

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores

Trabalho Final IME

Sistema automático de medida

Trabalho realizado pelos alunos:

Nome: Diogo Ferreira Número: 62501

Nome: Duarte Pereira Número: 63446

Nome: Iúri Moças Número: 62907

Nome: Tiago Monteiro Número: 63368

Índice

| | |
|--|---|
| 1. Introdução | 3 |
| 2. Solução proposta | 4 |
| 2.1. Condicionamento do sinal | 4 |
| 2.2. Processamento e tratamento do sinal | 4 |
| 2.3. Envio de dados para o ThingsSpeak | 6 |
| 3. Resultados e análise | 6 |
| 4. Conclusão e Trabalhos futuros | 8 |
| 5. Bibliografia | 8 |

Índice de Figuras

| | |
|--|---|
| Figura 1- Motagem somadora | 4 |
| Figura 2-Codigo para cálculo do valor da tensão eficaz | 5 |
| Figura 3-Codigo para cálculo da corrente eficaz | 5 |
| Figura 4-Código para cálculo da potência ativa | 5 |
| Figura 5-Código para cálculo da potência aparente | 5 |
| Figura 6-Código para cálculo do fator de potência | 5 |
| Figura 7-Código para cálculo das frequências | 6 |
| Figura 8-Gráfico do valor eficaz da tensão | 6 |
| Figura 9-Gráfico da frequência da tensão | 6 |
| Figura 10-Gráfico da frequência da corrente | 6 |
| Figura 11-Gráfico do valor eficaz da corrente | 6 |
| Figura 12-Gráfico do fator de potência | 7 |
| Figura 13-Gráfico da potência aparente | 7 |
| Figura 14-Gráfico da potência ativa | 7 |

1. Introdução

Este trabalho laboratorial tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema automático de medição para monitorização do consumo de energia elétrica associado a uma carga monofásica. O sistema proposto deve operar de forma autónoma, sem necessidade de intervenção do utilizador na introdução dos parâmetros, e deve ser capaz de efetuar medições de vários parâmetros elétricos, que incluem:

- Valor eficaz e frequência da tensão elétrica de alimentação;
- Valor eficaz e frequência da corrente elétrica que percorre a carga;
- Potência ativa;
- Potência aparente;
- Fator de potência.

Além de realizar estas medições, o sistema deve disponibilizar os resultados através da plataforma ThingSpeak, permitindo a visualização em tempo real dos dados obtidos. Esta demonstração dos dados através do ThingSpeak não só facilita o monitoramento contínuo, mas também permite o armazenamento dos dados para análises posteriores, possibilitando uma compreensão mais aprofundada do consumo energético ao longo do tempo.

2. Solução proposta

2.1. Condicionamento do sinal

Nesta parte inicial, tratamos do condicionamento do sinal a saída do transdutor para este ser manipulado no ESP32.

Para tal, dimensionou-se duas montagens somadoras com as resistências disponíveis: $1K\Omega$ e $10K\Omega$. Com estas em paralelo e em série, obtivemos os valores das resistências necessários para o dimensionamento das duas montagens somadoras:

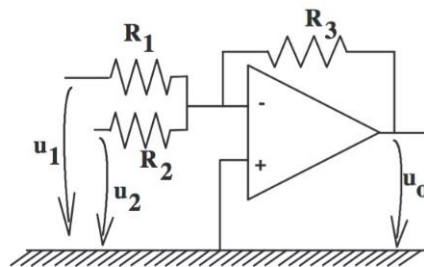


Figura 1- Montagem somadora

Desta, criou-se duas montagens somadoras:

- Condicionamento do sinal da corrente do transdutor
- Condicionamento do sinal da tensão do transdutor

Desta forma, criamos o circuito necessário para o condicionamento do sinal para este ser manipulado no ESP32.

Todavia, usamos para recriação dos sinais no ESP32 um sinal que nasce de um gerador de sinais. Não do circuito de condicionamento dimensionado. Isto devido ao ruído que a breadboard cria. Desta forma, garantimos que o desenvolvimento do código do ESP32 é livre de fatores exteriores fora do nosso controlo.

2.2. Processamento e tratamento do sinal

Inicialmente para conseguirmos obter uma análise mais confiável, fazemos uma média dos valores obtidos de 10 em 10 segundos para podermos posteriormente fazer uma média e enviar de 60 em 60 segundos para o ThinkSpeak valores mais “estáveis” e contínuos.

