

## **Desenvolvimento de um Sistema de Aquisição e Tratamento de Sinais Oriundos de Sensores de CO<sub>2</sub>**

Lucas Farinha Bósio (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Allan Toshiyuki Sakai, Gláucio Pedro de Alcântara, Prof. Rubens Zenko Sakiyama, Cid Marcos Gonçalves Andrade (Orientador), e-mail: cmgandrade@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

### **Área e subárea do conhecimento: Instrumentação/Sistemas Eletrônicos de Medida e Controle**

**Palavras-chave:** CO<sub>2</sub>, Sensor, Arduino

#### **Resumo:**

O presente projeto tem como objetivo o estudo e desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados de baixo custo para sensores de CO<sub>2</sub>. Tal sistema usa Arduino e SciLab e é capaz de ler tanto um sensor capacitivo quanto um sensor químico. As medições do sensor capacitivo realizadas pelo sistema de aquisição de dados desenvolvido foram comparadas com as medições de capacitância realizadas por um analisador de impedância.

#### **Introdução**

Conforme pesquisas avançam e a população torna-se consciente dos efeitos das mudanças climáticas, o uso de sensores de CO<sub>2</sub> para monitorar a poluição do ar se dissemina (LEE, 2012). Apesar disso, há poucos projetos e estudos envolvendo sensores de CO<sub>2</sub> acessíveis.

A barreira de entrada para o uso de sensores diversos e foi diminuída através da plataforma Arduino. O uso de uma plataforma de baixo custo, programável, com grande facilidade de uso e também grande suporte de uma comunidade é interessante para um ambiente acadêmico. Entretanto, enquanto há sensores de gases diversos por menos de R\$20 à venda, um sensor de CO<sub>2</sub> como o MG811 custa mais de R\$100 e necessita de um circuito auxiliar.

Há dois tipos principais de sensores de CO<sub>2</sub>: sensores infravermelhos e sensores químicos. Sensores infravermelhos detectam diferentes concentrações de gases analisando os diferentes comprimentos de onda absorvido por um gás. Esse tipo de sensor é geralmente mais caro, pois possui um tempo de resposta mais rápido.

Sensores químicos possuem uma substância que reage com o CO<sub>2</sub> no ar, alterando suas características. Esse é o tipo de sensor utilizado nesse projeto, com o sensor MG811. Esse sensor é caracterizado por atuar como uma célula eletrolítica na presença de dióxido de carbono (Datasheet MG811), de forma semelhante a uma pilha. A tensão produzida (na faixa de 250 à 350mV) é amplificada e filtrada antes de ser lida.

Um terceiro tipo, ainda em desenvolvimento, é o sensor capacitivo interdigitado baseado em zeólita (RUKAVINA,2014). Esse sensor altera a capacitância respondendo a alterações na concentração de CO<sub>2</sub>.

SciLab é um programa open source e grátis, para cálculos matemáticos. Entre suas características está a presença de Toolboxes desenvolvidos pela comunidade. Um desses toolboxes é o Serial Communication Toolbox, usado para comunicação entre o Arduino e um computador através da conexão USB (CAMARGO et al., 2015). Os dados recebidos através da conexão são tratados, apresentados ao usuário e salvos.

## Materiais e Métodos

Foram criados dois circuitos auxiliares para os sensores. O primeiro, para o sensor MG811, é apresentado na Figura 1. O circuito é composto de 2 reguladores de tensão e um amplificador operacional como filtro e amplificador do sinal. O regulador de tensão 7805 fornece 5V para alimentação do amplificador operacional e a tensão de referência para o conversor analógico digital do Arduino. O segundo regulador de tensão (LM317) é ajustado para fornecer 6V para o aquecimento do sensor MG811. Uma tensão de 6V com corrente de 200mA não pode ser fornecida pelo próprio Arduino, um dos motivos pelo qual o sensor MG811 é de difícil uso. O amplificador operacional (LM324) atua como um amplificador de ganho 8.5V/V e como um filtro passa baixa para remover ruído do sinal. O sensor é aquecido por cerca de 30min antes de leituras poderem ser feitas.

O circuito apresentado na Figura 2 é o circuito auxiliar para o sensor capacitivo. Ele é utilizado para medir a capacitância em conjunto com o Arduino. O circuito produz uma frequência que depende da capacitância do sensor. Medindo a frequência produzida é calculada a capacitância através da expressão  $c = a/f + b$ , onde a e b são constantes. Os valores de a e b obtidos para o sensor utilizado foram de  $7,5 \times 10^{-6}$  e  $-23,7 \times 10^{-12}$ .

