

Universidade Estadual de Campinas

UNICAMP

Instituto de Física Gleb Wataghin

F 530 – Instrumentação I

2º Semestre de 2009

Relatório Final de Atividades

Data: 09/12/2009



Aluna: Magda F. de O. Fernandes RA 062611

Orientador: Prof. Dr. Varlei Rodrigues - IFGW

Co-orientador: Guilherme Franco - LNLS

Coordenador: Prof. Dr. José J. Lunazzi – IFGW

Desenvolvimento de um Contador e/ou Freqüencímetro Microcontrolado

Magda F. de O. Fernandes RA 062611

1. Resumo:

Este relatório final apresenta os resultados obtidos durante a execução do projeto para desenvolvimento e construção de um sistema de medida micro controlado, baseado em contagem de eventos ou medida de freqüência.

Tipicamente, qualquer sensor que apresente variações de freqüência ou geração de pulsos pode fazer uso desse sistema. A interface primária será a comunicação RS-232, compatível com computadores pessoais. Para evolução futura é proposto o uso de interface de cristal líquido, inclusive em modo de campo.

É possível perceber uma série de aplicações para o equipamento: na obtenção de dados quantitativos em pesquisas ou, até mesmo, no ensino de física, pela contagem de eventos e/ou a medida da freqüência de determinados eventos e equipamentos. Com o uso de interfaces dedicadas, podemos, por exemplo, medir a freqüência de oscilação de pêndulos, de movimentos circulares e de ressonadores como diapasões e circuitos RLC. Além disso, podemos monitorar a freqüência da rede de distribuição elétrica, detectando possíveis falhas de fornecimento. Também podemos, com o uso de sensores ópticos, monitorar o fluxo de pessoas em determinado ambiente. Por último, também como exemplo, podemos simular ou atuar como “radares” para veículos, semelhante aos utilizados nas vias públicas do estado de São Paulo, medindo a velocidade e aceleração de objetos em movimento linear ou até mesmo circular.

Nesta experiência a aplicação de testes foi pensada como um tacômetro para motores a combustão interna, tendo como sensor um capturador de pulsos eletromagnéticos da bobina de ignição. Eventualmente poderiam ser feitos mais dois sensores, um de posicionamento linear e outro de temperatura.

Por motivos de mobilidade e apresentação em ambiente fechado reduzimos a escala do experimento aplicando-o na medição da rotação de uma pequena ventoinha através de um sensor do tipo foto-diodo e adicionalmente um sensor de temperatura do tipo termistor NTC, negative termistor coeficiente.

2. Introdução:

A importância de se quantificar exatamente os dados laboratoriais obtidos em experimentos é notável principalmente no que diz respeito à intervenções futuras no objeto estudado ou no julgamento do comportamento do objeto durante o experimento.

Durante a pesquisa, ou desenvolvimeto, os testes realizados no objeto de estudo nos fornecem carateristicas importantes para avaliação do produto. Porém os dados devem estar em uma unidade compreensível ao ser humano.

Como obter dados da variação de temperatura do objeto estudado? Como obter dados na variação de posição ou até mesmo da variação das tensões no corpo do objeto estudado?

Os sensores são os dispositivos que vão funcionar como nossos órgãos de sentido. Esses instrumentos porém se constituem, em sua grande parte de materiais metálicos que variam sua característica física em função de modificações no ambiente ou no objeto de estudo, por exemplo: a tensão, o diâmetro, a impedância. Como quantificar essas mudanças observadas?

Para isso faz-se necessário uma placa de circuito com um microcontrolador que, bem programado, converte os sinais elétricos binários para a linguagem hexadecimal. A informação em linguagem hexadecimal é transferida para um pc via cabo serial. Servido de um terminal, a linguagem hexadecimal é transformada na linguagem ASCII, compreensível ao ser humano. Dessa forma tornam-se claras as quantidades numéricas, as grandezas físicas de interesse.

Um sistema de aquisição de dados é uma junção de elementos inter-relacionados formando um todo único. Vindo do grego “sistema” significa combinar, “ajustar”, “formar um conjunto”. [1]

Aquisição de dados em informática, é a recolha de informações do mundo real de modo a gerar dados que possam ser manipulados por um computador. Normalmente envolve a aquisição de sinais e formas de onda e o processamento de sinais para obter a informação desejada.

Os micro controladores são sistemas micro processados encapsulados na forma de um único circuito integrado. Além de uma CPU (Central Processing Unit), possui elementos de memória ROM (Random Only MemorY) e RAM (Rando Acess Memory), temporizadores, contadores, canais de comunicação e conversores analógico-digitais. [2]

3. Atividades desenvolvidas na primeira metade do projeto

3.1 Estudo do 8051

O AT89S52 é um microcontrolador de 8kbytes de memória ROM compatível com o padrão industrial 80C51. [3]

3.1.1. O CLOCK no 8051

Com a finalidade de se gerar a base de tempo necessária para as medidas propostas pode fazer uso do *clock* do micro controlador, sendo que esse pode ser feito de duas formas: externo ou interno.

