a<https://www.embarcados.com.br/coletor-analisador-portatil-de-vibracao/>

<https://www.esp8266.com/viewtopic.php?f=160&t=14513>

<https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/modules/spi/>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=159313.0>

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=226155.msg1635974#msg1635974>

Fundamentals of vibration

How is vibration measured?

Understanding the vibration signal

Vibration units

Analysis parameters

Data analysis: Where to begin?

SISTEMA DE BAIXO CUSTO DE MONITORAMENTO DE FALHAS CRÍTICAS UTILIZANDO IOT

CONCEITOS DE CIENCIAS DA COMPUTAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

ESCALABILIDADE

Core do tabalho: DESCREVER A FREQUENCIA DAS ANÁISES DE VIBRAÇÕES SÃO REALIZADAS , CAPACIDADES do HARDWARE E POR ONDE CAMINHAM AS BOAS ANÁLISES

USAR PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO VIA WEB PARA ENVIAR E ESTRUTURAR OS BANCOS DE DADOS

APLICAÇÃO DE CLOUD SERVICES

Ever in this page refs [2]

Node.js is an open-source language, developers use JavaScript for client-side functionality often. Node.js is the server component in the same language.

Representational State Transfer (REST) is an architecture style for building resources on the web. Examples of resources for website include HTML documents, images, and script files.

To retrieve or update a resource, perform an action through HTTP methods. To identify which resource to retrieve or update, REST uses a Uniform Resource Identifier (URI) to describe the network location of the resource.

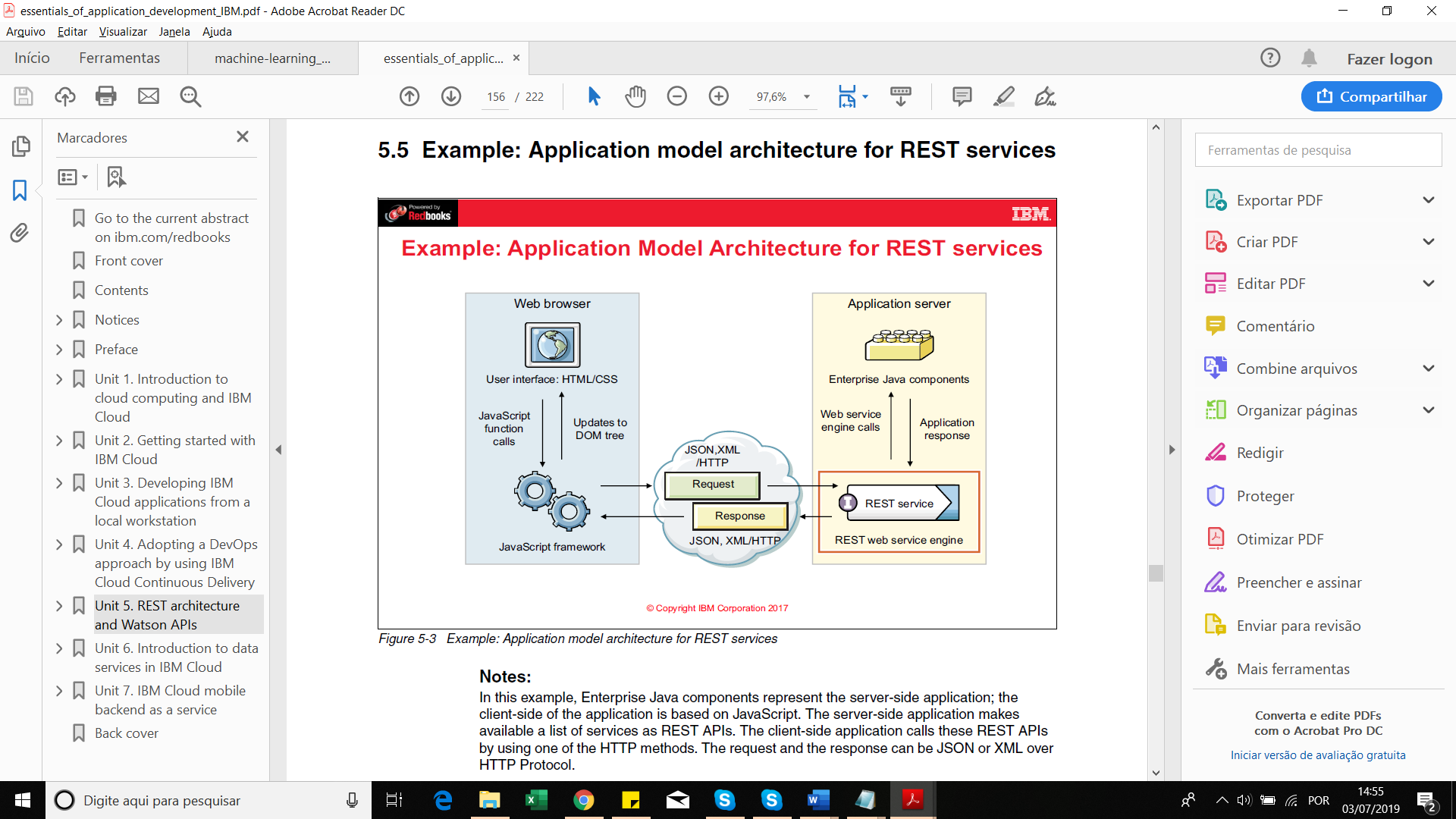
REST provides the following HTTP methods:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| GET | POST | DELETE | PUT |
| OPTIONS | HEAD | TRACE | CONNECT |

The GET method is used to retrieve information from the server. When you use your browser to navigate to any URI, you use the GET method to get the HTML of that website. The query string that contains the parameters that are needed for the request are sent in the URL by placing a question mark (?) at the end of the URI, and then, writing the parameters.

In a more general sense, web resources represent a source of information. For example, HTML documents define the structure of a web page. Cascading Style Sheet (CSS) documents define the presentation of a web page, and image files provide a visual representation of information. With REST services, you treat server applications as web resources.

A REST service is now an entry point to an application on the server. It provides information from the server application. To call a REST service, use HTTP method verbs, such as GET, PUT, and POST. To specify which REST service to call, use a URI to describe the location of the resource on the server.



What is a RESTful web service?

JavaScript Object Notation (JSON)?

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Objetivos Específicos

JUSTIFICATIVA

ESTRUTURA DO TRABALHO

MÉTODO DA PESQUISA

DESENVOLVIMENTO

Conceitos de Manutenção

Conceito e Análise por vibração

Falhas detectadas na análise por vibração

Acelerômetros

ADXL345

Sistemas Embarcados

Tecnologias Da Transformação Digital

Iot

Bancos de Dados

Cloud Services

DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

Descrição geral

Circuito de alimentação

Microcontrolador – ESP8266

Firmware

Acelerômetro – ADXL345

Protocolo de comunicação SPI

Armazenamento de dados

Montagem do protótipo

Testes

Results of the device testing

Save eprom data and send

ABSTRACT

Atualmente, as indústrias utilizam amplamente motores AC como acionamentos diversos. Dessa forma, se houver alguma ocorrência de falha e não for identificado antecipadamente, a vida útil e a eficiência do motor serão reduzidas. Então, monitorar as condições de um motor é importante, trazendo medidas preditivas a serem avaliadas freqüentemente. Aqui apresento o monitoramento de um motor CA usando um microcontrolador junto a um sensor ADXL345 para verificar as condições do motor com base em análises de vibração capturadas e enviadas para análise em IBMWATSON. Então, para aumentar o desempenho e produtividade em uma indústria. O propósito é identificarmos falhas em um motor usando sensores, e usar a IoT para permitir que os objetos comuniquem-se, sejam detectados ou controlado remotamente através da rede existente.

