

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901864970A1

Publication Date

20120206

Applicant

IDROPAN DELL'ORTO DEPURATORI SRL

Title

METODO DI FUNZIONAMENTO DI UNA APPARECCHIATURA A
CONDENSATORI A FLUSSO PASSANTE ED APPARECCHIATURA A
CONDENSATORI A FLUSSO PASSANTE PER IL TRATTAMENTO DI UN
FLUIDO.

METODO DI FUNZIONAMENTO DI UNA APPARECCHIATURA A CONDENSATORI A FLUSSO PASSANTE ED APPARECCHIATURA A CONDENSATORI A FLUSSO PASSANTE PER IL TRATTAMENTO DI UN FLUIDO.

DESCRIZIONE

5 Campo di applicazione

La presente invenzione concerne un metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante ed una apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido, secondo il preambolo delle rispettive rivendicazioni indipendenti.

Più in dettaglio, l'apparecchiatura secondo l'invenzione è destinata ad essere
10 vantaggiosamente impiegata per rimuovere da un fluido concentrazioni indesiderate di contaminanti, ad esempio costituiti da sali disciolti al suo interno, ovvero per concentrare all'interno di un fluido, particolarmente di processi industriali, particelle ionizzate per agevolarne il recupero o lo smaltimento.

In particolare, la suddetta apparecchiatura si presta ad essere vantaggiosamente impiegata per
15 la dissalazione dell'acqua di mare, anche laddove si dispone di poca energia elettrica. La suddetta apparecchiatura impiega condensatori a fluido passante secondo principi di funzionamento che le consentono di ottenere in un unico passaggio una portata di fluido estremamente pura ovvero anche, a seconda dell'applicazione, una portata di fluido notevolmente concentrata in un volume ridotto.

20 L'apparecchiatura di cui trattasi potrà essere destinata a molteplici applicazioni sia in campo industriale che in campo civile, quali ad esempio la dissalazione dell'acqua di mare, l'addolcimento di acque particolarmente dure, la rimozione dall'acqua di sali (quali cloruri e solfati), di nitrati, di nitriti, di ammoniaca, di metalli pesanti, di sostanze organiche o di microinquinanti in genere, ovvero ancora per la deionizzazione di fluidi ad esempio di
25 processi industriali o per la concentrazione di sostanze inquinanti difficili da smaltire o

vantaggiose da recuperare per un riutilizzo.

La presente invenzione si inserisce pertanto in generale nell'ambito dei processi industriali per il trattamento di fluidi aventi lo scopo di filtrare questi ultimi ovvero di concentrarne alcune sostanze in essi disciolte in un volume contenuto.

5

Stato della tecnica

Le apparecchiature per la purificazione di fluidi mediante condensatori a flusso passante comprendono, tradizionalmente, una o più celle collegate in serie o in parallelo tra loro.

Ciascuna cella è formata da uno o da più condensatori a flusso passante, ciascuno dei quali è a sua volta provvisto di una pluralità di elettrodi sovrapposti, tra i quali è fatto passare il fluido

10

da purificare con lo scopo di concentrare un soluto con particelle ionizzate, ovvero con lo scopo di ottenere un solvente depurato da tali particelle.

Gli elettrodi dei condensatori a flusso passante sono tradizionalmente formati con strati di materiali conduttori affacciati l'uno all'altro e caricati con opposte polarità da un alimentatore a corrente continua per generare tra gli elettrodi contigui un campo elettrostatico. Gli strati

15

alternati di elettrodi sono tra loro separati da strati spaziatori, in cui scorre il flusso di fluido da trattare. Gli elettrodi nei condensatori a flusso passante assorbono e rilasciano elettrostaticamente i contaminanti di cariche ioniche e partecipano attivamente al processo di deionizzazione del liquido da trattare. Gli elettrodi sono allo scopo generalmente formati da strutture porose di materiali conduttori.

20

Più in dettaglio, durante una prevista fase di servizio, il fluido scorre tra gli elettrodi a diversa polarità e le particelle cariche presenti nel fluido, ad esempio costituite da ioni di sali disciolti, sono attratti dagli elettrodi e trattenuti su di essi dall'azione del campo elettrico.

In una successiva fase di rigenerazione, il campo elettrico è rimosso e gli ioni, che si sono accumulati sugli elettrodi, vengono evacuati mediante l'impiego di un flusso di lavaggio.

25

Il funzionamento di tali condensatori prevede l'alternarsi di fasi di servizio, in cui ha luogo la

concentrazione degli ioni presenti nel fluido in corrispondenza degli opposti elettrodi, e di fasi di rigenerazione, in cui gli ioni accumulatisi sugli elettrodi sono rimossi mediante il suddetto flusso di scarico.

5 Condensatori a flusso passante del tipo noto sopra indicato sono ad esempio descritti nei brevetti US 6,413,409 e US 5,360,540.

A seconda delle applicazioni possono essere richieste apparecchiature di purificazione dotate di numerose celle aventi ciascuna uno o più condensatori a flusso passate, per trattare volumi importanti di fluido ovvero per abbassare in più step successivi la conducibilità di un flusso di fluido fino a portarla a valori desiderati.

10 È noto, in particolare, l'impiego di apparecchiature a condensatori a flusso passante per dissalare l'acqua del mare. Vantaggiosamente, l'acqua viene portata dai valori di salinità dell'acqua di mare, solitamente dell'ordine dei 50.000 μS , ai valori dell'acqua potabile, solitamente dell'ordine del centinaio di μS , attraverso l'impiego di più apparecchiature disposte in serie, in cui la salinità è abbattuta in percentuali via via decrescenti in termini
15 assoluti ad esempio in 5-7 stadi di passaggio in condensatori posti in successione.

L'inconveniente di tale metodo di dissalazione mediante apparecchiature a condensatori a flusso passante di tipo tradizionale, note sul mercato, risiede proprio nel dover impiegare un numero elevato di passaggi in condensatori disposti in successione con quindi elevati costi di impianto e di consumo di energia. Come è noto, infatti, ciascuno stadio di filtraggio consente
20 alla apparecchiatura di abbattere di una percentuale la salinità dell'acqua con cui è la stessa apparecchiatura è alimentata. Conseguentemente, in termini assoluti, i condensatori degli ultimi stadi hanno un rendimento inferiore rispetto a quelli dei primi stadi, catturando una quantità inferiore di sali disciolti nell'acqua, non raggiungendo pertanto la saturazione completa dei loro elettrodi e conseguentemente non sfruttando al meglio le loro possibilità di
25 captazione.

Solitamente le apparecchiature a condensatori a flusso passante, a cui si riferisce la presente invenzione, vengono usate per l'addolcimento dell'acqua e, in tale caso, scaricano a perdere l'acqua impiegata per la rigenerazione dei condensatori.

5 Sono note altresì sul mercato apparecchiature per la dissalazione dell'acqua che prevedono di separare i sali disciolti al suo interno mediante tecniche evaporative che impiegano più camere di evaporazione poste in successione. Un fluido termico cede calore mediante uno scambiatore all'acqua di alimentazione in una prima camera di evaporazione portandone una frazione ad evaporare, la quale condensa in una seconda camera formando una quota parte di acqua dissalata e cedendo calore ad una altra frazione di acqua di alimentazione che a sua
10 volta evapora per condensare in una terza camera formando a sua volta una quota parte di acqua dissalata e cedendo calore ad un'altra frazione ancora di acqua di alimentazione. Il processo di evaporazione viene ripetuto nel modo sopra indicato in più camere poste in sequenza. I vapori separati nell'ultima camera vengono condensati mediante uno scambiatore vantaggiosamente raffreddato con acqua marina. Il principale inconveniente di questa
15 apparecchiatura risiede nel notevole dispendio di energia che necessita per portare l'acqua di alimentazione ad evaporare.

