



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101980900000143
Data Deposito	25/06/1980
Data Pubblicazione	25/12/1981

Priorità	115.644
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	28-JAN-80

Titolo

APPARECCHIO DI ELETTROLISI PER LA PRODUZIONE DI IPOCLORITO DI SODIO DA
SOLUZIONI SALINE NATURALI E SINTETICHE.

DOCUMENTAZIONE RILEGATA

DESCRIZIONE

49071A/80

a corredo di una domanda di Brevetto per invenzione

dal titolo:

"Apparecchio di elettrolisi per la produzione di ipoclorito di sodio da soluzioni saline naturali e sintetiche"

a nome della: PENNWALT CORPORATION



RIASSUNTO

Oggetto dell'invenzione è un dispositivo o apparecchio per la elettrolisi di soluzioni saline (brine) naturali e sintetiche per la produzione di ipoclorito, il quale comprende una perfezionata struttura di intelaiatura che supporta e coopera con piastre di elettrodi per formare una serie di celle elettrolitiche che vengono facilmente montate in un organo che opera come involucro di forma cilindrica per formare un apparecchio di elettrolisi. L'invenzione e/o l'apparecchio è caratterizzata da (a) rapido allontanamento di gas; (b) perfezionata configurazione delle piastre degli elettrodi attraverso cui l'elettrolita viene fatto fluire in maniera vigorosa e turbolenta per eliminare le incrostazioni delle disposizioni ordinate degli elettrodi per causa dei prodotti di precipitazione e delle scaglie formate

durante l'elettrolisi di soluzioni saline naturali;

(c) nuovi mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per la elettrolisi di soluzioni saline sintetiche; e (d) una disposizione di conduttori elettrici in serie-parallelo che è elettricamente bilanciata contro le variazioni della salinità e della temperatura dell'elettrolita; parametri che comportano tutti un dispositivo altamente efficiente, economico, di tipo modulare, robusto, capace di consentire risparmi di energia.

DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un apparecchio di clorurazione elettrolitico da utilizzare localmente e più particolarmente ad un perfezionato apparecchio per produrre in maniera rapida, efficiente ed economica ipoclorito di sodio da acque saline naturali e sintetiche con perfezionata facilità di funzionamento e di manutenzione. Ancora più particolarmente, l'invenzione si riferisce ad una nuova cella elettrolitica di tipo aperto, priva di membrane o di diaframmi per l'elettrolisi di soluzioni di cloruro di sodio.

PRECEDENTI E SOMMARIO DELL'INVENZIONE

I vantaggi degli apparecchi elettrolizzatori da utilizzare localmente per la produzione di

ipoclorito di sodio da soluzioni saline sintetiche o naturali sono evidenti. Per esempio, è ben noto che le moderne attrezzature per il trattamento delle acque e dei rifiuti richiedono grandi quantità di cloro come agente biocida. Il cloro, nella forma di un gas o di un liquido anidro, presenta rischi pericolosi nella manipolazione e nell'immagazzinamento. Anche nella forma di ipoclorito di sodio, che è relativamente sicuro da usare, grandissime spedizioni di soluzioni diluite sul posto di uso desiderato presentano dei problemi di immagazzinamento e di logistica.

Gli apparecchi elettrolizzatori della tecnica precedente con elevato rendimento elettrico e salino sono generalmente complessi e costosi da fabbricare e da far funzionare. Tutti gli attuali apparecchi elettrolizzatori utilizzano anodi che si usurano, vale a dire perdono il loro rivestimento catalitico e debbono frequentemente essere completamente smontati e ricostruiti. Inoltre, grandissimi numeri di collegamenti spesso incorporati nelle apparecchiature di progettazione più sofisticata rappresentano potenziali sorgenti di perdite di elettrolita corrosivo che può essere distruttivo oltre che di idrogeno che può raccogliersi in concentrazioni pericolose.

Il consumo di energia viene negativamente

influenzato dall'accumulo di idrogeno gassoso negli apparecchi elettrolizzatori, cosa che comporta vari dispositivi supplementari per separare l'idrogeno dall'elettrolita e che contribuiscono ad aumentare la complessità del sistema.

Alcuni apparecchi elettrolizzatori disponibili sono molto sensibili all'accumulo di incrostazioni sugli elettrodi per causa delle impurità contenute nelle soluzioni saline, per esempio l'acqua del mare. Composizioni acide di pulitura possono essere necessarie su base frequente cosa che comporta un aumento del costo di manutenzione.



E' stato stabilito da studi affidabili e per via sperimentale che le basse temperature delle soluzioni saline, tipicamente fra 34° e 50°F (pari a 1 e 10°C) contribuiscono ad una riduzione della durata del rivestimento degli anodi. Elevate densità di correnti riducono anche la durata dei rivestimenti preziosi impiegati. I convenzionali apparecchi elettrolizzatori sono suscettibili di eccessive riduzioni della durata degli anodi per causa delle variazioni delle condizioni che si incontrano quando essi vengono usati attraverso un ampio intervallo di servizi e di posizioni geografiche.

La presente invenzione elimina sostanzial-

mente i problemi summenzionati pur realizzando nello stesso tempo molti relativi vantaggi e benefici. L'apparecchio elettrolizzatore comprende una pluralità di celle elettrolitiche su un telaio all'interno di un involucro cilindrico cosa che comporta un complesso modulare che può essere idraulicamente collegato in serie con altri moduli duplicati, in cui l'intera struttura delle celle di un qualsiasi apparecchio elettrolizzatore può essere facilmente e rapidamente rimossa per la sua riparazione oppure sostituita con parti ricondizionate o nuove preliminarmente montate al di fuori degli involucri con minimo rischio di errori di montaggio.

Gli apparecchi elettrolizzatori della presente invenzione sono caratterizzati da perfezionati percorsi di flusso dell'elettrolita e da migliori configurazioni delle piastre degli elettrodi per offrire resistenza al deposito di incrostazioni provocate da agenti contaminanti delle soluzioni saline. Gli apparecchi elettrolizzatori sono forniti di mezzi perfezionati per allontanare i prodotti gassosi formati nel procedimento di elettrolisi delle soluzioni saline, presentano univoci perfezionati mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per prolungare la durata degli anodi quando si esegue la elet-

trolisi di soluzioni saline o acque salmastre sintetiche e comprendono una disposizione di conduttori elettrici caratterizzata da semplicità e tuttavia dalla capacità di fornire un flusso di energia sostanzialmente bilanciato contro le variazioni della resistenza elettrica risultanti dalle variazioni della temperatura dell'elettrolita e della salinità per prolungare così ulteriormente la durata degli anodi.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura 1 rappresenta una vista in prospettiva con alcune parti omesse guardando in basso su un tipico complesso di cella elettrolitica di un apparecchio elettrolizzatore della presente invenzione,

la figura 2 rappresenta una vista in elevazione laterale schematica del complesso della figura 1, i suoi elettrodi essendo omessi per chiarezza;

la figura 3 rappresenta una vista dall'alto schematica del complesso della figura 1 che comprende l'involucro dell'apparecchio elettrolizzatore e le flange;

la figura 4 rappresenta una vista in sezione dell'apparecchio elettrolizzatore della figura 3, presa lungo la sua linea 4-4, alcune parti essendo state omesse per chiarezza;

la figura 5 è una rappresentazione schematica dei percorsi di flusso dell'idrogeno e dell'elettrolita, attraverso gli apparecchi elettrolizzatori disposti in una disposizione accatastata verticalmente idraulicamente collegata in serie, comprendente una conveniente disposizione di conduttori elettrici;

la figura 6 è una illustrazione schematica di un singolo apparecchio elettrolizzatore che utilizza una tipica distribuzione di acqua di diluizione nei singoli scompartimenti o celle;

la figura 7 rappresenta una vista laterale delle piastre degli elettrodi configurate in conformità alla presente invenzione;

la figura 8 rappresenta una vista simile alla figura 4, parzialmente sezionata, che illustra un disco di ugello di ingresso studiato per l'impiego nell'elettrolisi dell'acqua del mare;

la figura 9 rappresenta una vista in pianta del disco dell'ugello di entrata della figura 8.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Il complesso di celle elettrolitiche della presente invenzione comprende una intelaiatura ed un complesso di elettrodi che sono facilmente inseribili in un involucro e facilmente estraibili da esso. L'involucro è fornito di mezzi di entrata e di



uscita dell'elettrolita e di mezzi di sfogo o sfiato dell'idrogeno, come anche di accesso ai conduttori per applicare una corrente continua attraverso gli elettrodi per elettrolizzare soluzioni saline o acque salmastre naturali o sintetiche introdotte nei mezzi di entrata. Flange di coperchio cieco fissate alle estremità dell'involucro completano un singolo modulo o unità elettrolizzatrice, una cui pluralità può essere facilmente collegata in serie idraulica. Percorsi di scarico o di sicurezza permettono ai gas formati durante l'elettrolisi della soluzione salina nei singoli apparecchi elettrolizzatori di essere convenientemente derivati allo scarico, all'atmosfera oppure ad un collettore di raccolta da cui essi passano per raggiungere mezzi a valle di separazione e di rilascio.

Un nuovo sistema di scomposizione dell'acqua usato per diluire la soluzione salina concentrata in sistemi a soluzioni saline sintetiche protegge gli anodi dalla passivazione. Una originale disposizione dei connettori elettrici di disposizioni ordinate di apparecchi elettrolizzatori multipli comporta un flusso bilanciato di corrente elettrica in percorsi in parallelo per prolungare ulteriormente la durata degli anodi.

100

100

1. The first step in the process is to identify the problem or issue that needs to be addressed. This involves gathering information and understanding the context of the problem.

1. The first step in the process of identifying a problem is to recognize that a problem exists. This is often done by comparing current performance with a desired state or goal. If there is a significant difference, a problem is identified.

100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	

[illegible]

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

1

2

100

1. The first part of the document is a title page. It contains the title of the document, the author's name, and the date of the document. The title is "The First Part of the Document". The author's name is "John Doe". The date is "12/12/2023".

.....

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	

[illegible]

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	52
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

1. The first part of the document is a title page. It contains the title of the report, the author's name, and the date of the report. The title is "The Impact of Climate Change on the Environment". The author is "John Doe". The date is "January 1, 2023".

A. Complesso di intelaiatura

In modo più specifico, nelle figure 1, 2, 3 e 4, il complesso di celle elettrolitiche comprende una intelaiatura che contiene una coppia di aste di collegamento 12 mantenute in parte in relazione parallela distanziata fissa per mezzo di listelli a staffa 14 e 16 fissati in prossimità delle estremità delle aste di collegamento, che presentano delle filettature per ricevere dadi 18 e 20. I listelli a staffa 14 ed i dadi 18 sono elettricamente non conduttori, polivinilcloruro convenientemente clorurato, in seguito denominato CPVC, mentre il listello a staffa 16 ed i dadi 20 sono convenientemente realizzati in titanio. Anche se molti dei singoli componenti in seguito verranno riferiti come componenti di titanio o di CPVC, si comprenderà che l'invenzione non deve essere interpretata come limitata a questi materiali.

I dischi di divisione od organi divisori 22 in CPVC, uniformemente distanziati nel senso della lunghezza delle aste di collegamento 12, distanziano anche le aste 12 ed agevolano la formazione di scompartimenti di cellule o celle contrassegnate con i numeri di riferimento 1, 2, 3 e 4 (figura 2).

Un involucro cilindrico e coperchi di estremità completano i gruppi delle celle, come verrà in

1. The first part of the paper is devoted to a discussion of the

theoretical background of the problem.

2. The second part is devoted to a description of the

experimental apparatus and the results of the experiments.

3. The third part is devoted to a discussion of the

theoretical results and their comparison with the

experimental results.

