# Caso de teste 1 - Calibração SCT-013

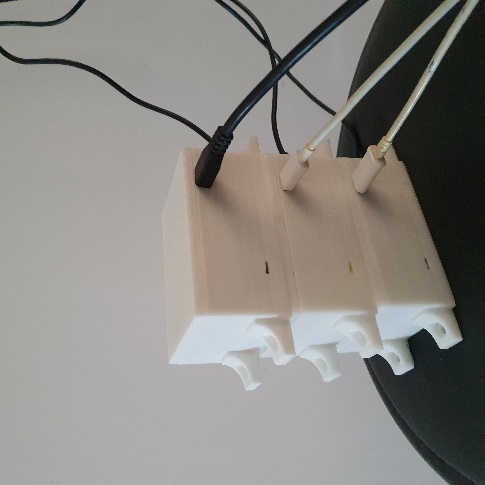
## **Introdução**

A calibração é um passo fundamental e obrigatório para que o sistema esteja nas suas melhores condições, um sistema mal calibrado é um sistema faz leituras imprecisas e inconsistentes, o que invalida as conclusões retiradas.

## **Objetivos**

Provar que os vários sensores têm leituras entre a margem de erro após a calibração. Concluir qual o melhor método de calibração. Verificar se o erro varia consoante o ambiente que está aplicado.

## **Descrição do ambiente**

 No teste foi utilizado três SEMD equipados com três sensores SCT-013, nomeadamente de 15A, 20A e 30A, instalados numa habitação com rede elétrica monofásica de 4.6kVA. As medidas reais foram feitas com recurso a um alicate digital de pinça modelo Parkside PZM 2 A2.

**Figura 1 - Caso de teste 1 - Quadro elétrico com pinça**

**Figura 2 - Caso de teste 1 - Quadro elétrico com sensores**

**Figura 3 - Caso de teste 1 - SEMDs**

## **Cenários de teste**

### Calibração com a biblioteca *EmonLib*

#### **Descrição**

A biblioteca EmonLib é utilizada como o método de calibração.

#### **Passos**

* + - 1. Aplicar o valor de calibração, calculado em fórmula e cálculos, conforme o sensor que está a ser usado.

**Figura 4 - Caso de teste 1.1 - Linha de calibração do firmware**

* + - 1. Enviar o *firmware* com o valor de calibração atualizado.
      2. Apontar as leituras obtidas no intervalo de tempo de 2 minutos.

#### **Resultados expectáveis**

O esperado é que ambos os sensores tenham leituras até um erro teórico de 11%, mas este na prática deverá rondar os 2% conforme a fonte [1].

#### **Resultados obtidos**

##### **1ª Iteração – Consumo energético baixo**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo energético era reduzido.

**Figura 5 - Caso teste 1.1.1 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 6 - Caso teste 1.1.1 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que o sensor de 15A tem uma diferença de 25W do valor real, o sensor de 20A tem uma diferença de 30W e que o sensor de 30A tem uma diferença de 50W. O gráfico da taxa de erro mostra que o sensor de 15A tem uma taxa de erro de 15%, o sensor de 20A tem uma taxa de erro de 20% e o sensor de 30A tem uma taxa de 27%. O sensor de 15A teve o melhor desempenho, seguindo-se o sensor de 20A e por último o sensor de 30A.

**2ª Iteração – Consumo energético alto**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era elevado.

**Figura 7 - Caso teste 1.1.2 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 8 - Caso teste 1.1.2 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico da taxa de erro mostra que a taxa de erro do sensor de 15A e de 20A é mínima, 2% e 5%, respetivamente, já a do sensor de 30A continua bastante afastada da realidade, nos 15%. O sensor de 15A teve o melhor desempenho, seguindo-se o sensor de 20A e por último o sensor de 30A.

#### **Considerações**

Os sensores em geral têm um menor erro quando a corrente é elevada. Suspeitamos que a causa do mau desempenho destes sensores se dê por causa da sua proximidade com outros condutores e a espessura do condutor. É preciso fazer ajustes partindo do valor obtido com a fórmula.

### Calibração com fórmula

#### **Descrição**

A fórmula do foi utilizada como o método de calibração.

#### **Passos**

* + - 1.  Aplicar a fórmula conforme o sensor que está a ser usado.

**Figura 9 - Caso de teste 1.2 – Fórmula sensor SCT-013-030**

* + - 1. Enviar o *firmware* para os ESP32 com a função de calibração atualizada.
      2. Apontar as leituras obtidas no intervalo de tempo de 2 minutos.

#### **Resultados expectáveis**

Espera-se que neste experimento a fórmula tenha um desempenho melhor que a biblioteca do experimento 1 devido ao seu valor de calibração ser dependente de mais variáveis.

Os resultados medidos pelo sensor deverão rondar os 2% de erro do valor real.

#### **Resultados obtidos**

**1ª Iteração – Consumo energético baixo**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era reduzido.

**Figura 10 – Caso teste 1.2.1 - Gráfico de potência**

**Figura 11 – Caso teste 1.2.1 - Gráfico da taxa de erro**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que o sensor de 15A tem uma diferença de 50W do valor real, o sensor de 20A tem uma diferença de 50W e que o sensor de 30A tem uma diferença de 50W. O gráfico da taxa de erro mostra que o sensor de 15A tem uma taxa de erro de 15%, o sensor de 20A tem uma taxa de erro de 20% e o sensor de 30A tem uma taxa de 27%. O sensor de 15A teve o melhor desempenho, seguindo-se o sensor de 20A e por último o sensor de 30A.

**2ª Iteração – Consumo energético alto**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era elevado.

**Figura 12 – Caso teste 1.2.2 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 13 – Caso teste 1.2.2 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico da taxa de erro mostra que a taxa de erro do sensor de 30A está abaixo da linha do 2%, em contraste, o sensor de 20A está com 10% e o sensor de 30A está com 17%. O sensor de 30A teve o melhor desempenho, seguindo-se o sensor de 20A e por último o sensor de 15A.

