

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE COMPUTAÇÃO

**SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS BIOLÓGICOS  
UTILIZANDO O DISPOSITIVO SPIDER8**

Autor: \_\_\_\_\_  
Wanderley Fialho Fernandes

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Marcio Nogueira de Souza

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Antônio Petraglia

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof. Marco Antonio von Krüger

DEL  
Dezembro / 2006

## **i. Dedicatória**

Dedico este projeto aos meus pais. Dedico também aos meus cachorros tão estimados e fiéis companheiros.

## **ii. Agradecimentos**

Primeiro gostaria de agradecer ao meu orientador por ter me dado a oportunidade de realizar um projeto final tão prazeroso e por ser solícito nas horas de dúvidas. O curso de Engenharia Eletrônica e de Computação do DEL é totalmente Joselito (sem-noção), mas há coisas boas a serem ressaltadas.

Agradeço aos meus pais por me terem dado as condições de ingressar na UFRJ e pela paciência na longa espera pelo término do curso.

Agradeço aos amigos do A6, que conheci na faculdade, pelo companheirismo, ajuda, brincadeiras mil que acabaram por criar inúmeras histórias hilárias que carregaremos até o fim de nossas vidas.

Agradeço aos colegas de turma pelos momentos divertidos de estudos e pelas trocas de informações.

Agradeço ao meu porteiro que me deu uma ajuda na confecção do goniômetro.

Agradeço aos funcionários da faculdade que, mesmo com o mau humor característico, fazem com que a UFRJ funcione.

Agradeço a todas as pessoas que são queridas e que foram importantes ao longo desta longa jornada, seja na faculdade ou fora dela.

Por fim, varrendo as folhas secas e soprando as brumas que insistem em prostrar-se sobre um caminho de muita felicidade, que não trilhei sozinho, onde não é necessário ter pés para caminhar e dormir para sonhar, gostaria de agradecer à pessoa que me fez dar uma guinada na faculdade, fazendo-me ter mais confiança em mim, me dando apoio nos momentos difíceis e me oferecendo o colo como amparo nos momentos de fraqueza. Independentemente de qualquer coisa gostaria de lhe dizer:

- Muito obrigado.

### **iii - Resumo**

O dispositivo Spider8 da empresa HBM (HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK, Alemanha) é um sistema eletrônico capaz de realizar medições de variáveis elétricas por meio de computadores. Este dispositivo possibilita a medição de tensões elétricas, de variáveis mecânicas (por meio de transdutores) e temperatura, por exemplo. O Spider8 apresenta oito canais de entrada, cada qual com um conversor A/D de 16 bits não multiplexados.

O presente trabalho tem como principal objetivo transformar o módulo de aquisição de dados Spider8 em um sistema de aquisição de sinais biológicos em tempo real baseado em LabVIEW, uma linguagem de programação desenvolvida pela *National Instruments* (Texas, USA) para programação de instrumentos virtuais. Como objetivos específicos podemos citar o entendimento do hardware e software do Spider8, a adaptação de sensores para aquisição dos sinais biológicos de interesse e a criação de uma biblioteca com funções (LabVIEW) análogas àquelas existentes nos sistemas de aquisição de sinais da *National Instruments*. Tal biblioteca visa a tornar o sistema mais familiar aos usuários que trabalham freqüentemente com LabVIEW e que utilizarão este sistema no Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ.

Durante o desenvolvimento verificou-se que o Spider8 é um equipamento que poderá ter muita utilidade para o Laboratório de Instrumentação Biomédica, devido às suas inúmeras aplicações. O programa de aquisição em tempo real funcionou adequadamente, permitindo, também, o armazenamento e a recuperação dos dados em meio magnético. A interface com o usuário é simples, requerendo somente a especificação dos canais a serem medidos e a freqüência de amostragem da medição a ser realizada. A biblioteca com funções LabVIEW análogas às existentes nos sistemas de aquisição de sinais da *National Instruments* tornou mais simples o manuseio das funções do Spider8. Por fim, um arquivo executável foi criado para tornar mais fácil a instalação dos programas e arquivos necessários para o perfeito funcionamento do Spider8 a partir do LabVIEW 6i.

Apesar do objetivo geral do projeto ter sido atingido, o sistema ainda pode ser melhorado. Como sugestão de continuidade sugere-se um controle independente do filtro *antialiasing* em relação à freqüência de amostragem, o que aumentaria ainda mais as possibilidades de uso do Spider8 na área de Engenharia Biomédica.

#### **iv. Palavras-chave**

Eletromiografia, Spider8, LabVIEW 6i, Goniometria, Termopar

# Índice

I. DEDICATÓRIA .....	II
II. AGRADECIMENTOS .....	III
III - RESUMO .....	IV
IV. PALAVRAS-CHAVE .....	V
CAPÍTULO 1 .....	9
INTRODUÇÃO .....	9
CAPÍTULO 2 .....	11
O DISPOSITIVO SPIDER8 .....	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Portas de conexão .....	15
2.2.1 Fonte de alimentação .....	16
2.2.2 Interfaces de conexão .....	17
2.2.3 Porta de entrada/saída (I/O) .....	20
2.3 Painel frontal.....	22
2.4 Instalação do Spider8.....	23
2.4.1 Instalação do software .....	23
2.5 Conectando instrumentos de medição ao Spider8.....	23
2.5.1 Esquema da blindagem .....	23
2.5.2 Conectando transdutores.....	24
2.5.3 Conectando <i>strain gauges</i> (S/G) .....	25
2.5.3.1 S/G em ponte completa .....	25
2.5.3.2 S/G em meia ponte .....	26
2.5.3.3 S/G único usando ligação de 3 fios .....	27
2.5.3.4 S/G único usando conexão de 3 fios (conexão só está disponível no Spider8-30).....	27
2.5.3.5 S/G especial usando conexão de 3 fios (conexão só está disponível no Spider8-30).....	28
2.5.3.6 S/G especial com resistor de <i>shunt</i> .....	29
2.5.4 Transdutores indutivos.....	30
2.5.4.1 Ponte completa indutiva.....	30
2.5.4.2 Meia ponte indutiva .....	31
2.5.6 Fontes de tensão CC .....	32
2.5.6.1 Conectando ao módulo SR01 .....	32
2.5.6.2 Conectando a um módulo de freqüência-portadora .....	32
2.5.6.3 Conectando transmissor com alimentação externa .....	32
2.5.7 Fontes de corrente CC .....	33
2.5.8 Resistores.....	33
2.5.9 Potenciômetros .....	34
2.5.10 Termopares .....	35
2.5.11 Medição de freqüência e contagem de pulsos.....	36

<b>2.6 Conectando um PC.....</b>	<b>37</b>
2.6.1 Requisitos .....	37
2.6.2 Conectando vários Spider8.....	38
2.6.3 Conectando uma impressora.....	39
<b>2.7 Programa de configuração do Spider8 .....</b>	<b>40</b>
2.7.1 Barra de seleção.....	44
2.7.2 Barra de menu.....	46
2.7.3 Marcando canais .....	48
2.7.4 Funções da barra de seleção.....	48
2.7.5 Botões do programa .....	51
<b>2.8 O Catman ActiveX .....</b>	<b>53</b>
<b>2.9 Utilizando o Spider8 com LabVIEW 6i.....</b>	<b>57</b>
2.9.1 Instalação.....	57
2.9.2 Biblioteca Spider8 .....	58
2.9.3 Biblioteca Analog_In_SP8 .....	63
2.9.4 Acessando a porta paralela nas plataformas Windows XP, 2000 e NT .....	68
2.9.5 Arquivos de instalação.....	71
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>72</b>
<b>ELETROMIOGRAFIA .....</b>	<b>72</b>
<b>3.1. Introdução.....</b>	<b>72</b>
<b>3.2 O eletromiógrafo utilizado no trabalho .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>75</b>
<b>GONIOMETRIA.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. Introdução.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2 Goniômetro .....</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>79</b>
<b>MEDIÇÃO DE TEMPERATURA .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1. Introdução.....</b>	<b>79</b>
<b>5.2. Termopar .....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>83</b>
<b>O PROGRAMA DE AQUISIÇÃO .....</b>	<b>83</b>
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>90</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>90</b>

<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>95</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>95</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>97</b>
<b>10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>98</b>
<b>11. APÊNDICE .....</b>	<b>99</b>
11.1. Apêndice A - Documentação completa do programa em Labview .....	99
11.2. Apêndice B – Datasheet do Spider8 .....	99
11.3 Apêndice C - Código em C++ para criar um objeto catman .....	99
11.4 Apêndice D - Como acessar uma DLL ActiveX do Visual Basic através do Visual C++ .....	99

# **Capítulo 1**

## **Introdução**

A Engenharia Biomédica pode ser vista como a convergência entre as áreas das Ciências Exatas e de Engenharia e as áreas das Ciências Médicas e Biológicas. Esta teve seu início logo após o fim da segunda guerra mundial, voltando-se, inicialmente, para o estudo de sistemas biológicos complexos (Bioengenharia). A contínua evolução tecnológica nas últimas décadas levou a Engenharia Biomédica a atuar também no desenvolvimento de instrumentos para uso médico (Engenharia Médica) e na sua utilização em ambiente médico-hospitalar (Engenharia Clínica).

Nos anos 80, a atuação foi estendida para setores da saúde pública e saúde coletiva, dando-se início ao que hoje se chama Engenharia de Sistemas de Saúde.

Atuando nessas diversas áreas a Engenharia Biomédica contribui nas áreas de saúde, desenvolvimento científico, econômico e social. Isto permite que um grande número de pessoas, com as mais diversas vocações e com diferentes conhecimentos, encontre na Engenharia Biomédica a oportunidade de aprimorar seus conhecimentos técnicos e científicos e de atuar numa área multiprofissional.

O desenvolvimento tecnológico da Eletrônica, resultado da Revolução da Informação, acoplado ao crescimento no conhecimento científico sobre as causas orgânicas das doenças humanas no final do século XX, possibilitou um grande desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas diagnósticas e terapêuticas na Medicina. Tudo começou na década de 20, quando surgiu o primeiro eletrocardiógrafo, e em seguida, na década de 30, o eletroencefalógrafo. O desenvolvimento destes equipamentos veio revolucionar a cardiologia e a neurologia e introduziu um novo conceito na esfera médica: o sinal biológico.

O organismo produz diversos tipos de sinais biológicos, podendo ser de natureza elétrica, como o eletromiograma e o eletrocardiograma, ou não-elétrica (térmica, mecânica, fótica, etc), como a temperatura e a voz. Alguns destes sinais têm valor diagnóstico, pois indicam alterações patológicas no órgão ou sistema em que ocorrem.

Monitorar e tratar sinais biológicos, portanto, tornou-se uma necessidade na Medicina uma vez que permitiu um melhor diagnóstico das doenças humanas, permitiu o avanço de estudos sobre o organismo humano e permitiu um avanço na área de tratamento e reabilitação.

O presente trabalho visa a utilizar conceitos e recursos da engenharia e da computação para desenvolver um sistema de aquisição de sinais biológicos utilizando o dispositivo Spider8 e um programa adequadamente desenvolvido em LabVIEW 6i para o seu controle. A primeira parte do trabalho consistiu no estudo das características do dispositivo Spider8 da HBM e de suas possibilidades. A segunda parte do trabalho consistiu em desenvolver um programa que possibilitasse uma eficiente interface com o usuário, capaz de mostrar os sinais em tempo real, assim como armazená-los e recuperá-los em meio magnético. Também se incluiu nesta parte a criação de uma biblioteca que tornasse mais simples para os usuários do Spider8 a programação em LabVIEW 6i. A terceira parte do trabalho consistiu em adequar as entradas do dispositivo Spider8 à aquisição de alguns sinais biológicos, marcadamente, sinais de temperatura, deslocamento angular (goniometria) e sinais bio-elétricos (eletromiografia). Finalmente, desenvolveu-se um aplicativo genérico para aquisição de três canais de sinais biológicos.

## Capítulo 2

### O Dispositivo Spider8

(Manual de Operação Spider8, HBM)

#### 2.1 Introdução

A designação Spider8 inclui os aparelhos Spider8 e Spider8-30. Basicamente a diferença entre os dois modelos está na freqüência que eles usam com os transdutores *strain-gauges* (S/G) e alguns módulos de aquisição específicos. Enquanto o primeiro utiliza uma freqüência de 4,8kHz e módulos de aquisição SR55 e SR01; o Spider8-30 utiliza uma freqüência de 600Hz e módulos SR30 e SR01. Embora genericamente o nome Spider8 também se aplique à versão de 600Hz, quando o texto se relaciona exclusivamente à versão de 600Hz o nome Spider8-30 é utilizado. Os dois tipos de dispositivo podem operar simultaneamente em um sistema misto.

O Spider8 é um sistema eletrônico de medição de variáveis elétricas para PC's, podendo ser utilizado, com o uso de transdutores adequados, para o monitoramento de variáveis como tensão, força, pressão, deslocamento, aceleração e temperatura, entre outras. Uma grande vantagem é que todo o condicionamento de sinal (excitação para transdutores passivos e amplificação, digitalização, interface com computador e tecnologia de conexão para um máximo de oito canais) está presente em um só equipamento.

O Spider8 pode ser conectado ao computador através da porta paralela ou pela porta serial, interface RS232, ou ainda à porta usb utilizando-se um adaptador na porta paralela.

Todas as configurações necessárias são feitas através do computador por comandos, não sendo necessários potenciômetros, interruptores, pontes de solda ou *jumpers*. Só é necessário abrir o Spider8 se houver interesse em se instalar um outro módulo no dispositivo.

O Spider8-30 utiliza seu amplificador para gerenciar todas as medições com S/G (Strain Gauge), possuindo conexões de um quarto de ponte, meia ponte e ponte completa. Três resistores de compensação ( $120\ \Omega$ ,  $350\ \Omega$ ,  $700\ \Omega$ ) estão instalados para medições com S/G de um quarto de ponte e estão acessíveis através dos pinos dos conectores.

Os oito canais do Spider8 trabalham cada um com um conversor A/D em separado, o que permite taxas de amostragem de uma amostra/segundo a 9600 amostras/segundo. Isto

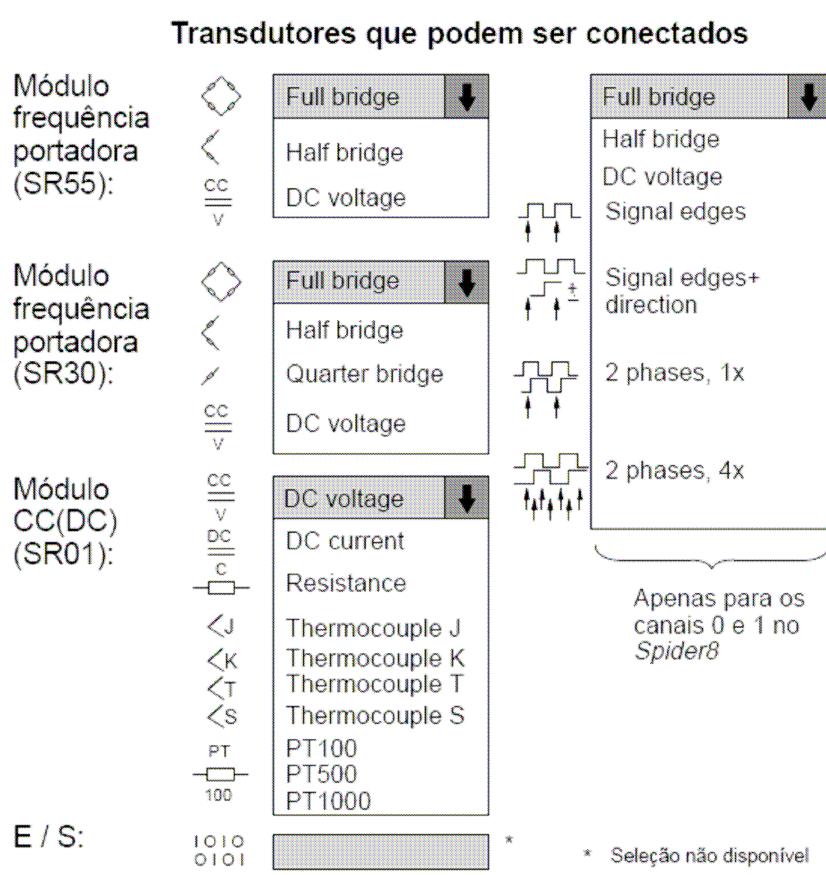
significa que o Spider8 cobre toda faixa de tarefas de medição mecânicas e biológicas. Os conversores A/D são sincronizados para garantir medição simultânea em todos os canais.

Os transdutores passivos podem ser conectados diretamente ao Spider8 usando conexões de seis ou cinco fios. Isto melhora a perda de sensibilidade nos casos em que há um longo caminho entre o transdutor e o Spider8.

Por meio de um software proprietário, o Spider8 pode fazer medições de freqüência, contagem de pulsos, medição de voltagem ( $\pm 10V$ ), corrente (até 200mA), resistência (até  $4k\Omega$ ), termopares (tipo J, K, T, S ou Pt100/Pt1000) e transdutores *strain-gauge* (em ponte completa, meia ponte ou um quarto de ponte). Os canais podem apresentar 3 diferentes tipos de módulos (SR01, SR30 e SR55), permitindo a realização de medições, cada qual, com uma especificidade ou limitação. Os dois primeiros canais podem ser utilizados como contadores de freqüência ou de pulsos (não disponível na versão Spider8-30). Além disso, todas as entradas podem processar sinais de  $\pm 10V$ , ao invés de sinais de transdutores.

Os três tipos de módulos que podem ser usados pelos canais do Spider8 são SR55 (não disponível para o Spider8-30), SR30 (disponível apenas para o Spider8-30) e SR01. Os tipos de medições possíveis para cada módulo estão especificados na figura 1.

O dispositivo também apresenta uma porta (DIGITAL I/O, *channel 8*) que fornece oito entradas digitais e oito linhas que podem ser usadas como entradas ou como saídas. As entradas podem ser lidas sincronizadas com os outros canais. Esta porta também dispõe de uma entrada de *trigger*.



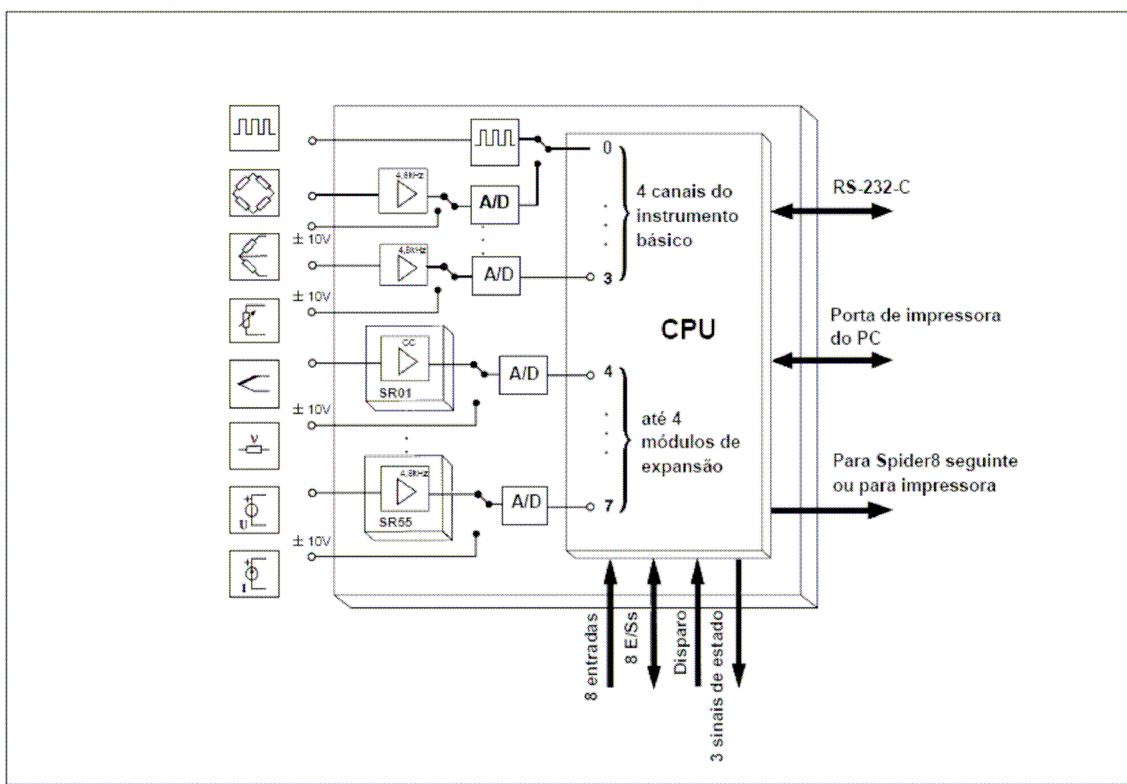
**Figura 1:** Tipos de transdutores que podem ser conectados.

Um computador ou outro Spider8 podem ser conectados ao soquete PC/MASTER. Isto permite que até oito módulos Spider8 possam ser ligados em cascata formando um sistema de 64 canais, todos sincronizados e sem necessidade de novas configurações. Os canais do primeiro instrumento são numerados de 0 a 7, o segundo de 10 a 17 e o último de 70 a 77. As portas de entrada/saída são indicadas como se fossem o canal número 9, logo são os canais 8 no primeiro instrumento, 18 no segundo e assim sucessivamente.

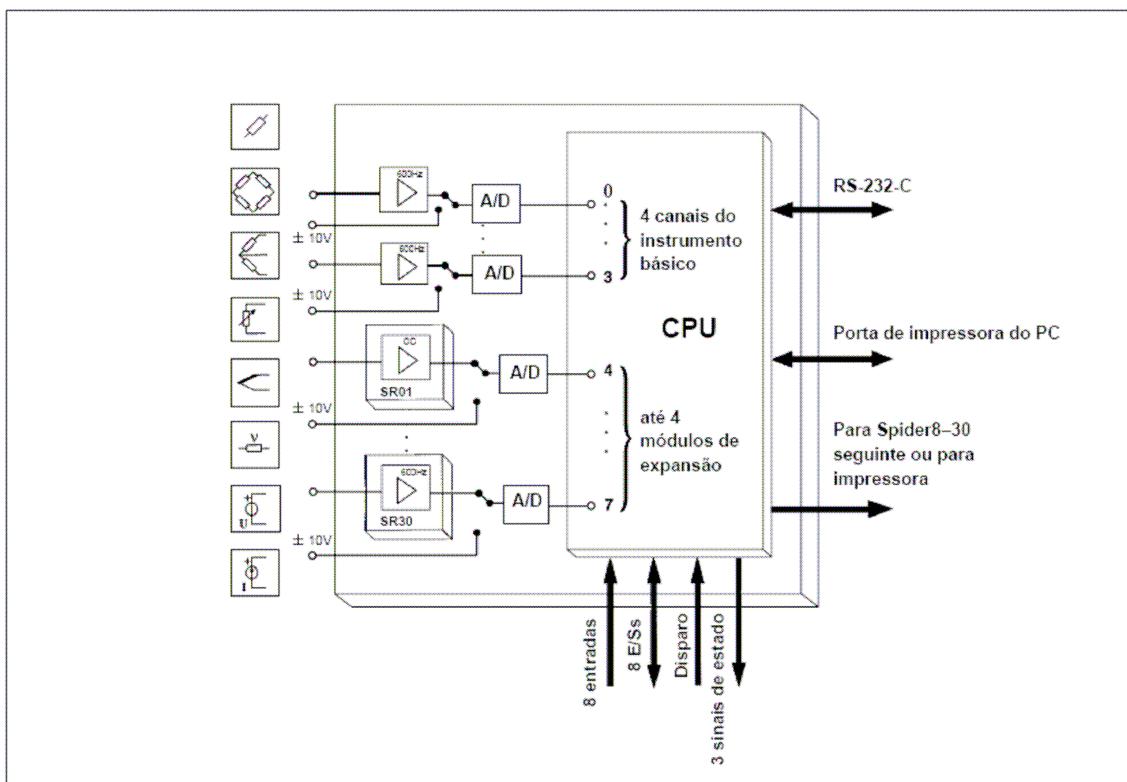
O diagrama de processamento de sinais do Spider8 e do Spider8-30 podem ser observados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Outra grande vantagem de se utilizar o Spider8 é que ele pode ser utilizado tanto através do programa proprietário da HBM, *Catman*, como por um programa desenvolvido em Microsoft Excell e nas linguagens LabVIEW, VB Script, Matlab, C++ e Java. Para tanto basta utilizar as funções oferecidas pela tecnologia ActiveX, disponibilizada com a instalação do programa *Catman*, que permite a comunicação e a troca de dados entre duas aplicações diferentes. Na pasta do programa *Catman* é disponibilizado o ActiveX Reference que mostra como utilizar a classe de objetos *catInterface*. Tal referência mostra a estrutura de aquisição

de dados do *Catman*, exemplos (principalmente para Visual Basic) e explicação sobre as funções disponibilizadas pelo ActiveX do *Catman*.



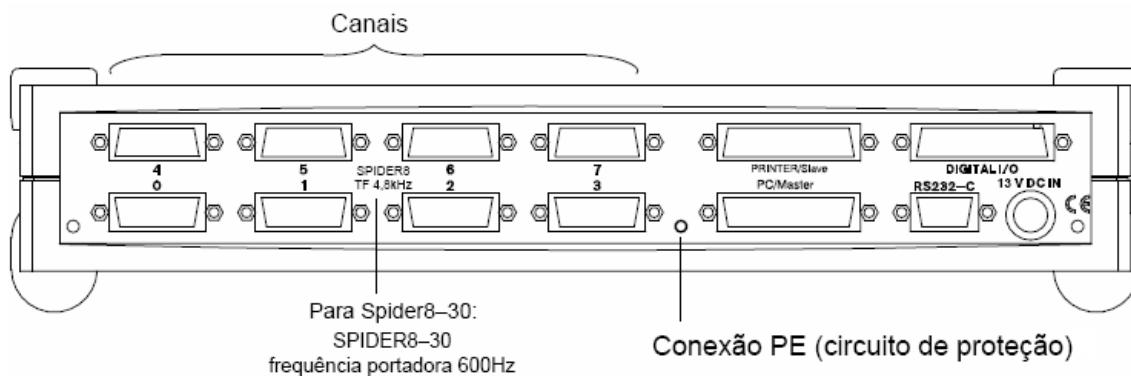
**Figura 2:** Diagrama de processamento do sinal medido em um Spider8.



**Figura 3:** Diagrama de processamento de sinal em um Spider8-30.

## 2.2 Portas de conexão

O Spider8 apresenta diversos tipos de conexão. Dentre as portas de conexão temos os canais de medição, duas conexões para porta paralela (Printer/Slave e PC/Master), uma porta digital de entrada e saída, uma saída serial e um soquete de alimentação para fonte de alimentação. A figura 4 mostra estas portas de conexão que estão mais bem detalhadas na tabela 1.



**Figura 4:** Vista traseira de um módulo Spider8 evidenciando os dispositivos de conexão.

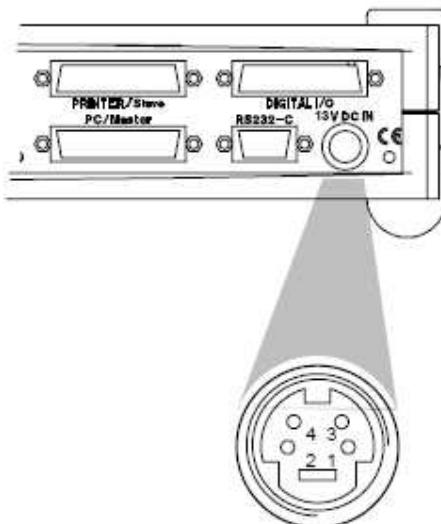
**Tabela 1:** Portas de conexão.

