



Amostragem e Análise Ambiental

Aquisição e armazenamento de dados

J P de Melo e Abreu

Resumo

- Introdução
- Constituição e funcionamento de um *datalogger* típico
- Noções básicas de electricidade aplicadas à medição. Utilização de pontes para medir resistências; vantagens e inconvenientes.
- Amostragem temporal e espacial
- Características de um *data* logger: CR1000 (Campbell Scientific). Instalação, programação, transferência do programa e aquisição de dados. Programas complementares para tratamento de dados. Acessórios necessários e desnecessários.

Introdução

- Estações climatológicas, meteorológicas, agrometeorológicas
- Redes de estações
- Espaçamento típico recomendado para a medição de elemento climáticos (km):

	<u>Terreno uniforme</u>		<u>Terreno não-uniforme</u>	
	Rural	Urbano	Costeiro	Montanha
Radiação global	560	–	10	160
Temperatura	160	2–3	15	–
Vento	160	–	15	160
Precipitação	30	15	5	15

Introdução (cont.)

Dados adquiridos por estações meteorológicas e agrometeorológicas

	<u>Estações meteorológicas</u>		<u>Estações agrometeorológicas</u>	
Variável climática	Tipo de medição	Valores obtidos	Tipo de medição	Valores obtidos
Pressão atm.	Pres. reduzida ao nível do mar	-	-	-
Temperatura	Ar 1.25-2 m	Máxima, mínima, média	Temp. do ar 1.25-2 m	Máxima, mínima, média
	-	-	Solo (0.1, 0.2, 0.5, 1 m)	Média
	-	-	T. mínima na relva (0.05 m)	Mínima
Humidade	Ar 1.25-2 m	Máxima e mínima (%)	Ar 1.25-2 m	Máxima e mínima (%)
		Pressão de vapor ou ponto de orvalho		Ponto de orvalho
				Duração da h. relativa <40 %, >80 % ou 90 %
Humectação da folha	-	-	Medida a 0.5 m	Duração da humectação

Dados adquiridos por estações meteorológicas e agrometeorológicas (cont.)