4. The fourth part is devoted to a discussion of the

conclusions of the paper.

5. The fifth part is devoted to a discussion of the

theoretical results and their comparison with the

experimental results.

6. The sixth part is devoted to a discussion of the

conclusions of the paper.

7. The seventh part is devoted to a discussion of the

theoretical results and their comparison with the

experimental results.

8. The eighth part is devoted to a discussion of the

conclusions of the paper.

9. The ninth part is devoted to a discussion of the

theoretical results and their comparison with the

experimental results.

10. The tenth part is devoted to a discussion of the

conclusions of the paper.

11. The eleventh part is devoted to a discussion of the

theoretical results and their comparison with the

experimental results.

12. The twelfth part is devoted to a discussion of the

seguito descritto. Ciascuna cella è costituita oppure attrezzata con due disposizioni ordinate di piastre di catodi ed anodi distanziate interfogliate (figura 8), che verranno descritte in seguito, per contribuire alla formazione di una cella di lavoro o unità di cella. I distanziatori tubolari 24 in CPVC sono applicati sulle aste di collegamento 12 e poggiano contro i dischi divisori 22 ed i listelli a staffa 14 e 16.



I blocchi di supporto 26 degli elettrodi in titanio sono fissati a ciascun lato dei dischi divisori 22 in CPVC per mezzo di viti di titanio 28. I blocchi 30 e 32 di supporto degli elettrodi sono disposti alle estremità elettricamente positive e negative, rispettivamente, del complesso 10 di intelaiatura e sono fissati ai loro rispettivi listelli a staffa 14 e 16 per mezzo di viti di titanio 28.

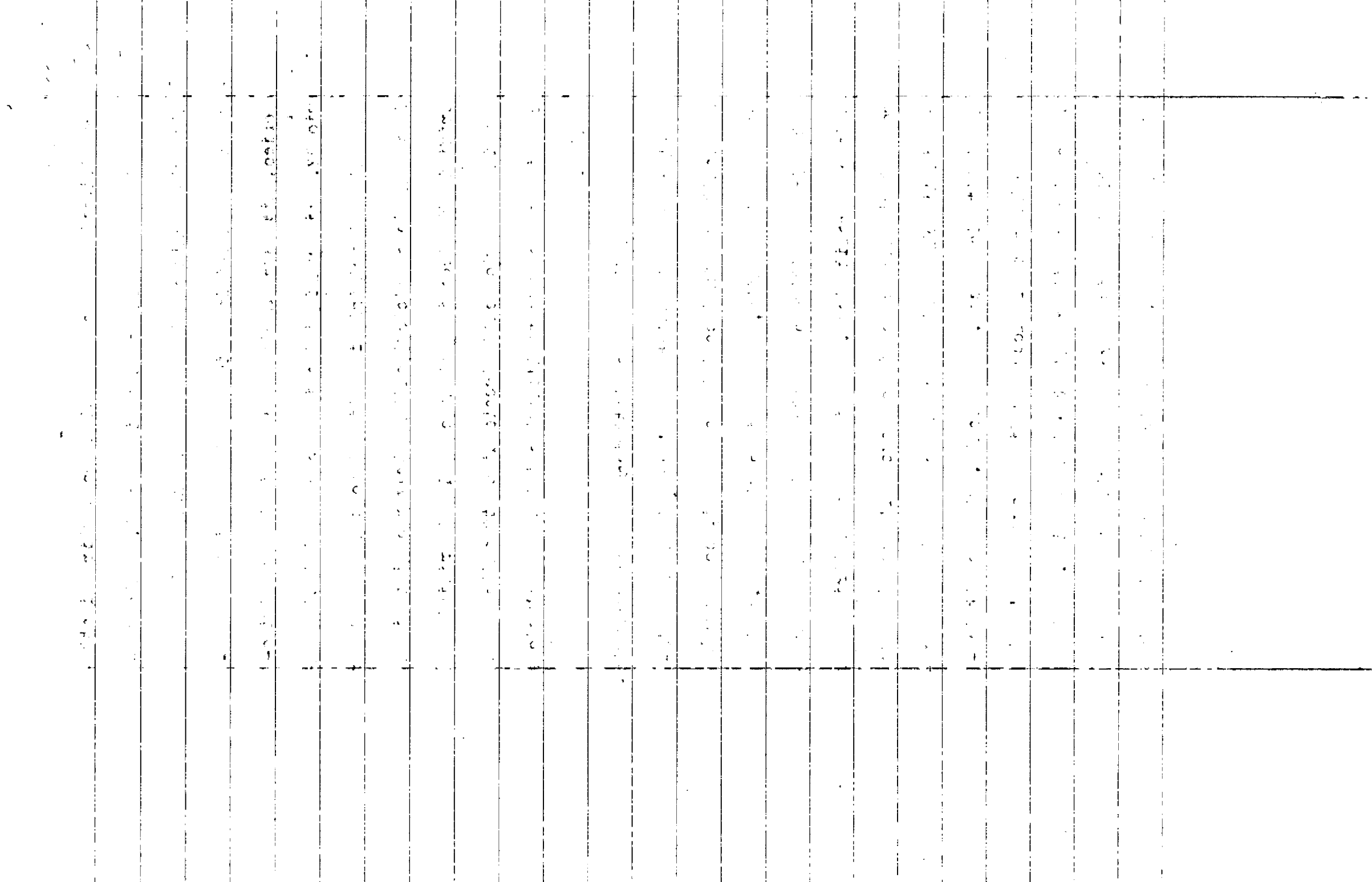
I blocchi 30 e 32 di supporto di estremità sono anche forniti di un perno sporgente conduttore, avente elevata conduttività elettrica, applicato ad interferenza, 34 e 36 rispettivamente, convenientemente in rame, i quali sporgono attraverso flange di copertura cieche per impegnare delle barre collettrici che verranno descritte in seguito.

I blocchi 26 di supporto degli elettrodi sono elettricamente collegati attraverso ciascun di-

sco divisorio 22 per mezzo di un conduttore di ottone o di rame a stretto accoppiamento 40. L'elettrolita viene chiuso a tenuta dal conduttore 40 attraverso una guarnizione piana 42 in materiale elastomerico, disposta su ciascun lato di ciascun divisorio 22. Gli organi divisori 22 sono forniti di una pluralità di orifizi disposti orizzontalmente 50 per il passaggio dell'elettrolita attraverso di essi ed orifizi più piccoli 52 al disopra degli orifizi 50 per il passaggio delle miscele di elettrolita e gas che si formano durante l'elettrolisi della soluzione salina.

I dadi 18 sono elettricamente non conduttori allo scopo di resistere all'accoppiamento all'elettrolita che fluisce intorno ad essi, come verrà discusso in seguito, e sono disposti sull'estremità a tensione positiva o ad alta tensione dell'apparecchio elettrolizzatore. I dadi 20 sono elettricamente conduttori allo scopo di promuovere l'accoppiamento con il listello a staffa oppure con la staffa a molla di titanio 16 che, a sua volta, viene elettricamente collegato al blocco 32 di supporto dell'elettrodo di estremità nell'estremità negativa. Se le correnti di perdita dovessero raggiungere le aste di collegamento 12, vale a dire nella giunzione in





cui i distanziatori 24 poggiano contro i dischi di-
visori 22, la corrente verrà deviata a massa immedia-
tamente al lato negativo o lato a bassa tensione del-
l'apparecchio elettrolizzatore per impedire così la
decomposizione elettrolitica distruttiva delle aste
di collegamento.

Una coppia di aste di serraggio di titanio
54 viene applicata con accoppiamento ad interferenza
in senso trasversale a ciascun blocco 26 di supporto
degli elettrodi ed ai blocchi 30 e 32 di supporto de-
gli elettrodi di estremità per supportare le piastre
degli elettrodi, che verranno descritte in seguito.

B. Complessi di elettrodi ed elettrolizza- tori.

Con riferimento ulteriormente alla figura
7, il complesso degli elettrodi comprende il sopra
descritto complesso di intelaiatura, gli anodi 60 ed
i catodi 62 in relazione distanziata interfogliata,
le rondelle di serraggio 64, i dadi di serraggio 66,
i distanziatori 70 in materiale plastico ed altri
dispositivi misti di fissaggio, raccordo e simili.

Il complesso degli elettrodi può essere
inserito in una unità in un involucro cilindrico 72
di CPVC che serve per il montaggio di una flangia
cieca 74 in ciascuna sua estremità per formare un

modulo elettrolizzatore o apparecchio di elettrolisi

10a. Gli anelli 76 ad O e le guarnizioni di tenuta

78 fanno contatto con le flange cieche 74 per fornir-

re delle tenute stagne dentro l'apparecchio elettro-

lizzatore 10a quando le flange sono fissate in posto

con dadi e bulloni (non rappresentati).



Ciascuna cella di un apparecchio elettro-

lizzatore 10a è munita di una coppia di disposizioni

ordinate di piastre di anodi e catodi, contrassegnate

come disposizione ordinata No. 1 e disposizione

ordinata No. 2 nella figura 8, le quali disposizioni

ordinate contribuiscono alla formazione di una di una

pluralità di celle di lavoro contrassegnate come cel-

le 1, 2, 3 e 4 nelle figure 2 e 6 e da 1 a 16 nella

figura 5.

In aggiunta al flusso dell'elettrolita fra

le celle attraverso gli orifizi 50 negli organi divi-

sori 22 e per facilità di montaggio, uno spazio cir-

conferenziale o canale di passaggio 80 è fornito fra

gli organi divisorii 22 e l'involucro 72 in virtù del

fatto che il primo presenta un diametro leggermente

inferiore al diametro interno del secondo, tipicamente

0,016 pollici, pari a 0,040 cm).

Il complesso dell'elettrodo utilizza le

piastre anodiche 60 del tipo comunemente denominato

tipo dimensionalmente stabile, avente un sotto-strato di titanio, per esempio, con un rivestimento superficiale di una soluzione solida di almeno un ossido di un metallo del gruppo del platino su ambedue le sue facce. Il sotto-strato conduttore è preferibilmente un metallo per valvole, per esempio il titanio. Si possono anche impiegare tantalio, niobio o zirconio. La forma del sottostrato può essere liscia, non perforata o traforata, la forma liscia essendo preferita. Il rivestimento può essere un ossido di platino, palladio, rutenio, iridio, rodio oppure osmio o loro combinazioni. L'esatta composizione delle piastre anodiche non è essenziale per la presente invenzione e non è qui rivendicata, essendo sottinteso che anodi dimensionalmente stabili aventi varie composizioni sono ben noti e sono stati impiegati con successo nel corso degli anni.

I catodi 62 possono essere realizzati convenientemente in materiale in foglio o lamiera e tipicamente saranno di titanio, nichelio oppure varie leghe di ferro e di nichelio. Come con le piastre degli anodi, le piastre catodiche in forma di foglio o lamiera liscia si sono dimostrate superiori ai fogli non perforati o traforati per l'impiego con le forme di realizzazione della presente inven-



zione.

Tutte le piastre anodiche 60 e le piaatre catodiche 62 sono disposte verticalmente oppure orientate e mantenute in relazione distanziata alternata fissa per mezzo di rondelle di serraggio 64 inserite fra successive piastre anodiche ed analoghe rondelle 64 inserite fra le successive piastre catodiche. Le piastre degli elettrodi e le rondelle di serraggio sono inserite su aste o perni sporgenti di serraggio 54 (figura 1). Uno spazio di gioco fra le piastre viene mantenuto nell'intervallo fra circa 0,031 e 0,062 pollici (pari a 0,078 e 0,157 cm). Quando gli spazi di gioco sono inferiori a circa 0,031 pollici, pari a 0,078 cm, la resistenza all'avanzamento dei fluidi e/o la formazione di ponticelli dovuti a bolle di gas impediscono un appropriato flusso di elettrolita e di gas, oltre a sottoporre il sistema ad intasamenti dovuti ai materiali particellari e/o alle incrostazioni. Quando le distanze fra le piastre sono eccessive ovvero superiori a circa 0,10 pollici, pari a 0,25 cm, per esempio, si verificano fra di esse percorsi elettrici di maggiore lunghezza e quindi si ottengono come risultato maggiori perdite elettriche.