Portas de Conexão	Significado
Canal 0 a 7	Porta de transdutor
PRINTER/Slave, soquete de 25 pinos (IEEE-1284)	Porta para impressora, porta para Spider8 adicional
PC/Master, soquete de 25 pinos (IEEE-1284)	Porta para PC e para Spider8 Adicional
DIGITAL I/O, soquete de 25 pinos (IEEE-1284)	8 entradas digitais e 8 Entradas/saídas digitais
RS-232-C, soquete de 9 pinos	Porta para PC
13V DC IN, soquete de 4 pinos	Conexão para fonte de alimentação Externa (fonte de potência, bateria)

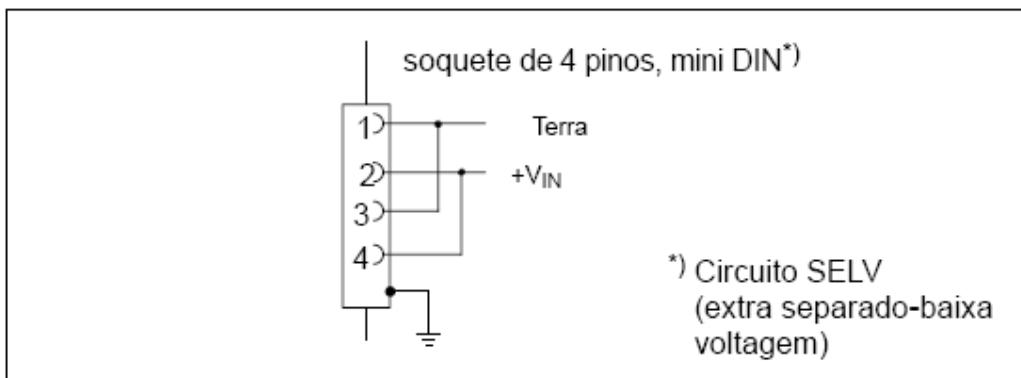
Em caso de conexão de equipamento adicional (PC, impressora, transdutor,etc) com potencial de risco (corrente perigosa para a estrutura em caso de falha), conecte o soquete **Conexão PE** a um circuito de proteção (por exemplo barras PE).

#### 2.2.1 Fonte de alimentação

Uma unidade de alimentação externa (entrada 100 – 250 VCA; saída 13VCC, 2mA) fornece a corrente contínua ao Spider8. As figuras 5 e 6 mostram o conector da fonte de alimentação em detalhe e a pinagem do conector, respectivamente.

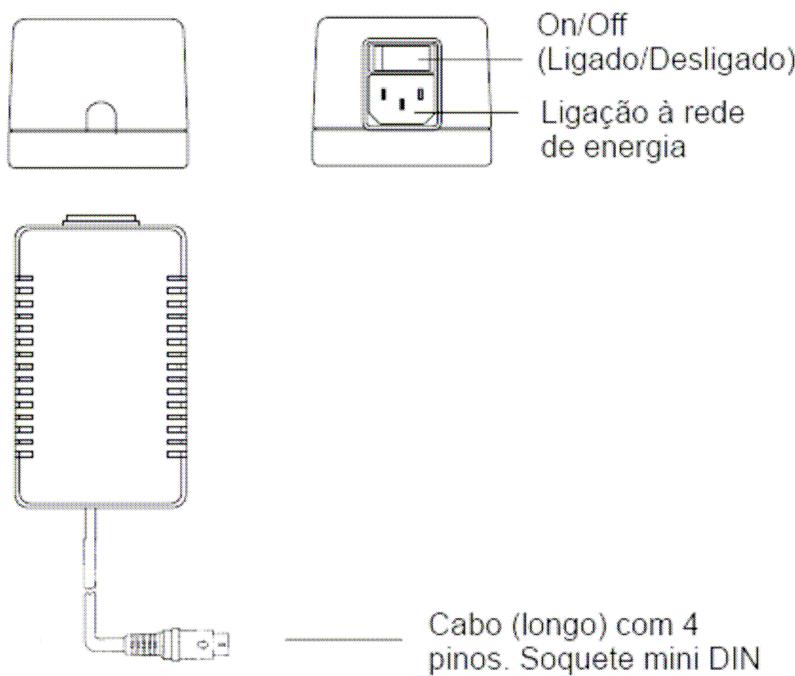


**Figura 5:** Conector da fonte de alimentação.



**Figura 6:** Pinagem do soquete da fonte de alimentação.

A fonte de alimentação disponibiliza uma baixa voltagem separada (SELV). A figura 7 mostra as perspectivas cima, trás e frente da fonte de alimentação.

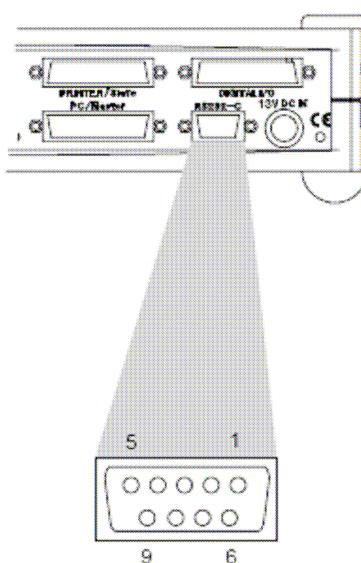


**Figura 7:** Perspectivas trás, frente e cima da fonte de alimentação.

## 2.2.2 Interfaces de conexão

O Spider8 é comandado através do computador. Não existem elementos para comando manual do dispositivo. O dispositivo pode ser conectado ao computador através das interfaces serial RS-232-C (V.24), figura 8, e paralela IEEE-1284 (PC/Master), figura 9. O Spider8 pode

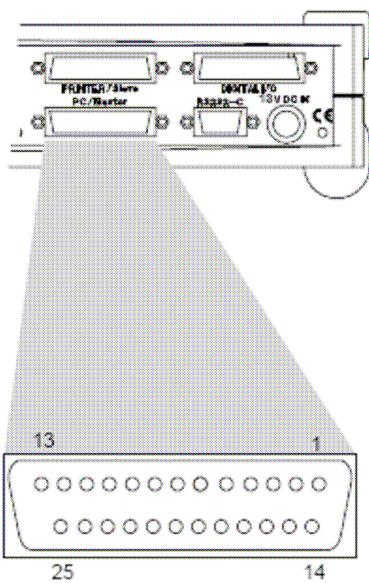
ainda o ser conectado ao computador pela porta USB, bastando para isso utilizar um adaptador na porta PC/Master. A interface paralela Printer/Slave, figura 10, tem a mesma pinagem que a porta PC/Master e pode ser utilizada para ligar o Spider8 a outro Spider8 ou para ligá-lo à impressora, permitindo que o computador possa continuar com acesso à impressora, uma vez que sua porta paralela esteja ligada à porta PC/Master do Spider8. A pinagem das interfaces serial e paralela podem ser observadas nas tabelas 2 e 3, respectivamente. As interfaces serial e paralela só podem operar alternadamente. A interface serial funciona bem para cabos de ligação de até 20 metros



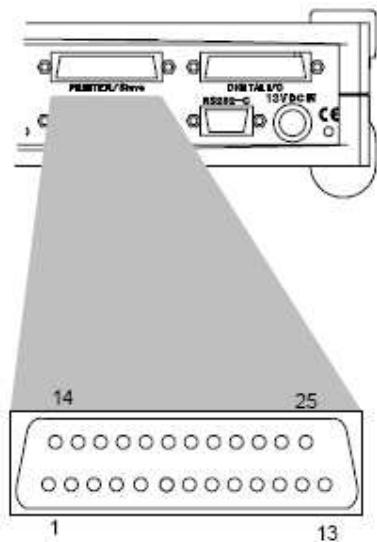
**Figura 8:** Porta serial RS-232-C (V.24).

**Tabela 2:** Pinagem da porta serial RS-232-C(V.24).

Pino	Atribuição
1	Livre
2	TD
3	RD
4	Livre
5	Terra
6	DTR
7	CTS
8	RTS
9	Livre
Caixa do soquete	Terra de proteção



**Figura 9:** Porta paralela PC/Master.



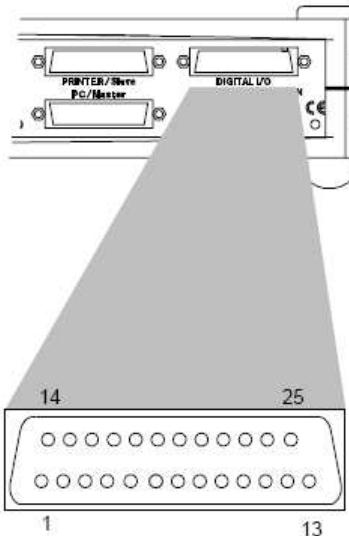
**Figura 10:** Porta paralela Printer/Slave

**Tabela 3:** Pinagem da porta paralela.

Pino	Atribuição
1	nEscrever
2	Dados 1
3	Dados 2
4	Dados 3
5	Dados 4
6	Dados 5
7	Dados 6
8	Dados 7
9	Dados 8
10	Intr
11	nEsperar
12	DefineUsuário 1
13	DefineUsuário 3
14	nDStb
15	DefineUsuário 2
16	nInic
17	nAStrb
18	Clock out* (Sincronização)
19	Terra
20	Terra
21	Terra
22	Terra
23	Terra
24	Terra
25	Terra
26	Caixa

### 2.2.3 Porta de entrada/saída (I/O)

Esta porta (figura 11) apresenta 8 bits de entrada digital e 8 bits de entrada/saída, além dos bits de controle. Os contatos desta porta não são eletricamente isolados. A pinagem do soquete pode ser vista na tabela 4.



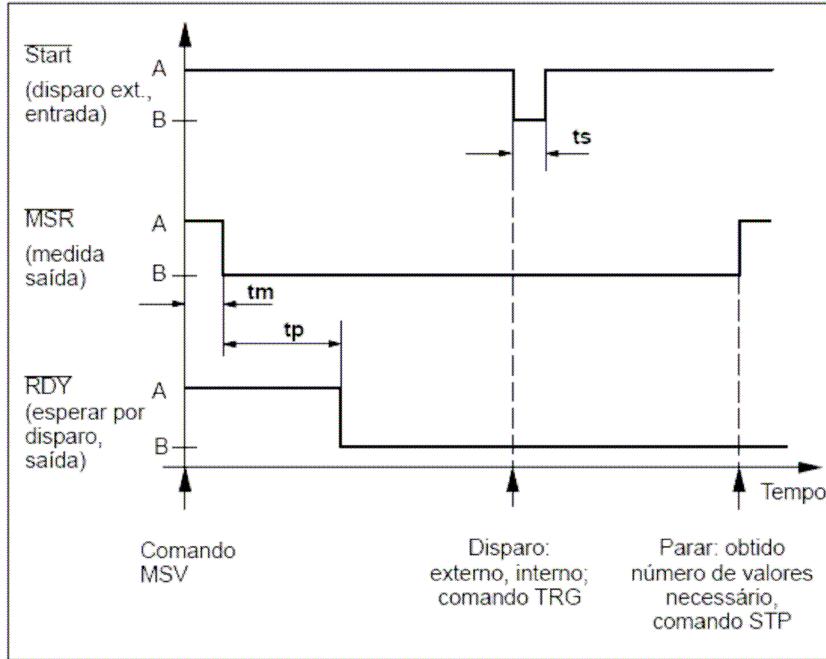
**Figura 11:** Porta digital de entrada/saída.

**Tabela 4:** Pinagem da porta de entrada/saída.

Pino	Atribuição
1	+5V/R <sub>j</sub> = 1kΩ
2	Terra
3	Entrada 14
4	Entrada 12
5	Entrada 10
6	Entrada 8
7	Terra
8	MSR (Medida)*
9	Terra
10	Entrada / Saída 6
11	Entrada / Saída 4
12	Entrada / Saída 2
13	Entrada / Saída 0
14	Start (disparo exterior para sequência de medição)
15	Entrada 15
16	Entrada 13
17	Entrada 11
18	Entrada 9
19	COMMON (conexão do diodo de proteção comum para relé externo)
20	ERR (Erro de Comando)*
21	RDY (Esperando por Disparo)*
22	Entrada / Saída 7
23	Entrada / Saída 5
24	Entrada / Saída 3
25	Entrada / Saída 1

O diagrama temporal de sincronismo dos bits de controle da porta está detalhado na figura 12, onde:

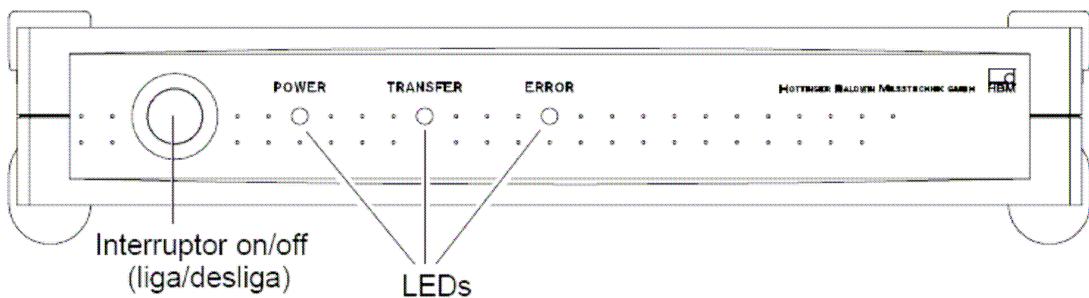
- tm = tempo de sincronização (máx. 1 tempo de amostragem do conjunto = 1/taxa de amostragem);
- tp = tempo de pré-disparo (número de amostras definidas de pré-disparo = pré-disparo);
- ts = pulso de início de disparo (largura mínima > tempo de amostragem do conjunto).



**Figura 12:** Diagrama tempo dos bits de controle.

### 2.3 Painel frontal

O painel frontal (figura 13) é composto pelo botão *liga/desliga* e por 3 leds (*power*, *transfer*, *error*). Os 3 leds mostram o status de operação do dispositivo. Quando o dispositivo é ligado os 3 leds se acendem: *power* (verde), *transfer* (amarelo) e *error* (vermelho). Após um início bem sucedido do dispositivo a luz verde permanece acesa.



**Figura 13:** Painel frontal do Spider8.

O led *power* indica que o teste das funções foi concluído com êxito e que o Spider8 está pronto para operar. O led *transfer* indica que o Spider8 está enviando ou recebendo dados. O led *error* significa que ocorreu um erro na operação do dispositivo, sendo algumas

das possíveis causas: erro de transmissão (erro de paridade), comando ignorado e um parâmetro de comando está fora dos limites permitidos.

## 2.4 Instalação do Spider8

Primeiramente conecte a fonte de alimentação (seção 2.2.1.) ao Spider8. Certifique-se que a voltagem escolhida para operar com a fonte é a mesma da sua rede elétrica. Conecte a porta serial ou a porta paralela ao computador.

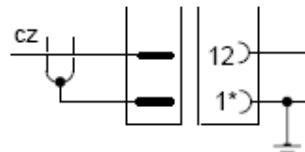
### 2.4.1 Instalação do software

Insira o *cd* de instalação do Spider8 no driver. Clique em **install**. Quando iniciado o programa de instalação é solicitado fornecer o diretório de instalação. Escolha a pasta padrão que é indicada (*c:\Spider8*). Se o diretório não existir será solicitada confirmação para criar o novo diretório. Clique **OK**. Entre com o nome da empresa e de usuário e confirme no botão **Continue**. O programa inicia a copia dos arquivos de configuração. O programa copia alguns arquivos de sistema no seu diretório **Windows/System**. Se houver arquivos com o mesmo nome nesta pasta, estes serão salvos no subdiretório de instalação **WINSAVE**.

## 2.5 Conectando instrumentos de medição ao Spider8

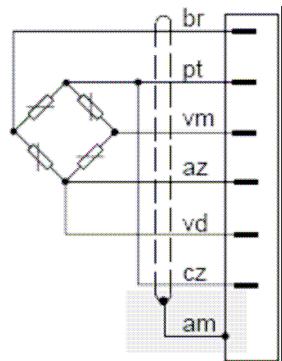
### 2.5.1 Esquema da blindagem

Nas conexões de blindagem que eram utilizadas pela HBM, a blindagem era ligada a um pino conector (figura 14). Esta solução oferece uma proteção limitada contra interferências eletromagnéticas (EMC) e não é mais utilizada.



**Figura 14:** Blindagem não mais utilizada pela HBM.

A HBM desenvolveu o *design* de blindagem *Greenline* (figura 15) para uma proteção mais eficiente contra interferências eletromagnéticas. A blindagem está ligada à caixa do conector. A blindagem do cabo é adaptada para que a cadeia de medida esteja contida em uma *gaiola de Faraday*.



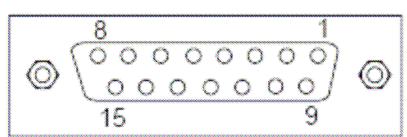
**Figura 15:** Blindagem *Greenline*.

É recomendado utilizar o cabo HBM *standard* para a conexão do transdutor. Se outro cabo de medição blindado, de baixa capacitância, for utilizado, ligue a blindagem do cabo à caixa do conector. Isso garantirá a proteção contra interferências eletromagnéticas.

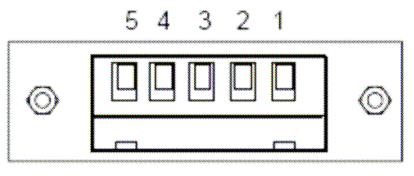
#### 2.5.2 Conectando transdutores

Os transdutores podem ser conectados aos canais 0 a 7 do Spider8. Os tipos de transdutores e de ligações que podem ser realizadas (figura 1) com cada canal dependem do tipo de módulo que está sendo usado (SR01, SR30 ou SR55). Os módulos SR30 e SR55 têm a mesma aparência, uma vez que utilizam soquetes de 15 pinos para conexões. Para se certificar qual módulo está sendo utilizado, ou que estão instalados no seu sistema, abra o programa de configuração do Spider8 e aperte o botão *Test Device*.

Os dois tipos de conectores usados nos canais do Spider8 são mostrados nas figuras 16 e 17.

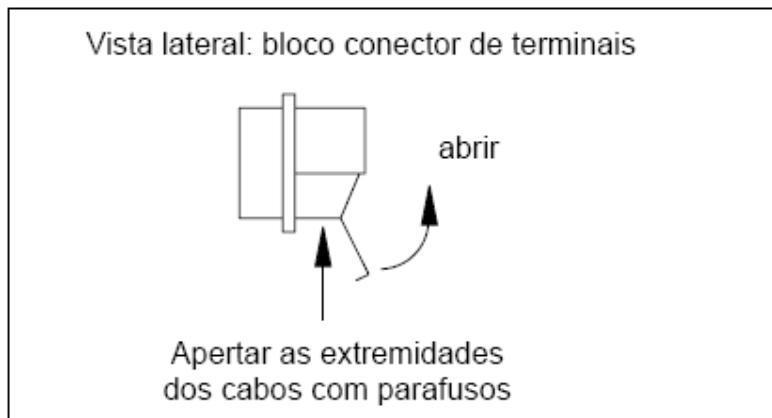


**Figura 16:** Conector de 15 pinos.



**Figura 17:** Conector 5 pinos.

O conector de 5 pinos apresenta uma aba de plástico que protege os 5 parafusos dos pinos. Para conectar os cabos do transdutor, ou instrumento, a ser medido abra a aba de plástico (figura 18), introduza as extremidades dos cabos nos terminais, aperte os parafusos e feche a aba.



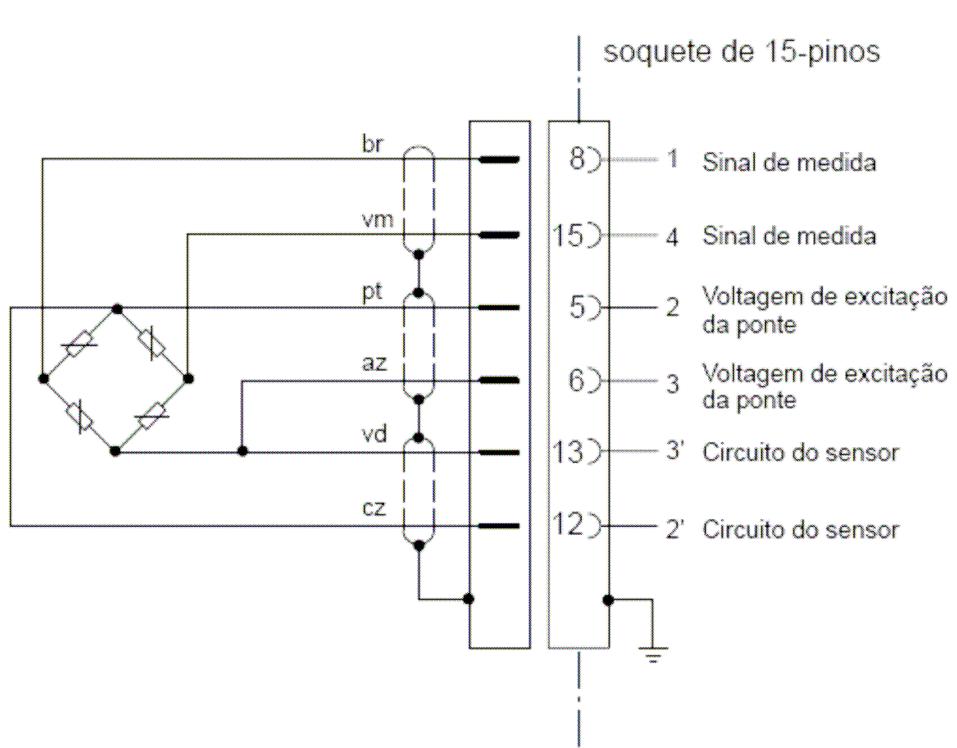
**Figura 18:** Vista lateral do conector 5 pinos.

### 2.5.3 Conectando *strain gauges* (S/G)

Extensômetros, ou *strain gauges*, podem ser conectados aos módulos SR55 e SR30 em ligações de um quarto de ponte, meia ponte ou ponte completa. Os S/G são transdutores passivos que devem ser alimentados com uma voltagem de excitação. Tipicamente esses transdutores são utilizados como células de carga ou transdutores de força. São caracterizados pela carga nominal (ex: 20kg), sensibilidade nominal e resistência (máxima de  $1\text{k}\Omega$ , mínima de  $120\Omega$ ).

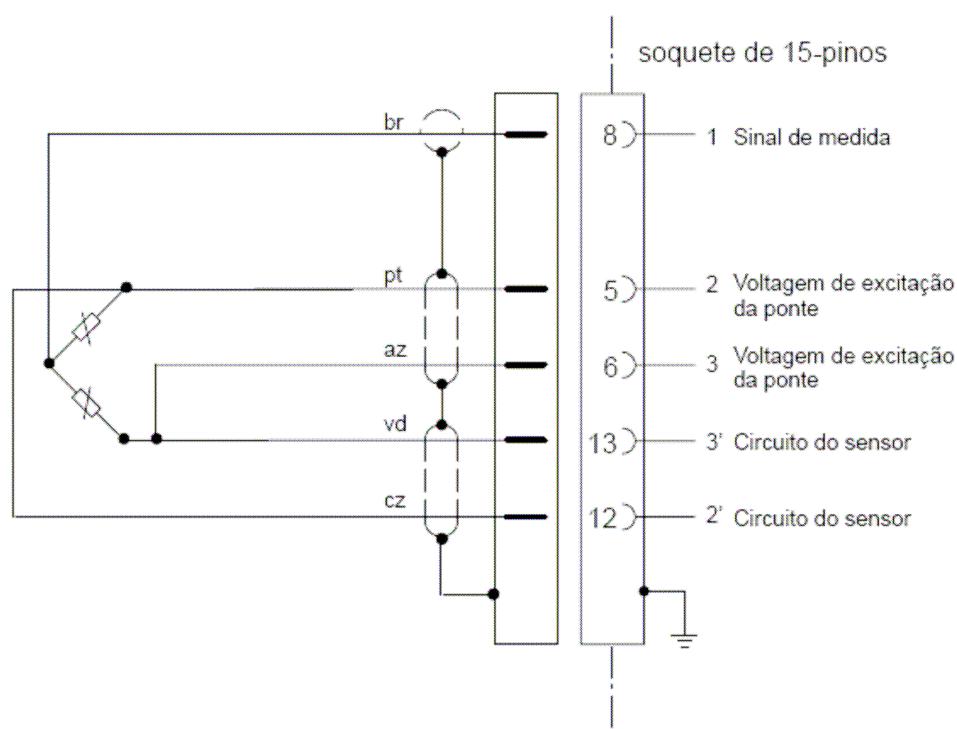
Nas ligações que são apresentadas a seguir, algumas das conexões só podem ser realizadas com o Spider8-30 devido aos resistores de compensação internos que estão instalados para medições com S/G.

#### 2.5.3.1 S/G em ponte completa



**Figura 19:** S/G em ponte completa.

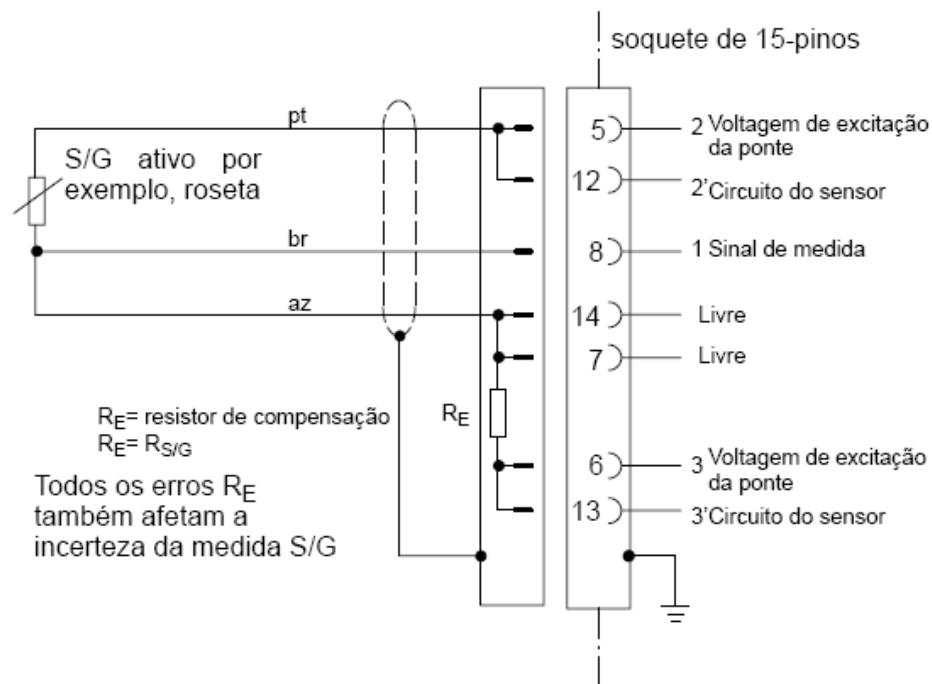
#### 2.5.3.2 S/G em meia ponte



**Figura 20:** S/G em meia ponte.

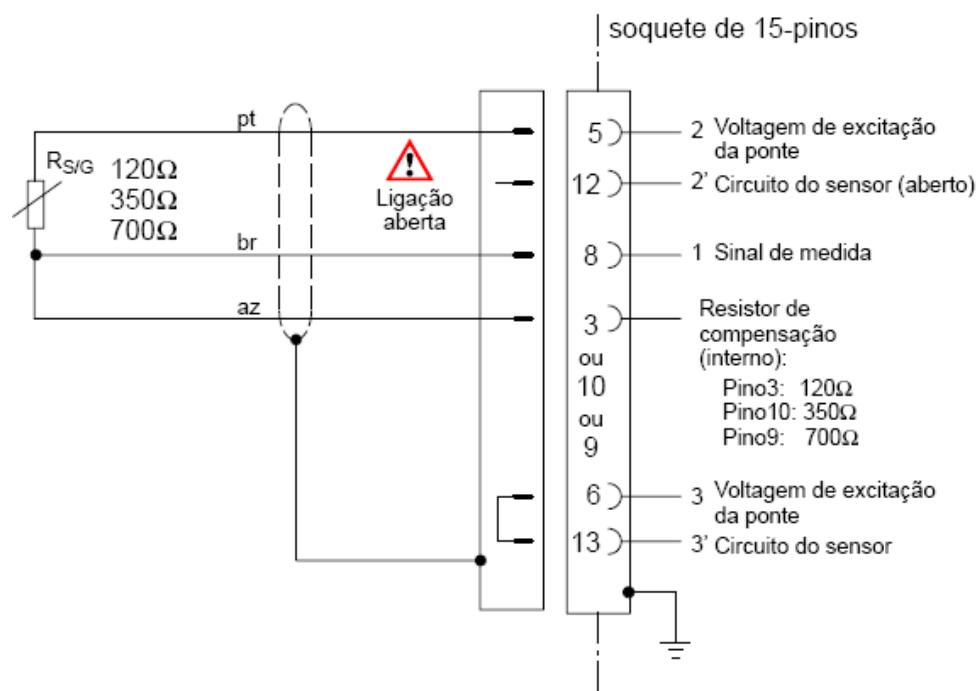
#### 2.5.3.3 S/G único usando ligação de 3 fios

Este tipo de conexão só pode ser feito no módulo SR55. É necessário verificar quais módulos estão instalados no dispositivo Spider8 abrindo o programa de configuração do dispositivo e apertando o botão *Test Device*.