Sono note apparecchiature per la dissalazione dell'acqua di mare che utilizzano membrane semipermeabili (membrane ad osmosi inversa) attraversate per permeazione per separare l'acqua dissalata da quella di alimentazione.

20 Sono altresì note apparecchiature per la dissalazione dell'acqua di mare che utilizzano processi di elettrodialisi ovvero che separano un flusso di acqua dissalata dal flusso di acqua di alimentazione mediante il passaggio di un soluto contenete i sali attraverso una membrana. Il passaggio attraverso la membrana è forzato dall'applicazione di un campo elettrico tra due elettrodi in modo da sollecitare gli ioni a migrare verso l'elettrodo di carica opposta alla
25 propria.

Il principale inconveniente di quest'apparecchiatura nonché del suo metodo di funzionamento risiede, anche in questo caso, nel notevole dispendio di energia necessario al suo funzionamento.

5 È nota altresì una apparecchiatura per la dissalazione dell'acqua di mare attraverso principi di scambio ionico, ovvero attraverso la rimozione degli ioni Na^+ e Cl^- mediante resine rispettivamente a ciclo H^+ ed OH^- . Si ottiene anche in un singolo passaggio attraverso le resine, un'acqua fortemente dissalata. La porzione di fluido da rigettare è in questo caso costituita dai residui della rigenerazione delle resine.

10 Il principale inconveniente di quest'apparecchiatura nonché del suo metodo di funzionamento risiede nella scarsa efficienza ovvero nella possibilità di produzione di una scarsa quantità di acqua dissalata a parità di energia impiegata.

Ciò permette di impiegare tale apparecchiatura solo per produrre portate molto limitate, ad esempio dell'ordine di $1 \text{ m}^3/\text{h}$, ovvero per ottenere acqua con un grado di purezza molto elevata, seppure appunto per portate modeste.

15 Molti processi industriali, ad esempio di trattamento delle superfici metalliche quali il fosfosgrassaggio, la brillantatura, il decapaggio, l'anodizzazione, la verniciatura, la cromatazione, ecc., prevedono l'utilizzo di acqua nei vari processi produttivi, congiuntamente a soluzioni di acidi quali fosforico, solforico, fluoridrico, nitrico, cromatico oppure alcaline quali sgrassanti, fosfatanti ecc.

20 La depurazione dei reflui derivanti dai processi industriali è un aspetto importante dell'intero ciclo produttivo, coinvolgendo aspetti ecologici, economici e legali.

Solitamente le tecniche di depurazione di queste tipologie di reflui industriali si basano su processi di tipo chimico-fisico, con elevati consumi di reagenti necessari per la precipitazione e flocculazione degli inquinanti, notevole impiego di manodopera specializzata, necessaria
25 per la pulizia delle sonde dei sistemi di filtrazione, per le analisi chimiche delle acque. Tali

processi di depurazione producono scarichi di acque depurate che devono essere controllate per verificare costantemente il rispetto dei parametri previsti dalle leggi sugli scarichi.

Al fine di smaltire i fluidi di scarto dei processi industriali, ovvero le acque reflue derivanti dai trattamenti sopra esemplificati, possono essere impiegate apparecchiature di filtraggio che sfruttano i principi di trattamento dei fluidi sopra indicati per la dissalazione dell'acqua di mare.

Ad esempio, la depurazione dei reflui industriali può essere ottenuta utilizzando apparecchiature di filtraggio a resine a scambio ionico ovvero mediante l'impiego di composti organici in grado di rimuovere ioni positivi o negativi da solventi attraverso una loro reazione selettiva verso anioni o cationi. Tale reazione selettiva è suscettibile di portare le resine a fissare gli ioni in sostituzione di un proprio radicale.

Le resine cationiche ed anioniche hanno tuttavia un numero prestabilito di radicali disponibili allo scambio, utilizzati i quali cessa lo scambio e la possibilità di filtraggio. È pertanto necessario prevedere di ricostituire i radicali mediante un processo chimico di rigenerazione, che solitamente prevede periodicamente un lavaggio in controcorrente con acqua o con solventi per rimuovere solidi sospesi, nonché di portare in contatto le resine con una soluzione attiva formata da un acido (quale ad esempio acido cloridrico o solforico) nel caso di rigenerazione di una resina cationica, e con una soluzione attiva formata da una base (quale ad esempio soda caustica, o ammoniacale) nel caso di rigenerazione di una resina anionica.

Sono altresì note tecniche di evaporazione e di concentrazione sottovuoto attraverso le quali è possibile riciclare le acque di reflui industriali limitando in modo importante la produzione di scarichi idrici ed ottenendo soluzioni concentrate che possono essere vantaggiosamente riutilizzate.

La tecnologia utilizzata dagli evaporatori-concentratori sottovuoto porta i liquidi reflui ad ebollizione a bassa temperatura ed è impiegata in molteplici campi d'applicazione industriale

quali: galvanica, pressofusioni, lavorazioni meccaniche, verniciature, trattamenti superficiali dell'alluminio, stampa, oreficeria, farmaceutica, o nelle discariche stesse per attuare la concentrazione a valle dello smaltimento.

5 Tale tecnologia richiede un importante consumo di energia e spese di realizzazione degli impianti di smaltimento piuttosto elevate.

Presentazione dell'invenzione

10 In questa situazione il problema alla base della presente invenzione è pertanto quello di eliminare i problemi della tecnica nota sopra citata, mettendo a disposizione un metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante, il quale consenta di ottimizzare il rendimento dei condensatori a flusso passante impiegati.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante, che consenta un notevole abbattimento della concentrazione di particelle ionizzate in un liquido di alimentazione.

15 Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di acqua marina che consenta di ottenere acqua dissalata in un singolo stadio di purificazione.

20 Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante che consenta di produrre un liquido depurato ovvero di effettuare lo smaltimento di reflui industriali in modo economico.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione una apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido che sia semplice ed economica da realizzare ed operativamente del tutto affidabile.

25 Un altro scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione una

apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido, la quale consenta di contenere il consumo energetico.

Breve descrizione dei disegni

Le caratteristiche tecniche del trovato, secondo i suddetti scopi, sono chiaramente riscontrabili dal contenuto delle rivendicazioni sottoriportate ed i vantaggi dello stesso risulteranno maggiormente evidenti nella descrizione dettagliata che segue, fatta con riferimento ai disegni allegati, che ne rappresentano una forma di realizzazione puramente esemplificativa e non limitativa, in cui:

- la figura 1 mostra un primo schema di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido, secondo la presente invenzione.

Descrizione dettagliata di un esempio di realizzazione preferita

Con riferimento agli uniti disegni è stata indicata nel suo complesso con 1 un esempio di apparecchiatura per il trattamento di un fluido, oggetto della presente invenzione.

L'apparecchiatura 1, secondo l'invenzione, si presta ad essere impiegata per la purificazione di fluidi da particelle ionizzate presenti al suo interno, suscettibili di risentire della presenza di un campo elettrico, quali ad esempio ioni in soluzione.

In particolare, l'apparecchiatura in oggetto si presta ad essere impiegata per dissalare l'acqua marina, anche in ambienti ove è scarso l'approvvigionamento di energia elettrica.

