

Strumentazione per la misura dell'ambiente termico e chimico

Analizzatore multifunzionale

Casa costruttrice : Laboratori di Strumentazione Industriale S.p.A.

Modello : Babuc A

L'analizzatore multifunzionale è uno strumento atto a : acquisire visualizzare , memorizzare e stampare qualsiasi grandezza fisico - ambientale .

Temperatura , umidità , velocità dell'aria , radianza , illuminazione , concentrazione di gas (CO₂ , O₂ , CO, O₃, NO_x, ecc.) e altre . L'analizzatore , è uno strumento portatile capace di acquisire una grande varietà di grandezze in combinazioni praticamente illimitate ; infatti esso ha la capacità di ricevere , riconoscere e quindi gestire di conseguenza , qualunque tipo di sensore in qualunque dei suoi ingressi . Il sistema esegue misure ed analisi istantanee e memorizza i dati elementari che potranno successivamente essere trasferiti ad un Personal Computer oppure direttamente stampati .

Durante il rilievo è possibile visualizzare i dati in due formati : il primo mostra l'elenco dei valori istantanei di tutte le grandezze ; il secondo mostra per ogni grandezza il valore istantaneo della misura con la variazione rispetto all'ultima acquisizione , il valore minimo , massimo , medio dall'inizio del rilievo o dall'ultimo aggiornamento richiesto , oltre alla deviazione standard .

I dati memorizzati sono trasferiti tramite linea seriale RS232 all'elaboratore remoto in un formato gestibile da programma . Dal Personal Computer è possibile avere il

completo controllo remoto dello strumento connesso , visualizzando sul video la sua immagine completamente funzionante .

L'analizzatore multifunzionale , può ricevere segnali da sensori analogici ed impulsivi di qualsiasi tipo , riconoscendoli e autoconfigurandoli in conformità . Un ingresso è dedicato ad una sonda anemometrica a filo caldo . Negli ingressi autoconfigurabili i sensori sono automaticamente riconosciuti dagli strumenti . Quindi è possibile connettere qualunque sensore , della gamma dell'analizzatore multifunzionale , in qualunque ingresso di questo tipo , ottenendo un'assortimento praticamente illimitato di combinazioni .

E' possibile acquisire grandezze da qualsiasi sonda previa procedura di parametrizzazione .

- Otto ingressi autoriconoscono segnali da sonde analogiche (termocoppie , termoresistenze , termistore , termopile , sensori voltaici , potenziometrici , piezoelettrici , sensori con uscita mA , mV ecc.) ;
- Un ingresso che autoriconosce segnali da sonde impulsive ;
- Un ingresso dedicato a sonde a filo caldo .

Totale ingressi N° 10

128 Kb di memoria

50.000 numero massimo di campioni in memoria

L'occupazione di memoria è in funzione della rata di acquisizione programmata e del numero di sonde connesse all'acquisitore ; i dati memorizzati sono quelli elementari . La rata di acquisizione è programmabile individualmente per ogni ingresso da 1 secondo a 12 ore . Il tempo necessario allo strumento per acquisire ogni ingresso è di 1 secondo .

L'analizzatore , può essere collegato a qualsiasi stampante seriale per stampare diversi rapporti . Sono previsti diversi tipi di stampe dirette : stampa indice degli archivi , stampa dei dati istantanei del rilievo , stampa statistica del rilievo in forma tabellare e grafica .



Figura 2
Multiacquisitore Babuc per la misura dei principali indici microclimatici e della concentrazione dei gas negli ambienti di lavoro

SOFTWARE

Sul PC sono installati due tipi di software :

- Infogen evoluto
- Microclima

Il primo è un software puramente matematico , il quale elabora i dati in uscita dall'analizzatore e li trasforma in grafici e tabelle dove si possono evincere , sia i dati puntuali (fino a 12 h di rilievo in continuo funzionamento) che i valori minimi , massimi e le medie di tutte le grandezze che caso per caso vengono ritenute opportune misurare, per quel tipo di microclima .