Palavras chave: XYZ

ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa será dividida em 5 partes: introdução, fundamentação teórica, desenvolvimento, discussão de resultados e conclusão.

Na introdução serão feitas as considerações iniciais através de *overview*, mostrando o tema proposto, bem como o problema que levou ao seu desenvolvimento. Também serão discutidos justificativa, objetivos e procedimentos metodológicos.

A fundamentação teórica apresentará o estado da arte necessário para o desenvolvimento do sistema. Fazendo ênfase a temática atual do processo refinado de tratamento de dados de **Sistemas embarcados** através de *cloud services*. Síntese de diferentes estudos sobre o desenvolvimento de aplicações com placa eletrônica ESP8266/32, sensor ADXL345, linguagens de programação, documentações e o projeto do protótipo a ser realizado.

Na terceira parte do trabalho consta o projeto e desenvolvimento do sistema supervisório de análise de vibração para “motores de indução”, apresentará como os dados coletados pelos sensores serão tratados e visualizados pelo usuário. Detalhamento do desenvolvimento do software e arquitetura de hardware utilizada. Discussão de domínio das análises(..)

Utilizando o protótipo desenvolvido, serão realizados testes e simulações do sistema, bem como a discussão dos resultados obtidos e dificuldades encontradas durante o seu desenvolvimento e comparações de resultados, para compor a quarta parte.

Na conclusão deverão constar comentários pertinentes ao fechamento do ciclo do trabalho. Será avaliado se o objetivo foi atingido, sugestões e possíveis melhorias para trabalhos futuros.

INTRODUÇÃO

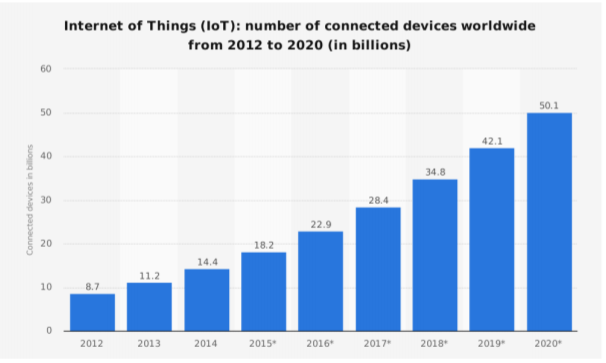
O principal objetivo dos programas de manutenção de equipamentos é preservar as funções do sistema de maneira econômica. Pesquisa uma ampla variedade de técnicas comumente usadas para monitorar a condição de sistemas mecânicos. Revê alguns dos modelos de decisão concebidos para resolver este tipo de problema de inspecção; conclui com algumas sugestões para futuras direções de pesquisa neste tipo de problema de decisão.

Hoje em dia, as linhas de produção estão em processo constante de automatação, e a intervenção humana em um processo é menos frequente. Isto exige algoritmos de detecção automática de falhas a serem implementados, bem como dispositivos capazes de manter o monitoramento dos estados de um processo por um longo tempo em um modo autônomo, especialmente quando os locais onde os dispositivos são montados não são tão facilmente acessados. Isto requer, por sua vez, uma gestão eficiente do condicionamento do dispositivo, bem como capacidades de auto-diagnóstico.

Aplicações para monitorar sistemas em tempo real são de suma importância para determinações de confiabilidade. Adventos como IoT revolucionou aplicações de fácil construção e comunicação com a web, permitindo a comunicação de pacotes de dados de tamanho reduzidos com servidores de acordo com a programação incluida no hardware.

É observado ao aumento exponencial do volume de dados disponíveis e o aumento da capacidade computacional dos sistemas, a demanda pelo desenvolvimento de novas aplicações tem sido impulsionada ao redor do mundo, buscando melhorar a experiencia do usuário final, com alto nível de assertividade utilizando ferramentas e API’s diversas (*Application Programming Interface*) para conectar diferentes serviços.

O número de dispositivos conectados à web em todo o mundo está crescendo continuamente e de acordo com [5] irá atingir 50 bilhões de dispositivos até 2020.



Além disso, toda máquina em operação possui tendências a possíveis falhas. Tomando motores industriais como exemplo, fatores como como quantidade de lubrificação, considerações elétricas, ventilação do motor, alinhamentos e carga do motor são algumas possibilidades que podem ser motivo para o motor apresentar falhas. Esses fatores resultam em vibrações do motor ou aumento na temperatura do motor para níveis críticos [6].

OVERVIEW

JUSTIFICATIVA

O estudo DO DESENVOLVIMENTO DE sistema EMBARCADIS tem beneficiado o controle de manutenção atualmente. Porém há de se notar que bons hardwares de sistemas disponíveis no mercado possuem um elevado custo de implementação, não sendo viáveis para uma difusão em larga escala. O estudo em questão propõe uma alternativa de baixo custo para análise de falhas críticas em máquinas rotativas usando um sistema de captação de dados de baixo custo para fazer comunicação com as ferramentas XY da IBMCloud e .

OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um sistema supervisório para monitoramento de vibração de máquinas rotativas. Além disso, trazer a importância de trabalhar com ferramentas da atualidade da ind. 4.0. Para isso, utiliza-se um microcontrolador ESP8266, o qual por meio de um software escrito através das livrarias disponíveis, (desenvolvido em linguagem C), possibilita comunicação com sensores e acesso à internet. O software do sistema embarcado registra os dados em um banco de dados noSQL, apresentando os resultados obtidos com fácil interação com o usuário.

Possibilitando implementações diversas, como métricas para determinação dos cenários aceitáveis de resultados para detecção de condições do MIT, além de aplicar ferramentas diversas de análise de banco de dados , ex IBM WATSON ou outras ferramentas em cloud services.

ESPECÍFICOS

Ter sucesso na realização do desenvolvimento de um sistema supervisório de monitoração de vibração para máquinas rotativas.

Implementar um software no Esp8266/adxl345 capaz de captar dados e se comunicar através de protocolos, para enviar os dados para uma data-base.

Utilizar a infraestrutura disponível gratuitamente de análises estatísticas da Cloud.

I. INTRODUÇÃO

O MIT deve ser eficiente e confiável, pois é necessário fornecer velocidade e torque em ampla faixa de operação, mantendo o controle preciso do acionamento do motor com segurança [1]. Para evitar anormalidades do motor de tração, é desejável a confiabilidade melhorada e a operação efetiva com um aviso antecipado com notificação instantânea. Vibração, corrente e temperatura são três parâmetros que são bem estudados e amplamente aceitos na detecção de falhas do motor devido ao fato de que falhas elétricas e mecânicas estão sendo monitoradas [2].

