

Desenvolvimento de placa de aquisição de dados para monitoramento de sistemas de transmissão de energia sem fio

Development of data acquisition board for monitoring wireless power transfer systems

Leonardo Fransoze Soriani¹, Lucas Ricken Garcia²

RESUMO

Um sistema de transferência de energia sem fio envolve a interação de dois ou mais circuitos, onde um circuito primário é normalmente a fonte, e um circuito secundário a carga. O propósito fundamental desse sistema é assegurar a transferência máxima de potência para o circuito secundário ou alcançar a eficiência máxima ao longo desse processo de transferência. O desenvolvimento de uma placa de aquisição de dados para monitoramento desses sistemas visa melhorar a eficiência e a confiabilidade deles. Fazendo assim com que a transferência de energia elétrica sem fio, tenha um uso abrangente e uma variedade de aplicações, como carregamento sem fio de dispositivos eletrônicos, veículos elétricos, sistemas de energia renovável e sistemas na área de saúde. A placa de aquisição de dados desempenha um papel na monitorização desses sistemas, coletando informações sobre o desempenho, a eficiência e a segurança envolvidas com a transferência de energia sem fio.

PALAVRAS-CHAVE: Placa de aquisição; Transferência de energia sem fio; Monitoramento de sinal.

ABSTRACT

A wireless power transfer system involves the interaction of two or more circuits, where a primary circuit is typically the source, and a secondary circuit is the load. The fundamental purpose of this system is to ensure maximum power transfer to the secondary circuit or to achieve maximum efficiency throughout this transfer process. The development of a data acquisition board for monitoring these systems aims to improve their efficiency and reliability. Thus, wireless power transfer has a wide range of uses and a variety of applications, such as wireless charging of electronic devices, electric vehicles, renewable energy systems and healthcare systems. The data acquisition card plays a role in monitoring these systems, collecting information about the performance, efficiency and safety involved with wireless power transfer.

KEYWORDS: Acquisition board; Wireless power transfer; Signal monitoring.

INTRODUÇÃO

O monitoramento de circuitos de transmissão de energia sem fio, ou em inglês, *wireless power transfer* (WPT) vem se tornando mais importante com a demanda cada vez maior de energia elétrica e o desenvolvimento de dispositivos vestíveis, dispositivos implantáveis e veículos elétricos, junto com a intenção de reduzir os custos e impactos que a transmissão de energia cabeada causa ao ambiente. De fato, devido a sua segurança e acessibilidade, a WPT é uma tecnologia promissora que tem sido fortemente estudada nas últimas décadas (ZHANG *et al.*, 2019).

Para garantir que haja uma boa segurança para esses equipamentos é inevitável que as informações obtidas sejam monitoradas para verificar se o sistema de transmissão está atuando dentro das especificações exigidas. Neste sentido, o desenvolvimento de soluções eletrônicas para aquisição de sinais de um sistema de WPT é algo importante para o desenvolvimento e estudo de novas tecnologias de WPT, com soluções de

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: leonardosoriani@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8130141362962943.

² Docente no Curso de Engenharia Eletrônica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: lucasgarcia@utfpr.edu.br. ID Lattes: 1085422040174691.

aquisição de sinais pode-se coletar informações precisas sobre o desempenho do sistema, seja em tempo real ou não.

Placas de aquisição de dados são dispositivos que realizam a conversão de sinais analógicos para digitais, permitindo assim a recepção e o armazenamento de dados, e com a ajuda de um *software*, demonstrar esses valores calculados e obtidos na tela de um computador. Essas placas normalmente são compostas de canais de entrada que podem ser configuradas de diferentes modos de sinais, realizando a leitura de sinais de tensão e corrente elétrica (SILVA, 2016).

Além disso, a partir da aquisição de dados pode-se desenvolver soluções adicionais destinadas à atuação sobre um sistema, ou seja, implementar soluções de controle que podem ter como objetivo sanar problemas de funcionamento bem como melhorar o desempenho do sistema. Para o contexto de sistemas de WPT, vislumbra-se um posterior controle da tensão de entrada ou da distância entre o circuito de transmissão e recepção (SMITH *et al.*, 2019).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo realizar os primeiros passos no desenvolvimento de uma solução para aquisição de dados de sistemas de WPT, prevendo múltiplos canais de leituras, com ajustes de amplificação/atenuação e offset para o devido condicionamento do sinal, e já prevendo a incorporação de futuras soluções de controle. A solução de aquisição desenvolvida deverá, em uma segunda etapa de desenvolvimento, receber e enviar informações a um software dedicado ao contexto de sistemas de WPT.