Le piastre anodiche 60 sono serrate sulle



estremità positive o estremità a tensione superiore di ciascuno scompartimento o unità di cella e le piastre catodiche sono serrate alle loro estremità a tensione inferiore (figura 3). Le piastre anodiche e catodiche sono interfogliate e forniscono un predeterminato interspazio o intervallo fra le superfici. Le aree delle superfici anodiche e catodiche geometricamente opposte definiscono le effettive aree di lavoro o zone di generazione. Le aree superficiali non opposte e le aree esterne degli elettrodi esterni sono essenzialmente inefficaci per scopi di produzione, poichè una elevatissima percentuale della corrente elettrica attraverserà i percorsi più brevi, vale a dire le superfici opposte degli anodi e dei catodi. Le piastre esterne possono essere anodi oppure catodi, questi ultimi essendo preferiti poichè l'impiego inefficace di un lato di una piastra anodica rappresenta uno spreco di rivestimento prezioso.



Come già accennato, ciascuna unità di cella o scompartimento comprende due disposizioni ordinate distanziate di elettrodi interfogliati che sono sicuramente serrate ai blocchi di supporto degli elettrodi opposti 26 attraverso aste di serraggio 54, rondelle di serraggio 64 e dadi di serraggio 66, i quali tutti funzionano additionally come conduttori elet-

trici per gli elettrodi.

La distanza fra le piastre degli elettrodi viene controllata per mezzo dello spessore delle rondelle di serraggio 64 che vengono lavorate a macchina di precisione, convenientemente realizzate con titanio, e mediante impastamento in materiale plastico oppure separatori o distanziatori elettricamente non conduttori 70, tipicamente in politetrafluoroetilene.

La configurazione dell'intelaiatura e delle celle fornisce quella che è generalmente denominata una disposizione bipolare caratterizzata da celle collegate in serie elettricamente ed idraulicamente all'interno dell'involucro per maggiore rendimento, semplicità e costo.

Le strutture 72 degli involucri sono convenientemente di CPVC cementato o saldato e tipicamente hanno un diametro fra 6 pollici ed 8 pollici, pari a 15 e 20 cm. L'acqua salmastra entra nell'involucro 72 nella sua estremità oppure in prossimità di essa e viene scaricata nell'estremità opposta. Essa può passare attraverso normali collegamenti in un altro apparecchio elettrolizzatore oppure in una pluralità di essi (figura 5) tipicamente disposti in una disposizione ordinata verticale, in maniera tale

da assicurare un flusso in serie attraverso lo scompartimento di ciascuna cella di ciascun apparecchio elettrolizzatore idraulicamente collegato. Tipicamente, l'entrata si troverà nel fondo di un involucro e l'apertura di scarico si troverà nella sommità di un altro, quando diversi apparecchi elettrolizzatori sono verticalmente accatastati in serie idraulica.

Il nuovo apparecchio elettrolizzatore fornisce un modulo da cui si possono costruire sistemi di una ampia gamma di capacità. Tipicamente, da 1 a 4 apparecchi elettrolizzatori possono essere semplicemente collegati idraulicamente in cataste verticali ed una o più cataste possono essere collegate idraulicamente in parallelo. Varie disposizioni in serie-parallelo per i collegamenti elettrici, descritti in seguito, sono impiegate. Convenzionali sistemi di staffe ed armature metalliche vengono usati per supportare ed ancorare gli apparecchi elettrolizzatori.

I collegamenti di sommità e di fondo dell'involucro permettono alle flange di estremità cieche 74 di rimanere libere da attacchi di piombatura per facilitare rapide operazioni di inserimento e rimozione dei complessi degli elettrodi. Debbono essere rimossi soltanto semplici conduttori elettrici per fornire accesso ai coperchi ed ai complessi di in-

telaiatura. Inoltre, i gruppi verticali sono efficienti in termini di area occupata sul pavimento. Si intende che il numero di celle per ogni apparecchio elettrolizzatore ed il numero di apparecchi elettrolizzatori per ogni catasta rappresentati e/o descritti non debbono essere interpretati in senso restrittivo.



Gli orifizi 50 e 52 forniti nei dischi divisorii 22, come anche gli stessi dischi, agevolano il controllo dei flussi di elettrolita e di gas ed agevolano la regolazione dei livelli dell'elettrolita e delle velocità. I dischi divisorii 22 servono per due ulteriori funzioni importanti, vale a dire la riduzione degli accoppiamenti tra una cella e l'altra, un fenomeno parassita, ad un livello insignificante e l'impedimento di un contro-miscelamento dell'elettrolita fra le celle, un fenomeno che riduce il rendimento del procedimento come è perfettamente noto a coloro che sono esperti nel ramo.

C. Funzionamento di sistemi con soluzioni saline sintetiche e naturali.

Nel caso dei sistemi basati sull'impiego di soluzioni saline naturali, l'elettrolita tipicamente entra nel fondo dell'apparecchio elettrolizzatore oppure nel fondo del modulo più basso e percorre sequenzialmente le celle e fluisce fuori del-

l'estremità di scarico alla sommità dell'apparecchio, spinto dalla pressione di entrata. Nei sistemi sintetici, la soluzione salina concentrata e l'acqua di diluizione vengono portate nell'apparecchio elettrolizzatore attraverso collegamenti separati, che verranno descritti in seguito. La miscela viene similmente sollecitata verso lo scarico alla sommità dell'apparecchio dalle pressioni di entrata.

Sia nei sistemi a soluzione salina sintetica sia in quelli a soluzione salina naturale, la preferita soluzione per ottenere un elevato rendimento elettrico è quella del modo di funzionamento ad una sola passata, contrariamente al ricircolo dell'elettrolita. Il ricircolo o riciclo tende a "contaminare" il prodotto a monte a bassa concentrazione con lo scarico ad alta concentrazione, cosa che agevola la promozione di una indesiderabile reazione contrastante negli apparecchi elettrolizzatori, un fenomeno ben noto a coloro che sono esperti nel ramo. La pluralità dei dischi divisorii 22 servono come diaframmi ed impediscono effettivamente il contro-miscelamento dell'elettrolita fra una cella e l'altra, contribuendo così a ridurre al minimo la indesiderabile reazione competitiva.

Il modo di funzionamento a singola passa-

ta e la convenienza di convertire una sostanziale percentuale di soluzione salina sintetica relativamente costosa nel prodotto desiderato determinano flussi di elettrolita relativamente bassi nei sistemi sintetici. Pertanto, il flusso fra una cella e l'altra è basso con corrispondentemente basso potenziale di elevata energia di getto uscente dagli orifizi degli organi divisorii 22 per creare vantaggiosi fenomeni di turbolenza ed un'azione di strofinamento degli elettrodi sulle superfici nelle disposizioni ordinate degli elettrodi a valle per agevolare la soppressione dell'accumulo delle impurità. Questo non è un inconveniente significativo poichè le soluzioni saline sintetiche possono essere facilmente prodotte da sali ed acqua con qualità sufficientemente elevata per ridurre notevolmente al minimo le incrostazioni degli elettrodi ed il rivestimento e la necessità di turbolenza e di strofinamento.

Nei sistemi a soluzioni saline naturali, il costo della soluzione salina è basso oppure praticamente inesistente e, come è ben noto a coloro che sono esperti nei procedimenti elettrolitici, le valutazioni economiche di tale esercizio determinano flussi di soluzione salina molto maggiori in confronto con i sistemi sintetici, dell'ordine di grandezza fra 5

e 10 volte maggiori. Inoltre, l'acqua del mare ed altre soluzioni saline naturali contengono grandi quantità dei composti chimici estranei che precipitano e rivestono e quindi tendono ad accumularsi sugli elettrodi delle celle, interferendo così con l'efficienza del funzionamento. Gli elevati flussi in combinazione con le nuove configurazioni delle disposizioni ordinate degli elettrodi, che verranno descritte in seguito, si combinano per realizzare un funzionamento efficiente a lungo termine non intralciato da fastidiosi ostacoli dovuti a depositi e ad incrostazioni.

L'energia di alimentazione in corrente continua viene applicata ai perni sporgenti dei conduttori 34 e 36 per fornire una forza elettromotrice positiva nominalmente compresa fra 3,5 e 6,0 volt sull'estremità anodica di ciascuna cella (rispetto all'estremità catodica). Ciascun modulo elettrolizzatore di quattro celle tipicamente richiede una tensione continua impressa totale compresa fra 14 e 24 volt.

L'elettrolita fluisce in serie attraverso gli scompartimenti o le celle principalmente attraverso i collegamenti fra un involucro e l'altro, gli orifizi 50 negli organi divisorii 22 ed in misura mol-



to inferiore attraverso i canali di passaggio o intervalli di gioco anulari 80 e gli orifizi 52. Come illustrato nella figura 4, vi è un flusso di convezione vigoroso che si dirige verticalmente verso l'alto fra le piastre degli elettrodi nella cella durante la elettrolisi dovuto in una certa misura al riscaldamento (calore di inefficienza) che si verifica fra le piastre degli elettrodi ma molto più effettivamente per effetto della formazione del gas, predominantemente idrogeno. La duplice azione del calore e della formazione del gas fornisce un vigoroso sollevamento (simile ad una vigorosa ebollizione) sull'elettrolita azione agevolata dalla presenza di numerosi percorsi di ritorno per la convezione rapida dell'elettrolita cosa che migliora il rendimento elettrico, poichè il gas, un materiale non conduttore di elettricità, viene rapidamente allontanato dalla zona di generazione. Una importante caratteristica della presente invenzione è costituita dal fatto che il gas può essere rapidamente allontanato dalla zona di generazione e portato in una zona immediatamente sovrastante le disposizioni ordinate degli elettrodi. Il gas viene separato dall'elettrolita e progressivamente condotto via dagli scompartimenti delle celle, come verrà descritto in seguito. Il procedimento che si svolge den-

tro l'apparecchio elettrolizzatore è molto complesso e convenzionale oltre che documentato nella letteratura. In linea di principio, ipoclorito di sodio ed acqua salmastra non convertita vengono prodotti in miscuglio insieme con i gas, predominantemente idrogeno.

La figura 6 illustra una particolare applicazione del nuovo apparecchio elettrolizzatore adatto al funzionamento con soluzione salina sintetica impiegando un singolo modulo elettrolizzatore che opera a pressione atmosferica. Come precedentemente descritto, il flusso attraverso l'apparecchio elettrolizzatore 10a è molto basso nei sistemi sintetici. Gli orifizi di flusso 50 e 52 sono sufficientemente grandi perchè le perdite di livello idrostatiche attraverso i dischi divisori 22 siano impercettibili. Con l'apertura 96 di sfiato del gas e con il collegamento 90 di scarico del prodotto ambedue sotto pressione atmosferica, la trappola di trabocco 94 regola il livello dell'intero apparecchio elettrolizzatore approssimativamente al livello esistente nel condotto di scarico 90.

In altre forme di realizzazione dell'apparecchio elettrolizzatore e dei gruppi elettrolizzatori, gli involucri tipicamente si trovano a pres-

sioni di funzionamento superiori alla pressione atmosferica per effetto dell'attrito del fluido nell'apparecchio elettrolizzatore e per effetto dei livelli statici e dinamici o delle contropressioni nello scarico. Alternativi mezzi di controllo del livello di pressione nell'apparecchio elettrolizzatore e dell'uscita del gas dalle zone di produzione del gas vengono usati e sono descritti in seguito.



