

INTRUMENTAÇÃO

PROJECTO A

Calibração de um sensor de temperatura com a placa controladora KD5208

1. Introdução

Com este projecto pretende-se executar todos os passos para calibração de um sensor de temperatura utilizando uma placa de aquisição de dados muito simples: a placa controladora KD5208.

Esta placa é composta basicamente por um microcontrolador de 8 bits Intel 8031, 4K de ROM, 8K de RAM, um circuito integrado 8255 com 3 portas programáveis de entradas ou saídas digitais, um multiplexer analógico 4051 de 8 entradas, e um conversor analógico digital National ADC1001 de 10 bits de resolução. O microcontrolador contém ainda uma porta série RS232.

As entradas do multiplexer encontram-se no socket (L) de 14 pinos junto ao circuito integrado 8255. O socket tem a seguinte configuração:

Pino	Descrição
1	canal 0
2	canal 1
3	canal 2
4	canal 3
10	linha de referência (ground)
11	canal 7
12	canal 6
13	canal 5
14	canal 4

Mais informações sobre esta placa encontram-se no manual [1].

Supõe-se desde já que se dispõe de dois sensores de temperatura. Um sensor será utilizado como sensor de referência, isto é supõe-se calibrado e linear. Preferencialmente será utilizado como sensor de referência o sensor de platina Pt100. O outro sensor será o sensor a calibrar: preferencialmente um termistor.

Supõe-se também que os circuitos condicionadores destes sensores já se encontram realizados, isto é dispõe-se de 2 sinais de tensão provenientes dos sensores que, na gama de temperaturas em estudo (por exemplo 0 C - 100 C) variam entre 0 V e +5V.

Os sinais de tensão não podem ultrapassar os valores [0 V, +5V] sob risco do conversor A/D ficar destruído.

Supõe-se que se dispõe de uma fonte de calor (exemplo, um aquecedor eléctrico) que faz variar rapidamente (aproximadamente 1 grau C cada 10 segundos) um liquido (por exemplo água) onde se encontram mergulhados os sensores.

Na primeira parte da experiência, que se vai descrever de seguida, faz-se a aquisição dos dois sinais. Na segunda parte da experiência faz-se o processamento dos dados: determinação dos parâmetros da curva característica do sensor em estudo.

2. Aquisição do sinal

2.1 Programa em C

O programa de aquisição dos dados é feito na linguagem C com um editor de texto qualquer (por exemplo o *Notepad*). (Os números na primeira coluna são apenas para documentação!)

```
01 /*
02 This program just outputs the adc result on serial port
03 */
04 #define printf printf2
05 unsigned int x, y ;
06 unsigned int z;
07 void main () {
08     init_ser() ; // initialize serial port ...
09     SFR TH1 0x8d // ...
10     TH1 = 0xfd ; // ... and configure baud rate at 9600
11     outportb(0xc003,0x80) ; // configure all ports of 8255 as outputs
12     outportb(0xc001,0x03) ; // select channel 3
13 while(1) { // just hang around infinitely ...
14     outportb(0xe000,0x00) ; // start adc
15     x = inportb(0xe000) ; // get 8 MSBits from adc [B9B8B7B6B5B4B3B2]
16     y = inportb(0xe000) ; // get 2 LSBits from adc [B1 B0 0 0 0 0 0 0]
17     z = 4 * x + y / 64 ; // make necessary shifts to compute result
18     printf("%u \n", z) ; // ... adc result is sent to the 19 serial port
19     delay_ms(10) ; // wait a few seconds ...
20 }
21 }
22 }
```

Alguns comentários são pertinentes:

- A linha 4 redefine a função standard printf de forma a chamar uma função mais simples que só funciona com inteiros
- As linhas 8 a 10 inicializam a interface RS232 para trabalhar a 9600 Baud, 8 data bits, no parity, 2 stop bits
- A linha 11 configura o circuito integrado 8255 de forma a poder controlar o multiplexer
- A linha 12 selecciona o canal 3 do multiplexer

