

Desenho de um shield Arduino para Agricultura de Precisão

Jorge Miguel Ferreira da Silva Mendes

Abstract – *The adoption of technologies in agriculture in order to monitor parameters that directly or indirectly affect production has been an increasingly common practice. These technologies are still expensive and complex. Creating an agronomic Arduino Shield might be a good alternative. The device includes a set of interfaces which can be connected to multiple commercial sensors. This article is a short introduction to precision agriculture and SDI-12 protocol and ends with the implementation results.*

Resumo – *Cada vez mais se tem vindo a adotar a utilização de tecnologias nos processos agrícolas com o intuito de efetuar uma monitorização de parâmetros que os afetam direta ou indiretamente. Essas tecnologias ainda são caras e complexas de operar. A criação de um Shield agronómico para Arduino poderá ser uma boa alternativa. O dispositivo inclui um conjunto de interfaces onde podem ser ligados vários sensores comerciais. O artigo faz uma pequena introdução à agricultura de precisão, à norma SDI-12 e termina com os resultados depois da implementação prática.*

Keywords – **Agriculture Precision, Arduino, Shield**

Palavras chave – **Agricultura de Precisão, Arduino, Shield**

I. INTRODUÇÃO

Na agricultura, os principais fatores que influenciam a produtividade de uma cultura são as condições climáticas e o solo. Isto leva a que atualmente se invista cada vez mais na área da Agricultura de Precisão (AP), para desta forma procurar melhorar a quantidade e qualidade da produção com uma diminuição de custos, tanto económicos como ambientais.

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de um protótipo pequeno, compacto e de baixo custo que permita efetuar a medição de vários parâmetros para que desta forma, agricultores e produtores possam atuar de acordo com as necessidades requeridas para o cultivo.

II. AGRICULTURA DE PRECISÃO

AP é uma prática agrícola que envolve uma monitorização de todo o ciclo produtivo. Esta técnica parte da premissa de que cada ponto de amostra é único, ou seja, permite gerir diferenciadamente áreas com características distintas, em vez de as considerar como um todo. (Coelho and Silva, 2009)

Existem vários fatores que podem ser medidos, de entre os quais se destacam os seguintes: Humidade relativa; Temperatura do ar e do solo; Teor de água no solo; Radiação solar e ultravioleta; Diâmetro de caules, troncos e frutos; Velocidade e direção do vento; Pluviosidade; Pressão atmosférica; Humidade foliar. (Libelium)

A. Tecnologias de eletrónica e de computação

As ferramentas que possibilitaram o aparecimento e desenvolvimento desta prática foram, em grande parte a eletrónica (microcontroladores, sensores, telecomunicações, etc.) e outros dispositivos como o GPS¹ e o SIG², que acoplados às máquinas agrícolas, permitem efetuar um levantamento de dados. (AP)

¹Sistemas de Posicionamento Global.

²Sistema de Informação Geográfica.

III. SENSORES UTILIZADOS

Com base numa pesquisa a alguns sensores disponíveis comercialmente e usados no contexto da AP foi possível constatar que os mesmo não têm uma interface uniforme, podem apresentar uma saída em tensão, corrente, frequência ou utilizar protocolos sobre uma comunicação digital, de onde se destacam as normas RS485, I²C, SDI-12, entre outras menos utilizadas.

IV. A NORMA SDI-12

SDI-12 é uma norma para interface entre gravadores de dados e sensores (ligados a um barramento comum) baseados em microprocessadores. Funciona com uma interface série/digital com uma velocidade de transmissão de 1200 bit/s. De seguida faz-se uma breve descrição da sua interface elétrica e protocolo de comunicação. (Rente et al., 2013)

A. Interface elétrica

A norma SDI-12 usa um barramento para transmitir informação entre o sistema de processamento e armazenamento de dados (gravador) e os sensores a ele ligados.

O barramento SDI-12, é constituído por três linhas:

- Linha de dados;
- Linha de referencia, ou terra;
- Linha de alimentação (+12V).

A figura 1 mostra o barramento SDI-12, que liga dois sensores a um gravador de dados.