#### **Considerações**

A fórmula de calibração quando aplicado a um contexto real em que os consumos energéticos eram baixos, forneceu, inesperadamente, resultados distantes da realidade e inconsistentes.

## **Considerações finais**

Analisando os resultados dos cenários realizados, podemos concluir que o uso da biblioteca *EmonLib* fornece os valores mais estáveis e dentro da margem de erro, em contraste, a fórmula, inesperadamente, forneceu valores inconstantes, tendo regularmente, vários picos de potência mesmo após realizar a média para combater estas flutuações. Assim a abordagem mais adequada ao contexto é a utilização do *EmonLib*.

# Caso de teste 2 – Leituras individuais

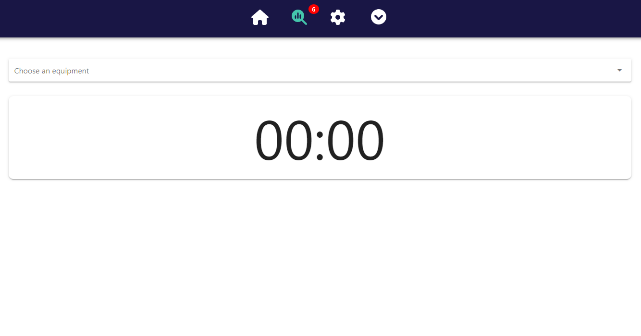
## **Introdução**

A ideia por detrás das leituras individuais é poder extrair leituras precisas de um equipamento em específico e utilizar estes mesmos dados para um treino do modelo. O processo de extração terá o melhor desempenho, teoricamente falando, quando a única mudança de estado durante as leituras é a do equipamento alvo.

## **Objetivos**

Provar que é possível retirar o consumo individual de um equipamento sem desligar os restantes equipamentos. Mostrar que em redes instáveis, o SEMD não tem bons resultados.

## **Descrição do ambiente**

 A realização deste teste utilizará dois ambientes distintos, um ambiente habitacional e um ambiente isolado. As leituras serão feitas pela nossa plataforma com recurso à funcionalidade de análise.

**Figura 14 - Caso teste 2 - Leitura individual na plataforma**

**Figura 15 - Caso de teste 2 - Ambiente isolado**

**Figura 16 - Caso de teste 2 - Ambiente habitacional**

## **Cenários de teste**

1. Leituras num ambiente fechado

#### **Descrição**

As leituras são realizadas a partir de uma extensão elétrica descarnada para que não haja qualquer alteração no ambiente sem ser o esperado.

#### **Passos**

* + 1. Ligar o equipamento alvo à extensão elétrica.
    2. Ligar o equipamento alvo.
    3. Apontar as leituras obtidas no intervalo de tempo de 2 minutos.

#### **Resultados expectáveis**

Este ambiente isolado irá produzir ótimos resultados equiparados aos reais visto o circuito elétrico que está a ser que várias interferências foram retiras da equação.

#### **Resultados obtidos**

**1ª Iteração – Consumo energético baixo**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era de um carregador de portátil de 40 watts.

**Figura 17 – Caso teste 2.1.1 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 18 – Caso teste 2.1.1 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que os valores lidos pelo SEMD e os valores reais são quase idênticos, podemos comprovar que o erro era sempre inferior a 4% durante toda a duração do teste.

**2ª Iteração – Consumo energético alto**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era de um aquecedor de 2000 watts.

**Figura 19 – Caso teste 2.1.2 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 20 – Caso teste 2.1.2 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que os valores lidos pelo SEMD e os valores reais são quase idênticos, podemos comprovar que o erro rondava os 2% durante toda a duração do teste.

##### **Considerações**

Os resultados são como estava previsto serem, com uma taxa de erro baixa ao ponto de a curva do consumo estar praticamente sobreposta à curva real do consumo. O ambiente isolado é o melhor ambiente para se usar o SEMD, mas desta maneira seria preciso um SEMD por cada equipamento em casa, que não é nem pratico, nem realista, além de ainda ser bastante intrusivo, o que não é o objetivo deste sistema.

1. Leituras num ambiente habitacional

#### **Descrição**

Aqui as leituras são feitas num ambiente quotidiano, onde fica o SEMD estará instalado na fase principal da habitação.

#### **Passos**

* + 1. Ligar o equipamento alvo.
    2. Apontar as leituras obtidas no intervalo de tempo de 1 minuto.

#### **Resultados expectáveis**

As leituras retiras vão ser bastante certeiras enquanto não há outra transição de estado de outro equipamento durante o período de análise, mas caso haja uma ou mais destas transições de estados, não há como melhorar o desempenho do SEMD a não ser refazer as leituras.

#### **Resultados obtidos**

**1ª Iteração – Consumo energético baixo**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era de um carregador de portátil de 40 watts.

**Figura 21 - Caso teste 2.2.1 - Gráfico de potência**

**Figura 22 - Caso teste 2.2.1 - Gráfico da taxa de erro**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que os valores lidos pelo SEMD e os valores reais, em parte do teste, têm algumas diferenças, enquanto os valores reais se mantêm constantes nos 46 W, os valores lidos pelo SEMD são de 50 W ±10W, podemos comprovar que a taxa de erro não ultrapassou os 20% e manteve em média nos 8% de taxa de erro.

**2ª Iteração – Consumo energético alto**

Os dados usados para a construção dos gráficos seguintes foram de um período de 2 minutos onde o consumo era de um aquecedor de 2000 watts.

**Figura 23 - Caso teste 2.2.2 - Gráfico da taxa de erro**

**Figura 24 - Caso teste 2.2.2 - Gráfico de potência**

**Observações**

O gráfico de potência mostra que os valores lidos pelo SEMD e os valores reais são quase idênticos, podemos comprovar que o erro rondava os 2% durante toda a duração do teste.

#### **Considerações**

Os resultados comprovam o que foi esperado, ser fiável quando durante o período de análise não há mudanças de estado de outros equipamentos. O desempenho do SEMD em ambiente habitacional é consistente com a realidade, perfeito para o contexto de utilização.