D. Allontanamento del gas

Il gas generato fra gli elettrodi presenta un effetto del primo ordine sulla resistenza elettrica negli intervalli degli elettrodi delle zone di generazione ed un effetto pronunciato sul rendimento energetico complessivo e conseguentemente sul costo di esercizio. In generale, quanto più piccoli sono gli anodi nella dimensione verticale tanto più corti saranno i percorsi di flusso del gas in uscita dalla zona di generazione e tanto maggiore sarà il rendimento di allontanamento del gas. Tuttavia, elettrodi molto stretti implicano basse aree elettrodiche ed elevato costo dell'apparecchio elettrolizzatore. Un compromesso nel costo di primo ordine in funzione del rendimento dell'allontanamento del gas così come essi si riferiscono alla dimensione anodica verticale deve essere effettuato. Similmente, e-

lettrodi eccessivamente lunghi comportano elevate densità di corrente nelle estremità di attacco degli elettrodi, comportando perdite per resistenza elettrica indesiderabilmente elevate e/o elettrodi eccessivamente massicci.

Tipicamente gli anodi aventi dimensioni di 0,31 pollici x 4 pollici x 8 pollici (pari a 0,078 x 10 x 20 cm) hanno dimostrato di avere proporzioni favorevoli in relazione ai fattori summenzionati.

In aggiunta a considerazioni relative alla lunghezza dei percorsi, correnti di convezione ad elevata velocità sono promosse da tre generosi percorsi di ritorno p (figura 4) per fornire ulteriormente un rapido allontanamento del gas dalla zona in cui viene generato. Per il miglioramento del rendimento della convezione, gli anodi debbono essere sommersi fino ad un effetto di camino di appropriato sviluppo. Per promuovere la separazione delle bollicine di gas e per evitare il loro ricircolo verso il fondo e verso l'alto attraverso le disposizioni ordinate degli elettrodi, una sostanziale interfaccia con la zona del gas e con l'elettrolita deve essere mantenuta nella forma della superficie dell'elettrolita. Eccetto per quanto riguarda la disposizione sin-

tetica della figura 6, questa superficie viene mantenuta negli apparecchi elettrolizzatori con due meccanismi:

(a) la sostanziale quantità di gas che si separa nella sommità di ciascuno scompartimento di cella viene imprigionata dalle pareti 72, dalle flange 74 e dai dischi divisorii 22 dell'involucro, provocando così il fatto che il livello dell'elettrolita venga sollecitato verso il basso;

(b) quando il livello dell'elettrolita raggiunge il livello degli orifizi 52 di passaggio del gas, gli orifizi vengono scoperti dall'elettrolita in misura sufficiente per far passare il gas attraverso di essi fino al successivo scompartimento a valle ed in modo da impedire l'ulteriore abbassamento del livello elettrolitico.

Questa regolazione del livello prevale in tutti gli scompartimenti, eccetto gli scompartimenti con le aperture di scarico montate alla sommità. Gli orifizi 52 del gas sono relativamente piccoli, tipicamente fra $1/16$ e $1/4$ di pollice (pari a 1,58 e 6,35 mm, la quale dimensione è sufficiente a far passare tutto il gas generato in un dato scompartimento con l'aggiunta di ulteriore gas in arrivo dalle celle a monte/^{più} una minore quantità di elettrolita,

per esempio da 0 a 5%.

Il gas viene sollecitato dalla pressione del fluido da scompartimento a scompartimento fino a raggiungere uno scompartimento fornito di sfiato (o di scarico) del modulo elettrolizzatore in cui la superficie non è regolata o sottoposta alla pressione. Il gas quindi viene trascinato insieme con l'elettrolita ed il gas dello scompartimento fornito di sfiato (o di scarico) e fluisce fuori dell'apertura di scarico per raggiungere il mezzo esterno di separazione oppure, quando esiste un modulo a valle, fluisce nel primo scompartimento del modulo successivo dove la separazione viene ancora effettuata dentro tale scompartimento. In una disposizione comprendente una molteplicità di moduli (figura 5), il gas progredisce in senso longitudinale da scompartimento a scompartimento fino a raggiungere un'apertura di sfiato di gas montata superiormente H, tipicamente nel penultimo scompartimento. Un orifizio di limite, tipicamente fra $1/16$ di pollice ed $1/8$ di pollice (pari a 1,58 e 3,17 mm, presenta una dimensione sufficiente per lo spillamento del gas e per un minor flusso di elettrolita, tipicamente tra 0 e 2%, fuori della disposizione ordinata elettrolizzatrice, scaricando così le celle a valle ed i moduli dal peso della separazione



e del trattamento del gas ritrascinato.

Nelle disposizioni ordinate accatastate con una molteplicità di punti di sfiato, una molteplicità di condotti di spillamento di gas vengono tipicamente collegati ad un collettore comune in prossimità dello scarico dell'ultimo modulo elettrolizzatore ovvero di quello più alto. Il collettore viene collegato alla conduttura di scarico del prodotto e conduce i gas nuovamente in miscuglio con il prodotto che è una combinazione di ipoclorito di sodio, soluzione salina non convertita e gas residuo. Il miscuglio viene quindi portato al mezzo di separazione esterno in cui viene normalmente effettuata una separazione virtuale del 100%.



La figura 5 illustra una disposizione ordinata elettrolizzatrice a quattro moduli che, insieme con la figura 4, illustra i principi precedentemente indicati. Le condutture 104 dal raccordo H al collettore 106 rappresentano condotti, per esempio tubazioni in materiale plastico, che portano il miscuglio del gas e dell'elettrolita al collettore 106 ed allo scarico 108 della disposizione ordinata degli apparecchi elettrolizzatori. Gli orifizi 82 trattengono il flusso in modo da impedire una eccessiva derivazione dell'elettrolita non convertito. Nel caso

1. The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem.

2. In the second part we shall consider the case of a single particle.

3. The third part is devoted to the case of a system of particles.

4. In the fourth part we shall consider the case of a continuous medium.

5. The fifth part is devoted to the case of a system of continuous media.

6. In the sixth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

7. The seventh part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

8. In the eighth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

9. The ninth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

10. In the tenth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

11. The eleventh part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

12. In the twelfth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

13. The thirteenth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

14. In the fourteenth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

15. The fifteenth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

16. In the sixteenth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

17. The seventeenth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

18. In the eighteenth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

19. The nineteenth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

20. In the twentieth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

21. The twenty-first part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

22. In the twenty-second part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

23. The twenty-third part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

24. In the twenty-fourth part we shall consider the case of a system of particles and continuous media.

25. The twenty-fifth part is devoted to the case of a system of particles and continuous media.

dell'apparecchio analizzatore a modulo singolo della figura 6 operante a pressione atmosferica, l'idrogeno si separa dall'elettrolita sulla sua superficie nei quattro scompartimenti delle celle e fluisce verso l'apertura di sfiato 96 da ciascuna estremità dell'apparecchio elettrolizzatore, da cui viene scaricato nell'atmosfera. Le zone del gas e dell'elettrolita sono rappresentate con i numeri di riferimento 98 e 100 rispettivamente. In un singolo apparecchio elettrolizzatore del tipo racchiuso (non atmosferico), i gas tipicamente si separano negli scompartimenti a monte, fluiscono attraverso gli orifizi del lato di sommità 52 fino a raggiungere lo scompartimento di scarico in cui si mescolano con i fluidi di tale scompartimento e fluiscono fuori dell'apertura dell'elettrolita. Con i gas che entrano nella sommità dello scompartimento di scarico, in prossimità dell'apertura di scarico, una piccolissima quantità di gas viene ritrascinata nell'elettrolita per interferire con il procedimento di generazione nello scompartimento della cella di scarico.

La quantità di gas che si sviluppa può essere prevista sulla base della relativa elettrochimica. La resa di elettrolita è tipicamente regolata ad una quantità fissa. Le perdite di pressione attraver-



so gli orifizi ed i passaggi dell'elettrolita e gli orifizi ed i passaggi del gas sono sostanzialmente uguali poichè vengono impiegati percorsi in parallelo. Perciò gli orifizi ed i passaggi possono essere facilmente dimensionati in modo da fornire le distribuzioni precedentemente descritte da coloro che sono esperti nella pratica del flusso dei fluidi.



E. Configurazione delle piastre degli elettrodi.

Come già menzionato, i prodotti contaminanti dell'acqua del mare comportano la formazione di depositi sulle superfici interne delle celle, che, se non vengono rimossi, interferiscono con l'elettrolisi. Questi depositi, predominantemente costituiti da carbonati ed idrossidi di calcio e magnesio possono formarsi a velocità drammatica, specialmente sui bordi e sulle superfici dei catodi. Quando vengono utilizzate le convenzionali piastre di elettrodi di forma rettangolare, le superfici opposte degli elettrodi hanno dimostrato di rimanere completamente prive di incrostazioni, vale a dire che pellicole soltanto di spessore compreso fra 0,004 pollici e 0,010 pollici, pari a 0,01 e 0,025 cm, si svilupperebbero nel corso di periodi di sei mesi o più su acqua di mare di media qualità, vale a dire acqua di mare prove-

•

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

100

1. *Chlorophyll a* (Chl *a*)

[illegible]

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

1. *Introduction*

[illegible][illegible]

1. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2019.04.008>

[illegible]

1. The first step in the process of creating a new product is to identify a market need. This involves conducting market research to understand what consumers want and what gaps exist in the current market. Once a need is identified, the next step is to develop a concept that addresses this need. This is often done through brainstorming sessions and the creation of a prototype. The third step is to conduct a feasibility study to determine if the concept is viable. This involves assessing the technical, financial, and market aspects of the idea. If the study is positive, the next step is to develop a business plan. This plan outlines the company's goals, strategies, and financial projections. Finally, the product is launched into the market, and the company monitors its performance and makes adjustments as needed.

[illegible]

1. The first part of the document is a title page. It contains the title of the document, the author's name, and the date of the document. The title is "The first part of the document is a title page. It contains the title of the document, the author's name, and the date of the document." The author's name is "The author's name is the name of the person who wrote the document." The date of the document is "The date of the document is the date when the document was written." The title page is the first page of the document and it contains the title, author's name, and date of the document.

2

100

1. The first part of the paper discusses the importance of the role of the state in the development of the economy. It argues that the state should play a leading role in the development of the economy, particularly in the areas of infrastructure, education, and health care. The state should also play a role in the development of the private sector, particularly in the areas of research and development, and in the provision of social services.

