

# I PARAMETRI SIGNIFICATIVI

ed introduzione alle tecniche per la loro misurazione.



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# TEMPERATURA

**ACCURATEZZA:** il grado di corrispondenza dei dati rispetto alla realtà, migliore di  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

**PRECISIONE:** il grado di accordo tra misure ripetute, in generale migliore di  $0,1^{\circ}\text{C}$ . In casi speciali, come nello studio di celle di convezione, migliore di  $10^{-3}^{\circ}\text{C}$ .

**SENSORI:** gli attuali sensori elettronici assicurano la stessa risoluzione dei termometri ad alcool o mercurio ma possono presentare una deriva. Occorre controllarli periodicamente con termometri ad alcool o mercurio.



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# UMIDITÀ

IGROMETRI A FIONDA: soltanto per calibrazione o per misure sporadiche.

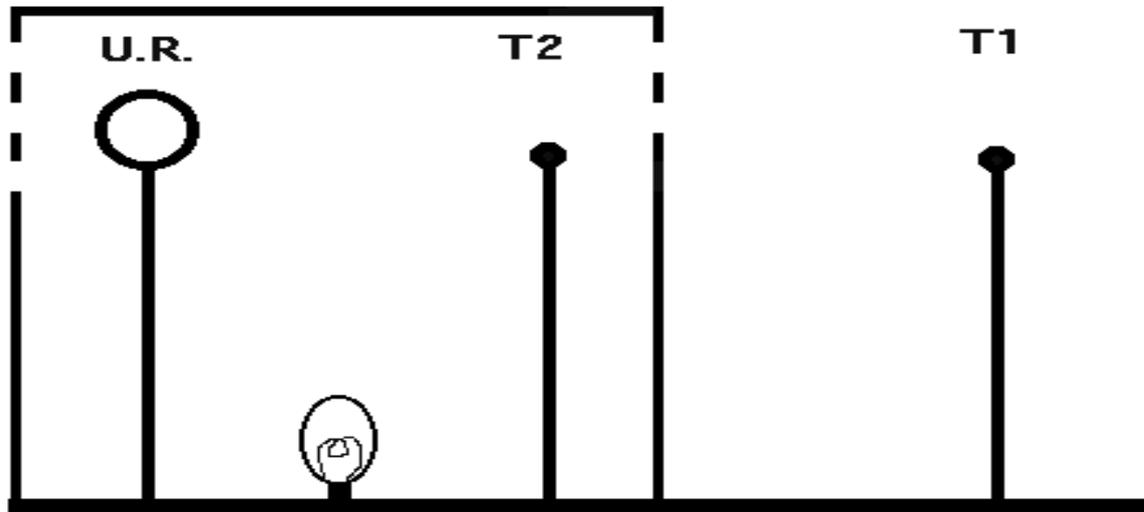
IGROMETRI ASSMANN: come sopra.

EVAPORIMETRI: la miglior soluzione per identificare condizioni di condensazione o di evaporazione. Tecnica ancora in fase di sviluppo.

SENSORI A PUNTO DI RUGIADA: buoni ma costosi.

SENSORI CAPACITIVI: intorno alla saturazione richiedono speciali accorgimenti.

# ACCORGIMENTO PER SENSORE CAPACITIVO



Il posizionamento di una lampadina ad incandescenza permette di innalzare la temperatura all'interno della teca allontanando così i valori igrometrici dell'aria da quelli di saturazione. I dati che ci fornisce lo strumento, che funzionerà ora in un range ottimale, andranno poi correlati con quelli della temperatura all'esterno della teca.

# CALCOLO DELL'UMIDITÀ RELATIVA:

- Misura dell' umidità relativa (%) alla temperatura T2.
- Calcolo dell'umidità assoluta ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) .
- Trasformazione dell'umidità assoluta ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) in umidità relativa (%) alla temperatura T1.