**Figura 21:** S/G único usando conexão de 3 fios.

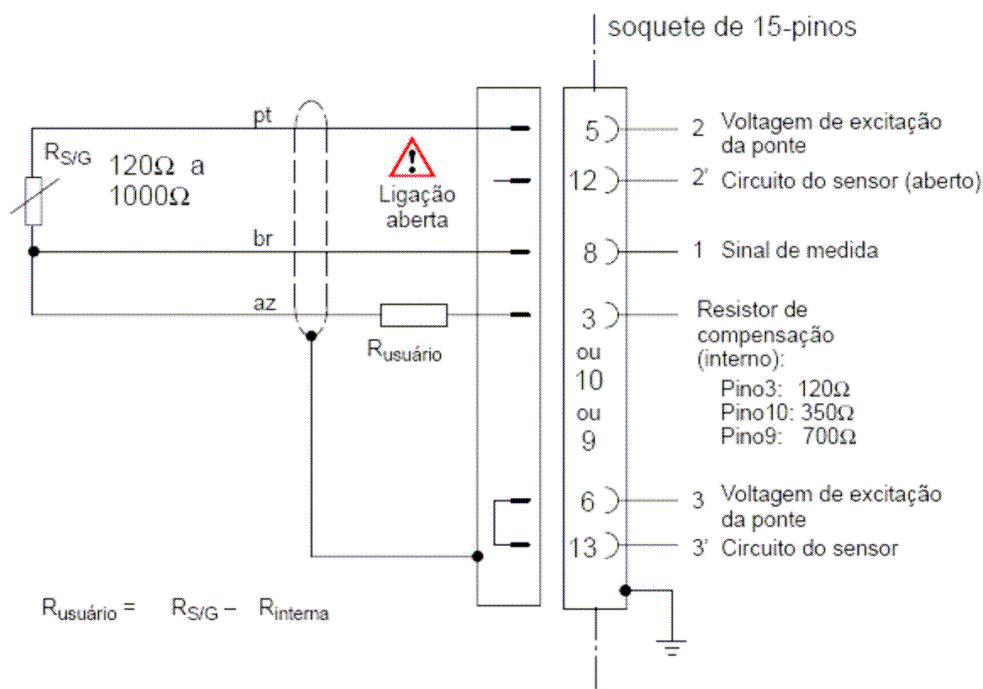
#### 2.5.3.4 S/G único usando conexão de 3 fios (conexão só está disponível no Spider8-30).



**Figura 22:** S/G usando conexão de 3 fios.

2.5.3.5 S/G especial usando conexão de 3 fios (conexão só está disponível no Spider8-30).

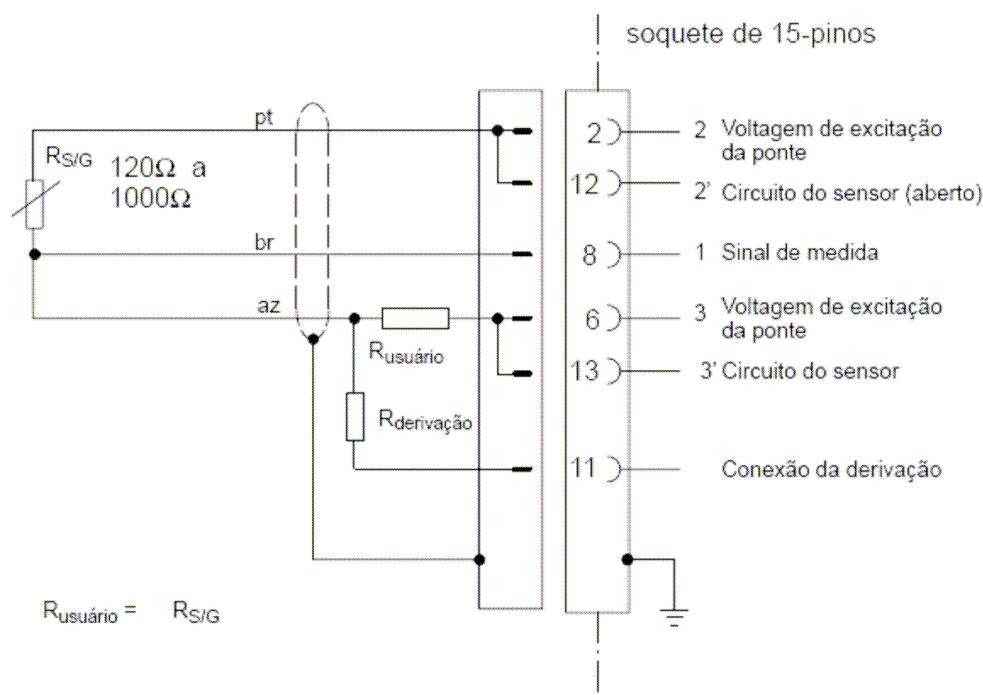
Este tipo de conexão é utilizado para aumentar a resistência de compensação interna. A resistência do usuário ( $R_{usuário}$ ) é ligada externamente ao conector e é usada para aumentar o valor da resistência interna até o valor de  $R_{S/G}$ .



**Figura 23:** S/G especial usando ligação de 3 fios.

#### 2.5.3.6 S/G especial com resistor de *shunt*

Esta conexāo utiliza compensaĀo externa e resistor de *shunt*. Apesar de ser uma ligação de um quarto de ponte, no programa de configuraĀo dos canais do dispositivo deve ser escolhido o modo de conexāo **half bridge**. A calibraĀo do *shunt* permite que as perdas de sensibilidade ao longo do cabo sejam medidas.

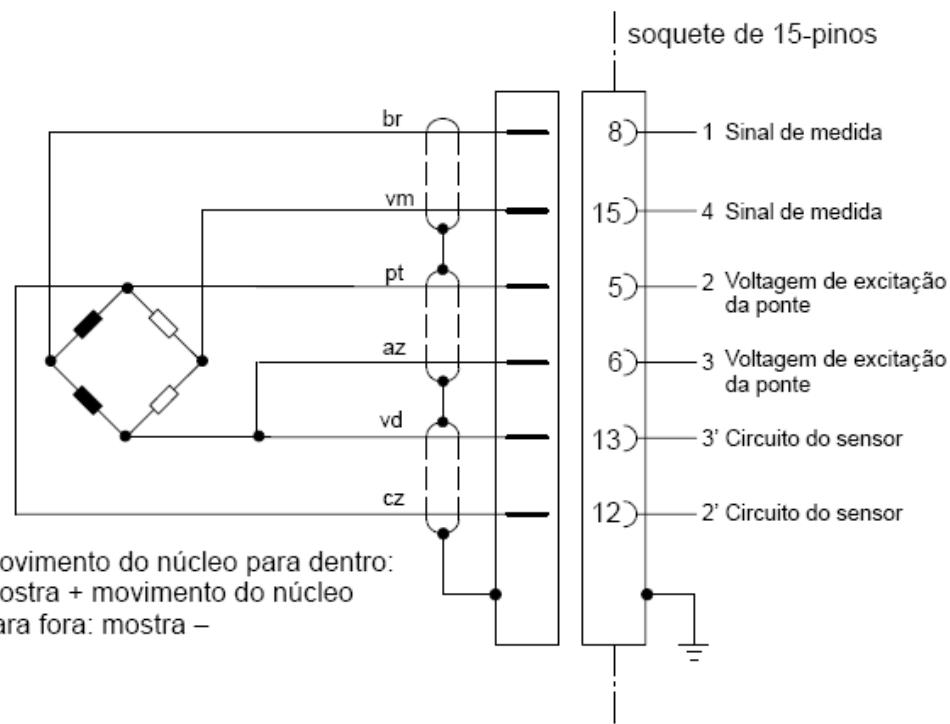


**Figura 24:** S/G especial com compensação externa e resistor de *shunt*.

#### 2.5.4 Transdutores indutivos

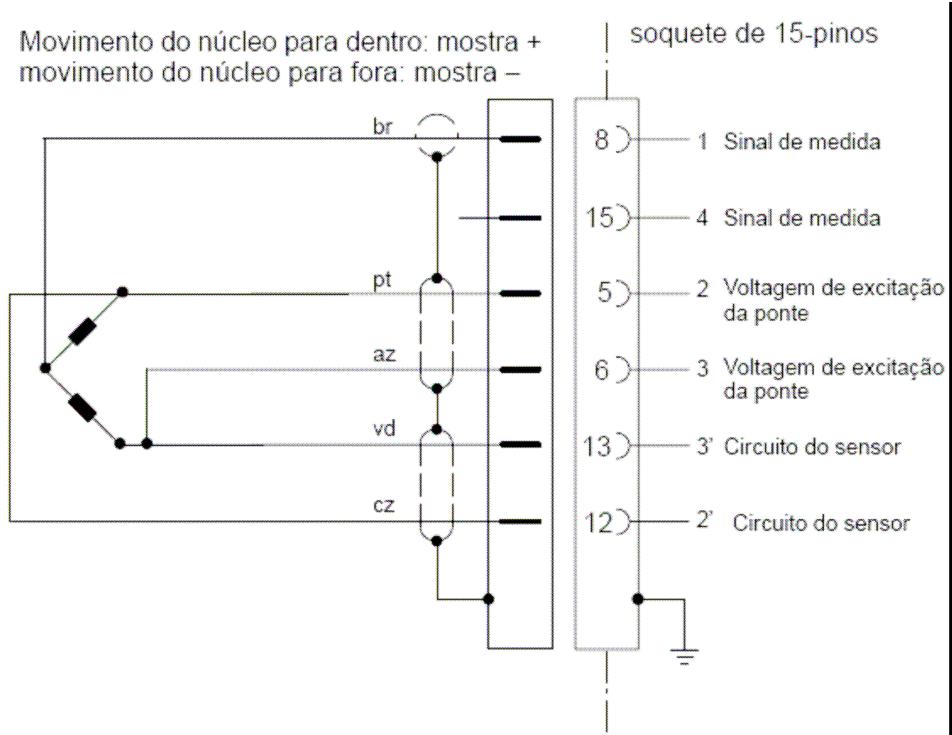
Estas ligações só podem ser realizadas nos módulos SR55. Transdutores indutivos, sejam em meia ponte ou em ponte completa, são transdutores passivos que devem ser alimentados com uma voltagem de excitação (freqüência-portadora), são meias pontes indutivas e são caracterizados pelos valores de deslocamento nominal e sensibilidade nominal. Os transdutores indutivos típicos são os de deslocamento. Cabos de 3 fios maiores do que 3 metros não devem ser conectados.

##### 2.5.4.1 Ponte completa indutiva



**Figura 25:** Conexão de um transdutor indutivo em ponte completa.

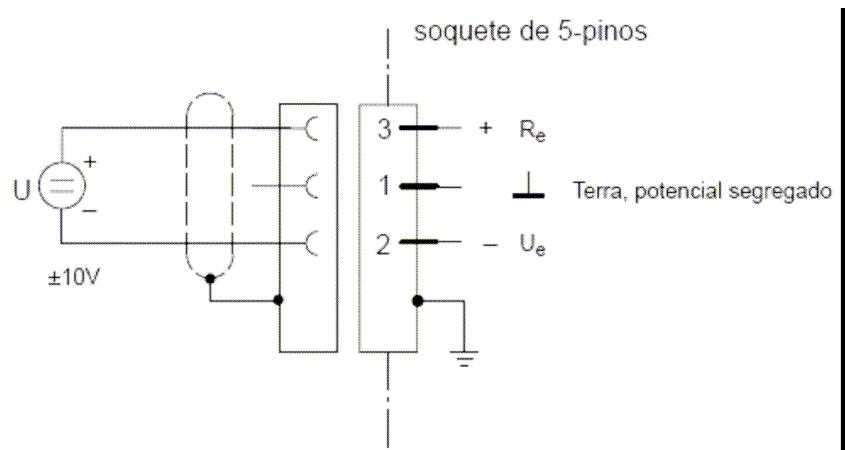
#### 2.5.4.2 Meia ponte indutiva



**Figura 26:** Conexão de um transdutor indutivo em meia ponte.

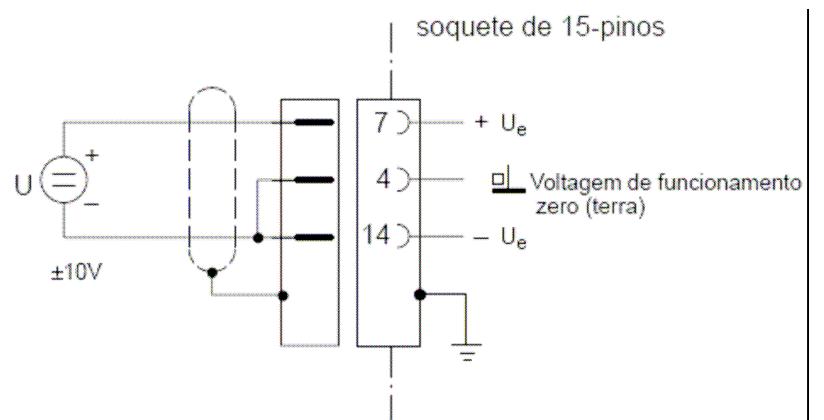
## 2.5.6 Fontes de tensão CC

### 2.5.6.1 Conectando ao módulo SR01



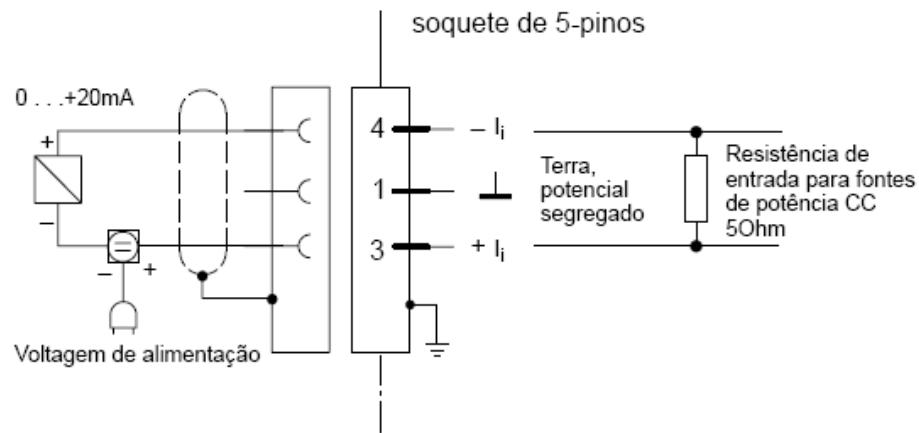
**Figura 27:** Fonte de tensão CC ligada a um soquete 5 pinos.

### 2.5.6.2 Conectando a um módulo de freqüência-portadora



**Figura 28:** Fonte de tensão CC conectada a um soquete 15 pinos.

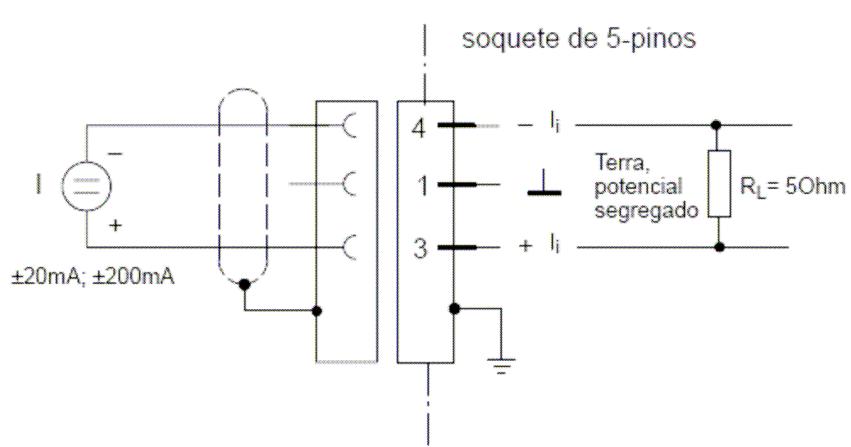
### 2.5.6.3 Conectando transmissor com alimentação externa



**Figura 29:** Transmissor com fonte de alimentação externa.

#### 2.5.7 Fontes de corrente CC

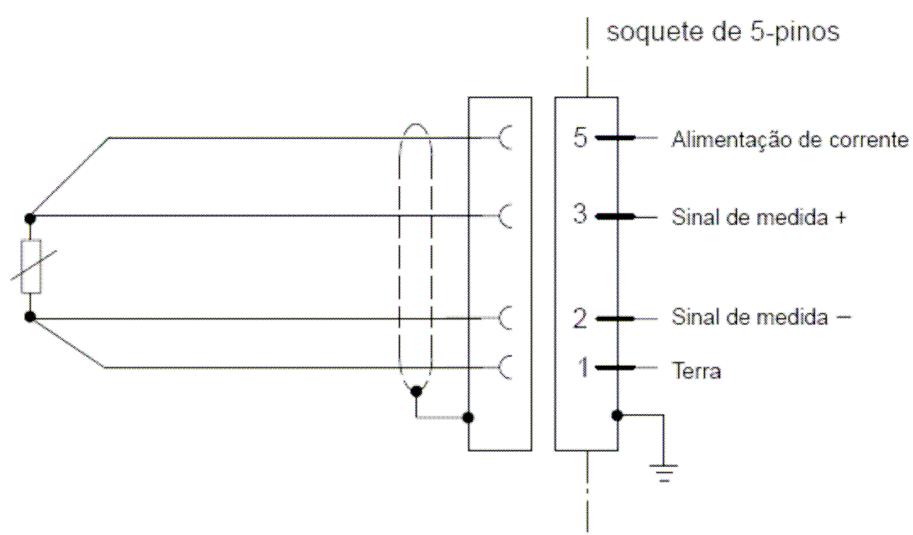
Este tipo de conexão deve ser feito utilizando o módulo SR01.



**Figura 30:** Conectando uma fonte de corrente CC.

#### 2.5.8 Resistores

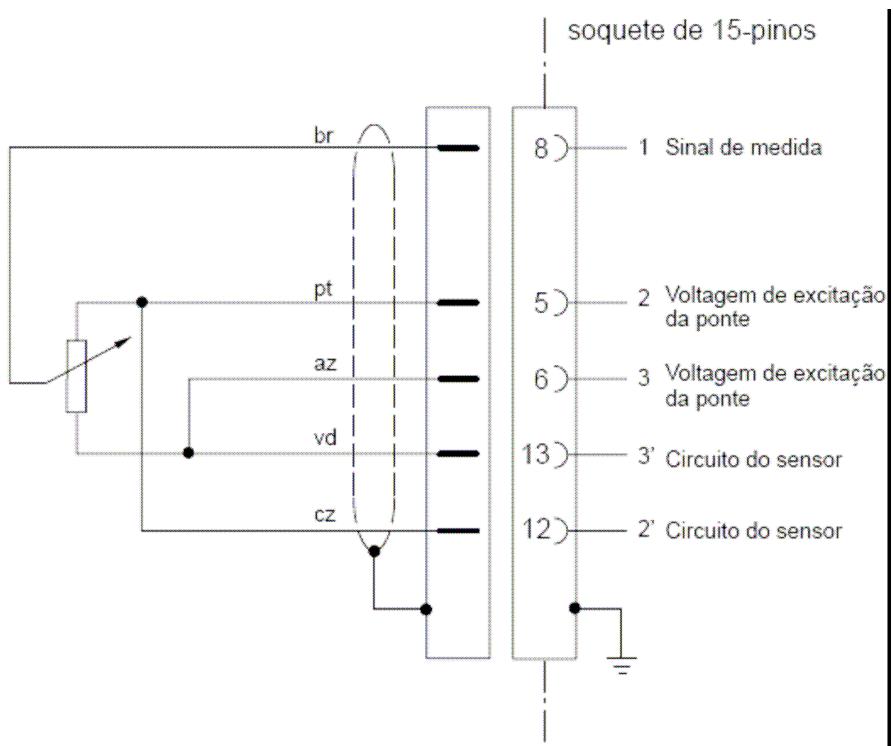
Este tipo de conexão deve ser operado com o módulo SR01. Podem ser conectados deste modo resistores, Pt100 e S/G único. A faixa de valores a ser medida vai de  $400\Omega$  a  $4k\Omega$ .



**Figura 31:** Conectando resistores.

### 2.5.9 Potenciômetros

Este tipo de conexão está disponível para os módulos de freqüência-portadora SR55 e SR30. Os transdutores potenciométricos são transdutores passivos. No programa de configuração das medições do Spider8 a faixa de valores a ser escolhida para realizar a medição com potenciômetros deve ser de 500mV/V na coluna **Meas. Rng.**, enquanto que o tipo de transdutor a ser marcado na coluna **Trans.** é S/G meia ponte.



**Figura 31:** Conectando potenciômetros.

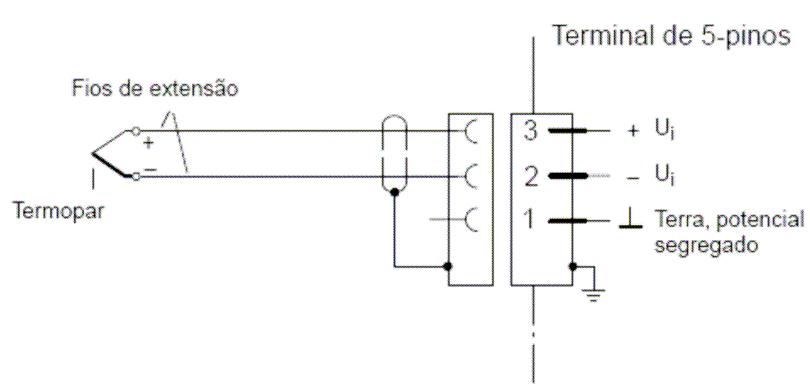
#### 2.5.10 Termopares

Termopares devem ser conectados somente nos módulos SR01. Termopares são transdutores ativos. O Spider8 efetua compensação de ponto frio para termopares do tipo **J**, **K**, **T** e **S**. As faixas de temperatura apresentadas no manual de operação do Spider8 são apresentadas na tabela 5.

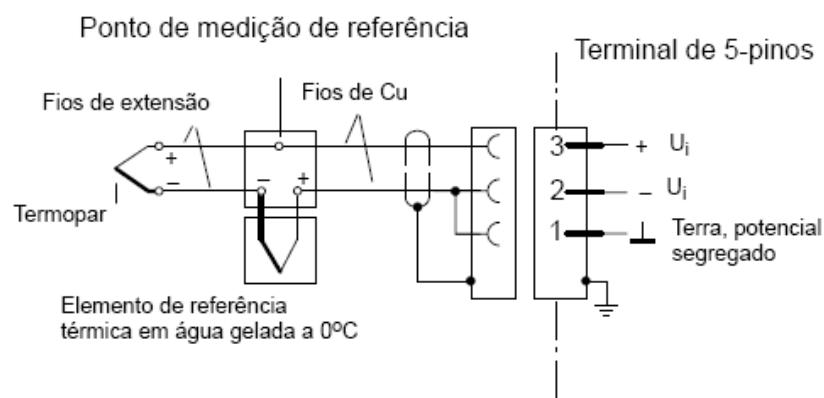
**Tabela 5:** Faixa de medição de temperatura dos termopares (manual de operação do Spider8).

Tipo	Faixa de Temperatura (°C)
J	-200...+1000
K	-200...+1360
T	-200...+400
S	0...+1700

O termopar pode ser ligado diretamente ao Spider8 (figura 32) ou utilizando-se um elemento de referência térmica (figura 33).



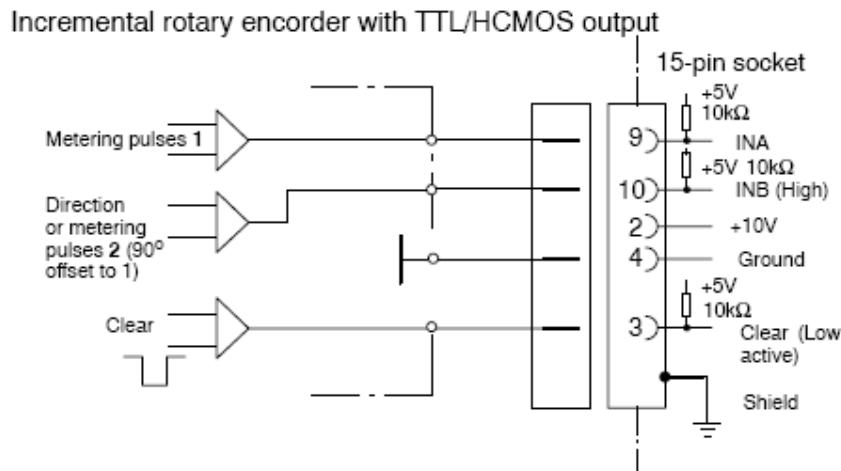
**Figura 32:** Termopar com ponto de medição de referência elétrico.



**Figura 33:** Termopar com elemento de referência térmica.

#### 2.5.11 Medição de freqüência e contagem de pulsos

Este tipo de medição só pode ser feito utilizando os canais 0 e 1 módulo SR55. Estes canais são identificados através do programa de configuração do Spider8 como módulos TF/NF.