Fizemos uso do clock externo. Conforme a freqüência utilizada, podemos gerar nossa base de tempo mediante divisões da mesma. Optamos por usar um relógio base com freqüência de 10KHz, dessa maneira, tomando o clock externo com 24MHz, temos que:

$$\text{Constante de medida de tempo } k: \frac{24 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^3} = 2,4 \cdot 10^3$$

Acreditamos que dessa maneira teremos resolução razoável para medida de rotações por minuto de motores ou experimentos com faixa dinâmica entre 120 e 12000rpm.

Período da observação (T)

$$T = \frac{n^\circ \text{ de eventos}}{\text{Freqüência de Amostragem}}$$

$$T = \frac{2^{16}}{10 \cdot 10^3} = 6,55s$$

Pensando no método da contagem e sabendo que nosso micro controlador permite contar até 2^{16} eventos, teremos a capacidade de observar experimentos com duração de até 6,55s.

3.1.2 Comunicação Serial

Na comunicação serial, a transmissão de um byte é feita pelo envio seqüencial de cada bit, um após o outro.

Para permitir a comunicação entre sistemas criou-se um código binário para cada caractere de forma a existir uma padronização entre os sistemas.

Este código é conhecido por ASCII (American Standart Code for Interchange of Information). Neste código, cada caractere possui seu valor em binário, incluindo os caracteres de controle e especiais, totalizando 256 símbolos.

Isto nos permite obter informações de maneira mais compreensível.

3.2 Estudo do software

O software que será usado para programar o micro controlador será o MIDE-51. Esse ambiente nos permite fazer o uso de linguagem de programação C ou Assembly (8051).

Estudos foram realizados para entender a funcionalidade desse software e para criar rotinas básicas de “debug” do protótipo em uso.

Testes realizados indicaram o correto funcionamento do protótipo. Porém a implementação de processos de gravação no próprio circuito estava apresentando falhas tornando a operação do protótipo instável.

O comparativo com gravadores comerciais não apresentou grandes diferenças, nos restando realizar o debug fino do hardware ou até mesmo da construção de um novo protótipo.

4. Atividades da segunda metade do projeto

1) Substituição do circuito do Atmel 89s52

Como mencionado na primeira parte do projeto, a instabilidade de gravação no circuito montado para o AT89S52 nos levou a ter que montar um novo protótipo.

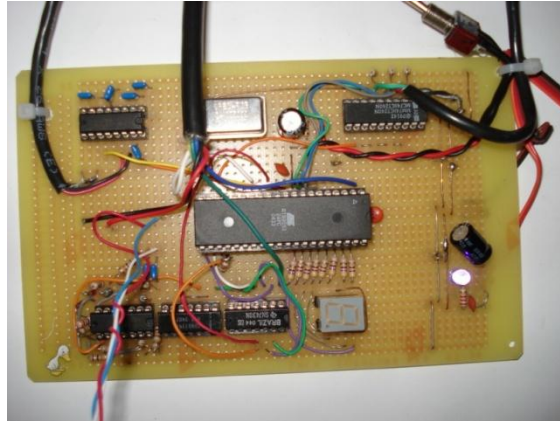


Figura 1: Nova placa com novo circuito e AT89S52

1.1) Detalhamento dos componentes

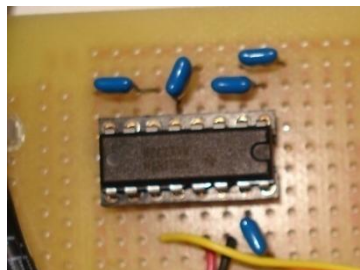


Figura 3: Conversor dos sinais RS-232 em sinais TTL

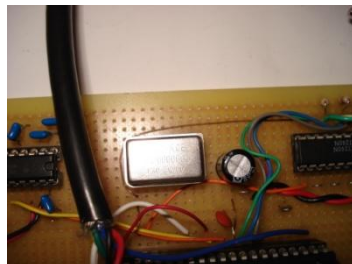


Figura 4: Cristal, responsável pela velocidade de processamento

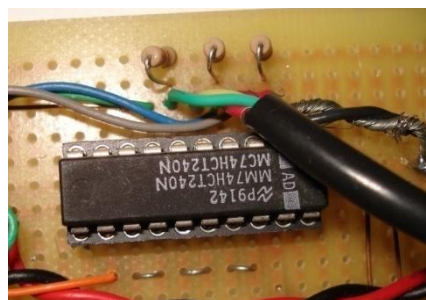


Figura 5: Amplificador de sinal. Recupera o nível de sinal da porta paralela do PC.

