

Conceito de Sistema

Sistema de Medição de Vibrações

Equipa H



Projeto realizado no âmbito da unidade curricular de
Engenharia de Sistemas



Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Portugal
2022/2023

Índice

1	Lista de requisitos	2
2	System Breakdown Structure	3
3	Estudo do Mercado	5
3.1	Análise individual dos produtos	6
4	Arquitetura funcional	7
5	Conclusões	8

1 Lista de requisitos

Nesta secção, estão identificados os requisitos que a equipa definiu com base no pedido do cliente e o que ele considera fundamental. Para este projeto, essas características encontram-se enumeradas abaixo:

- O sistema deverá ser capaz de registar vibrações com frequências entre os 0.1 Hz e os 100 Hz.
- Três sensores serão necessários: um para medir as vibrações no topo da turbina eólica, outro a meio e o restante na parte inferior.
- As medições efetuadas deverão ser transferidas por Wi-Fi.
- Os dados deverão ser guardados numa base de dados.
- A aplicação deverá apresentar os dados, bem como uma análise básica dos mesmos, preferencialmente através de gráficos.

Tendo em conta estas características, os requisitos definidos entre a equipa encontram-se divididos em funcionais (F) e não funcionais (N). Os requisitos funcionais descrevem funções que o sistema deverá implementar; por sua vez, os não funcionais indicam características ou restrições ao modo de funcionamento do sistema. Para além disso, conforme o subsistema em que se inserem, cada um dos requisitos é classificado como referente ao subsistema de medição (M), do servidor (S) ou da aplicação (A). Os requisitos definidos entre a equipa estão expostos na tabela 1.

Tabela 1: Requisitos funcionais e não funcionais

Código	Requisito	Prioridade
MF1	Medição da vibração	Alta
MF2	Comunicação entre o módulo Arduino e a Raspberry Pi Pico realizar-se por Wi-Fi	Alta
MN3	O conjunto Arduino + Sensor estar protegido das condições ambientais	Média
SF1	Comunicação entre a Raspberry Pi Pico e a base de dados	Alta
SN2	Recurso ao Telegraf	Média
SN3	Formatação da informação durante comunicação com o servidor	Baixa
SN4	Os dados transmitidos devem ser menos de 5MB/5 minutos	Média
AN1	Aplicação aceder à base de dados	Alta
AF2	Visualização dos dados com recurso a gráficos	Média
AF3	Análise básica dos dados e respetiva representação	Alta
AN4	Acesso à aplicação através de um <i>web browser</i>	Média

2 System Breakdown Structure

O presente projeto desenvolvido pela equipa visa o desenvolvimento de um produto, que será, fisicamente, uma caixa com sensores integrados capazes de medir vibrações. Esta caixa será depois instalada em turbinas eólicas.

Além disto, ainda uma plataforma web capaz de mostrar ao utilizador algumas métricas pertinentes para monitorizar a turbina.

