

# USO DA AUTOMAÇÃO PARA SUPERVISÃO E ANÁLISE DE DADOS EM UMA BANCADA DIDÁTICA

Jônatas Alves Machado<sup>1</sup>

Ronaldo Lourenço Ferreira<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente projeto abordou o uso da automação para supervisionar os dados de uma bancada didática de maneira mais eficiente e com baixo custo. A bancada em questão é composta por um alternador acionado por motor estacionário, na qual se deseja monitorar a corrente e tensão na saída do alternador, e a rotação e temperatura do motor durante seu funcionamento. Para a leitura dos dados, fez-se o uso de um Arduino UNO e sensores específicos, para a supervisão dos dados utilizou-se o software Eclipse SCADA. O supervisor se mostrou muito eficiente, podendo armazenar e mostrar os resultados lidos na forma de texto ou graficamente, porém, a alta interferência eletromagnética gerada pelo motor, resultou em falha na comunicação serial do Arduino, impedindo a leitura dos dados durante o funcionamento do motor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arduino, monitoramento, eficiência.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento da tecnologia em máquinas e equipamentos resultou na necessidade de métodos mais precisos para monitoramento e controle de dados. Baseado nestes fatores fez-se o uso da automação para a supervisão dos dados de uma bancada composta por um alternador automotivo acionado por motor estacionário, os dados monitorados foram: corrente, tensão, rotação e temperatura.

O desenvolvimento desta bancada de testes teve como objetivo o estudo sobre as consequências do uso de gasolina adulterada em um motor, através da variação de tensão e corrente no alternador, variação do tempo de aquecimento e rotação do motor, autonomia do motor e detritos presente no óleo lubrificante. E o presente projeto tem como objetivo, analisar a viabilidade do uso da automação nesse tipo de projeto didático, pois fazendo uso de sensores e um dispositivo para leitura desses sensores, se pode armazenar os dados lidos e

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica.

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Rio Verde - Orientador Eng. Mecânico e de Segurança.

utiliza-los para análises futuras, apresentando resultados em formato de texto ou mesmo graficamente.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo trará o embasamento teórico, abordando em uma perspectiva geral sobre projetos na engenharia e revisará os componentes presentes no projeto da bancada como motor de combustão interna, alternador e componentes eletrônicos.

### **2.1 Visão Geral**

De acordo com Pahl et al. (2005), a missão do engenheiro é encontrar a solução de problemas técnicos. Baseando-se no conhecimento das ciências naturais e da engenharia e levando em conta as condições matemáticas, tecnológicas e restrições do tipo econômicas, legais, ambientais e até mesmo restrições impostas pelo ser humano. De modo que os resultados precisam atender uma série de objetivos previamente fixados e autopropostos.

O projeto de engenharia mecânica sob uma ampla perspectiva se preocupa com a obtenção de soluções de problemas práticos, sendo que essas soluções são obtidas por conceitos preestabelecidos pela ciência, o que muitas vezes não é o suficiente, se envolvendo também o conhecimento de dados empíricos e o *juízo de engenharia*. Por exemplo, analogicamente os cientistas não compreendem totalmente os processos de combustão ou mesmo os mecanismos de fadiga de um metal, porém os engenheiros mecânicos usam o conhecimento disponível no desenvolvimento de motores de combustão altamente úteis. Dessa forma, quanto mais conhecimento científico se tem disponível, e complementado seu uso com o conhecimento empírico, mais fácil os engenheiros podem elaborar soluções de maneira imediata e precisa para os problemas encontrados. Além disso, os processos utilizados pela engenharia para a solução de problemas em geral, destacam áreas importantes para o aumento da pesquisa científica (JUVINALL; MARSHEK, 2008).

### **2.2 Motor de combustão interna**

O motor de combustão é todo dispositivo pelo qual é possível transformar calor em trabalho pela queima de um combustível, ou seja, transforma energia química em trabalho mecânico (BRUNETTI, 2012).

Segundo Brunetti (2012), o trabalho obtido é resultado de uma sequência de processos realizados em uma substância denominada Fluido Ativo – FA, na maioria dos casos o FA é formado pela mistura ar e combustível.

“Motores de combustão interna – MCI: quando o FA participa diretamente da combustão” (BRUNETTI, 2012).

De acordo com Brunetti (2012) quando um motor de combustão interna obtém trabalho pelo movimento de vaivém de um pistão, resultando na rotação contínua em um eixo por um sistema biela-manivela, este denomina-se motor alternativo. Esse tipo de motor pode se enquadrar como MIF – motores de ignição por faísca ou Otto, onde o fluido ativo admitido é previamente dosado ou injetado diretamente no interior dos cilindros no caso de sistemas de injeção direta de combustível (GDI), em seguida ocorre a ignição, gerada por uma faísca que ocorre entre os eletrodos de uma vela, iniciando assim a combustão.

### **2.3 Alternador**

De acordo com Santiago (2012), o nome de alternador é dado a máquinas que tem como função transformar energia mecânica em energia elétrica. Seu funcionamento está diretamente relacionado com os princípios de indução eletromagnético, onde a corrente elétrica que flui através de um rotor, cria um campo magnético que induz a movimentação dos elétrons nas bobinas do estator, que tem como resultado final uma corrente contínua.