## **Considerações finais**

O primeiro cenário foi testado para estabelecer uma referência do melhor que o SEMD consegue em condições ideais, ambiente isolado. O segundo cenário deu-se num ambiente habitacional equivalente ao ambiente que o SEMD é previsto que seja usado, e revelou-se o encaixe perfeito para realizar leituras individuais aos equipamentos tendo apenas um equipamento de leituras para a habitação toda. O ponto fraco da abordagem é ser facilmente estragado caso haja alteração de estado de algum equipamento, sem contar com o equipamento objetivo.

# Caso de teste 3 – Algoritmos de classificação

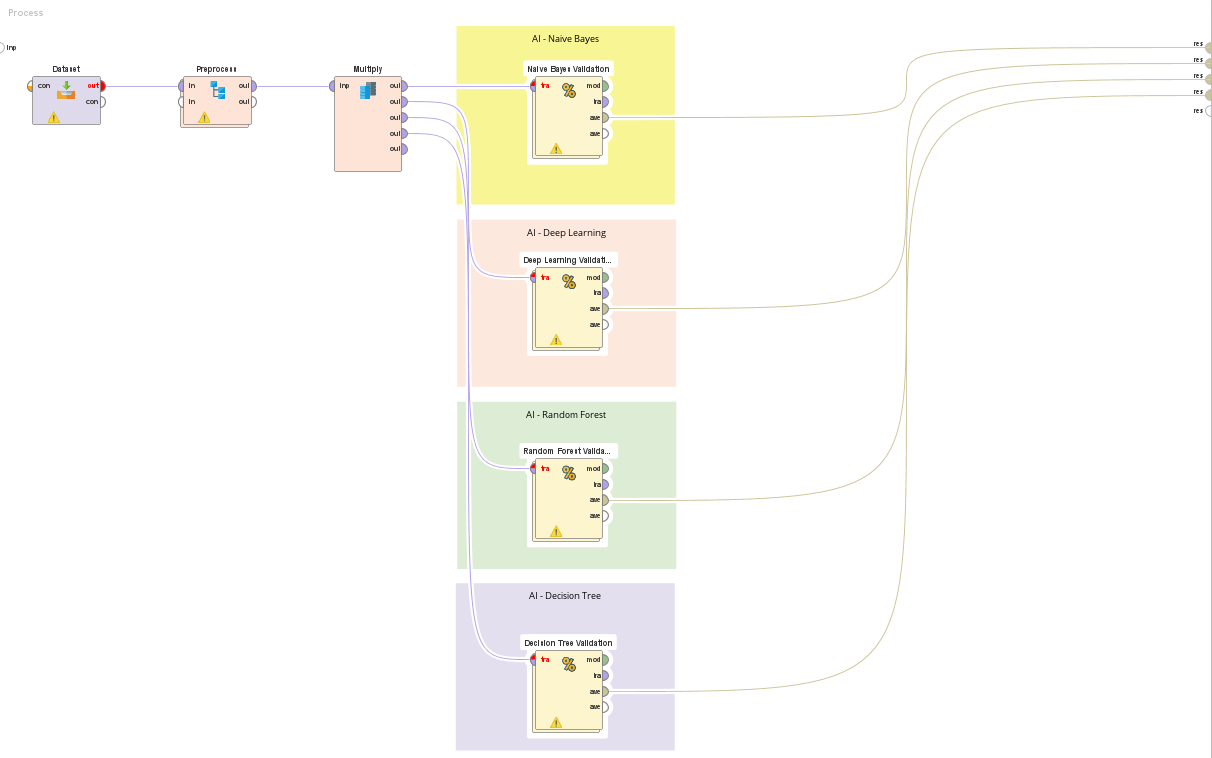
## **Introdução**

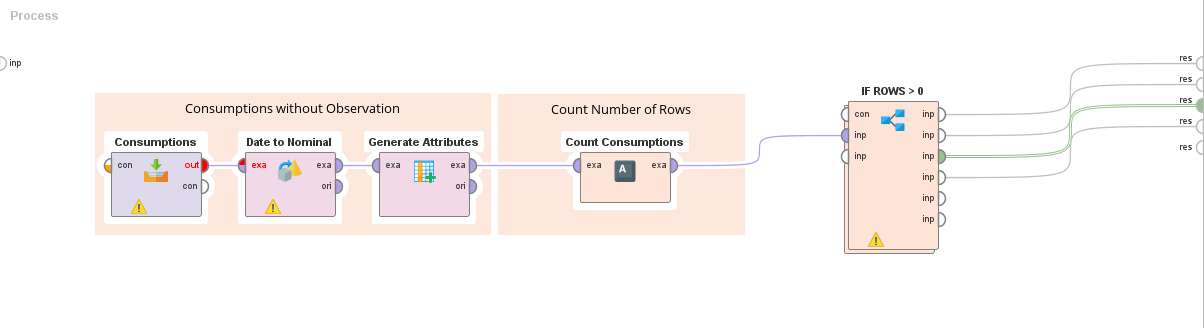
Os algoritmos de classificação já são usados desde o século passado, mas não são muito usados nos problemas de desagregação. Este problema pode ser visto como um problema de classificação, considerando que o equipamento ou está ligado ou está desligado.

## **Objetivos**

Descobrir qual o algoritmo classificação mais se encaixa ao problema de desagregação do consumo energético. Descobrir as limitações do algoritmo de classificação neste problema em concreto.

