



Classificação de modos de funcionamento

ORIENTADOR ELECTROCAP: LUÍS CALDAS DE OLIVEIRA

Miguel Canha
Ricardo Mourão
Manuel Terra

Samuel Costa
Catarina Gomes
Ruben Silva



Mentor e Colaboradores

Scientific Advisor: Prof. Luis Caldas de Oliveira

Coordinator: Prof. Luis Caldas de Oliveira



O problema?

O problema é a falta de informação objetiva e independente sobre o funcionamento real de sistemas, nomeadamente no que diz respeito ao tempo de operação, modos de funcionamento e deteção de comportamentos anómalos de qualquer equipamento com componentes de vibração.

Consequências da falta de acompanhamento operacional:

- Manutenções baseadas no calendário
- Desconhecimento dos ciclos de trabalho
- Atuação puramente reativa



Beneficiários

Os principais beneficiários deste projeto são empresas industriais e comerciais que utilizam equipamentos eletromecânicos. A implementação de um sistema de monitorização vibracional permitirá a identificação automática de modos de funcionamento e a detecção precoce de anomalias.

Paralelamente, as empresas de manutenção industrial beneficiarão da disponibilização de dados objetivos e fiáveis. O projeto revela-se particularmente relevante para organizações que não dispõem de sistemas de monitorização inteligente integrados nos seus equipamentos, proporcionando-lhes uma solução acessível para aumentar a eficiência operacional e a fiabilidade.



Parceria

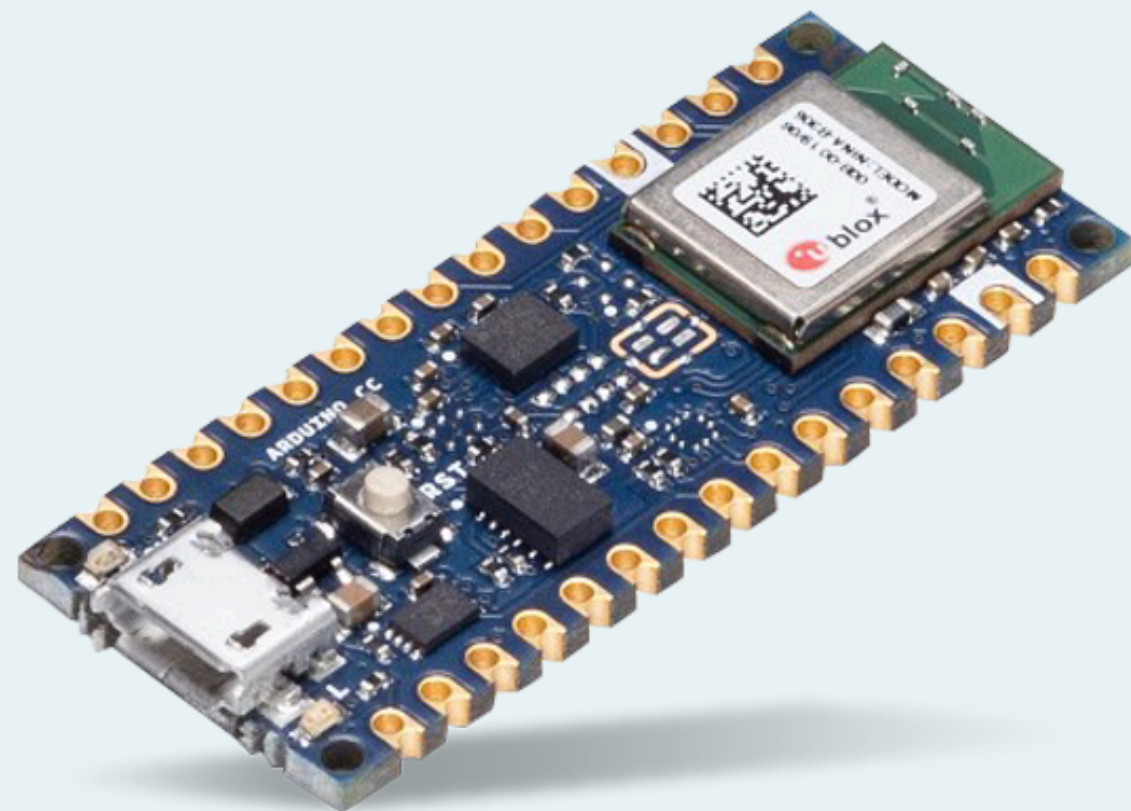
A CUF é uma das principais redes privadas de saúde em Portugal, reconhecida pela qualidade dos seus serviços, inovação tecnológica e compromisso com a excelência na prestação de cuidados de saúde.