1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

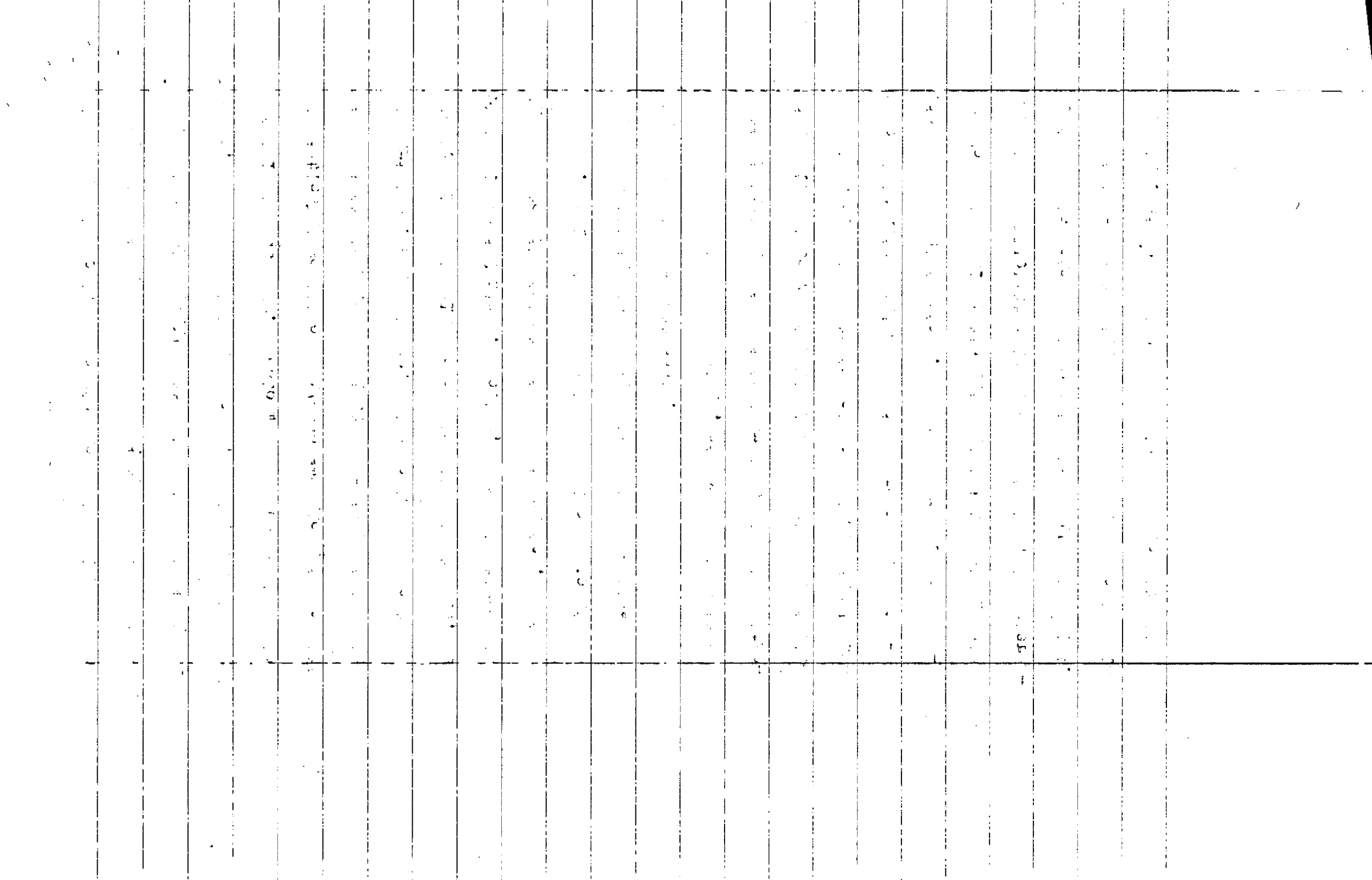
[illegible][illegible][illegible][illegible]

niente da canali di marea collocati in zone moderatamente costruite con un misto di industria e di commercio. L'acqua del mare presenta l'85% della concentrazione di limite, la diluizione risultando dagli scarichi locali. Le incrostazioni nelle zone di elettrolisi non influenzano significativamente il funzionamento. Le superfici catodiche esterne, vale a dire le superfici non opposte a superfici anodiche, assorbono rivestimenti di maggiore spessore e di maggiore tenacità, approssimativamente fra 0,030 pollici e 0,060 pollici, pari a 0,076 e 0,15 cm, nello stesso periodo di tempo, ma con velocità decrescente avvicinandosi ad una condizione di stabilità. La posizione dei rivestimenti non interferisce con il flusso dell'elettrolita oppure con il flusso dell'energia elettrica o con il rendimento, in misura apprezzabile. Tuttavia, accumuli di massima di precipitati molli tendono a verificarsi sia sui bordi superiori sia sui bordi inferiori degli elettrodi delle disposizioni ordinate da elettrodi sistemate verticalmente, facendo ponte fra un bordo di elettrodo ed i bordi adiacenti. In aggiunta, nelle zone comprese fra le piastre degli anodi, in cui le piastre dei catodi non si trovano in diretta opposizione, vale a dire nelle estremità di attacco positive delle disposizioni or-



dinate degli anodi, un ponticello solido si formerebbe nel giro di alcune ore e persisterebbe anche in presenza di velocità dell'elettrolita di 10 piedi al secondo, pari a 3 metri al secondo, o più, uscente dagli orifizi di flusso 50. Questo fenomeno della formazione di ponticelli solidi o dell'addensamento dei prodotti di precipitazione fra le piastre anodiche similmente si verifica fra le piastre dei catodi non opposte a piastre di anodi nelle loro estremità di attacco, però in misura inferiore. Inoltre, approssimativamente il segmento più distante di $1/16$ di pollice, pari a 1,58 mm, delle piastre anodiche ha dimostrato di essere suscettibile della formazione di un ponticello alle estremità non attaccate.

In linea essenziale, ciascuno dei quattro lati di tutte le disposizioni ordinate degli elettrodi fornite di convenzionali piastre rettangolari viene chiuso ermeticamente in notevole misura dall'accumulo di impurità solide che si separano dalla soluzione per precipitazione. Questo addensamento e questa formazione di ponticelli solidi intralcia la circolazione dell'elettrolita fra le piastre, interferendo in questo modo con il rendimento dell'elettrolisi. Per eliminare sostanzialmente questo fenomeno indesiderabile, ciascuna piastra anodica 60 è fornita di



una intaccatura sostanzialmente rettangolare 112 e ciascuna piastra catodica 62 presenta una identica intaccatura in 114 (figura 7). Ciascuna intaccatura è centrata fra i punti di attacco della piastra dell'elettrodo e comprende approssimativamente il 50% dell'altezza verticale della piastra nella sua dimensione verticale. La restante area di estremità di ciascuna piastra serve per condurre corrente e per supportare la piastra a sbalzo. La profondità dell'intaccatura 112 dell'anodo è tale che il suo bordo verticale risulta avere la stessa estensione dell'estremità libera o non attaccata della piastra catodica 62 e viceversa la profondità dell'intaccatura catodica 114 è tale che il suo bordo verticale risulta avere la stessa estensione dell'estremità non attaccata della piastra anodica 60. Le intaccature sono tipicamente di 1 pollice x 2 pollici, pari a 2,54 x 5,08 cm, per elettrodi di 0,031 pollici x 4 pollici x 8 pollici, pari a 0,078 x 10 x 20 pollici. A causa delle intaccature, le superfici non opposte nella regione dei getti sommersi uscenti dagli orifizi 50 degli organi divisorii sono effettivamente eliminate e si realizza una disposizione ordinata a livello di bordi di elettrodi. E' stato scoperto che una pluralità di orifizi 50 potrebbero essere dimensionati ed uni-



formemente distanziati per produrre velocità di collisione sui bordi degli elettrodi a monte verticalmente allineati tali da asportar via i depositi che interferiscono e gli accumuli e da impartire una sufficiente turbolenza ed un flusso idoneo attraverso gli intervalli fra gli elettrodi per impedire la formazione degli accumuli e delle incrostazioni sugli altri tre bordi delle disposizioni ordinate degli elettrodi.

Regolando l'uscita dell'elettrolita verso gli apparecchi elettrolizzatori con un convenzionale mezzo esterno di regolazione del flusso e dimensionando appropriatamente gli orifizi 50, le velocità di uscita sono relativamente fissate. Velocità comprese fra 5 e 20 piedi al secondo, pari a 1,5 e 6 metri al secondo, tipicamente 10 piedi al secondo, pari a 3 metri al secondo, si sono dimostrate efficaci. I diametri 50 degli orifizi sono tipicamente compresi fra $1/4$ di pollice e $3/8$ di pollice, pari a 6,35 e 9,5 mm, e le uscite di acqua salmastra sono tipicamente comprese fra 30 e 120 galloni al minuto, pari a 114 e 456 litri al minuto, in disposizioni ordinate di involucri di elettrolizzatori a quattro celle di 6 pollici oppure 8 pollici, pari a 15 o 20 cm, di diametro.

Il flusso verticale per convezione frascinato dall'aumento di temperatura dovuto alle ineffi-



rete inferiore dell'involucro 72 provoca l'invio di getti ad alta velocità, tipicamente fra 5 e 20 piedi al secondo, pari a 1,5 e 6 metri al secondo, sui bordi inferiori delle piastre degli elettrodi quando l'elettrolita viene fatto fluire attraverso il disco ad ugello di entrata 120.



Il disco ad ugello di entrata 120 è illustrato nelle figure 8 e 9 e rappresentato nel complesso elettrolizzatore della figura 2. Il disco ad ugello di entrata 120 viene impiegato nell'elettrolisi dell'acqua marina soltanto ed è disposto nella cella No. 1 ovvero in quella cella o scompartimento avente il mezzo di entrata della soluzione salina quando soltanto un singolo apparecchio elettrolizzatore viene impiegato oppure in ciascuna cella di entrata di ciascun modulo elettrolizzatore di sistemi di elettrolizzatori multipli oppure accatastati. Quando viene elettrolizzata un'acqua salmastra sintetica, i dischi ad ugello di entrata non sono forniti.

Il disco 120 è fornito di una cavità di entrata 130 di forma cilindrica e di una porzione di corpo simmetrica comprendente una pluralità di orifizi distanziati 132, 134 e 136 diretti verso i bordi di fondo delle sovrastanti disposizioni ordinate di elettrodi ed aventi assi che formano angoli pro-

cienze della conversione elettrolitica o al sollevamento del gas aumentano la turbolenza ed il flusso totale risultante. Il flusso totale risultante è il prodotto sia del flusso dell'orifizio 50 orizzontale sia del flusso di convezione verticale. Il flusso del prodotto effettivamente mantiene le aperture dei bordi degli elettrodi a circa il 90% prive di accumuli in confronto con circa 25% o meno degli elettrodi convenzionali, per lunghi periodi di funzionamento. Il gas viene allontanato dalla zona di generazione ad alta velocità.

Alcuni prodotti di precipitazione tendono a sedimentarsi al fondo degli involucri degli elettrolizzatori. Una intaccatura 124 a forma di semiluna sulla porzione più bassa degli organi divisori 22 (figure 1 e 4) funziona come un getto di pulitura per trascinare questi prodotti di precipitazione per il successivo scarico.

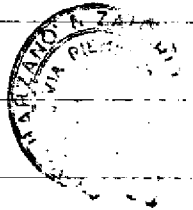
Poichè non vi è alcun disco divisorio 22 sul davanti del primo scompartimento o cella a monte No. 1, vale a dire nessun orifizio 50, per provocare l'indirizzamento di getti ad alta velocità sui bordi degli elettrodi, un disco ad ugello di entrata 120, supportato dalla più bassa delle aste di collegamento 12 ed in contatto scorrevole con la porzione di pa-

gressivamente maggiori a partire da un asse verticale a mano a mano che ci si avvicina alla periferia del disco ad ugello. L'elettrolita entra nella cavità di ingresso 130 e viene spinto forzatamente attraverso gli orifizi 132, 134 e 136 per incidere sui bordi inferiori della disposizione ordinata No. 1 e della disposizione ordinata No. 2 per produrre le richieste elevata velocità e la necessaria turbolenza dentro la cella per impedire in questo modo l'accumulo di indesiderabili prodotti di precipitazione.

F. Mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per sistemi a soluzioni saline sintetiche.

Poichè i rivestimenti preziosi degli anodi sono finora gli elementi più costosi degli apparecchi per la produzione di ipoclorito, una qualsiasi misura ragionevole che contribuisca ad allungare la durata del rivestimento è giustificabile. Il nuovo metodo di alimentazione della soluzione salina che verrà descritta in seguito assicura moderate temperature per i sistemi a soluzioni saline o acque salmastre sintetiche per alimentazione di acqua fredda senza ricorso a dispositivi di riscaldamento esterni, scambiatori di calore e simili e conseguentemente comporta una maggiore durata degli anodi.