O princípio de funcionamento até mesmo dos mais simples alternadores ocorre da seguinte maneira: diante de uma bobina fixa (o induzido) coloca-se a girar um ímã (o indutor), sendo acionado normalmente por uma polia nos automóveis. Independente do tipo de acionamento, o indutor deve receber um impulso mecânico que o faça iniciar sua operação. O ímã mantém um campo magnético do qual seu fluxo combinado com a bobina resulta em uma variação periódica, tendo a mesma frequência de revolução do ímã. É a variação de fluxo que induz corrente no alternador, de modo que o fluxo varia enquanto a corrente aumenta ou diminui. Quando o fluxo é máximo, ele não varia, a força eletromagnética induzida é nula, a corrente é nula e muda de sentido. Então o campo magnético produzido pela corrente induzida exerce no ímã forças contrárias à sua rotação, resultando na geração de energia. Atualmente, os alternadores possuem os mais variados tipos de uso, seja na construção de automóveis, ou mesmo na geração de energia elétrica de residências (SANTIAGO, 2012).

Santiago (2012) diz que até mesmo os enormes geradores das grandes centrais elétricas, que são responsáveis pela geração da energia distribuída a população, funcionam

graças a alternadores onde a força das águas movimentam o indutor do gerador, no caso de usinas termoelétricas, é pela energia produzida pela fissão de átomos de urânio, ou ainda pelo vapor obtido através da queima de um determinado produto combustível. O alternador poderá se utilizar de qualquer uma destas três formas de geração de energia mecânica, transformando-a em energia elétrica ao fazer girar a turbina do complexo da usina.

De acordo com Alves e Lourenço (2009), os alternadores englobam os seguintes elementos: Rotor; Escovas; Estator; Ponte retificadora; Ventoinha de refrigeração; Regulador de tensão.

## **2.4 Componentes eletrônicos**

### **2.4.1 Arduino**

Fazendo parte de um conceito de hardware e software livre o Arduino está aberto para o uso de toda a sociedade. Surgido na Itália em 2005, o conceito Arduino, que tinha como principal objetivo a criação de um dispositivo para uso em projetos em automação que fosse mais barato que outros sistemas disponíveis no mercado para o mesmo propósito (RENNA et al., 2013).

Projetado com a finalidade de ser de fácil entendimento, programação e aplicação, o Arduino é um sistema multiplataforma, de modo que pode ser configurado em ambientes Linux, Mac OS e Windows. Com isso o Arduino pode ser usado para desenvolver artefatos interativos *stand-alone* ou se conectar ao computador utilizando aplicativos como: Adobe Flash, Processing, Pure Data ou SuperCollider (RENNA et al., 2013).

De acordo com Renna et al. (2013), o arduino é uma plataforma física de computação composto por sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, o que permite a construção de sistemas que percebam a realidade e respondam com ações físicas. Ele é composto por uma placa microcontrolada, com acesso a entradas/saídas (I/O), e com sintaxes parecidas com as linguagens C e C++, fica fácil a criação de bibliotecas com funções para sua programação.

De modo geral, o Arduino pode ser analisado como uma unidade de processamento que é capaz de mensurar variáveis do ambiente externo, as transformando em um sinal elétrico correspondente, através de sensores ligados nos seus terminais de entrada. Em posse desse sinal, ele o processa computacionalmente, podendo ainda atuar no controle supervisão

ou mesmo acionamento de algum outro componente eletroeletrônico conectado na saída (RENNA et al., 2013).

Dessa maneira, as características do arduino em um ambiente profissional, o tornam uma excelente ferramenta na criação de protótipos rápidos e de projetos simplificados. Contudo, ele também pode ser utilizado como ferramenta educacional em um ambiente acadêmico, já que não necessita do usuário conhecimentos muito aprofundados em eletrônica digital e nem de programação de dispositivos digitais específicos (RENNA et al., 2013).

#### **2.4.2 Sensoriamento**

De acordo com Wendling (2010), para o estudo da automação em indústrias, automobilísticas, domésticos etc., é preciso determinar as variáveis ou condições do sistema. Para isso é necessário obter as informações das variáveis físicas do ambiente monitorado, este é o trabalho dos sensores, que informam um circuito eletrônico os eventos que ocorrem no ambiente externo, determinando a maneira que ele deve atuar, ou mesmo que comandos ele deve executar. Com isso os sensores e atuadores são os elementos principais que atuam sobre a automação, pois eles verificam e interferem no meio controlado.

No sensoriamento existem variáveis simples, fornecida por fenômenos físicos como: temperatura, pressão, intensidade luminosa, etc. Os sistemas de medição podem ser identificados pelas funções que executam, por exemplo: indicar a temperatura, totalizar a vazão em um período de tempo e registrar a pressão de um sistema qualquer (WENDLING, 2010).

#### **2.4.3 Sensor**

Sensor é um termo empregado para designar dispositivos sensíveis a algum tipo de energia do ambiente controlado, podendo ser luminosa, térmica, cinética e etc., de maneira a relacionar as informações sobre as grandezas físicas que irão ser medidas, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, tensão, aceleração, posição e etc., (WENDLING, 2010).

De acordo com Wendling (2010), os sensores na maioria das vezes, não tem características elétricas necessárias para sua utilização em sistemas de controle. Suponha que o sinal de saída de um sensor, ao fazer a leitura de um meio externo, e a energia recebida for dada por um nível de tensão muito baixa, se torna necessário fazer uma amplificação, para que se eleve o nível do sinal, permitindo que sua leitura seja feita pelo sistema de controle.