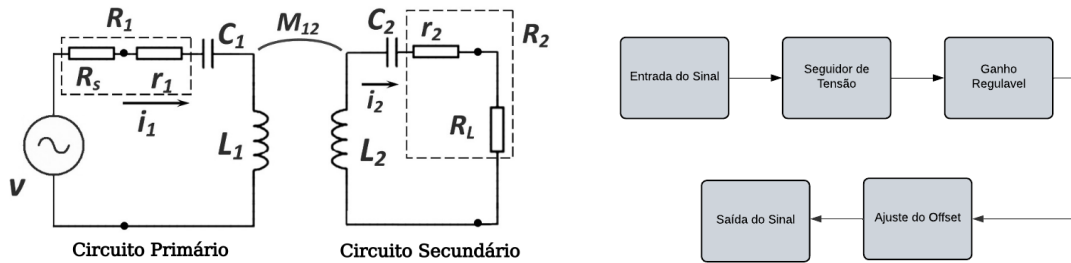
MATERIAIS E MÉTODOS

Em geral, um sistema de análise de dados examina as informações adquiridas pelo sistema de coleta de dados e comunica ao usuário a condição presente dos elementos. Esses sistemas possuem a capacidade de serem empregados em variados tipos de aparelhos, tais como em dispositivos direcionados à saúde e em aplicações voltadas para o setor industrial (LEE *et al.*, 2018). Geralmente são formados por um bloco de processamento, em que o sistema realiza alguns cálculos utilizando de operações aritméticas e lógicas, bloco de memória para armazenamento de dados, conversores analógico digital (ADC) e circuitos de aquisição e condicionamento de sinais (MONTEIRO, 2007). Como demonstrado em (BARLETT *et al.*, 2017), (SMITH *et al.*, 2019) e (LEE *et al.*, 2016).

No contexto do presente projeto, o sinal de entrada (v) do circuito de interesse é provido por um gerador de funções, em que se pode ajustar a frequência e a tensão para que o circuito de WPT opere em ressonância. Este sinal é então amplificado e aplicado na entrada do circuito de WPT, tal como mostrado na Figura 1(a).

Para monitorar o circuito de WPT ressonante pode-se seguir uma abordagem monitorando apenas a corrente sobre o primário, tal como apresentado em (RICKEN GARCIA; ABATTI, 2021), bem como monitorar tensão de entrada, tensão sobre a carga e corrente sobre o primário ou outros sinais de interesse para análise do sistema. Estes sinais são, portanto, condicionados para que o nível de tensão e ruídos estejam adequados para o processo de conversão analógico digital. Para isso foram utilizados circuitos amplificadores/atenuadores, circuito de offset e seguidores de tensão (como apresentado na Figura 1(b)).

Figura 1 - Apresentação do a) Circuito Generalizado de WPT e b) Diagrama em blocos do Hardware em desenvolvimento.



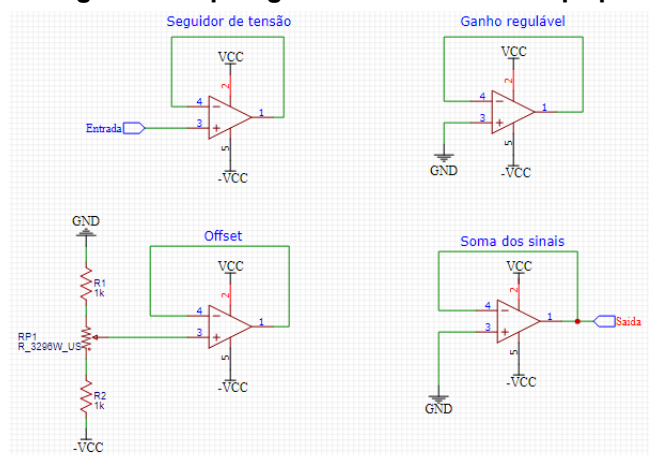
Fonte: a) Adaptado de Garcia e Abatti (2021); b) Autoria Própria (2022).

O microcontrolador STM32F411, será o responsável por intermediar a comunicação entre o circuito que receberá o sinal de saída das bobinas e o aplicativo via software que o usuário solicitará. Esse microcontrolador foi escolhido para o projeto por oferecer o melhor equilíbrio entre consumo de energia em seu modo de execução e de desempenho de processamento, integrando um grande número de recursos. Oferece um núcleo Cortex-M4 com unidade de ponto flutuante, que roda a 100 MHz (MOUSER ELECTRONICS, 2022).

