

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901868740A1

Publication Date

20120302

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.

D E S C R I Z I O N E

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 n. 1 e n. 8.

10 Più in dettaglio, l'apparecchiatura secondo l'invenzione è destinata ad essere vantaggiosamente impiegata per rimuovere da fluidi, e più in particolare solitamente da liquidi, concentrazioni indesiderate di contaminanti, ad esempio costituiti da sali disciolti al loro interno, ovvero per concentrare all'interno di fluidi, particolarmente di processi industriale, particelle ionizzate per agevolarne il recupero o lo smaltimento.

15 La suddetta apparecchiatura impiega condensatori a fluido passante secondo principi di funzionamento che le consentono di ridurre il fluido di scarto necessario per la rigenerazione dei condensatori ovvero che le consentono di concentrare i contaminati in un volume molto contenuto per una maggiore possibilità di smaltimento o di riutilizzo.

L'apparecchiatura di cui trattasi potrà essere destinata a molteplici applicazioni sia in campo
20 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 processi industriali o per la concentrazione di sostanze inquinanti difficili da smaltire o
25 vantaggiose da recuperare per un riutilizzo.

La presente invenzione si inserisce pertanto in generale nell'ambito industriale della produzione di apparecchiature per il trattamento di fluidi aventi lo scopo di filtrarli ovvero di concentrare alcune sostanze in un volume limitato.

Stato della tecnica

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

Ciascuna cella è formata da uno o da più condensatori a flusso passante, ciascuno dei quali è dotato di una pluralità di elettrodi sovrapposti, tra i quali è fatto passare il fluido da purificare con lo scopo di concentrare un soluto con particelle ionizzate, ovvero con lo scopo di ottenere
10 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 alternati di elettrodi sono tra loro separati da strati spaziatori, in cui scorre il flusso di fluido.

15 Gli elettrodi dei 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.

Più in dettaglio, durante una prevista fase di servizio, il fluido scorre tra gli elettrodi a diversa
20 polarità e le particelle cariche presenti nel fluido, ad esempio 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.

Il funzionamento di tali condensatori prevede l'alternarsi di fasi di servizio, in cui ha luogo la
25 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.

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

- 5 Per la realizzazione degli elettrodi è ad esempio impiegato carbonio attivo spugnoso, preferibilmente associato ad una membrana semi-permeabile di tipo a scambio anionico o cationico, in particolare in grado di intrappolare selettivamente gli ioni che migrano verso il corrispondente elettrodo sotto l'azione del campo.

- A seconda delle applicazioni possono essere richieste apparecchiature di purificazione dotate
10 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.

- Solitamente le suddette apparecchiature a condensatori a flusso passante vengono usate per l'addolcimento dell'acqua e, in tale caso scaricano a perdere l'acqua impiegata per la
15 rigenerazione dei condensatori.

- 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
20 quali sgrassanti, fosfatanti ecc.

La depurazione dei reflui derivanti da tali operazioni è un aspetto importante nel ciclo industriale, coinvolgendo aspetti ecologici, economici, legali.

- Le tecniche di depurazione di queste tipologie di reflui è solitamente ottenuta mediante processi di tipo chimico-fisico, con elevati consumi di reagenti (necessari per la precipitazione
25 e flocculazione degli inquinanti), notevole impiego di manodopera specializzata (per la

pulizia delle sonde dei sistemi di filtrazione, per le analisi chimiche delle acque), nonché con la produzione di scarichi delle acque dopo la depurazione con l'incertezza del rispetto dei parametri previsti dalle leggi sugli scarichi.

5 Le apparecchiature per il filtraggio di fluidi di scarto di processi industriali utilizzano solitamente resine a scambio ionico ovvero composti organici in grado di rimuovere ioni positivi o negativi da solventi attraverso una loro reazione selettiva verso anioni o cationi suscettibile di portare queste ultime 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
10 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 prevede 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 di una soluzione attiva formata da una base (quale
15 ad esempio soda caustica, o ammoniaca) nel caso di rigenerazione di una resina anionica, una base.

Sono altresì note apparecchiature di evaporazione e di concentrazione sottovuoto attraverso le quali è possibile riciclare le acque, limitare in modo importante la produzione di scarichi idrici ed ottenere soluzioni concentrate che possono essere vantaggiosamente riutilizzate.

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

25 Tali apparecchiature richiedono un importante consumo di energia e spese di realizzazione

degli impianti piuttosto importanti.