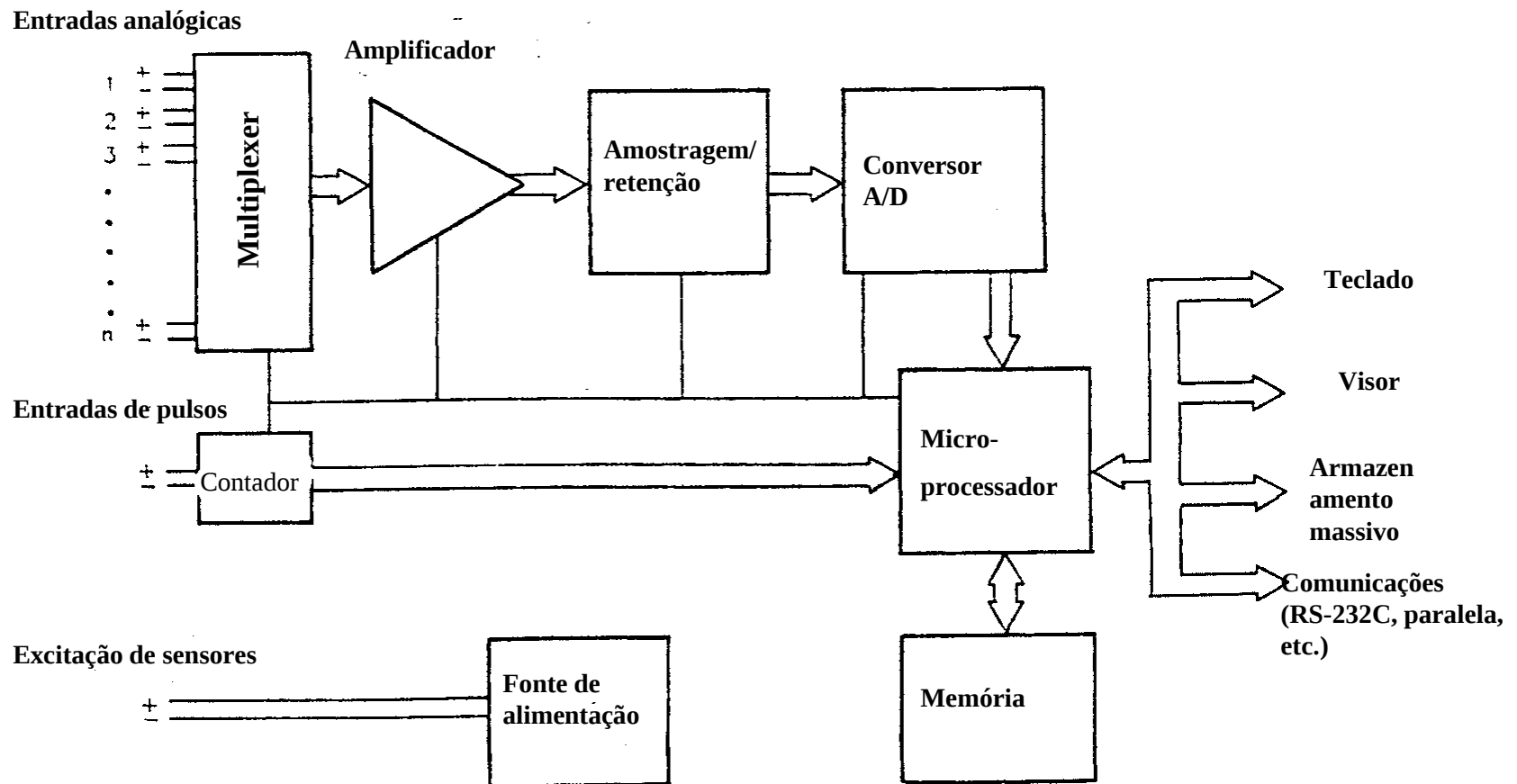
	<u>Estações meteorológicas</u>		<u>Estações agrometeorológicas</u>	
Variável climática	Tipo de medição	Valores obtidos	Tipo de medição	Valores obtidos
Vento	Medição a 10 m	Velocidade máxima e média	Medição a 2 m	Velocidade máxima e média
		Direcção do vento		Direcção do vento
Radiação	R. global	Irradiância	R. global	Irradiância
	Insolação real		Insolação real	
Precipitação	Altura equivalente de água	P. Acumulada (intensidade)	Altura equivalente de água	P. Acumulada
Evaporação	Tina class A (atmómetro de Piche)	Evaporação diária	Tina class A (atmómetro de Piche)	Evaporação diária
			Evapotranspirómetros	Evapotranspiração potencial (relva curta)

Aquisição de dados

- Registadores analógicos
 - Registadores mecânicos
 - Registadores electrónicos
- Registadores digitais
 - Data loggers

Aquisição de dados (cont.)

Fig. 1 Esquema geral de um “data logger”



Aquisição de dados (cont.)

Funções e características dos loggers

- Funções de um data logger:
 - Medir (c/ ou s/ pontes auxiliares) voltagem, intensidade ou resistência, com magnitudes muito variadas, dependendo do instrumento considerado.
 - Medir pulsos eléctricos
 - Enviar voltagens programadas de excitação para sensores
 - Controlar sensores enviando voltagens ou ligando/desligando interruptores de contacto.

Cont.

- Características principais:

- Para a medição de voltagem: amplitude, resolução e capacidade de rejeição de ruído.

Exemplo:

TC tipo T tem uma saída de $40 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$, logo uma resolução de 0.01°C obriga a uma resolução de $0.4 \mu\text{V}$ por parte do logger.

Admitindo que se pretendem medir até diferenças de temperatura (em relação à junta de referência) de 50°C a amplitude máxima necessária seria 2 mV . Logo a resolução do logger seria de 1 parte para 5000.