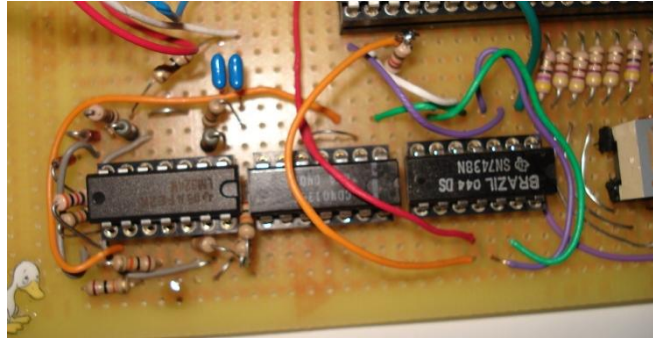


Figura 6: Circuitos integrados para condicionamento de sinal óptico de rotação e selecionador de sensor (térmico ou de rotação).

2) Testes da comunicação serial

Após a montagem da nova placa, foram escritos programas para acendimento do display da placa, dessa forma foi possível avaliar se a comunicação serial estava funcionando adequadamente e testar as rotinas escritas.

O seguinte programa funcionou adequadamente produzindo uma contagem de 1 a 6 no display.

```
#include <at89x52.h>

/*      ----   valor 128
      |      |   valor 64
valor 2 |      |
      ----   valor 1
      |      |   valor 32
valor 4 |      |
      ----   valor 8
          O valor 16

*/
void wait(int valor)
{
int loop,casa;
casa=0;
for (loop=0;loop<=valor;loop++)
{
casa++;
}
}
```

```
void main(void)
{
unsigned char zero=255-(128+64+32+8+4+2);
unsigned char um=255-(64+32);
unsigned char dois=255-(128+64+1+4+8);
unsigned char tres=255-(128+64+1+32+8);
unsigned char quatro=255-(2+64+32);
unsigned char cinco=255-(128+2+32+8);
unsigned char seis=255-(128+2+4+32+1);
```

```
while (1)
{
P0=255;
wait(30000);
P0=um;
P0=255;
wait(30000);
P0=dois;
P0=255;
wait(30000);
P0=tres;
P0=255;
wait(30000);
P0=quatro;
P0=255;
wait(30000);
P0=cinco;
P0=255;
wait(30000);
P0=seis;
P0=255;
wait(30000);
}
}
```

3) Montagem do conjunto placa e sensores

Dois sensores foram soldados à placa, um de temperatura e um de rotação:

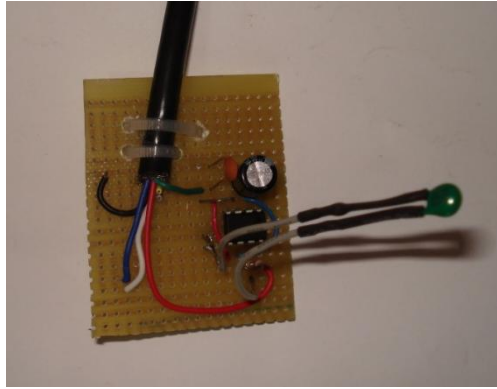


Figura 7: Sensor de Temperatura

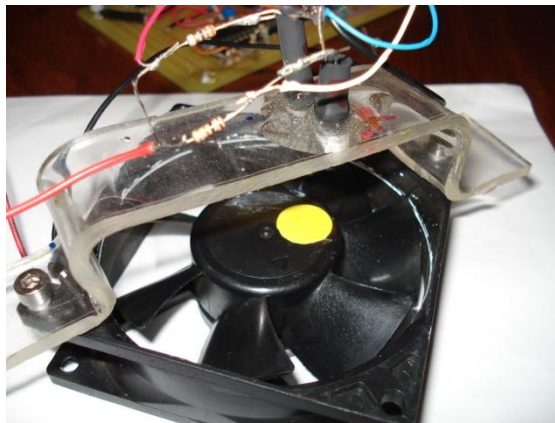


Figura 8: Sensor de rotação preso à uma ventoinha

3.1) Detalhamento dos sensores

3.1.1) Sensor de temperatura

Foi utilizado um sensor do tipo NTC. O **NTC** (do inglês **Negative Temperature Coefficient**) é um termistor ou componente eletrônico semiconductor sensível a temperatura, utilizado para controle, medição ou polarização de circuitos eletrônicos. Possui um coeficiente de variação de resistência que varia negativamente conforme a temperatura aumenta, ou seja, a sua resistência elétrica diminui com o aumento da temperatura. [3]