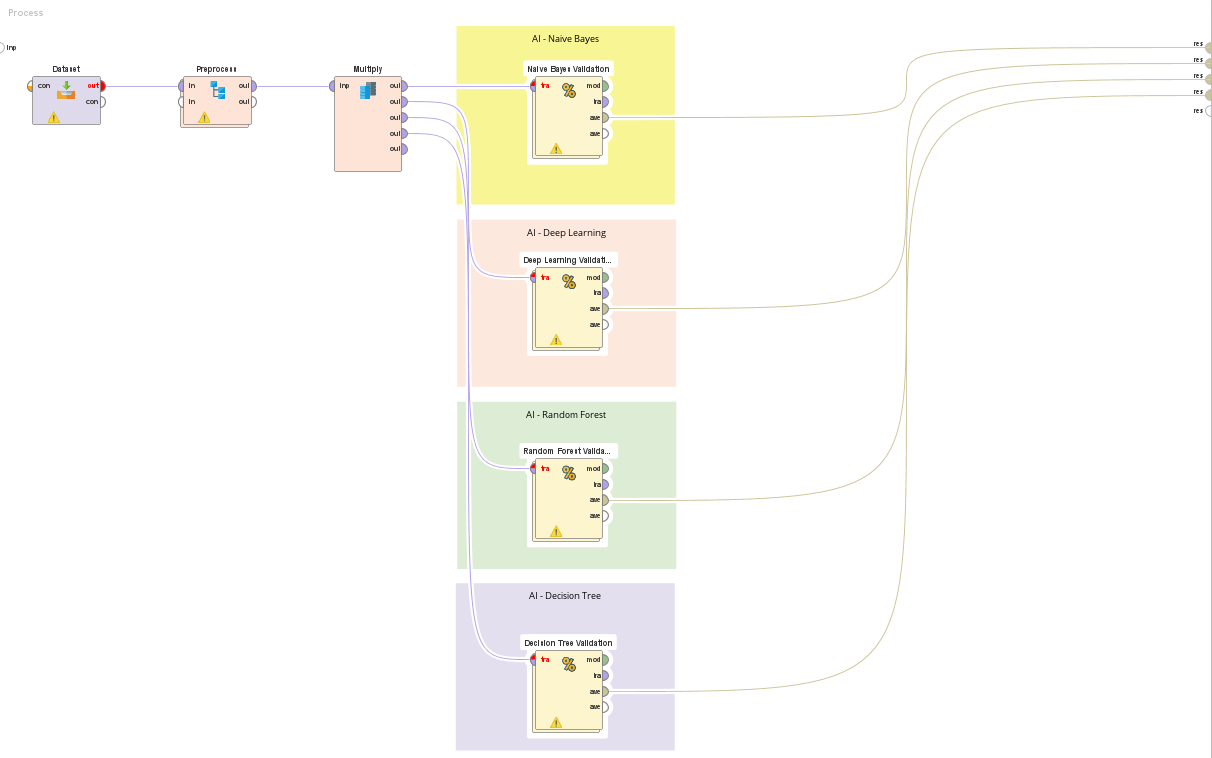
## **Descrição do ambiente**

 A execução do teste requere que os processos sejam executados no RapidMiner, o processo “/project/smart\_monitoring.rmp” deverá ser utilizado quando se pretende apenas de um consumo de utilizador, o processo “/tests/algorithms\_cross.rmp” e o “/tests/algorithms\_holdout.rmp” quando se pretende testar os vários algoritmos para serem avaliados.



**Figura 25 - Caso de teste 3 - Processo RapidMiner "/tests/algorithms\_cross.rmp"**

**Figura 26 - Caso de teste 3 - Processo RapidMiner "smart\_monitoring.rmp"**



**Figura 27 - Caso de teste 3 - Processo RapidMiner "/tests/algorithms\_holdout.rmp"**

## **Cenários de teste**

1. 1 Equipamento

#### **Descrição**

O teste demonstra o desempenho dos algoritmos *Naive Bayes*, *Deep Learning*, *Random Forest* e *Decision Tree* usado dois métodos de separação de dados, *Cross-validation* *10 folds* e o *Hold-out*, e os dados de treino são apenas referentes a um equipamento.

#### **Passos**

* + 1. Fazer leituras de um equipamento durante 2 minutos.
    2. Executar os processos “/tests/algorithms\_cross.rmp” e “/tests/algorithms\_holdout.rmp”.

#### **Resultados expectáveis**

O mais provável é que os algoritmos não vão ter tempo de generalização e o seu desempenho vai ser severamente afetado à medida que mais equipamentos vão sendo adicionados.

#### **Resultados obtidos**

O comportamento dos algoritmos de classificação para 1 equipamento, neste caso usou-se um aquecedor de 2000 W e os resultados foram os seguintes:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Algoritmos** | **Taxa de Acerto** | **AUC** | **Precisão** | **Recall** | **F-Measure** |
| Naive Bayes (Cross) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
| Naive Bayes (Hold-out) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
|  |  |  |  |  |  |
| Deep Learning (Cross) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
| Deep Learning (Hold-out) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
|  |  |  |  |  |  |
| Random Forest (Cross) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
| Random Forest (Hold-out) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
|  |  |  |  |  |  |
| Decision Tree (Cross) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |
| Decision Tree (Hold-out) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100,00 |

#### **Considerações**

Como era de se esperar, o consumo de um aquecedor tem um consumo muito distinto e por isso, os algoritmos têm facilidade de distinguir quando este está lidado de quando está desligado.

1. 2 Equipamentos

#### **Descrição**

O teste demonstra o desempenho dos algoritmos *Naive Bayes*, *Deep Learning*, *Random Forest* e *Decision Tree* usado dois métodos de separação de dados, *Cross-validation* *10 folds* e o *Hold-out*, e os dados de treino são referentes a dois equipamentos, mas nunca os dois ao mesmo tempo, ou seja, ou o equipamento A está ligado ou o equipamento B está ligado ou ambos ou nenhum.

#### **Passos**

* + 1. Fazer leituras de um equipamento durante 2 minutos.
    2. Executar os processos “/tests/algorithms\_cross.rmp” e “/tests/algorithms\_holdout.rmp”.

#### **Resultados expectáveis**

O mais provável é que os algoritmos não vão ter tempo de generalização e o seu desempenho vai ser severamente afetado à medida que mais equipamentos vão sendo adicionados.

