

Desenvolvimento de um dispositivo com sensor de vibração utilizando o Arduino UNO

Gabriel Steffen¹, Liziane Marchese¹, and Fabio Fabian¹

¹Affiliation not available

December 10, 2018

Abstract

O ambiente industrial possui diversos equipamentos que necessitam de manutenções regulares. Um dos parâmetros que pode ser observado para que se afirme a necessidade de manutenção é a vibração dos equipamentos. Dessa forma, existem medidas de manutenção corretivas, preventivas e preditivas. A preditiva é a mais coerente, pois, entre as outras é a única capaz de observar parâmetros como a alteração da vibração no sistema. Além disso, quando não realizadas as observações necessárias das máquinas os trabalhadores podem sofrer riscos físicos, os quais podem prejudicar a saúde e o bem estar do mesmo. Dessa forma, este trabalho propõe a utilização de um protótipo feito em Arduino o qual é capaz de monitorar e sinalizar a presença de vibração no sistema. Esse projeto pode ser aplicado em escala laboratorial ou até piloto de empresas, sinalizando até qual vibração um equipamento pode chegar sem que isso atrapalhe no andamento do processo, saúde do equipamento e saúde dos trabalhadores que têm contato direto com este.

Introdução

A análise de movimento ao longo do tempo, especialmente em sistemas com comportamento oscilatório, é de extrema importância para áreas da engenharia e ciências exatas, por exemplo. De acordo com [Rao \(2008\)](#), vibrações são movimentos que se repetem depois de um determinado tempo. Um simples exemplo pode ser observado pela movimentação de cordas de instrumentos musicais, as quais quando movimentadas podem informar o comportamento mecânico do sistema. Da mesma forma que as notas emitidas por instrumentos possuem frequências sonoras específicas, as oscilações mecânicas de cada máquina também podem possuir frequência própria, chamada de frequência natural. Em um sistema mecânico, a informação da frequência do material é capaz de fornecer informações para verificação da “saúde” estrutural, visto que as frequências podem sofrer alterações como pequenas trincas, folgas, conexões, entre outros ([Junior, 2004](#)).

Trabalhadores estão diariamente expostos a diversos riscos, dentre eles riscos físicos que podem causar danos ao corpo humano. Esses são aqueles ocasionados por agentes que modificam o ambiente de trabalho e causam agressões aos que estiverem presentes no mesmo local em questão. Dentre os riscos físicos, tem-se como exemplo, ruídos, iluminação, calor, vibração, radiação e pressões anormais ([de Oliveira Mattos and Másculo, 2011](#)). Para diminuir os efeitos prejudiciais dessas atividades, a vibração mais especificadamente, os trabalhadores devem fazer o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), sendo um exemplo a luva anti-vibração e impacto que pode ajudar a mitigar as vibrações transmitidas dos equipamentos para as mãos e braços dos funcionários, resultando assim em um maior conforto e qualidade para a execução da tarefa. Outra medida preventiva que pode ser utilizada é o treinamento de trabalhadores para que possam verificar se uma máquina ou equipamento necessita de reparo. Esse plano de ação pode necessitar de um pouco mais de tempo e investimento para ser concluído e aplicado, porém os resultados virão a longo prazo,

trazendo os benefícios tanto para a saúde dos funcionários quanto para o processo produtivo da fábrica como um todo.

Em uma indústria a manutenção de equipamentos e máquinas pode ser dividida em três categorias: Corretiva, Preventiva e Preditiva ou por Condição. A tipo corretiva é o tipo de intervenção que ocorre depois da parada forçada não programada da máquina, a qual pode ocorrer em pequenas indústrias que não possuem problema em parar sua produção, devido a uma peça quebrada por exemplo. A preventiva ocorre onde máquinas importantes não são duplicadas, ou onde paradas inesperadas de produção podem resultar em grandes perdas, as operações de manutenção são frequentemente realizadas em intervalos de tempo fixos. Já a Manutenção Preditiva ou Manutenção pela Condição, considera cada máquina individualmente, substituindo a manutenção em intervalos fixos pelo intervalo fixo de medições de parâmetros operacionais, especialmente a vibração. Isto porque a vibração mecânica é um bom indicador do estado de funcionamento da máquina, e esta é a razão pela qual a medição de vibração é o principal parâmetro utilizado neste tipo de manutenção. As medições podem ser extrapoladas para prever quando os níveis de vibração atingirão valores inaceitáveis e quando a máquina deve ser parada para manutenção.