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



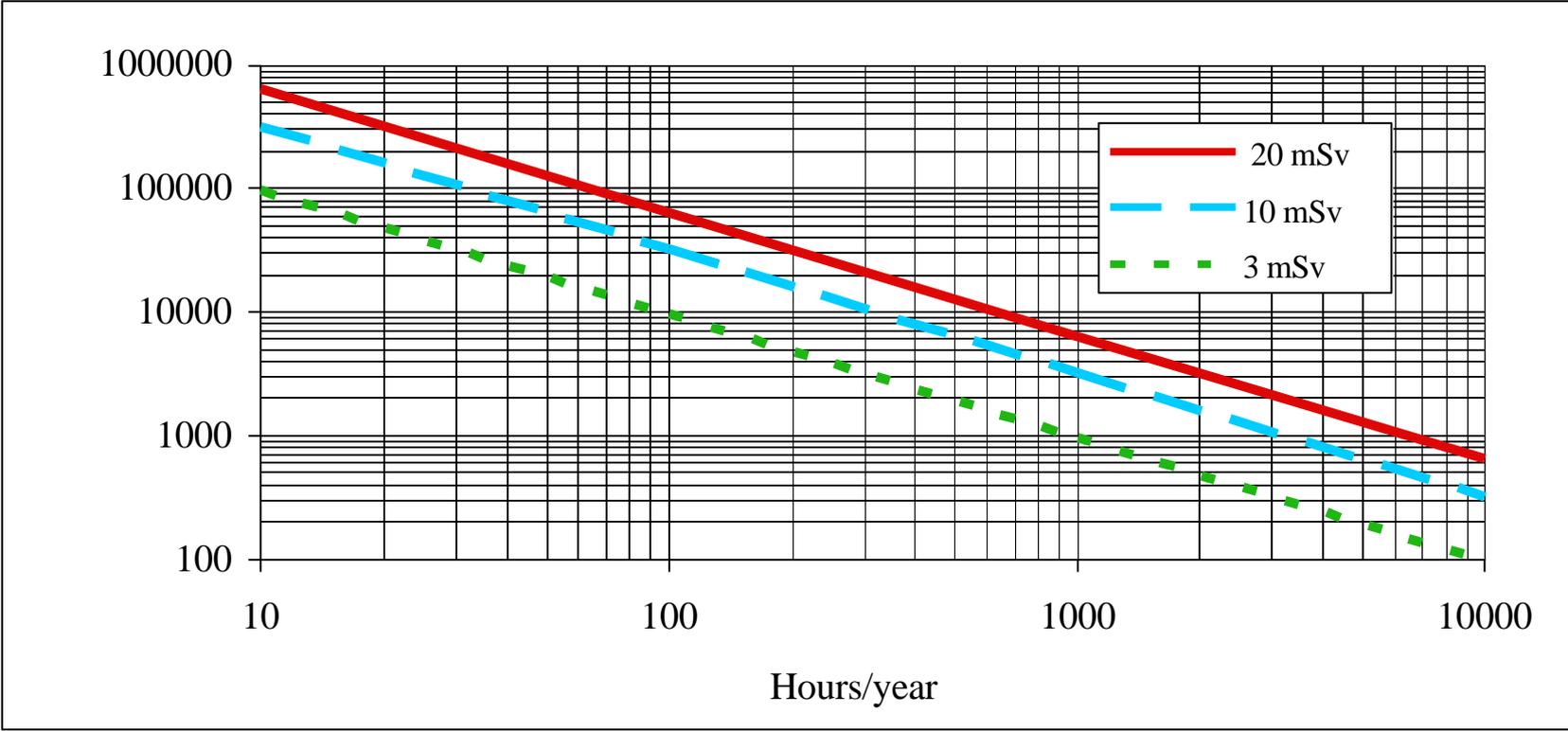
# RADON

La misura della concentrazione del radon in grotta può essere fatta per due motivi: ricerca scientifica e rispetto della legge sulla radioprotezione (D.L. 26 maggio 2000, n. 241).

**RICERCA SCIENTIFICA:** si tratta di studi piuttosto specialistici per cui non è il caso di scendere in dettagli in questa sede.

**LEGGE SULLA RADIOPROTEZIONE:** la concentrazione del radon in qualsiasi sede di lavoro nel sottosuolo deve essere controllata. Se la concentrazione media annua è  $< 400 \text{ Bq/m}^3$  non si richiede altro, se superiore occorre provvedere a controlli periodici ed a non superare la dose ai lavoratori di 3 mS/anno.