Pin 2 = 10V, max. 100mA (total of all channels)

Pin 10= Directional signal for metering pulse 1  
forwards  
backwards

or metering pulse 2 input, 90° offset to metering pulse 1

Pin 9 and Pin 10: max.  $\pm 20V$ ,  
 Switching threshold High > 2.5V, Low < 2V

Pin 3: Clear = counter reset  $\square \times > 850\mu s$

**Figura 34:** Pinagem para medição de frequência ou contagem de pulsos dos canais 0 e 1.

## 2.6 Conectando um PC

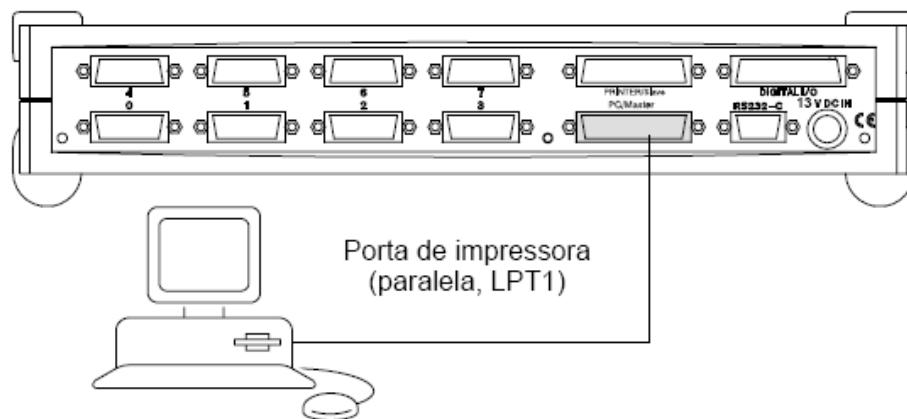
### 2.6.1 Requisitos

Para um correto funcionamento do dispositivo Spider8 é recomendável que o computador a ser conectado a ele tenha uma configuração mínima de:

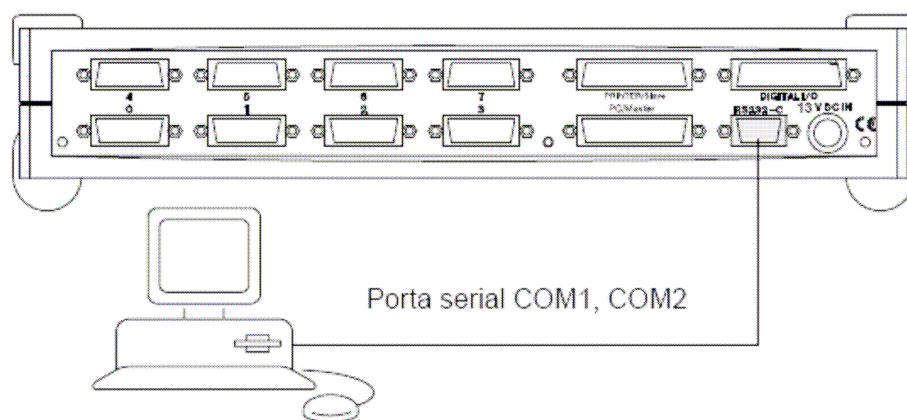
- MS Windows 3.1 ou MS Windows for Workgroups
- CPU 80486
- 8 MB RAM
- Espaço no disco rígido para instalação de programa:
  1. Setup: 5MB

- 2. Spider8 Control: 10MB
- 3. Catman: 20MB
- Porta RS-232 para conexão com o dispositivo Spider8
- Mouse Microsoft ou 100% compatível
- Porta paralela para conexão com o dispositivo Spider8

O Spider8 pode ser conectado ao computador pela porta paralela (figura 35) ou pela porta serial (figura 36). O Spider8 pode ainda ser conectado ao computador pela porta *usb* através de um cabo com adaptador ligado à saída do Spider8 (*PC/Master*).



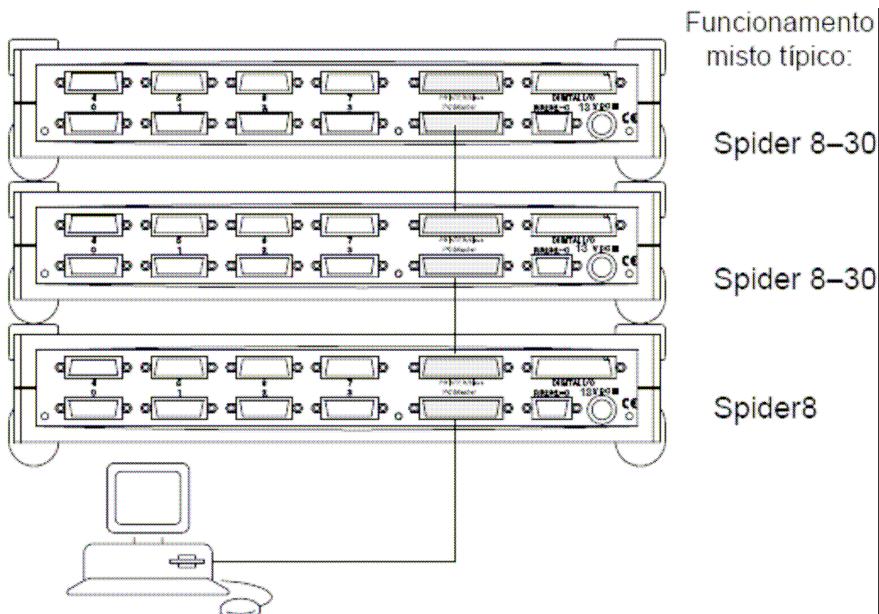
**Figura 35:** Conectando o Spider8 ao computador pela porta paralela.



**Figura 36:** Conectando o Spider8 ao computador pela porta serial.

## 2.6.2 Conectando vários Spider8

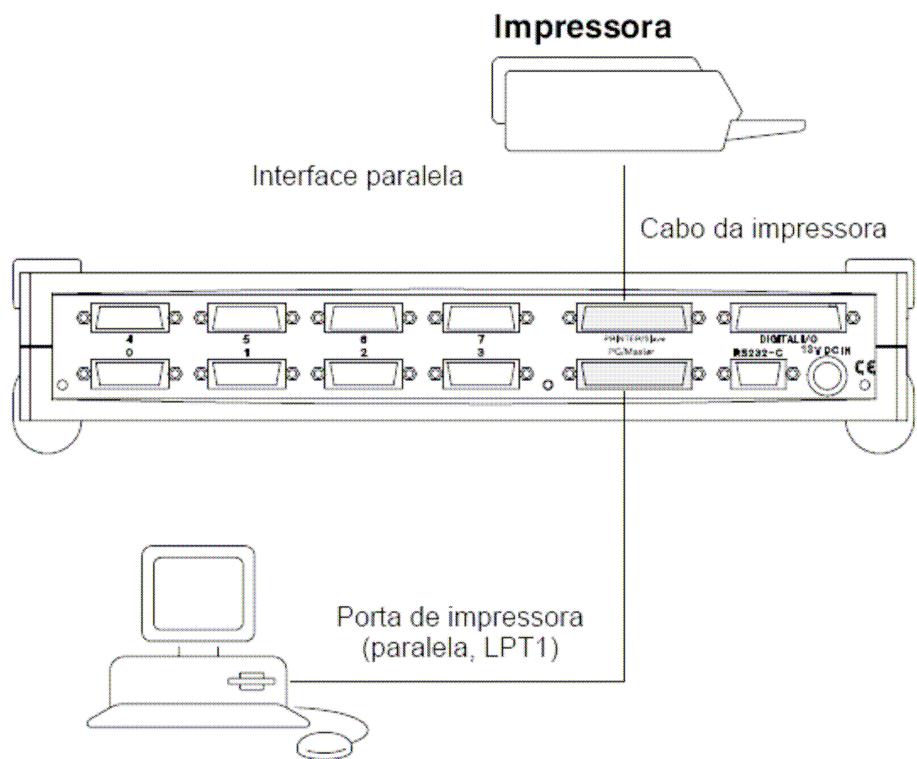
Havendo interesse em fazer medições em que sejam necessários mais de 8 canais, vários dispositivos Spider8, num total de 8, podem ser ligados simultaneamente ao computador (figura 37). Ao se conectar vários dispositivos é permitida uma conexão mista utilizando o Spider8 e o Spider8-30. Ao se ligar os dispositivos ao computador o led *power* do primeiro Spider8 se acenderá e os dos demais dispositivos ficarão piscando até que a comunicação com o computador seja estabelecida.



**Figura 37:** Conexão mista de 3 dispositivos Spider8.

### 2.6.3 Conectando uma impressora

A impressora também pode ser utilizada se a porta paralela do computador estiver sendo usada para medições com o Spider8 (figura 38). A impressora deve ser ligada à entrada *PRINTER/Slave* do Spider8. Siga os mesmos procedimentos ao usar mais de um Spider8 (seção 2.6.2).



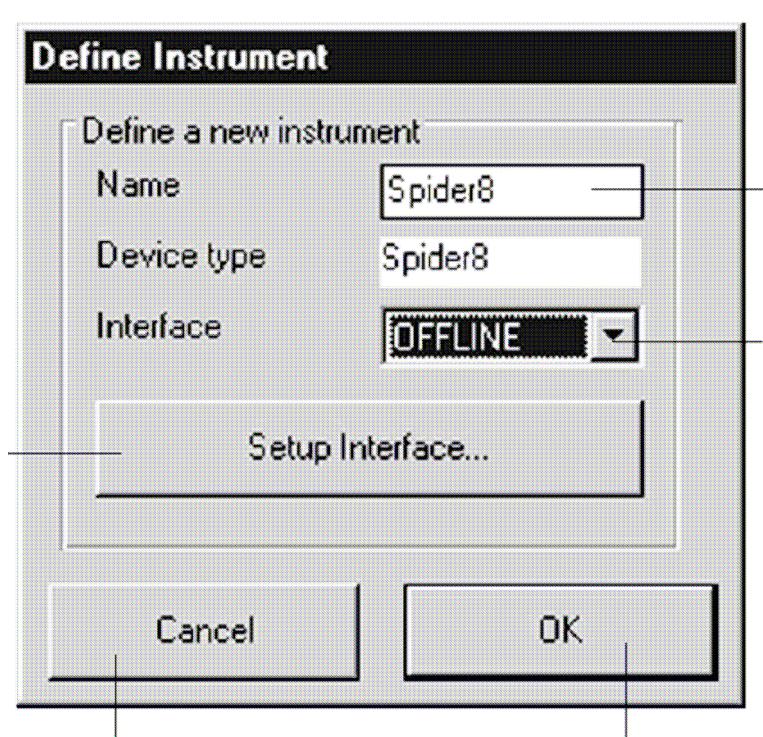
**Figura 38:** Conectando uma impressora.

## 2.7 Programa de configuração do Spider8

O programa de configuração foi desenvolvido de modo a simplificar a operação do Spider8. Com este programa pode-se configurar o dispositivo, verificar os valores medidos pelo Spider8 e realizar ajustes de *OFFSET*. Após fazer a configuração do dispositivo, pode-se salvar esta configuração para ser utilizada em outra ocasião.

Depois de instalado o programa e antes de ser possível fazer medições com o dispositivo é necessário rodar o arquivo de configuração do Spider8. Se o Catman é o programa que será usado para realizar as medições, procure pelo ícone de inicialização do programa em **Iniciar -> Programas -> Catman -> Spider8-Setup**. Se o software a ser utilizado para medições não for o Catman procure em **Iniciar -> Programas -> Spider32 Setup**.

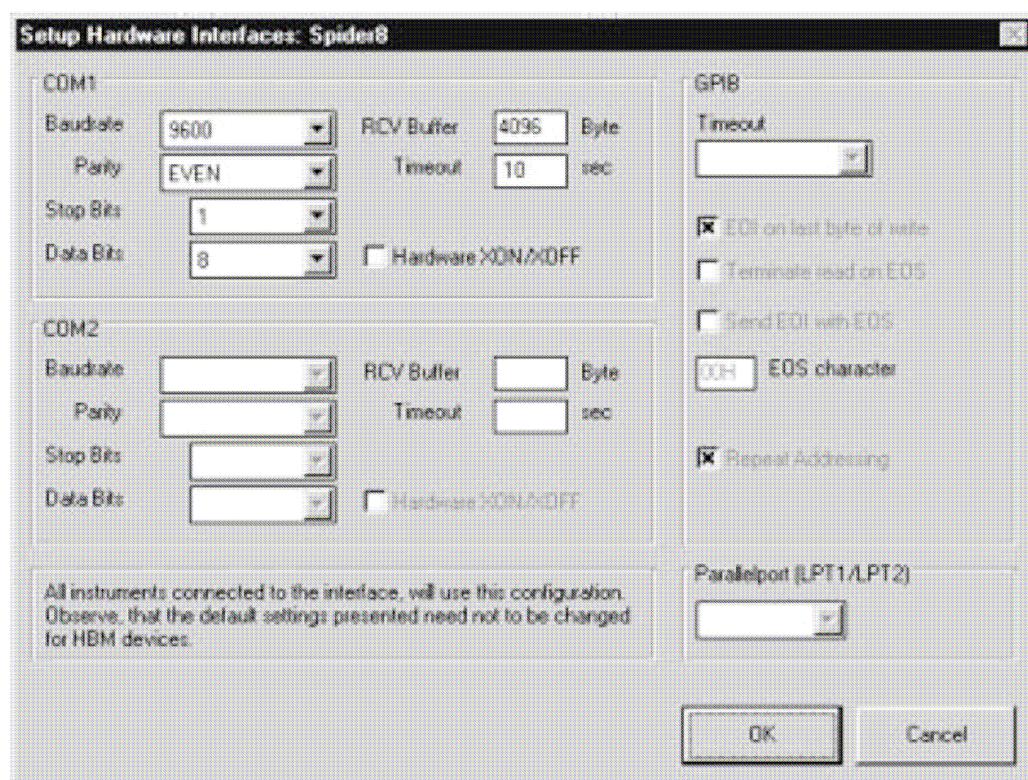
Ao abrir o programa a primeira tela a aparecer é a da figura 39.



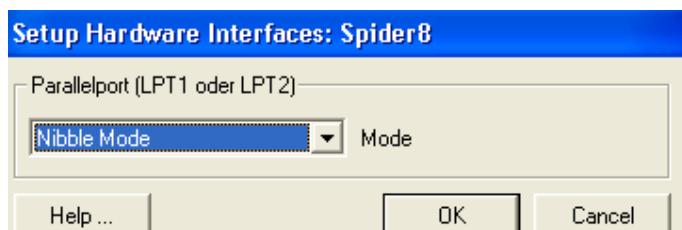
**Figura 39:** Tela inicial do programa de configuração do Spider8

Em **Interface** deve-se escolher qual tipo de porta (COM1, COM2, LPT1, LPT2) será utilizada e modo ONLINE, ou se a configuração será feita OFFLINE. No modo OFFLINE o Spider8 não está ligado e, então, os valores não podem ser lidos e visualizados. No modo ONLINE, o Spider8 está ligado e se tem acesso a todas as funções do programa.

Depois de escolhida a interface de aquisição, clique no botão **Setup Interface** para escolher o modo de aquisição da porta. Se a interface COM1 ou a COM2 tiver sido escolhida então a tela que aparecerá será a da figura 40. No Windows XP só aparecerá o quadro COM1 ou o quadro COM2 da figura 40. Se a interface LPT1 ou LPT2 tiver sido escolhida então a tela que aparecerá será a da figura 41.



**Figura 40:** Tela de configuração de interface serial no Windows 98.



**Figura 41:** Tela de configuração das interfaces LPT1 e LPT2.

É importante ressaltar que a configuração das interfaces para o Spider8 já foi realizada e não há necessidade, em geral, de alterações. Outro fator importante a ser considerado é que a interface GPIB não está disponível no Spider8, embora apareça na configuração de interface.

Quatro modos de transferência de dados através da porta paralela estão disponíveis no Spider8:

- **Nibble mode** – este modo de operação é compatível com as antigas portas paralelas. Os bytes de dados são enviados sequencialmente como pacotes de 4 bits (nibbles) para o computador usando as linhas de estado.

**Taxa de transferência:** 13000 bytes/s (6500 amostras/s)

- **Bit8 mode** – neste modo de operação assume-se que os bits de controle da porta são projetados como drivers do tipo coletor aberto e que o nível da linha é registrado separadamente como uma entrada. Este é o caso de todos os velhos padrões de interface paralela. Interfaces mais novas nos modos de operação “PS/2”, “ECP”, ou “EPP” não permitem isso. Apenas 8 bits são transferidos por vez.

**Taxa de transferência:** 38000 bytes/s (19000 amostras/s)

- **Byte mode** – a transferência do Spider8 para o computador é feita através dos 8 bits das linhas de dados bidirecionalmente, sendo o *handshake* controlado por software que são comutadas entre os sentidos saída e entrada. A maior parte dos computadores modernos permite este tipo de operação.

**Taxa de transferência:** 48000 bytes/s (24000 amostras/s)

- **EPP mode** – os dados são transmitidos bidirecionalmente, como no byte mode, sendo o *handshake* controlado por hardware . É o modo de transferência mais rápido.

**Taxa de transferência:** > 152000 bytes/s (76000 amostras/s)

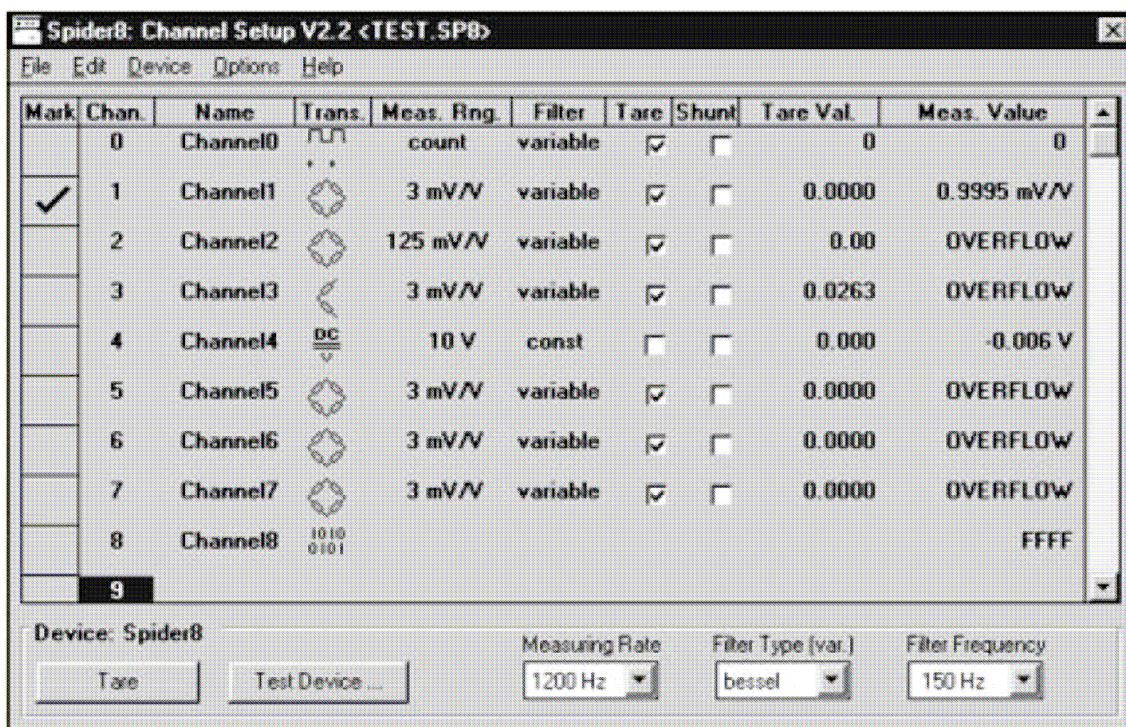
Segundo o fabricante, as velocidades de transferência mencionadas foram obtidas através de experiências com grande quantidade de dados em um PC 486 33MHz. Computadores mais recentes podem conseguir velocidades mais elevadas, principalmente nos modos Nibble e Bit8.

Geralmente a porta paralela pode ser configurada através da BIOS. Para tanto, ao iniciar o computador pressione a tecla **Delete**. Dentro da BIOS procure nas opções onde configurar a porta paralela e escolha o modo de operação. Normalmente o modo configurado na BIOS é o ECP+EPP. Porém isso depende da versão da BIOS e da placa-mãe do computador. Não é possível indicar um caminho específico para se configurar a porta paralela uma vez que as opções dentro da BIOS podem mudar de uma placa-mãe para outra.

O Spider8 trabalha tanto com os modos EPP1.7 e EPP1.9, sendo o segundo modo um pouco mais rápido. Nos computadores mais modernos pode-se conseguir até 2 MBytes/s de taxa de transferência neste modo.

Para uma transferência livre de erros através da porta paralela é importante que o tamanho do cabo de conexão esteja limitado a alguns poucos metros. Os cabos fornecidos com o equipamento satisfazem essa condição.

Tendo retornado à tela da figura 40 clique em OK e a nova tela a aparecer será a do programa de configuração propriamente dito (figura 42).



**Figura 42:** Tela do programa de configuração do Spider8.

### 2.7.1 Barra de seleção

A barra de seleção (figura 43) é uma linha com várias colunas de características que podem ser atribuídas aos canais do dispositivo ou simplesmente visualizadas. Existem 4 modos de seleção possíveis: caixas de lista, caixas de texto, caixa de opções e botões.

Mark	Chan.	Name	Trans.	Meas. Rng.	Filter	Tare	Shunt	Tare Val.	Meas. Value
------	-------	------	--------	------------	--------	------	-------	-----------	-------------

**Figura 43:** Barra de seleção.

As caixas de lista estão disponíveis para as funções **Trans.** (transdutores), **Meas. Rng.** (fundo de escala) e **Filter** (filtro). Ao clicar com o *mouse* sobre uma dessas funções na linha de um determinado canal, a caixa oferece uma lista com itens que podem ser escolhidos para configuração. Exemplo: ao clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a função **Meas. Rng.** do canal 3 (passo 1. na figura 44) uma lista com possíveis valores de fundo de escala é mostrada (figura 44). O valor atualmente escolhido é mostrado com uma marca. Para mudá-lo basta clicar com o botão do *mouse* sobre o valor de interesse (passo 2. da figura 44).

Chan.	Name	Trans.	Meas. Rng.
1			
2			
3			3mV/V

3mV/V  
 12mV/V  
 125mV/V  
 500mV/V

**Figura 44:** Caixa de lista da função **Meas. Rng.**

A caixa de texto está disponível para a função **Tare Val.** (figura 45). A caixa consiste em de uma área retangular com um fundo de cor diferente. Nesta área pode-se entrar com os dados para fazer com que a tara (ou ajuste de offset) do canal seja um valor positivo ou negativo. Podem ser digitados um máximo de 2 linhas ou 20 caracteres. Aqui é importante ressaltar que o separador de casas decimais é o **ponto**. Para confirmar o valor basta apertar a tecla **Enter** do teclado.

Mark	Chan.	Name	Trans.	Meas. Rng.	Filter	Tare	Shunt	Tare Val.
	1							
	2							
	3							0.50000

**Figura 45:** Caixa de texto da função **Tare Val.**

A caixa de opções está disponível para as funções **Tare** e **Shunt**. Ela permite que a função esteja ativa ou não (figura 46), com uma marca na caixa quando a função está ativa.

Mark	Chan.	Name	Trans.	Meas. Rng.	Filter	Tare
	1					<input type="checkbox"/>
	2					<input type="checkbox"/>
	3					<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 46:** Caixa de opção da função **Tare**.

O botão é uma caixa retangular com uma aparência retangular que ao ser pressionado executa uma função. Está disponível para as funções **Tare** e **Test Device**. O botão **Test**

**Device** apresenta 3 pontos após o nome que indicam que uma nova caixa de diálogo aparecerá depois que o botão for pressionado.

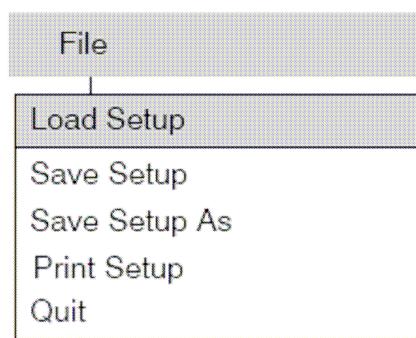
### 2.7.2 Barra de menu

A barra de menu (figura 47) permite que várias opções sejam acessadas com um clique do mouse.



**Figura 47:** Barra de menu.

A opção **File** permite que 5 funções sejam acessadas, como mostrado na figura 48.

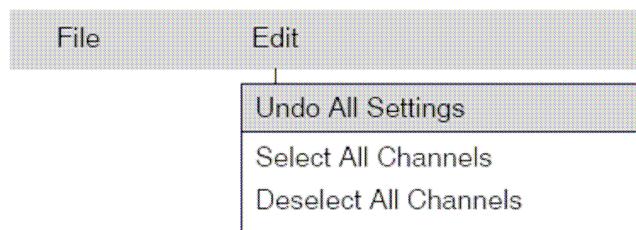


**Figura 48:** Funções disponíveis na opção **File** da barra de menu.

- **Load Setup** – uma configuração pré-armazenada pode ser selecionada e enviada ao Spider8.
- **Save Setup** – a atual configuração é armazenada num arquivo. Se o arquivo não existe então deve ser fornecido um nome para o arquivo e o diretório de destino. O arquivo pode ser salvado como um arquivo binário (extensão **.sp8**) e ser carregado depois ou como um arquivo texto (extensão **.txt**) que não poderá ser carregado de novo.
- **Save Setup As** – salva uma configuração com outro nome.
- **Print Setup** – a configuração é impressa pela impressora, se houver alguma conectada.

- **Quit** – sai do programa de configuração. A configuração atual do dispositivo é salva num arquivo e continuará carregada no dispositivo até que outra configuração seja realizada ou até que o dispositivo seja desligado.

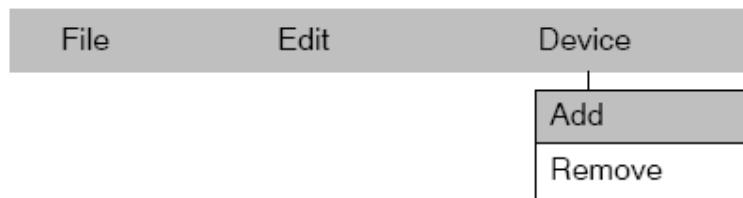
A opção **Edit** (figura 49) fornece 3 funções. São elas:



**Figura 49:** Funções disponíveis na opção **Edit** da barra de menu.

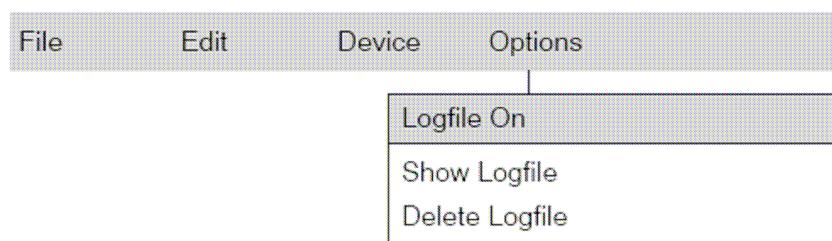
- **Undo All Settings** – todas as alterações feitas desde o início do funcionamento do programa são canceladas.
- **Select All Channels** – todos os canais conectados se tornam ativos.
- **Deselect All Channels** – todos os canais selecionados se tornam inativos.

A opção **Device** (figura 50) apresenta 2 funções que só podem ser utilizadas no modo OFFLINE. Com a função **Add**, um ou mais dispositivos podem ser adicionados (máximo de 6) para serem configurados. A função **Remove** retira um ou mais dispositivos da configuração. A numeração dos canais para vários Spider8 conectados varia de 0 a 8 para o primeiro dispositivo, de 10 a 18 para o segundo e, assim, sucessivamente.



**Figura 50:** Funções disponíveis na opção **Device**.

A opção **Options** (figura 51) apresenta 3 funções descritas a seguir.



**Figura 51:** Funções disponíveis na opção **Options**.

- **LogFile On** – toda a comunicação entre o programa e o Spider8 é gravada. Se esta função for selecionada de novo a gravação é interrompida.
- **Show Logfile** – a gravação pode ser lida.
- **Delete Logfile** – a gravação é apagada.