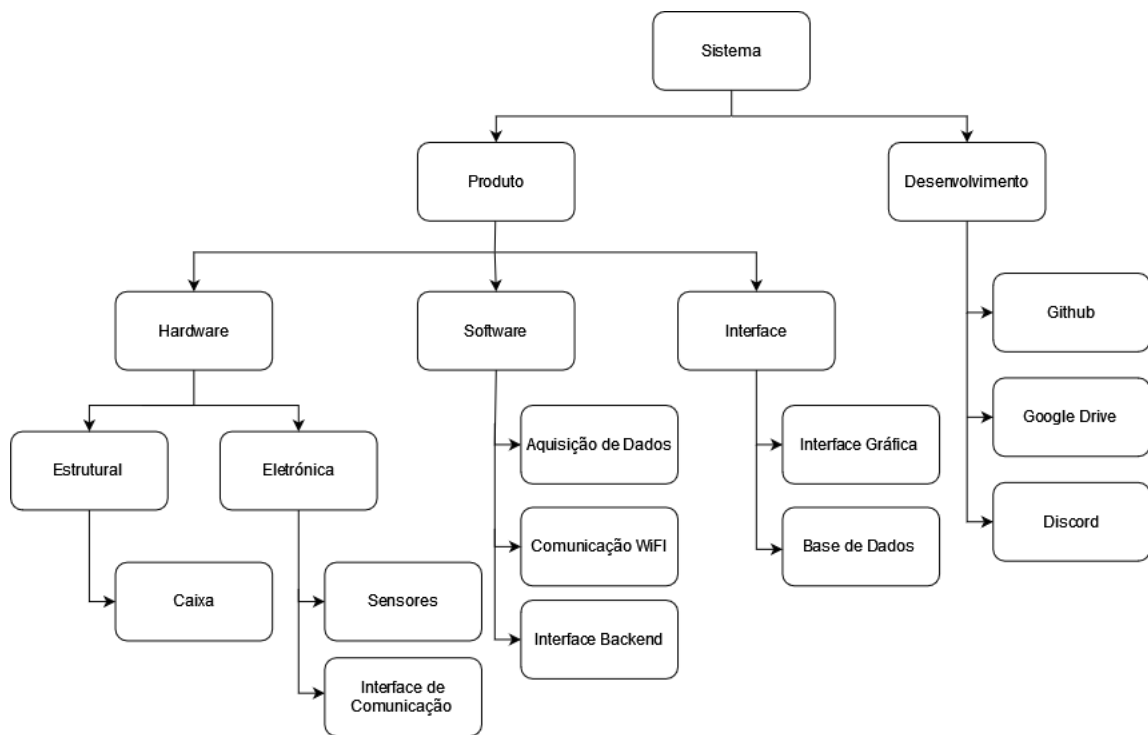


Figura 1: System Breakdown Structure

O nosso sistema está dividido em duas grandes partes: o Produto e o Desenvolvimento.

O subsistema Desenvolvimento é constituído por ferramentas que ajudam à coordenação e evolução do projeto, nomeadamente o *GitHub* para controlar versões de código, *Google Drive* para organização documentação adicional, partilhada com toda a equipa e o *Discord* para comunicação entre todos os elementos da equipa.

O Subsistema do Produto é constituído por três subsistemas, o *Hardware*, o *Software* e a Interface.

O Sub-subsistema de Hardware está por sua vez, dividido em 2 subsistemas, o sub-sistema Estrutural que representa a parte exterior do nosso produto, a caixa, e o sub-sistema Eletrónica que acomoda os sensores e interfaces de comunicação entre sensor e restantes subsistemas.

Em conjugação com o *Hardware*, existe o Sub-subsistema *Software*, que engloba a aquisição de dados, comunicações *Wifi* com o resto do produto e o *Backend*.

Por fim, a Interface é constituída pela Interface Gráfica e a Base de Dados.

3 Estudo do Mercado

A análise do mercado relativo a sistemas de medição e registo de vibrações permitiu concluir que é possível seccionar os produtos disponíveis para este fim consoante aplicabilidade, versatilidade e preço. Como tal, iremos inicialmente analisar soluções para um *scope* mais alargado de problemas que podem ou não estar diretamente ligadas à aferição de vibrações em ventoinhas eólicas mas que por utilizarem componentes similar ao nosso projeto se revelam interessantes para comparação. Passaremos, de seguida, a estudar também soluções formatadas para utilização na área eólica.

Produto	Utilizações preferenciais	Custo
Microstrain's G-Link-200 [1]	Aplicações ao ar livre	Solicitação de cotação
Dynapar OnSiteTM Monitoring [1]	Análise em frequência detalhada	Solicitação de cotação
Fluke 3563 Vibration Analysis Sensor [2]	Análise de condição de equipamento em tempo real	Solicitação de cotação
DEWESoft's Wind Turbine Monitoring [3]	Plano de monitorização de turbinas eólicas	Solicitação de cotação
Bently Nevada Ranger Pro [1]	Previsão de manutenção para operações de grande escala	Solicitação de cotação
PCB's Echo Wireless [1]	Operações a grande escala com base de dados local	\$6400
enDAQ's W-Series Sensors [1]	Operações a grande escala com personalização	\$2500 ou mais
Erbessd 3X Wireless [1]	Monitorização no local com uma <i>app</i> para <i>tablets</i>	\$1995

Tabela 2: Resultados da pesquisa de mercado

3.1 Análise individual dos produtos

Os *wireless nodes G-Link 200* da *Microstrain* fornecem informação sob a forma de formas de onda pouco ruidosas e são ideais para aplicações de medição de vibração, impacto e inclinação, permitindo monitorização de longo prazo e manutenção preditiva do equipamento onde forem instalados. Este produto incorpora os acelerómetros *ADXL355* e *ADXL357*, que pretendemos utilizar no nosso projeto, sendo capaz de captar frequências até aos 1KHz com *sampling rates* de 4KHz para além de incluírem um sensor de temperatura. De forma análoga, os *nodes Bently Nevada Ranger Pro* fornecem os mesmos serviços mas com *sampling rates* na ordem dos 10Khz e, em contrapartida, metade do tempo de vida dos referidos acima (cerca de 5 anos). No entanto, uma vez que os *nodes* de nenhum destes produtos tem ligação direta à Internet, é necessária a utilização de *gateways* externas.