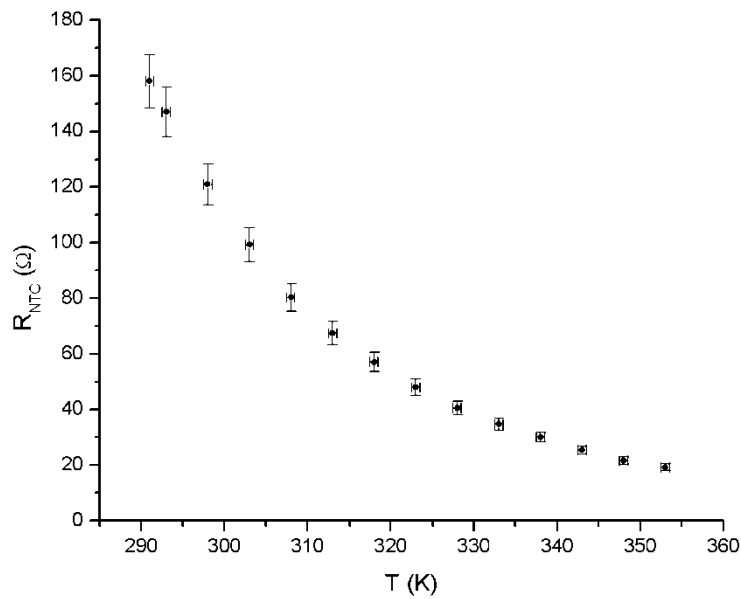


Gráfico 1: Experimental da resistência VS temperatura de um NTC

3.1.2) Sensor de rotação

Para sensor de rotação foi utilizado um fotodiodo, montado sobre uma ventoinha. Ele indica a rotação da mesma (veja figura número 7).

Um fotodiodo é um componente eletrônico e um tipo de fotodetector. É uma junção PN designada para responder a uma entrada ótica. Fotodiodos possuem uma "janela" ou uma conexão de fibra ótica, responsável por deixar a luz passar e incidir na parte sensível do dispositivo. Também pode ser usado sem a "janela" para detectar raios ultravioleta ou raios-x. Fotodiodos podem ser usados tanto na polarização reversa quanto na polarização direta. Na polarização direta, a luz que incide sobre o fotodiodo faz a corrente transcorrer através do dispositivo, levando-a a ir para o sentido frontal. Isso é conhecido como o efeito fotoelétrico, e é a base das células de captação de energia solar. Diodos geralmente possuem uma altíssima resistência quando a polaridade é revertida. Essa resistência é reduzida quando a luz, em uma apropriada frequência, brilha na junção. De fato, um diodo de polaridade reversa pode ser usado como um detector, monitorando a corrente que passa por ele. Circuitos baseados nesse efeito são mais sensíveis à luz que outros baseados no efeito fotovoltaico. [4]

4) Programação e Medições

O seguinte diagrama de bloco dá uma visão geral do funcionamento de todo o conjunto:

DIAGRAMA DE BLOCO

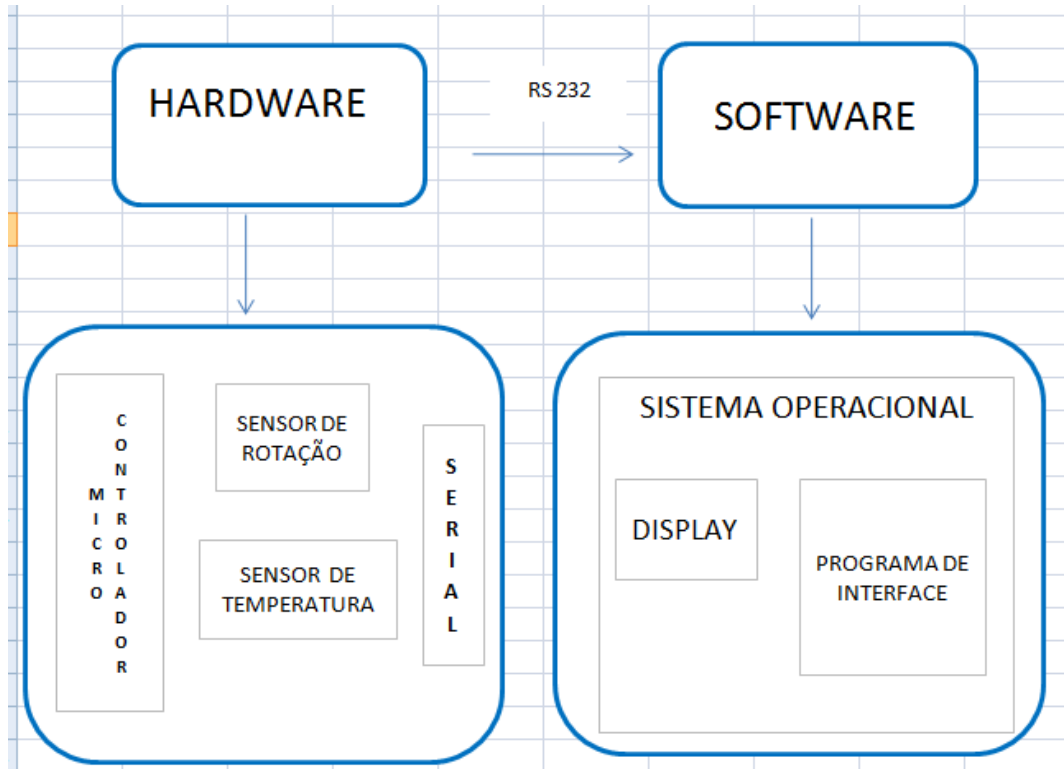


Figura 9

O programa rodando no micro controlador direciona quando as medidas serão tomadas.