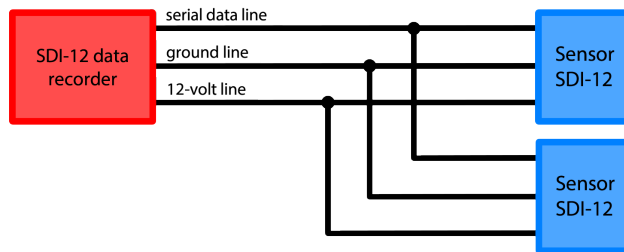


Figura 1
ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA SDI-12 BÁSICO.

B. Protocolo de Comunicação

O gravador de dados e os sensores SDI-12 comunicam entre si através da troca de caracteres ASCII pela linha de dados. (SDI-12, 2013)

A comunicação entre o gravador e um sensor é efetuada da seguinte forma:

- Passo 1:* O gravador de dados “acorda” com uma pausa (*spacing* contínuo na linha de dados durante, pelo menos, 12 ms) todos os sensores ligados ao barramento SDI-12;
- Passo 2:* O gravador envia um comando para um sensor específico, cujo endereço é o primeiro carácter do comando, instruindo-o a fazer uma medição;
- Passo 3:* Esse mesmo sensor responde dentro de 15 ms retornando o tempo máximo até que os dados de medição estejam prontos e o número de valores de dados que vai retornar;
- Passo 4:* Se a medição está imediatamente disponível, o gravador transmite um comando de instrução para que o sensor envie a resposta e, até a receber, o gravador não comunica com qualquer outro sensor. Se a medição não estiver pronta, o gravador de dados espera que o sensor envie um pedido para o gravador, indicando que os dados estão prontos e de seguida o gravador, transmite um comando para obter os dados;
- Passo 5:* O sensor responde, devolvendo uma ou mais medições.

C. Comandos e respostas SDI-12

A tabela I apresenta um conjunto de comandos e respostas SDI-12 mais utilizados.

Nome	Comando	Resposta
Acknowledge Active	a!	a<CR><LF>
Send Identification	aI!	allccccccmmmmmmvvvxxx...xx<CR><LF>
Change Address	aAb!	b<CR><LF>
Address Query	?!	a<CR><LF>
Start Measurement	aM!	atttn<CR><LF>
Send Data	aD0! ... aD9!	a<values><CR><LF>

Tabela I
CONJUNTO DE COMANDO E RESPOSTAS SDI-12.

V. PROTÓTIPO DE UM SISTEMA DE INTERFACE BASEADO EM ARDUINO

A. Hardware

As medições de alguns parâmetros através de sensores adequados podem ser facilmente efetuadas com o auxílio da plataforma Arduino.

No decorrer deste projeto desenvolveu-se um dispositivo que possibilita a monitorização na área da agricultura, compatível com uma vasta gama de sensores. Trata-se de um *Shield* para Arduino, e tem como principal função o processamento e apresentação da informação relativa aos sensores, e fornecer as diferentes interfaces necessárias que permitam a ligação simultânea de vários sensores.

De seguida surgiu a ideia da criação de um segundo dispositivo que funcionaria de forma semelhante a um sensor SDI-12, ou seja, um dispositivo no qual seja possível da mesma forma a ligação de vários sensores, e no qual este iria responder ao *Shield* como se tratasse de um sensor SDI-12, figura 2. Isto tem como principal vantagem o facto de termos a possibilidade de criar o nosso próprio sensor SDI-12 que permita medir vários parâmetros.

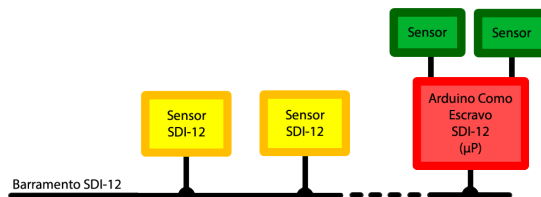


Figura 2
ARDUINO COMO ESCRAVO SDI-12.

Nas figura 3 é apresentado um esquema elétrico do *Shield* e nas figuras 4 e 5, é apresentada uma simulação 3D, gerada com os softwares Eagle 3D e POV-Ray.