### 2.4.3.1 Sensor analógico

De acordo com Patsko (2006), os sensores analógicos são os dispositivos mais comuns, e recebem essa denominação, pois se baseiam em sinais analógicos, que são sinais que mesmo limitados a dois valores de tensão, corrente, frequência, entre outras grandezas elétricas, podem assumir infinitos valores intermediários. Isso significa que para cada nível de condição medida, resultará em um nível de tensão correspondente.

Em um sensor analógico *ideal*, se a variação de uma determinada condição, haverá uma variação proporcional para uma de suas outras propriedades, como tensão e resistência. Porém os sensores *reais* podem sofrer diversos tipos de influência, possuindo algumas limitações de funcionamento, por isso ele não funciona de forma perfeita. Por exemplo, fatores como temperatura e umidade do ambiente podem gerar alguns erros de medida, e materiais utilizados em construções podem limitar a sensibilidade e faixa de operação dos componentes de leitura (PATSKO, 2006).

De acordo com Patsko (2006), o uso desses sensores em circuitos analógicos e feita sem problemas, mais quando é preciso monitorar os dados em um circuito digital, como microcontroladores ou mesmo um computador, esse sinal analógico deve ser convertido em um sinal digital equivalente, pois a linguagem digital é mais fácil de ser processada e armazenada.

Os sensores analógicos podem ser classificados pelo modo ao qual eles respondem as variações, e essas respostas deveram ser na forma da variação de alguma propriedade elétrica como, resistência, tensão, capacitância e dentre outros (PATSKO, 2006).

Os sensores resistivos, como o próprio nome já diz, se comportam como resistores, mas, devidas algumas propriedades físicas e químicas, variam o valor de sua resistência de acordo com certas características, como luminosidade e temperatura. Esse tipo de sensor está entre os mais comuns encontrados, alguns exemplos são: o LDR; o termistor; sensor de peso; potenciômetro. Porém os sensores piezoelétricos, como alguns microfones e sensores de vibração, são fabricados com materiais que quando submetido a determinadas pressões e vibrações, produzem uma certa tensão (PATSKO, 2006).

Para os sensores capacitivos, a variação de determinadas condições resulta na variação da capacitância do mesmo, o que pode resultar na mudança da tensão ou da frequência do sinal de saída do sensor. Dois exemplos são, o acelerômetro e o sensor de umidade (PATSKO, 2006).

De acordo com Patsko (2006), além destes sensores, também existem alguns cujo funcionamento é um pouco mais complexo, pois baseiam-se em outras propriedades possuindo circuitos internos bem específicos para gerar um sinal de saída adequado. Esse tipo de sensor utilizam circuitos integrados para fazer a leitura, porem sua resposta de saída é em forma de sinal analógico.

#### **2.4.3.2 Sensor digital**

Os sensores digitais se baseiam em níveis de tensão bem definidos, e tais níveis podem ser descritos com Alto (High) com uma tensão de 5V ou próxima, ou Baixo (Low) com tensões de aproximadamente 0V, ou simplesmente “1” e “0”. Por tanto, esses sensores usam lógica binária, que é compatível com o funcionamento da maioria dos sistemas digitais. Diferente dos sensores analógicos que os valores são teoricamente infinitos, os sensores digitais podem alternar apenas entre dois valores definidos, de modo que não é possível haver um valor intermediário entre eles, sendo importante que os níveis de tensão não sejam maiores que 5V ou menores que 0V, pois eles poderão ser danificados, já que essas são as tensões de alimentação desse tipo de circuito. Recomenda-se também que os valores sejam próximos aos valores limites, pois valores intermediários, como 2 ou 3V, podem gerar certa confusão a sistemas digitais (PATSKO, 2006).

Para Patsko (2006), um exemplo simples de sensor digital é um par óptico, que se constitui de um emissor e um receptor de infravermelho, de modo que apenas dois estados são possíveis. Se o infravermelho atinge o receptor, teremos um nível de tensão baixo, porém se algo bloquear o caminho do feixe de infravermelho terá um nível de tensão alto. Onde não há um nível de tensão intermediário entre os dois.

De acordo com Patsko (2006), existem também sensores digitais mais complexos. Nos modelos de sensor digital simples se indica apenas se está acionado ou não, já os modelos mais complexos podem alternar entre várias respostas distintas, onde responde de forma mais elaborada, resultando em valores binários mais complexos, por exemplo, informar a temperatura do ambiente. Em alguns desses sensores, o sinal que geram como resposta é analógico, que é convertido internamente para um valor binário antes de ser enviado para algum outro sistema. Em comparação com seus equivalentes analógicos, os sensores digitais mais complexos embora também possam enviar vários valores, sempre irá haver um valor intermediário entre eles. Podemos então por assim dizer, que um sensor digital avança em *degraus*.

#### **2.4.4 Transdutor**

Denomina-se transdutor o dispositivo completo contendo o sensor, utilizado para transformar uma grandeza qualquer em outra que pode ser lida e utilizada em outros dispositivos de controle, podendo ser considerado uma interface as formas de energia do ambiente e o circuito de controle, ou eventualmente entre o controle e os atuadores (WENDLING, 2010).