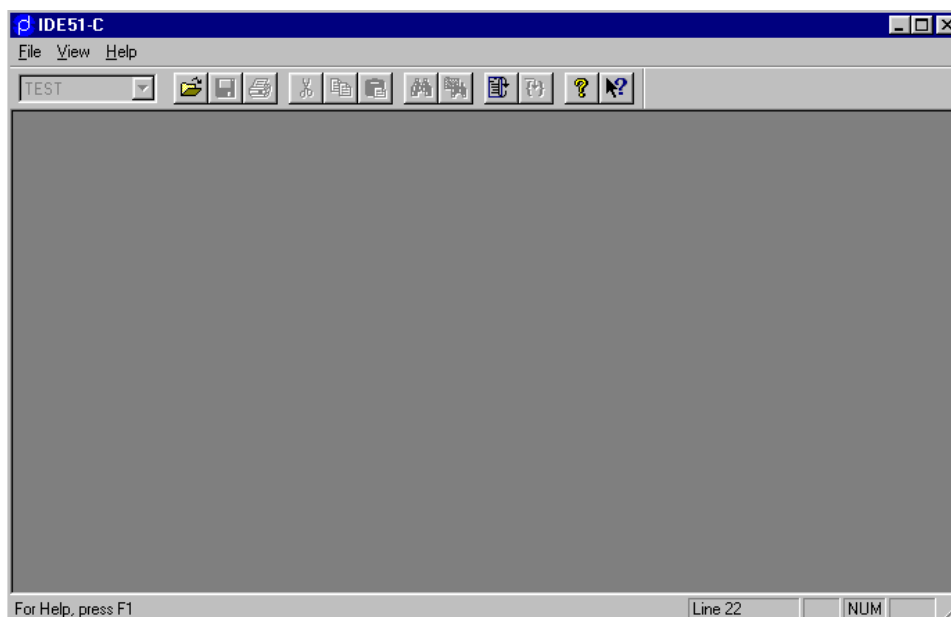
- A linha 14 inicializa a conversão. A conversão é inicializada enviando um byte (qualquer um!) para o endereço 0xE000 onde se encontra o ADC
- Na linha 15 a variável x recebe os 8 bits mais significativos do resultado da conversão
- Na linha 16 a variável y recebe os 2 bits menos significativos do resultado
- Na linha 17 os bits são combinados fazendo dois deslocamentos para a esquerda (multiplicando por $2^2=4$) dos bits mais significativos e fazendo seis deslocamentos para a direita (dividindo por $2^6=64$) dos bits menos significativos
- Na linha 18 o resultado (um número entre 0 e 1023) é enviado para a porta série
- Na linha 20 um tempo de espera é introduzido pela subrotina delay_ms

OBJECTIVO: Pretende-se alterar este programa *ligeiramente* de forma a alternadamente seleccionar o canal 3 e o canal 4 do multiplexer e enviar os resultados da conversão dos dois sinais (vindos dos circuitos condicionadores dos sinais dos sensores) pela porta série. *O código deve ser o mais compacto possível—máximo 25 linhas!*. Guarde o programa e escolha um nome conveniente (por exemplo proj1.c).

2.2 Compilação do programa

Como o código máquina (assembler) do microprocessador Intel 8031 *não* é compatível com os microprocessadores Intel 80x86 é necessário utilizar um *compilador cruzado* (cross-compiler) para poder gerar código I8031 a partir de um PC.

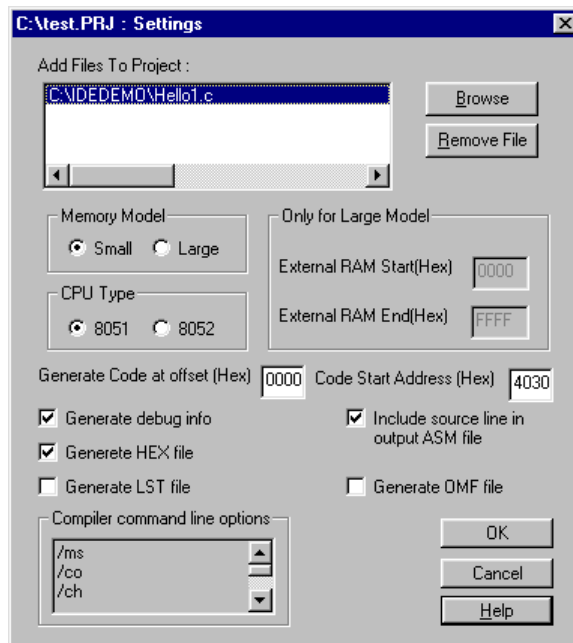
Com este fim vai-se utilizar uma versão demo do compilador **IDE51-C** (SPJ systems), cuja janela principal se mostra a seguir:



Instrumentação - Projecto A: Calibração de um sensor de temperatura com a placa kd5208

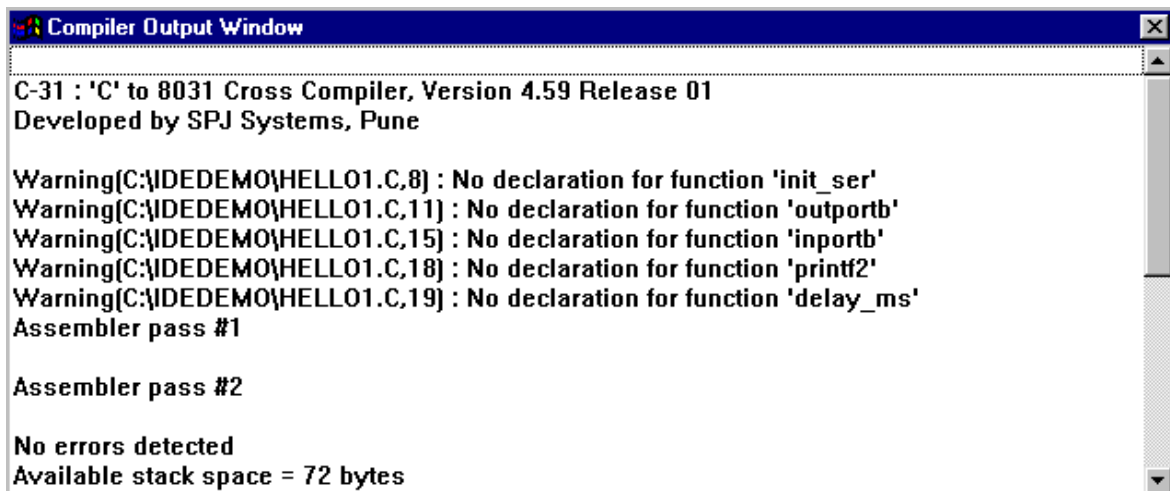
Para começar um novo projecto seleccione **File > New Project** e escolha um nome conveniente (por exemplo proj1.prj).

Aparece de seguida uma outra janela, que se mostra a seguir, onde vai escolher o ficheiro em C (proj1.c) do programa que vai fazer a aquisição de dados.



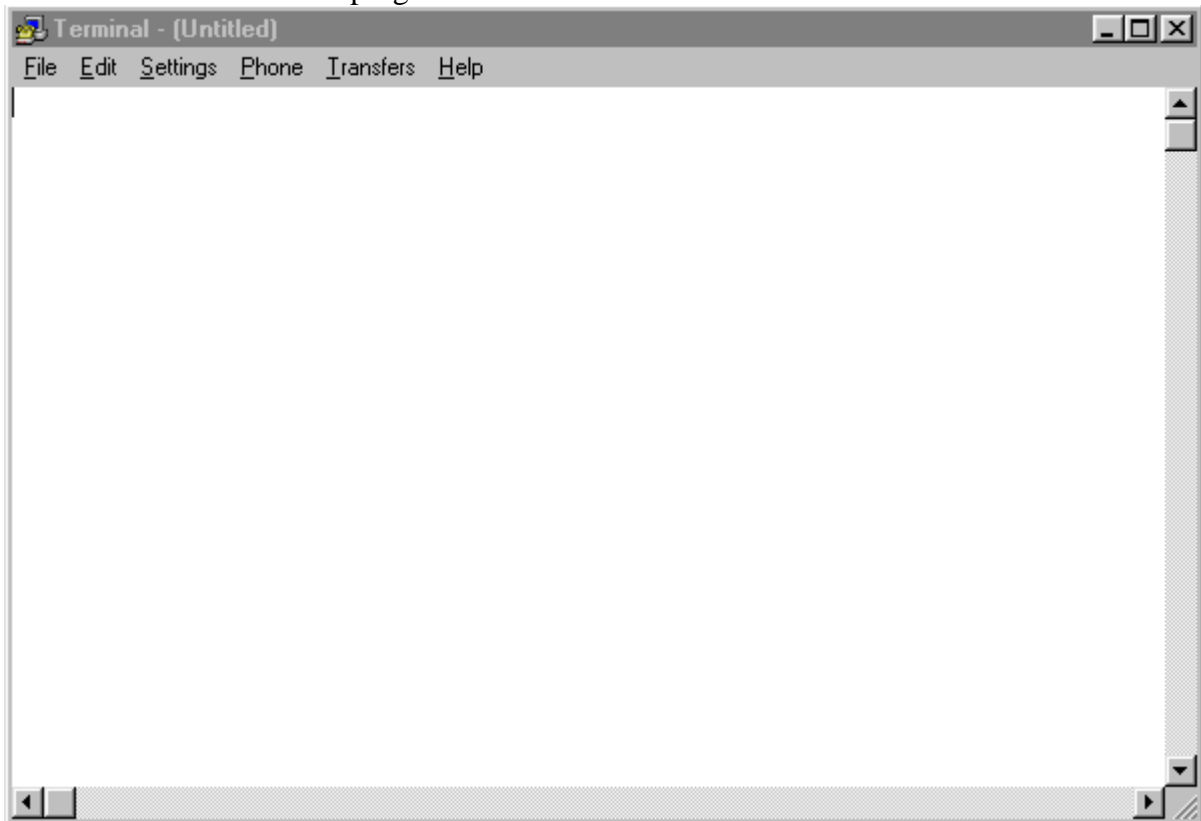
Os parâmetros específicos da compilação devem ser especificados *exactamente* como se mostra na figura.