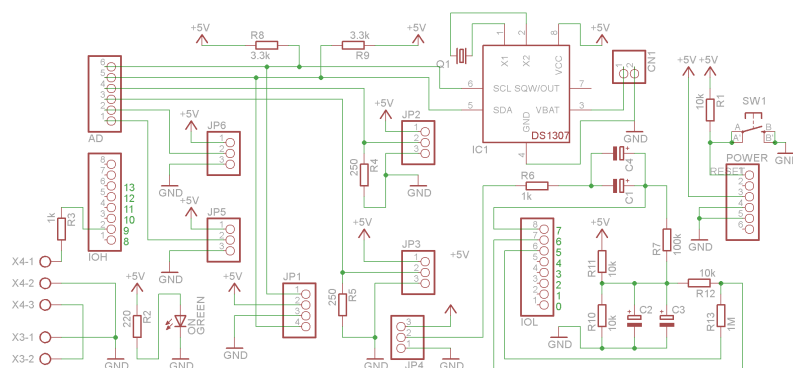


Figura 3
ESQUEMA ELÉTRICO DO *Shield*.

B. Interface de E/S

As medições são fornecidas por vários sensores que são ligados ao dispositivo por meio de várias interfaces.

Na figura 6 é mostrado o diagrama de blocos do *Shield*. A interface SDI-12 é uma das mais importantes interfaces padrão na área da AP, pois proporciona grande flexibilidade uma vez que possui uma ampla variedade de sensores compatíveis

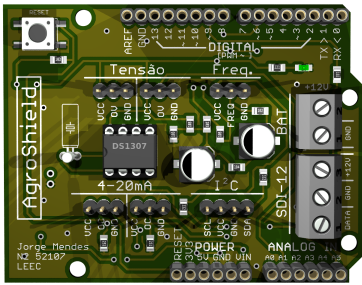


Figura 4
PARTE FRONTAL DO *Shield*.

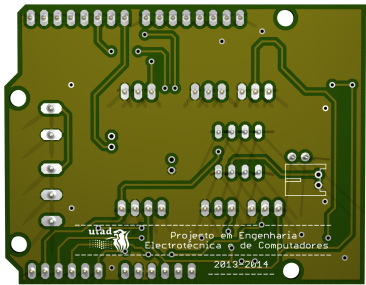


Figura 5
PARTE TRASEIRA DO *Shield*.

no mercado. De acordo com as características técnicas do protocolo SDI-12, os sensores necessitam de uma alimentação de +12V e, uma vez que o Arduino apenas fornece no máximo 5V, houve a necessidade de colocar um conector para uma bateria externa exclusivamente para a alimentação dos sensores SDI-12. Foi também colocado um RTC que utiliza o protocolo de comunicação I²C para desta forma ser possível identificar as medições com base na data e hora a que foram efetuadas.

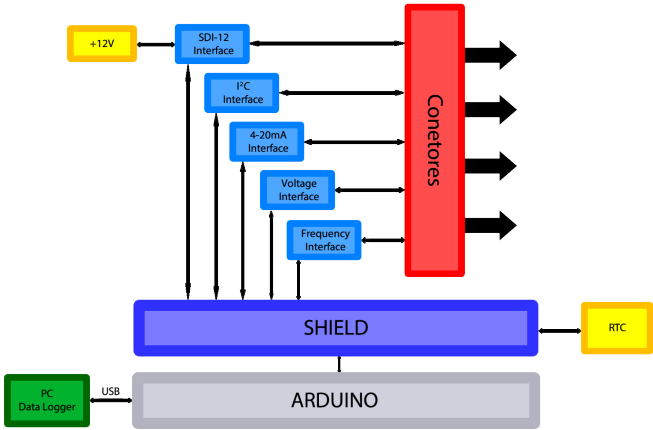


Figura 6
INTERFACES PERMITIDAS PELO *Shield* PROPOSTO.

O *Shield* conta ainda com as seguintes interfaces:

Interface 4-20mA: A interface 4-20mA é uma das interfaces mais utilizadas na instrumentação industrial e na área da agricultura.

Interface em tensão: Esta interface é muito comum, principalmente em sensores de baixo custo e devido também á sua facilidade de uso quando utilizados com microcontroladores.