De acordo com Wendling (2010, p.5) “Os transdutores transformam uma grandeza física em um sinal elétrico que pode ser interpretado por um sistema de controle”.

Os termos sensor e transdutor são muitas vezes utilizados sem distinção. Mas neste caso, o transdutor é um sistema completo, englobando o sensor e todos os circuitos de interface que possam ser utilizados no âmbito industrial (WENDLING, 2010).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta seção justifica a adoção de determinados materiais e métodos que se aplicam ao estudo, sendo apontadas as particularidades pertinentes ao assunto.

#### **3.1 Materiais**

Para este estudo foi utilizado uma bancada didática, constituída de vários componentes detalhados a seguir.

A parte estrutural da bancada foi construída fazendo o reaproveitamento de materiais, como cantoneiras, chapas e outros materiais que seriam descartados, resultando em uma estrutura que atendesse as necessidades do projeto.

Um dos objetos de análise foi um motor estacionário da marca Branco B4T-2.8, Partida manual, motor horizontal, monocilíndrico, 4 tempos, refrigerado a ar, combustível gasolina, cilindrada de 87cm<sup>3</sup>, potência máxima de 2,8 CV a 3600 rpm e torque máximo de 0,48 kgfm a 2500 rpm, segundo especificações do fabricante.

O outro objeto de análise foi um alternador elétrico Bosch de uso automotivo que de acordo com o fabricante possui corrente nominal de 35 Ampères e tensão de 14 Volts, ligado a uma bateria de 12 Volts.



A ligação entre o motor e o alternador foi realizada através de uma relação de transmissão de 2,2:1 por polias canal V perfil tipo A. Polia do motor de 150mm de diâmetro e polia do alternador 68 mm de diâmetro.

Para a diminuição do efeito da vibração do motor e alternador no restante da estrutura da bancada, os mesmos foram fixados sobre uma base de metal ligada ao restante da estrutura por quatro amortecedores, garantindo assim o bom funcionamento dos componentes eletrônicos.

Para a supervisão da temperatura foi utilizado o sensor digital DS18B20 (Dallas), com tensão de operação de 3 a 5,5V e faixa de medição de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+125^{\circ}\text{C}$  com precisão de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  entre  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+85^{\circ}\text{C}$ , com interface de 1 fio.

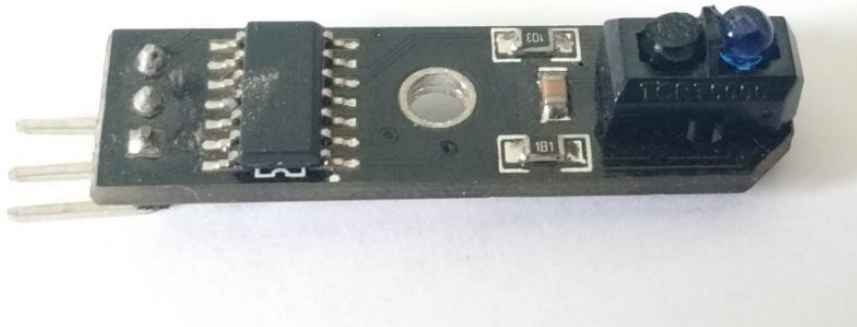
De acordo com Neto (2003), o sensor DS18B20 manda sinais digitais de 9 bits pro Arduino para cada temperatura lida, e para fazer a ligação do sensor deve-se instalar um resistor de 4k7 Ohms entre o pino digital e o VCC (resistor de Pull Up), para garantir precisão na leitura. A figura 1 mostra o sensor utilizado no projeto.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 1 – Sensor Dallas DS18B20.

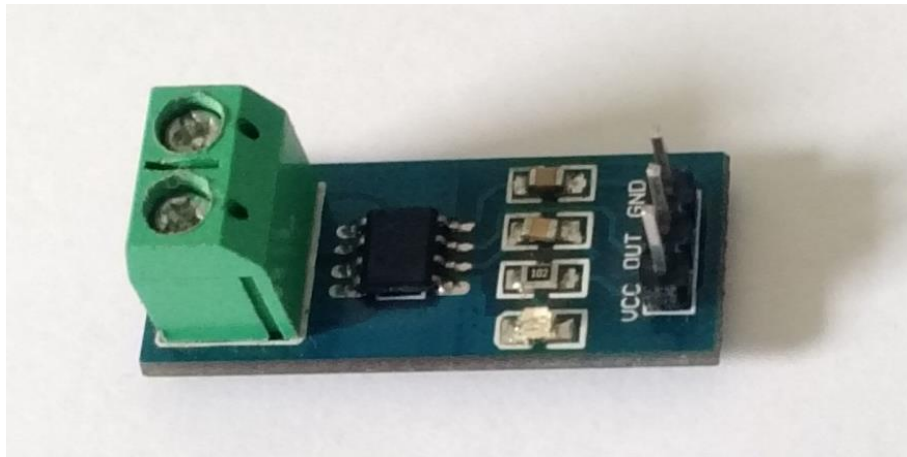
A rotação do motor foi obtida utilizando o sensor digital óptico reflexivo TCRT5000, mostrado na Figura 2, que é constituído basicamente de um led emissor de infravermelho e um receptor (fototransistor), tensão de alimentação de 5V e distância máxima de detecção de 25mm.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 2 – Sensor TCRT5000.