Primeiramente utilizamos o TIMER 2 para gerar um freqüência de 10khz, que como vimos na primeira parte do trabalho seria adequada para se ter uma boa resolução dos dados.

Em seguida preparamos o TIMER 1 para Baud rate e o TIMER 0 para aquisição das medidas.

Para sincronizar as janelas de coleta de dados habilitamos os pinos P2_0 e P2_1 do micro controlador, assim utilizando a lógica "E" aquisitamos medidas de temperatura quando o sinal de P2_0 e o sinal do "555" do circuito do NTC são iguais a um. Para aquisição dos dados de rotação utilizamos o sinal de P2_1 e do Flip Flop do circuito do diodo fotoelétrico iguais a um.

A figura abaixo mostra um esquema do que afirmamos acima.

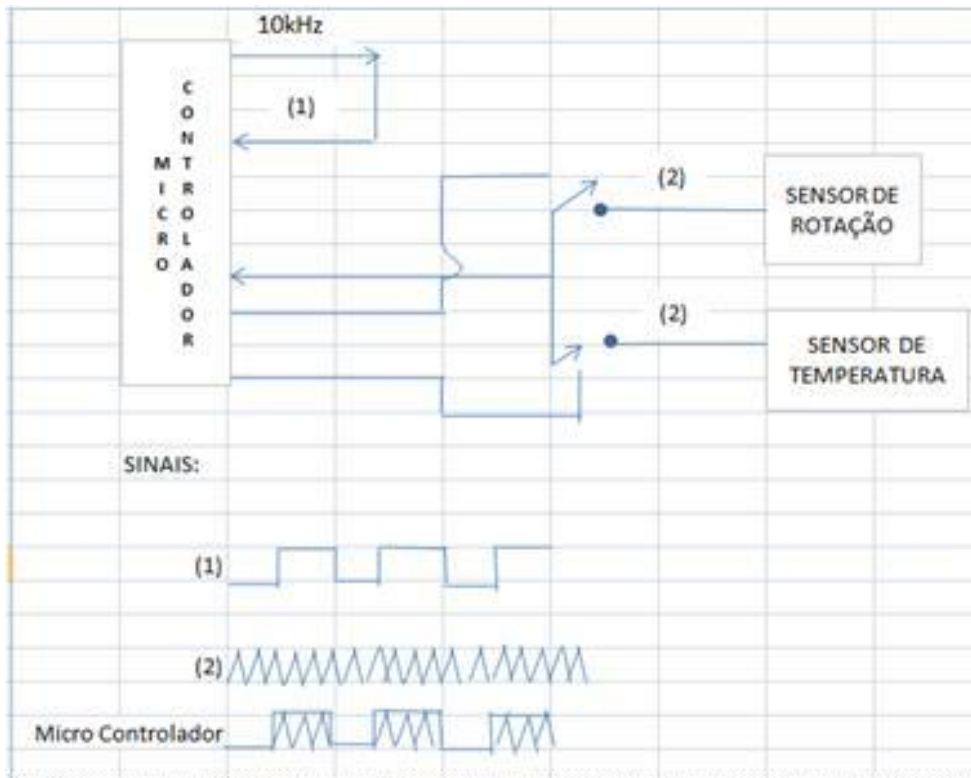


Figura 10

Segue o programa escrito em linguagem C que executa tais comandos.

```
#include <at89x52.h>

void main() {
int band, saida; /* variavel para ler o INTO, mudar o fluxo do while e fazer atribuicao*/
int mais, menos;
int aux;

//===== PROGRAMA TIMER 2 PARA GERAR 10 KHZ =====
RCAP2H=0xfd;
RCAP2L=0xa8;
//par de registradores. Captura e recarga para o timer 2
//em modo de 16-bits de captura ou auto carga
TH2=0xfd; // registrador de 8-bits
TL2=0xa8; // registrador de 8-bits é incrementado a cda ciclo da maquina
C_T2=0x00;
T2MOD=0x02; // timer register
TR2=0x01;
// fim da programacao do timer2

//===== PROGRAMANDO TIMER 1 PARA BAUD RATE =====
//serial 8-bits 9600 sem paridade
//preparando TIMER 0 para medidas
// Atribuicao de valores as SRF - Special Functions Register
SCON=0X50;
PCON=0X80;
TMOD=0X2D;
TH0=0;
TL0=0;
```

```

TR0=1;
TH1=243;
TL1=243;
TR1=1;
RI=0;
TI=0;
P2_0=1; //pino P20 E 555 --> mede Temp
P2_1=0; //pino P21 e F/F --> mde rpm
P2_2=1; // sobrando???
```

```

while(INT0==0) ;
// fim de conversão
mais=TH0;
menos=TL0;
if (P2_0==1) {
TI=0;
SBUF=0X54; //Caracter "T"
while(TI==0) ;
TI=0;
}
else
{
TI=0;
SBUF=0X52; // Caracter "R"
while(TI==0) ;
TI=0;
}
//Conversão de binario para hexa
aux=( mais & 0X0F);
aux= aux+ 0X30;
if (aux>0X39)
aux=aux+7;
SBUF=aux; //imprimi alg ++sig
while (TI==0) ;
TI=0;
aux=((menos & 0Xf0) >>4);
aux=aux+0X30;
if (aux>0X39)
aux=aux+07;
SBUF=AUX; // imprime alg +- sig