Il secondo , correlato e propedeutico con il precedente , è un programma *specialistico* per la gestione dati ed elaborazione di indici di comfort e stress termico . (ISO 7730 - ISO 7423 -ISO 7933) : ambienti moderati (PMV , PPD , PD , TOC , TEQ , TO) , ambienti severi (WBGT , HSI , ITS , SR) . Il programma rende , in seguito a Input come l'abbigliamento o l'attività degli occupanti , delle stampe degli indici selezionati e fornisce un rapporto finale riassuntivo.

SONDE

Il multiacquisitore è montato su uno stativo agganciato su un tripode ad altezza regolabile, e può essere direttamente collegato ad una serie di sonde che consentono la misura di una grande varietà di grandezze fisiche e gas.

- **Sonda anemometrica portatile a filo caldo per misure omnidirezionali** (Norme ISO 7726).

E' costituita da un filo di Pt mantenuto ad una temperatura $T > T_{\text{aria}}$ per effetto Joule. Dall'intensità di corrente necessaria a mantenere la T del filamento costante, noto il coefficiente di dispersione termica, si risale alla velocità dell'aria.

- **Sonda psicrometrica a ventilazione forzata con serbatoio di acqua distillata** (Norme ISO 7726).

E' costituito da due sensori di temperatura: il primo è un termometro a bulbo asciutto che misura la temperatura secca dell'aria (T_a), il secondo un termometro rivestito da una guaina idrofila, con l'opposta estremità immersa in una vaschetta contenete acqua distillata, che misura la temperatura di bulbo umido a ventilazione forzata (T_w).

- **Sonda globotermometrica in rame nero opaco per la temperatura media radiante** (Norme ISO 7726).

E' costituito da un globo metallico cavo nero, al centro del quale è montato un sensore termometrico. La temperatura rilevata (T_g) consente di calcolare la temperatura media radiante, note che siano la temperatura secca e la velocità dell'aria. Il globo (Globo di Vernon) ha emissività elevata (≥ 0.98) in modo da essere un corpo nero rispetto alle radiazioni IR.

- **Sonda luxmetrica** per la misura dell'illuminamento in ambienti interni, secondo la risposta dell'occhio umano

- **Sonda per il monossido di carbonio (CO)**

Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)

- **Sonda per la misura del biossido di azoto (NO₂)**

Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)

- **Sonda per la misura del biossido di zolfo (SO_2)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)
- **Sonda per la misura del monossido di azoto (NO)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)
- **Sonda per la misura del cloro (Cl_2)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)
- **Sonda per la misura dell'ammoniaca (NH_3)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)
- **Sonda per la misura dell'ossigeno (O_2)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)
- **Sonda per la misura dell'ozono (O_3)**
Elemento sensibile: cella elettrochimica (*)

(*) Questo tipo di sonde, a celle elettrochimiche, danno informazioni *indicative* circa la concentrazione di gas presente in un ambiente. Nel caso in cui i valori riscontrati superano il valore del TLV si eseguono campionamenti ed analisi secondo la metodica NIOSH.

- **Sonda per la misura dell'anidride carbonica (CO_2)**
Elemento sensibile: cella ad assorbimento di infrarosso

Le sonde vengono agganciate allo stativo oppure posizionate in luoghi opportuni fino a 30 m dal multiacquisitore. Esse vengono poste a 1.50 - 1.60 m dal suolo, salvo necessità di monitoraggi in postazioni specifiche.

Polveri

La determinazione delle polveri aerodisperse in un ambiente di lavoro è di tipo gravimetrico, dopo filtrazione dell'aria su superficie filtrante e raccolta della polvere su un filtro opportuno.

Si utilizza un campionatore a portata costante, Zambelli mod. DIGIT - ISO V4.4, con una portata regolabile da 0.5 a 30 l/min.

Il portafiltro e gli altri accessori cambiano a seconda del tipo di polvere che si intende campionare.

