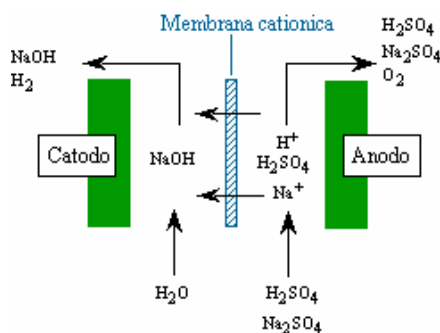




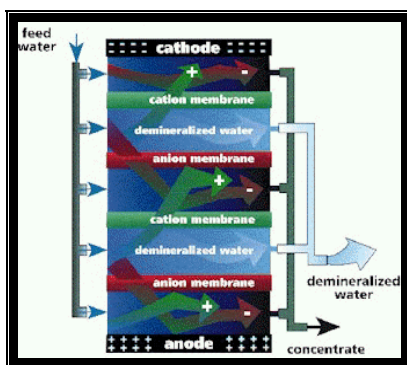
Elettrodialisi

Principio di funzionamento

La dialisi è l'operazione di separazione di certi soluti da altri soluti per attraversamento di membrane permeabili ai primi e non agli altri. In linea di massima ciò avviene perché le membrane usate per dialisi (*membrane dializzatrici*) hanno aperture ("fori") di dimensioni adatte a lasciar passare certe particelle di soluti e non altre. Per accelerare il fenomeno di per sé lento, perché i fori non consentono spontanei passaggi in frota di ioni e le membrane costituiscono un generale ostacolo alla diffusione, si può stabilire una differenza di potenziale continua, mediante l'applicazione di elettrodi di segno opposto; così gli ioni sono sollecitati a migrare verso l'elettrodo di carica opposta alla propria.



Nella pratica industriale l'elettrodialisi si compie in celle a scompartimenti plurimi stabiliti da speciali membrane selezionatrici dei soluti da lasciar passare. Le membrane da elettrodialisi industriale sono *cationofobe* se sono permeabili ai soli anioni ed *anionofobe* se lasciano passare soltanto i cationi. Poiché la disposizione di tali membrane è alterna rispetto alla loro attitudine a consentire migrazione ionica, nelle celle si vengono a stabilire scompartimenti fogna d'elettroliti ("trappole fogna") e scompartimenti d'acqua purificata.



Quindi, se ad una fase liquida ricca in specie ioniche viene applicato un campo elettrico continuo mediante due elettrodi, i cationi sono attratti verso il polo negativo (catodo) e gli anioni verso il polo positivo (anodo). In assenza di impedimenti, le specie perdono le loro cariche sugli elettrodi di segno opposto (elettrodialisi). Se, invece, vengono poste delle membrane selettive tra gli elettrodi ed, in particolare membrane cationiche, permeabili solo ai cationi e membrane anioniche, permeabili solo agli anioni, sistemate alternativamente, la migrazione ionica non è più libera ma i cationi passano attraverso le membrane cationiche e gli anioni attraverso quelle anioniche. Come risultato si osserva, ad esempio nel caso di una soluzione di cloruro di sodio, che gli ioni di alcuni compartimenti passano in quelli adiacenti, che