#### **Resultados obtidos**

O comportamento dos algoritmos de classificação para 2 equipamentos, neste caso usou-se um aquecedor de 2000 W, carregador de portátil de 44 W e os resultados foram os seguintes:

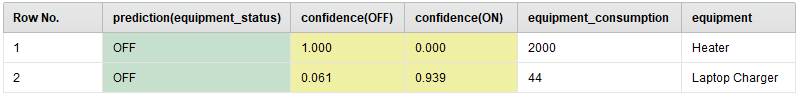
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Algoritmos** | **Taxa de Acerto** | **AUC** | **Precisão** | **Recall** | **F-Measure** |
| Naive Bayes (Cross) | 84,71 | 95,1 | 71,79 | 47,03 | 56,83 |
| Naive Bayes (Hold-out) | 82,11 | 94,7 | 63,64 | 35 | 45,16 |
|  |  |  |  |  |  |
| Deep Learning (Cross) | 98,75 | 98,7 | 96,19 | 99,09 | 97,62 |
| Deep Learning (Hold-out) | 98,95 | 100 | 100 | 95 | 97,44 |
|  |  |  |  |  |  |
| Random Forest (Cross) | 98,75 | 100 | 99,09 | 95,16 | 97,09 |
| Random Forest (Hold-out) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|  |  |  |  |  |  |
| Decision Tree (Cross) | 97,7 | 50 | 95,27 | 94,36 | 94,81 |
| Decision Tree (Hold-out) | 96,84 | 50 | 94,74 | 90 | 92,31 |

Os testes realizados para comprovar o desempenho prático do melhor algoritmo, *Deep Learning*, foram os seguintes:

1. Equipamento x e y desligados
2. Equipamento x ligado e y desligado
3. Equipamento y ligado e x desligado
4. Equipamento x ligado e y ligado

**Legenda:** x – Carregador 44 W, y – Aquecedor 2000 W

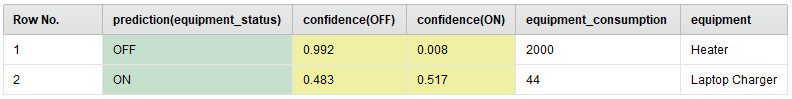
**1ª Iteração – Equipamento x e y desligados**



**Observações:**

Tudo dentro dos conformes.

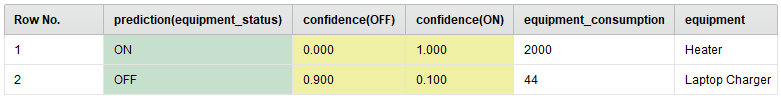
**2ª Iteração – Equipamento x ligado e y desligado**



**Observações:**

Tudo dentro dos conformes, apesar de a confiança seja baixa devido aos poucos exemplos de treino utilizados.

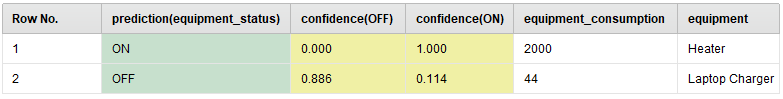
**3ª Iteração – Equipamento x desligado e y ligado**



**Observações:**

Tudo dentro dos conformes.

**4ª Iteração – Equipamento x ligado e y ligado**



**Observações:**

Podemos ver que o modelo apenas identifica um dos equipamentos ligados, isto acontece porque ainda não foi treinado com um exemplo de consumo em que ambos os equipamentos estavam ligados no mesmo instante.

#### **Considerações**

Os algoritmos já apresentam uma limitação frente à adição de mais um equipamento, visto que agora já existem mais casos possíveis, 5 casos possíveis ou invés de 2 casos se existir apenas 1 equipamento.

## **Considerações finais**

Podemos concluir que o uso destes algoritmos neste tipo de problema não é o mais acertado a ser fazer. Há perca informação quando o output do modelo derivado de um algoritmo de classificação é uma classe binomial que apenas representa se o equipamento está ligado ou desligado, o que se devia estar a devolver era o consumo elétrico previsto que haja para cada equipamento a partir do consumo global da habitação. A máquina de lavar a roupa é um bom exemplo de um equipamento que não tem dois estados, mas tem bastantes mais, e cada um com uma assinatura elétrica diferentes.

# Caso de teste 4 – Algoritmo FHMM

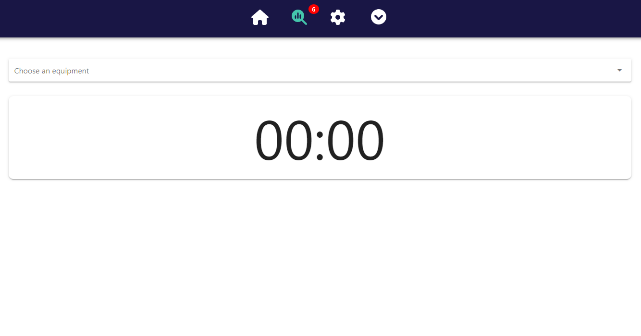
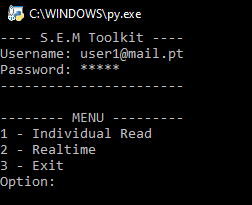
## **Introdução**

O algoritmo FHMM é um algoritmo da família de HMM que é usado para resolver problemas de regressão, ou seja, enquanto o problema no caso de teste 3 foi considerando como um problema de classificação com duas classes (*ON* e *OFF*), aqui o resultado de saída será o consumo previsto para um dado equipamento.

## **Objetivos**

O teste pretende explorar o funcionamento, desempenho e principalmente as limitações do algoritmo. Especificamente quer-se observar a degradação do desempenho conforme se aumenta o número de equipamento.

## **Descrição do ambiente**

 A realização do teste apenas requer acesso à plataforma para o uso da funcionalidade de treinamento, adicionalmente o script “sem-toolkit.py” para o processamento do FHMM, o script “dataset.py” para gerar o dataset a partir dos dados analisados na plataforma, e a exportação dos resultados para *.csv*.