A leitura da corrente foi realizada pelo sensor analógico ACS712 30A que tem margem de erro de 1.5% a 25°C, tensão de alimentação de 5V (VCC), lê corrente contínua e alternada tanto positiva como negativa (bidirecional) com leituras que vão de -30A a +30A, portanto quando a corrente for 0A o valor mostrado é de  $VCC/2$  ou 2,5V, com razão de saída de 66mV/A. O sensor é mostrado na Figura 3 a seguir.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 3 – Sensor ACS712 30A.

Os dados dos sensores foram lidos e tratados utilizando um Arduino Uno R3 que possui o microcontrolador ATmega328, tensão de entrada de 7 a 12V, tensão de operação de 5V, composto por 14 portas digitais das quais 6 podem ser utilizadas como saídas analógicas e 6 portas analógicas com conversor analógico/digital de 10 bits e corrente de 40mA para os pinos I/O, com comunicação através de cabo serial, como mostra a figura 4.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 4 – Arduino Uno R3 com Cabo de Comunicação serial.

Para a supervisão dos dados foi utilizado o Software SCADA produzido pela Elipse, que permite obter informações de qualquer tipo de equipamento, neste caso o Arduino, podendo assim monitorar com precisão os dados coletados pelo mesmo. Os dados são apresentados na forma gráfica e armazenados via histórico, gerando um banco de dados que pode ser acessado posteriormente.

Para o monitoramento de dados e programação do Arduino, foi utilizando um computador, composto por gabinete (CPU), tela LCD de 14'', mouse e teclado.

### 3.2 Métodos

Inicialmente foi instalado e configurado o software e o hardware do Arduino no computador, possibilitando a leitura dos sinais elétricos emitidos pelos sensores. Feito isso, foi trabalhado a parte de programação do Arduino, tratando e transformando esses sinais elétricos em dados que possam ser analisados e armazenados.

De acordo com Renna et al. (2013), os sensores digitais transmitem um sinal elétrico em seu pino de saída que vai de 0 a 5V, que são lidos nas portas digitais do Arduino como 0 e 1 respectivamente. Os sensores analógicos também transmitem um sinal em seu pino de saída que vai de 0 a 5V, porém as entradas analógicas do Arduino tem um conversor de analógico para digital de 10 bits, e como as tensões de entrada do Arduino vão de 0 e 5 volts, resulta em uma conversão para valores inteiros que vão de 0 a 1023. Ou seja, os 5 volts da entrada são divididos em 1024 partes.

O sensor de temperatura foi instalado no bloco do motor logo abaixo do cabeçote, feita a ligação VCC, GND, pino digital e o resistor de 4.7K Ohms com o Arduino, se utilizou uma biblioteca pronta para uso com o Dallas para se fazer a leitura da temperatura do sensor.

O sensor para rotação foi instalado frontalmente a polia do motor, como a polia é de alumínio, reflete a luz infravermelha emitida pelo led emissor, a luz refletida é então detectada pelo fototransistor, resultando no estado “1” no pino digital do sensor. Para fazer a contagem das voltas, foi colado uma fita preta na polia, e como a mesma não é reflexiva, faz uma interrupção na luz detectada pelo fototransistor, de modo que o estado na porta digital se torna “0”, assim, toda vez que o estado digital do pino mudar de “1” para “0”, significa que o eixo do motor deu uma volta completa. Foi utilizado então a função Timer do Arduino, para contar o número de voltas em um segundo, e multiplicando-se o resultado por 60, se obteve a rotação por minuto (RPM) do motor.

O sensor de corrente foi instalado em serie com o fio positivo do alternador para a bateria. Esse sensor é bidirecional, fazendo leituras de -30A a +30A, variando a tensão no pino analógico de 0 a 5V. Assim, quando a corrente lida pelo sensor for 0A (alternador desligado), a tensão no pino analógico será de 2,5V ou aproximadamente 512 na entrada analógica do Arduino. Todo sensor analógico tem uma sensibilidade em razão com a tensão lida, a sensibilidade o ACS712 para 30A é de 66mV/A. Como temos apenas corrente positiva na saída do alternador, foi utilizado a seguinte equação para o cálculo da corrente:

$$Corrente[A] = \frac{((Valor\_Sensor - 512) \cdot Razão\_de\_Conversão)[V]}{Sensibilidade\_Sensor \left[ \frac{V}{A} \right]}$$

Onde:

- *Corrente* – corrente real gerada pelo alternador [A];
- *Valor\_Sensor* – valor lido pelo sensor e convertido em 10 bits pelo Arduino;

- 512 – como a menor corrente no alternador é 0A, sairá 2,5V pino analógico do sensor, ou 512 na entrada do Arduino. Como será feita uma relação de 0A a 30A e não de -30A a 30A, deve-se subtrair esse valor;

- *Razão\_de\_Conversão* – como o Arduino converte a tensão de entrada para um valor inteiro na faixa de 10 bits (0 a 1023), e a tensão de entrada máxima é de 5V, fazemos a relação da tensão por unidade de conversão, ou seja 5/1023;

- *Sensibilidade\_Sensor* – como o resultado do calculo será a tensão resultante no pino de saída do sensor, dividimos pela sensibilidade do sensor para converter a tensão na corrente gerada pelo alternador.