Nel seguito verrà indicato genericamente con il termine di particelle ionizzate qualunque contaminante disciolto nel fluido da trattare in grado di essere attratto da un campo elettrostatico, come in particolare gli ioni disciolti in un fluido ovvero i sali nell'acqua marina.

L'apparecchiatura si presta pertanto ad operare sia per dissalare l'acqua marina sia per la deionizzazione di fluidi di scarto di processi industriali essendo in particolare in grado di rimuovere dal loro interno sali in soluzione (quali cloruri e solfati), nitrati, nitriti, ammoniaci, ed altri contaminanti polarizzati, di sostanze chimiche, di sostanze organiche o di

microinquinanti in genere.

L'apparecchiatura si presta inoltre a concentrare all'interno di volumi contenuti, particelle ionizzate particolarmente di processi industriali, per agevolarne il recupero o lo smaltimento.

Ovviamente, l'apparecchiatura potrà essere impiegata quale semplice addolcitore o più in generale per la deionizzazione dell'acqua.

Nell'esempio realizzativo illustrato nello schema allegato di figura 1, l'apparecchiatura 1 per la purificazione di un fluido, comprende almeno una cella 2 (e preferibilmente almeno due), dotata di una struttura di contenimento 3 con alloggiati al suo interno uno o più condensatori 4 a flusso passante elettricamente collegati tra loro in serie od in parallelo. Ciascun condensatore 4 è a sua volta provvisto di due o più elettrodi sovrapposti, contraffacciati tra loro, generalmente di forma assottigliata, piana o avvolta ad esempio a formare un cilindro.

Tra gli elettrodi è suscettibile di fluire un flusso di fluido da trattare contenente particelle ionizzate.

Ciascuna cella 2 è elettricamente connessa ad un alimentatore DC a corrente continua 36 atto a caricare gli elettrodi, mediante appositi collettori, a differente polarità in modo da definire una pluralità di coppie di elettrodi contraffacciati che formano le armature di altrettanti condensatori in serie tra cui si instaurano campi elettrici per l'attrazione delle particelle cariche come verrà chiarito nel seguito.

Gli elettrodi sono caricati ad una tensione di esercizio (ad esempio di 1,6 Volt) e sono ottenuti con strati sovrapposti e contraffacciati di materiale conduttore, separati tra loro da strati separatori entro cui scorre il flusso di fluido da trattare contenente le particelle ionizzate che si desidera, almeno in parte, rimuovere.

L'alimentatore a corrente continua 36 è collegato agli elettrodi della cella 2 mediante un circuito elettrico provvisto di una scheda di controllo che comanda, nelle diverse fasi operative del ciclo di funzionamento della cella la tensione applicata agli elettrodi.

Gli strati conduttori che formano gli elettrodi sono in un materiale conduttore con struttura porosa ovvero con una formazione di pori superficiali che offrono una notevole superficie di scambio con il liquido.

Il materiale che compone gli strati conduttori potrà essere un qualsiasi materiale notoriamente
5 impiegato nei processi elettrochimici dei condensatori a flusso e comprenderà tradizionalmente carbone attivo spugnoso ovvero potrà essere costituito da uno qualunque dei materiali descritti ad esempio nel brevetto US 6,413,409 qui allegato per riferimento dalla riga 64 di colonna 3 alla riga 41 di colonna 4, ovvero da fogli flessibili conduttivi di PTFE e particelle di carbonio come descritti nel brevetto US 7,175,783 qui allegato per riferimento,
10 ovvero ancora da un qualunque materiale descritto nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, dalla riga 26 di colonna 6 alla riga 23 di colonna 7.

Gli strati separatori potranno a loro volta essere ad esempio costituiti da materiali altamente porosi non conduttivi, in grado di isolare gli elettrodi consentendo il passaggio del flusso di fluido, come ad esempio un materiale sintetico poroso o altri materiali di materiali spaziatori
15 non conduttivi come fibra di vetro o un tessuto di nylon.

Le dimensioni la forma e la distribuzione degli strati di materiale conduttore che compongono gli elettrodi ovvero le dimensioni la forma e la distribuzione degli strati di materiale separatore interposti tra gli elettrodi non formano oggetto di specifica rivendicazione e non verranno descritti in dettaglio in quanto ben noti ad un tecnico del settore e, a puro titolo di
20 esempio descritti nel brevetto US 6,413,409 ovvero nel brevetto US 6,709,560, qui allegato per riferimento, in particolare dalla riga 11 alla riga 23 di colonna 7.

L'apparecchiatura 1 comprende inoltre un impianto idraulico, il quale alimenta la cella 2 con un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione 5 intercettata da una prima valvola 6, e preleva il flusso di fluido trattato dalla cella 2 mediante una condotta di
25 estrazione 7 intercettata da una seconda valvola 8.

Secondo l'idea alla base della presente invenzione l'impianto idraulico comprende un primo serbatoio 9, il quale è suscettibile di contenere ciclicamente un primo volume di fluido da trattare, distribuito al suo interno in modo immiscibile con concentrazione di particelle cariche in aumento a partire da una sua prima apertura di accesso 9', collegata mediante la condotta di alimentazione 5 alla cella 2, per alimentare ciclicamente quest'ultima con il primo volume di fluido da trattare mediante un flusso a concentrazione crescente di particelle cariche depurandolo almeno parzialmente nella cella 2 e generando un flusso di fluido trattato a concentrazione crescente di particelle cariche.

L'impianto idraulico comprende inoltre anche un secondo serbatoio 10 suscettibile di contenere ciclicamente un secondo volume di fluido trattato, distribuito al suo interno in modo immiscibile con concentrazione di particelle cariche in diminuzione a partire da una sua seconda apertura di accesso 10', collegata mediante la condotta di estrazione 7 alla cella 2 per ricevere ciclicamente da quest'ultima il secondo volume di fluido trattato a concentrazione crescente di particelle cariche.

Operativamente inizialmente, il primo volume di fluido da trattare raggiungerà la concentrazione di particelle cariche con gradiente in aumento a partire dalla sua prima apertura di accesso 9', solo dopo alcuni cicli, come verrà chiarito nel seguito.

È prevista una prima condotta di prelievo 11, la quale è intercettata da una terza valvola 12 ed è derivata dalla condotta di estrazione 7 tra la cella 2 ed il secondo serbatoio 10, attraverso la quale è estratto un volume purificato del flusso di fluido trattato dalla cella 2.

Il flusso di fluido trattato dalla cella 2 ha una concentrazione di particelle cariche inizialmente estremamente bassa, preferibilmente inferiore ad un prefissato primo valore di soglia, superato il quale e raggiunto il suddetto volume purificato di fluido che viene prelevato a bassissima concentrazione di particelle cariche, il flusso di fluido trattato dalla cella 2 non è più sufficientemente purificato e non è più indirizzato alla prima condotta di prelievo 11 ma al

secondo serbatoio 10 attraverso la condotta di estrazione 7, azionando opportunamente le diverse valvole di intercettazione come descritto qui di seguito.