De acordo com a pesquisa feita pelo Instituto de Engenheiro Elétrico e Eletrônico (IEEE) [3], 44% das falhas do motor são de rolamentos e 24% são de estator. A maioria das falhas mecânicas no motor são desequilíbrio mecânico, rolamento e mancais, porque um estresse contínuo sobre eles pode resultar na falha maior. Fatores como lubrificação inadequada, instalação inadequada, contaminação e corrosão frequentemente contribuíram para falhas de laminação e rolamentos. Um sensor de vibração e um sensor de corrente são capazes de detectar o funcionamento irregular do rolamento do motor aumentando a vibração e desequilibrando a corrente do eixo devido ao distúrbio do fluxo causado pelas excentricidades do rotor.

Este trabalho apresenta um desenvolvimento e implementação de um sistema de monitoramento de condições de acionamento de motor baseado na utilização do ESP8266 + adxl345

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este sistema foi projetado e desenvolvido do usando componentes comercialmente disponíveis no mercado e plataforma de software de código aberto para aquisições de dados, baixo consumo de energia e coleta de dados pelo sistema IoT. em tempo real. Os resultados experimentais revelam que o sistema é capaz de capturar e reportar parâmetros ....

Graças à tecnologia IoT, a manutenção preventiva do motor pode ser planejada de maneira eficaz e remota, com coleta e análise de dados valiosas. Com técnicas avançadas de redução de consumo de energia, um nó de sensor consome uma quantidade extremamente baixa de energia de bateria, ideal para aplicações móveis.

As de fontes de processamento permite capturar, processar e analisar muitas vezes em tempo real, dados provenientes de bilhões de dispositivos conectados que servem a diferentes aplicações, desde monitoramento de ambientes, aplicações industriais e comerciais além de aplicações voltadas para melhorar a vida dos usuários.

How is Vibration Measured?

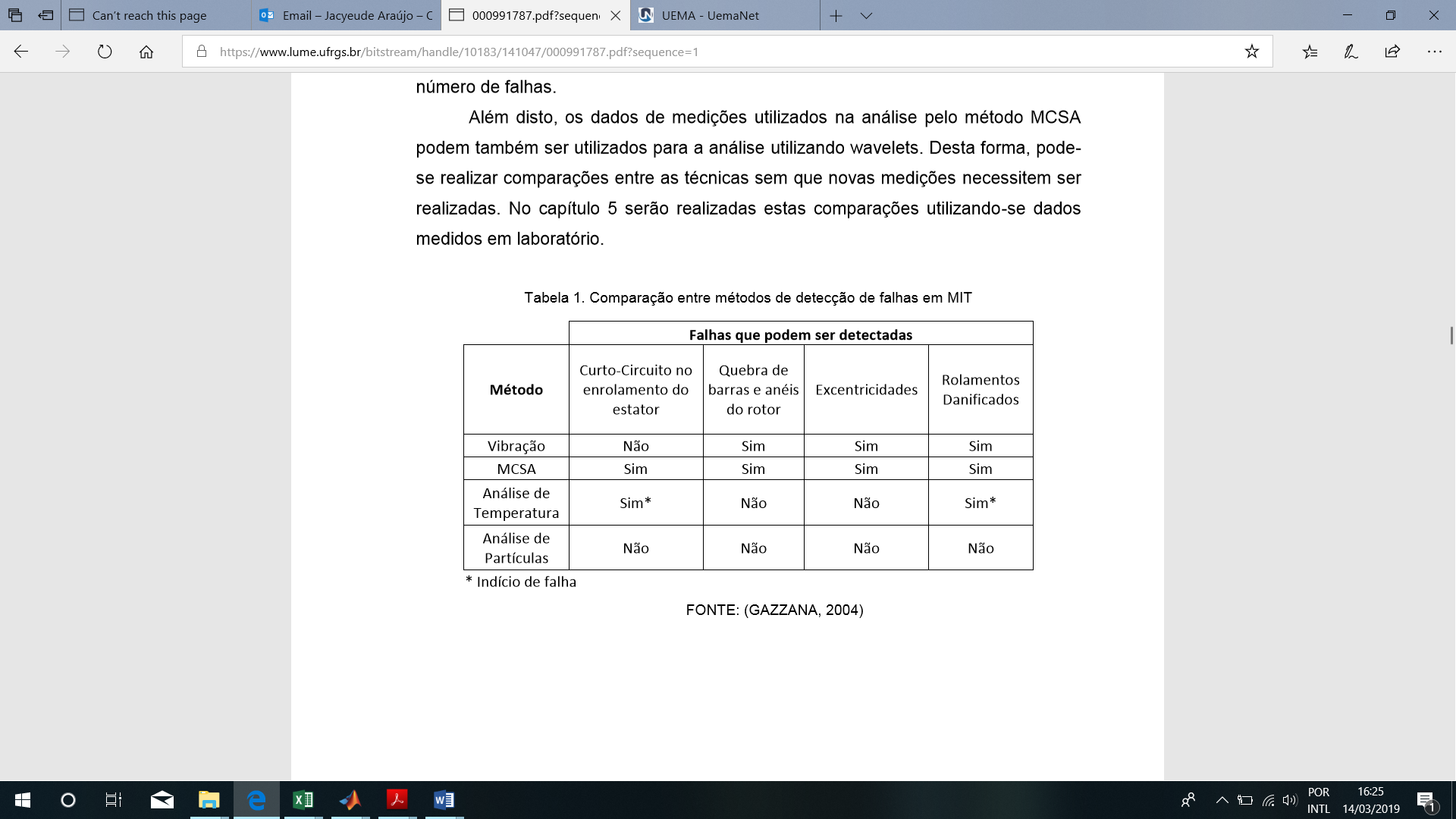
In this section we will answer these questions.After reading this section you will be able to:

Recognize which machines should be monitored

Understand how vibration sensors should be mounted

Determine how measurement parameters should be set

Take measurements in a systematic way



As técnicas de analise preditiva são as que oferecem melhores resultados em relação a produtividade de planta, devido interferir o mínimo possível no seu índice de disponibilidade.

O resultado esperado pela respectiva pesquisa busca os seguintes benefícios para a manutenção industrial:

Elevação da confiabilidade do processo;

 Elevação da confiabilidade das maquinas e equipamentos;

 Elevação de eficiência das intervenções da manutenção;

 Redução nos custos de manutenção.

O estudo proposto busca disponibilizar as melhores praticas de analise de vibração, assim como descrever o funcionamento e a evolução dos equipamentos de medição e análise de vibração, assim como seus respectivos *softwares.*

*SISTEMAS ON LINE E OFFLINE*

**Sistema On-line ‘’uma tendência de mercado’’**

Acelerômetro

There are many types of accelerometer available in market but most populer is MEMS(Micro ElectroMechanical Systems) based, due to its compactness.