Il portafiltro viene fissato con un morsetto su un sostegno ad una altezza di 1.50 - 1.60 m dal pavimento, e collegato mediante un tubo flessibile all'aspirazione della pompa (Figura n).

La polvere raccolta sul filtro può essere sottoposta a diverse analisi qualitative e quantitative, compatibilmente con le eventuali interferenze dovute alla natura del filtro.

POLVERI TOTALI

Per il campionamento delle polveri totali si usa un portafiltro in acciaio inossidabile a cono aperto ϕ 47/50 mm, all'interno del quale si introduce una membrana di nitrato di cellulosa ϕ 50 mm 0.8 μ . Il filtro è sostenuto da una reticella d'acciaio che ne impedisce ogni possibile deformazione. Idonee guarnizioni devono garantire una perfetta tenuta.

Il filtro, prima di essere utilizzato, deve essere condizionato in stufa a 105°C fino al raggiungimento del peso costante.

La determinazione della polvere avviene per gravimetria, facendo la differenza di peso fra la membrana prima e dopo il campionamento. Per effettuare questo tipo di pesate è necessario l'uso di bilance analitiche ad alta precisione (almeno 5 cifre decimali).

FRAZIONE RESPIRABILE

Per frazione respirabile di una polvere aerodispersa si intende quella frazione di polvere che passa attraverso un preselettore avente le seguenti caratteristiche:

(*) Diametro aerodinamico mm	% di polvere che passa attraverso il preselettore
≤ 2	90
2.5	75
3.5	50
5	25
10	0

(*) Per *diametro aerodinamico* della particella si intende il diametro di una particella di forma sferica e di densità unitaria che nel campo gravitazionale ha un comportamento uguale a quello della particella in esame.

Per questo tipo di polveri si usa un portafiltro ϕ 20 mm e un preselettore a doppio stadio con ciclone di lippman per separare le particelle con dimensioni inferiori a 5 μ .

Il filtro impiegato è in nitrato di cellulosa: ϕ 20 mm e 0.8 μ .

AMIANTO E PIOMBO

Per il campionamento dell'*AMIANTO* si aggiunge al portamembrana delle polveri totali il grembialino ϕ 50 mm.

L'identificazione e la quantificazione delle fibre di amianto è eseguita con un microscopio.

Per il campionamento del *PIOMBO* si introduce nel portafiltro il riduttore isocinetico ϕ 14 mm da 0.5 a 4.3 m/s 11.55 l/min.



Figura 3
Portafiltro polveri totali



Figura 4
Portafiltro frazione respirabile



Figura 6
Portafiltro per piombo



Figura 5
Portafiltro per amianto

Organizzazione delle misure in ambiente

Nella valutazione di tipo microclimatico di un ambiente assumono particolare importanza fattori come:

- le caratteristiche edilizie dell’ambiente
- le valutazioni del giudizio delle persone sull’ambiente
- il funzionamento di macchine, impianti tecnologici e di climatizzazione
- le caratteristiche dell’affluenza delle persone in ambiente e il grado di occupazione
- la presenza di ampie finestre o di sorgenti radianti di particolare entità
- la presenza di persone all’interno dello stesso ambiente con differenti livelli di attività e/o vestiario
- la presenza di postazioni di lavoro con caratteristiche peculiari ed esigenze particolari

Sulla base di queste informazioni si organizza la campagna di misure. Una campagna tipica di rilievi sperimentali dovrà seguire i seguenti passi:

- identificazione del momento in cui eseguire la campagna
- individuazione dell’ambiente da considerare (postazioni in cui eseguire le misure)
- definizione della giusta lunghezza temporale di ogni misura.

Identificazione del momento in cui eseguire la campagna

Le misure dovrebbero avere lo scopo di fotografare una situazione mediamente rappresentativa e di valutare inoltre situazioni estreme, tenuto conto del clima e del modo di operare dell’impianto di climatizzazione.