Interface em frequência: Interface também bastante comum, utilizada majoritariamente em pluviômetros e anemômetros.

C. Software

Para facilitar ainda mais o trabalho de quem futuramente irá utilizar este *Shield* foi desenvolvida uma biblioteca, disponível em <https://github.com/Jorge-Mendes/Agro-Shield>, onde vem já implementadas algumas funções de leitura dos sensores. Essas funções são apresentadas na tabela II.

Função	Descrição
<code>readSensor(uint8_t sensor)</code>	Permite efetuar a leitura dos sensores com saída em tensão em corrente e em frequência, utilizando como parâmetros de entrada "SENS.VOLTAGE_1/2", "SENS.CURRENT_1/2" ou "SENS.FREQUENCY" respetivamente.
<code>readSensor(uint8_t sensor, int address, int num.bytes)</code>	Permite efetuar a leitura do sensores que utilizam o protocolo de comunicação I ² C e aceita como parâmetros de entrada a indicação de que a leitura efetuada é do tipo I ² C ("SENS.I2C"), o endereço do sensor e o numero de bytes que vão ser retornados.
<code>SDI12(uint8_t mode)</code>	Permite efetuar a leitura dos sensores SDI-12 e aceita como parâmetro de entrada vários modos de funcionamento, tais como "CHECK_ALL", "WILD_CARD", "SIMPLE_LOGGER" e "INTERFACE".
<code>getDateTime()</code>	Permite obter a data e hora atual do RTC.
<code>setDateTime()</code>	Define a data e hora do RTC para a data e hora de compilação do programa.

Tabela II

ALGUMAS FUNÇÕES IMPLEMENTADAS NA BIBLIOTECA.

A biblioteca inclui ainda um *Sketch* exemplo que efetua a leitura de todos os sensores cujo diagrama de fluxo é apresentado na figura 7.

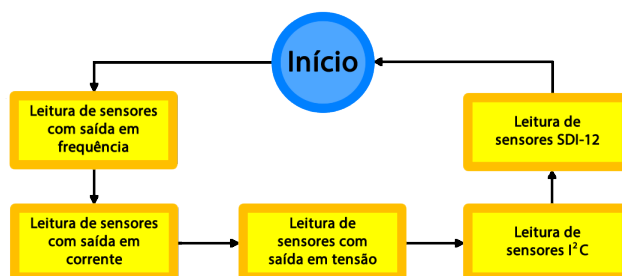


Figura 7
DIAGRAMA DE FLUXO DO *Sketch* EXEMPLO.

D. Aplicação e resultados experimentais

Nos testes do *Shield* foi utilizado um sensor de temperatura com saída em tensão, um gerador de sinais para produzir um sinal com uma determinada frequência, um sensor I²C e o Arduino que funcionava como um sensor SDI-12. Foi utilizado o IDE do Arduino para visualizar as medições dos sensores e efetuar o envio dos comandos no caso da interface SDI-12. Em seguida são apresentadas várias imagens resultantes dos testes e respetiva descrição. (Tekbox)

O teste ilustrado na figura 8 consistiu na utilização das funções `getDateTime()` para obter a data e hora a que as medições foram efectuadas, `readSensor(uint8_t sensor)` para obter as medições dos sensores com saída em frequência, corrente e tensão e `readSensor(uint8_t sensor, int address, int num_bytes)` para obter as medições dos sensores I²C.

No teste da figura 9 foi utilizada a função `SDI12(uint8_t mode)` no modo "WILD_CARD", função esta que retorna os endereços dos sensores SDI-12 ligados. Retornou os sensores de "a" a "h", uma vez que o Arduino que se encontrava a funcionar como sensor SDI-12 estava a simular estes 8 sensores.