The first micro machined accelerometer was designed in 1979 at Stanford University, but it took over 15 years before such devices became accepted mainstream products for large volume applications

O modo de fixação do acelerômetro na estrutura tem uma influência considerável da resposta do sensor: Quanto mais rígida for a fixação, melhor será a resposta em alta frequência.

MEMS include part of Microelectronics but there is a characteristic that electronic circuits do not share with MEMS.

Electronic circuits are inherently solid and compact structures, MEMS have holes, cavity, channels, cantilevers,membranes, etc, and in some way imitate ‘mechanical’ parts.

MEMS are not only used in accelerometers but also in pressure sensor, Inertia sensor, Microfluidic bioMEMS, Optical MEMS etc.

Um acelerômetro é um dispositivo eletromecânico capaz de medir aceleração, isto é, a taxa de variação da velocidade. Estas acelerações podem ser estáticas, como a força da gravidade, ou dinâmicas, causadas por movimentação ou vibração. Sua unidade no Sistema Internacional (SI) é m=s2, mas em muitos casos o valor de aceleração é especificado como um fator multiplicativo de “g”. Nesse sentido, “g” é uma unidade de aceleração que equivale a força de gravidade da Terra ao nível do mar ou 9;81m=s2.[44]

Basicamente, todos os tipos de acelerômetros traduzem o sinal externo de aceleração em um deslocamento correspondente de sua massa móvel, também conhecida como massa inercial ou de prova. Este deslocamento pode ser detectado através de diferentes esquemas de medição, sendo que os mais comuns são: capacitivo, piezoelétrico, piezoresistivo, ressonante e óptico (YADI; AYAZI; NAJAFI, 1998; KRISHNAN et al., 2007).

**Acelerômetro: Vantagem na utilização**

 Vasta gama de frequências utilizável 1 a 10 000 Hz, logo superior a qualquer dos transdutores citados anteriormente.

 Existem modelos de acelerômetros que podem medir baixas frequências na ordem dos 0,02 Hz;

 Fáceis de instalar e no geral são menores e leves do que os anteriores;

 Resistem ao choque, quedas, umidade, poeiras, óleo e outras agressividades ambientais e de manuseamento;

 Pouco sensíveis a vibrações laterais, transversais e a campos magnéticos. São, por isso, bons na aplicação a grandes motores elétricos.

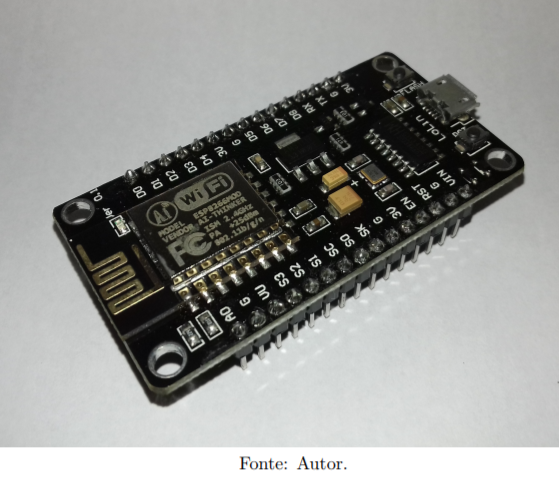
Protocolos , maneiras que os dispositivos tem para conversarem entre si, e executar fluxos pré-determinados.

Porque ter comunicação serial ? Reduz conexões , menos pinos,layout mais simples, menos interferência .

Uma nota sobre o desempenho da comunicação serial, que por se dar bit a bit, demanda um uma baixa potência de desempenho na transferência de dados.

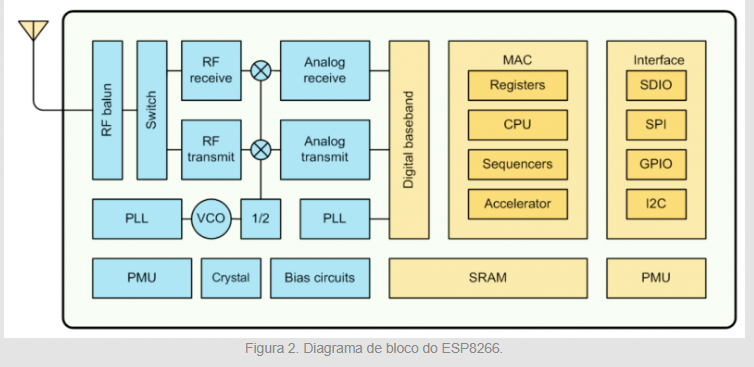
**Materiais E Métodos**

ESP8266



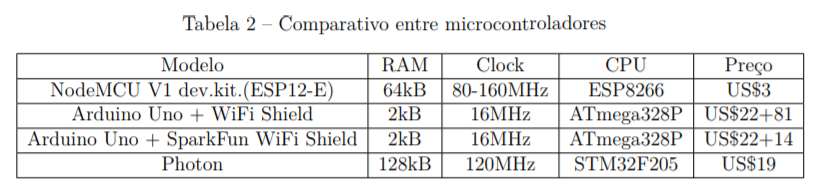
O ESP8266 é um microcontrolador produzido pela empresa Espressif Systems. Uma característica relevante deste microcontrolador é que ele é capaz de fazer comunicação via Wi-Fi e tem um baixo custo, algo em torno de 3 usd. Além da comunicação por Wi-Fi (seguindo o protocolo IEEE 802.11 bgn), este microcontrolador conta com 16 portas GPIO, comunicação I 2C, UART, SPI, um módulo ADC, um CPU da Tensilica L106 de 32-bit com a arquitetura Xtensa, clock de 80MHz podendo chegar a 160MHz, sendo amplamente utilizado em projetos IoT.

É um conjunto de alto desempenho, alta interação wireless, projetado para espaços pequenos com restrição de consumo de energia para plataformas móveis. Ele fornece a capacidade de incorporar Wi-Fi dentro de outros sistemas, podendo funcionar como aplicativo independente, com menor custo e com um mínimo de espaço. O diagrama de blocos do ESP8266 é ilustrado na Figura 2.



ESP8266 contém todas as ferramentas para se estabelecer uma comunicação Wi-Fi, como; conectores para antenas ou antena integrada, RF balun (dispositivo que casa impedâncias), amplificadores, filtros. O microcontrolador pode rodar aplicações que usam Wi-Fi e também pode servir de adaptador Wi-Fi para outro microcontrolador, utilizando uma comunicação como I2C,SPI ou UART. A parte de RF do microcontrolador é formada pelos seguintes principais blocos: receptor, transmissor, gerador de de clock de alta precisão, relógio de tempo real, reguladores e gerenciador de energia.

