

I PARAMETRI SIGNIFICATIVI

ed introduzione alle tecniche per la loro misurazione.



INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO₂

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}°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 CO₂

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.

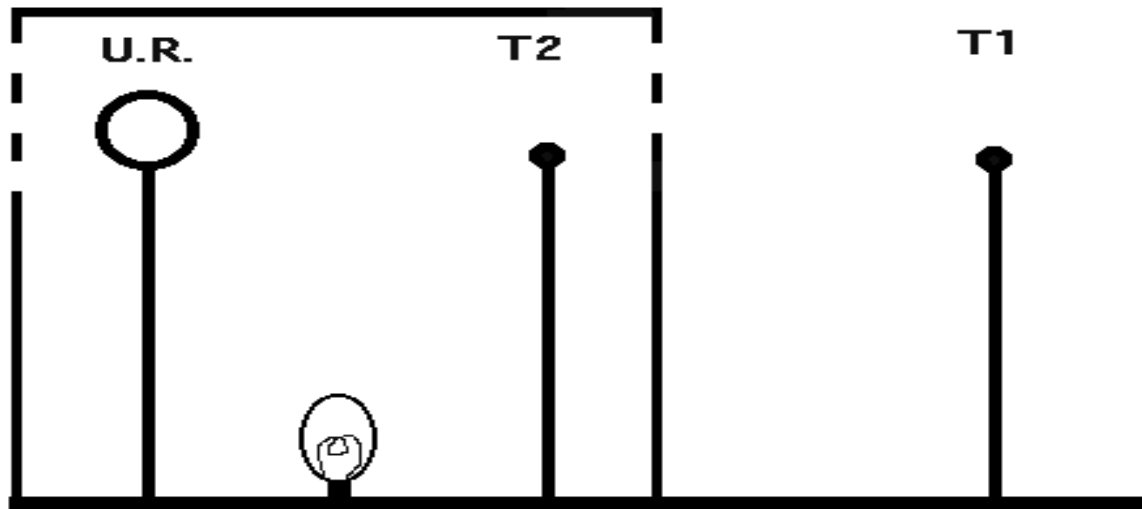
IGROMETRI ASSMANN: come sopra.

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 (g/m^3) .
- Trasformazione dell'umidità assoluta (g/m^3) in umidità relativa (%) alla temperatura T1.



INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO₂

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



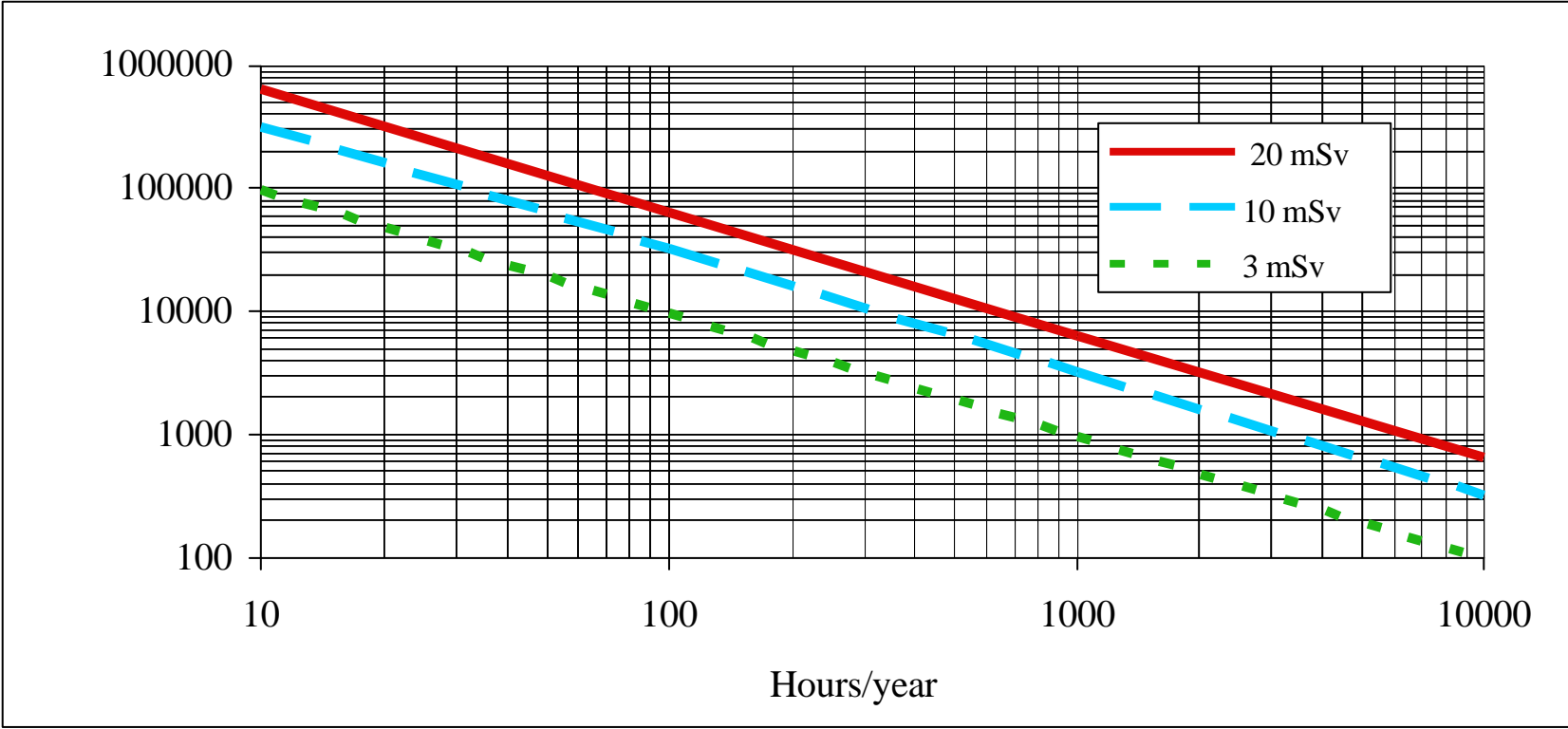
RADON

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 CO₂

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



CO₂

- Sensori all'INFRAROSSO: misurano l'assorbimento della CO₂.
- Solo recentemente è stato confermato che l'ossidazione delle sostanze organiche è in generale una sorgente di CO₂ molto più importante che non le persone.
- Per la protezione delle concrezioni, non conta la concentrazione della CO₂ ma l'equilibrio tra la CO₂ in acqua e quella in aria.

Pertanto:

- Se la CO_2 è introdotta in grotta mediante l'acqua di percolazione, parte della CO_2 passerà dalla fase liquida all'atmosfera e l'acqua, saturata rispetto al CaCO_3 , lo depositerà.
- Se la 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 CO₂

Le correnti d'aria

La conducibilità

L'onda termica

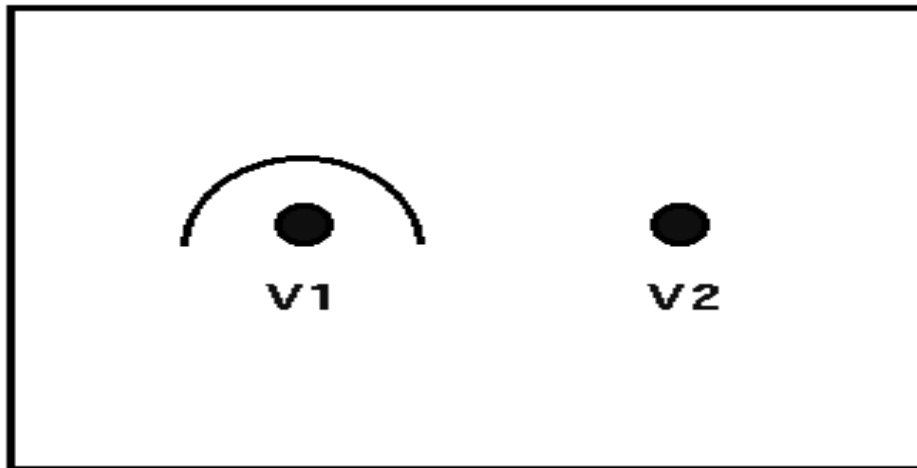
Un esempio di sistema elettronico per l' acquisizione dei dati



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



$$V1 = V2$$

$$V1 < V2$$





INDICE

La temperatura

L'umidità dell'aria

Il radon

La CO₂

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 CO₂

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)
- ϕ 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 CO₂

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 %.