A opção **Help** (figura 52) permite acessar um arquivo de ajuda completo sobre o dispositivo, através da função **Contents**, especificando conexões de transdutores, as funções de aquisição desenvolvidas e seus protótipos e muitas outras informações relevantes para o funcionamento do Spider8.



**Figura 52:** Função disponível na opção **Help**.

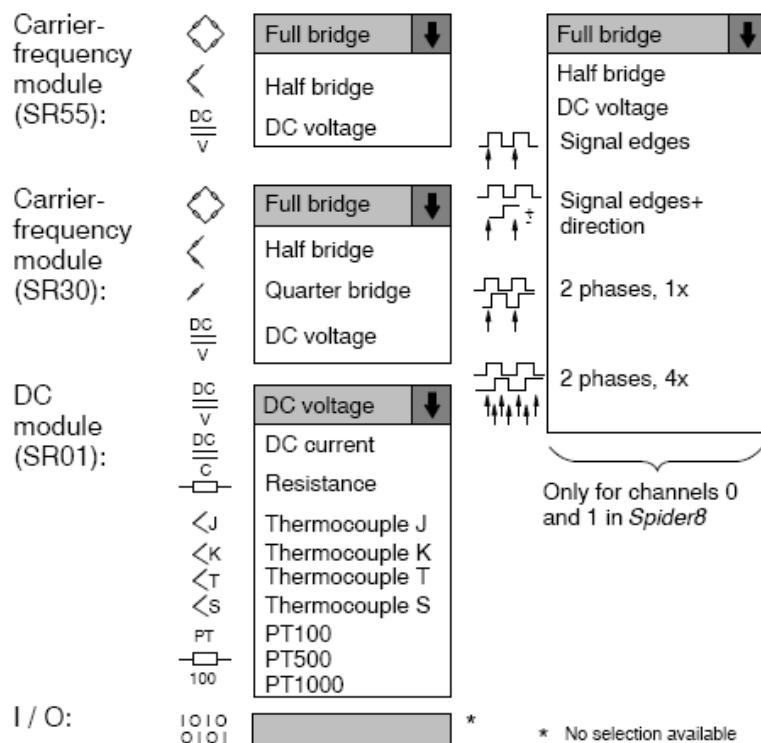
### 2.7.3 Marcando canais

Marcando simultaneamente diversos canais, as configurações para os mesmos podem ser feitas ao mesmo tempo. Configurando-se um canal, as mesmas configurações serão transferidas para os outros canais marcados, desde que isso seja possível. Isto é feito do mesmo modo que no **Windows Explorer**, segurando a tecla **Shift** ou a tecla **Ctrl**. Para marcar canais consecutivos clique com o *mouse*, na coluna **Mark**, sobre o primeiro canal desejado. Segure a tecla **Shift** e depois clique com o *mouse* no último canal desejado. Para marcar canais não consecutivos, clique com o *mouse* sobre o primeiro canal desejado. Segure a tecla **Ctrl** e clique em todos os outros canais desejados.

### 2.7.4 Funções da barra de seleção

Passando rapidamente pelas 3 primeiras funções, a função **Mark** é utilizada para selecionar uma canal que será configurado ou que será lido. **Chan.** e **Name** fornecem o número e o nome do canal, respectivamente.

A função **Trans.** (figura 53) é utilizada para escolher o tipo de transdutor que será utilizado na medição que se deseja configurar. Os tipos de transdutores são dependentes do canal especificado, isto é, dependem do módulo instalado em cada canal.



**Figura 53:** Opções da função Trans.

As opções **Signal edges**, **Signal edges+direction**, **2 phases**, **1x e 2 phases**, **4x** só estão disponíveis nos canais 0 e 1. Em **Signal edges**, se apenas um sinal é medido, então as transições positivas do sinal são contadas. Em **Signal edges+direction**, se dois sinais são medidos (lidos nos dois pinos de entrada que podem ser utilizados para medição de pulsos e de fase - ver figura 34), então as transições do primeiro canal são contadas (períodos) e o estado do segundo canal (nível alto ou baixo) define a direção (contagem *up* ou *down*). Em **2 phases**, **1x** se dois sinais são medidos, a transição de um sinal é interpretada e a posição de fase define a direção do sinal. Em **2 phases**, **4x**, se dois sinais são medidos, as transições dos dois sinais são interpretadas e a posição de fase define a direção dos sinais.

A função **Meas. Rng.** (figuras 54a e 54b) define o fundo de escala que pode ser utilizado na medição, de acordo com o transdutor selecionado.

Transducer	Meas. Rng.	Chan.
Full bridge Half bridge Quarter bridge <sup>1)</sup>	3mV/V 12mV/V 125mV/V 500mV/V	0...3; 4...7 (SR55, SR30)
DC voltage	10V	
Signal edges Signal edges + direction 2 phases, 1x 2 phases, 4x	1MHz 100kHz 10kHz 1kHz 10ms 100ms 1s 10s 100s Cnt Cnt/100	Channel 0 and 1 only

<sup>1)</sup> only for SR30

**Figura 54a:** Fundos de escala disponíveis, módulos SR55 e SR30.

Transducer	Meas. Rng.	Chan.
DC voltage	0.1V 1V 10V	4...7 (SR01)
DC current	20mA 200mA	4...7 (SR01)
Resistance	400Ω 4000Ω	4...7 (SR01)
Thermocouples J, K, T, S	0.1V	4...7 (SR01)
PT100, 500, 1000	4000Ω	4...7 (SR01)

**Figura 54b:** Fundos de escala disponíveis, módulo SR01.

A função **Filter** pode ser utilizada para escolher entre 2 tipos de filtro, Butterworth e Bessel, e um filtro variável. Um melhor detalhamento sobre os tipos de filtro será dado na próxima seção.

A função **Tare** define se um canal será zerado quando pressionado o botão **Tare**. O canal será zerado quando a caixa de opção estiver marcada.

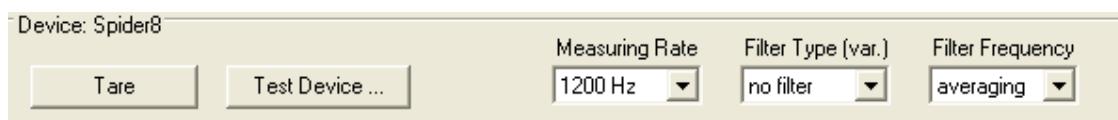
A função **Shunt** deve ser marcada sempre que um resistor de *Shunt* tiver sido conectado (somente disponível para o módulo SR30).

Na função **Tare Val.** pode-se determinar o valor de ajuste que será acrescido ou diminuído do canal desejado.

A função **Meas. Value** apresenta o valor lido pelo canal. O valor mostrado pode ser apresentado na forma decimal, hexadecimal ou binária. Para escolher basta clicar em cima do sinal que se deseja modificar e escolher a representação mais conveniente. Utilizando a porta de entrada/saída, canal 8, os sinais de saída podem ter representação binária. Através do programa de configuração os valores de saída desta porta também podem ser definidos, bastando clicar com o botão direito do *mouse* em cima do bit desejado e escolher seu nível (0 ou 1). Esta função não está disponível para o modo OFFLINE.

#### 2.7.5 Botões do programa

Existem 5 botões específicos no programa (figura 55).

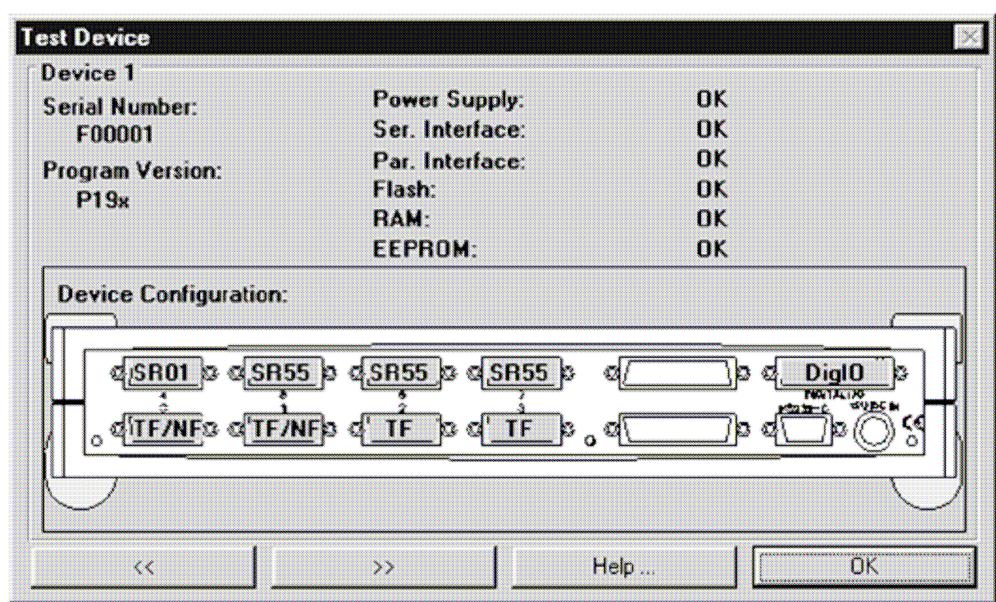


**Figura 55:** Botões no programa de configuração.

- **Tare** – é executado em todos os canais onde a função **Tare** foi selecionada. Os novos valores mostrados na coluna **Tare value**. O novo valor de referência zero é subtraído do valor medido pelo canal.
- **Test Device** – uma nova janela com o *status* sobre alguns elementos dos Spider8 que estão conectados são mostrados, bem como os tipos de módulos instalados em cada canal (figura 56). Para retornar ao programa, clicar **OK**.
- **Measuring Rate** – os módulos amplificadores realizam medições a uma taxa de amostragem que variam de 1 a 9600 amostras por segundo. Dependendo da taxa de amostragem escolhida, diferentes valores de freqüência de corte são disponibilizados para que sejam aplicados ao filtro. Se a freqüência de corte em uso não puder ser utilizada com a taxa de amostragem selecionada, então a freqüência de corte mais

próxima é escolhida automaticamente. Na tabela 6 são mostradas as freqüências de corte possíveis em função das taxas de amostragem.

- **Filter Type (var.)** – filtros passa-baixa estão instalados no Spider8 para evitar interferência de freqüências mais altas indesejáveis. Os tipos de filtro disponíveis são Butterworth, Bessel e um filtro de valor médio. O filtro Bessel apresenta a melhor resposta em freqüência, entretanto, apresenta um sobressalto (overshoot) de aproximadamente 10%. O filtro Butterworth apresenta uma curva mais suave, com baixo sobressalto, entretanto, apresenta uma pior banda. No filtro médio são utilizados vários valores para se obter um valor médio.
- **Filter Frequency** – define o valor de freqüência de corte do filtro escolhido em **Filter Type**.



**Figura 56:** Informações sobre o dispositivo fornecidas pela função **Test Device**.

**Tabela 6:** Freqüências de corte disponíveis em função da taxa de amostragem.

Frequência de corte  $f_g$  (Hz) \*

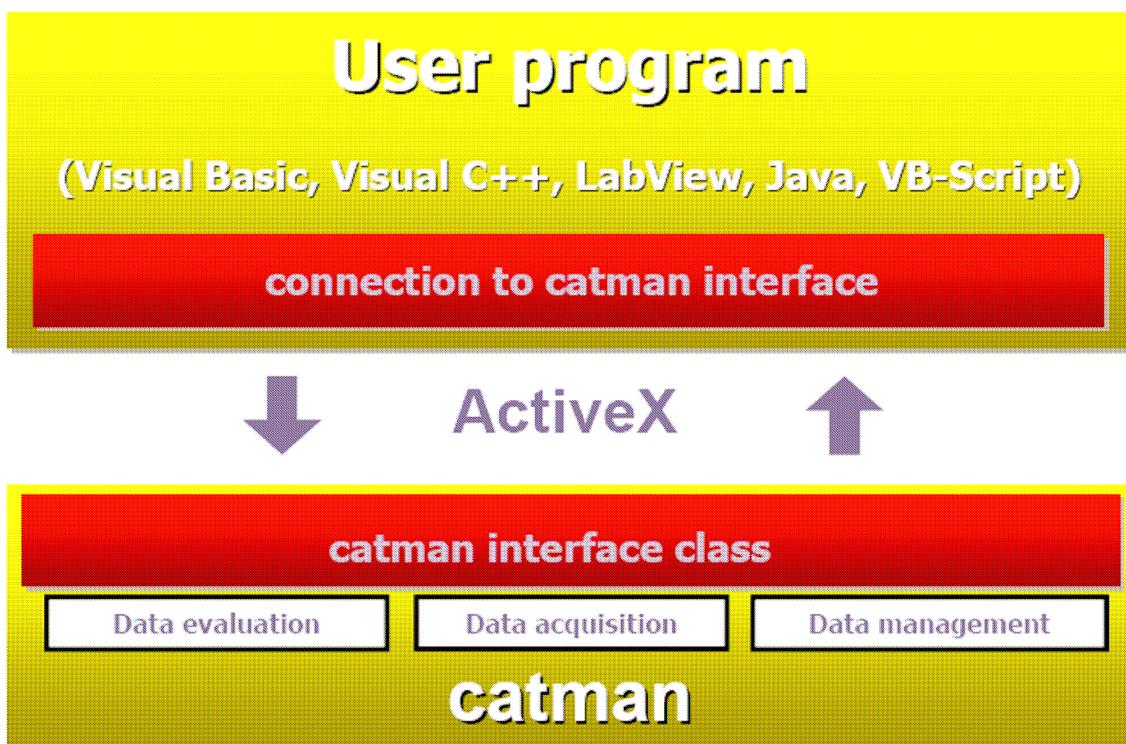
	1200	600	300	150	75	40	20	10	5	2,5	1	0,5	0,25	0,1
9600	(x)	(x)	(x)	x										
4800		(x)	(x)	x	x									
3200			(x)	x	x	x								
2400			(x)	x	x	x								
1600				x	x	x	x							
1200				x	x	x	x							
800					x	x	x	x						
600					x	x	x	x						
400						x	x	x	x					
300						x	x	x	x					
200							x	x	x	x				
150							x	x	x	x				
100								x	x	x	x			
75								x	x	x	x			
60							x	x	x	x				
50								x	x	x	x			
25									x	x	x	x		
10										x	x	x	x	
5											x	x	x	
2												x	x	
1													x	

(x) se aplica ao Spider8-30: a freqüência máxima possível é 150Hz

## 2.8 O Catman ActiveX

ActiveX é um nome de marketing utilizado para uma tecnologia baseada em COM (*Component Object Model*). É uma interface de software aberta que permite a comunicação e a troca de dados entre dois aplicativos diferentes.

O ActiveX permite que sejam anexadas novas funcionalidades ao Catman, tornando o uso do Spider8 ainda mais poderoso. O ActiveX permite o desenvolvimento de programas ou novas funcionalidades nas linguagens LabVIEW (versão 6i ou posterior), Visual Basic, Visual C++, Delphi, Java e VB-Script.



**Figura 57:** Diagrama de funcionamento do ActiveX com o Catman.

Para que o LabVIEW possa ter acesso à classe de objetos do Catman através do ActiveX é necessário que a versão do LabVIEW seja a 6i ou superior. Os passos para utilização do Catman ActiveX com o LabVIEW são descritos a seguir:

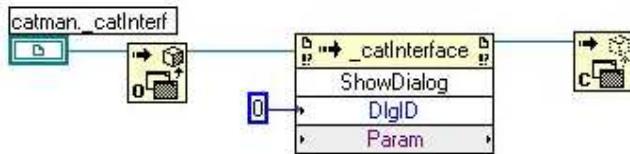
1. Conectando ao Catman ActiveX Server

Antes que se possa acessar qualquer método ou propriedade do servidor é necessário criar um objeto da classe **\_catInterface** fornecido pelo Catman. Esta é a classe principal e a única através da qual se pode instanciar um objeto – todas as outras classes são classes filhas de **\_catInterface** e os objetos correspondentes são criados automaticamente uma vez criado um objeto de **\_catInterface**.

Para criar este objeto coloque um bloco **Open Automation** no seu diagrama. Clique com o botão direito do *mouse* sobre o bloco e selecione a classe ActiveX a partir do menu de contexto e procure na lista de servidores ActiveX disponíveis o de nome **HBM catman application 1.0** (lembre-se que este servidor só será encontrado se o programa Catman tiver sido instalado no seu computador). Uma lista com várias classes é apresentada, de onde se deve escolher a classe **\_catInterface**.

Agora já é possível conectar a saída do **Automation refnum** a um método (**Invoke node**) ou a um **Property node**. Para abrir a tela de definição de entrada e saída do

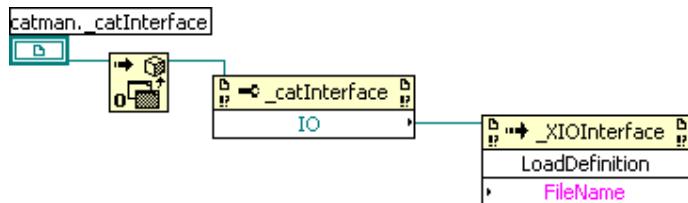
Catman coloque um **Invoke node** no diagrama e conecte sua entrada **Automation refnum** à saída **Automation refnum** do objeto **\_catInterface**. Agora o menu de contexto do **Invoke node** mostra todos os métodos disponíveis nesta classe. Selecione o método **ShowDialog** e coloque zero como valor de entrada para o parâmetro **DigID** (0 abrirá a janela de definições de entrada/saída). Uma vez que os serviços do Catman não são mais necessários, conecte um bloco **Automation close**, como mostrado na figura 58, para fechar o objeto **\_catInterface**. Os parâmetros com fundo cinza são opcionais. O último parâmetro, sendo opcional, não precisa ser ligado.



**Figura 58:** Abrindo janela de definições de entrada/saída do Spider8 no LabVIEW.

## 2. Acessando objetos filhos

O LabVIEW acessa os objetos filhos através de um **Property node**. Coloque um **Property node** no diagrama e ligue sua entrada **Automation refnum** à saída **Automation refnum** do objeto **\_catInterface**. No menu de contexto do **Property node** selecione **IO** para que se possa carregar a definição de entrada/saída do exemplo anterior. Coloque um **Invoke node** no diagrama e ligue a sua entrada **Automation refnum** à saída do **Property node**. Selecione **LoadDefinition** e entre com o nome do arquivo de definição a ser carregado (figura 59). Uma vez que as definições tiverem sido carregadas do arquivo uma rotina de aquisição poderá ser iniciada utilizando os métodos do objeto filho ACQ. O objeto do tipo IO está relacionado a funções de configuração dos canais e do hardware do dispositivo, o objeto do tipo ACQ está relacionado a funções de aquisição, o objeto do tipo DB está relacionado a funções de acesso ao banco de dados do Catman e o objeto MATH está relacionado a funções matemáticas. Os objetos FILEMGR e GUIMGR não são utilizados com o LabVIEW.

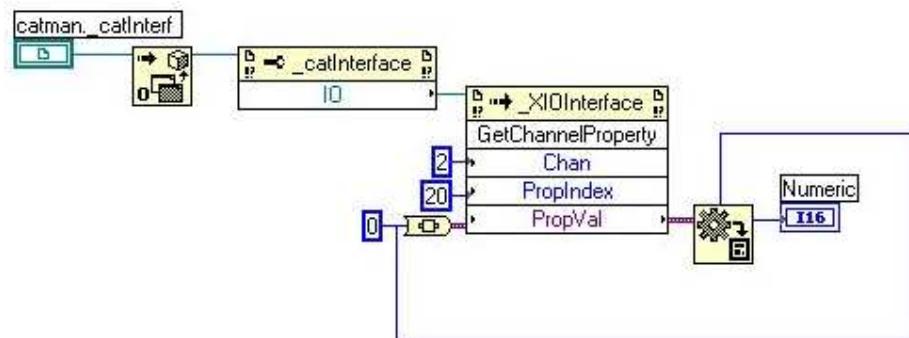


**Figura 59:** Abrindo um arquivo com as definições de entrada e saída do Spider8.

### 3. Parâmetros do tipo VARIANT

Muitos objetos do Catman Server aguardam parâmetros do tipo VARIANT. Particularmente, todo método que retorna algum dado em um parâmetro define este parâmetro como VARIANT. Isto se torna necessário porque o VBScript só suporta este tipo de dado.

Se um parâmetro tem uma entrada e uma saída (isto é, é um ponteiro) o dado de entrada deve primeiro ser convertido em VARIANT antes de ser ligado ao parâmetro de entrada. A saída deve ser convertida de VARIANT para o mesmo tipo do dado de entrada. A figura 60 mostra um exemplo de como isto é realizado usando os blocos **To Variant** e **Variant to Data**.



**Figura 60:** Conversão para o tipo VARIANT.

Alguns exemplos de aquisição utilizando LabVIEW, Microsoft Excell, Visual Basic e Matlab foram disponibilizados pelo fabricante, embora não acompanhem o dispositivo e não sejam simples de serem encontrados. O grande desafio nesse caso é conseguir fazer a comunicação entre o software utilizado e o Spider8, uma vez que não há um tutorial explicando, de maneira eficiente, os passos para se fazer operar o dispositivo com as diferentes linguagens. Aos interessados em expandir as possibilidades do Spider8 com as linguagens VB Script, Java ou C++, sugere-se ler o Catman ActiveX Reference e ainda,

dentro do programa de configuração do Spider8, ler o tópico MS Windows DLL dentro do arquivo de ajuda.

## 2.9 Utilizando o Spider8 com LabVIEW 6i

Primeiramente é importante ressaltar que os passos para utilização do Spider8 com o LabVIEW 6i descritos nesta seção são completamente independentes dos passos de acesso à classe de objetos **\_catInterface** da seção anterior. Esta é uma abordagem diferente que foi utilizada devido ao insucesso no acesso, através do ActiveX, às funções do Catman para desenvolver uma rotina em LabVIEW que realizasse aquisição de dados com o Spider8.

O Spider8 e as bibliotecas disponíveis para operar com o LabVIEW 6i funcionam tanto no Windows 98, onde o projeto foi todo desenvolvido, como no Windows XP, Windows 2000 e Windows NT 4.0.

É necessário que a versão da *firmware* instalada seja a P20 ou superior para que o Spider8 funcione com o LabVIEW. Para saber a versão da *firmware* instalada use a função **Test Device** no programa de configuração do Spider8.

É importante lembrar que as medições somente serão realizadas se o dispositivo for previamente configurado para a aquisição desejada. Isto quer dizer que se uma medição DC estiver sendo realizada estando o canal configurado como transdutor, não haverá nenhuma medição (*overflow*). Para não ter este problema rode sempre previamente o programa de configuração do Spider8 ou rode a função SP8 AI Setup da biblioteca Analog\_In\_SP8.

### 2.9.1 Instalação

Para a operação do Spider8 com o LabVIEW 6i é necessária a instalação de alguns arquivos importantes. Primeiro instale o LabVIEW 6i na sua máquina. Depois, os primeiros arquivos a serem instalados são as DLL's Spider32.dll, Papo32.dll, Intfac32.dll e Interlnk.dll. Estes arquivos devem ser copiados para o diretório **C:\Windows\System**. Verifique a data da Spider32.dll, pois a versão mais atual tem data de fevereiro de 2001 e se a versão da DLL for anterior a esta a comunicação com o Spider8 pode não funcionar direito. Em seguida é necessário instalar o programa de configuração do Spider8, o Spider32 Setup, e ainda instalar uma versão de *firmware* igual ou superior a P20 (no programa de configuração do Spider8 selecione a função **Test Device** para verificar a versão da *firmware* instalada). Na página do

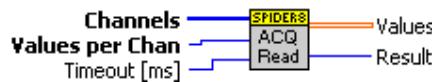
fabricante ([www.hbm.com](http://www.hbm.com)) está disponível a última versão de *firmware* para o dispositivo (sp8firm32). Depois é necessário instalar as bibliotecas do LabVIEW Spider8.llb e Analog\_In\_SP8.llb. Estes dois arquivos devem ser copiados para a pasta user.lib que se encontra na pasta **C:\Arquivos de programas\National Instruments\LabVIEW 6\**. Em seguida crie uma pasta chamada **C:\Arquivos de programas\National Instruments\LabVIEW 6\spider8** e dentro desta crie outra pasta chamada **help**. Copie os arquivos de ajuda da biblioteca Analog\_In\_SP8 (SP8 AI CLEAR, SP8 AI CONFIG, SP8 AI SETUP, SP8 AI START, SP8 AI READ, SP8 AI ACQUIRE WAVEFORMS e SPIDER8 SETUP HELP) para a pasta **help** criada.

### 2.9.2 Biblioteca Spider8

A biblioteca Spider8 foi desenvolvida pela HBM para utilização do Spider8 com o LabVIEW. São muitas funções disponibilizadas que servem tanto para a aquisição de dados quanto para a configuração do dispositivo. Aqui daremos enfoque às funções mais importantes para a operação com o LabVIEW, deixando de lado as funções que servem para fazer o mesmo que o programa de configuração, Spider32 Setup, faz. Estas se tornam desnecessárias, pois suas finalidades são atendidas com o uso do programa de configuração do Spider8.

As principais funções são:

- S8\_ACQRead



**Figura 61:** Função S8\_ACQRead.

O número de amostras especificado por canal é lido. Entretanto, a aquisição deve ser antes iniciada com a função S8\_ACQStart. Para medições que requeiram velocidade na aquisição dos dados utilize o modo EPP.

**Sintaxe:** long S8\_ACQRead(long Num, long Timeout, float \*MWBuf);

**Entrada:**

Num – número de amostras por canal (máximo 3000). Usar aproximadamente 10% da freqüência de amostragem da função S8\_ACQStart.

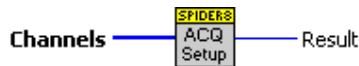
Timeout – depois deste tempo, em milissegundos a medição é encerrada.

**Saída:**

MWBuf – *buffer* com os valores medidos.

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_ACQSetup



**Figura 62:** Função S8\_ACQSetup.

Os canais desejados serão ativados para medição.

**Sintaxe:** long S8\_ACQSetup(long \*Chans);

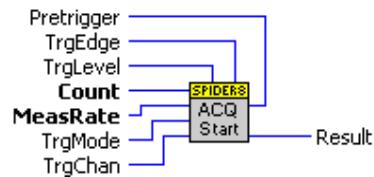
**Entrada:**

Chans – lista com os canais a serem medidos.

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_ACQStart



**Figura 63:** Função S8\_ACQStart.

A aquisição será iniciada com a freqüência de amostragem e as condições de *trigger* desejadas, podendo o número de amostras especificado ser lido com a função S8\_ACQRead.

**Sintaxe:** long S8\_ACQStart(long Count, long MeasRate, long TrgMode, long TrgChan, float TrgLevel, long TrgEdge, long PreTrg);

**Entrada:**

Count – número de amostras por canal (máximo 20000). Se for especificado zero a aquisição é contínua.

MeasRate – freqüência de amostragem do sinal. Se especificado -1 a atual freqüência de amostragem não é alterada.

TrgMode – modos de trigger possíveis: immediate, external trigger, internal trigger e TRG command.

TrgChan – número do canal de trigger. O canal deve estar no primeiro Spider8.

TrgLevel – nível do trigger. Deve estar dentro da faixa de medição.

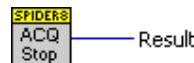
TrgEdge – limite do trigger. Modos possíveis: positive edge, negative edge, measured value greater than trigger level e measured value less than trigger level.

PreTrg – pré trigger. Número de amostras a serem medidas antes do evento de trigger (zero a 200).

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_ACQStop



**Figura 64:** Função S8\_ACQStop.

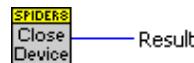
A medição é terminada.