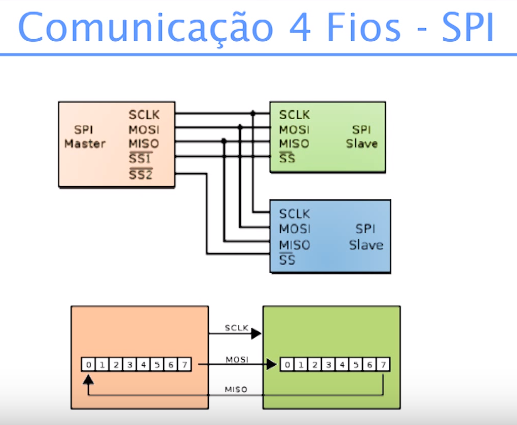
O receptor converte o sinal RF para um sinal em quadratura e em banda base, posteriormente este sinal é digitalizado por 2 conversores A/D de alta precisão e alta velocidade. Para contornar os problemas gerados pelas condições adversas do canal de comunicação, são integrados no ESP8266 filtros RF, controle automático de ganho (AGC) e circuitos que cancelam o offset do nível DC. O transmissor converte o sinal em quadratura para um sinal em banda passante de 2,4GHz, e utiliza um amplificador CMOS para ligar a antena. Posteriormente são feitas algumas calibrações para minimizar os problemas gerados pelo offeset DC, carrier leakage e I/Q phase matching. O gerador de clock gera sinais em quadratura de 2,4GHz para serem utilizados pverselo receptor e pelo transmissor. Todos os componentes utilizados pelo gerador de clock estão integrados no microcontrolador, incluindo o indutor, o varicap e o PLL. O principal motivo da escolha deste microcontrolador foi seu preço, na Tabela x é possível verificar algumas especificações e o preço de dios µC.



**Comunicação SPI**

Is a synchronous serial data protocol used by microcontrollers for communicating with one or more peripheral devices quickly over short distances. It can also be used for communication between two microcontrollers. With an SPI connection there is always one master device (usually a microcontroller) which controls the peripheral devices. It is a full duplex connection, which means that the data is sent and received simultaneously. The maximum baud rate is higher than that in the I2C communication system.

A comunicação SPI possui algumas características básicas. Primeiramente os sinais de comunicação possuem uma direção fixa e definida. Isso significa que sempre existem dois transistores definindo o estado de um pino (Push-Pull). Essa característica é uma das grandes diferenças entre outras comunicações seriais como I2C e OneWire, que possuem um mesmo barramento de dados para os sinais de entrada e saída através do esquema de dreno-aberto (Pull-Up).



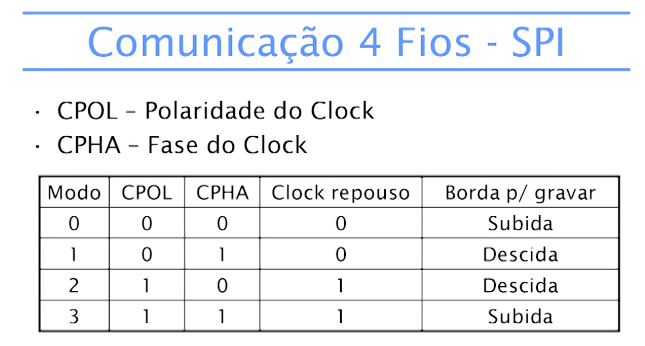
Typically there are three lines common to all the devices:

* **MISO** (Master In Slave Out) – The Slave line for sending data to the master,
* **MOSI** (Master Out Slave In) – The Master line for sending data to the peripherals,
* **SCK** (Serial Clock) – The clock pulses which synchronize data transmission generated by the master

and one line specific for every device:

* **SS** (Slave Select) – the pin on each device that the master can use to enable and disable specific devices.

Além do clock e sinal de seleção, possui dois sinais de dados, tem potencial de fazer comunicação simultânea: basicamente a medida que os bits estão saindo do mestre(out), eles podem fazer o caminho inverso ao mesmo tempo. O mais comum é um trânsito de uma via somente. Um exemplo comum, para usar cartão SD.



Pode ser trabalho diversas polaridades do clock, descrevendo, se no repouso do clock está low/high, além de saber qual a borda do clock que o dado está disponível. Normalmente o clock ta em zero, enquanto ele passa de 0 para 1, significa que tenho um dado para processar.

Micro wire, trata somente da comunicação em modo 0 em half duplex , enquanto somente um dado transita com dados.

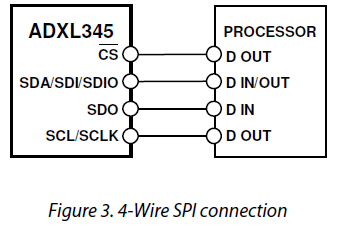
When a device’s Slave Select pin is low, it communicates with the master. When it’s high, it ignores the master. This allows you to have multiple SPI devices sharing the same MISO, MOSI, and CLK lines.

To write code for a new SPI device need to note a few things:

* What is the maximum SPI speed your device can use? This is controlled by the first parameter in SPISettings. If you are using a chip rated at 15 MHz, use 15000000. Arduino will automatically use the best speed that is equal to or less than the number you use with SPISettings.
* Is data shifted in Most Significant Bit (MSB) or Least Significant Bit (LSB) first? This is controlled by second SPISettings parameter, either MSBFIRST or LSBFIRST. Most SPI chips use MSB first data order.
* Is the data clock idle when high or low? Are samples on the rising or falling edge of clock pulses? These modes are controlled by the third parameter in SPISettings.

The SPI standard is loose and each device implements it a little differently. This means you have to pay special attention to the device’s datasheet when writing your code.

SPI NO ADXL345



For SPI, either 3-wire or 4-wire configuration is possible, as shown in the connection diagrams in Figure 3 and Figure 4. Clearing the SPI bit in the **DATA\_FORMAT** register selects 4-wire mode while setting the SPI bit selects 3-wire mode. The maximum SPI clock speed is 5 MHz.

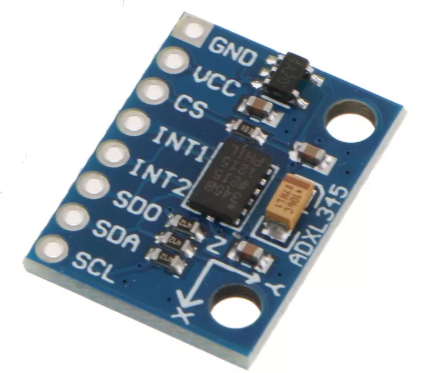
CS is the serial port enable line, and is controlled by the SPI master. It must go low at the start of transmissions and back high at the end as shown in Figure 5. SCLK is the serial port clock and is supplied by the SPI master. It is stopped high when CS is high, during period of no transmission. SDI and SDO are the serial data in and out respectively. Data should be sampled at the rising edge of SCLK.

To read or write multiple bytes in a single transmission, the

Multi-Byte bit, located after the R/W bit in the first byte transfer, must be set. After the register addressing and the first byte of data, continued clock pulses will cause the ADXL345 to point to the next register for read or write. Continued clock pulses will continue to shift the register that is pointed to until the clock pulses are ceased and CS is de-asserted. To perform reads or writes on different, non-sequential registers, CS must be de-asserted between transmissions and the new register must be addressed separately.

