

Conducibilità nell'acqua

La conduttività è la capacità di una soluzione di trasferire (condurre) corrente elettrica. Il valore della conducibilità elettrica dipende dalla capacità degli elettroni o di altri portatori di carica di muoversi all'interno di un liquido.

INTRODUZIONE

La conduttività è generalmente indicata in Siemens per centimetro, mS/cm (milliSiemens/cm) o $\mu\text{S/cm}$ (microSiemens/cm).

Per soluzioni a bassi livelli di conducibilità, si può utilizzare un sensore in grafite che misura la conduttività posizionando in un campione d'acqua due piastre di materiale conduttivo con area e distanza tra loro note. Viene poi applicato un **potenziale di tensione** e viene misurata la corrente risultante. Il valore della conducibilità, quindi, può essere determinato dal valore della corrente.

La conversione delle varie unità è la seguente:

$$1 \text{ S/cm} = 1,000 \text{ mS/cm} = 1,000,000 \mu\text{S/cm}.$$

Esistono svariati strumenti in grado di misurare la conducibilità.

Per soluzioni con elevata conducibilità invece viene spesso utilizzata una sonda toroidale. Una sonda toroidale è costituita da una coppia di toroidi metallici avvolti in filo sovrastampati con plastica resistente alla corrosione. Una bobina è quella primaria mentre l'altra funge da ricevitore. Quando il sensore viene immerso in un liquido conduttivo, il dispositivo invia una **corrente alternata di valore noto** attraverso la bobina primaria che crea un campo magnetico ed induce così una corrente nel liquido di processo. Questo, a sua volta, genera una corrente nella bobina del ricevitore che è direttamente proporzionale alla conduttività del liquido.

TEORIA DELLA CONDUCIBILITÀ

La **conduttanza (G)** è definita come il reciproco della **resistenza elettrica (R)** di una soluzione, tra due elettrodi.

$$G = 1/R$$

Spesso è necessario mettere in relazione la conduttanza con una specifica lunghezza del materiale, nonché con una sezione trasversale costante. Questo è il rapporto tra

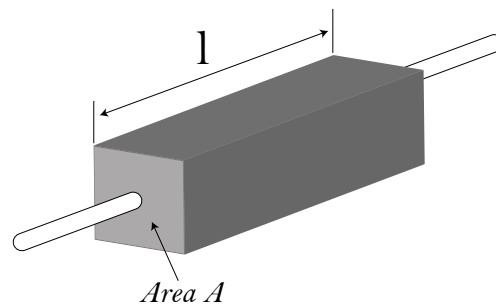
la distanza "l" (tra gli elettrodi) e l'area "A" degli elettrodi. Il rapporto tra 'l' e 'A' è chiamato costante di cella (K).

$$K = l/A$$

K = costante di cella (cm⁻¹)

a = area effettiva degli elettrodi (cm²)

l = distanza tra gli elettrodi (cm)



La conduttanza e la costante di cella sono correlate nella seguente equazione, e questa è chiamata conduttività (σ). La conducibilità elettrica è la misura della capacità di un materiale di trasportare carica elettrica. Maggiore è il valore della conducibilità, minore è la resistenza che fornisce al flusso di corrente elettrica.

$$\sigma = G \times K$$

σ = conducibilità (S/cm)

G = conduttanza (S), dove $G = 1/R$

K = costante di cella (cm)

Per ottenere un valore di conducibilità con la massima precisione, è indispensabile selezionare la costante di cella corretta per le rispettive soluzioni di conducibilità.

MISURAZIONE

La misurazione della conduttività è utilizzata in molte applicazioni industriali ed ambientali come metodo rapido, economico ed affidabile per misurare il contenuto ionico in una soluzione. La misurazione della conducibilità è un modo tipico per **monitorare le proprietà dei sistemi idrici** come, ad esempio, acqua di mare, fiume, caldaia o anche i processi di depurazione dell'acqua potabile.