Nel caso in cui le suddette apparecchiature di filtraggio con resine a scambio ionico siano impiegate per diminuire la durezza dell'acqua è possibile comandare la fase di rigenerazione mediante una valvola elettromeccanica a tempo dotata di un timer che consente, sulla base del consumo d'acqua presunto e della sua durezza, di programmare il numero e la frequenza delle rigenerazioni.

Diversamente le apparecchiature di filtraggio con resine a scambio ionico possono disporre di una valvola volumetrica atta a comandare in modo automatico l'avvio della fase rigenerazione sulla base dell'effettiva quantità di fluido trattato. Le apparecchiature di filtraggio a scambio ionico hanno pertanto l'inconveniente di richiedere impegnative fasi di rigenerazione con un importante richiesta di flusso di lavaggio.

Presentazione dell'invenzione

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 trattare un fluido concentrando un soluto in un volume estremamente contenuto.

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 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.

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 idraulico di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante per il trattamento di un fluido, secondo la presente invenzione;

- la figura 2 mostra un secondo schema di funzionamento elettrico ed idraulico di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo l'invenzione comprendente due celle a condensatori a flusso passante.

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 a condensatori a flusso passante per la purificazione 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, e per la loro concentrazione in un volume di fluido estremamente ridotto.

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.

L'apparecchiatura si presta pertanto ad operare 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, ammoniaca, 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 addolcitore o più in generale per la deionizzazione dell'acqua.

Nell'esempio realizzativo illustrato nello schema allegato l'apparecchiatura per la purificazione di un fluido, comprende almeno una cella 2 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 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.

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 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 allegata per riferimento dalla riga 5 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, 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 10 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 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 15 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 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 20 un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione 5 che preleva il fluido da una sorgente 200 e che è intercettata da una prima elettrovalvola 6.

Il flusso di fluido che attraversa il condensatore 2 è convogliato in una condotta di estrazione 7, la quale si suddivide in un ramo di servizio 8, suscettibile di trasportare il flusso di fluido trattato dal condensatore 2 avente una ridotta concentrazione di particelle ionizzate, ed in un 25 ramo di evacuazione 9, suscettibile di trasportare almeno una prima portata di fluido di

lavaggio solitamente, come verrà meglio indicato nel seguito, avente una elevata concentrazione di particelle ionizzate.

Con riferimento alla forma realizzativa illustrata a titolo esemplificativo in figura 1, il ramo di servizio 8 è intercettato da una seconda elettrovalvola 10 mentre il ramo di evacuazione 9 è
5 intercettato da una terza elettrovalvola 11.

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.

Secondo l'idea alla base della presente invenzione l'apparecchiatura 1 comprende inoltre un
10 serbatoio di accumulo 12, il quale è idraulicamente collegato in uscita alla condotta di alimentazione mediante una condotta di mandata 13 intercettata da una quarta elettrovalvola 14, suscettibile di alimentare la cella 2 mediante la prima portata di fluido di lavaggio. Il serbatoio di accumulo 12 è inoltre collegato in ingresso al ramo di evacuazione 9 per ricevere dalla cella 2 la prima portata di fluido di lavaggio.

15 Funzionalmente, con la prima valvola 6 e la seconda valvola 10 chiuse e la terza valvola 11 e la quarta valvola 14 aperte, la prima portata di lavaggio esce dal serbatoio di accumulo 12, attraversa la cella 2 rimuovendo le particelle ionizzate accumulate sugli elettrodi ed è convogliata nuovamente al serbatoio di accumulo 12.

Preliminarmente, prima di fare circolare la prima portata di lavaggio nel serbatoio di
20 accumulo 12 è preferibile, come verrà meglio chiarito più avanti con riferimento al metodo di funzionamento dell'apparecchiatura 1, recuperare il volume di fluido contenuto nella cella 2 e nella condotta di estrazione 7 (e vantaggiosamente anche nella condotta di alimentazione 5), che si è già depurato o che si sta per depurare nella cella 2, indirizzandolo ancora verso il ramo di servizio 8. Allo scopo, con la prima valvola 6 e la terza valvola 11 chiuse, e con la
25 seconda valvola 10 e la quarta valvola 14 aperte, la prima portata di lavaggio che esce dal

serbatoio di accumulo 12 ed entra nella condotta di alimentazione 5, forza il volume di fluido contenuto nella cella 2 e nel condotto di estrazione 7 verso il ramo di servizio 8, dopodiché vengono commutate le valvole 10 ed 11 per realizzare la circolazione del fluido contenuto nella cella 2 verso il serbatoio di accumulo 12.