Para compilar o programa seleccione **Compile**. *O resultado da compilação deve dizer que não foram detectados erros de sintaxe e que o programa não é demasiado grande (é uma versão demo!).*

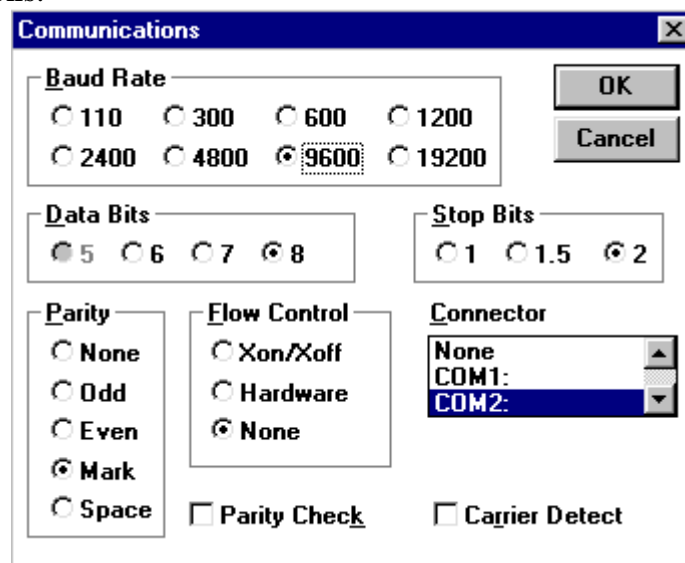


3. Transmissão do código para a placa KD5208

O código gerado pelo compilador tem que ser agora enviado para a placa KD5208. Para este fim vai ser utilizado o programa **Terminal**:

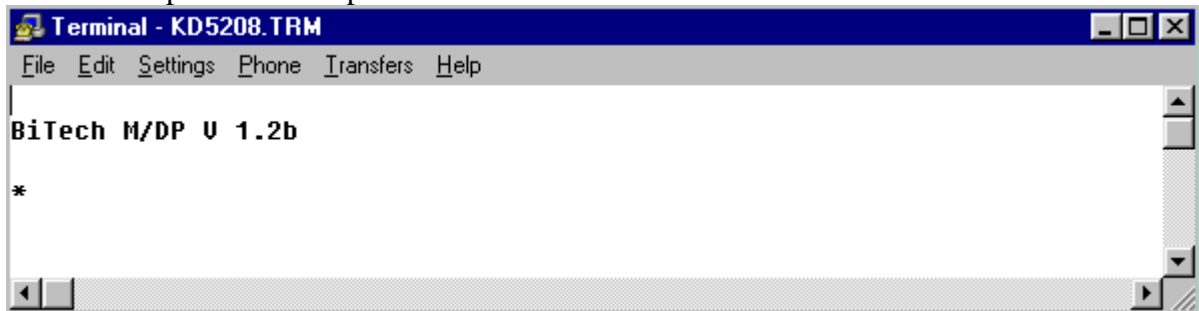


Assegure-se que os parâmetros da porta serie no PC estão correctos. Seleccione **Settings** > **Communications**:

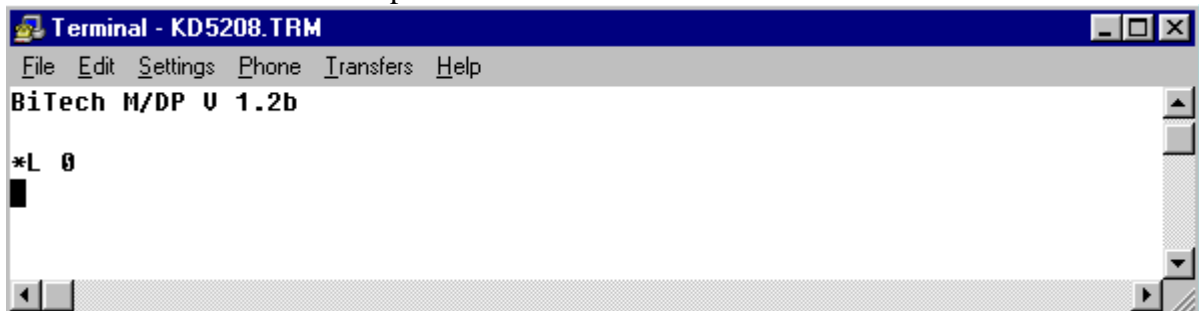


Instrumentação - Projecto A: Calibração de um sensor de temperatura com a placa kd5208

Ligue a alimentação do KD5208. Prima <RETURN> no teclado. O kernel (BIOS) existente na placa deve responder com

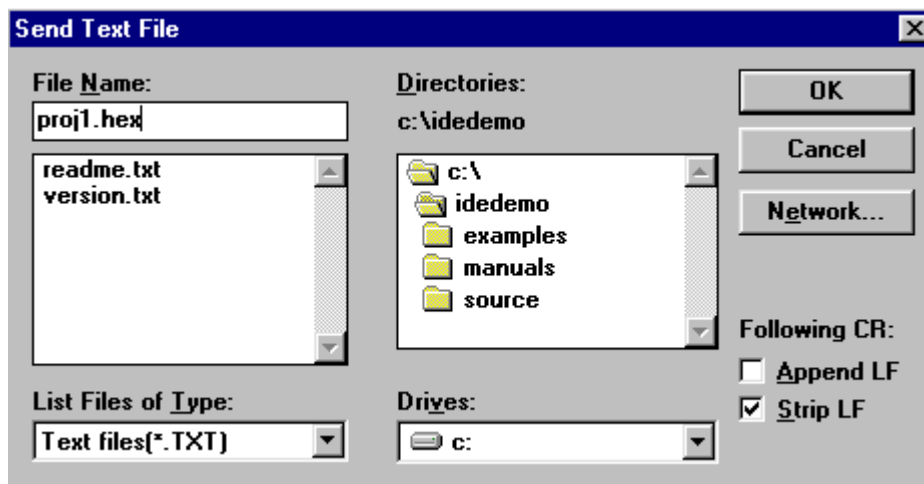


Para iniciar a transferência imprima L 0 <RETURN>:

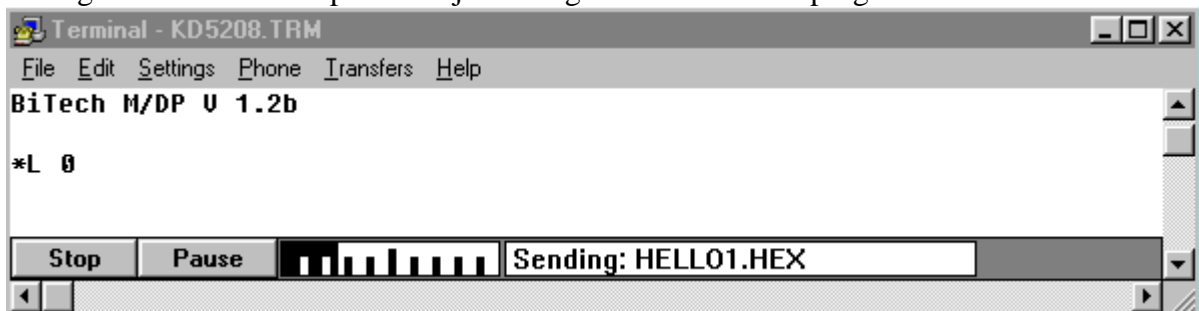


Selecione **Transfers > Send Text File ...**

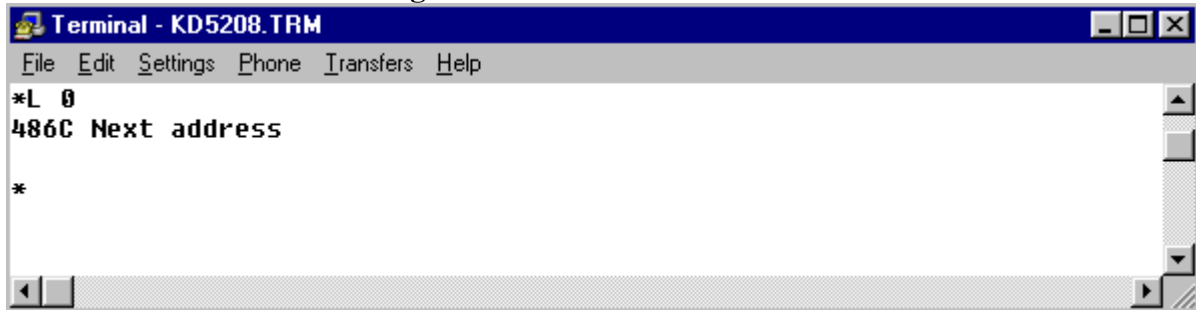
e selecione o nome ficheiro onde escreveu o programa, mas agora com a terminação *.hex:



Carregue em OK. Deve aparecer a janela seguinte indicando o progresso da transmissão:



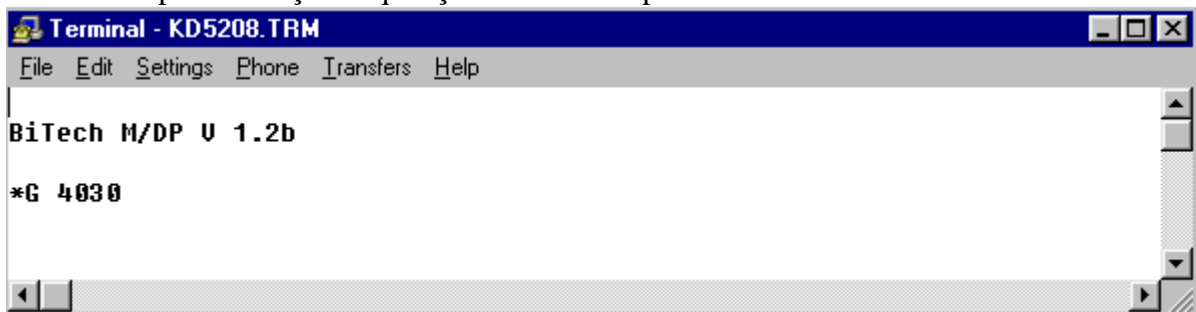
No final da transmissão carregue em <ESC>



```
Terminal - KD5208.TRM
File Edit Settings Phone Transfers Help
*L 0
486C Next address
*
```

O BIOS deve responder com 4xxx Next address onde 4xxx é um número hexadecimal.

Finalmente para começar a aquisição de dados imprima G 4030 :



```
Terminal - KD5208.TRM
File Edit Settings Phone Transfers Help
BiTech M/DP V 1.2b
*G 4030
```

Neste momento os resultados da conversão devem começar a aparecer no écran. Se nada acontecer algo correu mal... (O programa não tem erros de construção? Os parâmetros de compilação estão correctos? A transmissão do código decorreu normalmente? Ligou os sinais vindos dos sensores às entradas do multiplexer?)

Para armazenar os dados no PC seleccione **Transfers > Receive Text file ...** e escolha um nome conveniente para o ficheiro onde quer guardar os dados.