# ORE LAVORATIVE E CONCENTRAZIONE MEDIA DEL RADON





## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# CO<sub>2</sub>

- Sensori all'INFRAROSSO: misurano l'assorbimento della CO<sub>2</sub>.
- Solo recentemente è stato confermato che l'ossidazione delle sostanze organiche è in generale una sorgente di CO<sub>2</sub> molto più importante che non le persone.
- Per la protezione delle concrezioni, non conta la concentrazione della CO<sub>2</sub> ma l'equilibrio tra la CO<sub>2</sub> in acqua e quella in aria.

Pertanto:

- Se la  $\text{CO}_2$  è introdotta in grotta mediante l'acqua di percolazione, parte della  $\text{CO}_2$  passerà dalla fase liquida all'atmosfera e l'acqua, saturata rispetto al  $\text{CaCO}_3$ , lo depositerà.
- Se la  $\text{CO}_2$  è introdotta in grotta attraverso l'atmosfera, passerà in parte nella fase liquida: l'acqua diventerà aggressiva e scioglierà le concrezioni.



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

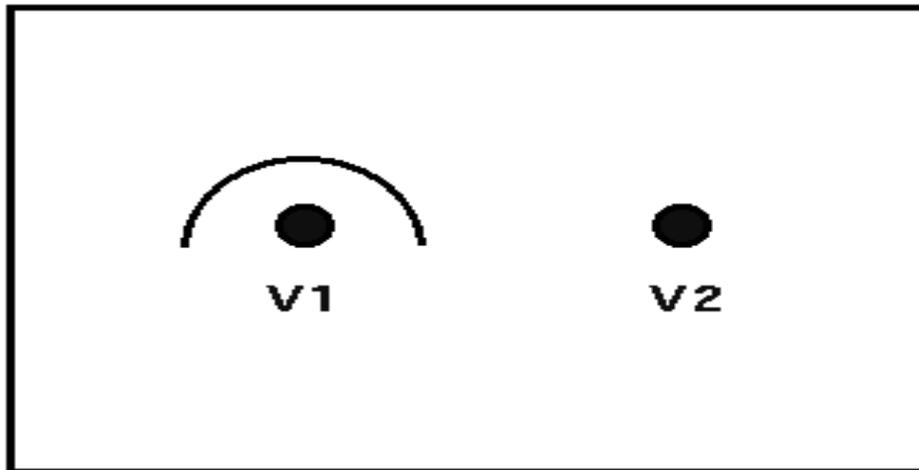
Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# CORRENTI D'ARIA

- ANEMOMETRI A FILO CALDO: devono essere fatti funzionare soltanto in fase di misura. Per rilevare anche la direzione del flusso se ne devono adoperare due, uno dei quali opportunamente schermato.
- ANEMOMETRI SONICI: sfruttano l'effetto Doppler e forniscono un valore mediato su di un tratto relativamente esteso. Tecnica ancora in fase di sviluppo.

# ANEMOMETRI A FILO CALDO DIREZIONALI



$$V_1 = V_2$$

$$V_1 < V_2$$





## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# CONDUCIBILITÀ

- Le celle conducimetriche possono andare fuori uso con l'impiego continuo, per esempio, con acque solforose.
- I sensori induttivi evitano questo inconveniente.



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# ONDA TERMICA

- Misura della velocità di propagazione delle variazioni stagionali di temperatura dell'ambiente esterno all'interno delle diverse zone di una grotta (ritardo di fase).
- Misura dell'attenuazione dell'ampiezza dell'oscillazione.

# EQUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

$$y = A + B \cdot \sin(2\pi(x + \phi)/T)$$

dove:

- $y$  è la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $A$  è la temperatura media ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $B$  è un coefficiente equivalente alla metà dell'ampiezza della sinusoide
- $x$  è il tempo (giorni)
- $\phi$  è il ritardo di fase rispetto a  $x = 0$
- $T$  è il periodo (= 365 giorni)



## INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO<sub>2</sub>

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



# PROBLEMI SPECIFICI DELLE MISURE IN GROTTA

- Assenza della rete elettrica = Problemi energetici.
- Condizioni Ambientali anche critiche.
- Sistemi semplici, funzionamento non presidiato.
- Dislocazione anche remota dei trasduttori = cavi lunghi.
- Difficolta' di accesso al sistema.
- .....

