

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**

ESCOLA POLITÉCNICA

ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Pedro Fernandes Dallegrave

Wattímetro

Curitiba  
2012

Pedro Fernandes Dallegrave

## Wattímetro

Relatório apresentado ao curso de Engenharia da Computação, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial de avaliação da disciplina de Resolução de problemas de engenharia

Prof. Afonso Ferreira Miguel

Curitiba  
2012

# Sumário

<b>Sumário</b> .....	<b>3</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumo</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Índice de Imagens</b> .....	<b>5</b>
<b>Objetivo</b> .....	<b>6</b>
Geral.....	7
Específicos .....	7
<b>Materiais utilizados</b> .....	<b>8</b>
<b>Descrição geral</b> .....	<b>9</b>
Histórico do projeto.....	9
Hardware.....	9
<b>Software</b> .....	<b>12</b>
<b>Problemas encontrados</b> .....	<b>14</b>
<b>Tabela de custos</b> .....	<b>15</b>
<b>Conclusão</b> .....	<b>16</b>

## Resumo

O projeto em questão tem como finalidade criar um dispositivo simples e barato para permitir que usuários domésticos possam aferir o consumo elétrico de seus equipamentos.

Isto é importante pois devido a crescente preocupação com o meio ambiente, torna-se necessária uma utilização consciente dos recursos naturais. Dentre os quais podemos citar os recursos hídricos e de combustíveis fósseis, utilizados para a geração de energia elétrica. Uma vez que ao permitir uma medição mais precisa por parte dos usuários possibilita um melhor controle e substituição de dispositivos não sustentáveis.

**Palavras-chave:** Medição, Energia, Ambiente.

## Índice de Imagens

Figura 1 - Circuito dos sensores infravermelhos.....	10
Figura 2 – Arduino .....	11
Figura 3 - Ambiente simulado.....	11
Figura 4 - Ambiente completo .....	12

## Metodologia

No desenvolvimento do projeto foi adotada uma metodologia onde o problema em partes menores, para facilitar a sua execução. As quais são:

- Software – Código utilizado para realizar cálculos e relatórios;
- Eletrônica – Circuito de aquisição de dados;
- Integração – Aplicação do software e parte eletrônica;
- Testes – Verificação dos sistemas em separado e após a integração.

## Objetivo

### Geral

O foco principal deste projeto é a utilização dos conhecimentos obtidos até então para elaborar um projeto que solucione problemas do dia a dia, ou apresente otimizações para sistemas já existentes.

### Específicos

1. Protótipo funcional de um ambiente simulado;
2. Elaboração de código para cálculo das informações elétricas a partir dos dados obtidos;
3. Elaboração do circuito para aquisição dos dados;
4. Documentação e vídeo do projeto.

## **Materiais utilizados**

- Arduino Mega;
- Gerador de onda senoidal;
- Transformador 127V - 6V;
- Resistores;
- Capacitor 100uF;
- Protoboard.

## Descrição geral

### Histórico do projeto

O projeto inicialmente iria utilizar o CI ADE7753, específico para aquisição de tensão e corrente elétrica e realização de cálculos de medições elétricas como potência real e instantânea, fator de potência etc. Entretanto, devido a problemas da comunicação do mesmo com o arduino via interface SPI, esta solução foi descartada e as aquisições e cálculos são realizadas pelo próprio arduino.

As implicações para esta modificação são:

- Redução na quantidade de amostras por ciclo são realizadas;
- Aumento do erro devido a existência de apenas um ADC no arduino.