Isto não se revela um problema para os restantes produtos listados, naturalmente mais dispendiosos por fornecerem os seus próprios serviços de comunicação, base de dados e interface gráfica para interpretação dos dados recolhidos, assim como maiores tempos de vida, *sampling rates* e largura de banda de frequência. Entre estes destaca-se o sistema *DEWESoft's Wind Turbine Monitoring*, capaz de fornecer diagnósticos profundos sobre a condição estrutural das turbinas eólicas e operável remotamente. De salientar que a base de dados do mesmo foi construída sobre o projeto *open-source InfluxDB*, também incluído no nosso produto.

4 Arquitetura funcional

Este modelo arquitetônico tem como principal objetivo identificar a função de sistema e suas respectivas interações. Por outras palavras, define como as funções funcionarão em conjunto de modo a atingir os objetivos do sistema. Algumas das suas vantagens estão relacionadas com maior eficiência e consistência, melhor desempenho e redução de trabalho a longo prazo.

Na figura seguinte está representada arquitetura funcional deste projeto.

Os módulos principais desta arquitetura, em específico, são o Arduino e a Interface Gráfica. O Arduino é responsável pela aquisição de dados brutos provenientes do sensor de vibração que posteriormente são convertidos em valores de frequência de vibração. De seguida os dados são enviados do Arduino para o Raspberry PI sobre WiFi. O Raspberry PI guarda os dados recebidos numa base de dados.

A interface gráfica permite ao utilizador visualizar os valores de vibração guardados na base de dados, assim como pedir outros valores relevantes, tal como a média, valores máximos e mínimos, entre outros.

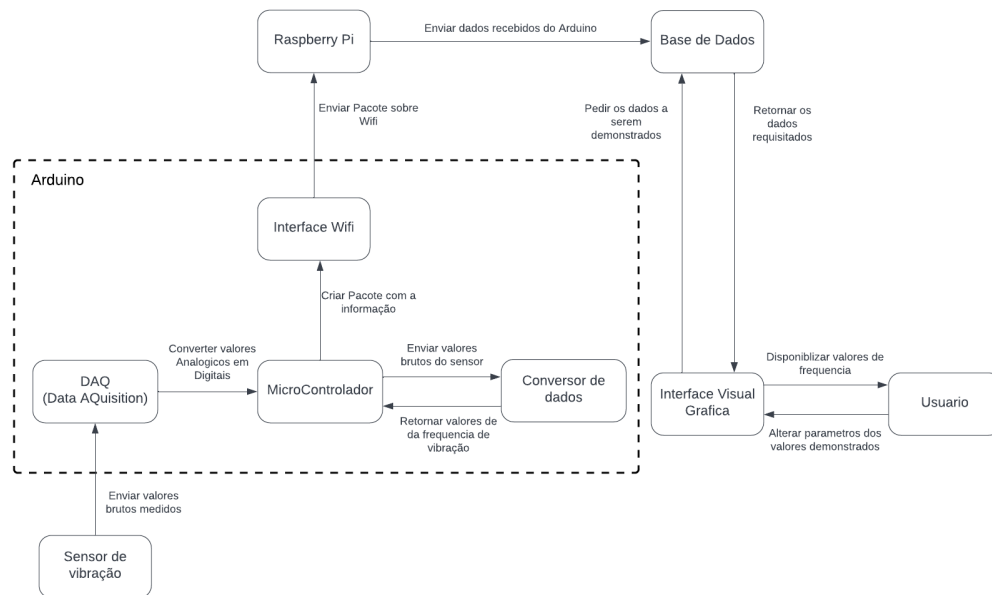


Figura 2: Diagrama de arquitetura funcional

5 Conclusões

O produto final deste projeto é um dispositivo capaz de medir a vibração e comunicará com o exterior de modo a ser visível por um utilizador.

Assim após a elaboração deste documento é possível criar uma base para o projeto, já com o estudo de mercado efetuado e tendo em conta os requisitos funcionais. A conceptualização do problema permitiu uma visão mais clara de todas as partes do sistema e da sua ligação o que permite definir objetivos e melhor dividir as tarefas pelos elementos da equipa.

O próximo passo consiste agora na realização e desenvolvimento do projeto de acordo com os requisitos propostos e com a arquitetura funcional apresentada.

Referências

- [1] “Top 9 accurate wireless vibration monitoring systems.” <https://blog.endaq.com/top-accurate-wireless-vibration-monitoring-systems/>. Accessed: 19-10-2022.
- [2] “Fluke 3563 vibration analysis sensor: Your command center for condition monitoring.” <https://info.fluke.com/fs-0621-fluke-3563-analysis-vibration-sensor-lp-1-a>. Accessed: 19-10-2022.
- [3] “Wind turbine monitoring structural health monitoring and condition monitoring of wind turbines.” <https://dewesoft.com/applications/monitoring/wind-turbine-monitoring>. Accessed: 19-10-2022.