L'apparecchiatura 1 comprende una unità di controllo logico 100 cpu master, la quale aziona le diverse fasi operative della apparecchiatura 1, pilotando un controllore responsabile dell'azionamento delle singole elettrovalvole che controllano l'impianto idraulico, ed in particolare ciclicamente determina il ripetersi di una fase di servizio in cui il fluido proveniente dal primo serbatoio 9, purificatosi almeno parzialmente nella cella 2, è in parte inizialmente prelevato ed in parte successivamente inviato al secondo serbatoio 10, e di una fase di rigenerazione, in cui un fluido di lavaggio, vantaggiosamente costituito dal secondo volume di fluido immagazzinatosi nel secondo serbatoio 10, è preferibilmente in parte inizialmente scaricato dopo avere lavato la cella 2 e quindi successivamente almeno in parte reindirizzato al primo serbatoio 9 dove si accumula con concentrazione a gradiente invertito prima di riprendere il ciclo con la fase di sanificazione.

L'unità di controllo logico 100 è in comunicazione con un primo sensore 15 di rilevamento della concentrazione delle particelle cariche, in particolare costituito da un primo conducimetro, posto ad intercettazione della condotta di estrazione 7, e con un secondo sensore 150 di rilevamento della concentrazione delle particelle cariche, in particolare costituito da un secondo conducimetro, posto ad intercettazione della condotta di alimentazione 5.

I collegamenti elettrici della unità di controllo 100 con le valvole e con i sensori sono stati indicati con linea tratteggiata in figura 1.

Funzionalmente, con riferimento allo schema di figura 1, durante la fase di servizio si ha il passaggio del flusso da trattare attraverso la cella 2, che giunge così purificato nella condotta di estrazione 7 da cui è prelevato mediante la prima condotta di prelievo 11 essendo la terza valvola 12 aperta e la seconda valvola 8 chiusa. Man mano che il flusso da trattare a

concentrazione crescente passa nella cella 2 si assiste ad un incremento della percentuale di particelle cariche anche nel flusso trattato. Quando quest'ultimo supera un primo valore di soglia prestabilito e misurato dal primo sensore 15, l'unità di controllo logico 100 comanda la chiusura della terza valvola 12 e l'apertura della seconda valvola 8 cominciando ad inviare il fluido trattato a concentrazione crescente delle particelle cariche al secondo serbatoio 10 ove ha luogo l'accumulo del fluido con gradiente di concentrazione invertito rispetto a quanto avviene nel primo serbatoio 9.

Mezzi di ritorno spostano ciclicamente nel primo serbatoio 9 in modo immiscibile almeno una parte del secondo volume di fluido trattato immagazzinato nel secondo serbatoio 10 a partire da una seconda apertura di accesso 10' di quest'ultimo e con un flusso di ritorno a concentrazione decrescente di particelle cariche.

Più in dettaglio i due serbatoi 9 e 10 sono atti ad immagazzinare il flusso di fluido che ricevono dalle rispettive aperture di accesso 9', 10' con flusso sostanzialmente a regime laminare senza rimescolamento del fluido che avanza immagazzinandosi al loro interno. Ciò può essere vantaggiosamente ottenuto mediante ad esempio una matassa di tubo di sezione sufficientemente piccola e con velocità di avanzamento del flusso sufficientemente bassa rispetto alla viscosità, per garantire condizioni di flusso laminare senza mescolare la portata di fluido ricevuta.

Ad esempio, ipotizzando che la cella 2 tratti 200 litri all'ora ovvero poco più di 3 litri al minuto e che il ciclo di funzionamento di servizio e rigenerazione sia di circa un minuto, è necessario che i due serbatoi abbiano ciascuno la capacità di accumulare circa 3 litri. Tali serbatoi potrebbero ad esempio essere ottenuti con 50-100 metri di matassa di tubo avente sezione con diametro di circa 6-8 mm.

Diversamente, i serbatoi 9 e 10 definiscono una camera di contenimento suddivisa mediante una pluralità di elementi, quali setti o sferette, in una molteplicità di alveoli o canali in grado

di far scorrere il flusso di fluido con regime laminare ripartendolo in modo immiscibile.

I due serbatoi 9 e 10 sono provvisti di una seconda estremità opposta alla prima, la quale è aperta ovvero, preferibilmente chiusa con un compensatore di pressione, rispettivamente indicato con 9'' e 10'' nelle allegate figure atto ad impedire la contaminazione del fluido con l'ambiente consentendo al contempo l'inserimento e la fuoriuscita del fluido stesso nei serbatoi 9, 10.

Più chiaramente, il primo ed il secondo serbatoio 9 e 10 immagazzinano rispettivamente il primo ed il secondo volume di fluido con concentrazione di particelle cariche a gradiente invertito, rispettivamente decrescente e crescente, e lo rendono in uscita in ordine invertito a come è arrivato e senza mescolamento.

Più in dettaglio, in accordo con una forma realizzativa preferenziale della presente invenzione i mezzi di ritorno per spostare il fluido dal secondo serbatoio 10 al primo comprendono il condotto di estrazione 7, attraverso il quale il secondo volume di flusso di fluido trattato proveniente dal secondo serbatoio 10 passa a concentrazione di particelle decrescente in controcorrente entro la cella 2 per andare ad immagazzinarsi, almeno in parte, con gradiente di concentrazione invertito nel primo serbatoio 9.

L'impianto idraulico comprende una seconda condotta di prelievo 13, intercettata da una quarta valvola 14, la quale è derivata dalla condotta di alimentazione 7 tra il primo serbatoio 9 e la cella 2.

Attraverso tale seconda condotta di prelievo 13 è estratto un volume di scarto di flusso di fluido trattato preferibilmente proveniente dal secondo serbatoio 10 con concentrazione decrescente di particelle cariche.

Più chiaramente e preferibilmente, il secondo volume di fluido trattato immagazzinatosi nel secondo serbatoio 10 con concentrazione crescente di particelle cariche è successivamente estratto da quest'ultimo con gradiente di concentrazione invertito. La prima parte del flusso di

tale secondo volume di fluido trattato proveniente dal secondo serbatoio 10, ovvero quella maggiormente contaminata con particelle cariche in quanto è l'ultima che ha lasciato in precedenza la cella 2 quando quest'ultima era ormai satura, viene impiegata per il lavaggio della cella 2 cosicché acquista, nel passaggio sopra agli elettrodi, tutte le particelle cariche accumulate durante la fase di servizio ovvero durante il funzionamento della cella 2 in purificazione del fluido diretto dal primo serbatoio 9 al secondo 10. La prima parte di tale flusso di fluido trattato proveniente dal secondo serbatoio 10 genera un volume di lavaggio con concentrazione particolarmente elevata e più alta di quella del fluido di alimentazione.

Quando la concentrazione di particelle cariche nel flusso di lavaggio della cella 2, ovvero nel flusso del secondo volume trattato proveniente dal secondo serbatoio 10, comincia a diminuire, lo stesso flusso viene dirottato verso il primo serbatoio 9, azionando opportunamente come specificato nel seguito, le valvole di intercettazione delle diverse condotte, ed il primo serbatoio 9 comincia così ad accumulare il flusso trattato proveniente dal secondo serbatoio 10 con concentrazione decrescente di particelle.

Funzionalmente, con riferimento allo schema di figura 1, durante una prevista fase di rigenerazione, meglio precisata nel seguito, si ha il passaggio di un flusso di lavaggio attraverso la cella 2, per portare via le particelle cariche accumulate sugli elettrodi vantaggiosamente attraverso la seconda condotta di prelievo 13, essendo la quarta valvola 14 aperta e la prima valvola 6 chiusa. Il fluido di lavaggio potrà vantaggiosamente arrivare dal secondo serbatoio 10 e potrà vantaggiosamente essere ottenuto con la quota parte di fluido trattato maggiormente contaminata che si è accumulata per ultima nel secondo serbatoio 10 quando ormai gli elettrodi della cella 2 erano quasi saturi.