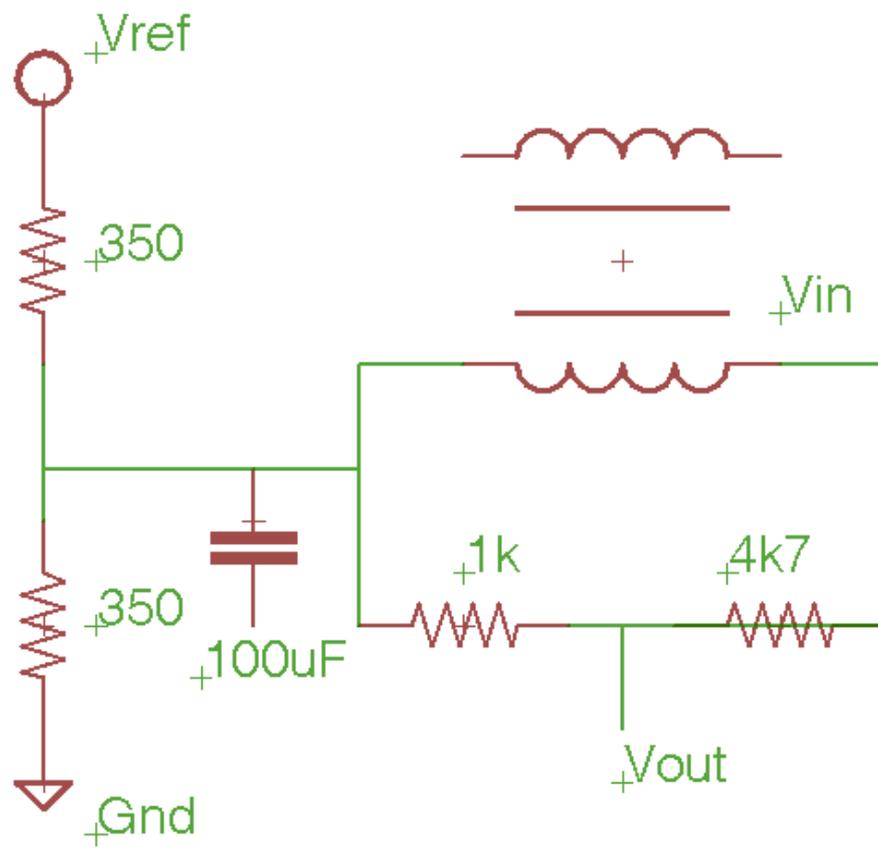
Porém tais implicações podem ser desconsideradas neste projeto uma vez que mesmo com uma quantidade de amostras reduzidas conseguimos um valor equivalente ao considerado suficiente pelo mercado para cálculo de potência. E quanto ao erro introduzido devido ao intervalo entre a aquisição da tensão e da corrente, o mesmo também pode ser desconsiderado, uma vez que o foco do projeto não é a precisão do circuito e sim o custo e simplicidade do mesmo.

### Hardware

O equipamento consiste basicamente de um transformador de 127V para 6V ligado ao arduino para aquisição da tensão elétrica. Porém devido a algumas limitações na forma como o arduino adquire um sinal analógico foram necessárias algumas modificações listadas abaixo:

- Utilização de um circuito divisor de tensão, de modo que consigamos um sinal de tensão com valores de pico em aproximadamente 2,5V, uma vez que os pinos de *Analog Input* tem como tensão máxima 5V;
- Utilização de um circuito para grampear o sinal de entrada. Isto foi feito utilizando a tensão do fornecida pelo arduino 5Vcc como referência para o sinal de entrada, de modo que um ciclo completo da onda esteja no eixo positivo.

O circuito utilizado está exemplificado no diagrama abaixo:



Abaixo seguem fotos do projeto:

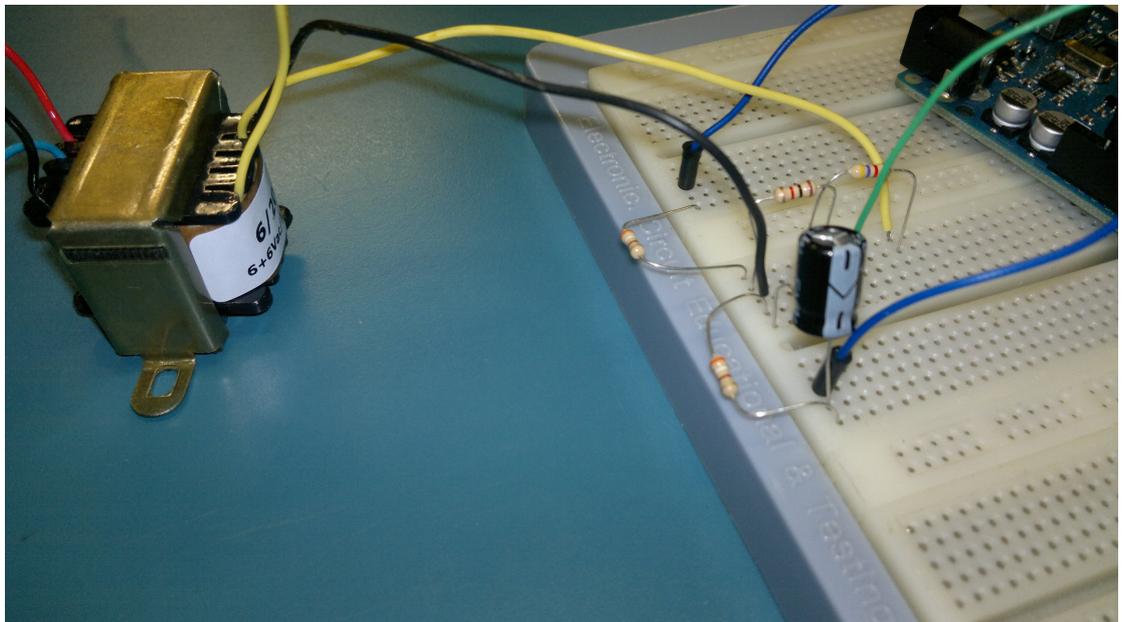


Figura 1 -Protótipo do circuito regulador de entrada

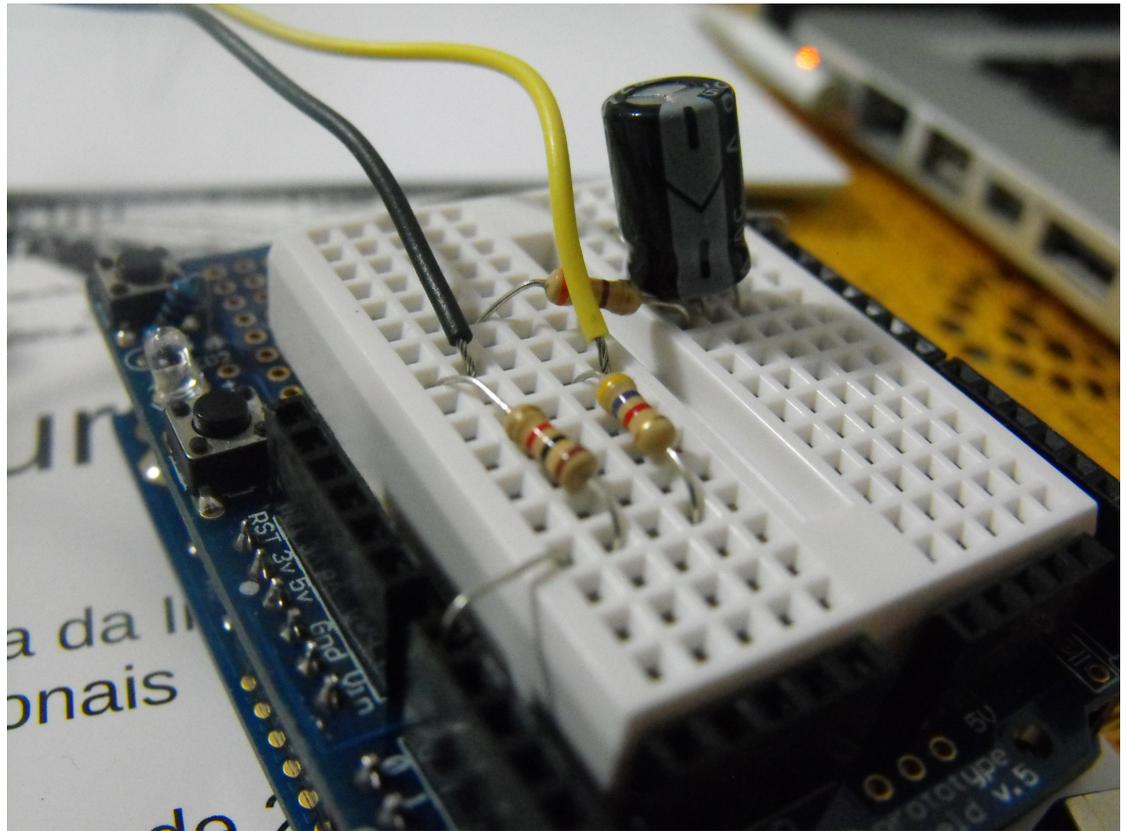


Figura 2 - Detalhe do circuito implementado em um shield para arduino

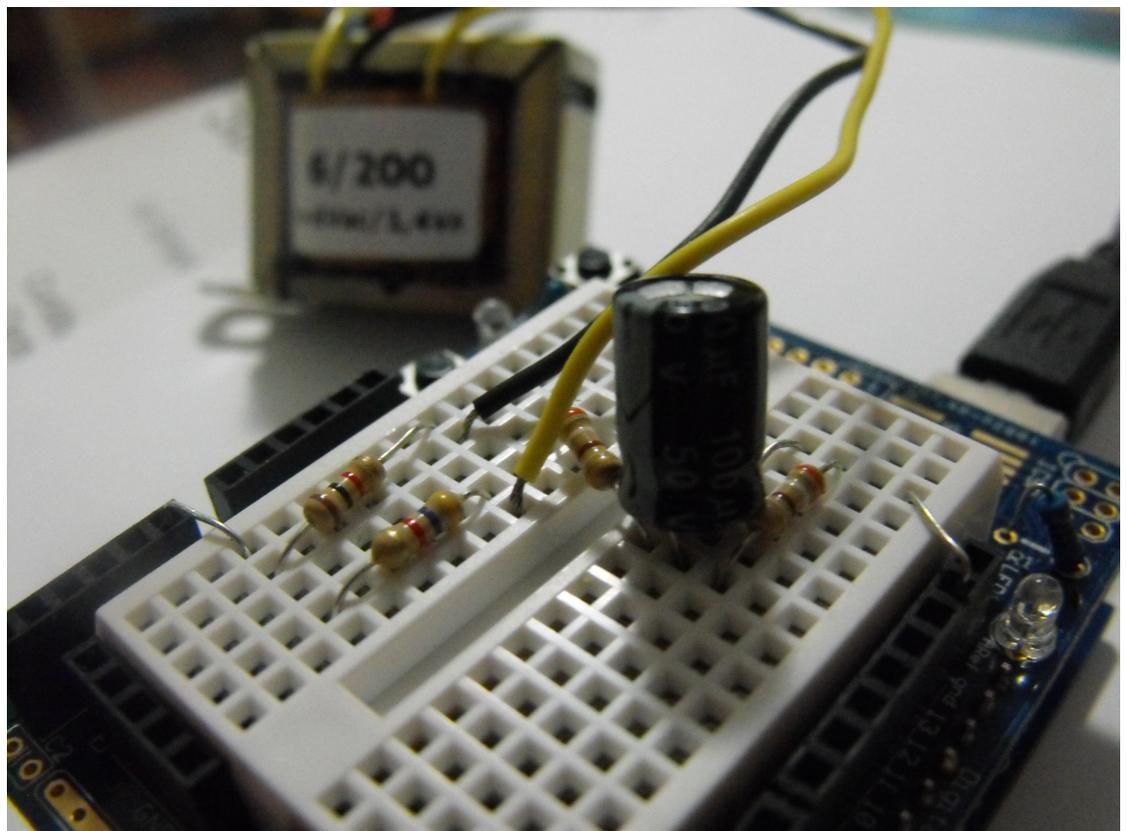