while (TI==0) ;
TI=0;
aux=(menos & 0X0F);
aux= aux+ 0X30;
if (aux>0X39)
aux=aux+7;
SBUF=aux; //imprimi alg --sig
while (TI==0) ;
TI=0;
SBUF=0X0D;
```

```

while (TI==0) ;
TI=0;
SBUF=0X0A;
while (TI==0) ;
TI=0;
band=1;
saida=0;
while(saida==0) {
band=INT0;
if (band==1)
saida=0;
else
saida=1; // estava com : no lugar do ;
TH0=0;
TL=0;
if (P2_0==1) {
P2_0=0;
P2_1=1;
}
}
while(P2_2==0) ;
}
}
}

```

5) Interface TCL/TK

Como alternativa ao desenvolvimento da interface de cristal líquido utilizamos um programa em linguagem TCL/TK. Que abre uma janela no micro, com duas escalas, uma para temperatura e outra para rotação. Para apontarmos para esse programa quais eram os números relacionados a cada medição, mandamos antes de cada valor um caractere T ou R, para temperatura e rotação respectivamente.

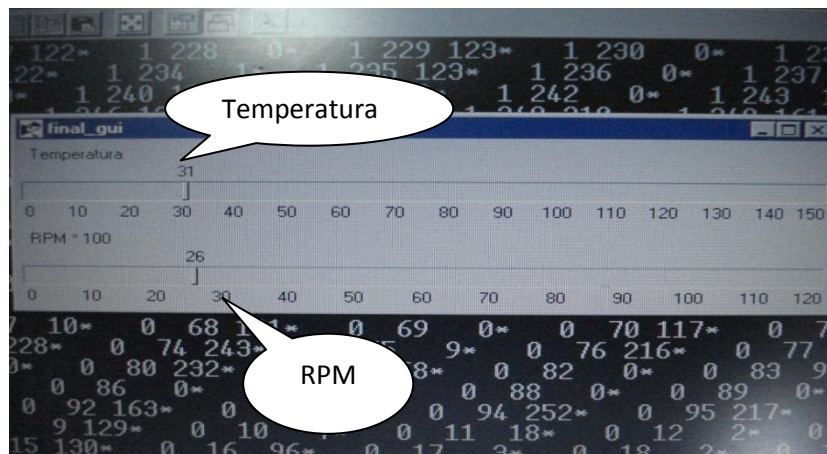


Figura 11: Apresentação dos dados

Programa da interface homem/máquina utilizada:

```
scale .temperatura -from 0 -to 150 -length 500 -variable val_temp \  
    -orient horizontal -label "Temperatura" \  
    -tickinterval 10 -showvalue true -sliderlength 5  
  
pack . temperature  
  
scale .rpm -from 0 -to 120 -length 500 -variable val_rpm \  
    -orient horizontal -label "RPM * 100" \  
    -tickinterval 10 -showvalue true -sliderlength 5  
  
pack .rpm  
  
update  
  
set porta [open com1: r+]  
  
fconfigure $porta -mode 9600,n,8,1 -handshake none -buffering line \  
    -translation crlf  
  
while (1) {  
  
gets $porta valor  
  
if {[string range $valor 0 0]=="T"} {  
set val_temps [string range $valor 1 4]  
scan $val_temps "%4x" val_t  
set val_temp [expr {3323.2*pow($val_t,-0.5462)}]  
}  
  
else {  
set val_rpms [string range $valor 1 4]  
scan $val_rpms "%4x" val_r  
set val_rpm [expr {0.6/($val_r*100e-6) }] }  
  
update  
}
```

6) Solução de problemas

Apesar de o processo proposto ter mostrado sua viabilidade, as medidas práticas de temperatura demonstraram a necessidade de uma nova caracterização do sensor ou a montagem de um novo circuito mais linear. O sensor de rotação possui apenas demonstração prática já que não foi possível localizar um tacômetro para confirmar o sensor proposto.