Il fluido trattato che attraversa la cella 2 è quindi inizialmente fatto confluire nella seconda condotta di prelievo 13 fino a quando il secondo sensore 150 rileva una concentrazione di particelle cariche inferiore ad un secondo valore di soglia prestabilito e conseguentemente

l'unità di controllo logico 100 comanda la chiusura della quarta valvola 14 e l'apertura della prima valvola 6, iniziando ad inviare il fluido trattato a concentrazione decrescente di particelle cariche proveniente dal secondo serbatoio 10 nel primo serbatoio 9 ove ha luogo l'accumulo del fluido con gradiente di concentrazione decrescente ed invertito rispetto a quanto era avvenuto nel secondo serbatoio 10.

Complessivamente il volume di scarto di fluido concentrato che verrà evacuato attraverso la seconda condotta di prelievo 13 potrà essere molto ridotto, ed ad esempio inferiore al 5% del totale del fluido trattato e potrà essere riutilizzato più volte (come indicato con linea tratto punto in figura 1 ove è prevista la circolazione in un circuito 150 intercettato da un serbatoio di accumulo 131, da una pompa 132 e da una sesta valvola 133) ottenendo concentrazioni sempre crescenti con scarti quindi sempre più contenuti. Pertanto, in caso di fluidi di scarto di processi industriali, il fluido da smaltire potrà essere di volume estremamente ridotto e, data l'elevata concentrazione del fluido concentrato che viene estratto dalla seconda condotta di prelievo 13, potrà essere agevolmente smaltito o anche recuperato quale nuovo fluido di processo a seconda della prevista applicazioni industriale.

L'impianto idraulico comprende inoltre una condotta di adduzione 16 collegata ad una sorgente 18 di fluido da trattare, intercettata da una quinta valvola 17, per alimentare il primo serbatoio 9 con un volume di fluido di rabbocco da trattare almeno pari al volume purificato del flusso di fluido trattato che è stato estratto dalla prima condotta di prelievo 11 e, preferibilmente, maggiorato del volume di scarto estratto dalla seconda condotta di prelievo 13 e, come detto, preferibilmente ricevuto dal secondo serbatoio 10 all'inizio del ritorno del fluido trattato, con gradiente di concentrazione invertito, nel primo serbatoio 9.

Vantaggiosamente, il suddetto volume di fluido di rabbocco da trattare è convogliato nella condotta di alimentazione 5 verso il primo serbatoio 9 in coda al secondo volume di fluido trattato a concentrazione decrescente di dette particelle che proviene dal secondo serbatoio 10.

Una pompa di circolazione 19 è vantaggiosamente prevista nella condotta di alimentazione 5 o nella condotta di estrazione 7 per inviare al primo o al secondo serbatoio 9, 10 il flusso di fluido proveniente dall'altro serbatoio 10, 9. Allo scopo, la pompa 19 è preferibilmente di tipo a palette rotativa azionabile dall'unità di controllo logico 100 in entrambi i sensi di rotazione per invertire il verso di pompaggio del fluido.

Forma oggetto della presente invenzione anche un metodo di funzionamento di una apparecchiatura 1 a condensatori a flusso passante, in particolare, ma non esclusivamente, del tipo sopra descritto, di cui si manterranno i riferimenti per semplicità di esposizione.

In accordo con il metodo di funzionamento della apparecchiatura 1 oggetto della presente invenzione, la cella 2 è sottoposta ciclicamente, in modo di per sé del tutto tradizionale e ben noto al tecnico del settore: ad una fase di carica, in cui gli elettrodi dei condensatori 4 della cella 2 sono caricati e portati ad una prevista tensione di esercizio, ad esempio pari a 1,6 V, e ad una fase di servizio, in cui con gli elettrodi caricati, il flusso di fluido da trattare è forzato a passare attraverso i condensatori della cella 2

15 Durante la fase di servizio ha luogo la depurazione del fluido dalle particelle polarizzate dovuta al fatto che le particelle ionizzate vengono attratte dai rispetti elettrodi a polarità opposta alla loro accumulandosi progressivamente sugli stessi elettrodi.

Il ciclo della cella 2 prevede inoltre una fase di rigenerazione che inizia a seguito della saturazione degli elettrodi con le particelle polarizzate presenti nel fluido. Durante questa fase, con gli elettrodi disattivati, un flusso di fluido di lavaggio, come meglio specificato nel seguito è forzato a passare nei condensatori della cella 2 con conseguente rimozione delle particelle ionizzate accumulate sugli elettrodi.

Con il termine "disattivati" si deve intendere tutte quelle condizioni a cui sono sottoposti gli elettrodi prima di riprendere la fase di carica. Durante la fase di rigenerazione è infatti preferibilmente prevista una fase di scarica con cortocircuitazione degli elettrodi, una fase di

carica a polarità invertita, in cui gli elettrodi sono sottoposti ad una tensione a polarità invertita volta ad allontanare le particelle cariche dagli elettrodi in cui si erano accumulate, ed una fase di assenza di tensione, prima di riprendere la fase di carica.

Pertanto con il termine “disattivati” riferito agli elettrodi si devono intendere tutte quelle
5 possibili condizioni di tensione presenti agli elettrodi nella fase di rigenerazione quali: la condizione di elettrodi cortocircuitati, la condizione di elettrodi caricati a polarità invertita, la condizione di elettrodi scollegati dall'alimentatore 36.

Secondo l'idea alla base della presente invenzione durante la fase di servizio il primo volume di fluido da trattare contenuto in modo immiscibile nel primo serbatoio 9 scorre in uscita da
10 quest'ultimo con concentrazione crescente di particelle cariche attraverso la cella 2 generando un flusso di fluido trattato a concentrazione crescente di particelle cariche, il quale produce dapprima, in un primo stadio, un volume purificato di fluido trattato a concentrazione di particelle cariche inferiore ad un primo valore di soglia, ed alimenta successivamente, in un secondo stadio, in modo immiscibile, il secondo serbatoio 10 con un susseguente secondo
15 volume di fluido trattato.

La fase di rigenerazione prevede vantaggiosamente che sia il secondo serbatoio 10 ad alimentare la cella 2 in controcorrente con fluido di lavaggio ottenuto con almeno una parte del suddetto secondo volume di fluido trattato. Il suddetto flusso di lavaggio continua a scorrere dal secondo serbatoio 10 alla cella 2 e da questa alla seconda condotta di prelievo 13,
20 fintanto che il secondo sensore 150 misura un valore di concentrazione, a valle della cella 2, inferiore ad un secondo valore di soglia.

Da quel momento il flusso del secondo volume di fluido trattato con concentrazione decrescente di particelle cariche è inviato al primo serbatoio 9, vantaggiosamente continuando comunque ad attraversare la cella 2.

25 Diversamente, la fase di rigenerazione è ottenuta con un flusso di fluido di lavaggio ottenuto

con un flusso di fluido da trattare, ad esempio costituito da acqua di mare nel caso appunto in cui l'apparecchiatura sia destinata a dissalare acqua di mare. In tale caso, la sorgente 18 di fluido da trattare è collegata mediante una conduttura di raccordo 20 (indicata con linea a tratto e due punti nella allegata figura) alla condotta di estrazione 7 a valle della cella 2 per alimentarla con il flusso di lavaggio fintanto che gli elettrodi sono depurati dalle particelle cariche accumulate durante la fase di servizio.