5 Vantaggiosamente, l'apparecchiatura 1 è suscettibile di assumere un'altra modalità operativa per la rigenerazione della cella 2, anch'essa meglio chiarita nella descrizione che segue relativa al metodo di funzionamento dell'apparecchiatura 1, in cui con la seconda valvola 10 e la quarta valvola 14 chiuse e con la prima valvola 6 e la terza valvola 11 aperte, una seconda portata di lavaggio è convogliata a passare dalla sorgente di alimentazione 200, mediante la
10 condotta di alimentazione 5, attraverso la cella 2 fino a giungere, mediante il ramo di evacuazione 8 ancora una volta nel serbatoio di accumulo 12.

Il fluido della seconda portata di lavaggio è atto a rimpiazzare nella cella 2 il fluido della prima portata di lavaggio presente ad elevata concentrazione di particelle ionizzate, nonché è atto a rimuovere eventuali particelle ionizzate ancora presenti sugli elettrodi dei condensatori
15 della cella 2.

Una pompa di circolazione 70 sarà vantaggiosamente prevista nella condotta di mandata 13 per inviare alla cella 2 la prima portata di fluido di lavaggio prelevandola dal serbatoio di accumulo 12.

Alternativamente o in aggiunta la pompa di circolazione 70 potrà essere predisposta nel ramo
20 di evacuazione 9 per prelevare dalla cella 2 la prima e la seconda portata di fluido di lavaggio ed inviarle al serbatoio di accumulo 12.

Vantaggiosamente, è inoltre prevista una condotta di scarico 15 collegata al serbatoio di accumulo 12, intercettata da una quinta valvola 16 per scaricare una portata di fluido concentrato, ad esempio al raggiungimento di una quota di livello nel serbatoio di accumulo
25 12 o ad intervalli di tempo predefiniti.

- Vantaggiosamente, la seconda portata di fluido di lavaggio che arriva nel serbatoio di accumulo 12 è sostanzialmente pari alla portata di fluido concentrato che viene evacuata attraverso la condotta di scarico 15 dal serbatoio di accumulo 12. Preferibilmente, tale portata evacuata è, per ogni ciclo, sostanzialmente inferiore al 5%, ed in particolare dell'ordine del
- 5 2%, della portata complessiva del flusso di fluido trattato e depurato dalla cella 2. 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 condotta di scarico 15, potrà essere agevolmente smaltito o anche recuperato quale nuovo fluido di processo a seconda della prevista applicazioni industriale.
- 10 In accordo con il metodo di funzionamento della cella oggetto della presente invenzione, quest'ultima 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
- 15 passare attraverso i condensatori della cella 2
- 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 determinando un progressivo accumulo delle particelle ionizzate sugli stessi elettrodi.
- 20 Il ciclo della cella prevede inoltre una fase di rigenerazione che inizia una volta raggiunta la programmata 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 accumulatesi sugli elettrodi.
- 25 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
5 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 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.

10 Secondo l'idea alla base della presente invenzione la fase di rigenerazione prevede di convogliare il flusso di lavaggio nel serbatoio di accumulo 12 mediante un primo stadio, in cui una prima portata di fluido di lavaggio è prelevata dal serbatoio di accumulo 12, è convogliata a passare attraverso la cella 2 ed è quindi scaricata nel serbatoio di accumulo 12; ed un secondo stadio, in cui una seconda portata di fluido di lavaggio è convogliata dalla
15 sorgente di alimentazione 200 a passare attraverso la cella 2 ed è scaricata nel serbatoio di accumulo 12.

Preferibilmente, il primo stadio della fase di rigenerazione comprende un intervallo iniziale, in cui la prima portata di fluido di lavaggio forza una portata finale della fase di servizio, a continuare ancora a passare attraverso il ramo di servizio 8 (ovvero come accadeva durante la
20 fase di servizio) per consentire di recuperare quella quota parte di volume di fluido a bassa concentrazione di particelle ionizzate, proveniente dalla sorgente di alimentazione 200 e che si trova, alla fine della fase di servizio, ancora nella cella 2 o nel condotto di estrazione 7 (nonché, vantaggiosamente, nel condotto di alimentazione 5 a valle del collegamento con il condotto di mandata 13).

25 La sorgente di alimentazione 200 fornisce, durante la fase di servizio, il flusso di fluido da

trattare, e, durante la fase di rigenerazione, la seconda portata di fluido di lavaggio.