Per questo motivo si consiglia di eseguire 3 cicli di misura in corrispondenza di giornate rappresentative della stagione fredda, calda e una stagione “di mezzo”.

Nei cicli di misura estivi/invernali si andranno a valutare le situazioni prevedibilmente peggiori; nei cicli di misura primaverili/invernali si andrà a valutare una situazione intermedia, ovviamente se l’impianto di climatizzazione controlla l’ambiente in questa stagione.

E' utile riportare sui rapporti finali di misura anche la temperatura dell'aria esterna nel momento in cui le misure interne venivano effettuate e le condizioni climatiche generali (nuvolosità, direzione ed intensità del vento). Anche per quanto riguarda la qualità dell'aria è bene eseguire delle misure esterne per stimare il contributo esterno all'inquinamento interno.

Individuazione dell'ambiente da considerare

Le misure devono essere eseguite in tutti quei punti in cui gli occupanti sono realmente presenti, eventualmente scegliendo aree omogenee in cui eseguire le misure.

Le aree possono essere considerate "omogenee" se, ad un dato momento, la temperatura dell'aria, la temperatura media radiante, la velocità dell'aria e l'umidità relativa possono essere considerate uniformi. In questo caso è sufficiente effettuare un unico rilievo per ogni area omogenea.

La centralina Babuc viene posizionata al centro dell'area omogenea, oppure in presenza di personale, nel punto in cui il personale soggiorna più frequentemente.

Le sonde devono essere posizionate ad un'altezza di circa un metro e mezzo dal pavimento (nucleo del corpo umano), lontano dall'influsso di fattori transitori o comunque non rilevanti per la valutazione dell'ambiente.

Definizione della corretta lunghezza temporale di ogni misura

Il periodo di campionamento viene scelto in funzione delle condizioni dell'ambiente:

⇒ negli ambienti in cui le variabili rilevate rimangono sostanzialmente costanti all'interno della giornata è sufficiente eseguire una misura di 10 - 15 minuti per ciascuna area omogenea;

⇒ negli ambienti in cui le variabili variano all'interno della giornata il microclima è influenzato dal clima esterno, dal funzionamento degli impianti tecnologici e di condizionamento. In questo caso si possono seguire due strategie:

1) effettuare più rilievi di 3 -5 minuti per ogni area omogenea, ripetendo l'operazione 3 -5 volte nell'arco dell'intera giornata o se è il caso in corrispondenza di particolari momenti della giornata. Ancora una volta si deve tenere conto di:

- accensione dell'impianto di condizionamento
- accensione dell'impianto tecnologico
- variazione improvvisa del clima esterno
- fase di entrata / uscita delle persone in ambiente
- apertura / chiusura di porte / finestre.

2) effettuare un rilievo che copra temporalmente tutte le possibili variazioni della variabile rilevata (arrivando ad un periodo di misura pari alle numero di ore in cui l'ambiente è abitato, ovvero 8 ore).



Fig.7
Multiacquisitore Babuc durante un rilievo in un ambiente di lavoro

Scheda di rilevazione

Rilievo:

Periodo

DITTA:

Reparto:

Condizioni meteorologiche:

T_{secca}:

U_{rel}:

C(CO):

T_{umida}:

V_{aria}:

C(CO₂):

T_{glob}:

Direzione vento:

C(O₃):

Caratteristiche edilizie dell'edificio:

Esposizione sito di misura: [N] - [S] - [E] - [O] - [NE] - [NO] - [SE] - [SO]

Presenza di finestre o di sorgenti radianti:

Funzionamento di macchine, impianti tecnologici e di climatizzazione:

Valutazione delle persone sull'ambiente:

Affluenza delle persone e grado di occupazione:

Presenza di persone con diversa attività e/o attività:

Condizioni interne

T_{secca}:

U_{rel}:

C(CO):

T_{umida}:

V_{aria}:

C(CO₂):

T_{glob}:

Direzione vento:

C(O₃):

Descrizione del sito di misura (schizzo dell'ambiente)