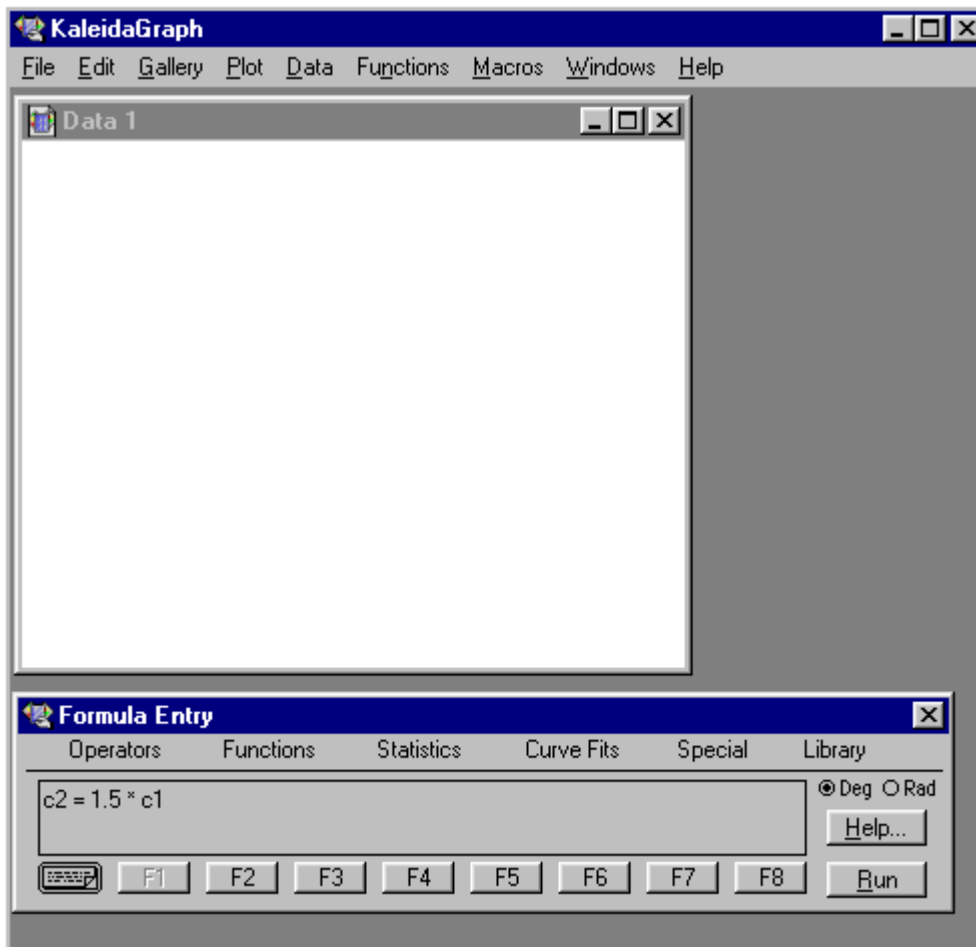
4. Processamento dos dados

Uma vez guardados os dados, o seu processamento pode ser feito em Matlab, Excel, etc. Apenas deve ter tido o cuidado de ter escolhido o caracter separador de colunas conveniente para o programa preferido (tab, virgula, espaço, etc.)

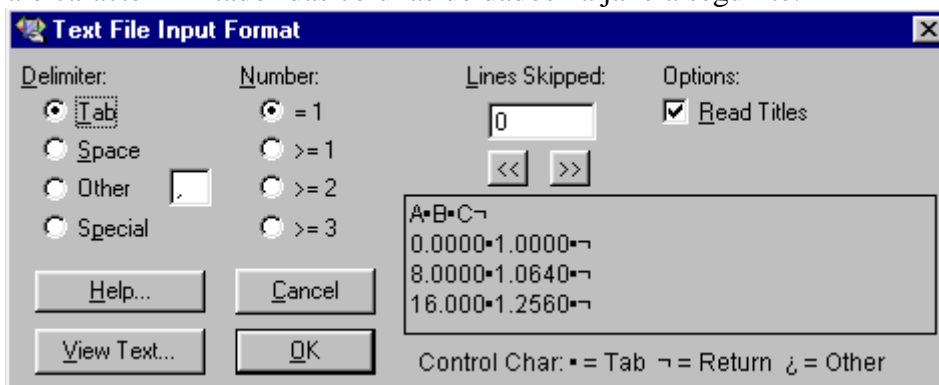
Essencialmente o que se pretende é, a partir de uma tabela com os dados, construir um gráfico e dele extrair (*pele método dos mínimos quadrados*) os parâmetros da curva de calibração do sensor em estudo.