**Sintaxe:** long S8\_ACQStop();

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_CloseDevice



**Figura 65:** Função S8\_CloseDevice.

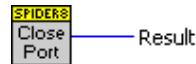
A estrutura variável é apagada e o espaço de memória utilizado é liberado.

**Sintaxe:** long S8\_CloseDevice();

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_ClosePort



**Figura 66:** Função S8\_ClosePort.

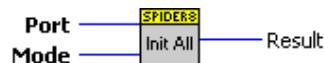
A porta em uso é fechada.

**Sintaxe:** long S8\_ClosePort();

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- S8\_InitAll



**Figura 67:** Função S8\_InitAll.

A porta selecionada e o Spider8 são inicializados.

**Sintaxe:** long S8\_InitAll(long Port, long Mode);

**Entrada:**

Port – porta desejada.

PORTE\_COM1 (1) -- COM1

PORTE\_COM2 (2) -- COM2

PORTE\_LPT1 (90) -- LPT1

PORTE\_LPT2 (91) -- LPT2

Mode – modo de operação da porta escolhida.

COM1, COM2: selecionar a taxa de aquisição(600 ...115200 Baud)

LPT1, LPT2: modo da porta paralela

NibbleMode - 1

Bit8Mode - 2

ByteMode - 3

EPPMode – 4

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

As demais funções são apresentadas abaixo.

- S8\_ACQShuntCal
- S8\_DoTara
- S8\_GetChanSettings
- S8\_GetDevSettings
- S8\_GetErrorStatus
- S8\_GetIndexString
- S8\_GetPsbleChanSettings
- S8\_GetPsbleDevSettings
- S8\_GetSystemSettings
- S8\_GetVersion
- S8\_LoadChanSettings
- S8\_LoadDevSettings
- S8\_MeasOneVal
- S8\_OpenDevice
- S8\_OpenPort
- S8\_ReadPort
- S8\_ReadSettings
- S8\_SaveChanSettings
- S8\_SaveDevSettings
- S8\_SetChanSettings
- S8\_SetDevSettings
- S8\_TareSetup
- S8\_Trigger
- S8\_WritePort
- S8\_WriteSettings

Todas as configurações são armazenadas pelas DLL's numa variável. São 3 as estruturas: S8\_SystemType, S8\_DevType e S8\_Chantype. As DLL's também apresentam valores de constantes e de erros definidos. Para obter mais informações sobre as estruturas, constantes, valores dos erros e sobre as funções acesse a seção **MS Windows DLL** no arquivo de ajuda do programa de configuração do Spider8.

Para que não haja nenhum problema durante a aquisição de dados, aconselha-se sempre usar a porta paralela e o modo EPP (Enhanced Parallel Port), já que é o modo mais rápido disponível.

### 2.9.3 Biblioteca Analog\_In\_SP8

A biblioteca Analog\_In\_SP8 foi criada com o intuito de tornar mais simples a programação em LabVIEW de rotinas para aquisição de sinais com o Spider8. Elas foram desenvolvidas com uma aparência similar àquela das funções de aquisição da biblioteca Analog In presente no LabVIEW para que usuários já familiarizados com estas funções de aquisição sintam maior facilidade no seu uso.

As funções da biblioteca Spider8 apresentam, em alguns casos, muitos parâmetros de entrada que não são de interesse do usuário. Em outros casos, as funções são desnecessárias, uma vez que suas atribuições são realizadas pelo programa de configuração do Spider8. Portanto, nesta biblioteca foram utilizadas só as funções necessárias à aquisição de dados com o Spider8 e estas foram simplificadas, tendo a maior parte de suas entradas sido passadas como constantes. Esta biblioteca encontra-se ao lado da biblioteca Spider8 em **User Libraries** (figura 68).

A função SP8 AI SETUP foi desenvolvida sem nenhuma conexão a qualquer das funções da biblioteca Spider8 e fornece a opção de abertura do programa de configuração, bem como de um arquivo de ajuda.

Para as demais funções desta biblioteca foram utilizadas as principais funções da biblioteca Spider8, desenvolvida pela HBM. Estas funções nada mais são do que a repetição das principais funções da biblioteca Spider8 com uma aparência similar às funções da biblioteca Analog In do LabVIEW. Estas funções são organizadas dentro de uma lógica de aquisição, se houver mais de uma função Spider8 encapsulada, podendo algumas variáveis de entrada ser passadas como constantes na nova função.

A função SP8 AI ACQUIRE WAVEFORMS realiza aquisição do número de amostras especificado nos canais escolhidos, a uma taxa de amostragem especificada. Esta função utiliza as funções S8\_Init\_All, S8\_ACQ\_Setup, S8\_ACQ\_Start, S8\_ACQ\_Read e S8\_ACQ\_Stop da biblioteca Spider8, organizadas sob uma lógica de aquisição. Grande parte dos parâmetros de entrada das funções utilizadas foi passada como constante, ficando a função SP8 AI ACQUIRE WAVEFORMS com apenas 3 variáveis de entrada.

A função SP8 AI CONFIG inicializa o Spider8 e utiliza as funções S8\_Init\_All e S8\_ACQ\_Setup da biblioteca Spider8. Todas as variáveis de entrada destas funções são utilizadas também como variáveis de entrada na nova função.

A função SP8 AI CLEAR finaliza a aquisição e utiliza as funções S8\_ACQ\_Stop, S8\_Close\_Device e S8\_Close\_Port da biblioteca Spider8. Esta função não possui variáveis de entrada.

A função SP8 AI START inicializa a aquisição e utiliza a função S8\_ACQ\_Start da biblioteca Spider8. As variáveis de entrada de especificação do evento de *trigger* da função S8\_ACQ\_Start são passadas como constantes nesta nova função.

A função SP8 AI READ realiza a aquisição dos dados e utiliza a função S8\_ACQ\_Read da biblioteca Spider8. A variável de entrada da função S8\_ACQ\_Read, timeout, é passada como constante para a função criada.



**Figura 68:** Localização da biblioteca Analog\_In\_SP8.

A seguir estão listadas as funções com suas descrições e parâmetros.

- **SP8 AI ACQUIRE WAVEFORMS**



**Figura 69:** Função SP8 AI ACQUIRE WAVEFORMS.

A porta LPT1 e o Spider8 são inicializados no modo EPP. São especificados o número de amostras que serão medidas e a freqüência de amostragem do sinal.

#### Entrada:

Channels – especifica os canais a serem medidos.

Number of Samples/ch – número de amostras por canal. Usar aproximadamente 10% de Scan Rate.

Scan Rate – freqüência de amostragem da medição.

#### Saída:

Values – matriz de valores lidos.

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- **SP8 AI CLEAR**



**Figura 70:** Função SP8 AI CLEAR.

A aquisição é terminada. A partir deste momento dados não podem mais ser lidos. A estrutura variável interna é apagada e a memória alocada para ela é liberada. A porta atual de medição é fechada.

#### Saída:

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

- **SP8 AI CONFIG**



**Figura 71:** Função SP8 AI CONFIG.

A porta selecionada (padrão LPT1) e o Spider8 são inicializados. Os canais desejados serão ativados para aquisição.

**Entrada:**

Port – porta desejada (COM1, COM2, LPT1, LPT2).

Mode – modo de medição (padrão modo EPP).

- se for a porta serial a taxa deve estar entre: 600 ...115200 Baud.

- se for porta paralela:

NibbleMode - 1

Bit8Mode - 2

ByteMode - 3

EPPMode - 4

Channels – especifica os canais que serão medidos.

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

• **SP8 AI READ**



**Figura 72:** Função SP8 AI READ.

O número de amostras por canal solicitado é lido. Entretanto, a medição deve ser iniciada com a função SP8 AI START.

**Entrada:**

Channels – vetor com os canais selecionados.

Number of Scans to Acquire – número de amostras a serem realizadas. Usar aproximadamente 10% de Scan Rate da função SP8 AI START.

Timeout – depois do tempo especificado, em milissegundos, a função pára a aquisição.

**Saída:**

Values – *buffer* com os valores medidos.

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

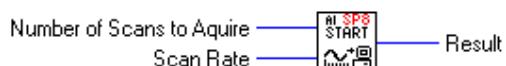
- **SP8 AI SETUP**



**Figura 73:** Função SP8 AI SETUP.

Configura uma operação de entrada analógica para o conjunto de canais especificados. Esta função abre o programa de configuração do Spider8, Spider32 Setup, para que o dispositivo possa ser configurado para aquisição de dados. Esta função também permite que um breve arquivo de ajuda sobre as funções da biblioteca Analog\_In\_SP8 e sobre o programa Spider32 Setup.

- **SP8 AI START**



**Figura 74:** Função SP8 AI START.

A medição será iniciada com a taxa de amostragem especificada e o número de amostras será lido com a função SP8 AI READ.

**Entrada:**

Number of Scans to Acquire – número de amostras por canal. Se for zero então a aquisição é contínua.

Scan Rate – número de amostras por segundo (Hz).

**Saída:**

Result – código de retorno da função. Se for diferente de zero um erro ocorreu.

Embora a porta paralela seja a mais rápida, e dentro desta o modo EPP (Enhanced Parallel Port) o mais rápido, não foi retirado do usuário, através da função SP8\_AI\_CONFIG, o direito de escolher a porta e o modo de operação que mais lhe for conveniente. Entretanto deve-se ressaltar que a aquisição com o Spider8 requer uma grande velocidade e que, na maior parte das vezes, esta condição não será atendida pela porta serial e também pelos outros

modos de operação da porta paralela, que são mais lentos. Os modos de operação mais lentos requererão taxas de amostragem menores.

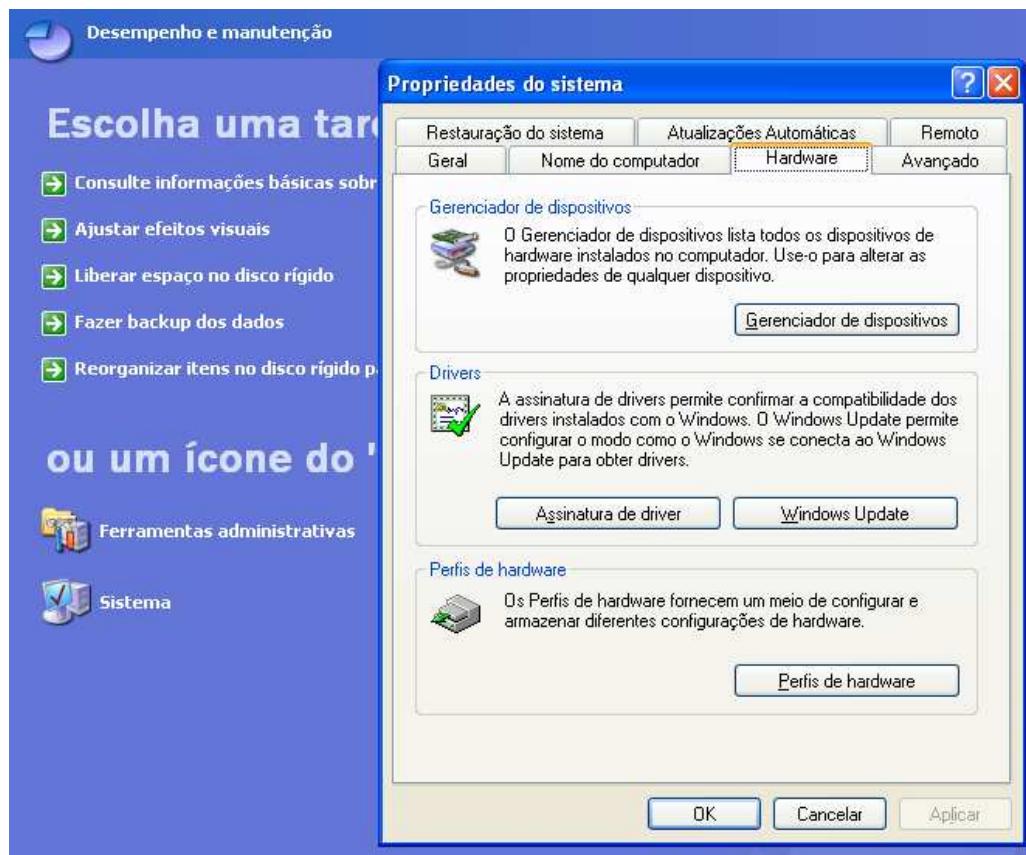
#### 2.9.4 Acessando a porta paralela nas plataformas Windows XP, 2000 e NT

Nas plataformas Windows XP, Windows 2000 e Windows NT 4.0 não é permitido o acesso direto à porta paralela do computador. Para conseguir liberar o acesso à porta é necessário rodar algum programa que habilite a comunicação pela porta paralela ou algum *driver* ou ainda mudar as configurações da porta. Há muitos programas na *internet* que fazem isso e também há um *driver* disponibilizado pela HBM para a liberação da comunicação da porta paralela. Para qualquer das opções de liberação da comunicação através da porta paralela é necessário estar *logado* ao computador com direitos de administrador.

A maneira aqui sugerida de acesso à porta paralela é através do *driver* **NT\_IODRV.EXE**, que permitirá que a DLL Spider32 se comunique através da LPT1. Se o computador já estiver ligado, ligue o seu Spider8, rode o *driver* e reinicie o computador. A porta paralela estará liberada para comunicação com o Spider8. Se o computador ainda não estiver ligado, ligue o Spider8, ligue o computador, rode o *driver* e a porta paralela estará liberada. Se o *driver* não for encontrado, ao instalar o programa Catman uma cópia do *driver* é instalada na pasta **C:\Windows\System32**.

Outra maneira de acessar a porta paralela é modificando as propriedades da porta. Em **Painel de Controle** entre em **Desempenho e Manutenção**. Em seguida entre em **Sistema**, clique na opção **Hardware** e entre em **Gerenciador de dispositivos** como mostrado na figura 75a. Depois, entre nas propriedades da porta paralela com um duplo clique sobre **Porta de impressora**. Selecione **Configurações de porta** e marque **Usar qualquer interrupção atribuída à porta** como mostrado na figura 75b. O Windows deve reconhecer a porta LPT1 como **Printer Port** e não como **ECP Printer Port**. Se estiver como ECP, em **Driver** clique em **Atualizar driver** e escolha **Printer Port**. Também, na opção **Recursos** o **Tipo de recurso** deve ser **Intervalo de E/S** e em Configuração deve ser **0378 – 037F** (figura 75c). Clicar em **OK** para sair. Ligue o Spider8, se ele não estiver ligado, e reinicie a máquina. Essas configurações são salvas. Portanto, toda vez que novas medições forem ser realizadas com o Spider8, inicie-o antes de iniciar o computador. Se isto não for feito será necessário reiniciar o computador depois de o Spider8 ter sido ligado e antes que qualquer medição possa ser realizada. Uma nota importante é que na configuração da BIOS o modo de operação da porta paralela deve ser Bidirecional, EPP ou ECP+EPP.

Também se tentou acessar a porta paralela usando o programa **Userport**, mas sem sucesso. Isto não quer dizer que este programa não funciona, apenas não se obteve sucesso nas poucas tentativas realizadas. Este programa pode ser encontrado e baixado na internet.



**Figura 75a:** Liberando a porta paralela.

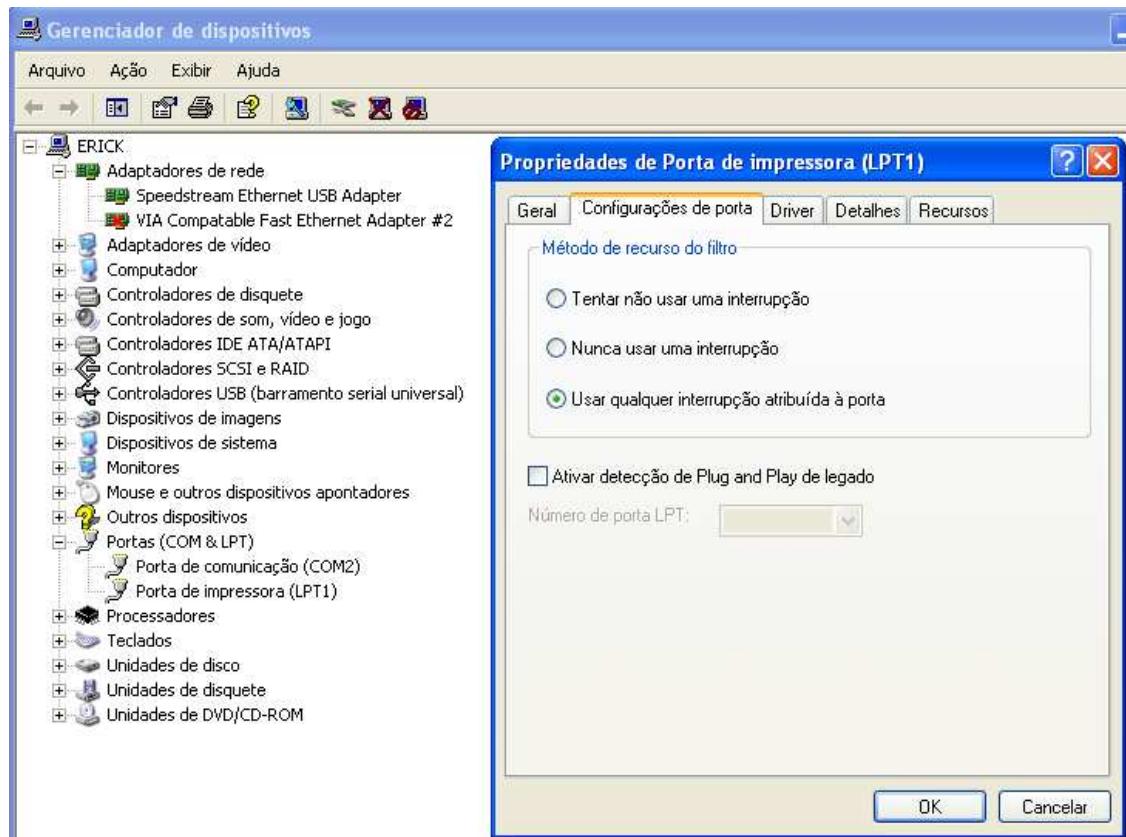


Figura 75b: Liberando a porta paralela.

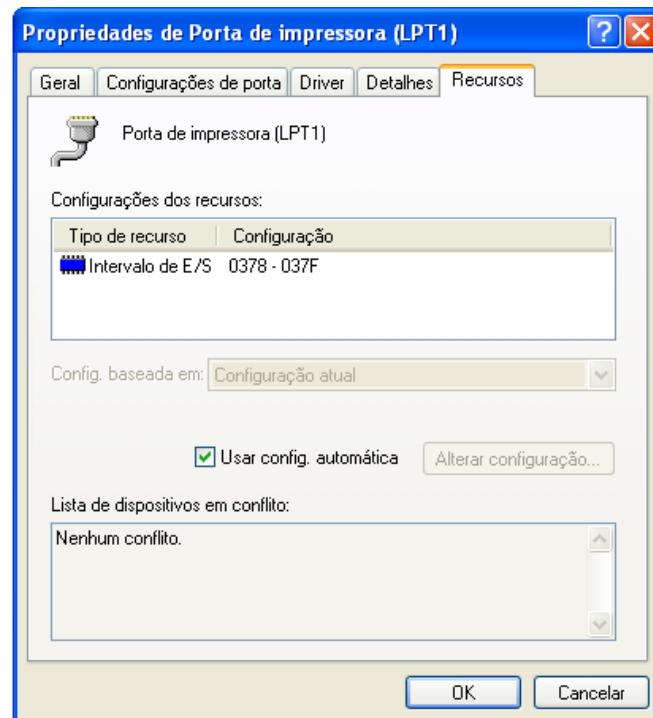


Figura 75c: Liberando a porta paralela.

## 2.9.5 Arquivos de instalação

Para maior comodidade e facilidade dos usuários que irão trabalhar com o Spider8 desenvolvendo rotinas em LabVIEW, foram criados 2 arquivos executáveis de instalação, um para Windows 98 e outro para Windows XP, que instalam todos os arquivos necessários para o funcionamento do sistema com o LabVIEW. Não foram feitos testes para a instalação nos sistemas Windows 2000 e NT. Entretanto, é possível que um dos arquivos de instalação funcione com sucesso nessas plataformas. Isto se deve ao fato de as versões do DOS serem diferentes entre os sistemas operacionais. Portanto, o batch de instalação que é rodado pode conter algum comando não reconhecido pela versão DOS presente no sistema operacional.

Os arquivos de instalação são **arq\_instalacao\_win98** e **arq\_instalacao\_winXP**. Os arquivos e programas que são instalados ao rodar estes executáveis estão listados a seguir:

- Programa Spider32 Setup com a firmware versão P23
- DLL's Spider32, Papo32, Intfac32, Interlnk
- Bibliotecas Spider e Analog\_In\_SP8
- Arquivos de ajuda da biblioteca Analog\_In\_SP8
- Driver NT\_IODRV.EXE na versão Windows XP
- Exemplos

Utilize sempre os destinos padrões apresentados durante a instalação dos softwares. Isto é importante uma vez que alguns arquivos da instalação estão direcionados para estas pastas. Escolha o idioma Inglês quando perguntado durante a instalação.

## Capítulo 3

### Eletromiografia

#### 3.1. Introdução

Ao fim do século XVIII, Galvani deu um grande passo para a investigação sobre a atividade elétrica associada aos músculos, ou seja a eletromiografia – registro da atividade elétrica muscular - ao demonstrar que o tecido muscular se contrai ao ser estimulado por corrente elétrica. Isto impulsionou os estudos nos anos seguintes levando à criação do primeiro eletromiógrafo. Nas décadas de 1940 e 1950 houve a popularização do eletromiógrafo nos estudos de controle motor e função muscular. Nas décadas seguintes a eletromiografia se desenvolveu ainda mais, tornando possível o seu uso na identificação de miopatias, neuropatias e doenças da junção neuromuscular (Button V. L. S. N., 2002).

Como já mencionado, a eletromiografia é o estudo da atividade elétrica dos músculos. A origem de tal atividade elétrica reside no fato de que um tipo específico de neurônio, o moto neurônio alfa, transmite, um impulso, através de reações químicas nas fendas sinápticas, para todas as suas fibras musculares, fazendo com que sofram despolarização. Essas reações químicas ocorrem pela liberação nas sinapses do neurotransmissor chamado acetilcolina, que provoca alteração na permeabilidade nas membranas musculares ao íon sódio, ocasionando uma modificação da concentração dos cátions de sódio e potássio nas membranas musculares gerando atividade iônica. Essa atividade iônica sofre transdução no eletrodo gerando atividade elétrica que é registrada graficamente como eletromiograma (Button V. L. S. N., 2002).

O eletromiograma apresenta componentes em freqüências que variam de 20Hz a 1kHz e amplitudes de 100 $\mu$ V a 90mV, dependendo do sinal estudado e do tipo de eletrodo (Button V. L. S. N., 2002).

Há 2 tipos de eletromiogramas: *o invasivo* ou *intramuscular*, em que eletrodos são introduzidos através da pele até o músculo que se quer medir a atividade elétrica; e o *não invasivo* ou *de superfície*, em que eletrodos são colocados na pele, sobre o músculo que se quer medir atividade elétrica.

Os arranjos de eletrodos usados para captação do eletromiograma podem ser de 2 tipos:

- Monopolar: onde 2 eletrodos são utilizados. Um eletrodo é colocado sobre o músculo de interesse e o outro é colocado sobre um ponto não afetado pela atividade muscular, para que a diferença de potencial entre estes 2 pontos seja medida.
- Bipolar: onde 3 eletrodos são utilizados. Dois eletrodos são colocados nas extremidades do músculo de interesse e o outro eletrodo, utilizado como referência (terra), é colocado sobre um ponto não afetado pela atividade muscular. A diferença de potencial entre os 2 eletrodos é medida tendo como referência terra o terceiro eletrodo.

O eletromiograma pode detectar atividade elétrica anormal nos músculos, indicando possíveis patologias tais como distrofia muscular, inflamação do músculo, miastenia gravis, pinçamento de nervos, hérnia de disco, lesões nervosas periféricas (poliomielite), etc (Button V. L. S. N., 2002).

O eletromiograma vem sendo utilizado largamente na clínica médica. Com isso, os fisioterapeutas podem observar padrões de resposta muscular, início e cessação de atividade, tipo de contração muscular e posição. Avaliando a capacidade dos exercícios de facilitação ou inibição de uma atividade muscular específica os terapeutas podem determinar se metas terapêuticas estão sendo alcançadas. Com o eletromiograma os terapeutas têm facilidade em obter uma documentação científica, visto a necessidade de validação do método e da eficácia terapêutica (Button V. L. S. N., 2002).

### 3.2 O eletromiógrafo utilizado no trabalho

O eletromiógrafo utilizado na implementação da parte prática do trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Instrumentação Biomédica (LIB) do PEB e é o mostrado na figura 76. Trata-se, basicamente, de um amplificador de instrumentação com arranjo bipolar de eletrodos, com impedância de entrada de  $1G\Omega$ , ganho total de 1000 e banda passante de 1kHz. Tal amplificador pode também ser utilizado como um eletrocardiográfico, quando a banda passante é diminuída para 100Hz.



**Figura 76:** Vista frontal do eletromiógrafo.

## **Capítulo 4**

### **Goniometria**

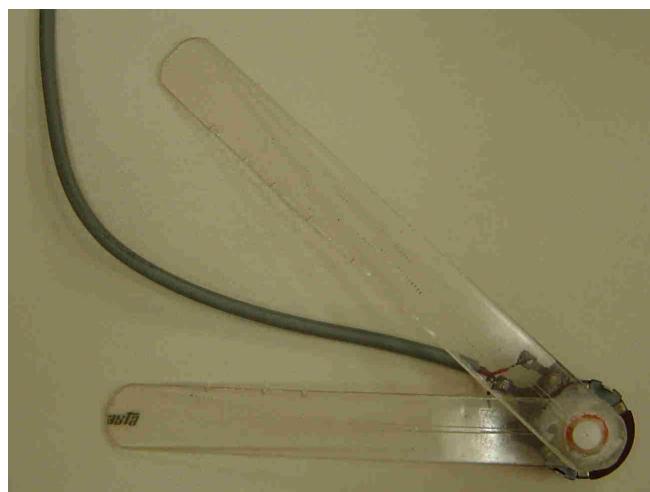
#### **4.1. Introdução**

Goniometria é a medição do deslocamento angular, sendo no caso específico destinado a medição do deslocamento angular articular. É um instrumento importante na avaliação do paciente com incapacidade muscular, neurológica ou esquelética, pois identifica as limitações articulares e também permite que os fisioterapeutas acompanhem quantitativamente a eficácia das intervenções terapêuticas ao longo do processo de reabilitação.

Para medir o deslocamento angular nas articulações utiliza-se o goniômetro, constituído de dois braços unidos no mesmo eixo, sendo um fixo e o outro móvel.

#### **4.2 Goniômetro**

O goniômetro usado foi um eletrogoniômetro potenciométrico, construído a partir de um simples potenciômetro linear de  $4,7k\Omega$ . A escolha do potenciômetro foi baseada na simetria apresentada pelo potenciômetro, objetivando-se encontrar um em que à metade de sua rotação fornecesse aproximadamente 0mV de leitura no Spider8. Tendo apresentado boa simetria, a segunda etapa consistiu na construção dos braços para fixação na articulação desejada, sendo esta a articulação do cotovelo. Para tal, dois braços maleáveis e transparentes, construídos a partir de duas réguas de plástico, foram presos ao potenciômetro, sendo um deles fixo e o outro móvel (figuras 77a e 77b).