Atualmente microcontroladores estão sendo utilizados para controlar diversos processos. Um microcontrolador é um sistema microprocessador encapsulado em um único chip, que possui memórias, porém mais limitados que um computador. A utilização desses recursos pode reduzir drasticamente o custo de automação de sistemas, além de propiciar mais flexibilidade. Dentre as plataformas que utilizam microcontroladores, tem-se o Arduino, o qual vem a cada dia mais ganhando destaque. Arduino é uma plataforma de prototipagem aberta baseada em hardware e software flexíveis e de fácil utilização segundo [Banzi and Shiloh \(2011\)](#). O Arduino foi desenvolvido para facilitar a criação de projetos para iniciantes que não possuem experiência com desenvolvimento de software ou eletrônica ([Margolis, 2011](#)). Além disso, quando o controle de grandes equipamentos não é possível ser feito com pequenos controladores, esses ainda podem ser utilizados para testes em pequenas escalas laboratoriais para descrever o limite de vibração permitido. Assim, essa informação pode ser aplicada de forma análoga para os grandes equipamentos, evitando problemas no processo. Em meio a isso, este trabalho apresenta uma solução para monitorar vibrações de estruturas usando um protótipo de Arduino. O protótipo desenvolvido será responsável por acusar altas vibrações emitidas, podendo assim, determinar quando é necessário a manutenção preditiva em equipamentos industriais.

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados no trabalho foram:

- Arduino Uno;
- Sensor de vibração - SW 420;
- Protoboard;
- Buzzer;
- Jumpers;
- LED;
- Resistores de 220 ohms;
- Liquidificador;
- Placa de fixação;

Para o desenvolvimento do dispositivo com sensor de vibração, primeiramente, utilizou-se a placa de Arduino Uno que possui duas formas de receber uma alimentação: por conexão USB ou por uma fonte de alimentação. No trabalho utilizou-se a conexão USB, onde no software *Arduino 1.8.7* foi inserido todos os comandos para

o funcionamento do dispositivo.

A MONTAGEM DO SISTEMA

A Figura 1 representa o esquema geral utilizado no trabalho. O sistema é composto basicamente pela placa de Arduino, que recebe todos os comandos e as conexões dos acessórios adicionados, e o Protoboard onde são conectados todos os acessórios formando o circuito elétrico necessário para o funcionamento dos dispositivos. No esquema da Figura 1, no lado esquerdo temos o sensor de vibração conectado ao 5V, GND e ao pino 9 *output*. Ao lado temos o Buzzer que está conectado ao pino 13 e ao GND, e por fim, ao lado direito temos o LED que está conectado ao pino 12 e juntamente com o resistor de 220 ohms conectado ao GND. Para os experimentos realizados o sensor foi fixado a um liquidificador, o qual representava um reator ou máquina industrial. Ao ligar o liquidificador o sensor detectava a vibração.

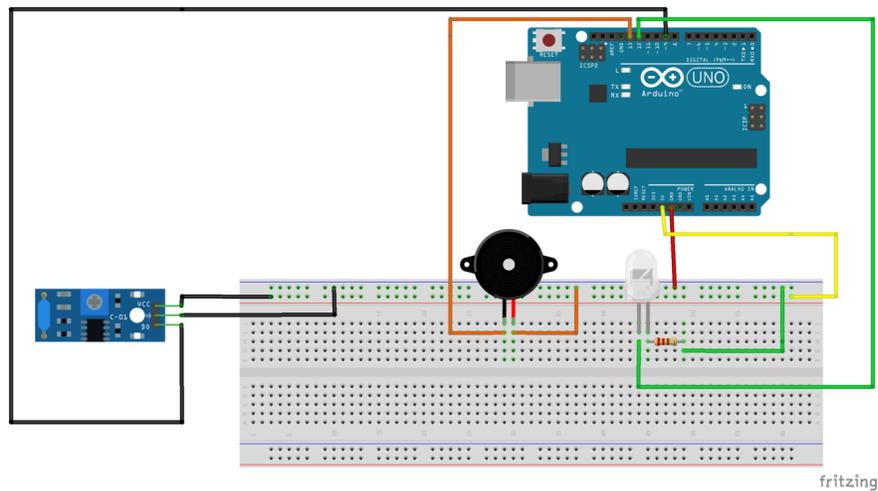


Figure 1: Ilustração do esquema montado para o sensor de vibração e acessórios

As conexões no protoboard foram:

- Sensor SW 420: o sensor, como mostrado abaixo na Figura 2, possui 3 conexões, sendo elas o 5V que fornece energia para ligar, GND ou terra que é o ponto neutro do sistema, onde todos os acessórios são conectados para possuírem a mesma base, e output que está conectado a placa de Arduino e que envia o sinal quando a vibração é detectada. Os Indicadores de Sinal e de Potência mostram visualmente se o equipamento está recebendo energia e sinal do sistema. O ajuste sensível é realizado buscando calibrar o equipamento para uma vibração desejada. E o Sensor de vibração é composto por uma pequena esfera que ao receber uma vibração ela se move de um lado ao outro e emite um sinal de HIGH ou LOW para o equipamento, e conseqüentemente, faz com que o acessório emita um sinal de detecção de vibração.
- *Buzzer*: é responsável por emitir sons que podem ser ajustados por uma frequência desejada e o acessório pode ser acionado quando alguma ação ocorrer no sistema. O *buzzer* possui duas conexões, como mostrado na Figura 3: uma é ligada ao GND e a outra é ligada a uma porta da placa Arduino, para assim ser utilizada durante a programação do comando do sistema. O *buzzer* utilizado no trabalho acionava quando a vibração era intensa.

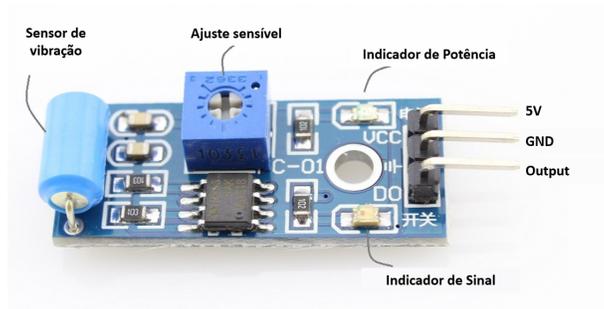


Figure 2: Sensor SW 420



Figure 3: Buzzer

- LEDs: Utilizou-se um led da cor verde, como mostrado na Figura 4, o qual era responsável por sinalizar sempre que o sensor detectasse alguma vibração. O led vou conectado ao GND e a uma porta da placa de Arduino.

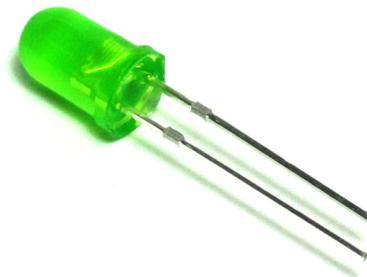


Figure 4: LED

- Resistor de 220 ohms: é responsável por limitar a energia elétrica do circuito, permitindo que os

acessórios funcionem de maneira ideal sem ocorrer a queima do equipamento. No trabalho foi utilizado um resistor de 220 ohms juntamente com o LED, pois o LED necessita de uma tensão menor do que a do sistema.



Figure 5: Resistores de 220 ohms

- *Jumpers*: são responsáveis por realizar uma ligação móvel de um circuito elétrico. No trabalho, os jumpers, como na Figura 6, foram utilizados para conectar todos os acessórios a placa de Arduino e ao Protoboard.

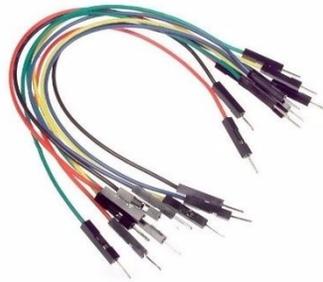


Figure 6: Jumpers

OS CÓDIGOS DO PROTÓTIPO

Utilizou-se o software *Arduino 1.8.7* para realizar os códigos sistema.

Os códigos utilizados foram:

- Definindo as variáveis do sistema

```
int sensor = 9;
```

```

int led = 12;
int buzzer = 13;
int frequencia = 0;
int tempo = 0;
int tempoatual = 0;
int tempototal = 0;
long medicao = 0;           // Definindo as variáveis e em quais pinos elas se conectarão no Arduino

```

- Definindo as entradas e saídas do sistema, onde o sensor é a entrada e o buzzer e o led são as saídas.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);           // Ligar o Serial Monitor, utilizado apenas para correção de bugs. Quando
                                // estiver pronto pode retirar esse comando
  pinMode(sensor, INPUT);      // Definindo o sensor como uma entrada
  pinMode(led, OUTPUT);        // Definindo o led como saída
  pinMode(buzzer, OUTPUT);     // Definindo o buzzer como saída
}

```

- Função loop para o sistema foi baseada na utilização de uma calibração do sistema. O sensor funciona quando ele consegue detectar um HIGH e LOW, ou quando a esfera toca os dois lados. Como o sensor não consegue realizar uma leitura da intensidade de vibração e sim somente detecta os picos de vibração, foi utilizado o comando para o sensor detectar a variação do tempo de cada toque. Sendo assim, para variações de tempo baixas o sensor considerava como uma intensidade alta, isso foi realizado em um ciclo onde a frequência era lida 6 vezes, e então, caso a variação do tempo fosse maior que 550 milissegundos o sensor considerava que a vibração do sistema era igual a zero. Por outro lado, se a variação do tempo fosse menor que 550 milissegundos o sensor detectava a vibração e então enviada um sinal para o sistema.