Para fazer a leitura da tensão do alternador direto no Arduino, foi necessário fazer uma queda na tensão utilizando resistores, pois a tensão resultante do alternador é aproximadamente 14V e a tensão máxima para a porta de entrada do Arduino é de 5V, fazer essa ligação direta, resultaria na queima da porta de entrada do Arduino.

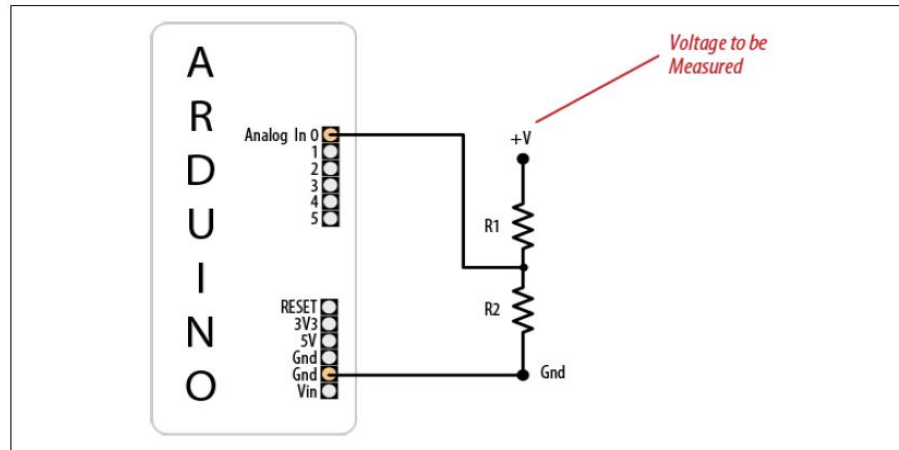
Na Tabela 1, Morgolis (2011) mostra quais resistores devem ser utilizados de acordo com a tensão máxima, utilizada na escolha dos resistores adequados.

TABELA 1 – Valores de resistores em função da tensão maxima.

Max Voltage	R1	R2	Calculation $R2 \cdot (R1 + R2)$	Value of ResistorFactor
5	Short (+V connected to analog pin)	None (Gnd Connected to Gnd)	None	1023
10	1K	1K	$1 \cdot (1+1)$	511
15	2K	1K	$1 \cdot (2+1)$	341
20	3K	1K	$1 \cdot (3+1)$	255
30	4K (3.9K)	1K	$1 \cdot (4+1)$	170

Fonte: MARGOLIS (2011, p. 163).

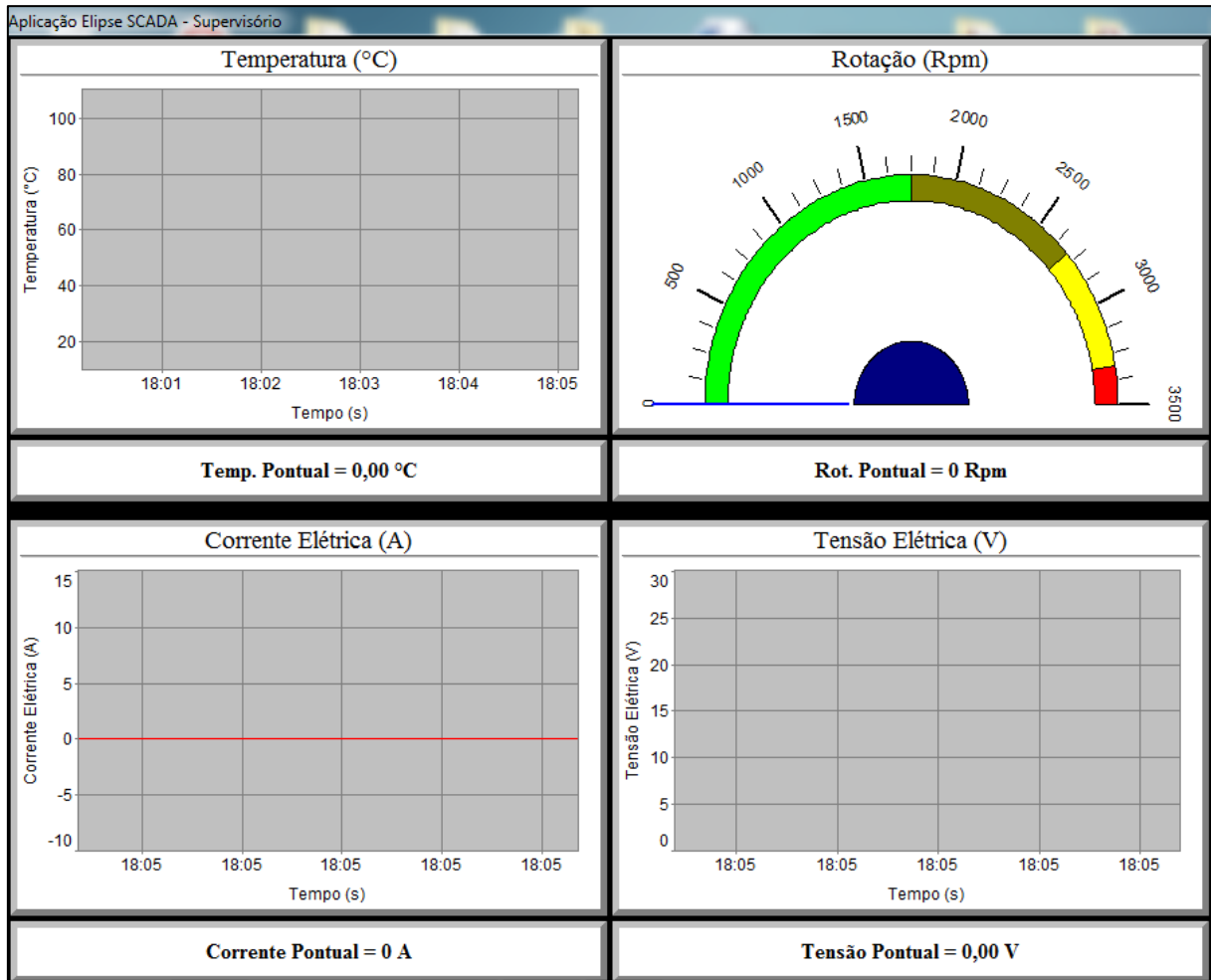
Foram utilizados os resistores de  $1K\Omega$  (R1) e o outro de  $3,9K\Omega$  (R1), o que possibilita a leitura de tensões de até 30V, proporcionando boa margem de segurança. A ligação com o Arduino foi realizada conforme ilustrado na Figura 5.