Operativamente, il fluido contenuto nel serbatoio di accumulo 12 vede concentrare le particelle ionizzate attraverso la prima portata di lavaggio, durante il primo stadio della fase di rigenerazione e vede diluire le particelle ionizzate attraverso la seconda portata di lavaggio, durante il secondo stadio della fase di rigenerazione.

Ciclicamente è inoltre prevista una fase di estrazione di un volume di fluido concentrato dal serbatoio di accumulo 12.

La seconda portata di fluido di lavaggio che viene immessa nel serbatoio di accumulo 12 e che proviene dalla sorgente di alimentazione 200, ha il doppio scopo di pulire la cella 2 dal liquido della prima portata di lavaggio, che provenendo dal serbatoio di accumulo 12 presenta infatti una elevata concentrazione di particelle ionizzate, e di ripristinare nel serbatoio di accumulo 12 il volume di liquido originario. Allo scopo pertanto, la seconda portata di fluido di lavaggio che viene immessa nel serbatoio di accumulo 12 corrisponde al volume di fluido concentrato che viene prelevato dal serbatoio di accumulo 12 durante la suddetta fase di estrazione.

Vantaggiosamente, ad ogni ciclo di carica, servizio e rigenerazione della cella 2, la seconda portata di fluido di lavaggio è inferiore al 5% della portata complessiva del flusso di fluido trattato e depurato dalla cella 2.

Nell'esempio realizzativo illustrato in figura 2, l'apparecchiatura per la purificazione di un fluido, secondo l'invenzione, è provvista di un numero pari di celle 2, di cui una prima cella 2' ed una seconda cella 2'', intendendosi tuttavia che con il termine di cella possano essere analogamente intesi due gruppi di celle, e che ciascuna cella o gruppo di celle possa essere formato da un condensatore o da più condensatori a flusso passante.

In accordo con tale forma realizzativa, l'apparecchiatura 1 prevede in questo caso un funzionamento sfasato delle due celle 2 o dei due gruppi di celle 2.

L'impianto idraulico alimenta le due celle 2', 2'' con un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione 50 suddivisa in un primo ed in un secondo ramo di alimentazione, rispettivamente indicati con 50' e 50'', intercettati ciascuno da una prima elettrovalvola 60.

- 5 Il flusso di fluido che attraversa le due celle 2', 2'' è convogliato in rispettive prima e seconda condotta di estrazione 70', 70'', ciascuna delle quali si suddivide in un ramo di servizio 80, suscettibile di trasportare il flusso di fluido trattato dalla corrispondente cella avente una ridotta concentrazione di particelle ionizzate, ed in un ramo di evacuazione 90, suscettibile di trasportare un flusso di scarico solitamente, come verrà meglio indicato nel seguito, avente
10 una elevata concentrazione di particelle ionizzate.

Con riferimento alla forma realizzativa illustrata a titolo esemplificativo in figura 2, ciascuna condotta di estrazione 70', 70'' si suddivide in un ramo di servizio 80', 80'' intercettato da una rispettiva seconda elettrovalvola 100', 100'' ed in un ramo di evacuazione 90', 90'' intercettato da una rispettiva terza elettrovalvola 110', 110''. I due rami di evacuazione 90',
15 90'' vantaggiosamente confluiscono in un unico ramo 90 per accedere al serbatoio di accumulo 12.

La condotta di mandata 13 in uscita dal serbatoio di accumulo 12 si suddivide in due rami 130' e 130'', ciascuno dei quali è intercettato da una propria quarta valvola 140', 140'' ed è atto a convogliare nel rispettivo primo e secondo ramo 50' e 50'' della condotta di
20 alimentazione 50, la prima portata del flusso di lavaggio.

Le due celle 2', 2'' si alterneranno l'una all'altra nella fase di rigenerazione e nella fase di servizio al fine di mantenere una produzione sostanzialmente costante di fluido trattato e depurato.

Il funzionamento della apparecchiatura 1, ed in particolare della fase di rigenerazione delle
25 sue celle 2' e 2'', è del tutto analogo, mutatis mutandis, a quello già esposto con riferimento al

caso di un'unica cella 2 indicato in figura 1.

Pertanto, nel primo stadio della fase di rigenerazione della prima cella 2', una prima portata di fluido di lavaggio è prelevata dal serbatoio di accumulo 12, è convogliata a passare attraverso la prima cella 2' mediante il primo ramo della condotta di mandata 140', il primo ramo della condotta di alimentazione 50' ed è quindi scaricata nel serbatoio di accumulo 12 mediante la prima condotta di estrazione 70' ed il ramo di evacuazione 90'.

