

RCE DIEM

DIEM - Strumento di misura della costante dielettrica relativa di liquidi a bassa conducibilità.

Principio di funzionamento

La misura della costante dielettrica relativa avviene misurando la capacità di un condensatore, la cella di misura, tra le cui armature viene immesso il liquido.

Come è noto la capacità di un condensatore con dielettrico è data da:

$$C = C_0 \cdot \varepsilon_r$$

dove C_0 è la capacità del condensatore nel vuoto, ε_r è la costante dielettrica relativa del liquido.

In aria la capacità del condensatore è con buona approssimazione uguale alla capacità nel vuoto, infatti la costante dielettrica relativa dell'aria, a pressione normale, è molto prossima ad 1.

DIEM effettua la misura della capacità applicando una tensione sinusoidale di circa 0.6 volt efficaci alla frequenza di 1 MHz, ad una delle armature della cella di misura, e misurando la corrente risultante sull'altra armatura (fig. 1).

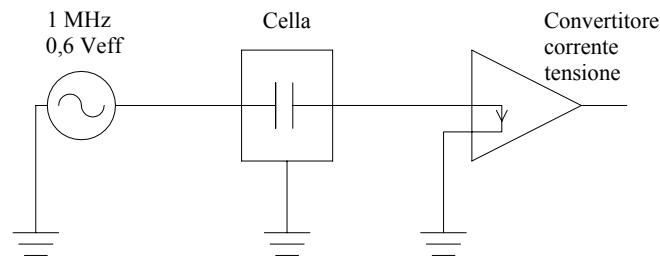


Fig. 1

In presenza di un dielettrico senza perdite, la corrente in modulo è espressa da:

$$I = V \cdot \omega \cdot C \quad \text{con} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

e risulta sfasata in anticipo di 90° rispetto alla tensione.

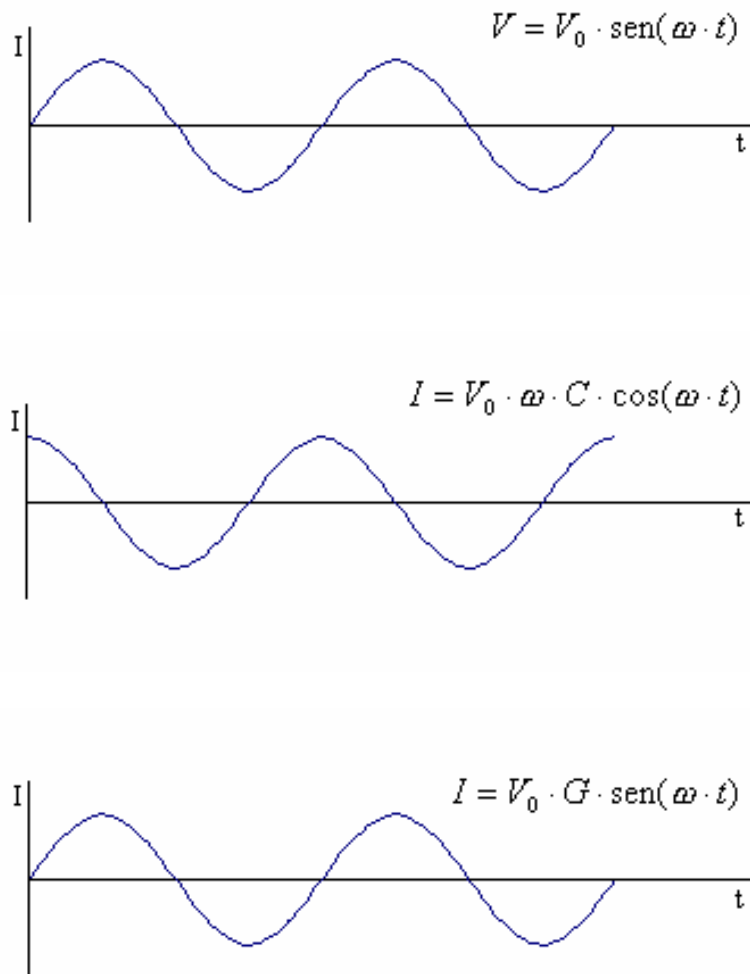


Fig. 2

I liquidi considerati comunemente dielettrici, in realtà presentano una certa conducibilità. Ciò comporta che la cella si deve rappresentare come un condensatore con in parallelo una conduttanza corrispondente alle perdite nel liquido.

In tale modello la corrente in modulo è espressa da:

$$I = V \cdot \sqrt{G^2 + (\omega \cdot C)^2} \quad \text{con } G = \frac{1}{R} \text{ conduttanza della cella.}$$

Pertanto la conducibilità del liquido comporta un aumento del modulo della corrente. E' necessario quindi disporre di un rivelatore che sia in grado di distinguere la componente della corrente dovuta alla capacità della cella da quella dovuta alla conduttanza della cella (fig. 2).

In notazione vettoriale (fig. 3) la corrente è data da:

$$I = V \cdot (G + j \cdot \omega \cdot C)$$

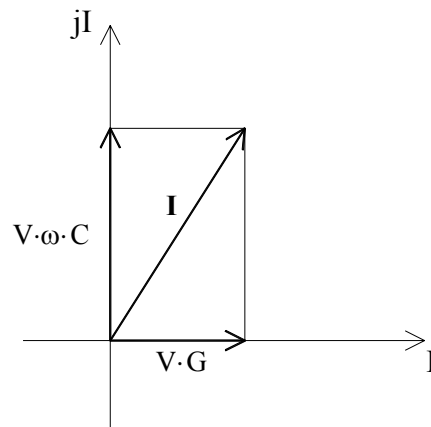


Fig. 3

Si noti quindi che la componente della corrente dovuta alla capacità è sempre in anticipo di 90° rispetto alla tensione, mentre la componente dovuta alla conduttanza è in fase con la tensione.