Fonte: MARGOLIS (2011, p. 163).

FIGURA 5 – Ilustração da ligação dos resistores no Arduino.

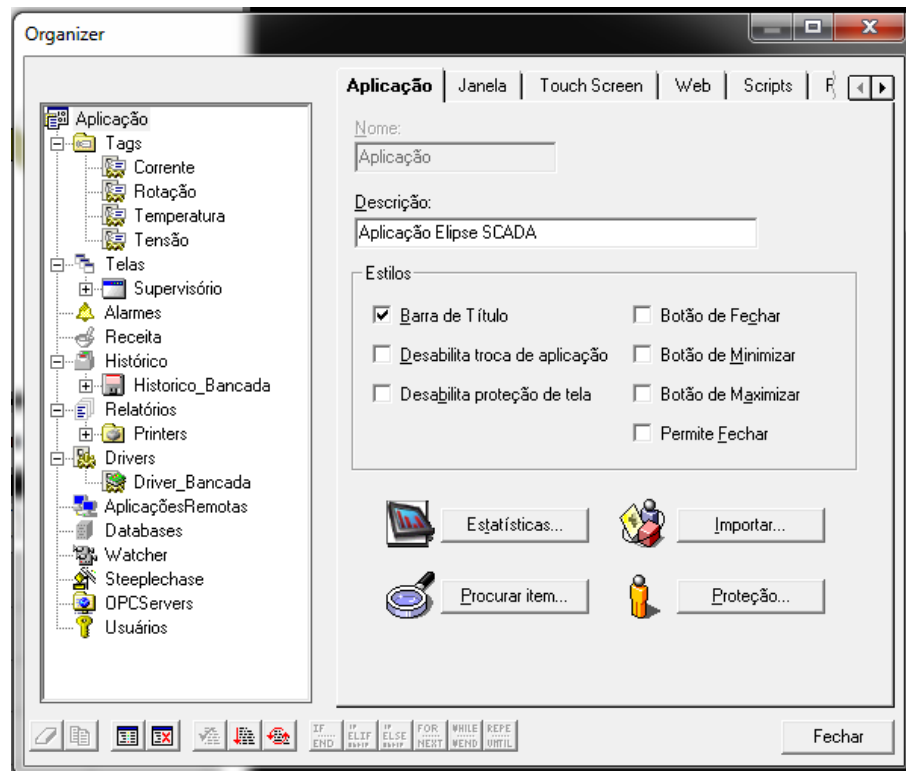
Para facilitar o tratamento dos dados, foi desenvolvido um supervisor utilizando o Eclipse SCADA, para ler os dados recebidos pelo Arduino UNO através dos sensores. Para tal, foi configurado uma tela no SCADA, contendo gráficos que exibem os dados lidos pelo Arduino, mostrada na Figura 6.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 6 – Tela do supervisor no Elipse SCADA.

Criada a tela do supervisor, é então configurado a comunicação do Elipse SCADA com o Arduino através do menu Organizer do SCADA. Primeiramente é criado e configurado a Driver de acordo com o Arduino, depois são criadas as Tags para cada sensor que será lido, e finalmente é criado um Histórico para que os dados possam ser salvos e acessados posteriormente para análise das informações. A figura 7 mostra o menu Organizer.



Fonte: Próprio autor.

FIGURA 7 – Menu Organizer do Elipse SCADA.

Todos os dados lidos são armazenados em um bando de dados, que posteriormente pode ser apresentado na forma de gráficos ou de texto. Esses dados podem ser configurados para mostrar uma faixa de tempo específica do período de leitura, podendo mostrar os dados de um ou todos os sensores ao mesmo tempo, o que facilita fazer comparativos entre eles.

#### 4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

O motor e o alternador apresentaram bom desempenho durante o funcionamento da bancada, porém os componentes eletrônicos não, apresentando falha de funcionamento toda vez que o motor era acionado, o que nesse primeiro momento impossibilitou seu uso, pois essa falha resultava na perda da comunicação serial do Arduino com o computador.

Inicialmente se pensou que a falha poderia ser efeito da vibração do motor sobre os componentes eletrônicos, então foi removido o Arduino e o computador da bancada para testar a influencia da vibração, mas se percebeu que a mesma não era o motivo da falha de comunicação.