**Figura 28 - Caso de teste 4 - Script "sem-toolkit.py"**

**Figura 29 - Caso de teste 4 - Leitura individual na plataforma**

## **Cenários de teste**

1. 2 Equipamentos

#### **Descrição**

O teste demonstra o desempenho do algoritmo quando é treinado com 20 exemplos de cada equipamento. Neste caso, os equipamentos escolhidos foram um aquecedor de 2000 watts e uma televisão de 70 watts.

**Figura 33 - Caso de teste 4.1 - Dataset treino desagregado**

**Figura 32 - Caso de teste 4.1 - Dataset teste desagregado**

#### **Passos**

* + 1. Realizar o treino com os equipamentos na plataforma.
    2. Obter o *dataset* do utilizador com o script “dataset.py”.
    3. Avaliar modelo com o script “fhmm.py”.

#### **Resultados expectáveis**

É esperado que os resultados sejam idênticos à realidade sem nenhuma distorção, visto que são dois equipamentos.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o *dataset* treino obtido do “dataset.py” e testando com o *dataset* “2\_equipments.csv”, o resultado foi o seguinte:

**Figura 34 - Caso de teste 4.1 - Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 22.27 | 45.72 |
| TV | 13.10 | 27.67 |
| Em geral | 17.69 | 36.69 |

**Tabela 1 - Caso de teste 4.1 - Avaliação do modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 68W para a TV e 1857W para o aquecedor, quando estes equipamentos estão ligados.

#### **Considerações**

Os resultados mostram que houve uma instância que o modelo previu que a TV esteve ligada durante um curto período, que na realidade não estava, mas em soma, o modelo teve um ótimo desempenho a classificar cada estado.

1. 3 Equipamentos

#### **Descrição**

O teste demonstra o desempenho do algoritmo quando é treinado com 20 exemplos de cada equipamento. Neste caso, os equipamentos escolhidos foram um aquecedor de 2000 watts, uma televisão de 70 watts e um micro-ondas de 1300 watts.

**Figura 36 - Caso de teste 4.2 - Dataset treino desagregado**

**Figura 37 - Caso de teste 4.2 - Dataset teste desagregado**

#### **Passos**

* + 1. Realizar o treino com os equipamentos na plataforma.
    2. Obter o dataset do utilizador com o script “dataset.py”.
    3. Avaliar modelo com o script “fhmm.py”.

#### **Resultados expectáveis**

É esperado que os resultados sejam idênticos à realidade sem nenhuma distorção, visto que são 3 equipamentos com consumos bem distintos.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o *dataset* treino obtido do “dataset.py” e testando com o *dataset* “3\_equipments.csv”, o resultado foi o seguinte:

**Figura 38 - Caso de teste 4.2 - Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 22.27 | 45.72 |
| Micro-ondas | 7.15 | 15.95 |
| TV | 13.10 | 27.67 |
| Em geral | 14.17 | 29.78 |

**Tabela 2 - Caso de teste 4.2 - Avaliação do modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 68W para a TV, 1262W para o micro-ondas, e 1857W para o aquecedor, quando estes equipamentos estão ligados.

#### **Considerações**

Os resultados mostram que houve uma instância que o modelo previu que a TV esteve ligada durante um curto período, que na realidade não estava, mas em soma, o modelo teve um ótimo desempenho a classificar cada estado.

1. 6 Equipamentos

#### **Descrição**

O teste demonstra o desempenho do algoritmo quando é treinado com 20 exemplos de cada equipamento. Neste caso, os equipamentos escolhidos foram: aquecedor de 2000 watts, televisão de 70 watts, micro-ondas de 1300 watts, exaustor de 400 watts, torradeira de 1000 watts e secador de cabelo de 1400 watts.

**Figura 39 - Caso de teste 4.3 - Dataset treino desagregado**

**Figura 40 - Caso de teste 4.3 - Dataset teste desagregado**

#### **Passos**

* + 1. Realizar o treino com os equipamentos na plataforma.
    2. Obter o *dataset* do utilizador com o script “dataset.py”.
    3. Avaliar modelo com o script “fhmm.py”.

#### **Resultados expectáveis**

É esperado que os resultados sejam idênticos à realidade sem nenhuma distorção, visto que são 3 equipamentos com consumos bem distintos.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o *dataset* treino obtido do “dataset.py” e testando com o *dataset* “6\_equipments.csv”, o resultado foi o seguinte:

**Figura 41 - Caso de teste 4.3 - Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 22.27 | 45.72 |
| Exaustor | 25.66 | 53.94 |
| Micro-ondas | 25.66 | 406.16 |
| Secador cabelo | 142.93 | 421.75 |
| Torradeira | 3.94 | 9.79 |
| TV | 32.05 | 46.21 |
| Em geral | 59.69 | 163.93 |

**Tabela 3 - Caso de teste 4.3 - Avaliação do modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 68W para a TV, 119W para o exaustor, 931W para a torradeira, 1262W para o micro-ondas, 1342W para o secador do cabelo e 1857W para o aquecedor, quando estes equipamentos estão ligados.

#### **Considerações**

O algoritmo quando treinado com 6 equipamentos, continua com dúvidas entre dois equipamentos quando estes têm um consumo energético muito similar.

## **Considerações finais**

Realizados os cenários podemos concluir que a eficácia do algoritmo na tarefa de desagregação do consumo energético é fortemente impactada pelo número de equipamentos, ainda mais se os equipamentos tiverem potências de operação similares.

# Caso de teste 5 – Tamanho do dataset

## **Introdução**

O tamanho do *dataset* influência não só o desempenho do modelo, mas também o tempo que este é gerado, por isso é importante perceber a que ponto é que chega de leituras de um equipamento, pois a taxa de acerto já está suficiente alta. O mecanismo que é utilizado para aumentar o tamanho do *dataset* sem prejudicar a qualidade dos dados é o *data augmentation*.

## **Objetivos**

Descobrir o balanço perfeito entre precisão e tamanho do dataset para poder estabelecer um multiplicador que fornece os melhores resultados e ao mesmo tempo do tamanho mais reduzido possível.