# IL SISTEMA DI RILEVAMENTO IDEALE

- Ampia varietà di parametri rilevabili
- Alta precisione
- Basso consumo
- Robustezza e resistenza agli agenti atmosferici
- Grande capacità di memoria
- Costo basso

COME TUTTE LE COSE IDEALI E' MOLTO DIFFICILE DA REALIZZARE.

UN ESEMPIO DI SISTEMA ELETTRONICO PER  
L'ACQUISIZIONE DEI DATI: SIGMA 3000

# MODI DI FUNZIONAMENTO DEL Sigma3000

## CONTINUO

I dati sono acquisiti in continuo, elaborati e memorizzati

Tutti i componenti del sistema sono sempre alimentati

Consumo della stazione: massimo

## ON-OFF

I dati sono acquisiti ogni "n" secondi ed elaborati ogni "m" secondi

Esempio: "n"=60 sec. "m"= 1 ora

"n" e "m" possono essere configurati dall'utente

Alcuni componenti sono alimentati solo quando si effettuano le misure

Consumo della stazione: ridotto dal 20 al 70 %.

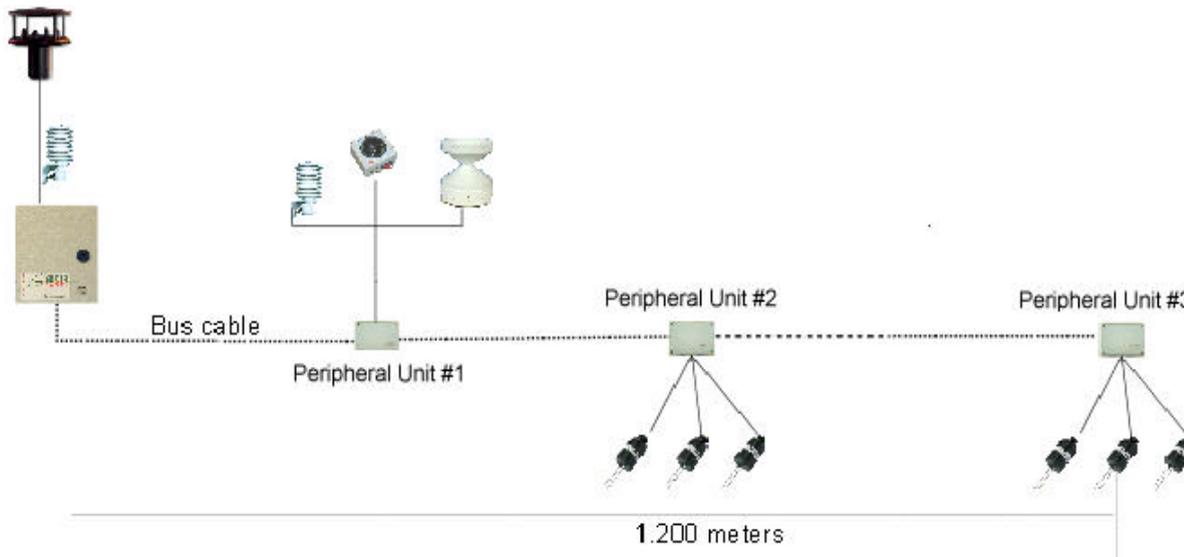
# UNITA' PERIFERICHE CON COLLEGAMENTO MEDIANTE CAVO BUS

Ogni unita' periferica accetta da 1 a 31 MUX.

Cavo BUS: 4 conduttori (2 per alimentazione - 2 per RS 485).

Unita' periferiche con collegamento a "margherita"  
su unico cavo.