Foram testados os possíveis problemas no que diz respeito ao hardware, foi trocado o cabo serial, porta USB utilizada, Arduino e os sensores. Porém a falha persistiu.



Tentou-se fazer o aterramento do Arduino, ligando um jumper na saída GND do Arduino a carcaça do computador, em uma tentativa de que qualquer interferência que chegasse ao Arduino fosse transferida e dissipada na carcaça do computador, porém não se obteve êxito.

Estudando mais a fundo a motor instalado na bancada, se descobriu que o mesmo possui um sistema ignição eletrônica por magneto transistorizado. Segundo Rahde (2011) esse tipo de sistema é reúne em um único aparelho todos os elementos dos sistemas de ignição por bateria, possuindo uma bobina especialmente construída para formar o induzido do magneto.

Esse induzido é constituído de um núcleo de ferro doce e dois enrolamentos, um primário e outro secundário. Um ou mesmo vários imãs geram um fluxo magnético no qual rotaciona o induzido, que a cada meia volta gera uma diminuição do fluxo magnético, que resulta uma corrente no enrolamento primário, com isso ocorre uma inversão brusca do fluxo magnético que por indução gera em uma corrente de alta tensão no enrolamento secundário que chega até a vela de ignição (RAHDE, 2011).

Com base nessas informações, se concluiu que a perda da comunicação serial do Arduino, era resultado dessas interferências eletromagnéticas geradas pelo sistema de ignição do motor, pois as mesmas só ocorriam quando o motor era acionado.

Essa perda de comunicação ocorria de forma parcial, onde a comunicação serial era perdida, mas voltava com determinada frequência, de modo que ainda eram realizadas leituras, porém com falhas. Ocorria também a perda total da comunicação, onde uma mensagem de falha de comunicação era apresentada na tela do supervisor e nenhum dado era lido.

Dessa forma, mesmo que a aplicação com o Arduino seja relativamente fácil e de baixo custo, não se mostrou eficiente nesse projeto, em função das interferências sofridas pelo Arduino decorrentes do tipo de ignição do motor que compõe a bancada.

## **5 CONCLUSÃO**

Percebe-se nitidamente que a automação é muito importante para o desenvolvimento e automatização de processos, e fazendo o uso de um sistema open source como o Arduino, se torna possível automatizar, bem como monitorar e supervisionar inúmeros processos de forma eficiente e a baixo custo, viabilizando a utilização do Arduino em projetos didáticos.

Contudo, o Arduino se mostrou muito sensível a interferências eletromagnéticas, e seu uso com esse tipo de interferência não se torna recomendável, já que os dados lidos sob

interferência não são confiáveis ou muitas vezes nem são lidos, a menos que se encontre algum meio de eliminar ou reduzir as interferências a um ponto em que as mesmas não exerçam influencia significativa no sistema.

Em projetos que já se tenha conhecimento desse tipo de interferência, recomenda-se o uso de um sistema mais robusto, como um CLP (Controlador Logico Programável), que dispõe de uma serie de filtros em seu sinal de entrada, impedindo que a sua placa microcontroladora sofra qualquer tipo de interferência desse tipo.

## 6 SUJEITÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Em vista dos resultados obtidos e os problemas encontrados nesse projeto, ainda se percebe que o Arduino pode ser uma ferramenta poderosíssima na automação de projetos de pequeno e até médio porte.

Uma importante contribuição para o uso do Arduino, mesmo em ambientes que sofram com interferências eletromagnéticas, seria o uso de matérias ou confecção de sistemas que possam neutralizar essas interferências, como por exemplo:

- O uso de cabo tipo manga com malha de aço para fazer a ligação dos sensores com o Arduino, fazendo o aterramento da malha, de modo que as interferências retidas na malha sejam dissipadas.
- A construção de uma Gaiola de Faraday, que teoricamente impediria que qualquer tipo de interferência chegasse ao Arduino. Viabilizando o uso do Arduino nesse tipo de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. J. de A. F; LOURENÇO, M. D. M. **Sistema de carga**. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2009. 81p. Apostila.

BRUNETTI, F. **Motores de combustão interna**. São Paulo: Blucher, 2012. 553p. v.1.

JUVINALL, R. C.; MARSHEK, K. M. **Fundamento do projeto de componentes de máquinas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 516p.

MARGOLIS, M. **Arduino Cookbook**. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

NETO, J. S. N. **Avaliação do sistemas 1-Wire<sup>TM</sup> para aquisição de dados de temperatura em instalações agrícolas.** 2003. 129 f. Tese (Pós-graduação) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2003.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações.** 6. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 412.p

PATSKO, L. F. **Aplicação, funcionamento e utilização de sensores.** São Paulo: Maxwell Bohr, 2006. 84p. Apostila.

RAHDE, S. B. **Motores de combustão interna.** PUC, 2011. 78p. Apostila.

RENNA, R. B. et al. **Introdução ao kit de desenvolvimento arduino.** Niterói: UFF, 2013. 80p. Apostila.

SANTIAGO, E. Info Escola. **Alternador**, 2012. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/electricidade/alternador/>>. Acesso em: 03/06/2015.

WENDLING, M. **Sensores.** Guaratinguetá: UNESP, 2010. 19p. Apostila.