Allo scopo, la prima valvola 60' del ramo di alimentazione 50' e la seconda valvola 100' del ramo di servizio 80' sono chiuse mentre la quarta valvola 140' del ramo di mandata 130' e la terza valvola 110' del ramo di evacuazione 90' sono aperte. In un intervallo iniziale del primo stadio di rigenerazione della prima cella 2', la prima portata di fluido di lavaggio forza una portata finale della fase di servizio, a continuare ancora a passare attraverso il ramo di servizio 80'.

Nel secondo stadio della fase di rigenerazione della prima cella 2', una seconda portata di fluido di lavaggio è prelevata dalla sorgente di alimentazione 200, è convogliata a passare attraverso la prima cella 2' mediante il primo ramo di alimentazione 50' ed è quindi ancora una volta scaricata nel serbatoio di accumulo 12 mediante la prima condotta di estrazione 70' ed il ramo di evacuazione 90'.

Allo scopo, la prima valvola 60' del ramo di alimentazione 50' e la terza valvola 110' del ramo di evacuazione 90' sono aperte mentre la quarta valvola 140' del ramo di mandata e la seconda valvola 100' del ramo di servizio 80' sono chiuse.

Gli stessi stadi della fase di rigenerazione si ripetono, mutatis mutandis, per la seconda cella 2'', il cui funzionamento si alterna a quello della prima cella 2'.

Preferibilmente, in accordo con entrambe le forme realizzative presentate, almeno il primo stadio della fase di rigenerazione indicata in precedenza verrà realizzata durante la fase di carica a polarità invertita, quando cioè le particelle cariche sono maggiormente allontanate

dagli elettrodi per la repulsione elettrostatica dell'inversione del campo.

Vantaggiosamente inoltre, il secondo stadio della fase di rigenerazione indicata in precedenza avrà luogo in corrispondenza di una fase di pre-produzione, in cui il flusso di fluido da trattare è convogliato allo scarico, e quindi al serbatoio di accumulo 12, in attesa che i condensatori della relativa cella 2 raggiungano la carica (e quindi la tensione) alla tensione prevista e quindi gli elettrodi siano completamente efficienti per la loro azione di depurazione del liquido dalle particelle ionizzate.

L'alimentatore a corrente continua 36 è collegato ai condensatori delle due celle 2', 2'' mediante un circuito elettrico provvisto di una scheda di controllo 22, del tipo a circuiti integrati con microprocessore, la quale comanda, nelle diverse fasi operative del ciclo di funzionamento delle due celle 2', 2'', tipicamente mediante interruttori a semiconduttori, la tensione applicata agli elettrodi mediante appositi collettori di collegamento.

Il ciclo di ciascuna cella 2', 2'' prevede, in modo di per sé del tutto tradizionale e ben noto al tecnico del settore: una fase di carica, in cui gli elettrodi contigui a differente polarità dei condensatori 4 della cella 2 sono caricati e portati ad una prevista tensione di esercizio, ad esempio pari a 1,6 V, ed 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, 2'', mediante le rispettive prima e seconda condotta di alimentazione 50', 50'' e prima e seconda condotta di estrazione 70', 70''. Durante tale 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 determinando un progressivo accumulo delle particelle ionizzate sugli stessi elettrodi.

Una volta raggiunta la programmata saturazione degli elettrodi con le particelle polarizzate presenti nel fluido, è prevista una fase di rigenerazione della cella 2', 2'', in cui con gli elettrodi disattivati, un flusso di fluido di lavaggio è forzato a passare, con le modalità sopra

indicate, nel condensatore della rispettiva cella 2', 2'' con conseguente rimozione delle particelle ionizzate accumulate sugli elettrodi.

Con riferimento ad entrambe le forme realizzative presentate, una unità di controllo logico cpu master 23 aziona le diverse fasi operative della apparecchiatura 1 in particolare pilotando un controllore 24 responsabile dell'azionamento delle singole elettrovalvole che controllano l'impianto idraulico.

Vantaggiosamente, la cpu 23 è collegata ad un sensore di conducibilità 25 posto ad intercettazione della condotta di estrazione 7, per verificare la conducibilità del fluido che è stata trattata dal condensatore a flusso 2, e ad un misuratore di flusso 26, posto ad intercettazione della condotta di alimentazione 5, per verificare la portata di flusso in ingresso al condensatore di a flusso 2.