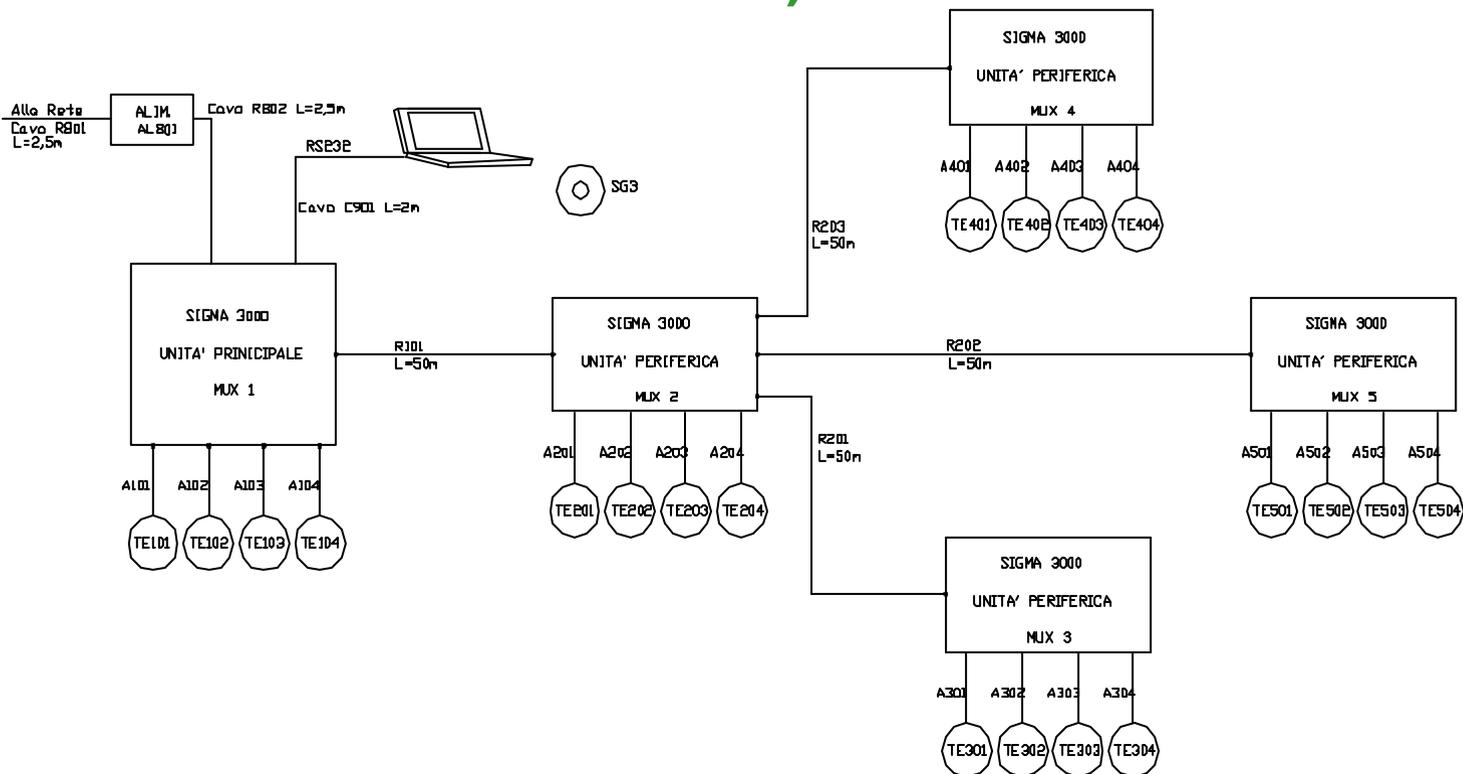
Massima lunghezza del cavo BUS = 1.200 metri.



# ESEMPIO DI SISTEMA DI RILEVAMENTO PARAMETRI AMBIENTALE IN GROTTA

(Sistema studiato per Prof. Badino-Naica Messico)

## PARAMETRI AMBIENTALI IN GROTTA (Sistema studiato per Prof. Badino – Naica Messico)



# SOFTWARE SG3 INCLUSO IN OGNI SISTEMA

Sviluppato in ambiente WINDOWS

Opzioni:

- Stato del sistema stato, batteria, memoria
- Start Stop Logging partenza immediata o differita
- Modalita' Scelta intervalli acquisizione ed elaborazione
- Valori istantanei presentazione dei valori forniti dai trasduttori
- Trasferimento dati File dati EXCEL compatibili
- Cancellazione dei dati in memoria

# STAZIONE CAMPALE EQUIPAGGIATA CON Sigma3000



# CONFIGURAZIONE DEMO Sigma3000