**Sensores**

ADXL 345 O ADXL345 (Figura 3) (ANALOG DEVICES, 2009) é um acelerômetro de 3 eixos com alta sensibilidade e com consumo de corrente extremamente baixo, aproximadamente 40 𝜇𝐴 em modo de medição e 0,1 𝜇𝐴 em modo de espera, e alimentação na faixa de 2 à 3,6V, facilitando o uso junto ao arduino (HALOVATYY et al., 2017). Trate-se de um equipamento pequeno e fino, com dimensões de 3x5x1 mm. É capaz de medir a aceleração estática da gravidade em aplicações de detecções de inclinações, bem como a aceleração dinâmica resultante de movimento, choque ou vibrações, com uma sensibilidade selecionável de ± 16g [7].



O acelerômetro pertence à classe de acelerômetros capacitivos. Com uma resolução fixa de 10 bits, e possibilitando a mudança de resolução para até 13 bits quando se mede acelerações de ± 16. O sensor possui funções de detecção de impulsos simples e duplos e monitoramento de atividade / inatividade, além da capacidade de detectar queda livre. Com faixa de frequência de operação de 0,05 à 1600Hz, saída digital, protocolo de comunicação SPI e faixa de trabalho em temperaturas entre - 40 a 85 ̊C (HALOVATYY et al., 2017) e (ANALOG DEVICES, 2009).

# [55] How is Vibration Measured?

In this section we will answer these questions.After reading this section you will be able to:

* Recognize which machines should be monitored
* Understand how vibration sensors should be mounted
* Determine how measurement parameters should be set
* Take measurements in a systematic way

**Which Machines Need Monitoring?**

When deciding which machines to monitor, critical machines should be given priority over other machines. This is much the same as monitoring the health of people. It is inappropriate to closely monitor the health of perfectly healthy people, and then to forsake the monitoring of others who genuinely need it. The same applies when monitoring the condition of machines.

In general, the following critical types of machines should be monitored on a regular basis in order to avoid unexpected and costly problems:

(a) Machines that require expensive, lengthy, or difficult repairs if broken down

(b) Machines that are critical to production or general plant operations

(c) Machines that are known to frequently suffer damage

(d) Machines that are being evaluated for their reliability

(e) Machines that affect human or environmental safety

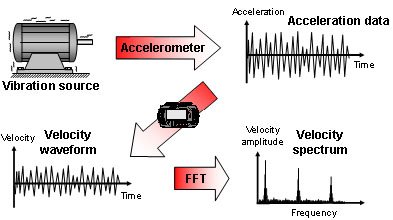
**How Does the Instrument Work?**

Before taking a vibration measurement, you need to attach a sensor that can detect vibration behavior to the machine that is being measured. Various types of vibration sensors are available, but a type called accelerometer is normally used as it offers advantages over other sensors. An accelerometer is a sensor that produces an electrical signal that is proportional to the acceleration of the vibrating component to which the accelerometer is attached.

What is the acceleration of a vibrating component? It is a measure of how quickly the velocity of the component is changing.

The acceleration signal produced by the accelerometer is passed on to the instrument that in turn converts the signal to a velocity signal. Depending on the user's choice, the signal can be displayed as either a velocity waveform or a velocity spectrum. A velocity spectrum is derived from a velocity waveform by means of a mathematical calculation known as the Fast Fourier Transform or FFT.

The diagram below is a very simplistic explanation of how vibration data is acquired. You may wish to consult other literature such as the vbSeries Instrument Reference Guide for further information.



**How is the Accelerometer Mounted?**

Most machines involve rotary mechanisms. Motors, pumps, compressors, fans, belt conveyors, gearboxes, all involve rotary mechanisms and are frequently used in machines.

Most rotary mechanisms in turn have bearings that support the weight of rotating parts and bear the forces associated with rotary motion and vibration. In general, large amounts of force are borne by bearings. It is not surprising that bearings are often the place where damage occurs and where symptoms first develop.

Vibration measurements are thus usually taken at the bearings of machines, with accelerometers mounted at or near the bearings.

1 - Tecnologias da transformação digital, a utilização das novas ferramentas que estão possibilitando desenvolvimento aprimorado e acelerado de aplicações em N áreas.

\_\_

Nas últimas duas décadas, vem crescendo exponencialmente a disponibilidade de dados digitais, além de maior eficiência e velocidade de computação. Isso tudo caminha por um interesse renovado nas tecnologias da transformação digital que vem inovando e agregando valor à diferentes tipos de portifólios de negócios. [1]

Diversos desses fatores, com origem principalmente na tecnologia, que vem impulsionam o uso destas técnicas de *Data Science* em um conjunto amplo de setores. Estes fatores podem ser agrupados em quatro eixos: [1]

(1) o aumento sem precedentes do volume e da tipologia de dados disponíveis;

(2) a conectividade e o acesso aos dados;

(3) a melhoria dos algoritmos utilizados;

(4) o aumento da capacidade computacional dos sistemas;