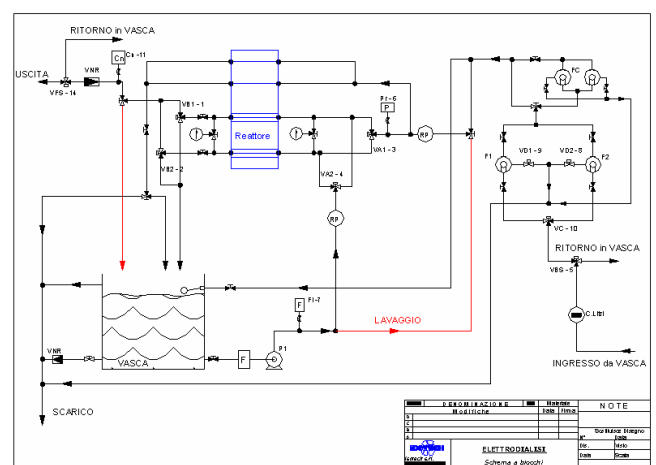
diventano più concentrati. Pertanto introducendo nel sistema un Coulomb di elettricità si otterrà il trasferimento di un grammo-equivalente di anioni e cationi dai compartimenti del diluito a quelli concentrato. Tale proprietà può essere fruttata per dissalare acqua contaminata da sali mediante il processo di elettrodialisi. L'ED quindi si basa sull'applicazione di un campo elettrico continuo in grado di forzare solo componenti ionici di piccole dimensioni attraverso membrane ioniche, impermeabili all'acqua. In tale modo i cationi sono separati dagli anioni, gli ioni dalle specie neutre e dalle macromolecole cariche. La soluzione acquosa da trattare viene fatta passare in appositi compartimenti alternati di un pacco di membrane aventi proprietà alternativamente semipermeabili ai cationi e agli anioni. Per minimizzare, l'imbrattamento sia organico che inorganico delle membrane vengono solitamente utilizzati diversi metodi, quali ad esempio il pretrattamento della soluzione in alimentazione (prefiltrazione), l'ottimizzazione delle condizioni di lavoro (regolazione del pH della soluzione, della velocità del flusso o della turbolenza nella cella), un campo elettrico esterno ad impulsi e l'inversione periodica del flusso di corrente. Quest'ultima tecnica, chiamata elettrodialisi inversa (EDR), è un'estensione del funzionamento del processo convenzionale di elettrodialisi. Nei sistemi EDR la polarità degli elettrodi può essere invertita con conseguente inversione delle reazioni agli elettrodi in questo modo si può ad esempio effettuare la demineralizzazione dell'acqua con un processo continuo, senza aggiunta degli agenti chimici utilizzati di norma per la pulizia delle membrane da depositi inorganici incrostanti.

Performance

- Costo dell'acqua trattata proporzionale al contenuto di solidi totali disciolti (TDS) presenti nel refluo da trattare;
- Livelli di rimozione dei sali nell'ordine del 40-60% per ciascuno stadio di dissalazione;
- Minimizzazione della retrodiffusione di elettrolita mediante gradienti ottimali di potenziale chimico;
- Rimozione preliminare della torbidità, degli ioni Fe, Al (<0,3 ppm) e Mn (<0,1 ppm) al fine di evitare la formazione di depositi (fouling e scaling) sulle superfici delle membrane;
- Condizioni fluidodinamiche e potenziale elettrico ottimizzati per evitare la formazione di precipitati insolubili (CaCO_3 e Mg(OH)_2) sulle membrane;
- Pretrattamento della superficie delle membrane con un particolare polimero funzionalizzato con gruppi anionici in grado di salificare stabilmente le specie cationiche presenti, in modo da creare uno strato "macromolecolare" disposto in maniera estesa per realizzare il massimo numero di legami salini: con questa organizzazione le macromolecole protettive volgono verso la soluzione acquosa la parte idrofobica ed impediscono così la deposizione delle sostanze organiche.



EDR vista di insieme



EDR lay-out



Componenti impianto

Sistema di filtraggio acque in ingresso composto da 2 stadi filtranti

gruppo valvole motorizzate distributrici di flusso

pompa di autoricircolo interno

serbatoio acqua autoricircolo

reattore composto da pacchi di membrane polimeriche sottoposte a trattamento protettivo

quadro elettrico di alimentazione dei pacchi membrane e PLC di controllo sistema in armadio integrato con la struttura

struttura in alluminio di sostegno con coperture in alluminio asportabili

Dati tecnico-funzionali	EDR5	EDR10
Portata acqua da trattare	5.5 m ³ /h	11 m ³ /h
Rimozione TDS min	90 %	90 %
Scarico acqua chiarificata	5 m ³ /h	10 m ³ /h
Pacchi membrana	N°100 membrane cationiche N°100 separatori N°100 membrane anioniche	N°150 membrane cationiche N°150 separatori N°150 membrane anioniche
Potenza impegnata	4 kW	6 kW
Dimensioni	2000 x 2000 x 2500 mm	2000 x 2000 x 2500 mm



EDR Particolare pacchi a membrana



EDR fase di installazione