La conducibilità elettrica di una soluzione acquosa può essere misurata determinando la resistenza della soluzione tra due elettrodi piatti o cilindrici (interno ed esterno). Questi elettrodi sono separati da una distanza fissa stampandoli su piastre all'interno di una sonda di grafite e, facendo ciò, è possibile ottenere un valore accurato per la costante di cella. Per evitare la polarizzazione degli elettrodi viene utilizzata una tensione alternata. Ciò **arresta eventuali reazioni non spontanee** che si verificano sulla superficie dell'elettrodo e che potrebbero portare a letture imprecise.

La misura della conducibilità è fortemente **influenzata dalla temperatura** del campione. Ad esempio, la lettura della conducibilità di una soluzione salina di cloruro di sodio aumenta in genere del 2% per ogni grado Celsius di aumento della temperatura, e quindi ci si può aspettare che il valore di conducibilità di una soluzione salina a 15 °C sia inferiore di circa il 20% rispetto al valore a 25 °C. A seconda della procedura operativa standard del laboratorio, le letture della conducibilità possono essere compensate in base alla temperatura o meno. È importante annotare la lettura della temperatura o la temperatura di riferimento con ogni lettura della conducibilità registrata.

Per soluzioni acquose a bassa conducibilità, gli elettrodi possono essere posiziona-

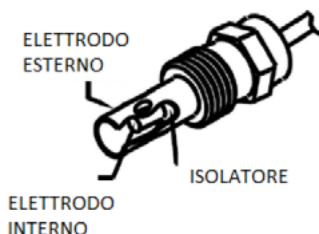


Diagramma sensore

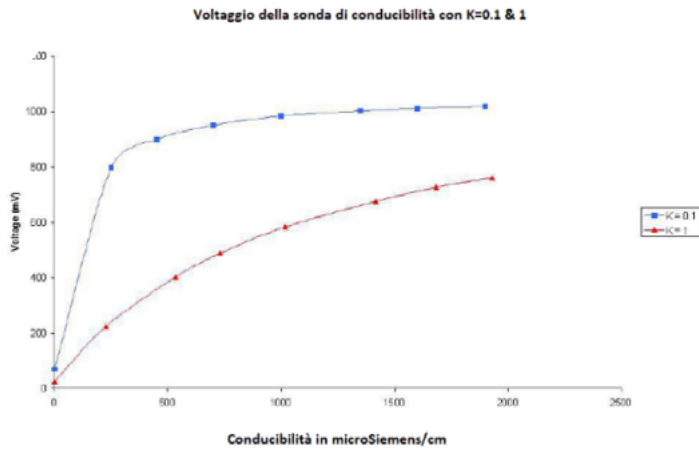
La conducibilità è spesso misurata nelle caldaie industriali...



...ma anche in impianti di depurazione.



Una sonda con una costante di cella di 0.1, è ideale per ottenere un risultato accurato quando la conducibilità è compresa tra 0 e 200 $\mu\text{S/cm}$.



ti più vicini (riducendo "l") per fornire costanti di cella di 0.1 cm^{-1} . Ciò aumenta la conduttanza tra le piastre e semplifica il risultato dei circuiti elettronici.

Come si può vedere dal grafico, la sonda di grafite con una K = 0.1 (linea blu), fornisce una risposta forte quando la conducibilità è inferiore a 200 $\mu\text{S/cm}$. La

sonda avrà quindi un rapporto segnale/rumore basso ed i risultati ottenuti dal campione saranno molto precisi all'interno di questa regione. Quando la conducibilità aumenta, la risposta delle sonde per $\mu\text{S/cm}$ si riduce. Ciò farà aumentare il rapporto segnale-rumore, con conseguente riduzione dell'accuratezza delle misure della sonda.

Una sonda con una costante di cella di 0.1, è ideale per ottenere un risultato accurato quando la conducibilità è compresa tra 0 e 200 $\mu\text{S/cm}$.

Se l'acqua ha una conduttività moderata, è meglio usare una sonda con un valore K di 1 (linea rossa nel grafico).