Grazie ai valori assunti di portata e di conducibilità, la cpu 23 può variare in modo programmabile il suo funzionamento prevedendo ad esempio fasi di servizio più o meno lunghe rispetto alle fasi di rigenerazione.

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 di funzionamento di 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 detta fase di rigenerazione prevede di convogliare detto flusso di
- 15 lavaggio in un serbatoio di accumulo mediante un primo stadio, in cui una prima portata di fluido di lavaggio è prelevata da detto serbatoio di accumulo, è convogliata a passare attraverso detta cella ed è scaricata in detto serbatoio di accumulo; ed un secondo stadio in cui una seconda portata di fluido di lavaggio è convogliata da una sorgente di alimentazione a passare attraverso detta cella ed è scaricata in detto serbatoio di accumulo.
- 20 2. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta sorgente di alimentazione fornisce, durante detta fase di servizio, detto flusso di fluido da trattare, e, durante detta fase di rigenerazione, detta seconda portata di fluido di lavaggio.
3. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo
- 25 la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fluido di detto serbatoio di accumulo si

concentra di particelle ionizzate attraverso la prima portata di lavaggio durante il primo stadio di detta fase di rigenerazione e si diluisce di particelle ionizzate attraverso la seconda portata di lavaggio durante il secondo stadio di detta fase di rigenerazione.

4. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di estrazione ciclica di un volume di fluido concentrato da detto serbatoio.

5. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che per ogni ciclo di carica, servizio e rigenerazione, la seconda portata di fluido di lavaggio è inferiore al 5% del flusso di fluido trattato e depurato dalla cella.

6. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto primo stadio è realizzato durante una fase di carica a polarità invertita di detta cella.

7. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto primo stadio comprende un intervallo iniziale, in cui detta prima portata di fluido di lavaggio forza una portata finale della fase di servizio, relativa ad almeno il volume di fluido contenuto in detta cella ed in detto condotto di estrazione, verso un ramo di servizio.

8. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo la rivendicazione 4, caratterizzato che la seconda portata di fluido di lavaggio equivale sostanzialmente al volume di fluido concentrato prelevato da detto serbatoio durante detta fase di estrazione.

9. Metodo di funzionamento di una apparecchiatura a condensatori a flusso passante secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto secondo stadio è realizzato in corrispondenza di una fase di pre-produzione in attesa che i condensatori

di detta cella raggiungano la carica di lavoro per la depurazione del fluido da trattare da dette particelle ionizzate.

10. 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
5 quale comprende:

- almeno una cella provvista di almeno un condensatore a flusso passante dotato di due o più 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
10 suscettibile di caricarli contraffacciati a differente polarità per creare tra di essi un campo elettrico;

- un impianto idraulico, suscettibile di alimentare detta cella con un flusso di fluido da trattare mediante una condotta di alimentazione intercettata da una prima elettrovalvola e suscettibile di ricevere il flusso da detta cella mediante una condotta di estrazione suddivisa in almeno un
15 ramo di servizio intercettato da una seconda elettrovalvola ed atto a trasportare un flusso di fluido trattato da detta cella, ed in almeno un ramo di evacuazione, intercettato da almeno una terza elettrovalvola, e suscettibile di trasportare almeno una prima portata di fluido di lavaggio;

caratterizzata dal fatto di comprendere:

20 un serbatoio di accumulo:

- collegato in uscita a detta condotta di alimentazione mediante una condotta di mandata intercettata da almeno una quarta elettrovalvola, suscettibile di alimentare detta cella mediante detta prima portata di fluido di lavaggio;

- collegato a detto ramo di evacuazione per ricevere da detta cella detta prima portata
25 di fluido di lavaggio.

11. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che con dette prima valvola e seconda valvola chiuse e detta terza valvola e quarta valvola aperte, detta prima portata di lavaggio esce da detto serbatoio di accumulo, attraversa detta cella rimuovendo le particelle ionizzate accumulate su detti
5 elettrodi ed è convogliata nuovamente a detto serbatoio di accumulo.
12. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che con dette prima valvola e terza valvola chiuse e dette seconda valvola e quarta valvola aperte, detta prima portata di lavaggio esce da detto serbatoio di accumulo, entra in detta condotta di alimentazione e forza un volume di fluido contenuto in
10 detta cella ed in detto condotto di estrazione verso detto ramo di servizio.
13. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che con dette seconda valvola e quarta valvola chiuse e detta prima valvola e terza valvola aperte, una seconda portata di lavaggio è convogliata a passare da una sorgente di alimentazione, mediante detta condotta di alimentazione, attraverso detta cella
15 fino a giungere, mediante il ramo di evacuazione di detta condotta di estrazione, a detto serbatoio di accumulo.
14. Apparecchiatura per il trattamento di un fluido secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto di comprendere una condotta di scarico collegata a detto serbatoio di accumulo, intercettata da una quinta valvola per scaricare una portata di fluido concentrato.