Con riferimento ancora alla figura 6, il



sistema incorpora un collegamento 205 per soluzione salina (NaCl) concentrata nel primo scompartimento della catena in serie degli scompartimenti elettrolizzatori. Il flusso totale dell'acqua di diluizione è tipicamente dieci volte maggiore del flusso dell'acqua salmastra concentrata allo scopo di ridurre la salinità finale approssimativamente al 2,8%.

Il flusso di diluizione viene suddiviso in due o più correnti, tipicamente quattro correnti uguali, e viene introdotto nella catena delle celle dell'apparecchio elettrolizzatore ad intervalli approssimativamente uguali nel senso della lunghezza della catena delle celle. Come risultato di ciò, livelli graduati di salinità sono forniti lungo la catena delle celle, tipicamente 8,5, 5,0, 3,6 e 2,8%, come anche velocità di flusso medio dell'elettrolita in senso assiale relativamente basse nelle celle a monte, con velocità crescenti a mano a mano che si aggiunge l'acqua di diluizione. Corrispondentemente, il tempo di permanenza è di maggiore durata inizialmente ma viene ridotto a mano a mano che si aggiunge ciascun incremento di acqua di diluizione. Un più lungo tempo di residenza comporta un maggiore riscaldamento (per perdite elettriche) ed una maggiore formazione di prodotto negli scompartimenti a monte in confronto

Inoltre, la tensione è molto diversa per i due sistemi per effetto della salinità e della temperatura. Le esigenze di tensione diminuiscono con l'aumentare della salinità e/o della temperatura. Tipicamente, la tensione richiesta per il modo a quattro suddivisioni per quattro celle è approssimativamente di 1 volt di meno in confronto con il caso di assenza di suddivisione, vale a dire 14,1 volt contro 15,1 volt.



Gli effetti complessivi dei due sistemi possono essere riepilogati nel modo seguente:

- a) la maggiore salinità media del sistema con le suddivisioni riduce le esigenze complessive di tensione ed agevola il procedimento di conversione elettrolitica come risultato della maggiore densità media di ioni di cloro;
- b) la maggiore temperatura media del sistema con suddivisione può agevolare o intralciare il procedimento elettrochimico a seconda della temperatura della soluzione salina di entrata, dell'acqua di diluizione e dell'aumento totale di temperatura.

In pratica, la conversione elettrochimica con l'impiego del sistema con le suddivisioni tende ad essere più efficiente per effetto della maggiore temperatura media dell'elettrolita che comporta ridotte esigenze di tensione.

con i sistemi semplici senza alcuna suddivisione dell'acqua di diluizione.

I dati tipici per un sistema a quattro suddivisioni e per un sistema convenzionale (in cui la soluzione salina concentrata e l'acqua di diluizione vengono combinate prima di entrare nell'apparecchio elettrolizzatore) sono i seguenti:



	Stadio I quarto	Stadio II quarto	Stadio III quarto	Stadio IV quarto
--	-----------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Con suddivisione

Aumento di temperatura, °F(°C)	20(11,2)	1(0,56)	2(1,12)	5(2,8)
Concentrazione di cloro, g/l	8,7	9,1	8,9	9,0

Convenzionale

(Senza suddivisioni)

Aumento di temperatura, °F(°C)	6(3,4)	7(3,9)	7(3,9)	8(4,5)
Concentrazione di cloro, g/l	2,5	4,8	7,0	9,0

I dati sopra esposti sono approssimati per l'estremità dello stadio (estremità del quarto di catena di celle). L'aumento di temperatura è l'aumento totale dalla temperatura di inizio dello stadio alla temperatura di fine dello stadio. La concentrazione del cloro è la concentrazione alla fine o estremità dello stadio.

zione dovuta ad eccessiva formazione di ossigeno per effetto dell'esposizione all'elettrolita freddo, come è noto a coloro che sono esperti nella elettrochimica.



I flussi di diluizione per il sistema con le suddivisioni non debbono necessariamente essere precisi, tipicamente entro $\pm 10\%$ uno dall'altro, e sono regolati con semplici strozzatori di flusso 206 nelle condutture 207 di alimentazione dell'acqua di diluizione che forniscono percorsi in parallelo per le correnti di diluizione.

Si deve notare che il presente mezzo di suddivisione dell'acqua di diluizione non deve essere interpretato come limitato alle quattro suddivisioni, a suddivisioni di acqua di diluizione uguali, ad uguali distanze delle applicazioni dell'acqua di diluizione oppure ad apparecchi elettrolizzatori a quattro celle. Risultati di temperatura vantaggiosi possono essere ottenuti con varie combinazioni delle variabili sopra esposte, le risultanti condizioni essendo modificate soltanto in una certa misura.

G. Disposizione dei conduttori elettrici

Lunghe catene di celle collegate in serie idraulica sono desiderabili per fornire il massimo rendimento del procedimento poichè, in linea essenzia-

La maggiore concentrazione media di ipoclorito diminuisce significativamente il rendimento per effetto dell'accentuazione della reazione contrastante. Perciò, il sistema con suddivisioni viene attuato con svantaggio come risultato di questo fenomeno.

Complessivamente, è stato constatato che le efficienze, elettrica e nel sale in combinazione per i due modi di funzionamento, sono approssimativamente uguali. In certe condizioni, il sistema con le suddivisioni fornisce risultati leggermente migliori mentre l'altro sistema ha dimostrato di essere più efficiente per altri aspetti. Nel sistema con le suddivisioni, tuttavia, vi è un maggior aumento iniziale di temperatura di quanto non avvenga nelle prime celle, esponendo così gli anodi nelle celle a monte a temperature maggiori più favorevoli che non nei sistemi convenzionali. Per esempio, in una catena con quattro celle con quattro suddivisioni, se la temperatura dell'acqua di alimentazione è di 34°F, pari a 1°C, la temperatura della miscela nella prima cella sarebbe di 54°F, pari a 12°C, contrariamente ad una temperatura di 40°F, pari a 4°C, per il sistema convenzionale. I costosi rivestimenti anodici vengono in questo modo meglio protetti dalla passiva-



le, il contro-miscelamento (flusso del tipo senza tappo) con relativa perdita di efficienza, ben nota a coloro che sono esperti nel ramo, viene effettivamente ridotto. Quanto maggiore è il numero delle celle e delle suddivisioni delle celle, tanto più strettamente ci si avvicina ai risultanti del flusso del tipo a tappo. Sedici o più celle in serie idraulica hanno dimostrato di essere desiderabili per sviluppare completamente il principio del funzionamento con flusso a tappo con una sola passata.



I semplici collegamenti elettrici in serie per le celle e per i moduli per le catene di celle di tali lunghezze sono indesiderabili a causa delle elevate tensioni che si verificano.

Una tensione continua totale impressa di valore fino a circa 50 è considerata sicura in termini di esposizione degli esseri umani a conduttori non isolati nell'apparecchio di tipo elettrolitico industriale. Nel caso in cui vengano implicate elevate correnti, come nel presente apparecchio, tipicamente fra 500 e 10.000 ampere, barre collettrici non isolate con la loro capacità di dissipare il calore sono desiderabili. Perciò, otto celle in serie elettrica comprendono un massimo pratico poichè può essere desiderabile applicare fino a 6 volt per cella.

Quando le secidi celle sono idraulicamente collegate in serie (figura 5) è desiderabile una disposizione elettrica in serie-parallelo. Convenzionalmente, il 50% a valle della catena delle celle verrebbe collegato in serie ed il 50% a monte della catena delle celle verrebbe collegato in serie. Queste catene di celle quindi verrebbero collegate in parallelo con una sorgente di energia esterna. Nel sistema della figura 5, il collegamento delle otto celle a monte in serie elettrica ed il collegamento delle otto celle a valle in serie elettrica e le due risultanti serie elettriche disposte in parallelo fornirebbero una soluzione convenzionale, però un flusso di corrente elettrica sbilanciato nel sistema che tenderebbe a degradare gli anodi per effetto dell'eccessiva densità di corrente. In un sistema convenzionale in cui non si utilizza un mezzo di diluizione dell'acqua di tipo suddiviso, la corrente tende ad essere eccessiva nelle celle a valle per effetto delle maggiori temperature dell'elettrolita che in esse comportano una minore resistenza elettrica. In un sistema di alimentazione dell'acqua di diluizione di tipo suddiviso come precedentemente discusso, la maggiore salinità nelle celle a monte provoca una minore resistenza elettrica ed un eccesso di corrente dovrebbe es-



sere deviato attraverso di esse. Una maggiore corrente in un "ramo" della catena delle celle si sottrae dalla corrente che passa nell'altro ramo, accentuando così lo sbilanciamento tra di essi e comportando una imperfetta usura degli anodi con associata perdita economica.

Una più soddisfacente durata attraverso un ampio intervallo di condizioni di funzionamento si ottiene quando viene impiegata la disposizione rappresentata schematicamente nella figura 5, la quale disposizione bilancia le differenze della resistenza elettrica dovute alle variazioni di temperatura e/o di salinità dell'elettrolita a mano a mano che esso progredisce attraverso gli scompartimenti.

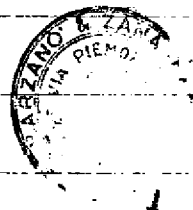
In accordo con ciò, le disposizioni ordinate simmetriche delle celle o dei moduli, divisibili per quattro, sono aggruppate per un flusso di energia tale che il 25% delle celle che si trovano maggiormente spostate verso monte vengano collegate elettricamente in serie con il 25% delle celle maggiormente spostate verso valle. Il restante 50% (gruppo intermedio) delle celle sono similmente collegate in serie in modo tale che i due gruppi in serie (monte-valle ed intermedio) saranno sostanzialmente ugualmente adattati in termini di resistenza per comporta-



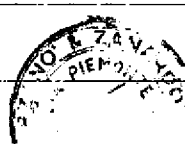
re un flusso di corrente essenzialmente bilanciato quando alimentati dalla stessa sorgente. Si deve notare che la disposizione precedentemente discussa può essere applicata a catene di celle aventi numeri diversi da 16 celle ed infatti a cellule di diversa conformazione geometrica in numeri non simmetrici in parallelo.

H. Sommario

E' stato presentato e descritto un apparecchio che è capace di elettrolizzare soluzioni saline naturali e sintetiche per la produzione di ipoclorito di sodio. L'apparecchio utilizza un modo di flusso dell'elettrolita a più celle e ad una sola passata, e si distingue dal modo di funzionamento che prevede il ricircolo. L'apparecchio viene facilmente smontato e rimontato per la manutenzione, vale a dire per ispezione, pulitura e sostituzione di parti. Complessi di elettrodi montati sulla intelaiatura con diametro fino a 8 pollici, pari a 20 cm, per una lunghezza di 3 piedi, pari a 90 cm, possono essere sollevati e manipolati convenientemente da una persona ed inseriti in un involucro per fornire un apparecchio elettrolizzatore o modulo elettrolizzatore. Il complesso di intelaiatura può essere caratterizzato dalla sua semplicità, bipolarità



e modularità. La configurazione dell'apparecchio elettrolizzatore è tale che l'allontanamento dell'idrogeno è rapido per contribuire ad aumentare il rendimento elettrico dell'apparecchio. La configurazione degli elettrodi ed i flussi regolati di elettrolita contribuiscono ad una sostanziale eliminazione delle incrostazioni e dell'accumulo di prodotti di precipitazione. In aggiunta alle precedenti caratteristiche di risparmio di manodopera e di energia, lo speciale perfezionato mezzo di distribuzione dell'acqua di diluizione e la disposizione dei conduttori elettrici permettono una riduzione dell'usura degli anodi critici e costosi.