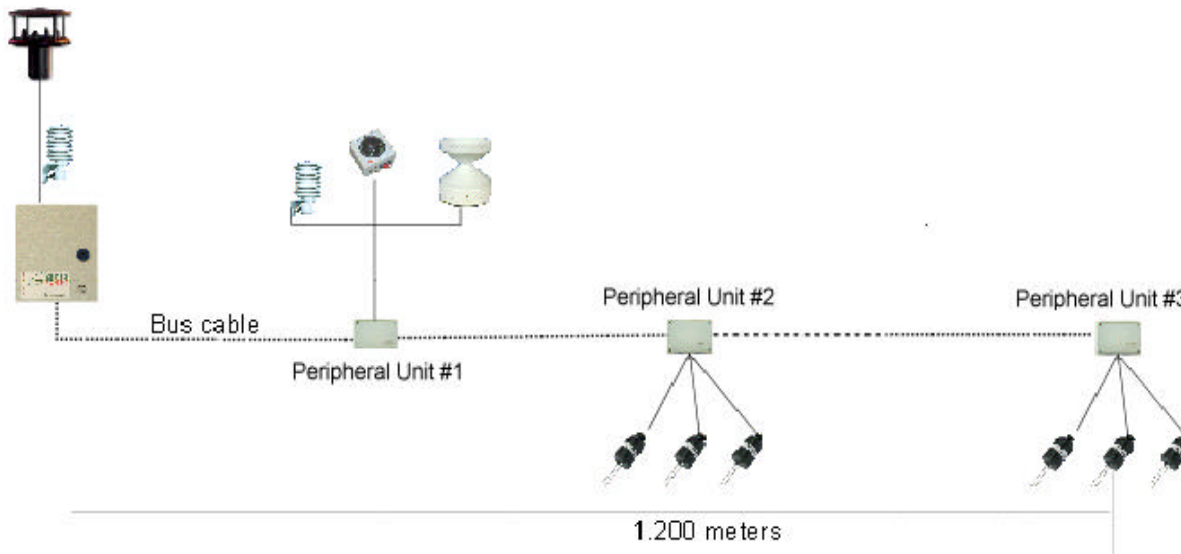
UNITA' PERIFERICHE CON COLLEGAMENTO MEDIANTE CAVO BUS

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.

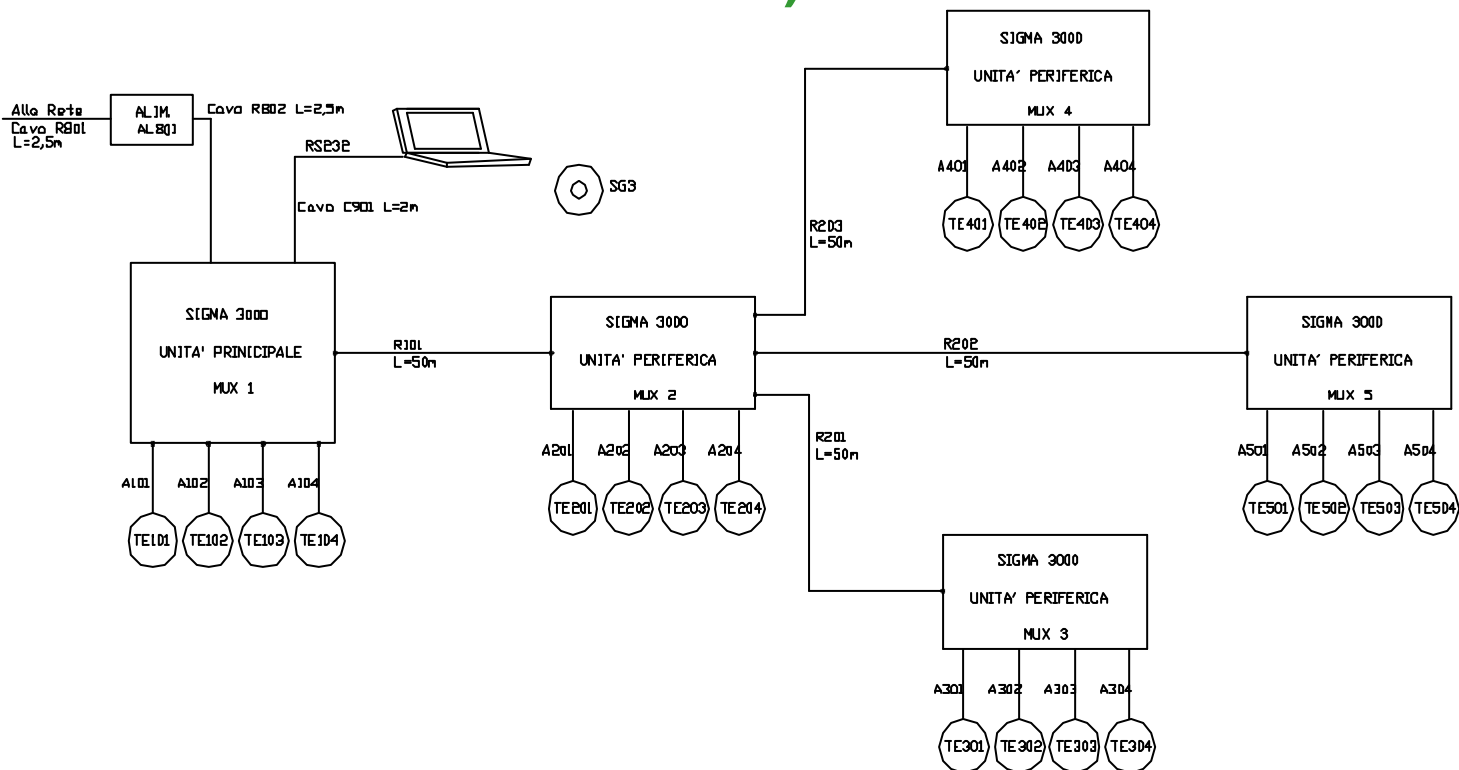
Massima lunghezza del cavo BUS = 1.200 metri.



ESEMPIO DI SISTEMA DI RILEVAMENTO PARAMETRI AMBIENTALE IN GROTTA

(Sistema studiato per Prof. Badino-NaicaMessico)

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