Il circuito elettronico di misura è costruito in modo da rilevare separatamente le due componenti. La componente capacitiva viene misurata per risalire alla costante dielettrica relativa, mentre la componente resistiva viene misurata solo per segnalare i liquidi che presentano una eccessiva conducibilità, tale da pregiudicare la funzionalità dello strumento.

L'accuratezza della misura della costante dielettrica è migliore quando

$$G \ll \omega \cdot C$$

Lo strumento non è idoneo a misurare liquidi con forte conducibilità, come le soluzioni ioniche.

I valori misurati delle correnti vengono trasmessi, tramite una interfaccia seriale, ad un personal computer in ambiente MS-DOS. Uno specifico software consente di gestire, su una unica porta seriale, più strumenti di misura, provvedendo ad eseguire le opportune tarature, a scegliere la scala di misura, a fornire i risultati delle misure. Esso inoltre può fornire una stampa delle tarature e delle misure effettuate da ciascuno strumento.

Cella di misura

La cella di misura, fissata allo strumento, è costruita in ottone nichelato, richiede un volume di circa 15 ml di liquido, ed è dotata di una camicia in cui si può far circolare acqua per la termostatazione.

Essa è sostanzialmente un condensatore di circa 10 pF di capacità in aria, tra le cui armature viene immesso il liquido di cui si vuole misurare la costante dielettrica relativa.

Entrambe le armature sono isolate dalla massa e ciascuna si collega allo strumento di misura tramite un cavo coassiale ed un connettore BNC.

L'immisione del liquido avviene attraverso una apertura sulla parte superiore della cella che si può chiudere con un apposito coperchio per ridurre l'evaporazione. Lo scarico del liquido avviene attraverso un rubinetto a sfera collocato sulla parte inferiore della cella.

Tutte le parti in contatto con il liquido sono costruite in ottone nichelato od in teflon.

Strumento elettronico

Lo strumento elettronico è racchiuso in un contenitore in metallo delle dimensioni di $48 \cdot 32 \cdot 17.5$ cm^3 .

L'assenza di parti in materiale plastico assicura una buona resistenza ad eventuali spruzzi di liquidi organici.

Sul pannello frontale sono presenti l'interruttore ed un LED di accensione, due connettori BNC a cui si collega la cella di misura.

Sul pannello posteriore sono presenti la presa di alimentazione di rete con fusibile di protezione, un deviatore con indicazione decimale da 0 a 9 per impostare il numero logico dello strumento, un connettore DB9 femmina ed un connettore DB9 maschio per i collegamenti seriali RS232C.

Collegamento degli strumenti tra loro e col personal computer

Uno o più strumenti, fino ad un massimo di 10, possono essere collegati ad una unica porta seriale del personal computer. Il collegamento avviene nel seguente modo:

Un cavo seriale con connettori DB9 maschio da un lato e femmina dall'altro, fornito con gli strumenti, deve essere collegato alla porta COM2 del personal computer con l'estremo col connettore femmina, ed ad uno degli strumenti all'altro estremo. Da questo strumento deve partire l'altro cavo seriale con connettori DB9 maschio e femmina, anch'esso fornito con gli strumenti, che va inserito con l'estremo col connettore femmina nell'altro connettore DB9 presente sullo strumento, e con l'altro estremo ad un successivo strumento.

Software di gestione delle misure

Il software fornito a corredo dello strumento è costituito dall'eseguibile DIEM.EXE e dai file DATTAR.DAT, LOG0.DAT e LOG1.DAT che devono essere installati in un'unica directory su un personal computer in ambiente MS-DOS dotato di porta seriale COM2.

DIEM.EXE gestisce due strumenti e permette di tararli, di selezionarne la portata, di effettuare le misure, di registrare i dati di taratura e le misure.

Le funzioni relative alla misurazione disponibili sono:

<S> selezione strumento;

<P> seleziona la portata 1 o 2 per lo strumento selezionato;

<T> taratura dello strumento selezionato. Bisogna immettere una descrizione per le sostanze che si utilizzano per ogni punto di taratura;

<M> attiva la misura per tutti gli strumenti tarati ed inizializzati;

Le funzioni relative alla registrazione dei dati sono:

<I> inizializza il file di log per lo strumento selezionato. Bisogna immettere una descrizione per la sessione che si sta iniziando;

<R> registra la misura riportata dallo strumento selezionato. Bisogna immettere una descrizione del liquido che si sta esaminando;

<U> registra i dati di taratura dello strumento selezionato;

<A> stampa il file di log dello strumento selezionato, in modalità ASCII, 60 righe di 70 caratteri per pagina.

Modalità operative

1) Lasciare acceso lo strumento DIEM per almeno 20 minuti prima di iniziare qualsiasi taratura o misura.

2) Lo strumento ha due portate di misura, la prima idonea per costanti dielettriche relative comprese tra 1 e 12, la seconda per costanti dielettriche comprese tra 8 e 100.

3) Effettuare una taratura con due liquidi con costanti dielettriche note i cui valori siano rappresentativi della minima e della massima costante dielettrica da misurare. Il software effettua una interpolazione lineare tra questi due punti di taratura. Il valore misurato può anche essere esterno all'intervallo di taratura, tuttavia la precisione migliore si ottiene quando si dispone di punti di taratura poco distanti dalla misura.

Nel caso della portata 1, cioè per costanti dielettriche comprese tra 1 e 12, un punto di taratura può essere costituito dalla cella vuota, a cui si attribuisce il valore 1.0 di ϵ_r .