In generale, l'invenzione prevede una fase di recupero in cui il secondo serbatoio 10 alimenta il primo serbatoio 9 in modo immiscibile con almeno un volume di ritorno del secondo volume di fluido trattato avente concentrazione decrescente di particelle cariche. Il suddetto volume di ritorno verrà quindi nuovamente processato nella cella 2 per una seconda volta. I linea generale non è strettamente necessario che il volume di ritorno attraversi in controcorrente la cella 2 essendo possibile bypassarla.

Preferibilmente tuttavia la fase di recupero prevede di alimentare il primo serbatoio 9 con il volume di ritorno del secondo volume di fluido trattato del secondo serbatoio 10 passando attraverso la cella 2.

Il secondo volume di fluido trattato vantaggiosamente comprende pertanto il volume di lavaggio che attraversa la cella 2 ma non raggiunge il primo serbatoio venendo estratto dalla seconda condotta di prelievo 13 fino al raggiungimento del secondo valore di soglia, ed il volume di ritorno che, passando preferibilmente comunque attraverso la cella 2, raggiunge il primo serbatoio 9 immagazzinandosi senza mescolarsi con gradiente di concentrazione inverso a quello in cui era immagazzinato nel secondo serbatoio 10.

La fase di rigenerazione è ottenuta pertanto con il passaggio della quota parte del secondo volume di fluido trattato corrispondente al volume di lavaggio prima della fase di recupero con lo spostamento del volume di ritorno dal secondo serbatoio 10 al primo serbatoio 9.

È inoltre prevista una fase di rabbocco in cui almeno un volume di rabbocco di fluido da

trattare, pari ad almeno al volume purificato del flusso di fluido trattato, è convogliato nel primo serbatoio 9 sostanzialmente in coda al volume di ritorno che scorre verso il primo serbatoio 9 dal secondo con concentrazione decrescente delle particelle cariche.

Vantaggiosamente, durante tale fase verrà compensato con il volume di fluido di rabbocco anche quella quota parte del secondo volume trattato proveniente dal secondo serbatoio 10 e che è servita per il lavaggio della cella 2. Tale fase di rabbocco è realizzata comandando l'apertura della quinta valvola 17, per il tempo necessario ad alimentare il primo serbatoio 9 attraverso la condotta di alimentazione 5 con il suddetto volume di fluido di rabbocco.

Ovviamente, all'accensione della apparecchiatura 1, il primo volume di fluido da trattare contenuto nel primo serbatoio 9 non avrà gradiente di concentrazione differenziato a partire dalla sua apertura di accesso 9. Vantaggiosamente, saranno inizialmente previsti alcuni cicli di trattamento del fluido (fase di carica, di servizio e di rigenerazione) senza poter prelevare il volume di fluido purificato. Al termine di tali cicli iniziali il primo volume di fluido da trattare contenuto nel primo serbatoio 9 presenterà un gradiente di concentrazione al suo interno con la minima quantità di particelle cariche in corrispondenza del fluido disposto in prossimità della sua apertura di accesso 9', così da consentirne la purificazione ed il prelievo dopo la successiva fase di servizio della cella 2.

Grazie al metodo ed alla apparecchiatura oggetto della presente invenzione le celle 2 sono sfruttate al massimo della loro capacità di captazione consentendo una maggiore efficienza della apparecchiatura che si traduce in minori costi di impianto e minori spese di energia per il suo funzionamento.

Il metodo e la apparecchiatura così concepiti raggiungono pertanto gli scopi prefissi.

Ovviamente, l'apparecchiatura potrà assumere, nella sua realizzazione pratica anche forme e configurazioni diverse da quella sopra illustrata senza che, per questo, si esca dal presente ambito di protezione.

Inoltre tutti i particolari potranno essere sostituiti da elementi tecnicamente equivalenti e le dimensioni, le forme ed i materiali impiegati potranno essere qualsiasi a seconda delle necessità.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per il trattamento di un fluido mediante una apparecchiatura a condensatori a flusso passante dotata di almeno una cella avente elettrodi contraffacciati tra i quali è suscettibile di fluire un flusso di fluido da trattare contenente particelle ionizzate,
- 5 detto metodo comprendendo ciclicamente:
- almeno una fase di carica, in cui un alimentatore carica a differente polarità gli elettrodi di detta cella;
 - almeno una fase di servizio, in cui detto flusso di fluido da trattare è forzato a passare, attraverso gli elettrodi carichi di detta cella con progressivo accumulo di dette particelle
- 10 ionizzate su detti elettrodi;
- almeno una fase di rigenerazione, in cui, con detti elettrodi disattivati, un flusso di fluido di lavaggio è forzato a passare attraverso detta cella con conseguente rimozione di dette particelle ionizzate accumulate su detti elettrodi;
- caratterizzato dal fatto che
- 15 - durante detta fase di servizio un primo volume di detto flusso di fluido da trattare scorre in uscita da un primo serbatoio, in cui è contenuto in modo immiscibile, con concentrazione crescente di particelle cariche attraverso detta cella generando un flusso di fluido trattato a concentrazione crescente di dette particelle cariche, il quale produce, dapprima in un primo stadio, un volume purificato di fluido trattato a concentrazione di particelle cariche inferiore
- 20 ad un primo valore di soglia, ed alimenta successivamente, in un secondo stadio, in modo immiscibile, un secondo serbatoio con un susseguente secondo volume di fluido trattato.
2. Metodo per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di recupero in cui detto secondo serbatoio alimenta detto primo serbatoio in modo immiscibile con almeno un volume di ritorno di detto secondo volume di
- 25 fluido trattato avente concentrazione decrescente di particelle cariche.

3. Metodo per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che in detta fase di recupero detto secondo serbatoio alimenta detto primo serbatoio passando attraverso detta cella con almeno detto volume di ritorno.
4. Metodo per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto
- 5 che durante detta fase di rigenerazione detto secondo serbatoio alimenta detta cella con detto flusso di fluido di lavaggio per un volume di lavaggio di detto secondo volume di fluido trattato, detto volume di lavaggio essendo scaricato dopo avere attraversato in controcorrente detta cella senza raggiungere detto primo serbatoio.
5. Metodo per il trattamento di un fluido secondo le rivendicazioni 3 e 4, caratterizzato dal
- 10 fatto che detta fase di rigenerazione precede detta fase di recupero.
6. Metodo per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una fase di rabbocco in cui almeno un volume di rabbocco di fluido da trattare pari ad almeno detto volume purificato di detto flusso di fluido trattato è convogliato in detto primo serbatoio sostanzialmente in coda a detto volume di ritorno.
- 15 7. Metodo per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto flusso di lavaggio è scaricato dopo avere passato detta cella fintanto che la concentrazione di particelle cariche rimane superiore ad un secondo valore di soglia.
8. Metodo per il trattamento di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase di rigenerazione è ottenuta con detto fluido
- 20 da trattare.
9. Apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido, in particolare per l'attuazione del metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, la quale comprende:
- almeno una cella provvista di almeno un condensatore a flusso passante dotato di due o più
- 25 elettrodi tra cui è suscettibile di fluire un flusso di fluido da trattare contenente particelle

ionizzate;

- almeno un alimentatore a corrente continua elettricamente collegato a detti elettrodi e suscettibile di caricarli contraffacciati a differente polarità per creare tra di essi un campo elettrico;