## **Descrição do ambiente**

O teste precisa de um *dataset* original e acesso ao script “dataset.py” para poder alterar o nível de aumento, bem como acesso à *toolkit* SEM para efetuar a avaliação dos modelos. O *dataset* é composto por 60 exemplos, 10 exemplos por cada equipamento.

**Figura 42 - Caso de teste 5 - Dataset treino desagregado**

**Figura 43 - Caso de teste 5 - Dataset treino agregado**

**Figura 44 - Caso de teste 5 - Dataset teste desagregado**

**Figura 45 - Caso de teste 5 - Dataset teste agregado**

## **Cenários de teste**

1. Tamanho original

#### **Descrição**

O *dataset* a ser usado na fase de treino é o *dataset* original.

#### **Passos**

* + 1. Alterar o valor de *DATA\_AUGMENTATION* do script “dataset.py” para 0
    2. Gerar o novo *dataset*
    3. Avaliar o modelo

#### **Resultados expectáveis**

Não é esperado bom desempenho por não haver dados suficientes.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o *dataset* original, o resultado foi o seguinte:

**Figura 46 - Caso de teste 5.1 – Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 631.56 | 842.71 |
| Exaustor | 41.10 | 53.48 |
| Micro-ondas | 397.74 | 534.42 |
| Secador cabelo | 386.19 | 521.51 |
| Torradeira | 262.09 | 353.57 |
| TV | 37.39 | 44.32 |
| Em geral | 292.68 | 391.67 |

**Tabela 4 - Caso de teste 5.1 - Avaliação de modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 12W para a TV, 22W para o exaustor, 157W para a torradeira, 212W para o micro-ondas, 231W para o secador do cabelo e 320W para o aquecedor, mantendo-se constante durante todas as leituras.

#### **Considerações**

Dados os resultados, podemos confirmar que de facto, o modelo não teve tempo de aprender com os exemplos de treino fornecidos, 60 exemplos, este problema não acontecia se o dataset de treino fosse maior. No geral o MAE é de 292.68 e o RMSE é de 391.67, o que são valores extremamente alto e indicativos de mau desempenho.

1. Tamanho aumentado

**1ª Iteração – 2 vezes**

#### **Descrição**

O *dataset* tem o seu tamanho duas vezes maior, em relação ao tamanho original.

#### **Passos**

* + 1. Alterar o valor de *DATA\_AUGMENTATION* do script “dataset.py” para 1
    2. Gerar o novo *dataset*
    3. Avaliar o modelo

#### **Resultados expectáveis**

É esperado que este tenha melhor desempenho que o dataset com o tamanho original, mas ainda com mau desempenho.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o dataset aumentado, o resultado foi o seguinte:

**Figura 47 - Caso de teste 5.2 - Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 22.27 | 45.72 |
| Exaustor | 25.66 | 53.94 |
| Micro-ondas | 25.66 | 406.16 |
| Secador cabelo | 142.93 | 421.75 |
| Torradeira | 3.94 | 9.79 |
| TV | 32.05 | 46.21 |
| Em geral | 59.69 | 163.93 |

**Tabela 5 - Caso de teste 5.2 - Avaliação de modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 68W para a TV, 119W para o exaustor, 931W para a torradeira, 1262W para o micro-ondas, 1342W para o secador do cabelo e 1857W para o aquecedor, quando estes equipamentos estão ligados.

#### **Considerações**

Dados os resultados, podemos verificar que o modelo teve tempo de aprender com os exemplos de treino fornecidos, 120 exemplos. No geral o MAE é de 59.69 e o RMSE é de 163.93, o que são valores bons para o contexto em causa.

**2ª Iteração – 5 vezes**

#### **Descrição**

O *dataset* tem o seu tamanho cinco vezes maior, em relação ao tamanho original.

#### **Passos**

* + 1. Alterar o valor de *DATA\_AUGMENTATION* do script “dataset.py” para 4
    2. Gerar o novo *dataset*
    3. Avaliar o modelo

#### **Resultados expectáveis**

É esperado que este tenha melhor desempenho que o dataset com o tamanho original, mas ainda com mau desempenho.

#### **Resultados obtidos**

Como a realização do teste com o dataset aumentado, o resultado foi o seguinte:

**Figura 48 - Caso de teste 5.3 - Previsão do dataset teste desagregado**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Equipamento | MAE | RMSE |
| Aquecedor | 34.63 | 71.06 |
| Exaustor | 44.78 | 70.57 |
| Micro-ondas | 245.54 | 563.26 |
| Secador cabelo | 262.99 | 567.77 |
| Torradeira | 6.24 | 15.44 |
| TV | 18.41 | 33.07 |
| Em geral | 102.10 | 220.20 |

**Tabela 6 - Caso de teste 5.3 - Avaliação do modelo**

**Observações:**

A previsão dos consumos dos equipamentos para o dataset de teste foi de 67W para a TV, 116W para o exaustor, 917W para a torradeira, 1243W para o micro-ondas, 1304W para o secador do cabelo e 1805W para o aquecedor, quando estes equipamentos estão ligados.

#### **Considerações**

Dados os resultados, podemos verificar que o modelo teve tempo de aprender com os exemplos de treino fornecidos, 300 exemplos. No geral o MAE é de 102.10 e o RMSE é de 220.20, o que são valores aceitáveis para o contexto em causa.

## **Considerações finais**

Realizados os cenários podemos concluir que o tamanho do *dataset* é um fator crucial para o bom desempenho do modelo. Para a utilização normal do SEM está previsto que haja pelo menos 10 exemplos por equipamento, então, o melhor multiplicador para o data augmentation é de 2 vezes.

# Caso de teste 6 – Alertas

## **Introdução**

Os alertas é a funcionalidade principal para um sistema que tem o objetivo AAL. São os alertas que iram notificar ao cliente que algo não está correto no ambiente, e que atenção adicional é precisa. Os alertas a ser testados são os alertas de atividade suspeita e aviso de uso excessivo.