Figura 3 - Visão geral do circuito

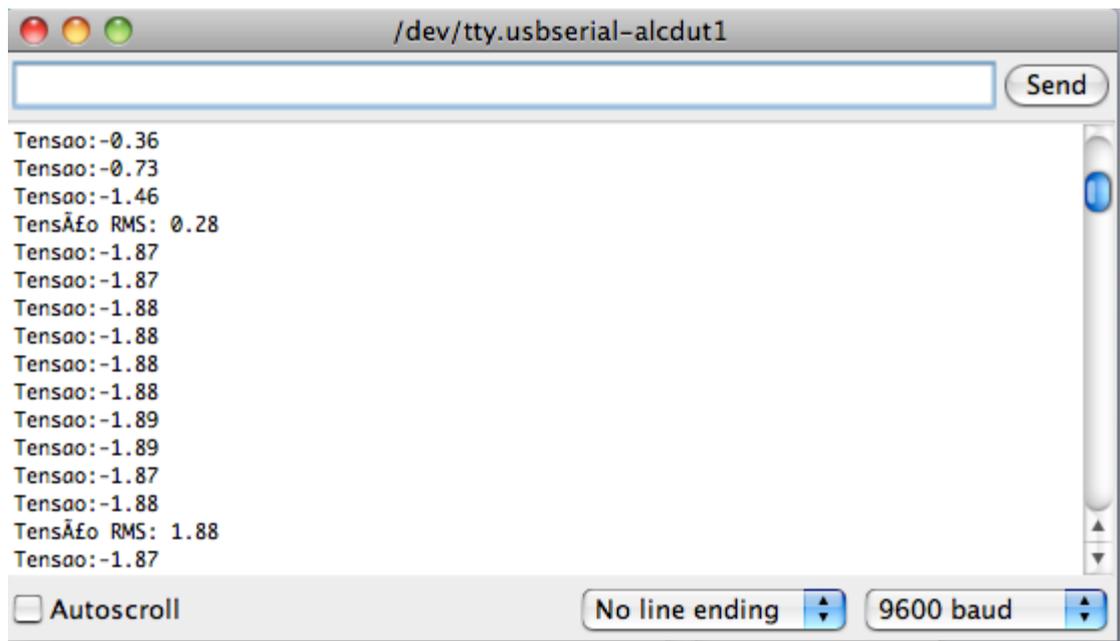


Figura 4 - Exemplo da saída do sistema

## Software

O código implementado no arduino possui duas funções, realizar a aquisição dos dados e em seguida realizar os cálculos necessários.