- 5 - un impianto idraulico, suscettibile di alimentare detta cella con detto flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione intercettata da una prima valvola e suscettibile di ricevere il flusso di fluido trattato da detta cella mediante una condotta di estrazione intercettata da una seconda valvola;

caratterizzata dal fatto che detto impianto idraulico comprende:

- 10 - almeno un primo serbatoio suscettibile di contenere ciclicamente un primo volume di fluido da trattare, distribuito al suo interno in modo immiscibile con concentrazione di particelle cariche in aumento a partire da una sua prima apertura di accesso, collegata mediante detta condotta di alimentazione a detta cella per alimentare ciclicamente quest'ultima con detto primo volume di fluido da trattare mediante un flusso a concentrazione crescente di dette
- 15 particelle cariche depurandolo almeno parzialmente e generando un flusso di fluido trattato a concentrazione crescente di dette particelle cariche;

- almeno un secondo serbatoio suscettibile di contenere ciclicamente un secondo volume di fluido trattato, distribuito al suo interno in modo immiscibile con concentrazione di particelle cariche in diminuzione a partire da una sua seconda apertura di accesso collegata mediante
- 20 detta condotta di estrazione a detta cella per ricevere ciclicamente da quest'ultima detto secondo volume di fluido trattato a concentrazione crescente di dette particelle cariche;

- una prima condotta di prelievo intercettata da una terza valvola derivata da detta condotta di estrazione tra detta cella e detto secondo serbatoio, attraverso la quale è estratto un volume purificato di detto flusso di fluido trattato;

- 25 - mezzi di ritorno per spostare ciclicamente in detto primo serbatoio in modo immiscibile

almeno una parte di detto secondo volume di fluido trattato da detto secondo serbatoio a partire da detta sua seconda apertura di accesso mediante un flusso di ritorno a concentrazione decrescente di dette particelle cariche.

5 10. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di ritorno comprendono detto condotto di estrazione attraverso il quale detto secondo volume di flusso di fluido trattato a concentrazione decrescente di dette particelle proveniente da detto secondo serbatoio passa in controcorrente entro detta cella e si immagazzina almeno in parte in detto primo serbatoio.

10 11. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto impianto idraulico comprende almeno una seconda condotta di prelievo, intercettata da una quarta valvola, derivata da detta condotta di alimentazione tra detto primo serbatoio e detta cella, attraverso la quale seconda condotta di prelievo è estratto un volume di scarto di detto flusso di fluido trattato a concentrazione decrescente di dette particelle proveniente inizialmente da detto secondo serbatoio.

15 12. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto impianto idraulico comprende almeno una condotta di adduzione, intercettata da una quinta valvola, suscettibile di alimentare detto primo serbatoio con un volume di fluido di rabbocco da trattare almeno pari a detto volume purificato di detto flusso di fluido trattato.

20 13. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 12, caratterizzata dal fatto che detto volume di fluido di rabbocco da trattare è convogliato in detta condotta di alimentazione verso detto primo serbatoio in coda a detta almeno una parte di detto secondo volume di fluido trattato a concentrazione decrescente di dette particelle proveniente da detto secondo serbatoio.

25 14. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 9, caratterizzata

dal fatto di comprendere:

- almeno un primo sensore di rilevamento della concentrazione di dette particelle cariche, in particolare costituito da un primo conducimetro, posto ad intercettazione di detta condotta di estrazione,

5 - almeno una unità di controllo logico suscettibile di comandare durante il passaggio attraverso detta condotta di estrazione di detto flusso di fluido trattato a concentrazione crescente di dette particelle cariche, la chiusura di detta terza valvola e l'apertura di detta seconda valvola quando il valore di detto sensore supera un primo valore di soglia prestabilito misurato da detto primo sensore.

10 15. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 11, caratterizzata dal fatto di comprendere:

- almeno un secondo sensore di rilevamento della concentrazione di dette particelle cariche, in particolare costituito da un secondo conducimetro, posto ad intercettazione di detta condotta di alimentazione,

15 - almeno una unità di controllo logico suscettibile di comandare durante il passaggio attraverso detta condotta di alimentazione di detta almeno una parte di detto secondo volume di fluido trattato a concentrazione decrescente di dette particelle cariche, proveniente da detto secondo serbatoio, la chiusura di detta quarta valvola e l'apertura di prima valvola quando il valore di detto sensore scende al di sotto di un secondo valore di soglia prestabilito misurato
20 da detto secondo sensore.

16. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo una qualunque delle rivendicazioni da 9 a 15, caratterizzata dal fatto che almeno uno di detti primo o secondo serbatoio è costituito da una matassa di tubo suscettibile di immagazzinare con flusso a regime laminare detto primo volume di fluido.

25 17. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 16,

caratterizzata dal fatto che detta matassa di tubo è provvista di una seconda estremità aperta o chiusa con un compensatore di pressione.

CLAIMS

1. Method for treating a fluid through an apparatus with through-flow condensers equipped with at least one cell having interfacing electrodes between which a flow of fluid to be treated containing ionised particles is able to flow,

5 said method cyclically comprising:

-at least one charging step, wherein a power supply charges the electrodes of said cell with different polarity;

- at least one service step, in which said flow of fluid to be treated is forced to pass through the charged electrodes of said cell with progressive accumulation of
10 said ionised particles on said electrodes;

- at least one regeneration step, in which, with said electrodes deactivated, a flow of washing fluid is forced to pass through said cell with consequent removal of said ionised particles accumulated on said electrodes;

characterised in that

15 - during said service step a first volume of said flow of fluid to be treated runs out from a first tank, in which it is immiscibly contained, with increasing concentration of charged particles through said cell generating a flow of treated fluid at increasing concentration of said charged particles, which produces, firstly in a first stage, a purified volume of treated fluid with a lower concentration of
20 charged particles than a first threshold value, and then, in a second stage, it immiscibly feeds a second tank with a subsequent second volume of treated fluid.

2. Method for treating a fluid according to claim 1, characterised in that it comprises a recovery step in which said second tank immiscibly feeds said first tank with at least one return volume of said second volume of treated fluid having
25 decreasing concentration of charged particles.

3. Method for treating a fluid according to claim 2, characterised in that in said recovery step said second tank feeds said first tank passing through said cell with at least said return volume.

4. Method for treating a fluid according to claim 1, characterised in that during
5 said regeneration step said second tank feeds said cell with said flow of washing fluid for a washing volume of said second volume of treated fluid, said washing volume being discharged after having crossed said cell in countercurrent without reaching said first tank.

5. Method for treating a fluid according to claims 3 and 4, characterised in that
10 said regeneration step precedes said recovery step.

6. Method for treating a fluid according to claim 1, characterised in that it comprises at least one topping up step in which at least one volume of top up fluid to be treated equal to at least said purified volume of said flow of fluid to be treated is conveyed into said first tank substantially after said return volume.

7. Method for treating a fluid according to claim 4, characterised in that said
15 washing flow is discharged after having passed said cell while the concentration of charged particles remains above a second threshold value.

8. Method for treating a fluid according to any one of the previous claims, characterised in that said regeneration step is obtained with said fluid to be
20 treated.