Foi selecionado como caso de estudo um sistema de bombas de hidropressão, que apresenta vários estados de funcionamento, permitindo a análise do comportamento do equipamento e a validação das soluções desenvolvidas.



HARDWARE

- Arduino RP2040



SOFTWARE



C/C++



Python



MQTT



Grafana

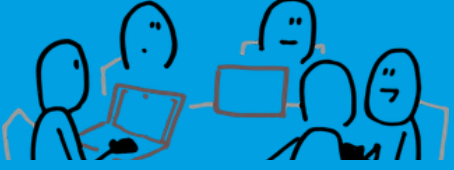







InfluxDB



Competidores



	Solução Concorrente	Classificação de Estados	Instalação Não-Intrusiva	Custo Total
	Horímetros Elétricos	Não (só ON/OFF)	Não	Baixo
	IoT Empresarial	Não (só envia dados Brutos)	Sim	Moderado/Alto
	IoT de Consumo	Não (só ON/OFF)	Sim	Baixo
	Preditiva Industrial	Sim (na Cloud)	Sim	Muito Alto
	O nosso Módulo	Sim (Treino no Dispositivo)	Sim (Magnética)	Baixo

Requisitos de solução Funcionais

- Aquisição de vibração Multi eixo XYZ;
- Pré-processamento – Filtragem;
- Armazenamento dos dados;
- Segmentação dos dados – divisão de dados em janelas de tempo fixas;

Requisitos de solução Funcionais

- Extração de características - Veloc. Media, FFT, RMS, PICO, Variância, Frequências;
- Amostragem adequada das frequências pretendidas;
- Classificação de estados e amostra de variáveis.

Requisitos de solução

Não funcionais

- Reprodutibilidade;
- Precisão de classificação;
- Facilidade de implementação;
- Baixa complexidade computacional;
- Segurança operacional e Robustez.



Desafios Técnicos

- Aquisição de dados
- Transmissão de dados
- Armazenamento e gestão de dados
- Processamento e análise de dados
- Interface e visualização
- Integração hardware-software
- Desafios de escalabilidade e robustez



Testes de validação da solução

- Validação da Classificação de Modos
- Validação da Estimativa de Velocidade (RPM)
- Validação da Intensidade Vibracional
- Validação da Robustez e Estabilidade
- Validação da Interface do Utilizador



Métricas de validação da solução

- Accuracy global (Precisão Global) na classificação dos modos de funcionamento.
- Recall (Sensibilidade por modo)
- Precision (Precisão por modo)
- F1-Score



A nossa equipa



Miguel Canha	Manuel Terra	Samuel Costa
Circuit Engineer	Software	GUI Specialist
Leitura do sensor	Site web do projeto ElectroCap	Identificação do produto, utilidade e especificações
Extração de features	Design de produto	Entrevistas a beneficiários
Pré-processamento	Integração de dados interface	Integração de dados interface
Demonstração de solução eletroday	Ajustes finais de Software	Interface gráfica (GUI/ Grafana)



A nossa equipa



		
Rúben Silva	Catarina M Gomes	Ricardo Mourão
Database Specialist	Data Transmission	Data Analyst
ElectroCap mid-program pitch deck	Lista de requisitos da solução	Lista de materiais
Armazenamento de base de dado (brutos/ InfluxDB)	Vídeo de Demonstração	Classificação manual de estados
Armazenamento de base de dado (tratados/ InfluxDB)	Transmissão de dados	Algoritmo de análise do sinal
Testes de modelo	ElectroCap ElectroDay poster	ElectroCap pitch deck





Resultados Obtidos nas Bombas Hidropressão



Estado real \ Estado previsto	Estado 0	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4
Estado 0	20	12	0	0	0
Estado 1	0	4	1	0	2
Estado 2	0	4	16	0	6
Estado 3	0	0	3	20	12
Estado 4	0	0	0	0	0



Accuracy: 60.0%
Precision: 47.7%
Recall: 89.2%
F1-Score: 49.8%

Matriz de Confusão de 20 amostras por estado



Obrigado!

Para mais informações

o nosso Website do Projeto



WEBSITE

https://web.tecnico.ulisboa.pt/~ist1110491/Equipa_1/