**Figura 77a:** Vista superior do goniômetro.



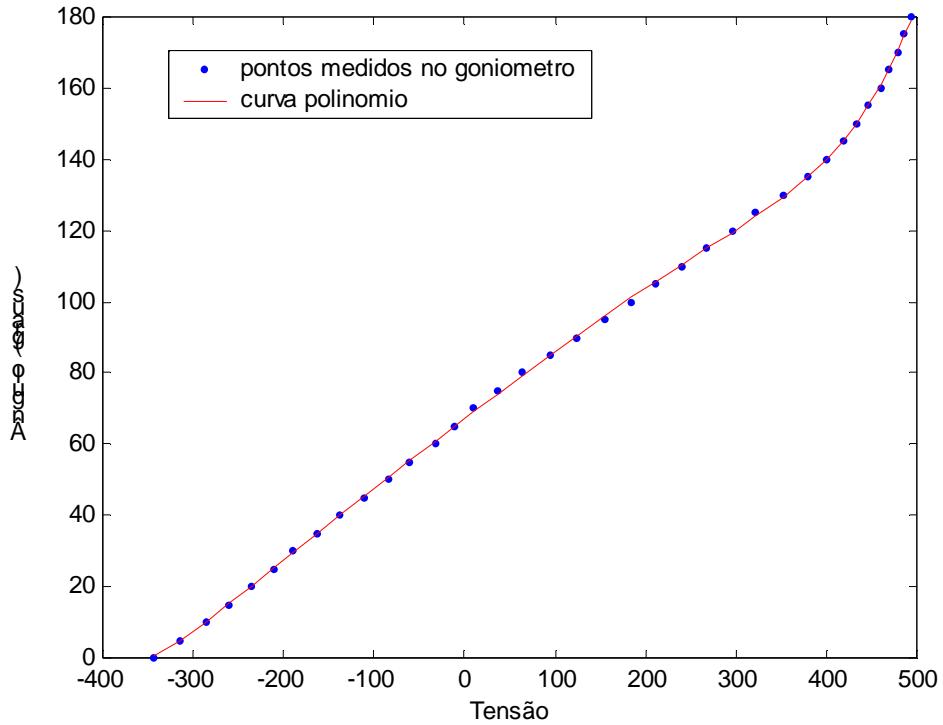
**Figura 77b:** Visão lateral do goniômetro.

Com o auxílio de um transferidor foi realizada a calibração do goniômetro. A faixa angular variou de zero a 180 graus. Durante a calibração foram medidos 37 pontos que correspondem a uma variação de 5 em 5 graus, de zero a 180 graus. Os valores lidos, em mV, forneceram uma curva com uma linearidade muito boa (figura 78). De posse dos valores medidos, era necessária a conversão desses valores medidos em mV em ângulo, medido em graus. Para isso foi utilizada a função do Matlab **polyfit** que, a partir dos pontos fornecidos e da ordem do polinômio desejada, fornece o polinômio característico da função:

$$f(x) = 5,6311e^{-15}x^6 - 5,5691e^{-13}x^5 - 7,8932e^{-10}x^4 + 2,09e^{-8}x^3 - 1,0539e^{-5}x^2 + 0,1907x + 66,9558 \quad (1)$$

onde  $f(x)$  é o valor do descolamento angular em graus e  $x$  é o valor da tensão lida em mV.

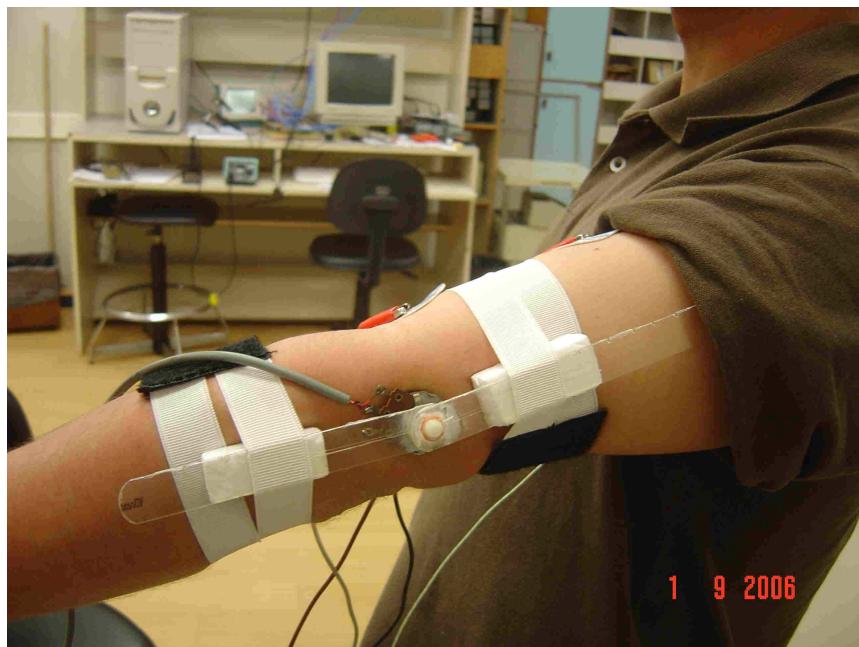
Na figura 78 podemos observar a curva obtida com os dados colhidos com o goniômetro e a curva gerada pelo polinômio de sexta ordem, gerado pela função **polyfit** para representar a função angular do potenciômetro.



**Figura 78:** Curva da função ângulo do goniômetro.

Como se pode observar no gráfico, a curva apresenta uma boa linearidade até aproximadamente 130 graus, ocorrendo uma mudança mais acentuada de não linearidade para ângulos superiores a 150 graus.

Estando o potenciômetro calibrado já foi possível utilizá-lo para medições. Entretanto, o goniômetro deve estar fixado aos segmentos do corpo que definem a articulação alvo. Para fixar o goniômetro ao braço foram confeccionadas duas presilhas que contam com o auxílio de dois calços, cuja finalidade é nivelar os braços do goniômetro ao braço do paciente ou voluntário (figura 79). Observações experimentais com um transferidor mostraram que as leituras dos ângulos são bastante precisas, apresentando um erro de aproximadamente 1 grau.



**Figura 79:** Goniômetro fixado ao braço com as presilhas e os calços.

# Capítulo 5

## Medição de Temperatura

(Guyton, Arthur C., 1988)

### 5.1. Introdução

A maior parte da energia liberada pelo metabolismo dos nutrientes do corpo é transformada em calor. Até mesmo a maior parte da energia que realiza a contração dos músculos é transformada em calor devido ao atrito das articulações e da viscosidade do movimento do próprio músculo.

Centros nervosos localizados no hipotálamo, chamados termostato hipotalâmico, controlam a temperatura corporal regulando tanto a perda quanto a produção de calor.

A perda de calor é regulada pelo controle do fluxo sanguíneo na pele, que controla a intensidade de calor que é transferida da parte central, profunda, do corpo para a superfície, e pelo controle da sudorese, que controla a intensidade de evaporação pela pele. A produção de calor é regulada pela estimulação simpática em todo corpo, o que aumenta o metabolismo das células, pelo aumento do tônus muscular e pela produção de calafrios e, durante longos períodos de tempo, pelo controle da secreção do hormônio tiroidiano que aumenta a intensidade de metabolismo das células.

Utiliza-se o termo febre para descrever um estado em que a temperatura corpórea está acima dos limites da variação normal. Isto ocorre, geralmente, quando há liberação no sangue de proteínas ou polissacarídeos anormais. Estes elementos anormais na corrente sanguínea provocam uma regulação no termostato hipotalâmico, fazendo-o elevar a temperatura a um valor acima do normal. Este quadro ocorre em muitas doenças, o que demonstra a importância da medida da temperatura corporal para se avaliar a gravidade do estado de um paciente.

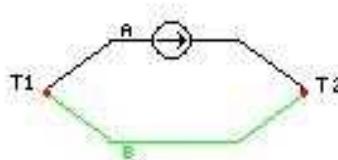
A febre é mais freqüentemente originada por uma infecção bacteriana ou virótica grave, como no caso de uma pneumonia, de uma febre tifóide, de uma tuberculose, de uma difteria, de um sarampo, etc. Uma causa menos freqüente de febre é a originada pela destruição de tecidos do corpo por outro motivo que não a infecção. Após um ataque cardíaco grave a pessoa geralmente tem febre e uma pessoa que foi exposta à radiação nuclear pode apresentar febre nos dias seguintes à exposição.

Pelo exposto acima, fica evidenciada a importância em se poder monitorar constantemente, em tempo real, a temperatura corporal, sendo esta a motivação da incorporação de um sensor de temperatura ao módulo de monitoração de sinais biológicos baseado no Spider8.

## 5.2. Termopar

O instrumento escolhido para realizar a medição da temperatura corporal foi o termopar. Este é um transdutor barato e que pode medir uma grande faixa de temperatura.

O termopar é um sensor de temperatura muito simples e de fácil utilização. O seu funcionamento é descrito pelo chamado *Efeito de Seebeck* que estabelece que se dois condutores metálicos **A** e **B** formam um circuito fechado entre si, então, uma força eletromotriz surgirá entre os condutores e uma corrente percorrerá o circuito, desde que as junções estejam a temperaturas **T1** e **T2** distintas (figura 80). A força eletromotriz é função dos tipos de metais ou liga de metais **A** e **B** e das temperaturas **T1** e **T2**.



**Figura 80:** Funcionamento do termopar.

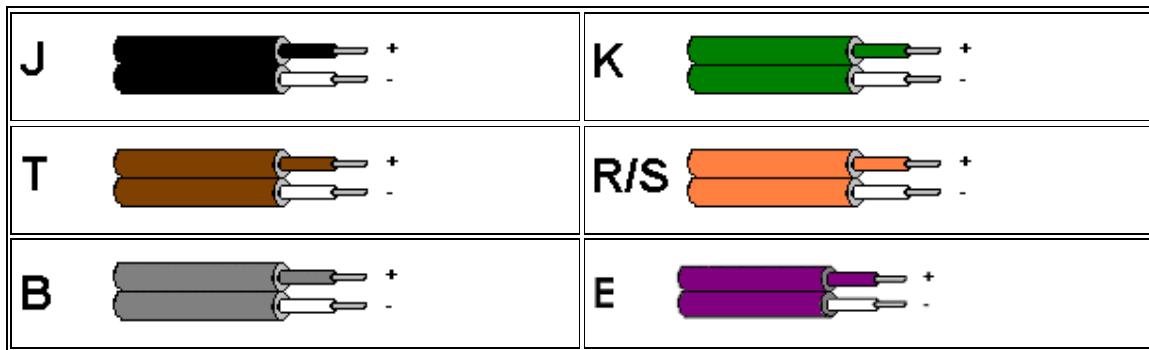
Os termopares são classificados segundo o tipo de metais ou liga de metais que o compõe. A tabela 7 mostra os tipos de ligas de metais que compõe os tipos de termopar mais comuns e a tabela 8 mostra as polaridades dos fios no padrão **BS4937**, que passou a ser adotado mundialmente para se padronizar os diferentes padrões existentes (americano, inglês, alemão, e francês).

**Tabela 7:** Tipos de termopares suportados pelo Spider8.

<b>Tipo</b>	<b>Liga metálica</b>
J	Fe/Cu-Ni
K	Ni-Cr/Ni-Al

T	Cu/Cu-Ni
S	Pt10%Rh/Pt
R	Pt13%Rh/Pt
B	Pt30%Rh/Pt6%
E	Ni-Cr/Cu-Ni

**Tabela 8:** Polaridade dos termopares padrão BS4937.



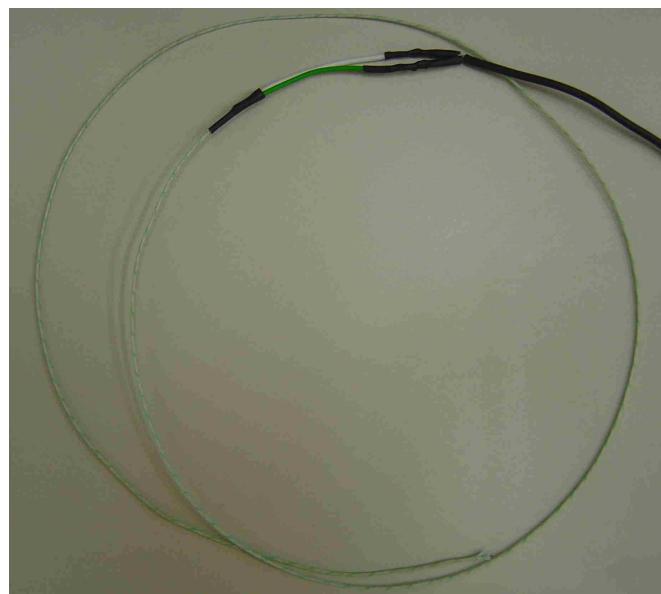
As faixas de temperatura apresentadas no manual de operação do Spider8 diferem um pouco das apresentadas na literatura e nos catálogos de fabricantes. Portanto, os valores apresentados na tabela 9 diferem dos apresentados no manual de operação do Spider8 e seguem o NIST ITS-90 (*National Institute of Standards and Technology International Temperature Scale of 1990*). Os catálogos dos fabricantes podem apresentar diferenças com relação aos valores apresentados à tabela 9, pois são valores que se aplicam especificamente aos termopares em exposição.

**Tabela 9:** Faixa de medição de temperatura dos termopares (NIST ITS-90).

Tipo	Faixa de Temperatura (°C)
J	-210...+1200
K	-270...+1372
T	-270...+400
S	0...+1600
R	-50...+1768
B	0...+1820
E	-270...+1000

É comum se utilizar compensação por junção fria em termopares como forma de calibrar o sensor. Uma das junções é mantida a 0°C, seja por mecanismo físico ou eletrônico. O Spider8 apresenta um esquema de ligação por junção fria (página 36, seção 2.5.10) e também permite que através do seu programa de configuração um valor de ajuste eletrônico seja fornecido para as condições de medida do ambiente.

O termopar adquirido para ser usado no projeto foi um do tipo K (Z3-k-1m código 706-9224), adquirido na Farnell Newark in One, e que pode ser visto na figura 80. Este termopar mede temperaturas entre -50° C e 350° C.



**Figura 80:** Termopar tipo K utilizado.

## Capítulo 6

### O programa de aquisição

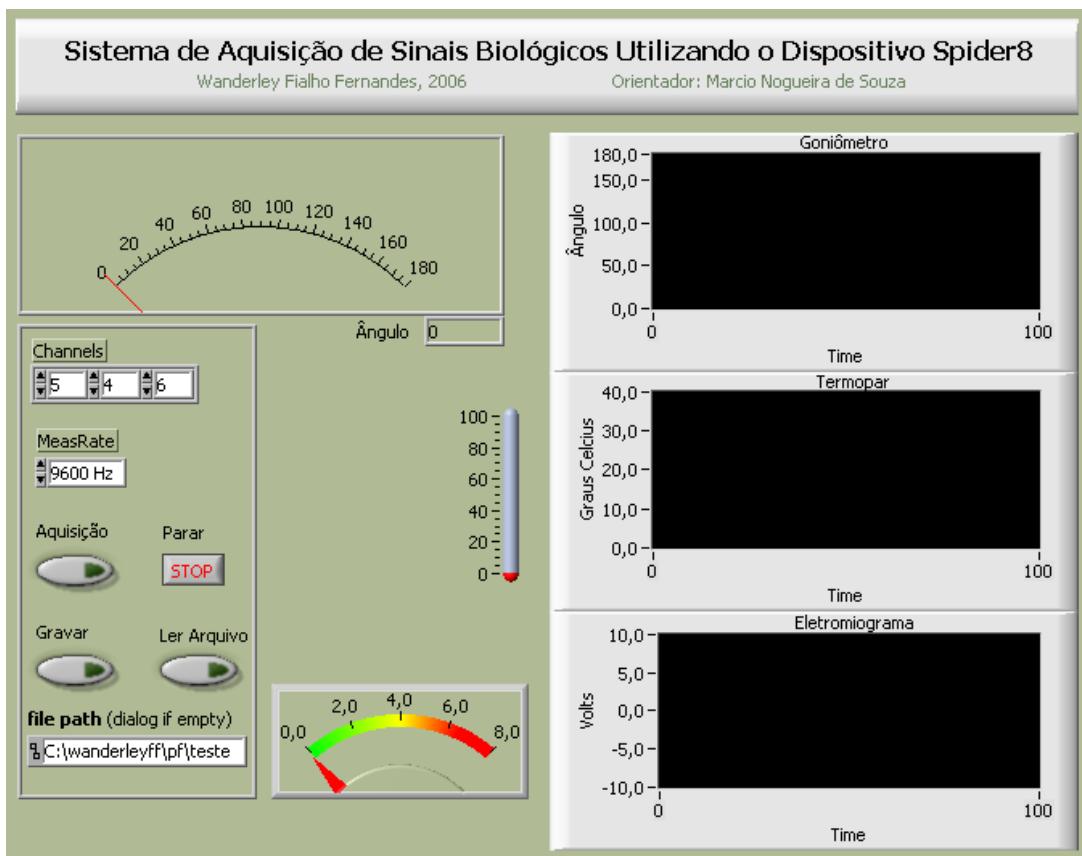
Esta é a parte mais importante do projeto e consiste em transformar os dados coletados pelo Spider8 em informações inteligíveis. O programa de aquisição é uma rotina desenvolvida em linguagem visual G utilizando o software LAbVIEW 6i (National Instruments, USA). Esta linguagem é baseada no uso de blocos funcionais que são ligados por meio de fios e tornam a programação mais fácil, principalmente para aqueles que não são programadores e não tiveram contato com uma linguagem de programação, como, por exemplo, Pascal ou C. Em LabVIEW as rotinas desenvolvidas são chamadas **vi's** e as sub-rotinas dentro dos **vi's** são chamadas **sub-vi's**. O programa de aquisição utiliza as funções mais importantes para a aquisição de dados da biblioteca Spider8 e mais a função Setup, presente na biblioteca Analog\_In\_SP8, que abre o programa de configuração do dispositivo Spider8. As demais funções utilizadas são funções disponibilizadas pelo LabVIEW, tais como transposição de matriz, cálculo de média, concatenação, escrita em arquivo, leitura de arquivo, dentre outras.

O programa desenvolvido teve a finalidade de realizar a aquisição de dados de 3 tipos de sinais, marcadamente deslocamento, temperatura e sinal bio-elétrico (EMG - eletromiograma). Além disso, o programa possibilita que os dados lidos sejam armazenados e recuperados de meio magnético.

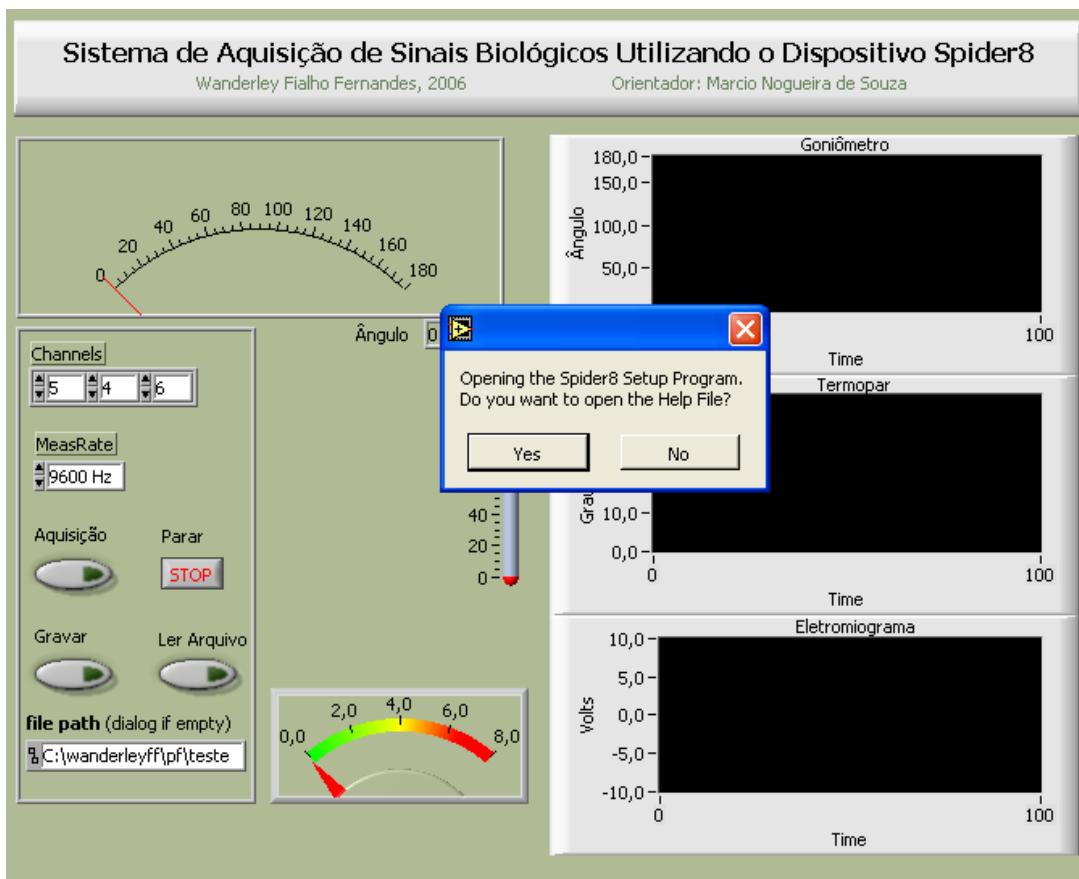
A interface com o usuário foi idealizada para ser o mais simples possível (figura 81), de modo a possibilitar o uso do sistema por profissionais de saúde, que normalmente não estão totalmente familiarizados com o uso de computadores.

Ao rodar o programa, isto é, apertar o botão **Run** do LabVIEW, uma caixa de diálogo surgirá perguntando se o usuário deseja ler o arquivo de ajuda (figura 82) que apresenta tanto as funções desenvolvidas na biblioteca Analog\_In\_SP8, quanto o programa de configuração do Spider8. Após a resposta, e se esta for negativa, mais uma caixa de diálogo se abre (figura 83) perguntando se o usuário deseja abrir o programa de configuração do Spider8. Se a resposta for negativa o usuário tem acesso às funções de controle do programa e pode iniciar uma aquisição ou leitura de um arquivo com dados salvados. As funções de controle estão agrupadas numa caixa na esquerda da tela consistindo dos botões **Aquisição**, **Parar**, **Gravar** e **Ler Arquivo**, da lista **MeasRate** e das caixas de texto **Channels** e **file path**. Se a resposta for afirmativa o usuário terá acesso ao programa de configuração do dispositivo e deverá

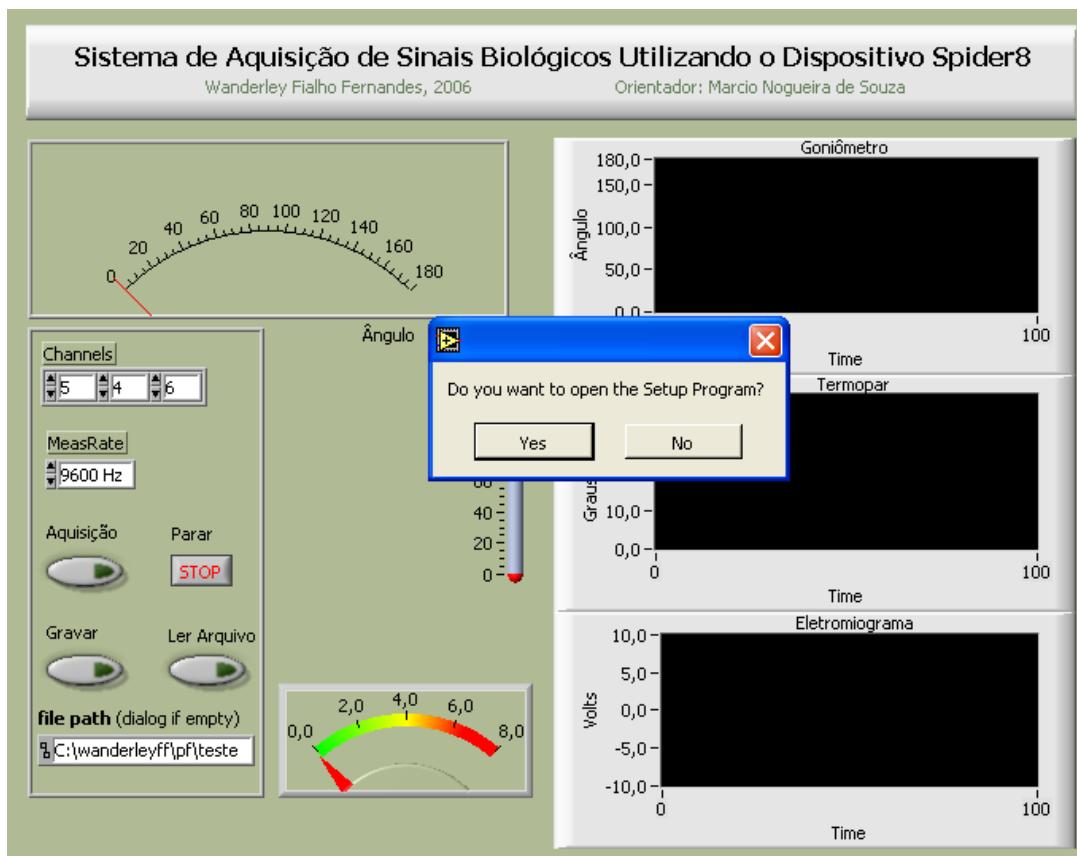
escolher a porta LPT1 e configurá-la no modo EPP (na verdade a porta já é escolhida e configurada dentro da rotina desenvolvida, mas como garantia de não ocorrer problemas durante o funcionamento do Spider32 Setup é preferível que assim seja feito). Confirmando no botão **OK** o usuário entrará na tela do programa Spider32 Setup. O usuário deve então configurar os canais e escolher os tipos de transdutores usados e sair do programa. No caso do programa em questão a configuração se refere a um transdutor em meia ponte com fundo de escala em 500mV/V para ler os dados do goniômetro (canal 4), um transdutor termopar tipo K para leitura do termopar (canal 5) e um transdutor **DC voltage** com 10 V de fundo de escala para leitura do eletromiograma (canal 6). Ao sair do programa estas configurações estarão salvas no dispositivo e continuarão disponíveis enquanto o Spider8 não for desligado ou até que outra configuração do dispositivo tenha sido feita. Ao sair do programa de configuração o usuário também aborta o funcionamento do **vi**. Este procedimento é necessário para o correto funcionamento da função SP8\_AI\_SETUP. Para realizar a aquisição dos dados o usuário deverá rodar de novo o **vi** e quando perguntado se deseja abrir o programa de configuração deverá clicar no botão **Cancel**. Desta forma o usuário tem acesso à aquisição de dados no programa.



**Figura 81:** Interface do programa de aquisição.



**Figura 82:** Janela de opção de abertura do arquivo de ajuda.



**Figura 83:** Janela de opção de abertura do programa de configuração do Spider8.

Antes que se possa iniciar a aquisição é necessário que duas informações sejam passadas ao programa. Primeiro se deve informar os canais nos quais se realizarão as medidas. O número dos canais varia de 0 a 7 no primeiro dispositivo, 10 a 17 no segundo e assim sucessivamente. No presente trabalho só será utilizado 1 dispositivo com 3 canais de leitura. Os canais não precisam ser escolhidos em ordem crescente como pode ser visto na figura 81. Em seguida se deve informar a freqüência de amostragem do sinal, que varia de 1Hz a 9600Hz. É importante lembrar que quanto maior a freqüência de amostragem escolhida, maior será a freqüência de corte do filtro, que tem a freqüência de corte máxima de 1200 Hz para uma taxa de amostragem de 9600Hz utilizando o Spider8 4.8kHz. Para o Spider8-30 (600Hz) a maior freqüência de corte disponível é a de 150Hz a uma freqüência de amostragem do sinal de 9600Hz. Estas informações estão disponíveis na tabela 6.