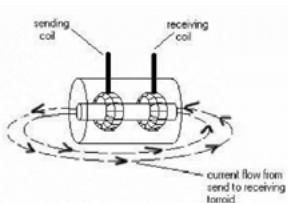
Una sonda di grafite con una costante di cella di 1 è ideale per ottenere risultati quando la conducibilità è compresa tra 0 e 2000 $\mu\text{S/cm}$.

Per soluzioni ad alta conducibilità, gli elettrodi possono essere allontanati ulteriormente (aumentando "l") per fornire una costante di cella di 10 o più. Generalmente in queste soluzioni si utilizzano sensori toroidali per determinare la conducibilità.

La Pi ha condotto uno studio di laboratorio per mostrare l'accuratezza e l'intervallo di misura della sonda toroidale usando varie concentrazioni di cloruro di sodio. Ogni concentrazione di cloruro di sodio ha un valore noto di conducibilità; questi valori sono stati confrontati con i valori registrati dalla sonda toroidale e i dati sono stati tracciati nel grafico seguente



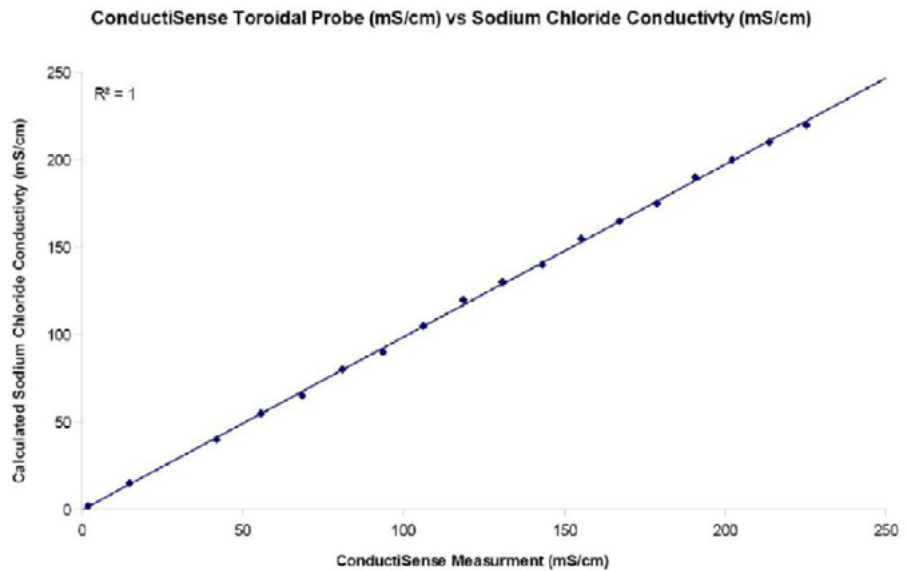
In basso le sonde in grafite con fattore K variabile: 0.1 (in alto), 1 (in mezzo) e 10 (in basso)



Corrente creata dalle due bobine nel sensore toroidale



Sensore toroidale per alta conducibilità.