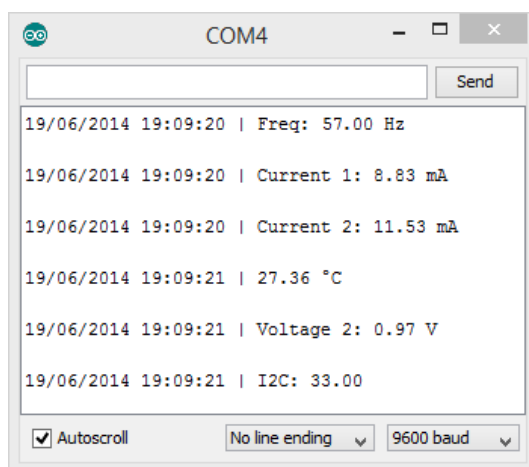


Figura 8
EXEMPLO DE LEITURA DE Sensores.

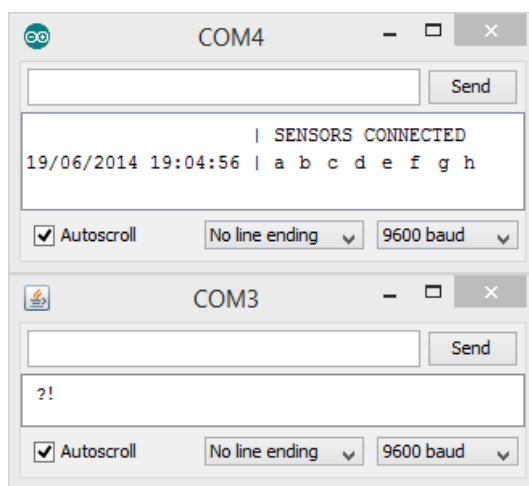


Figura 9
MAPA DOS Sensores SDI-12 LIGADOS AO *Shield*.

Para o teste da figura 10 foi utilizada a função `SDI12(uint8_t mode)` no modo "SIMPLE_LOGGER" que retorna a informação e as medições efetuadas por todos os sensores ligados. Como se pode ver no Serial Monitor do lado direito

(correspondente ao Arduino que se encontra a funcionar como um sensor SDI-12), recebe os comandos (pedidos) e envia a respetiva resposta. Existe também o modo “CHECK_ALL” que funciona de forma semelhante, mas retorna apenas as informações dos sensores.

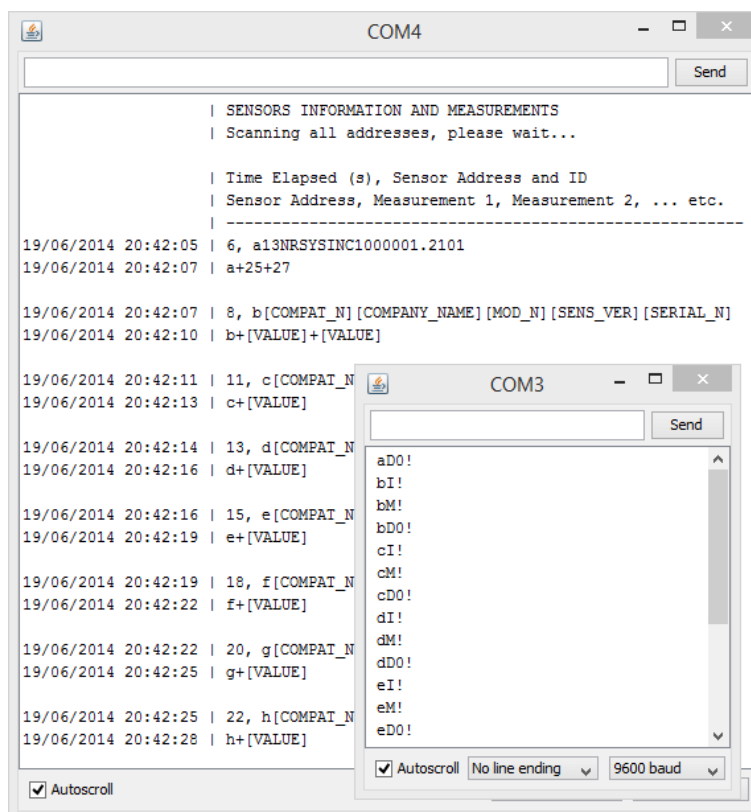


Figura 10
EXEMPLO DE UM *data logger* SIMPLES.

No último teste, figura 11, foi utilizada a função SDI12(uint8_t mode) no modo “INTERFACE” que permite ao utilizador enviar um comando para o sensor e, desta forma, obter a resposta desejada.