Melhorias poderão ser efetuadas para melhor eficiência do sistema. Segue os dados de validação das medidas do sensor de temperatura, comparados com um termômetro Minipa ET-1400.

Padrão	Descida1	Subida	Descida2	Media	Erro
30	32	32	31	31,66667	-1,66667
40	40	37	40	39	1
50	50	45	50	48,33333	1,66667
60	62	53	62	59	1
70	75	65	73	71	-1
80	91	76	88	85	-5
90	107	90	105	100,6667	-10,6667
100	120	108	120	116	-16
110	130	127	136	131	-21
120	150	138	149	145,6667	-25,6667
130	150	150	150	150	-20
140	150	150	150	150	-10
150	150	150	150	150	0

Tabela 1: Dados de validação das medições do sensor de temperatura

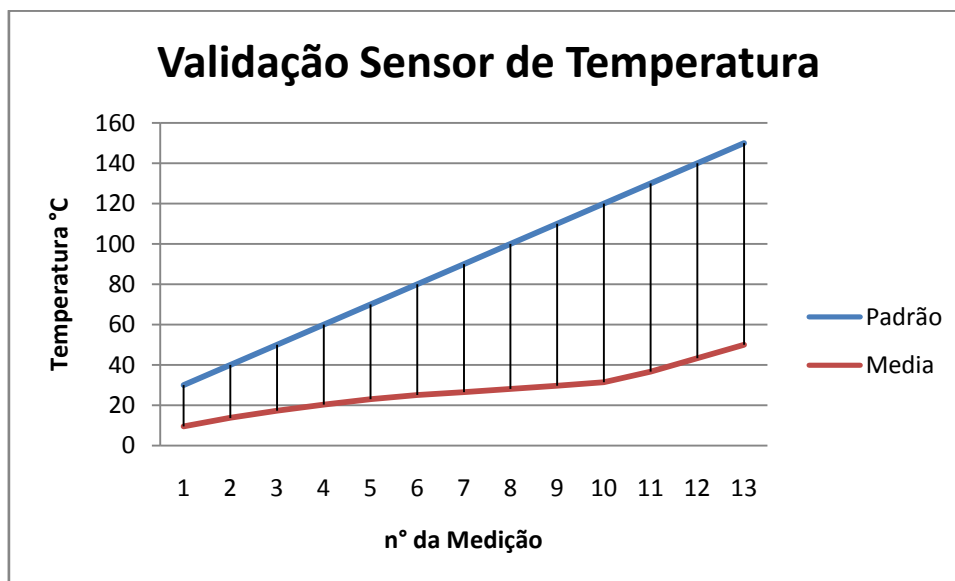


Gráfico 2

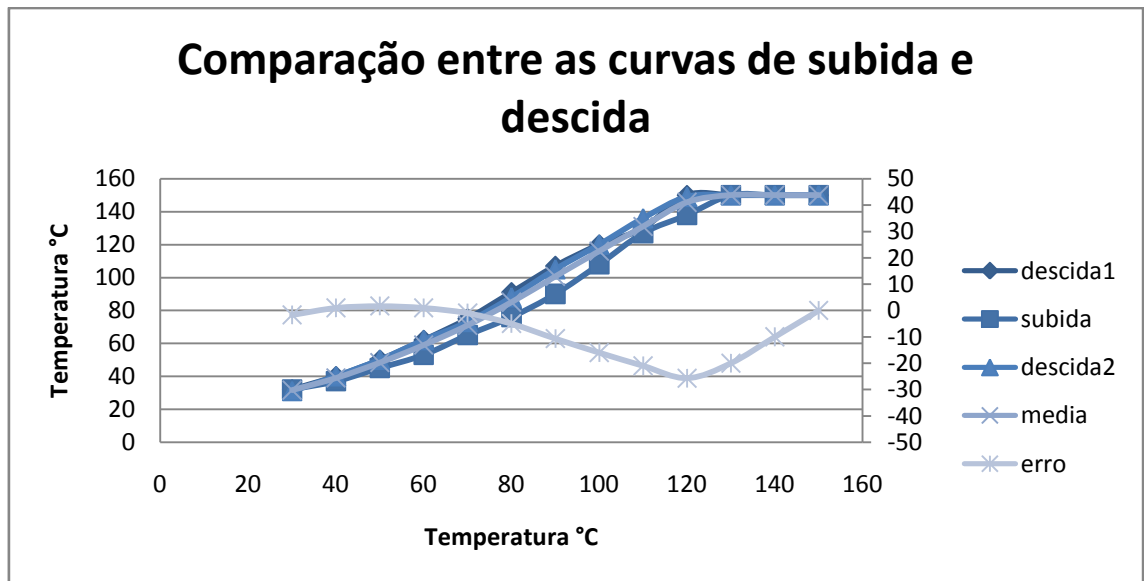


Gráfico 3

5. Conclusão

A etapa inicial do projeto envolveu as tarefas mais demoradas: a leitura, o estudo e o entendimento detalhado do hardware utilizado, o estudo do micro controlador e de fundamentos de eletrônica e informática.