CLAIMS

1. Method of operating a flow-through capacitor apparatus, provided with at least one cell having opposite electrodes, suitable to flow between which is a flow of a fluid to be treated, containing ionized particles, said method cyclically comprising:
- 5 - at least one charging step, wherein a charger charges – with different polarity – the electrodes of said cell;
- at least one service step, wherein said flow of the fluid to be treated is forced to pass through the charged electrodes of said cell with a progressive accumulation of said ionised particles on said electrodes;
- 10 - at least one regeneration step, wherein, with said electrodes deactivated, a flushing fluid flow rate is forced to pass through said cell with ensuing removal of said ionized particles accumulated on said electrodes;
- characterised in that said regeneration step provides for conveying said flushing flow into a storage tank by means of a first stage, wherein a first flushing fluid flow rate is taken from said storage tank,
- 15 it is conveyed to pass through said cell and it is released into said storage tank; and a second stage wherein a second flushing fluid flow rate is conveyed from a source of supply to pass through said cell and it is released into said storage tank.
2. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to claim 1, characterised in that said source of supply supplies, during said service step, said flow of a fluid to be treated, and,
- 20 during said regeneration step, said second flushing fluid flow rate.
3. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to claim 1, characterised in that the fluid of said storage tank is concentrated with ionised particles through the first flushing flow during the first stage of said regeneration step and it is diluted with ionized particles through the second flushing flow during the second stage of said regeneration step.
- 25 4. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to claim 1, characterised in

that it comprises a step for cyclically extracting a volume of concentrated fluid from said tank.

5. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that for each charging cycle, service and regeneration, the second flushing fluid flow rate is lower than 5% of the fluid flow treated and purified by the cell.

5 6. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that said first stage is obtained during a loading step with inverted polarities of said cell.

7. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to claim 1, characterised in that said first stage comprises an initial interval, wherein said first flushing fluid flow rate forces a
10 final flow of the service step, regarding at least the volume of fluid contained in said cell and in said extraction pipe, towards a service branch.

8. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to claim 4, characterised in that the second flushing fluid flow rate is substantially equivalent to the volume of concentrated fluid taken from said tank during said extraction step.

15 9. Method of operating a flow-through capacitor apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that said second stage is obtained at a pre-production step awaiting for the capacitors of said cell reach the operating charge for the purification of the fluid to be treated by said ionized particles.

10. Flow-through capacitor apparatus for the treatment of a fluid, in particular for the
20 implementation of the method according to one or more of the preceding claims, which comprises:

- at least one cell provided with at least one flow-through capacitor provided with two or more electrodes susceptible to flow between which is a flow of fluid to be treated containing ionized particles;

- at least one direct current charger electrically connected to said electrodes suitable for charging
25 them counter-faced at different polarities to create an electric field therebetween;

- a hydraulic system, susceptible to supply said cell with a flow of fluid to be treated through a supply pipe intercepted by a first solenoid valve and susceptible to receive the flow from said cell through an extraction pipe divided into at least one service branch intercepted by a second solenoid valve and suitable to convey a flow of treated fluid from said cell, and in at least one evacuation branch, intercepted by at least one third solenoid valve, and susceptible to convey at least one first flushing fluid flow rate;

characterised in that it comprises:

a storage tank:

- connected in output to said supply pipe through a delivery pipe intercepted by at least one fourth solenoid valve, susceptible to supply said cell through said first flushing fluid flow rate;
- connected to said evacuation branch to receive from said cell said first flushing fluid flow rate.

11. Fluid treatment apparatus according to claim 10, characterised in that with said first valve and second valve closed and said third valve and fourth valve open, said first flushing flow exits from said storage tank, traverses said cell removing the ionized particles accumulated on said electrodes and it is conveyed again to said storage tank.

12. Fluid treatment apparatus according to claim 10, characterised in that with said first valve and third valve closed and said second valve and fourth valve open, said first flushing flow exits from said storage tank, enters into said supply pipe and forces a volume of fluid contained in said cell and in said extraction pipe towards the service branch.