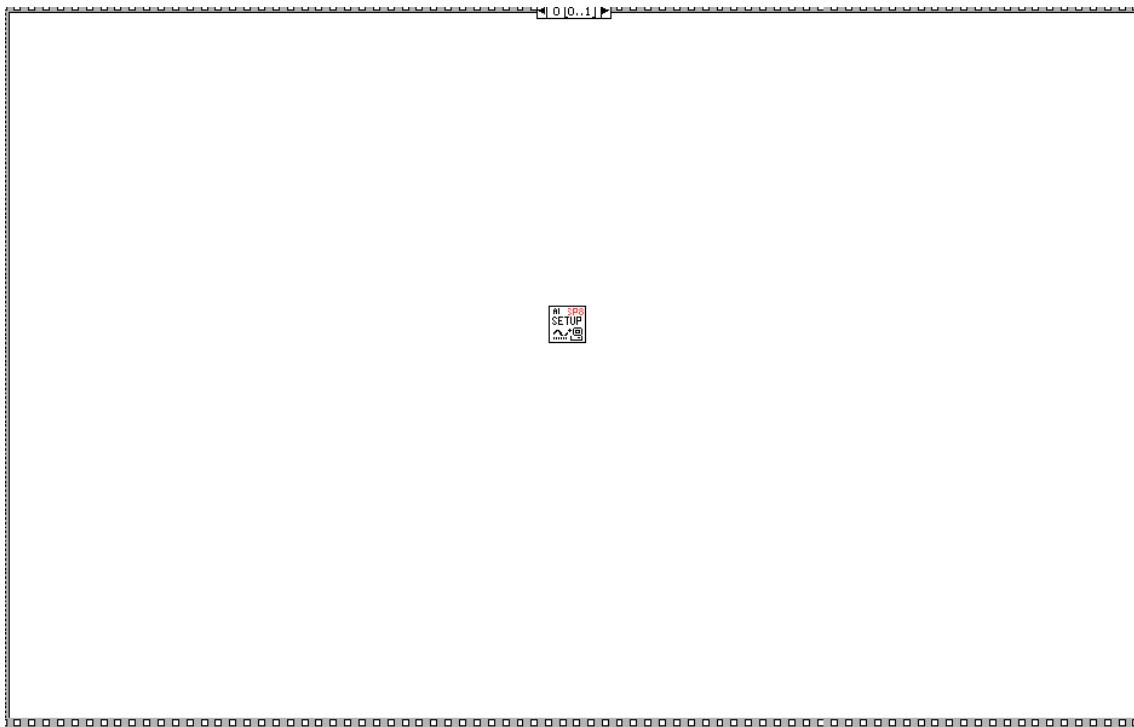
Tendo passado estas duas informações ao programa já é possível fazer a aquisição. Apertando o botão **Aquisição** os valores lidos nos 3 canais são mostrados nos gráficos cartesianos e nos mostradores gráficos. Tanto os gráficos como os mostradores de cada canal são independentes. Para parar a aquisição o usuário deve apertar de novo o botão **Aquisição**.

Para sair do programa, apertar o botão **Parar**. Para sair do programa a qualquer momento apertar o botão **Stop** do LabVIEW que se encontra ao lado do botão **Run**.

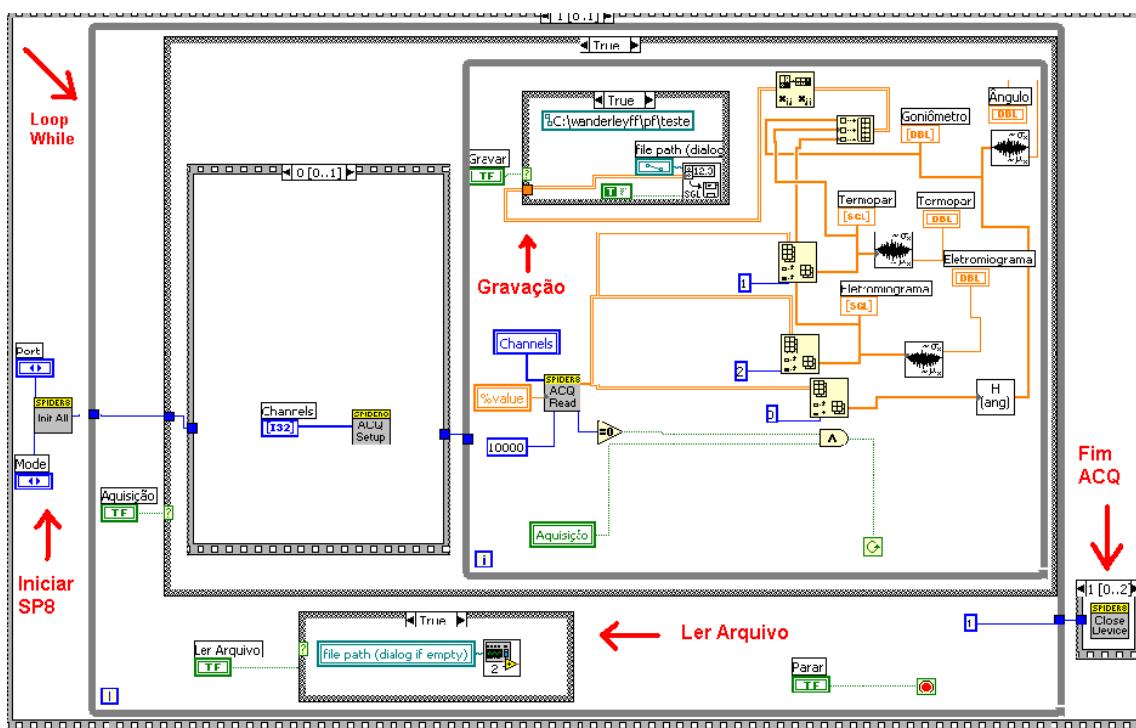
Para que se possa gravar uma medição, o usuário deverá entrar na caixa de texto **file path** com um nome de arquivo, com a especificação, à frente do nome, do caminho onde o arquivo será gravado. É necessário que o botão **Aquisição** esteja apertado e que depois disso o botão **Gravar** seja pressionado. Para terminar a gravação aperte outra vez o botão **Gravar**.

Para ler um arquivo não se pode haver uma aquisição sendo realizada no mesmo momento; portanto, o botão **Aquisição** não pode estar pressionado. É necessário fornecer o caminho para o arquivo na caixa de texto **file path**. Depois de pressionar o botão **Ler Arquivo** uma nova janela se abre com os valores lidos do arquivo mostrados em 3 gráficos diferentes. Para voltar ao programa principal apenas é necessário fechar a janela que se abriu.

Com relação ao desenvolvimento do Sistema de Aquisição de Sinais Biológicos em LABVIEW usando o Spider8, o programa pode ser dividido em 4 partes (figuras 84 e 85). A primeira parte é responsável pela configuração do Spider8 abrindo o programa Spider32 Setup através da função SP8\_AI SETUP. A segunda parte é composta pela inicialização do Spider8 com a função S8\_Init\_All. A terceira parte é determinada pelo *loop while* onde as definições sobre a aquisição e os canais (funções S8\_ACQ\_Setup, S8\_ACQ\_Start e S8\_ACQ\_Read) a serem medidos são estabelecidas. As medições são realizadas enquanto a condição *while* for verdadeira. O sinal lido pelo goniômetro é passado como tensão. Então, um sub-vi (goniômetro.vi) com a função ângulo (equação 1) é utilizado para realizar a conversão do valor de tensão em ângulo. Ainda na terceira parte é definida a opção de gravação em arquivo da medição realizada (lendo arquivo.vi). Por fim, na quarta parte, é terminada a aquisição e o acesso ao dispositivo e à porta é interrompido.



**Figura 84:** Primeira parte do programa de aquisição.



**Figura 85:** Segunda, terceira e quarta partes do programa de aquisição

## Capítulo 7

### Resultados e discussão

O projeto se iniciou com um estudo do manual de operação do Spider8 e do programa Catman, proprietário da HBM. Depois do estudo dos manuais, foi feita a instalação do software Catman e foram feitos os primeiros testes com o dispositivo. O Catman não é um software simples de ser operado por um usuário que não esteja familiarizado com o mesmo, sendo necessário ler várias vezes o manual para não se perder dentro do programa. A porta de comunicação inicialmente utilizada foi a serial. As medições foram realizadas utilizando um gerador de sinais com uma senóide na entrada do canal 5 do Spider8. Com o Catman se conseguiu realizar as medições, embora, em determinadas vezes, elas fossem interrompidas depois de um certo tempo. Primeiramente, imaginou-se que fosse um problema de mau contato nos fios de conexão com o gerador. Entretanto, esta hipótese foi posteriormente descartada, gastando-se algum tempo para se descobrir o motivo deste erro intermitente.

Após estabelecer-se um pouco de familiaridade com o Spider8 e o software proprietário da HBM, passou-se para a etapa seguinte, que era o funcionamento do Spider8 com o LabVIEW.

A fim de operar o Spider8 com o LabVIEW, deu-se início ao estudo do arquivo de ajuda **Catman ActiveX Reference**, que é uma tecnologia que permite a troca de dados entre dois aplicativos diferentes. Este arquivo fornece informações sobre as funções do Catman que podem ser acessadas por programas escritos em linguagem C/C++, VB-Script, LabVIEW, e outras. Seguindo os passos apresentados na referência, tentou-se estabelecer acesso aos objetos da classe **\_catInterface**. Entretanto, não se obteve sucesso na aquisição com o Spider8 utilizando essa tecnologia. Uma biblioteca com funções para a aquisição em LabVIEW com o Spider8 foi encontrada na página do fabricante e testada com os exemplos disponíveis. Os testes foram bem sucedidos com esta biblioteca, conseguindo-se realizar aquisição pela porta paralela no modo EPP, que é o mais rápido.

Tendo verificado que as principais funções para a aquisição em LabVIEW com o Spider8 funcionavam, partiu-se para a etapa seguinte que foi desenvolver uma rotina de aquisição dos dados em tempo real. A rotina desenvolvida realiza aquisição de dados sem perdas e permite que os dados sejam salvos e recuperados de um arquivo no computador. Acerca do Spider8, deve-se ressaltar que o dispositivo realiza aquisições até uma freqüência

máxima de entrada de 1200Hz. O valor da frequência de corte é dependente da freqüência de amostragem escolhida para a aquisição e o filtro é ativado por *firmware*, o que não permite que o mesmo seja desativado.

Em seguida, iniciou-se o desenvolvimento da biblioteca Analog\_In\_SP8, que disponibiliza todas, e somente, as funções necessárias para a aquisição em LabVIEW com o Spider8. Basicamente estas funções são as funções mais importantes da biblioteca Spider8 modificadas para tornar a programação de uma rotina de aquisição com o Spider8 o mais simples possível para os usuários do dispositivo no Programa de Engenharia Biomédica da COPPE. A única função desenvolvida que não encapsula nenhuma função da biblioteca Spider8 da HBM é a função SP8\_AI\_SETUP que tem como objetivo abrir o programa de configuração do Spider8 (Spider32 Setup). As funções funcionaram e tornaram a programação para os futuros usuários mais simples, já que algumas entradas dessas funções foram passadas como constantes. Arquivos de ajuda foram desenvolvidos para fornecer durante a programação informações sobre os parâmetros de entrada e saída das funções

Testes utilizando um divisor resistivo de ordem  $10^4$  e uma fonte de tensão confirmaram que o conversor A/D do Spider8 é de 16 bits, podendo realizar leituras de dados com  $1\mu V$  de resolução, só dependendo da faixa de medição escolhida na coluna **Meas.Rng.** do programa de configuração do dispositivo. Durante os testes ruídos de  $2\mu V$  foram medidos, sugerindo a utilização de filtros de *bypass* para medições que necessitem de maior acurácia.

O sistema de monitoração de sinais biológicos desenvolvido conta, além do Spider8 e da rotina de aquisição desenvolvida em LabVIEW, com os transdutores que transformarão os sinais medidos em sinais elétricos para serem lidos pelo Spider8 e pelo programa desenvolvido. Como já mencionado os elementos sensores utilizados foram um goniômetro, um termopar e um amplificador para eletromiografia.

No que concerne ao eletro-goniômetro desenvolvido, os resultados obtidos durante o processo de calibração foram muito satisfatórios, uma vez que se desejava que o goniômetro registrasse ângulos a passos de 5 graus. As medições realizadas com o goniômetro construído fazem leituras a passos de 1 grau com uma incerteza de  $\pm 1$  grau. Para fixação do goniômetro ao braço foram utilizadas 2 presilhas com velcro e 2 calços para compensar a altura dos braços do goniômetro em relação à pele do paciente. O grande desafio no uso do goniômetro é o alinhamento do seu eixo com o eixo de rotação do cotovelo.

O termopar do tipo K escolhido foi ligado diretamente a um dos canais (SR01) do Spider8 já que os amplificadores necessários estão embutidos no dispositivo. O grande problema encontrado no uso do termopar associado ao Spider8 é que sempre se torna

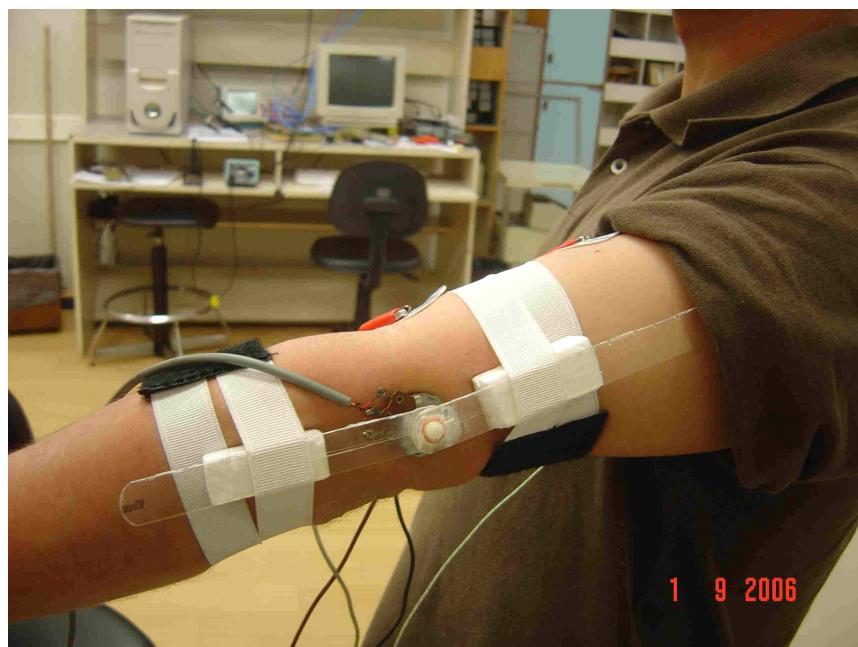
necessária a realização da tara do canal onde ele está conectado e esta tara é dependente da temperatura ambiente. A utilização de uma ligação por junção fria poderia resolver este problema.

O eletromiôgrafo utilizado foi um anteriormente projetado e construído no Laboratório de Instrumentação Biomédica. Como anteriormente mencionado, os sinais lidos na pele são amplificados pelo eletromiôgrafo que fornece ao Spider8 sinais amplificados por um fator de  $10^3$ .

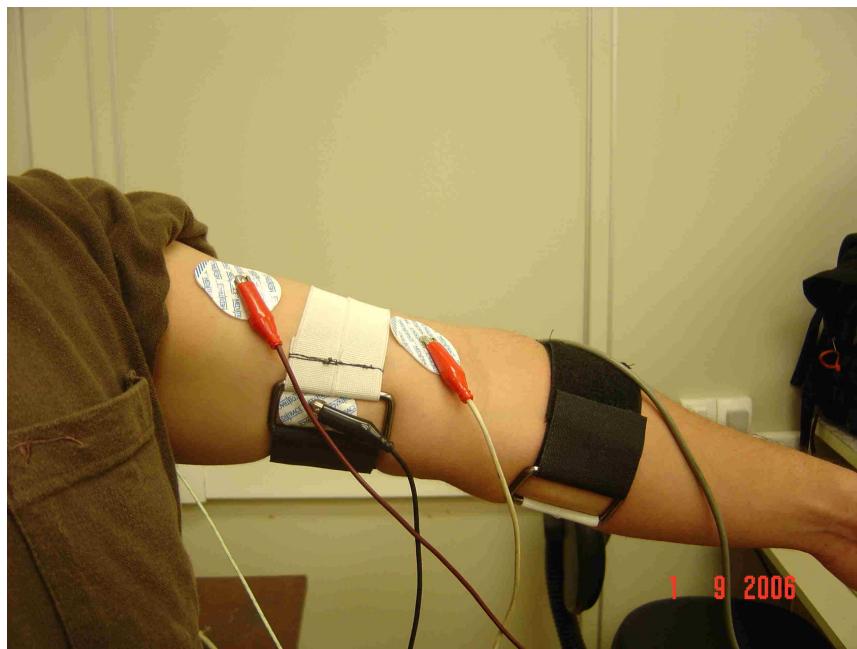
Os sinais lidos e fornecidos pelo Spider8 para o computador do eletromiôgrafo e do termopar não necessitam de conversão. Mas, o sinal lido do goniômetro é fornecido em tensão, logo, necessita ser convertido em ângulo por uma rotina de *software*. Para isso foi criado um **subvi** com a função de conversão dos valores lidos de tensão em ângulo em graus. Tal rotina apresentou o comportamento desejado, possuindo um tempo de execução que não comprometeu o funcionamento em tempo real do sistema.

A última parte desenvolvida do programa foi a que tratava da recuperação dos dados lidos de meio magnético, já que a parte de armazenamento já estava incluída no programa principal. Foi construído, então, mais um **subvi** que realiza a leitura dos dados gravados e os apresenta na tela em 3 diferentes gráficos.

O sistema de aquisição, como um todo, funcionou a contento e sua forma final pode ser vista nas figuras 84, 85 e 86, e o seu funcionamento está retratado nas figuras 87 e 88.



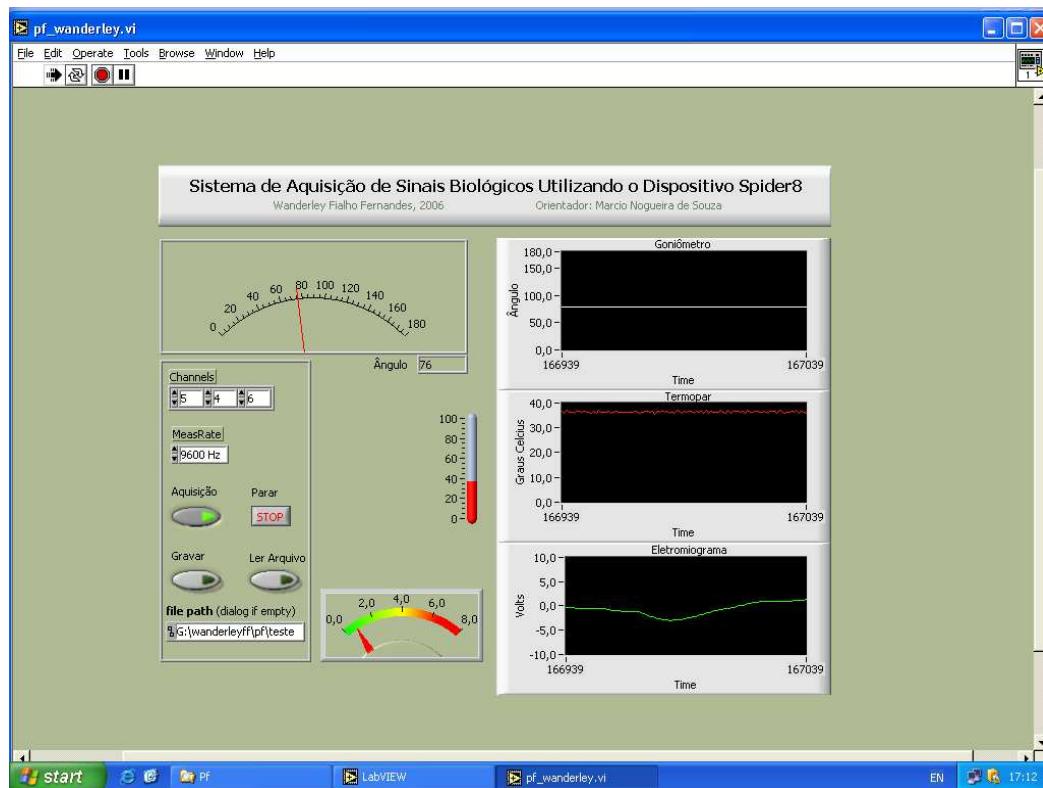
**Figura 86:** Goniômetro fixado ao braço para medição.



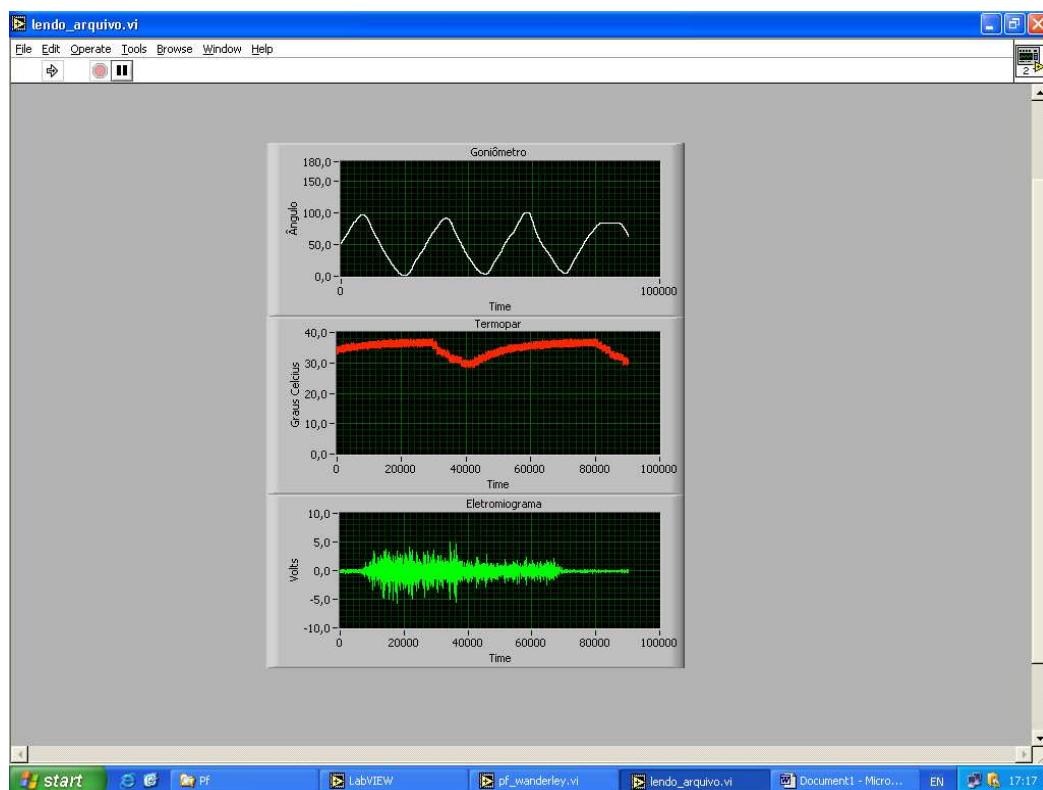
**Figura 87:** Eletrodos e termopar fixados ao braço para medição.



**Figura 88:** O sistema completo realizando aquisição.



**Figura 89:** Programa realizando aquisição.



**Figura 90:** Leitura dos dados salvos em arquivo.

# Capítulo 8

## Conclusão

O trabalho desenvolvido atendeu perfeitamente às suas aspirações. Consegi-se atingir a principal meta do projeto que era fazer medições em tempo real utilizando o dispositivo Spider8 através de um programa desenvolvido em linguagem LabVIEW. O programa desenvolvido tem uma interface simples, permitindo uma fácil utilização por parte do usuário. Ao rodar o programa, um arquivo de ajuda é disponibilizado, de modo que o usuário possa ter informações sobre as funções utilizadas e ainda possa aprender como utilizar o programa de configuração do dispositivo. Ainda dentro do programa o usuário pode escolher entre fazer a medição, realizar a gravação em arquivo do experimento medido e abrir um arquivo com dados salvados para visualização.

Para simplificar ainda mais o trabalho dos futuros usuários do Spider8 que desenvolverão rotinas baseadas em linguagem LabVIEW, foi criada uma biblioteca, chamada Analog\_In\_SP8, com aparência similar às funções que existem em uma biblioteca LabVIEW, chamada Analog In, para realizar medições. As funções da biblioteca criada para o desenvolvimento de rotinas em LabVIEW são funções simplificadas, permitindo que o usuário escolha somente os canais a serem medidos e a taxa de amostragem.

Não se conseguiu fazer medições através de uma rotina desenvolvida em LabVIEW com o Spider8 e que utilizassem o ActiveX do programa Catman, sendo que não foi possível estabelecer uma causa para o não funcionamento, uma vez que todos os passos descritos no arquivo de ajuda do ActiveX do Catman foram seguidos. Há exemplos prontos para aquisição através desta ferramenta, mas não se conseguiu êxito na aquisição com nenhum deles, mesmo após terem sido feitas exaustivas modificações nas rotinas. Algumas funções dentre as disponibilizadas pela classe de objetos *\_catInterface* funcionaram, mas o mesmo não foi conseguido com outras funções necessárias à aquisição com o Spider8.

As principais críticas quanto ao projeto ficam por conta do goniômetro e do termopar. O goniômetro pode ter uma aparência mais profissional, substituindo as presilhas por tensores e introduzindo os calços por dentro dos tensores. Quanto ao termopar, pode-se tentar a ligação deste ao Spider8 utilizando a junção fria para tentar torná-lo menos suscetível à temperatura do ambiente.

O trabalho deixa algumas portas abertas para desenvolvimento futuro e sugestões de trabalho.

- Construção de um sistema de monitoramento remoto.
- Utilização do termopar ligado a um elemento de referência térmica.
- Desenvolvimento de um programa em C++ ou Visual Basic para acrescentar ainda mais possibilidades ao tratamento dos dados capturados pelo sistema (por exemplo utilizar a biblioteca do Matlab para poder utilizar algumas funções matemáticas e de filtragem que não estão disponíveis em LabVIEW).
- Criação de um sistema que além de poder monitorar possa também desenvolver controle por meio da ação de um programa desenvolvido, utilizando as facilidades da porta de entrada/saída do Spider8.

## **9. Bibliografia**

Guyton, A. C. (1988), “Fisiologia Humana”, Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.  
6<sup>a</sup> Edição .

Zelenovsky, R., Mendonça, A. (1999), “PC: Um Guia Prático de Hardware e Interfaceamento”, Editora MZ Ltda., Rio de Janeiro. 2<sup>a</sup> Edição

## **10. Referência bibliográfica**

Button V. L. S. N. (abril 2002), “Eletromiógrafo”, Departamento de Engenharia Biomédica FEEC/UNICAMP, Campinas, São Paulo.

Manual de Operação do Spider8, HBM, Alemanha.

## **11. Apêndice**

11.1. Apêndice A - Documentação completa do programa em Labview

11.2. Apêndice B – Datasheet do Spider8

11.3 Apêndice C - Código em C++ para criar um objeto catman

11.4 Apêndice D - Como acessar uma DLL ActiveX do Visual Basic através do Visual C++