

**Evento:** XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE DADOS EM UM CARTÃO SD PARA UMA REDE DE SENSORES INTELIGENTES APLICADO NA AGRICULTURA<sup>1</sup>**

**STUDY AND DEVELOPMENT OF A DATA STORAGE SYSTEM ON AN SD CARD FOR A NETWORK OF INTELLIGENT SENSORS APPLIED IN AGRICULTURE**

**Kethleen Da Silva<sup>2</sup>, Mateus Felzke Schonardie<sup>3</sup>, Darlei Elias Schiling<sup>4</sup>, Robson Alessandro Stochero<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa incorporada no Grupo de Instrumentação e Processamento de Energias (GIPE) e Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da UNIJUI em parceria com o Departamento da Agronomia com a finalidade de aprimorar um sistema de aquisição de dados da radiação fotossinteticamente ativa

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista PIBIC/UNIJUI, kethleensilva95@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor em Engenharia Elétrica da UNIJUI, DCEEng - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, coordenador da pesquisa, mateus.schonardie@unijui.edu.br

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Bolsista PIBIC/CNPq, eliaschiling@gmail.com

<sup>5</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Pesquisador voluntário, robson.stochero@gmail.com

## **INTRODUÇÃO**

As redes de sensores sem fio (RSSF) vem sendo implementadas com sucesso na indústria, em atividades militares e no levantamento de dados ambientais devido aos grandes avanços obtidos nos últimos anos em alguns equipamentos como: transmissores, receptores, protocolos de comunicação wireless e circuitos para armazenamento de dados. Quando projetada de forma criteriosa, esta tecnologia sem fio pode ser diretamente aplicada na instrumentação agrícola para obter resultados positivos na produção de grãos e por consequência, a melhoria econômica do país.

Sempre que há a necessidade de ser realizar um sensoriamento de qualquer natureza, é preciso avaliar o ambiente em que a rede de sensores será utilizada e com isto determinar a melhor forma de armazenar os dados adquiridos pelos sensores. Armazenar dados de forma segura, compacta, simples, com baixos custo é um desafio para aqueles que utilizam se de um sistema de aquisição de dados, principalmente quando o sistema se localiza no campo, onde os circuitos que compõe este sistema estão sujeitos aos fatores climáticos (chuvas, variações de temperatura, incidência de sol, outros).

Um dispositivo capaz de atender a esses quesitos é o cartão de memória SD (Secure Digital). A tecnologia desenvolvida nos cartões SD têm um histórico comprovado como o dispositivo de armazenamento removível mais bem-sucedido de todos os tempos, sendo uma solução simples, confiável e de baixo custo (NORBURY, 2016\_adaptado). Ele está presente em celulares, computadores, câmeras e em diversos dispositivos eletrônicos móveis devido ao seu tamanho físico reduzido e a vasta faixa de capacidade de armazenamento de dados disponíveis no mercado.

**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

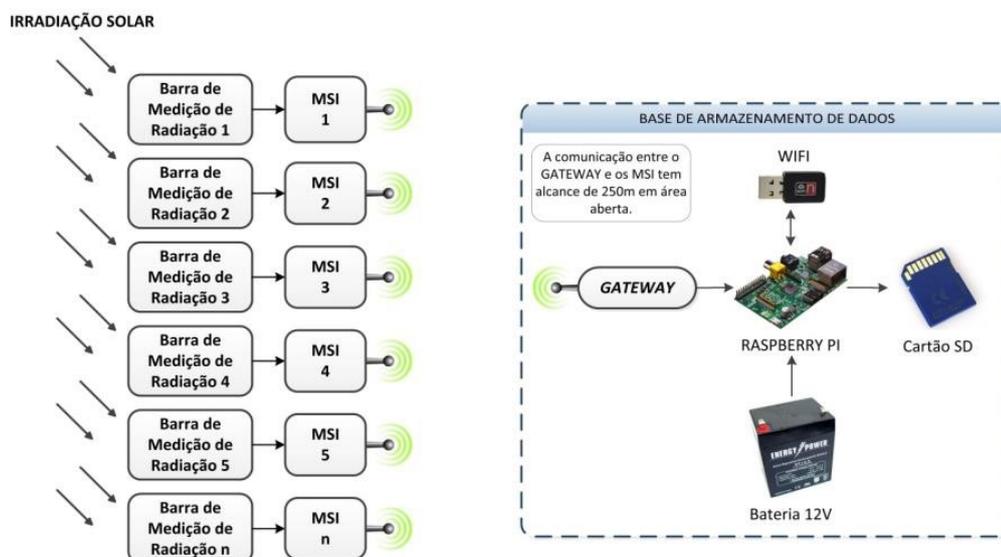
Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar o estudo e desenvolvimento de um sistema de armazenagem de dados da rede sem fio utilizando o cartão SD, devido a facilidade de aquisição deste tipo de memória, ao baixo custo e a possibilidade de armazenar grande quantidade de dados em um tamanho físico reduzido.