13. Fluid treatment apparatus according to claim 10, characterised in that with said second valve and fourth valve closed and said first valve and third valve open, a second flushing flow is conveyed to pass from a source of supply, through said supply pipe, through said cell until it reaches - through an evacuation branch of said extraction pipe - to said storage tank.

14. Fluid treatment apparatus according to claim 10, characterised in that it comprises a discharge pipe connected to said storage tank, intercepted by a fifth valve to discharge a

concentrated fluid flow.

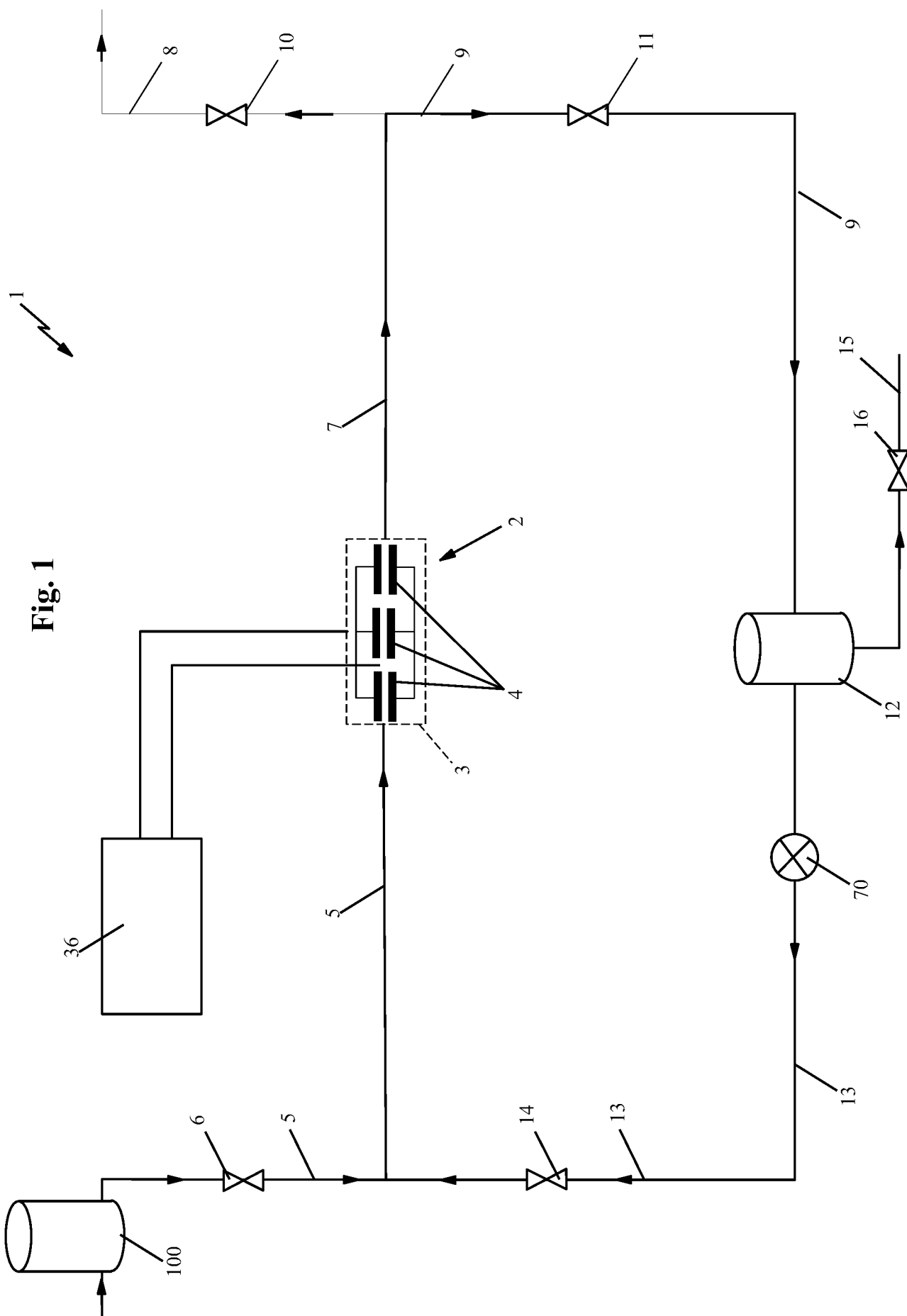


Fig. 1

Fig. 2