Cont.

- A resolução dos loggers geralmente apresenta-se em bits:
 - O tamanho de um número guardado em n bits é 2^n . Por ex.: um número de 8 bits é 256; um de 10 bits é 1024; um de 14 bits é 16384.
 - Um logger com 8 bits de resolução resolve 1 parte em 256; um de 10 bits resolve 1 parte em 1024; etc.
 - No exemplo do termopar: apenas um logger ≥ 14 bits teria uma resolução adequada.
- A anulação do ruído depende do design do logger e da opção de medição tb.

Exemplo: a medição diferencial (em relação à *single-ended*) permite anular o ruído porque este está, em princípio distribuído pelos dois fios.

Cont.

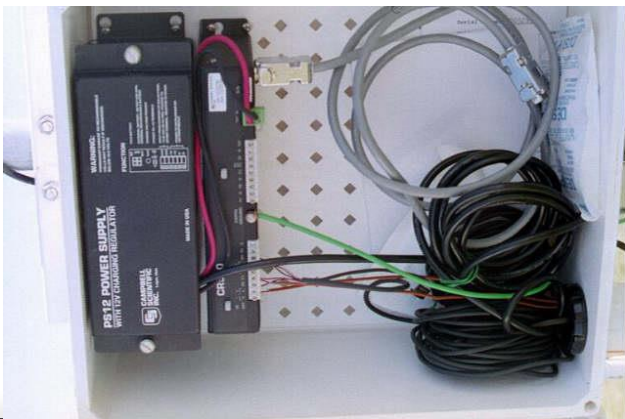
- Para pulsos ou interruptores de contacto: histerese e filtragem
- Capacidade de processamento interno por programação
- *Junta de referência* para termopares
- Protecção contra raios

Cont.

- *Armazenamento e transmissão dos dados registados e processados pelo datalogger:*
 - *Memória interna (alguns queimado na EPROM)*
 - *Módulos de memória*
 - *Interfaces: série (RS232C)*
 - *Descarga de dados desencadeada por chamada de:*
 - *linha dedicada*
 - *linha telefónica*
 - *rádio*
 - *telemóvel (GSM)*
 - *satélite*

Cont.

O logger tem de ser guardado em local apropriado (ao abrigo do tempo e do vandalismo)



Utilização de circuitos auxiliares para medir intensidades e resistências

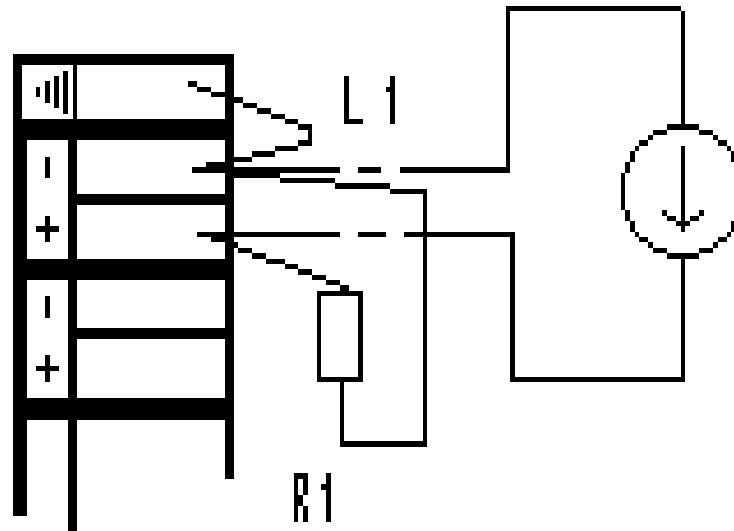
- Os *loggers*, em geral, medem pulsos e voltagens
- Quando há necessidade de medir uma intensidade (e. g., fotodiodos) ou uma resistência (e. g., PRT) tem de se recorrer a um circuito auxiliar

Utilização de circuitos auxiliares para medir intensidades e resistências (cont.)