```

void loop() {
  medicao = pulseIn(sensor, HIGH);           // Funcao retorna o tempo que demora pro sensor ler
  variações entre HIGH e LOW
  delay(50);
  if (frequencia == 0) {
    tempo = millis();                       // Atribuição do tempo inicial (millis() pega o
    horario atual do Arduino)
  }
  frequencia = frequencia + 1;              // Soma um a variável frequência
  if (frequencia > 5) {
    tempoatual = millis();                  // Atribuição do tempo final
  }
}

```

```

    tempototal = tempoatual - tempo;           // Encontrando o delta T
    frequencia = 0;                             // Frequencia = 0 para caso o tempo total seja >
550, "zerar" o programa
}

• Caso o sensor detectasse uma vibração com uma variação de tempo menor que 550 milissegundos as seguintes ações eram realizadas no sistema. O LED ligava e o Buzzer era acionado a uma frequência de 1950 Hz, na sequência o LED esperava 250 milissegundos e então era desligada. Por fim, todas as variáveis do sistema eram zeradas para que ocorresse a nova leitura pelo loop anterior.

if (tempototal < 550 && tempototal != 0) { // Tempo total < 550 por calibração e tempo total != 0
(diferente de zero) pra nao entrar no inicio do programa
    tone(buzzer, 1950, 1500);                 // Aciona o buzzer
    digitalWrite(led, HIGH);                 // Liga o led
    delay(250);                               // Espera 250 ms com o led ligado
    digitalWrite(led, LOW);                  // Desliga o led
    tempoatual = 0;
    tempo = 0;
    frequencia = 0;
    tempototal = 0;                          // Reset nos valores para o programa iniciar do zero
}
}

```

Resultados e Discussões

Observando o funcionamento do protótipo, pode-se perceber que ao ligar o equipamento que simula o processo (liquidificador) o sistema detecta uma vibração que até então não existia, acionando assim o LED e posteriormente o *buzzer*. Foi utilizado o LED para sinalizar a presença de vibração pois o liquidificador realizava um ruído alto, sendo que às vezes não era possível detectar o som emitido pelo sinalizador *buzzer* apenas. Na Figura 7 é possível visualizar o sensor fixado no liquidificador e, na Figura 8, é possível visualizar o esquema utilizado, porém com um LED a mais o qual era responsável por acender se caso a vibração fosse detectada, enquanto o outro ligava somente quando o *buzzer* era acionado.

