requisição HTTP de 46 bytes a cada segundo, o que representa um caso de pouca carga computacional imposta ao PIC, permitindo a determinação da máxima taxa de amostragem. Nesse caso, o conversor adquiriu aproximadamente 18161 amostras por segundo. No segundo cenário, a aquisição das amostras dividiu a capacidade de processamento com seis requisições HTTP com 80 bytes a cada segundo, representando um cenário com carga computacional mais elevada. Nesse cenário, a taxa de amostragem média foi de 12275 amostras por segundo.

Os resultados de ambos os testes estão em conformidade com a expectativa. Para o primeiro teste, os erros medidos provêm de duas origens: flutuações na alimentação e imprecisões causadas pelo próprio conversor A/D. Embora esteja em estudo o uso de um microcontrolador da mesma família com conversor de resolução superior, a quantidade de erro introduzida é da mesma ordem de grandeza da quantidade de erro esperada para o módulo de condicionamento; assim, a substituição do PIC ou a utilização de um conversor externo com especificações superiores não é imperativa. Adicionalmente, o circuito final prevê o uso de uma referência de 4 V (com 1% de tolerância) para o conversor, o que deve minimizar a parcela do erro causada por flutuações na alimentação. Com relação ao segundo teste, a taxa de amostragem obtida é inferior à máxima taxa teórica; contudo, isso se deve à divisão do tempo de processamento entre as tarefas de aquisição, controle e comunicação. Esse escalonamento dos recursos de processamento se reflete, também, na redução da taxa de amostragem no caso de teste com maior carga computacional.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi proposto o desenvolvimento e a prototipação de um instrumento virtual com duas vertentes de acesso: uma orientada à perspectiva de acesso local, por meio de uma interface personalizada; e a outra de acesso remoto, por meio da integração a um *middleware* para IoT. A concepção arquitetural do trabalho foi realizada, e o instrumento está em fase de prototipação. O bloco de controle do protótipo e a interface de instrumentação virtual estão concluídos. As etapas de validação parcial já realizadas confirmaram a utilização das tecnologias inicialmente escolhidas para implementação do protótipo. Como direcionamentos futuros, as atividades a serem priorizadas são a implementação da comunicação Wi-Fi e a integração com o *middleware* EXEHDA, o que permitirá a plena caracterização do instrumento como voltado para IoT, bem como a realização de novas etapas de validação.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOUVEIA, P. R. N. T. **Convergência de Redes Sem Fios para Comunicações M2M e Internet das Coisas em Ambientes Inteligentes**. 2013. Dissertação de Mestrado – Universidade da Beira Interior, Covilhã.

LOPES, J.; SOUZA, R.; GEYER, C.; COSTA, C.; BARBOSA, J.; PERNAS, A.; YAMIN, A. A Middleware Architecture for Dynamic Adaptation in Ubiquitous Computing. **Journal of Universal Computer Science**, Graz, v.20, n.9, p. 1327-1351, 2014.

PERERA, C.; ZASLAVSKY, A.; CHRISTEN, P.; GEORGAKOPOULOS, D. Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, [s.l.], v.16, n.1, p. 414-454, 2014.

SUNDARAMURTHY, R.; DANANJAYAN, P. Configuration Strategies for Reconfigurable Virtual Instruments using FPGA. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS AND SIGNAL PROCESSING**, Melmaruvathur, 2014. Proceedings... Madras: IEEE, 2014. p. 1698-1703.