Medição de intensidade

- Lei de Ohm

$$\text{Voltagem} = \text{Intensidade} \times \text{Resistência}$$



Utilização de circuitos auxiliares para medir intensidades e resistências (*cont.*)

Para medir a resistência

- Aplica-se uma voltagem de excitação (ou a uma fonte de intensidade constante) a um circuito auxiliar (*ponte*)
- Existem muitas pontes que podem ser utilizadas (pontes e meias pontes de 3, 4 e 6 fios)
- Alguns *loggers* têm já instruções apropriadas para fazer estas medições

Pontes e instruções que as medem nos loggers da Campbell Scientific

INSTR. #	DIAGRAM	DESCRIPTION	RESULT = X
4		DC HALF BRIDGE WITH USER ENTERED SETTLING TIME	$X = V_1 = V_x \frac{R_s}{R_s + R_f}$
5		AC HALF BRIDGE EXCITATION ALTERNATES POLARITY FOR ION DEPOLARIZATION	$X = \frac{V_1}{V_x} = \frac{R_s}{R_s + R_f}$
6		4 WIRE FULL BRIDGE	$X = 1000 \frac{V_1}{V_x} = 1000 \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$
7		3 WIRE HALF BRIDGE	$X = \frac{2 V_2 - V_1}{V_x - V_1} = \frac{R_s}{R_f}$
9		6 WIRE FULL BRIDGE WITH EXCITATION LEAD COMPENSATION	$X = 1000 \frac{V_2}{V_1} = 1000 \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$ (V1 NOT ON 2.5 V RANGE)
9		4 WIRE HALF BRIDGE	$X = \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_s}{R_f}$ (V1 NOT ON 2.5 V RANGE)

Figure 13-15 Circuits Used with Instructions 4 to 9

Ligar o logger à terra

- É absolutamente necessário ligar os loggers à terra quando se fazem medições no campo.
- Evita erros de medição e/ou que se danifiquem os loggers devido à ocorrência de descargas elétricas na proximidade. Quando um raio atinge o logger ou algo muito próximo deste, mesmo com ligação à terra o logger é danificado.



Amostragem temporal

- *frequência máxima* do fenómeno
- *constante de tempo* do instrumento
- A frequência de amostragem deve ser, pelo menos, o dobro da frequência máxima do sinal, para que este possa ser reconstruído.
- Exemplo: temperatura de uma folha exposta a um ventilador tem um ciclo de 4,25 minutos, logo a amostragem dever ser menor do que 2,125 minutos.

Cont.

- Constante de tempo: se um sensor é sujeito a uma variação brusca da variável que pretende medir, a constante de tempo é o tempo necessário para o sensor cobrir 63.2 % da variação inicial.
- No slide anterior dava-se uma regra para a determinação da frequência de amostragem de uma grandeza que variava com determinada frequência, para que fosse possível reconstruir o sinal. Contudo, isto raramente é necessário em ecofisiologia, pretendendo-se antes um valor médio durante determinado intervalo.
- Quando a constante de tempo é grande o instrumento faz ele próprio esta integração podendo fazer-se amostragens menos frequentes.

Variabilidade espacial

- A temperatura, humidade, e a concentração de dióxido de carbono variam pouco na horizontal, mas bastante na vertical.
- A radiação solar global varia pouco na horizontal, mas a precipitação e a velocidade do vento não.
- Dentro do coberto, a variação espacial da radiação de pequeno c. d. o. é muito grande
- O solo apresenta grandes variações espaciais das suas características

Algumas informações importantes nas notas distribuídas

- Empresas que fabricam *data loggers* para experiências de ar livre
- Principais características de algumas marcas/modelos mais vendidas em Portugal
- *Logger* um pouco mais complexo, mas muito robusto e flexível: CR1000