O presente estudo é um complemento de outro trabalho, que consiste de um sistema de aquisição de dados de radiação solar fotosinteticamente ativa (RFA) aplicado na agricultura. Trata-se basicamente de uma rede de sensores e circuitos transmitindo os dados obtidos via wireless. Esses dados serão enviados para uma central armazenadora de dados, os quais ficarão armazenados num cartão SD.

**METODOLOGIA**

Antes de mostrar a metodologia proposta neste estudo, faz-se necessário contextualizar a pesquisa no qual este projeto está vinculado. Para isto, a Figura 1 mostra o sistema proposto de uma RSSF. Nesta proposta, a radiação incide sobre as barras de medição, onde os sensores captarão as informações de radiação. Os blocos MSI (Módulo de Sensores Inteligentes) serão constituídos de circuitos para leitura, adequação e transmissão das informações obtidas. As informações do barramento são então passadas para os circuitos MSI, que transmitirão para a Base de Armazenamento de Dados. A base de armazenamento será constituída por um dispositivo gerenciador, que nesta figura 1 consiste de um microcomputador RASPBERRY, no tamanho de um cartão de crédito, que será responsável pelo gerenciamento e tratamento das informações transmitidas pelas MSI. Os dados serão armazenados em um cartão SD, que pode facilmente ser retirado e inserido em qualquer computador.

Como a pesquisa atualmente não dispõe de recursos financeiros, definiu-se pela não utilização da RASPBERRY e sim pelo estudo da implementação de uma interface do cartão de memória SD com um microcontrolador PIC. O microcontrolador PIC já está sendo utilizado atualmente no projeto da rede sem fio para fazer o gerenciamento das informações obtidas (transmissores e receptores-MSI).



**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

Figura 1 - Sistema RSSF proposta para medição de RFA

Após esta contextualização, o desenvolvimento do trabalho iniciou-se com uma longa pesquisa sobre o cartão SD, suas configurações e aplicações. Desta pesquisa, definiu-se que os cartões SD sejam operados no modo SPI (Serial Peripheral Interface), conforme mostra a Figura 2. No modo SPI a interface é um pouco mais simples que no modo SD (modo de operação nativo do cartão), porém com uma velocidade reduzida. O SPI é um protocolo síncrono que permite um dispositivo mestre iniciar a comunicação com o escravo. Essa configuração facilita com que o microprocessador mestre se comunique com o SD e com os slaves ao mesmo tempo.

Um sinal de clock (pino SCK) é utilizado para manter a sincronia entre eles e somente o dispositivo mestre pode controlar esse sinal. Além disso é o clock que irá controlar quando os dados podem mudar e quando são válidos para a leitura.

Antes que o SD comece a funcionar efetivamente é preciso configurar o cartão com uma série de comando para que ele possa operar no modo SPI. Após esse procedimento o cartão estará pronto para receber os comandos de leitura e gravação.

Outra coisa que foi preciso observar foi o sistema de arquivos do cartão SD. O sistema de arquivos a ser utilizado será o FAT16 (File Allocation Table ou Tabela de Alocação de Arquivos, em português), ideal para cartões de 128MB a 2GB. Os arquivos serão armazenados em arquivo do tipo txt, e a princípio será utilizada uma memória de 2GB. Isto possibilita o armazenamento de 1.073.741.824 palavras, sendo o suficiente para arquivar os dados que serão gerados.

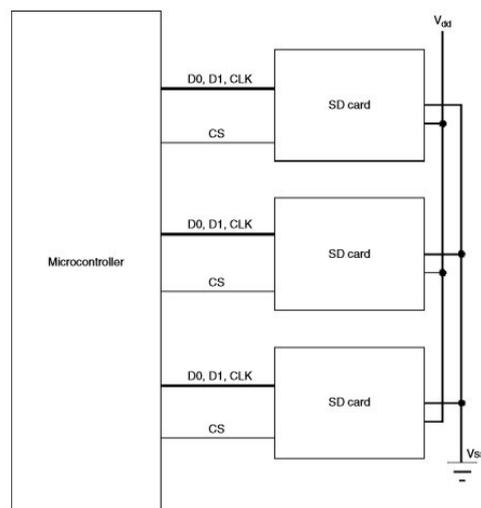


Figura 2 - Cartão SD no modo SPI Bus

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com todas essas informações obtidas foi desenvolvido um primeiro projeto de interface e uma simulação no Proteus mostrando as conexões do PIC com o cartão SD. Este circuito desenvolvido pode ser visto na Figura 3. Como o microcontrolador PIC funciona com alimentação de 5 V e o

**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

cartão SD com nível alto de 3,3V, foi necessário fazer um divisor de tensão entre os pinos do PIC e do SD para adequar estes níveis de tensão, conforme a Figura 4.