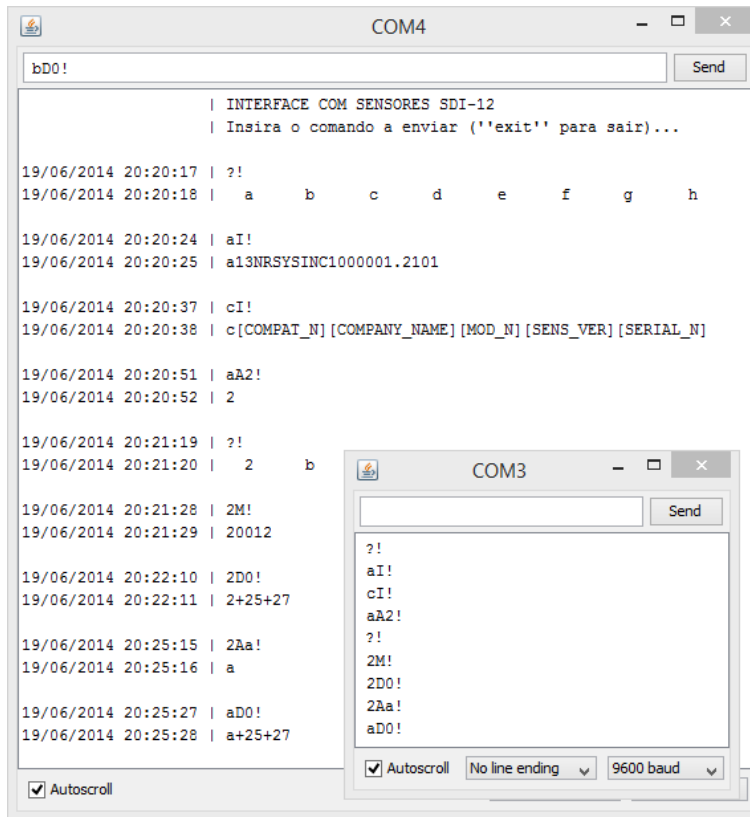


Figura 11
INTERFACE COM OS SENSORES SDI-12.

VI. CONCLUSÕES

Neste projeto foi desenvolvido um *Shield* com a finalidade de efetuar uma monitorização de vários parâmetros no ramo da agricultura. Tal como era pretendido, a partir deste artigo pode-se constatar que se trata de um dispositivo simples, bastante económico (em comparação com os dispositivos disponíveis no mercado) e que possui várias interfaces a partir das quais os parâmetros podem ser medidos. A criação da biblioteca de funções veio facilitar ainda mais o trabalho dos utilizadores, pois com um simples *Sketch* é possível efetuar a leitura das várias

interfaces como se pode ver a partir dos resultados experimentais. Futuramente é pretendido dar continuidade ao trabalho já desenvolvido, poder-se-á alargar o número de interfaces do *Shield*, aumentar o número de funções da biblioteca, desenvolver uma interface gráfica com mais com mais funcionalidades e estender o *Shield* a outras plataformas, para desta forma dar ainda mais versatilidade ao dispositivo para o seu uso numa ampla variedade de cenários.

BIBLIOGRAFIA

- AP. O que é agricultura de precisão? Consultado em Abril de 2014, disponível online em <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/o-que-e-agricultura-de-precisao>.
- Coelho, J. and Silva, J. (2009). Módulo Microcontrolado de Interface padrão SDI-12 para aplicações em monitoramento ambiental. pages 2–12.
- Libelium. New waspmote sensor board enables extreme precision agriculture in vineyards and greenhouses. Consultado em Maio de 2014, disponível online em <http://www.libelium.com/101651651444/>.
- Rente, B., Santos, G., Russano, P., Cernicchiaro, G., and Benevento, A. (2013). Módulo Microcontrolado de Interface padrão SDI-12 para aplicações em monitoramento ambiental. pages 7–10.
- SDI-12 (2013). SDI-12 - A Serial-Digital Interface Standard for Microprocessor-Based sensors.
- Tekbox. SDI-12/USB Converter manual. pages 12–19.