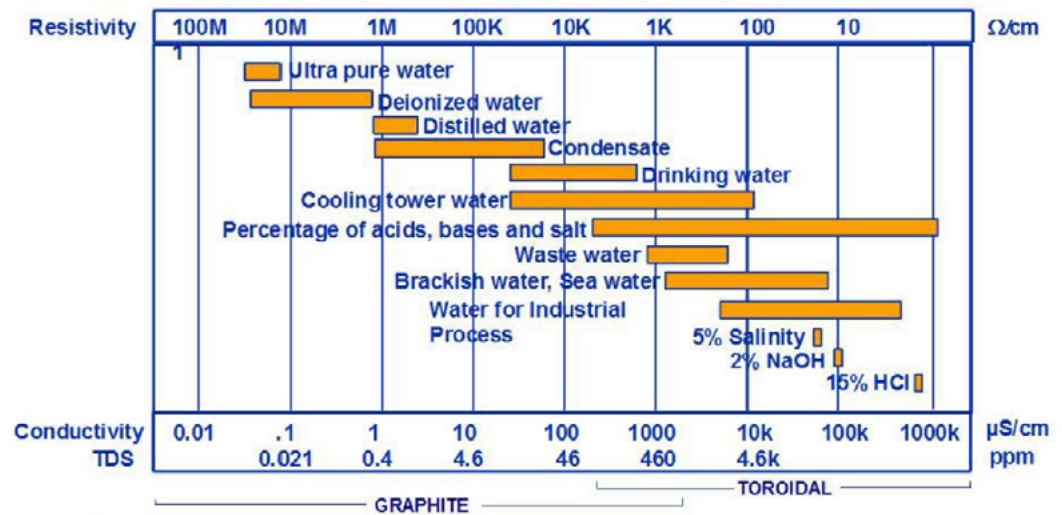


Il valore massimo di conducibilità che una soluzione di cloruro di sodio può produrre è di 230,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o 230 mS/cm prima che diventi una soluzione saturata, ovvero una soluzione in cui non si dissolverà più cloruro di sodio, indipendentemente da quanto ne viene aggiunto. Come si può vedere dal grafico sopra la sonda toroidale misura con precisione fino a questo limite ed è in grado di misurare con precisione soluzioni fino a 2000 mS/cm , che è molto al di là dell'intervallo di misura coperto dalle sonde in grafite.

CONFRONTO TRA I SENSORI DI CONDUCEBILITÀ IN GRAFITE E TOROIDALI

1. Una sonda toroidale richiede più spazio di una sonda di grafite poiché ha bisogno di tre centimetri di liquido conduttivo che circonda la sonda per garantire che la corrente misurata dalla bobina del ricevitore non sia compromessa, cioè per mantenere un alto livello di accuratezza.
2. Le sonde in grafite possono essere calibrate sul posto o in un contenitore separato, mentre una sonda toroidale deve essere calibrata sul posto per ottenere risultati ottimali. Sul posto significa con il sensore propriamente installato.
3. La precisione tipica di una sonda toroidale è di $\pm 20\mu\text{S}/\text{cm}$, che è un errore considerevolmente più grande di quello per la sonda di grafite, che è $\pm 5\mu\text{S}/\text{cm}$.
4. È possibile utilizzare una sonda toroidale in acque difficili dove vi è il rischio di incrostazione e sporcamento; inoltre si può utilizzare per misurare campioni sporchi e corrosivi. Una sonda toroidale è quindi ideale per misurare la conducibilità di campioni come acque reflue e acqua utilizzata nei processi industriali. Ciò è in contrasto con le sonde di grafite che, per ottenere risultati accurati, devono essere utilizzate in campioni puliti e non corrosivi (come l'acqua potabile).

La tabella seguente mostra quale sensore è adatto per ogni specifica applicazione.



SOLIDI DISCIOLTI TOTALI

I solidi totali disciolti (spesso abbreviati in TDS) sono una misura del contenuto combinato di tutte le sostanze inorganiche disciolte in un liquido. I TDS e la conducibilità elettrica sono strettamente correlati, in quanto più sali vengono dissolti nell'acqua, maggiore è il valore della conducibilità elettrica.

Per convertire la conducibilità elettrica di un campione d'acqua ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nella concentrazione approssimativa di solidi totali disciolti (ppm), il valore in $\mu\text{S}/\text{cm}$ viene moltiplicato per un fattore di conversione. Il fattore di conversione dipende dalla composizione chimica dei TDS e può variare tra 0.54 – 0.96. Un valore di 0.67 è comunemente usato come approssimazione se il fattore reale non è noto.

[(TDS) ppm = conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$ x 0.67].

Poiché la conducibilità varia con la temperatura, è necessario correggere le letture per le variazioni di temperatura. La maggior parte degli strumenti contiene circuiti che compensano automaticamente la temperatura e correggono le letture a 25 °C.

Per maggiori informazioni visitare il nostro sito oppure contattarci a info@leafytechnologies.com