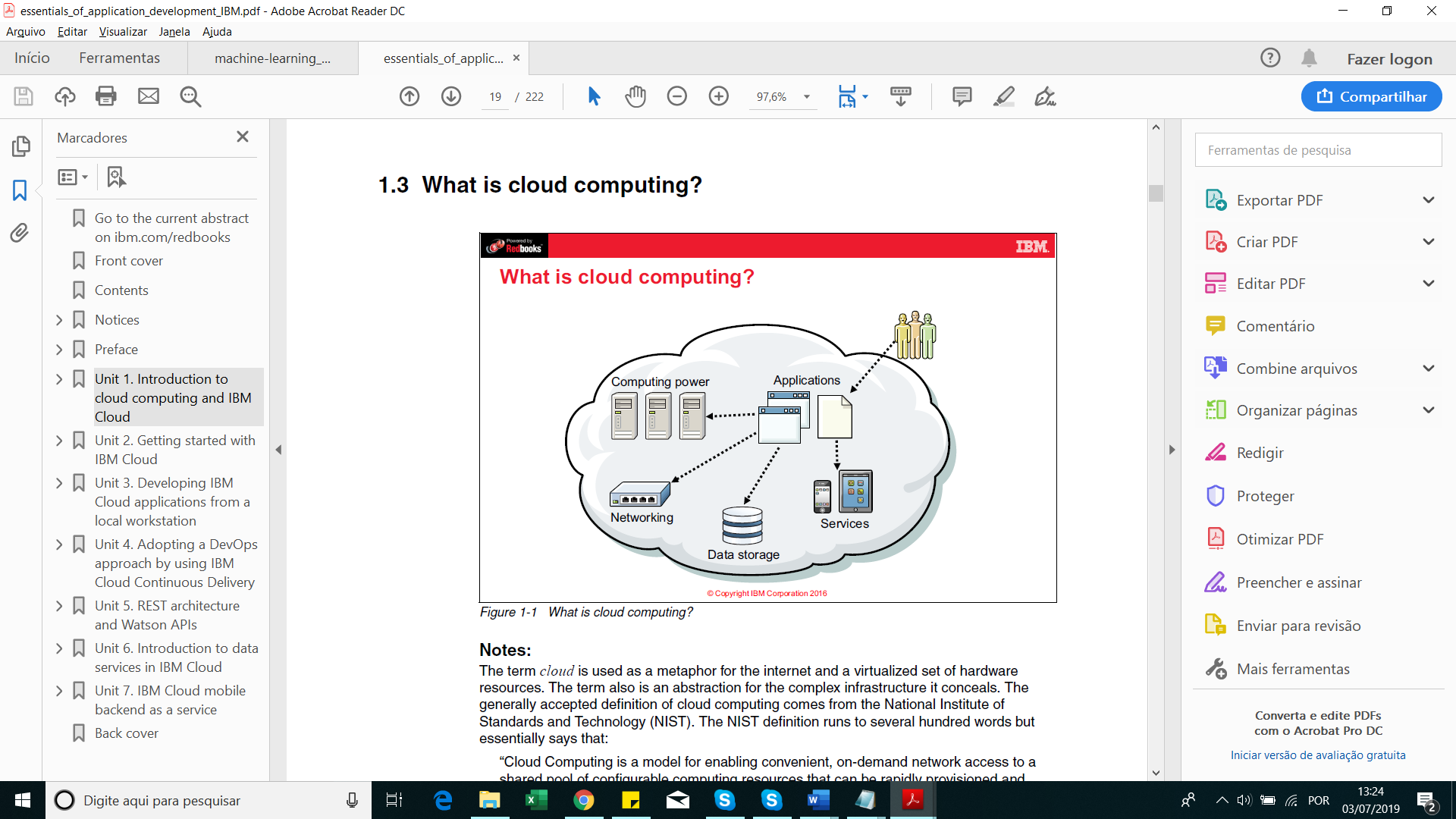


É necessário pontuar sobre os seguintes tópicos

**Acesso móvel e internet:** devido à generalização da telecomunicação e ao acesso a uma ampla diversidade de serviços on-line, interfaces de programação de aplicativos (APIs) estão sendo desenvolvidas pelas empresas, o que lhes permite ter novos canais de interlocução com os clientes e contar com um amplo conjunto de dados. Isto leva à aparição de novas formas relevantes de informação, como a geolocalização exemplo.

**Internet of Things:** O conceito de iot refere-se à interconexão através de redes abertas de dispositivos com capacidade computacional que enviam e recebem dados sem intervenção humana, o que permite a compilação massiva e direta de dados, bem como a operação remota em tempo real dos dispositivos conectados à internet. Visando principalmente aprimorar a experiência do usuário final.

**Cloud computing:** O uso de aplicativos na nuvem permite o acesso à informação em qualquer lugar, facilita operações comerciais e permite maior rapidez, segurança e custos mais baixos. Isto leva a um novo modelo de negócio em que esses recursos são oferecidos como utilities e cobrados como um serviço.



The term *cloud* is used as a metaphor for the internet and a virtualized set of hardware resources. The term also is an abstraction for the complex infrastructure it conceals. The generally accepted definition of cloud computing comes from the National Institute of Standards and Technology (NIST). The NIST definition runs to several hundred words but essentially says that: [2]

“Cloud Computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.”

Examples of computing resources include:

\_ Networks

\_ Servers

\_ Storage

\_ Applications

\_ Services

**Factors contributing to growth of cloud**

One factor contributing to the growth of cloud computing is that today’s applications must be delivered quickly. Developers are pressured to get their product to market as soon as possible. They want to get feedback quickly, and then iterate on the idea to make the product better and faster. [2]

Cloud makes hardware resources readily available and quick to configure, which shortens the time required for developers to show a working version of their products. Also, cloud allows the reuse of the same resources for multiple successive projects, which is more cost-efficient. [2]