Circuito para placa de aquisição

A placa foi desenvolvida utilizando um site gratuito para desenvolvimento de esquemático eletrônico de placas, o EasyEDA (EASYEDA, 2023). Esse circuito além de receber o sinal de saída das bobinas, deve ampliar o sinal e condicioná-lo para que ocorra uma correta conversão do sinal analógico para o domínio digital. Tal circuito foi desenvolvido seguindo as topologias representadas na Figura 2.

Figura 2 - Topologias utilizadas com AmpOp.

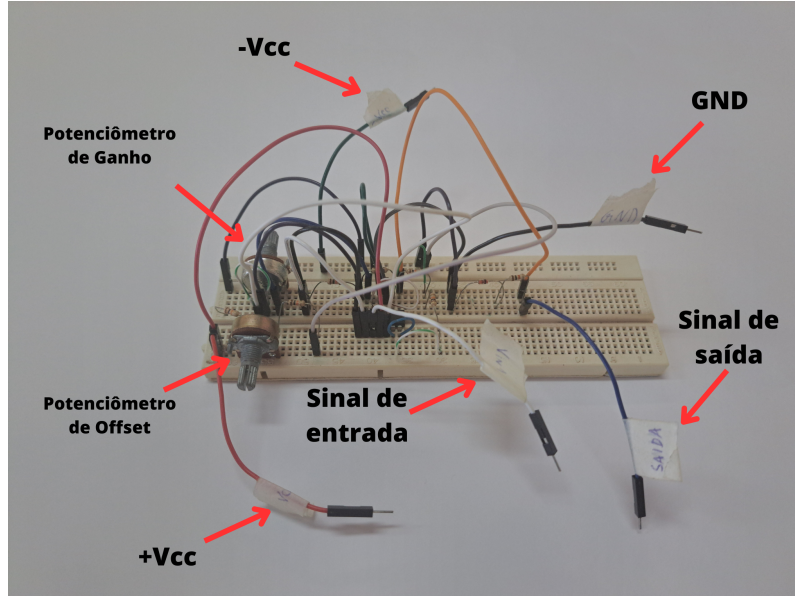


Fonte: Autoria Própria (2023).

Para realizar alguns testes, foi montada uma placa para aquisição em uma protoboard, como demonstrado na Figura 3. Para alimentação do nosso circuito foi

utilizado uma fonte simétrica de 5 V para os pontos de +Vcc, -Vcc e GND. Foi utilizado também um gerador de funções para fornecer um sinal de entrada simulando o sinal de saída de um circuito WTP.

Figura 3 - circuito de aquisição WTP montado na protoboard.

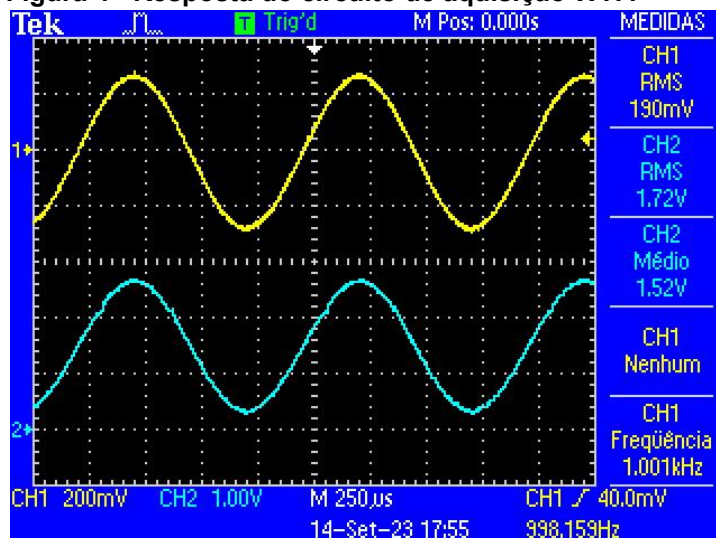


Fonte: Autoria Própria (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para visualizar a resposta obtida com o circuito montado na protoboard foi utilizado um osciloscópio e a resposta é demonstrada na Figura 4.

Figura 4 - Resposta do circuito de aquisição WTP.