Para aquisição dos dados utilizamos a função `analogRead(Input pin)`, a qual recebe como parâmetro o pino a ser lido e retorna um valor inteiro. Este valor corresponde a faixa de aquisição do arduino 0-5V dividido pela quantidade de bits utilizados pelo ADC, 10 bits, portanto o valor corresponde a 5V divididos por 1024, ou seja 0,0049V por unidade. Outro fator importante é o tempo necessário para o arduino realizar uma aquisição, aproximadamente 100us, ou seja, consegue realizar mais de 128 aquisições a cada 60Hz, ciclo completo da tensão elétrica.

Após a coleta de 8 amostras para cada entrada, tensão e corrente, realizamos o cálculos da Tensão RMS.

Como será necessário aproximadamente 800us para a aquisição dos dados e em torno de 1s para os cálculos, iremos realizar amostras a cada 2s para evitar que novos dados sejam lidos antes que os cálculos sejam realizados.

O código principal e as respectivas funções de cálculo estão descritas abaixo:

```
int tensaoPin = A7;
float tensoes[10];
int count=0;
unsigned long int tempoAtual, tempoAnterior;
unsigned long int tempo;
float tensaoRMS;
```

```

void setup() {
    pinMode(tensaoPin, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    tempoAnterior = micros();
    while(count<=9){
        tensoes[count] = ((analogRead(tensaoPin)/204.0)-2.49);
        tempoAtual = micros();
        tempo = tempoAnterior - tempoAtual;
        tempo = (2000 - tempo)/1000;
        count++;
        delay(tempo);
    }
    count=0;
    while(count<=9){
        Serial.print("Tensao:");
        Serial.println(tensoes[count]);
        count++;
    }
    tensaoRMS = rms(tensoes);

    Serial.print("Tensão RMS: ");
    Serial.println(tensaoRMS);

    count = 0;
    delay(1000);
}

float rms(float tensao[]){
    float tensao_quadrada = 0;
    float soma_tensao_quadrada = 0;
    float media_tensao_quadrada = 0;
    float rms = 0;

    for (int i=0; i<=8; i++){
        tensao_quadrada = tensao[i] * tensao[i];
        soma_tensao_quadrada += tensao_quadrada;
    }
    media_tensao_quadrada = soma_tensao_quadrada / 9;
    rms = sqrt(media_tensao_quadrada);
    return rms;
}

```

## Problemas encontrados

<b>Problema encontrado</b>	<b>Solução adotada</b>
Dificuldade para compra do CI ADE7753.	O Prof. Ivan Chueiri forneceu um kit implementado por ele, que utiliza o CI ADE7753.
Dificuldade na comunicação entre o ADE7754 e arduino via SPI.	Não utilização do ADE7753 e substituição pelo transformador e gerador de função para fornecimento de valores, e arduino para coleta e cálculos necessários.
O arduino possui apenas 1 ADC, quando seriam necessários 2, um para corrente e outro para tensão.	Os dados serão convertidos através do único ADC e o erro causado por isto será desconsiderado.

## Tabela de custos

Objeto	Custo
Arduino	R\$50,00
Transformador	R\$12,00
Resistores	R\$1,00
Capacitor	R\$0,20
Custo total do projeto	R\$63,20

## Conclusão

Com o desenvolvimento deste projeto foi possível conhecer a fundo as dificuldades encontradas no desenvolvimento de sistemas de engenharia, bem como a necessidade de planejamento e organização. Tudo isto foi de grande importância para a criação de habilidades na gestão de projetos e aperfeiçoamento para projetos futuros.

Também foi possível perceber que com um planejamento adequado os problemas encontrados no decorrer do projeto poderiam ser absorvidos e não causariam tanto impactos. Porém isso foi interessante para que tenhamos conhecimento de que nem sempre todos os problemas podem ser previstos.