A titulo de exemplo vai-se utilizar um programa muito simples: **kaleidagraph**. É semelhante ao Excel mas mais simples e mais *user friendly*.

Instrumentação - Projecto A: Calibração de um sensor de temperatura com a placa kd5208



Seleccione **File > Import > Text** para escolher o ficheiro onde guardou os resultados e escolha o caracter limitador das colunas de dados na janela seguinte:

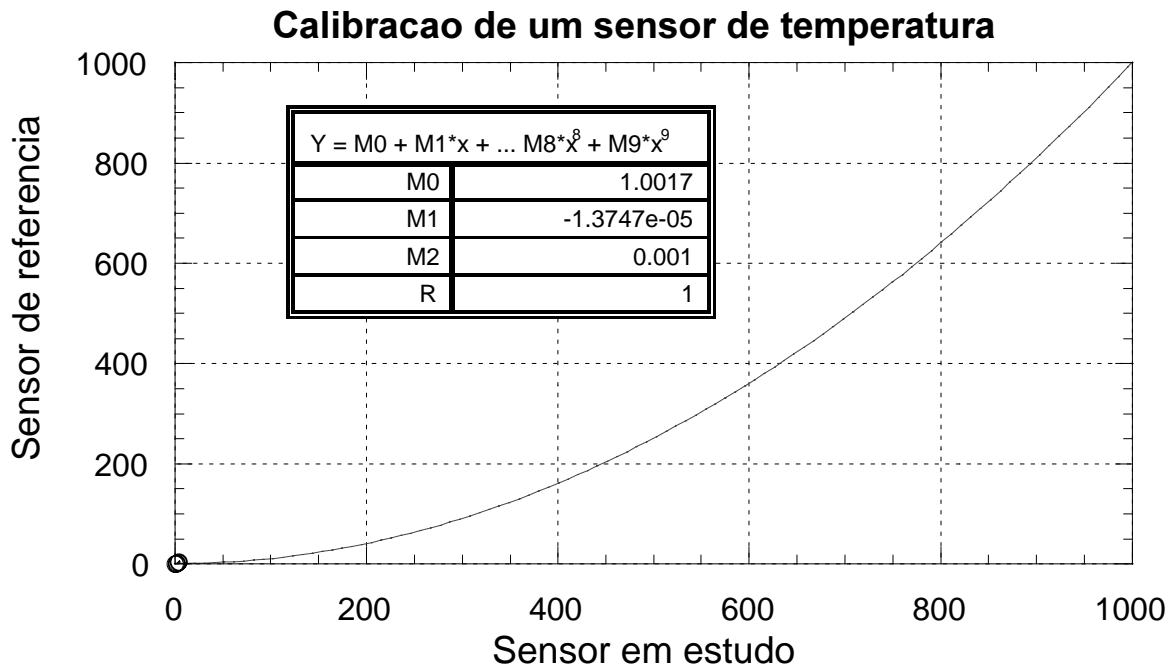


Faça um gráfico **Gallery > Linear > Line** escolhendo para eixo dos x os resultados do sensor em estudos e para eixo dos y os resultados do sensor de referencia.

Que cálculo deve fazer para aparecer nos eixos x e y o resultado em Volt? (Utilize a janela **Formula Entry ...**).

Idealmente no eixo dos y devem estar temperaturas. Que cálculo deve fazer?

Mostra-se de seguida um gráfico a título de exemplo... O seu gráfico será concerteza diferente!



Finalmente, a curva de calibração encontra-se facilmente utilizando o menu **Curve Fit > Polynomial ...**

5. Considerações finais

- Quando tiver chegado até aqui e estiver satisfeito com o seu trabalho chame o professor
- Se ainda tiver tempo e vontade, então idealize e realize uma experiência para determinar a constante de tempo de um dos sensores (sugestão: escolha o mais lento)

6. Bibliografia

[1] KD5208 Controller/Computer User's Manual