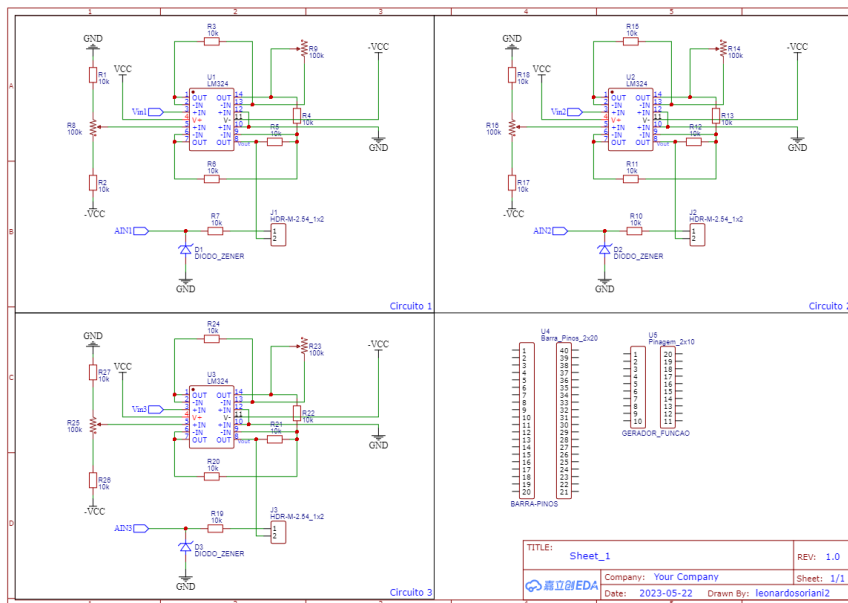


Fonte: Autoria Própria (2023).

No protótipo em protoboard (Figura 3) foi inserido um sinal de entrada (canal 1 (amarelo)), de 1 kHz e 190 mVrms. Como resposta do circuito, passando pelo offset e pelo ganho, a saída foi um sinal de 1 kHz e com 1,72 Vrms, além de um sinal apenas com valores positivos. Ou seja, o sinal está condicionado para que seja adequadamente lido pelo conversor analógico digital do STM32F411.

Desta forma, observando o correto funcionamento do circuito apresentado na Figura 3, projetou-se o diagrama esquemático mostrado na Figura 5. Este diagrama possui 3 canais de entradas a partir do circuito de aquisição testado.

Figura 5 - Circuito de aquisição WTP via software EasyEDA.



Fonte: Aatoria Própria (2023).

A partir desse circuito, será confeccionado uma placa de circuito impresso como na Figura 5, para continuação do projeto e desenvolvimento para uma automação do processo de aquisição e leitura.

CONCLUSÃO

O projeto demonstrado ao decorrer do artigo, descreveu uma placa de aquisição de dados de um sistema WPT que tem como objetivo examinar as informações adquiridas pelo sistema e assim comunicar ao usuário as condições do presente momento dos elementos medidos.

Com protótipos montado em protoboards e testes realizados medindo sinais de entrada e saída do circuito, conclui-se que o desenvolvimento de uma placa de aquisição trará mais facilidade no estudo de circuitos WPT, fazendo assim com que esse estudo se torne mais eficiente e preciso.

Agradecimentos

Agradeço à UTFPR-CM por disponibilizar sua infraestrutura para o desenvolvimento deste trabalho.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- CHOI, Byungcho; NHO, Jaehyun; CHA, Honnyong; AHN, Taeyoung; CHOI, Seungwon. **Design and implementation of low-profile contactless battery charger using planar printed circuit board windings as energy transfer device**. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 51, n. 1, p. 140-147, fevereiro de 2004. DOI: 10.1109/TIE.2003.822039.
- LEE, Y. H. et al. **Recent advances in organic sensors for health self-monitoring systems**. Journal of Materials Chemistry C, v. 32, p. 4316–4341, 2018.
- MONTEIRO, M. A. **Introdução à Organização de Computadores**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 699 p.
- BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS: teoria dos circuitos**. 11. ed. [S.l.]: Pearson, 2013. 766 p.
- SILVA, L. M. C. da. **Conversores D/A e A/D**. 2016.
- Mouser Electronics. STM32F411 BlackPill Development Board. 11-08-2022.
- EASYEDA. PCB design simulação de circuitos online. 2023
- GARCIA, L. Ricken; ABATTI, P. J. **A simple method to determine the performance of two-coil wireless power transfer systems without direct output measurement**. International Journal of Electronics, v. 109, n. 8, p. 1461-1472, 2021. DOI: 10.1080/00207217.2021.2001863.
- BARTLETT, R.; LEPAK, R. F.; CARROLL, M. **A Survey of Data Acquisition and Logging Systems in the Natural Environment**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 189, n. 11, p. 575, 2017.
- SMITH, A.; JONES, B.; JOHNSON, C. **Real-Time Data Analysis for Industrial Processes**. International Journal of Industrial Engineering, v. 7, n. 3, p. 124-138, 2019.
- LEE, J.; YOON, W.; LEE, I. **Industrial Data Analytics**. Procedia CIRP, v. 41, p. 128-133, 2016.