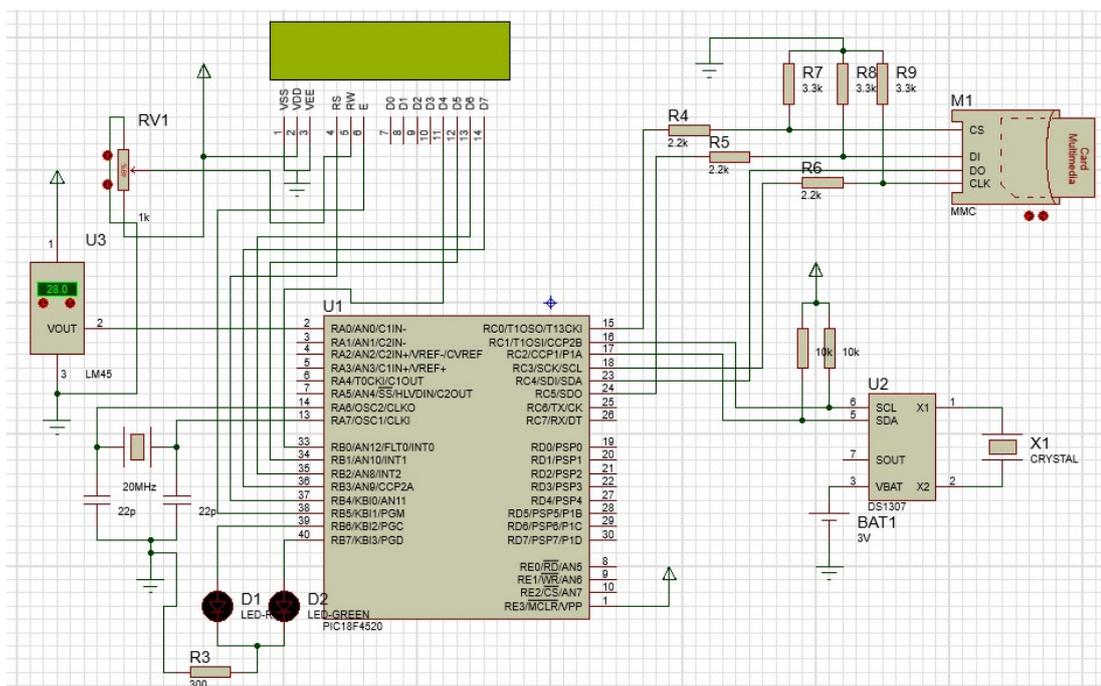


Figura 3 - Simulação da comunicação do PIC com o cartão SD

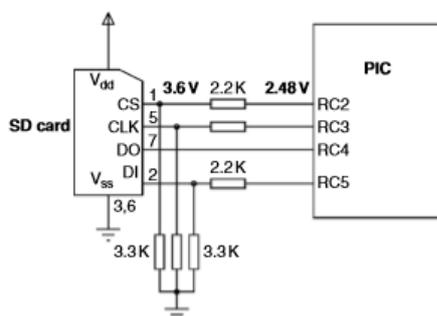


Figura 4 - Conexões entre o SD e o PIC

Também foi acrescentado um relógio o RTC DS1307 para manter sempre o horário atual (aquisição de data e horário dos dados adquiridos) e dois leds, um para indicar quando está transferindo os dados para o cartão e o outro mostra se o cartão está conectado.

Por fim, foi realizada a programação para gravar no microcontrolador, levando em conta todas as informações obtidas. Outra coisa a ser considerada é que será gerado um novo arquivo toda vez

**Evento:** XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

que o PIC for reiniciado.

Os resultados obtidos nesta etapa de pesquisa consistem no estudo das principais características do cartão SD e no estudo das possibilidades de implementação para armazenar os dados obtidos na rede de sensores sem fio aplicada na agricultura. Em seguida, foi realizada a definição de protocolo a ser utilizado e o desenvolvimento de um circuito de interface utilizando o microcontrolador PIC, mostrado na Figura 3.

Inúmeros problemas foram encontrados na simulação deste circuito proposto e por tal motivo, ainda não foi possível obter sucesso com as simulações feitas no proteus. As principais dificuldades encontradas estão relacionadas com a programação do microcontrolador, sendo necessário um maior esforço na obtenção de um algoritmo confiável.

Paralelamente a isto, está sendo desenvolvido um protótipo para implementação prática deste circuito, afim de realizar os primeiros testes em campo. Esta montagem prática e os testes serão realizadas logo que os ajustes necessários de software do microcontrolador forem feitos e testados via simulação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto ao todo tem grande capacidade de gerar bons resultados de campo e obter um armazenamento de dados eficiente, fácil e prático. Porém é preciso de mais testes com o protótipo para que ele se torne realmente eficiente.

**Keywords:** Aquisição de dados; RFA; Memória SD, Instrumentação Agrícola.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Pibic Unijui pela bolsa e ao Grupo de Automação Industrial e Controle pelo suporte de equipamentos.

### **REFERÊNCIAS**

IBRAHIM Dogan. **SD card projects using the pic microcontroller**. Burlington-USA: E. Elsevier, 2010, capítulo 3.

MICROCHIP. **SPI: Overview and Use of the PICmicro Serial Peripheral Interface**. Disponível em: Acesso em: junho de 2017.

NORBURY Paul. **Understanding the Difference Between Consumer and Industrial SD Memory Cards**. Disponível em: Acesso em: junho de 2017.