9. Apparatus with through-flow condensers for treating a fluid, in particular for carrying out the method according to one or more of the previous claims, which comprises:

- at least one cell provided with at least one through-flow condenser equipped
25 with two or more electrodes between which a flow of fluid to be treated

containing ionised particles is able to flow;

- at least one direct current power supply electrically connected to said electrodes and able to charge them interfacing with different polarity to create an electric field between them;

- 5 - a hydraulic system, able to feed said cell with said flow of fluid to be treated through a supply duct intercepted by a first valve and able to receive the flow of fluid to be treated from said cell through an extraction duct intercepted by a second valve;

characterised in that said hydraulic system comprises:

- 10 - at least one first tank able to cyclically contain a first volume of fluid to be treated, immiscibly distributed inside of it with increasing concentration of charged particles going from a first access opening thereof, connected through said supply duct to said cell to cyclically feed the latter with said first volume of fluid to be treated through a flow with increasing concentration of said charged
15 particles at least partially purifying it and generating a flow of fluid to be treated with increasing concentration of said charged particles;

- at least one second tank able to cyclically contain a second volume of treated fluid, immiscibly distributed inside of it with decreasing concentration of charged particles going from a second access opening thereof, connected through said
20 extraction duct to said cell to cyclically receive from the latter said second volume of treated fluid with increasing concentration of said charged particles;

- a first withdrawal duct intercepted by a third valve shunted by said extraction duct between said cell and said second tank, through which a purified volume of said flow of treated fluid is extracted;

- 25 - return means to cyclically immiscibly displace at least one part of said second

volume of treated fluid from said second tank from its second access opening into said first tank through a return flow with decreasing concentration of said charged particles.

10. Apparatus for treating a fluid according to claim 9, characterised in that said
5 return means comprise said extraction duct through which said second volume of treated fluid flow with decreasing concentration of said particles coming from said second tank passes in countercurrent in said cell and is at least partially stored in said first tank.

11. Apparatus for treating a fluid according to claim 9, characterised in that said
10 hydraulic system comprises at least one second withdrawal duct, intercepted by a fourth valve, shunted by said supply duct between said first tank and said cell, through which second withdrawal duct a waste volume of said flow of treated fluid with decreasing concentration of said particles coming initially from said second tank is extracted.

12. Apparatus for treating a fluid according to claim 9, characterised in that said
15 hydraulic system comprises at least one supply duct, intercepted by a fifth valve, able to feed said first tank with a volume of top up fluid to be treated at least equal to said purified volume of said flow of treated fluid.

13. Apparatus for treating a fluid according to claim 12, characterised in that said
20 volume of top up fluid to be treated is conveyed into said supply duct towards said first tank after said at least one part of said second volume of treated fluid with decreasing concentration of said particles coming from said second tank.

14. Apparatus for treating a fluid according to claim 9, characterised in that it comprises:

25 - at least one first sensor for detecting the concentration of said charged particles,

in particular consisting of a first conductivity meter, arranged to intercept said extraction duct,

- at least one logic control unit able to control the closing of said third valve and the opening of said second valve, while said flow of treated fluid with increasing concentration of said charged particles passes through said extraction duct, when the value of said sensor exceeds a predetermined first threshold value measured by said first sensor.

15. Apparatus for treating a fluid according to claim 11, characterised in that it comprises:

- at least one second sensor for detecting the concentration of said charged particles, in particular consisting of a second conductivity meter, arranged to intercept said supply duct,

- at least one logic control unit able to control the closing of said fourth valve and the opening of said first valve, while said at least one part of said second volume of treated fluid with decreasing concentration of said charged particles, coming from said second tank, passes through said supply duct, when the value of said sensor falls below a predetermined second threshold value measured by said second sensor.

16. Apparatus for treating a fluid according to any one of claims 9 to 15, characterised in that at least one of said first and second tank consists of a winding of tube able to store said first volume of fluid with laminar flow.

17. Apparatus for treating a fluid according to claim 16, characterised in that said winding of tube is provided with a second open or closed end with a pressure compensator.

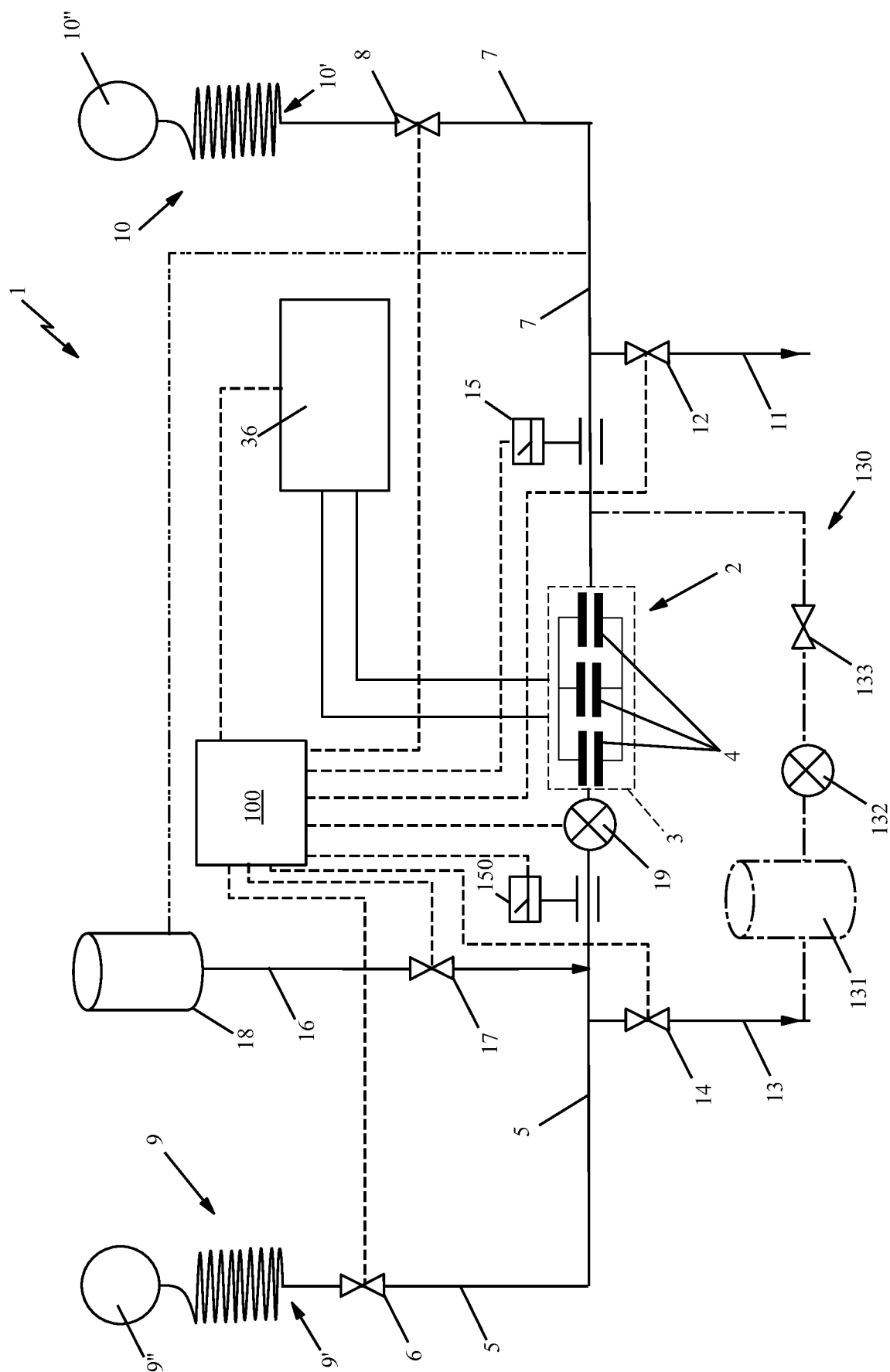


Fig. 1