## **Objetivos**

Garantir que o alerta de atividade suspeita é despoletado caso haja algum equipamento que requer manuseamento humano ligado durante o período que foi assinalado pelo utilizador como horas mortas. Garantir que o alerta de uso excessivo é despoletado caso algum equipamento esteja ligado por mais de tempo pré-determinado pelo utilizador, por exemplo, o utilizador indicou que o micro-ondas a partir de 2 minutos ligado para ser notificado.

## **Descrição do ambiente**

O SEMD ligado e conectado a uma conta cliente já treinada e que tem as notificações ligadas. Adicionalmente tem-se de configurar um tempo limite para um dos equipamentos para realizar os testes.

## **Cenários de teste**

1. Atividade suspeita

#### **Descrição**

Qualquer atividade que aconteça a horas que o cliente anotou como horas mortas. O teste pretende testar se os alertas estão a ser emitidos quando há uma atividade suspeita.

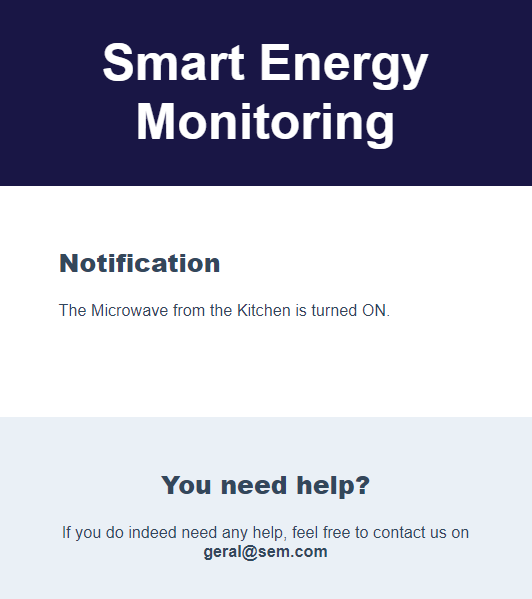
#### **Passos**

* + 1. Ligar o SEMD.
    2. Ligar equipamento que requer intervenção humana para o seu funcionamento.
    3. Aguardar pela chegada do alerta na caixa de correio.

#### **Resultados expectáveis**

É espectável que não haja nenhuma dificuldade e que se o modelo classificar bem o equipamento que está ligado, não deve haver problemas nas restantes fases.

#### **Resultados obtidos**

 Após a execução dos passos descritos em cima, a saída foi a seguinte:

**Figura 49 - Caso de teste 6 - Email de atividade suspeita**

**Observações:**

O email recebido pela pessoa afetada e por todos os seus afiliados, com o assunto “Atividade suspeita” e com o conteúdo que remete ao tópico de notificar o destinatário que o micro-ondas da cozinha está ligado.

#### **Considerações**

O alerta cumpre o objetivo de notificar o utilizador das atividades suspeitas que estão a acontecer, assim o utilizador pode averiguar a situação.

1. Consumo excessivo

#### **Descrição**

Pretende-se testar os avisos de email lançados quando um equipamento está ativo durante um tempo superior ao estipulado pelo cliente na plataforma.

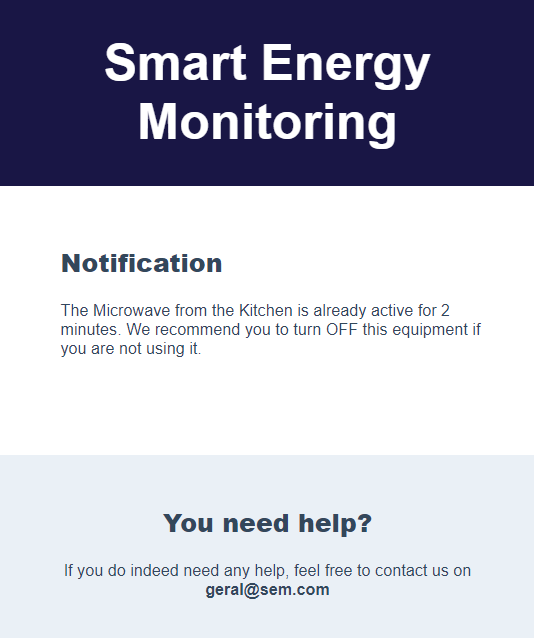
#### **Passos**

* + 1. Ligar o SEMD.
    2. Ligar equipamento que requer intervenção humana para o seu funcionamento.
    3. Aguardar pela chegada do alerta na caixa de correio.

#### **Resultados expectáveis**

É espectável que não haja nenhuma dificuldade e que se o modelo classificar bem o equipamento que está ligado, não deve haver problemas nas restantes fases.

#### **Resultados obtidos**

 Após a execução dos passos descritos em cima, a saída foi a seguinte:

**Figura 50 - Caso de teste 6 - Alerta de consumo excessivo**

**Observações:**

O email recebido pela pessoa afetada e por todos os seus afiliados, com o assunto “Aviso de uso” e com o conteúdo que remete ao tópico de notificar o destinatário que o micro-ondas da cozinha já se encontra ligado à 2 minutos, tempo pré-definido pelo utilizador, e aconselha que este seja desligado caso não esteja em uso.

#### **Considerações**

O alerta cumpre o objetivo de notificar o utilizador das ocorrências de consumo excessivo que estão a acontecer, assim o utilizador pode tomar as medidas são propostas ou outras que achar mais indicadas.

## **Considerações finais**

A funcionalidade de alertas é a funcionalidade mais importante do sistema, a partir das previsões de consumo dos equipamentos, retirar conhecimento destes descobrimentos e informar o utilizador. O sistema faz o pretendido e são os alertas que ajudam no AAL.

# REFERÊNCIAS

[1] - <https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ctac/ct-and-ac-power-adaptor-installation-and-calibration-theory?redirected=true#current-sensor-%E2%80%93-practice>

[2] - <https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/49293/mod_resource/content/0/Electricidade_-_Electronica/Electricidade/Onda%20Sinusoidal/Caracteristicas%20de%20uma%20Onda%20Sinusoidal.pdf>