CR1000

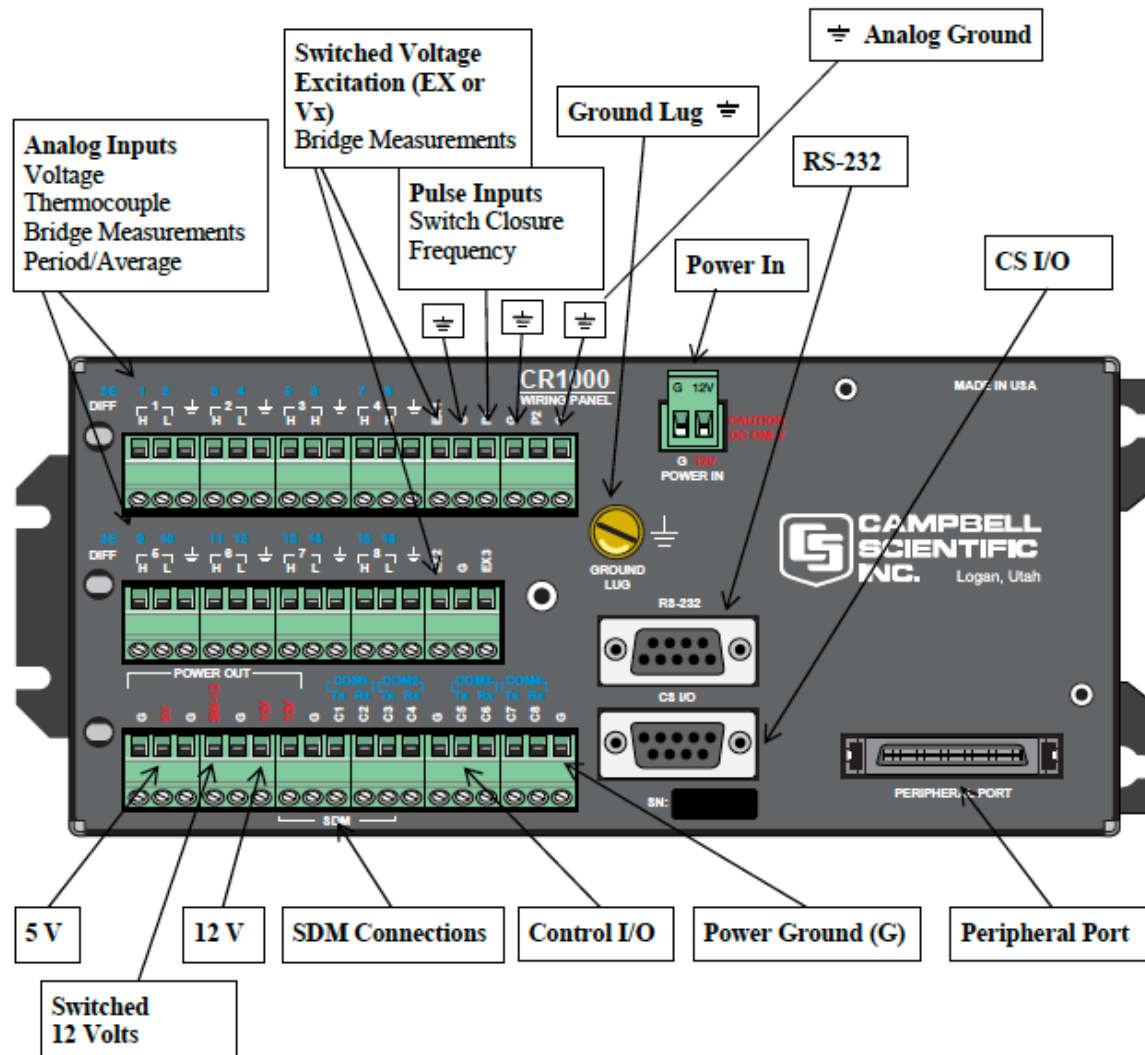


FIGURE 2.1-1. CR1000 Wiring Panel