Também foi utilizado na programação um comando para ligar e desligar o LED, pois assim ele emitiria luz cada vez que o sensor de vibração detectasse a mínima movimentação exigida. Com o uso do Sensor de Vibração SW-420 para o projeto, algumas dificuldades foram encontradas: ao acionar a primeira velocidade do liquidificador o sensor já era capaz de sinalizar a vibração, porém ao aumentar a velocidade do eletrodoméstico a percepção do sensor era quase a mesma do primeiro nível. Isso se deve ao fato de que o sensor utilizado precisava de uma calibração por programação e também manual, o que poderia afetar a calibração total e afetar também a aferição da vibração do sistema. O sensor também possui uma calibração muito sensível, sendo que muitos fatores podem influenciar o funcionamento, como a viscosidade o líquido utilizado



Figure 7: Sensor de Vibração SW 420 fixado ao liquidificador

no liquidificador, o ângulo que o sensor foi fixado e a movimentação do liquidificador por não estar perfeitamente fixado em uma plataforma. Para resolver alguns problemas como citados anteriormente, foi utilizado uma plataforma para fixar o liquidificador e reduzir vibrações por efeitos secundários, também foi utilizado somente água no equipamento para evitar a diferença de viscosidade, em caso de adicionar farinha ou amido de milho por exemplo, e o sensor foi fixado com cola e fitas, porém, a própria vibração do liquidificador movia o sensor podendo assim ocasionar da descalibramento do equipamento.

Conclusões

O protótipo proposto foi capaz de cumprir as aferições necessárias, acusando quando houve a presença, ou não, de vibração no sistema. Assim, torna-se importante a utilização de sensores de baixo custo em projetos que possuem alta vibração, os quais podem auxiliar em grandes processos, evitando problemas operacionais e para os trabalhadores. Do mesmo modo o trabalho realizado propõe como sugestão para trabalhos futuros a utilização de diferentes sensores de vibração, podendo assim diferenciar valores medidos, e não apenas medir a presença ou não da vibração. Também seria ideal utilizar equipamentos onde os níveis de vibrações fossem maiores para que o sensor tivesse uma facilidade em detectar essa diferença de vibração. Por fim, o trabalho auxiliou os autores a compreender melhor como funcionam os circuitos elétricos de equipamentos e sensores utilizados na prática e também aperfeiçoou os conhecimentos relacionados ao desenvolvimento de projetos.

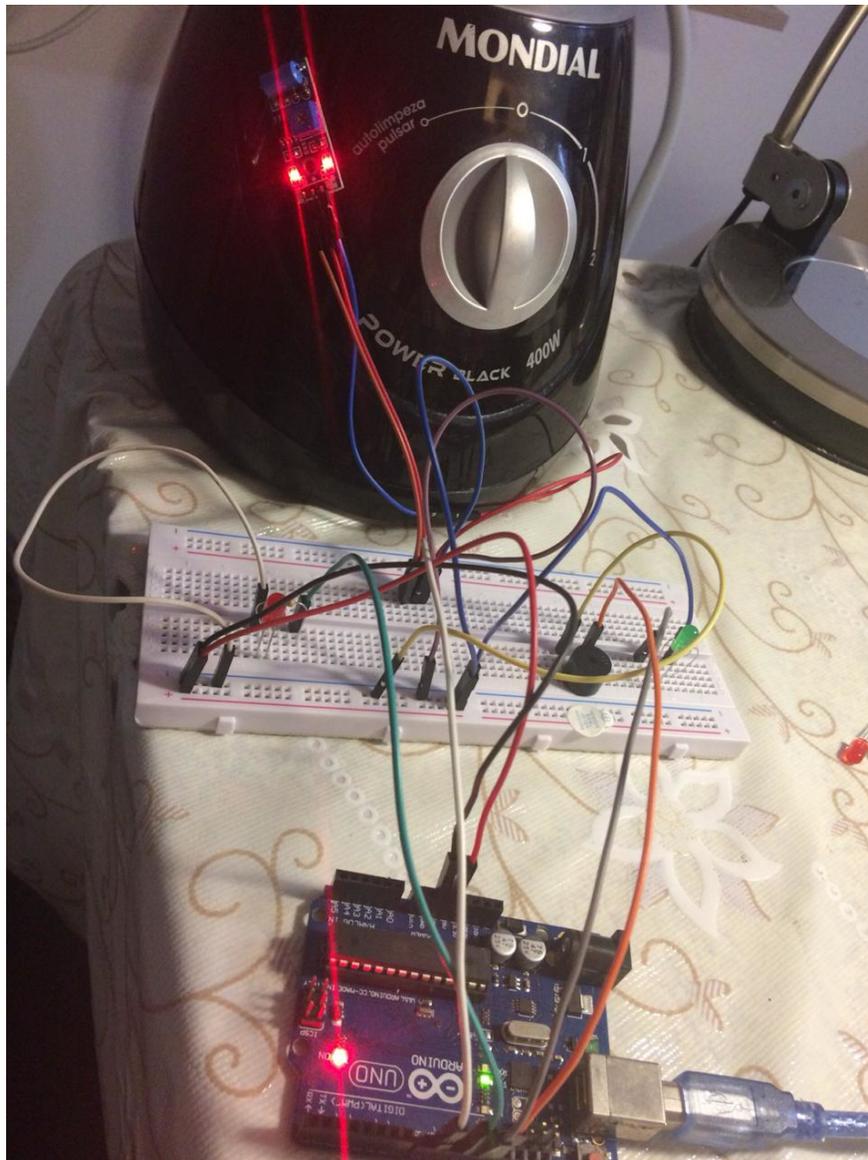


Figure 8: Protótipo utilizado composto pela placa de arduino, protoboard, sensor SW 420 e acessórios.

References

Massimo Banzì and Michael Shiloh. *Primeiros Passos com o Arduino*. Novatec, 2011.

Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos and Francisco Soares Másculo. *Higiene e Segurança do Trabalho*. Elsevier, 2011.

Adyles Arato Junior. *Manutenção preditiva: usando análise de vibrações*. Manole, 2004.

Michael Margolis. *Arduino Cookbook*. O'Reilly, 2011.

Singiresu Rao. *Vibrações Mecânicas*. Pearson, 2008.