Entre essas bibliotecas da comunidade Arduino está a biblioteca FreqCount para medição de frequência de ondas quadradas. A existência dessa biblioteca simplifica a medição da frequência. Outra característica do Arduino utilizada é o conversor analógico-digital (ADC) de 10 bits utilizado para a leitura do sensor MG811.

O sistema completo é composto por um computador ligado ao Arduino. O sensor MG811 está conectado ao circuito da Figura 1 que, por sua vez, é conectado a um pino analógico do Arduino. O sensor capacitivo está conectado no circuito auxiliar da Figura 2 que, por sua vez, está ligado ao pino 7 do Arduino Uno. A necessidade de usar o pino 7 é uma restrição da biblioteca FreqCount.

O sensor capacitivo foi colocado em uma câmara com controle de temperatura. A capacitância do sensor foi medida através de um analisador de impedância SOLARTRON SI 260 a uma frequência de 100kHz e também através do circuito auxiliar com Arduino e SciLab. As medidas foram feitas na presença de N<sub>2</sub> e nas temperaturas de 30°C, 60°C e 90°C. Em seguida

as medidas foram feitas novamente na presença de CO<sub>2</sub>, com as mesmas temperaturas. Vale notar que o sensor capacitivo não estava sensibilizado para CO<sub>2</sub> nesse caso.

### Resultados e Discussão

Observa-se na Figura 3 a comparação entre as medições realizadas pelo analisador de impedância e o circuito capacitímetro montado. Há uma forte similaridade entre as medições. Nota-se uma maior presença de ruído quando se usa o circuito montado no presente projeto.

Com os circuitos necessários prontos, a barreira de entrada para trabalhar com esses sensores é diminuída, abrindo portas para mais pesquisas na área.