Foi possível aprender detalhes sobre o funcionamento interno de um dispositivo simples de contagem e medição. Foi possível perceber a importância de se quantificar os experimentos e como raciocinar da direção da elaboração de um dispositivo didático e acessível.

Superamos as dificuldades com a gravação do micro controlador e conseguimos de fato cumprir com o desenvolvimento do dispositivo proposto no projeto inicial.

6. Comentários

Orientador professor Varlei Rodrigues:

“Atualmente toda atividade experimental em ensino, ciências básicas ou em engenharias requer sistemas de aquisição de dados onde as informações possam ser tratadas eletronicamente e se possível digitalmente. Dentre estes sistemas, um largamente usado é o contador e/ou frequencímetro. Neste projeto foi estudado e montado um sistema de baixo custo de um contador e/ou frequencímetro micro controlado, adequado para ser implementado em atividades de ensino.

Além disso, o programa de aquisição de dados fez uso da linguagem TCL/TK, por ser ela livre e de fácil acesso. A aluna se dedicou com disciplina, seriedade e entusiasmo ao projeto, por isso ele chegou a um bom termo.”

Co-orientador Guilherme Franco:

“A aluna demonstrou valores acima da conclusão do trabalho proposto. A vontade e garra de entender, resolver questões pendentes e detalhar o projeto, mostram um empenho raro nos estudantes atuais. Sua atração por atividades práticas é motivante.

Quanto ao projeto em si, melhoras podem ser implementadas. Também com pequenas modificações de software o sistema proposto pode atuar como multímetro e gerador de sinais digitais, equipamentos de grande importância em laboratórios.

O projeto proposto foi concluído com êxito.”

Orientador e o co-orientador não solicitam sigilo e estão de acordo com o trabalho

7. Referências

[1] WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema&oldid=1174041>>. Acesso em: 1/10/09

[2] WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aquisi%C3%A7%C3%A3o_de_dados>. Acesso em: 1/10/09

[3] WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <>. Acesso em 27/11/09

[4] WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Fotodiodo>> Acesso em 27/11/09

[5] ATMEL, AT89S52. Manual do fabricante disponível em http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1919.pdf

[6] Apostila 8051. Disponível em PDF em www.proware.ind.br/Apostila%20Elet.%20Digital.pdf

8. Textos das referências da internet

Sistema

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Um **sistema** é um conjunto de elementos interconectados em que transformações ocorridas em uma das partes influenciará todas as outras. Vindo do [grego](#) o termo "sistema" significa "combinar", "ajustar", "formar um conjunto". Um **sub-sistema** é um sistema que faz parte de um outro sistema.

Um sistema consiste, geralmente, de [componentes](#) (ou [elementos](#)) que são ligados uns aos outros para facilitar o fluxo de [informações](#), [matéria](#) ou [energia](#). O termo é também

usado para descrever qualquer conjunto de entidades que [interajam](#), e sobre o qual um [modelo matemático](#) pode ser construído.

Em termos gerais sistemas podem ser vistos de duas maneiras:

- através da análise, em que se estuda cada parte de um sistema separadamente afim de recompô-lo posteriormente.
- através de uma visão holista, em que se entende que o funcionamento do sistema como um todo constitui um fenômeno único, i.e., irreduzível em suas partes.

Obtido em "<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema>"

Categoria: [Ciência](#)

Aquisição de dados

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Ir para: [navegação](#), [pesquisa](#)

Aquisição de dados, em informática, é a recolha de informação do mundo real por forma a gerar dados que podem ser manipulados por um computador. Normalmente envolve a aquisição de sinais e formas de onda e o processamento de sinais para obter a informação desejada. Os componentes de sistemas de aquisição de dados incluem sensores apropriados que convertem qualquer parâmetro medido em um sinal electrónico, o qual é adquirido pelo hardware de aquisição de dados. Os dados adquiridos são normalmente monitorizados, analisados e guardados num PC. Isto é conseguido usando software interactivo de controle fornecido pelo produtor do hardware ou então os monitores dos dados e o seu controle pode ser levado a cabo usando uma linguagem de programação tal como [experix](#), [LabVIEW](#), [MATLAB](#), [Visual Basic](#), COBOL ou [C](#).

Obtido em "http://pt.wikipedia.org/wiki/Aquisi%C3%A7%C3%A3o_de_dados"

Categoria: [Informática](#)