Para calcularmos o valor da tensão eficaz usamos a fórmula apresentada nos slides em tempo

discreto, $U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_0^N u^2}$, e com isso fizemos o nosso código (Imagem do código)

```

voltage[i] = analogRead(34) * (3.3 / 4095);
med_voltage += voltage[i]; //offset da tensão

med_voltage = med_voltage / N_amostras;

voltage[i] = (voltage[i] - med_voltage) * 2 * 132;

```

Figura 2-Codigo para cálculo do valor da tensão eficaz

Para calcularmos o valor da corrente eficaz usamos a fórmula apresentada nos slides em tempo

discreto, $I_{ef} = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_0^N i^2}$

```

current[i] = analogRead(35) * (3.3 / 4095);
med_current += current[i]; //offset da corrente

med current = med current / N amostras;

valor_corrente = sqrt(valor_corrente / N_amostras);

```

Figura 3-Codigo para cálculo da corrente eficaz

Para calcularmos o valor da potência ativa foi necessário o armazenamento deste valor ao longo dos 10 segundos para calcular uma aproximação mais coerente deste valor, levando assim a formulação do código

```

valor_potencia += power[i];

valor_potencia = valor_potencia / N_amostras;

```

Figura 4-Código para cálculo da potência ativa

Para calcularmos o valor da potência aparente foi utilizado os valores eficazes da tensão e da corrente, como apresentado no Código

```

apparentpower = valor_tensao * valor_corrente;

```

Figura 5-Código para cálculo da potência aparente

Para calcularmos o valor do fator de potência foi utilizada a potência ativa a dividir pela potência aparente, anteriormente calculadas.

```

fator_potencia = valor_potencia / apparentpower;

```

Figura 6-Código para cálculo do fator de potência

Para calcularmos o valor da frequência da tensão e da corrente foi obtido a quantidade de vezes que a senoide passa por zero para o calculo do seu período e posteriormente a sua frequência

```
T_voltage += (aux_timer_2[i] - timer_t_voltage); //pegar o tempo do periodo

freq_voltage = 1.0 / (T_voltage / 1000000.0); // calculo da freq da tensao
```

Figura 7-Código para cálculo das frequências

2.3. Envio de dados para o ThingsSpeak

Após o condicionamento do sinal do transdutor e o tratamento deste com o ESP32, procedeu-se ao envio de dados para a plataforma IoT ThingSpeak.

Inicialmente, preparou-se o código e o IDE do arduino para este conseguir, pelo ESP32, conectar à plataforma ThingSpeak.

Após a realização do circuito que condiciona o sinal e o dimensionamento do código para o ESP32, alterou-se o código de acordo com o explicado na aula inicial, para o envio correto de informação para o ThingSpeak.

3. Resultados e análise



Figura 8-Gráfico do valor eficaz da tensão



Figura 9-Gráfico da frequência da tensão



Figura 11-Gráfico do valor eficaz da corrente



Figura 10-Gráfico da frequência da corrente



Figura 12-Gráfico do fator de potência



Figura 13-Gráfico da potência aparente



Figura 14-Gráfico da potência ativa

Os setes gráficos são referidos aos sete valores de medição (média dos valores) a cada minuto.

Como podemos observar todos os valores estão dentro dos objetivos pretendidos ao longo do tempo.

Tendo em conta as alterações visíveis nos gráficos da tensão eficaz e corrente eficaz podemos afirmar que houve uma transição de potência, assim confirma-se pelos gráficos das potências, isto ocorreu devido ao aumento da potencia do aquecedor (subida do nível 1 para o 2) fazendo assim com que houvesse alterações na tensão e na corrente para obtenção de mais potência. Com a relação da lei de ohm $R = \frac{U}{I}$ e observação dos gráficos podemos averiguar uma descida do valor da tensão e um aumento da corrente levando assim ao aumenta da potência.

4. Conclusão e Trabalhos futuros

Este trabalho final que foi desenvolvido ao longo do semestre cumpriu todos os objetivos esperados. Desde o dimensionamento dos amplificadores operacionais até o teste final de todo o sistema a funcionar, todos os objetivos foram cumpridos.

Desta forma, criou-se um sistema de medição automático de acordo com o que foi ensinado nas aulas da unidade curricular de Instrumentação e Medidas Elétricas.

Uma das maiores dificuldades do trabalho foi o desenvolvimento do código para obter a frequência devido a um erro causado por a falta de reiniciar uma variável para o cálculo do período.

5. Bibliografia

- LM741.pdf
- SBC-NodeMCU-ESP32-Manual-20200320.pdf
- Lv_25-p.pdf
- IME_05.pdf
- IME_06_07.pdf
- IME_08.pdf
- Instrumentação e Medidas Elétricas - Trabalho.pdf