2 - Real-Time Embedded Systems

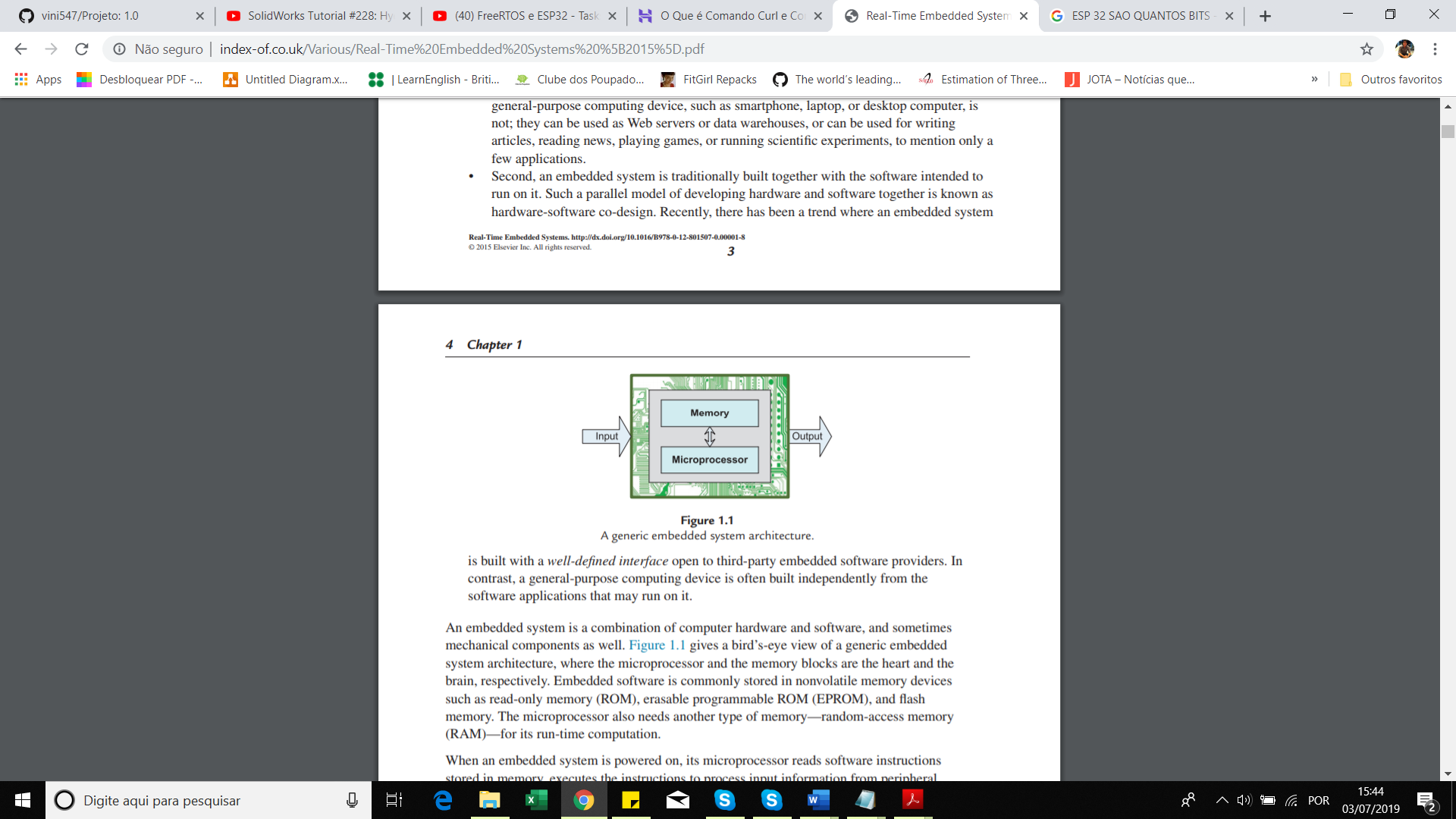
\_\_

Segundo [3] existem três classes de sistemas digitais: emulação e sistemas de prototipação, sistemas de computação de propósito geral e sistemas embarcados (embedded systems). Sistemas de emulação e prototipação são baseados em tecnologias de hardware reprogramáveis, onde o hardware pode ser reconfigurado pela utilização de ferramentas de síntese. Tais sistemas requerem usuários especialistas e são utilizados para a validação de sistemas digitais. Sistemas de computação de propósito geral incluem computadores tradicionais abrangendo desde laptops até supercomputadores, estes sistemas são caracterizados pelo fato de que usuários finais podem programar o sistema. Diferentes aplicações são suportadas dependendo do tipo do software utilizado pelo usuário.

[4]Embedded systems differ from general-purpose computing devices mainly in two aspects:

• First, an embedded system is designed simply for a specific function, whereas a general-purpose computing device, such as smartphone, laptop, or desktop computer, is not; they can be used as Web servers or data warehouses, or can be used for writing articles, reading news, playing games, or running scientific experiments, to mention only a few applications.

• Second, an embedded system is traditionally built together with the software intended to run on it. Such a parallel model of developing hardware and software together is known as hardware-software co-design. Recently, there has been a trend where an embedded system is built with a well-defined interface open to third-party embedded software providers. In contrast, a general-purpose computing device is often built independently from the software applications that may run on it.[4]



When an embedded system is powered on, its microprocessor reads software instructions stored in memory, executes the instructions to process input information from peripheral components (through sensors, signals, buttons, etc.), and produces output to meet the needs of the external embedding system.[4]

3 - Monitor de Vibrações em tempo real, usando o ESP32+Acelerômetro, como fonte de dados que alimenta um servidor.

Machine condition monitoring is the process of monitoring the condition of a machine with the intent to predict mechanical wear and failure. Vibration, noise, and temperature measurements are often used as key indicators of the state of the machine. Trends in the data provide health information about the machine and help detect machine faults early, which prevent unexpected failure and costly repair.

4 - Aplicação da firmware desenvolvida pela espressif , permitindo aplicar linguagem nativa (C, C++) usando esp-idf.

5 - Protocolos de comunicação usados para transitar informações, dentre eles Curl.

\_\_

**HTTP Request**

Rest call - Habilidade de invocar um serviço através de protocolos TPC/IP ou HTTP. São basicamente a tecnologia de serviço ao cliente que está gerenciando web servers. Isso faz com que o ESP32 seja capaz de fazer uma "Rest Call" à um provedor de serviço que ira receber essa call, trabalhar internamente e retornar uma reposta. É, em resumo, uma request envelopada em um protocolo HTTP com uma URL e uma Payload que quando enviada a um servidor, que provavelmente está portando um código que fará alguma lógica, recebe uma resposta de volta.

**CURL**

O curl é usado em linhas de comando para transferir dados.

Ele é usado como abreviação para “Client URL”. Comandos Curl são destinados para funcionar como uma forma de verificar a conectividade da URL, além de ser uma ótima ferramenta de transferência de dados. O Comando Curl suporta diversos tipos de protocolos, dentre eles o HHTP.

6 - Utilização IDF e FreeRTOS, sistema op. Task, priorização, stack reservado para executar tarefas através do core esprcificado.

Normalmente chamada apenas de IDF, podemos dizer que esta engloba todos os conjuntos de API’s e configurações do ESP32. Já a Toolchain **(mingw32)** consiste em uma ferramenta que compila e constrói o código que escrevemos juntamente com as configurações escolhidas no **“menuconfig”**. Por fim, ESP IDF é o conjunto de bibliotecas feitas pro ESP32.

Aqui é o “paraíso” do ESP32, onde conseguimos configurar praticamente tudo desse microcontrolador, desde clock até alocação de memórias dinâmicas e Watchdog.

Os principais pontos a serem levados em consideração para você trocar a Arduino IDE ou outra, pela IDF são:

Suporte a todas features, incluindo **Bluetooth**, **Flash Encryption e Secure Boot** (itens importantes para quem pretende criar e vender produtos).

Configuração total do sistema, como por exemplo **eFuses**, **clock**, **watchdog’s**, **timer’s**, **memória dinâmica para WiFi** e até **tempo de Wake-UP após Deep sleep.**

7- Especificar os end points que se conectarão a estruturação da data base

8 -

9 -

10-

REFERÊNCIAS

[1] revista **Machine Learning, uma peça-chave na transformação dos modelos de negócio**. Editora PeD 2018

[2] Ahmed Azraq,Hala A. Aziz, Uzma Siddiqui - **Essentials of Application Development on IBM Cloud**. Presentations Guide

[3] Borriello, G.; Chou, P.; and Ortega, R. "**Embedded System Co-design: Towards Portability and Rapid Integration**". M. Sami, G. DeMicheli . Kluwer Academic Publishers, 1996,

[4] Xiaocong Fan. **Real-Time Embedded Systems. Design Principles and Engineering Practices** 2015 **NEWSNE** ELSEVIER

[5] www.statista.com

[6] Dr. M. Muller, **Motor Maintenance – A Survey of Techniques and Results**, ACEEE organization New Jersey, 1997.

[7] DIVEKAR, Priti et al. Vibration measurement using accelerometer and arduino. International Journal of Recent Innovation in Engineering and Research , Índia, 31 mar. 2017. Scientific Journal Impact Factor, p. 3. Disponível em: . Acesso em: 05 jun. 2018.

[8] HOLOVATYY, A. et al. Development of a system for monitoring vibration accelerations based on the raspberry pi microcomputer and the adxl345 accelerometer. EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies , Ukraine, v. 6, p. 52-62, abr. 2017. Disponível em: . Acesso em: 05 jun. 2018.

[9]

<https://www.arduino.cc/en/Reference/DueExtendedSPI>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>

[44] André da Costa Teves. Otimização de Acelerômetros MEMS

Eletroestáticos de Alto Desempenho, São Paulo

2013

KRISHNAN, G.; ANANTHASURESH, G. K. Evaluation and design of displacementamplifying

compliant mechanisms for sensor applications. Journal of Mechanical Design,

ASME, v. 130, n. 10, p. 102304, 2008.

YADI, N.; AYAZI, F.; NAJAFI, K. Micromachined inertial sensors. Proceedings of the

IEEE, v. 86, n. 8, p. 1640–1659, August 1998.

YANG, R.; GU, L. Experience with approximate reliability-based optimization methods.

Structural and Multidisciplinary Optimization, v. 26, p. 152–159, 2004.

[80]