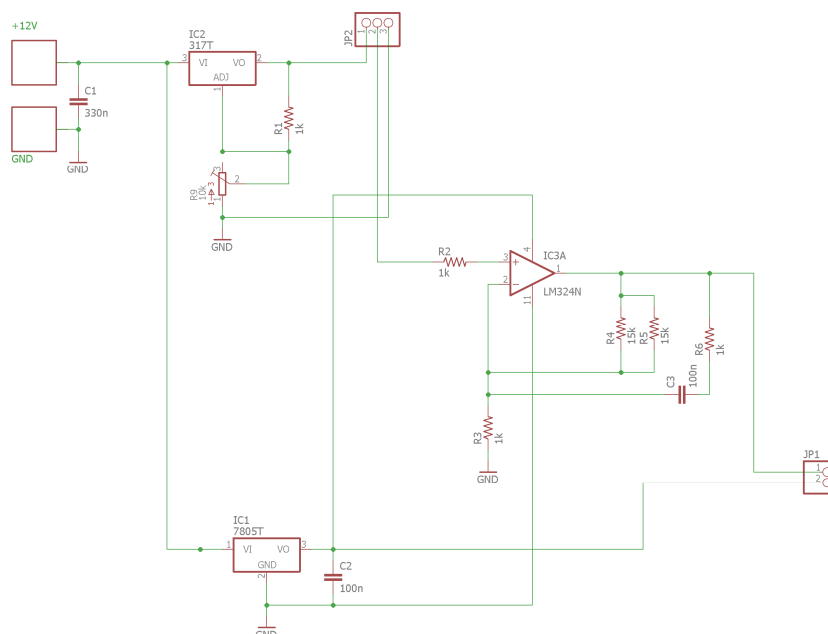


Figura 1 – Circuito Auxiliar para Sensor MG811

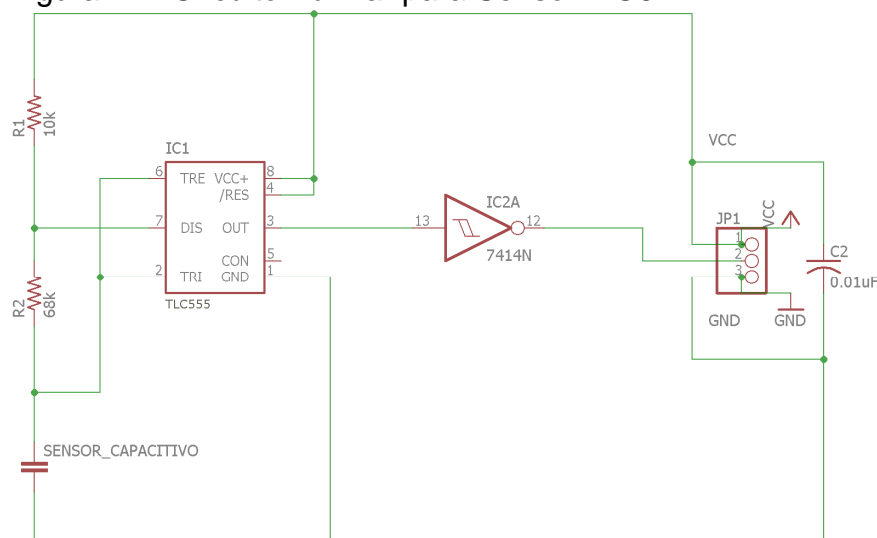


Figura 2 – Circuito Auxiliar do Sensor Capacitivo

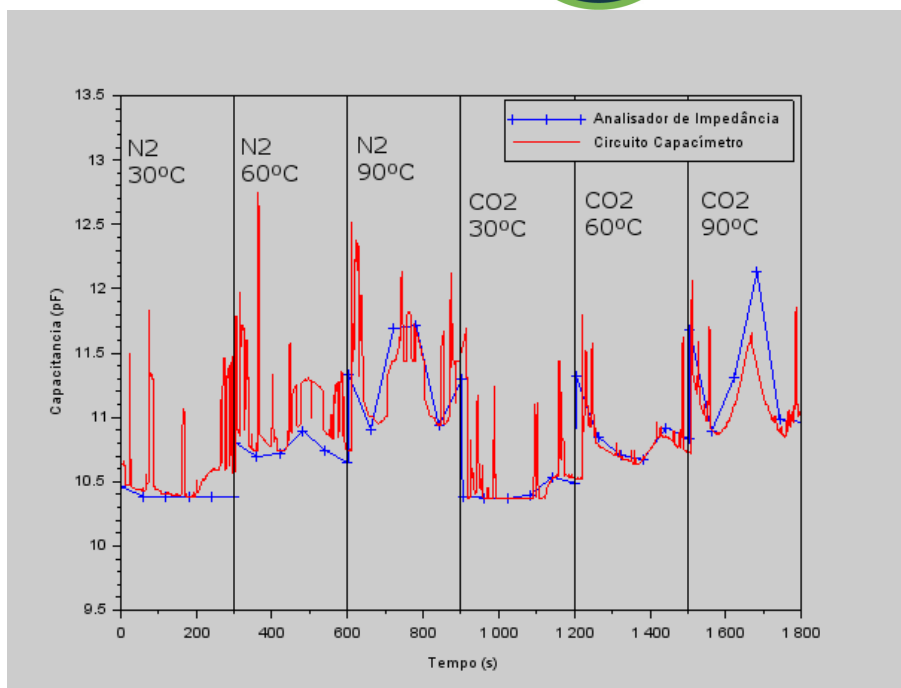


Figura 3 – Comparação Entre as Medições

### Conclusões

Nesse trabalho foi criado um sistema de aquisição de dados composto por um Arduino, um sensor capacitivo, um sensor de CO<sub>2</sub> MG811, dois circuitos auxiliares e um computador rodando um script de SciLab.

O sistema criado foi testado com CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> em diferentes temperaturas com o sensor capacitivo e com um analisador de impedância. O gráfico da Figura 3 mostra a proximidade entre as medidas do analisador de impedância e do circuito capacitivo. Observa-se a semelhança entre os valores obtidos pelos dois métodos de medição.

### Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo incentivo e pela oportunidade, ao meu orientador, e ao meu colega Allan pelo trabalho junto ao sensor capacitivo

### Referências

CAMARGO, Tiago Francisconi Borges et al. Use of Scilab and Arduino for data acquisition environmental. In: **Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)**, 2015 12th IEEE International Conference on. IEEE, 2015. p. 417-421.

CO<sub>2</sub> MG811 Datasheet

LEE, Taeg Jin et al. CO<sub>2</sub> sensor with data logger system. In: **Systems, Applications and Technology Conference (LISAT)**, 2012 IEEE Long Island. IEEE, 2012. p. 1-7.

RUKAVINA, A. V. Hand-held unit for liquid-type recognition, based on interdigital capacitor. **Measurement Elsevier**, v. 51, p. 289-296, 2014.