RIVENDICAZIONI

1. Apparecchio elettrolizzatore per elettrolizzare soluzioni saline o acque salmastre sintetiche e naturali per produrre da esse ipoclorito, comprendente:

a) un involucro allungato elettricamente non conduttore avente un asse longitudinale disposto in senso orizzontale, detto involucro avendo aperture senza ostacoli in ambedue le sue estremità,

b) un mezzo a coperchio rimuovibile fissato a ciascuna delle estremità aperte di detto involucro, ciascuno di detti mezzi a coperchio avendo

attraverso di esso un'apertura comunicante con l'interno dell'involucro dal suo esterno,

c) un mezzo a guarnizione interposto fra detto mezzo a coperchio e le estremità aperte dell'involucro,

d) un primo canale di passaggio di flusso del fluido attraverso una parete di detto involucro in prossimità di una sua estremità ed un secondo canale di passaggio di flusso del fluido attraverso una parete di detto involucro in prossimità dell'altra sua estremità,

e) un complesso elettrodico bipolare autonomo di una pluralità di almeno due celle contenuto dentro detto involucro in modo tale che l'asse longitudinale di detto complesso di elettrodi entri sostanzialmente in registro con l'asse longitudinale di detto involucro, detta cella comprendendo disposizioni ordinate di piastre di elettrodi interfogliate consistenti di piastre anodiche e di piastre catodiche supportate da una intelaiatura comprendente

i) almeno un organo divisorio elettricamente non conduttore disposto normalmente a detto asse longitudinale dell'involucro e distanziato fra le estremità di detto complesso di elettrodi, detti organi divisori servendo per diaframmare dette celle



e fornire per questo scopo scompartimenti di celle,

ii) un perno sporgente conduttore fornito a ciascuna estremità di detta intelaiatura per impegnare detta apertura fornita in ciascuno di detti mezzi a coperchio per fornire un pilastrino di collegamento positivo sporgente ed un pilastrino di collegamento negativo sporgente, e

iii) un mezzo a guarnizione interposto fra detti perni sporgenti conduttori e detti mezzi a coperchio.

2. Apparecchio secondo la rivendicazione

1, in cui detti organi divisorii sono forniti di blocchi elettricamente conduttori di supporto degli elettrodi su ciascun loro lato,

mezzi per collegare elettricamente detti blocchi di supporto degli elettrodi attraverso ciascuno di detti organi divisorii,

un blocco di supporto di estremità degli elettrodi fissato a ciascuno di detti perni sporgenti conduttori,

una coppia di organi a staffa, almeno uno dei quali è elettricamente non conduttore, ciascuno di detti organi a staffa essendo fissato a ciascuno di detti blocchi di supporto di estremità,

almeno due aste di collegamento distanzia-



te disposte longitudinalmente, fissate a detti organi a staffa e passanti attraverso detti organi divisori,

distanziatori elettricamente non conduttori impegnati intorno a dette aste di collegamento fra detti organi divisori e fra ciascuno di detti organi a staffa con il suo organo divisorio adiacente, dette aste di collegamento e detti distanziatori forniscono un distanziamento sostanzialmente uguale fra detti organi divisori e fra ciascuno di detti organi a staffa con il suo organo divisorio adiacente,

mezzi di serraggio e di accoppiamento elettrico in combinazione associati con ciascuno di detti blocchi di supporto degli elettrodi e con ciascuno di detti blocchi di supporto delle estremità degli elettrodi per fissare e collegare dette piastre anodiche e dette piastre catodiche in disposizioni ordinate interfogliate una con l'altra e rispetto a detti blocchi di supporto.

3. Apparecchio secondo la rivendicazione 2, in cui ciascuna di detta pluralità di celle è sostanzialmente isolata elettricamente ed idraulicamente per mezzo di detti organi divisori elettricamente non conduttori, detti organi divisori avendo un gioco complessivo approssimativamente di 0,016 pollici



pari a 0,040 cm, intorno ad essi quando disposti dentro detto involucro, detti organi divisori contenendo canale di passaggio di flusso del fluido per regolare il flusso del fluido elettrolitico attraverso di essi.

4. Apparecchio secondo la rivendicazione 2;

in cui detto involucro ha una forma cilindrica ed è sostanzialmente costituito da un tubo di materiale plastico e da flange per tubo in materiale plastico.

5. Apparecchio secondo la rivendicazione

2, in cui detto blocco di supporto delle estremità degli elettrodi collegato a detto pilastrino di collegamento positivo sporgente e detti blocchi di supporto degli elettrodi sui lati di detti organi divisori disposti verso detto pilastrino di collegamento negativo supportano e collegano elettricamente le piastre anodiche e detto blocco di supporto delle estremità degli elettrodi collegato a detto pilastrino di collegamento negativo sporgente e detti blocchi di supporto degli elettrodi sui lati di detti organi divisori disposti verso detto pilastrino di collegamento positivo supportano e collegano elettricamente le piastre catodiche, dette piastre anodiche e catodiche essendo impegnate una con l'altra in relazione interfogliata per formare almeno una dispo-

sizione ordinata di elettrodi per cella.

6. Apparecchio secondo la rivendicazione

5, in cui dette piastre anodiche e dette piastre catodiche sono formate con sagoma rettangolare, dette piastre anodiche e dette piastre catodiche avendo i loro assi più lunghi sostanzialmente più lunghi dei loro assi più corti, detti assi più lunghi essendo allineati in relazione di parallelismo in detto apparecchio elettrolizzatore con detto asse longitudinale di detto involucro, dette piastre anodiche e dette piastre catodiche avendo superfici elettrode principali orientate verticalmente.



7. Apparecchio secondo la rivendicazione

5, in cui detti organi divisorii sono forniti di orifizi per il flusso di gas-elettrolita attraverso di essi, disposti immediatamente al disopra di dette disposizioni ordinate degli elettrodi delle celle immediatamente a monte di detti organi divisorii, detti orifizi di flusso di gas-elettrolita avendo una dimensione sufficiente per far passare attraverso di essi tutto il gas che si sviluppa nello scompartimento della cella immediatamente a monte di detto organo divisorio fornito di orifizi con l'aggiunta del gas che entra in detto scompartimento della cella da altri scompartimenti di celle a monte con l'aggiunta

dell'elettrolita che entra in uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido di detto involucro.

8. Apparecchio secondo la rivendicazione

6, in cui detti organi divisori contengono orifizi di flusso di gas-elettrolita attraverso di essi, collocati in elevazione su detti organi divisori immediatamente al disopra di dette disposizioni ordinate di elettrodi della cella immediatamente a monte di detti organi divisori e detti orifizi di flusso di gas-elettrolita a-vendo una dimensione sufficiente per far passare il gas attraverso di essi, gas che si sviluppa nella cella immediatamente a monte di detti organi divisori con l'aggiunta del gas supplementare che entra in dette celle da altre celle a monte con l'aggiunta di una minore quantità di flusso di elettrolita, detti organi divisori essendo anche forniti di almeno un orifizio di flusso di elettrolita al disotto della sommità di dette disposizioni ordinate di elettrodi della cella per permettere un maggior flusso di elettrolita che entra in uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido di detto involucro.



9. Apparecchio secondo la rivendicazione

8, in cui almeno uno di detti orifizi di flusso dell'elettrolita per permettere detto maggior flusso di

ni per il fluido ed intercollegamenti esterni disposti ed atti a fornire un flusso in serie attraverso ciascuna di dette celle,

detti apparecchi elettrolizzatori avendo conduttori elettrici esterni collegati ad essi per intercollegare elettricamente detti complessi di elettrodi dentro ciascuno di detti apparecchi elettrolizzatori attraverso detti perni sporgenti conduttori.



13. Apparecchio secondo la rivendicazione 12, in cui otto celle sono ugualmente suddivise in quattro apparecchi elettrolizzatori aventi conformazioni geometriche sostanzialmente identiche in cui il 25% delle celle maggiormente spostate verso monte sono collegate in serie con il 25% delle celle maggiormente spostate verso valle per formare una serie di celle monte-valle, le celle restanti di detti apparecchi elettrolizzatori essendo collegate elettricamente in serie, ed una singola sorgente di tensione viene collegata attraverso detta serie monte-valle e detta serie delle celle restanti.

14. Apparecchio secondo la rivendicazione 13, in cui più di otto celle sono ugualmente distribuite in quattro apparecchi elettrolizzatori.

15. Apparecchio secondo la rivendicazione

elettrolita è fornito nel fondo estremo di detto separatore.

10. Apparecchio secondo la rivendicazione 2, in cui canale di passaggio di scarico di gas sono forniti nelle porzioni superiori di detto involucro per scaricare il gas del procedimento al suo esterno.

11. Apparecchio secondo la rivendicazione 10, in cui ciascuno di detti canali di passaggio di scarico del gas è fornito di un orifizio limitatore, detti orifizi limitatori avendo una dimensione sufficiente per far passare tutto il flusso di gas che arriva su di essi con l'aggiunta di un minor flusso di elettrolita.

12. Apparecchio secondo la rivendicazione 2, in cui almeno due di detti apparecchi elettrolizzatori sono supportati in disposizioni ordinate verticali tali che detti apparecchi elettrolizzatori sono disposti e messi a registro immediatamente uno al disopra dell'altro con la loro cella maggiormente spostata verso monte che si trova in posizione maggiormente spostata verso il fondo e con la cella maggiormente spostata verso valle disposta nella posizione maggiormente spostata verso la sommità, detti apparecchi elettrolizzatori avendo collegamenti inter-

13, in cui più di otto celle sono ugualmente distribuite in più di quattro elettrolizzatori.

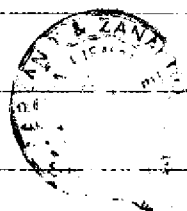
16. Cella elettrolitica per la elettrolisi di soluzioni saline naturali secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che dette piastre anodiche orientate verticalmente e dette piastre catodiche presentano ciascuna:

una coppia di bordi verticali, e

una coppia di bordi orizzontali,

in cui detti blocchi di supporto e detti mezzi di serraggio e di collegamento elettrico in combinazione assicurano e collegano elettricamente dette piastre anodiche e dette piastre catodiche nei loro rispettivi bordi supportati, detti bordi supportati rappresentando uno di detti bordi verticali per fornire così bordi di elettrodi verticali non supportati, detti bordi di elettrodi verticali non supportati e detti bordi verticali supportati delle piastre degli elettrodi in immediata adiacenza inferiormente e superiormente essendo lateralmente spostati per fornire un gioco fra detti bordi non supportati e detti mezzi di supporto,

intaccature fornite in detti bordi supportati verticali in almeno dette piastre anodiche, la profondità di dette intaccature avendo la stessa e-



stensione del bordo verticale non supportato delle
piastre in immediata adiacenza inferiormente e su-
periormente,

almeno un orifizio di entrata in detto or-
gano divisorio a monte di detto scompartimento di
cella fornito per dirigere il flusso di elettrolita
in arrivo in detta intaccatura e contro i bordi del-
la stessa estensione di dette piastre anodiche e ca-
todiche.

17. Apparecchio secondo la rivendicazione
16, in cui dette piastre catodiche presentano intac-
cature simili a quelle delle piastre anodiche.

18. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui una molteplicità di mezzi di scarico
sono forniti in adiacenza alla sommità di detto scom-
partimento della cella per scaricare l'elettrolita
ed il gas attraverso di essi.

19. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui dette intaccature sono di forma ret-
tangolare e la dimensione verticale di dette intac-
cature comprende approssimativamente il 50% della di-
mensione di detto bordo verticale lungo il quale bor-
do è fornita detta intaccatura.

20. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui dette piastre anodiche e catodiche

interfogliate sono disposte in modo tale che i loro bordi di fondo abbiano la stessa estensione,

un disco ad ugello di entrata disposto in detta intelaiatura per intercettare il flusso di entrata da uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido dell'involucro ed in cui detto disco ad ugello di entrata dirige il flusso di elettrolita in arrivo verso detti bordi di fondo.

21. Apparecchio elettrolizzatore secondo la rivendicazione 1, per l'elettrolisi di soluzione salina sintetica, in cui detti scompartimenti delle celle sono idraulicamente intercollegati in serie, uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido di detto involucro fornisce un collegamento nello scompartimento della cella maggiormente spostata verso monte per l'introduzione della soluzione salina concentrata,

un altro canale di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro in detto scompartimento di cella maggiormente spostato verso monte fornisce un collegamento per l'introduzione di una prima frazione di acqua di diluizione,

ulteriori canali di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro in ulteriori scompartimenti di celle a valle per fornire collega-



menti per l'introduzione delle restanti frazioni di detta acqua di diluizione, detto secondo canale di passaggio di flusso del fluido di detto involucro fornisce un percorso di scarico per detta soluzione salina concentrata e per il flusso di acqua di diluizione.

22. Apparecchio elettrolizzatore secondo la rivendicazione 21, per elettrolizzare soluzione salina sintetica in cui almeno due di detti apparecchi elettrolizzatori sono supportati in disposizioni ordinate verticali ed in cui detti scompartimenti a celle sono idraulicamente intercollegati in serie, uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido dell'involucro a monte fornisce un collegamento in detto scompartimento a cella maggiormente spostato verso monte per l'introduzione della soluzione salina concentrata,

un altro canale di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro a monte in detto scompartimento a cella maggiormente spostato verso monte fornisce un collegamento per l'introduzione di una prima frazione di acqua di diluizione,

ulteriori canali di passaggio di flusso di fluido attraverso detti involucri in ulteriori scompartimenti a celle a valle per fornire collega-

menti per l'introduzione delle restanti frazioni di detta acqua di diluizione, uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido di detto involucro a valle fornisce un percorso di scarico per detta soluzione salina concentrata e per detto flusso di acqua di diluizione.

23. Apparecchio secondo le rivendicazioni 21 o 22, in cui detta soluzione salina concentrata comprende approssimativamente il 26,4% di cloruro di sodio in peso e la portata del flusso totale dell'acqua di diluizione è approssimativamente dieci volte la portata del flusso della soluzione salina concentrata.

24. Apparecchio secondo le rivendicazioni 21 o 22, in cui detta soluzione salina concentrata e detta prima frazione di acqua di diluizione vengono miscelate prima di entrare in detto scompartimento a monte.

25. Apparecchio secondo le rivendicazioni 21 o 22, in cui ciascuna di dette frazioni di acqua di diluizione è approssimativamente uguale a ciascuna altra e dette frazioni uguali sono separatamente introdotte in modo tale che uguali numeri di celle collegate idraulicamente in serie esistono fra gli scompartimenti delle celle in cui viene introdotta.

ta detta acqua di diluizione, e fra lo scompartimento della cella dell'ultima frazione aggiunta e lo scompartimento della cella avente detto collegamento di scarico.

26. Apparecchio secondo le rivendicazioni 21 o 22, in cui orifizi sono forniti in detti collegamenti di entrata dell'acqua di diluizione per distribuire e regolare detti flussi di diluizione con predeterminate portate.

Roma, 25 GIU. 1980

p.: PENNWALT CORPORATION

p.: ING. BARZANO' & ZANARDO S.p.A.

luri

TA/cog/5868



Sp. 2/3ento



No. di serie: 115644

Data di deposito: 28/1/80

49071 A/80

Classe: 204

Sottoclasse: -

No. di gruppo: 114

Richiedente: WILLIAM C. CONKLING, ESSEX FELLS, NJ.

DATI DI CONTINUAZIONE.....VERIFICATO

DOMANDE DEL PCT/ESTERE.....VERIFICATO

Come depositata: Stato o paese NJ; Tavole di disegni 5;

Rivendicazioni totali 26; Rivendicazioni indipendenti 1;

Tassa di deposito ricevuta \$ 111; No. di pratica del
rappresentante IR2500

Indirizzare la corrispondenza a:

ARTHUR M. SUGA

PENNWALT CORP., PAT. DEPT.

THREE PARKWAY

PHILADELPHIA, PA 19102

Titolo dell'invenzione: "Apparecchio per la produzione
di ipoclorito di sodio"

Si certifica con la presente che l'alle-
gato costituisce copia fedele ed esatta tratta dai
registri dell'Ufficio Brevetti degli Stati Uniti del-
la domanda originariamente depositata come sopra i-
dentificata.

(SIGILLO)

Per autorizzazione del
COMMISSARIO DEI BREVETTI
F.to: Illeggibile
Ufficiale Certificante
data 27 MAGGIO 1980

28 GENNAIO 1980

115644

CERTIFICATO POSTALE

Con la presente si certifica che
questa corrispondenza viene depo-
sitata presso il Servizio Postale
degli Stati Uniti come posta di
prima classe in un plico indirizzato
a "Commissario ai Brevetti e Marchi
di Fabbrica, Washington D.C. 20231"
il 25 Gennaio 1980

Pennwalt Corp. ARTHUR M. SUGA

Firmato: Arthur M. Suga

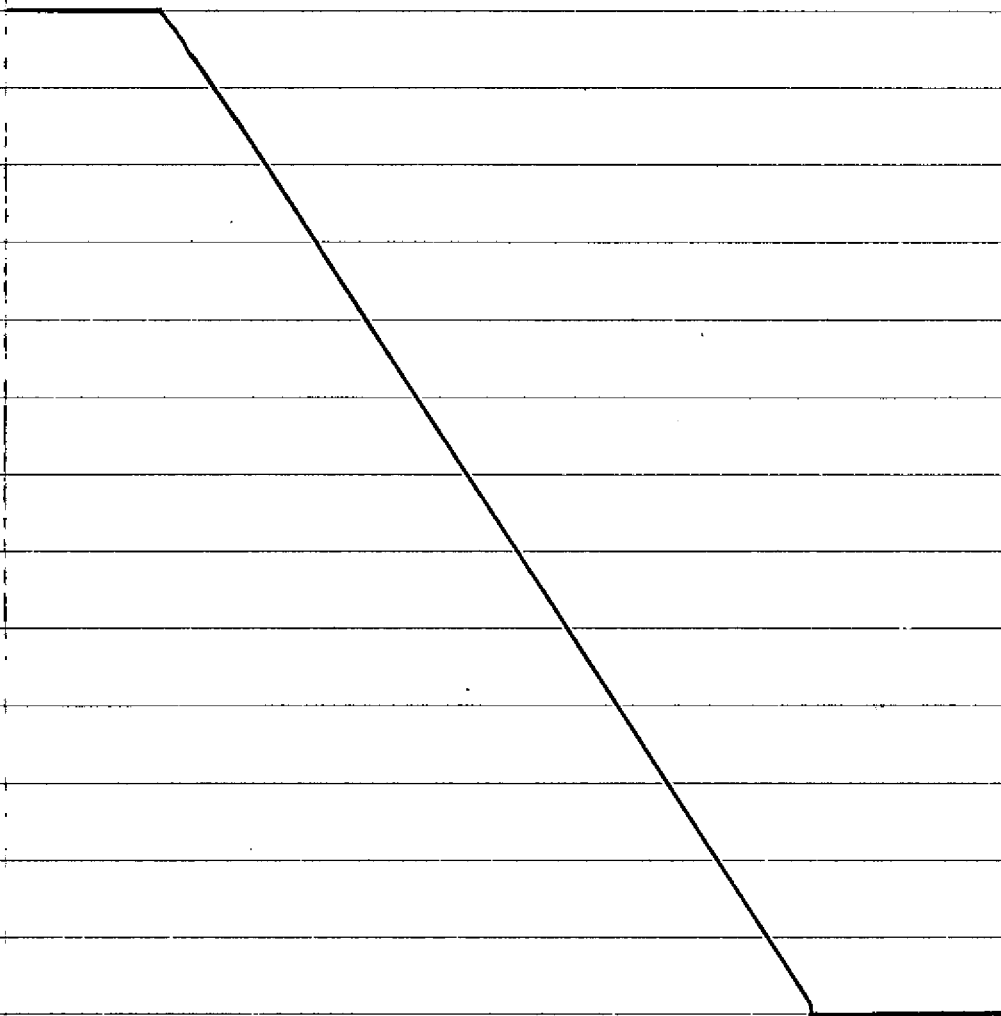
data 25 Gennaio 1980

Apparecchio per la produzione di ipoclo-
rito di sodio"

RIASSUNTO

Oggetto dell'invenzione è un dispositivo
o apparecchio per la elettrolisi di soluzioni saline
(bine) naturali o sintetiche per la produzione di
ipoclorito, il quale comprende una perfezionata strut-
tura di intelaiatura che supporta e coopera con pia-

stre di elettrodi per formare una serie di celle elettrolitiche che vengono facilmente montate in un organo che opera come involucro di forma cilindrica per formare un apparecchio di elettrolisi. L'invenzione e/o l'apparecchio è caratterizzato da (a) rapido allontanamento di gas; (b) perfezionata configurazione delle piastre degli elettrodi attraverso cui l'elettrolita viene fatto fluire in maniera vigorosa e turbolenta per eliminare le incrostazioni delle disposizioni ordinate degli elettrodi per causa dei prodotti di precipitazione e delle scaglie formate



durante l'elettrolisi di soluzioni saline naturali;
(c) nuovi mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per la elettrolisi di soluzioni saline sintetiche; e (d) una disposizione di conduttori elettrici in serie-parallelo che è elettricamente bilanciata contro le variazioni della salinità e della temperatura dell'elettrolita; parametri che comportano tutti un dispositivo altamente efficiente, economico, di tipo modulare, robusto, capace di consentire risparmi di energia.

DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un apparecchio di clorurazione elettrolitico da utilizzare localmente e più particolarmente ad un perfezionato apparecchio per produrre in maniera rapida, efficiente ed economica ipoclorito di sodio da acque saline naturali e sintetiche con perfezionata facilità di funzionamento e di manutenzione. Ancora più particolarmente, l'invenzione si riferisce ad una nuova cella elettrolitica di tipo aperto, priva di membrane o di diaframmi per l'elettrolisi di soluzioni di cloruro di sodio.

PRECEDENTI E SOMMARIO DELL'INVENZIONE

I vantaggi degli apparecchi elettrolizzatori da utilizzare localmente per la produzione di

ipoclorito di sodio da soluzioni saline sintetiche o naturali sono evidenti. Per esempio, è ben noto che le moderne attrezzature per il trattamento delle acque e dei rifiuti richiedono grandi quantità di cloro come agente biocida. Il cloro, nella forma di un gas o di un liquido anidro, presenta rischi pericolosi nella manipolazione e nell'immagazzinamento. Anche nella forma di ipoclorito di sodio, che è relativamente sicuro da usare, grandissime spedizioni di soluzioni diluite sul posto di uso desiderato presentano dei problemi di immagazzinamento e di logistica.

Gli apparecchi elettrolizzatori della tecnica precedente con elevato rendimento elettrico e salino sono generalmente complessi e costosi da fabbricare e da far funzionare. Tutti gli attuali apparecchi elettrolizzatori utilizzano anodi che si usurano, vale a dire perdono il loro rivestimento catalitico e debbono frequentemente essere completamente smontati e ricostruiti. Inoltre, grandissimi numeri di collegamenti spesso incorporati nelle apparecchiature di progettazione più sofisticata rappresentano potenziali sorgenti di perdite di elettrolita corrosivo che può essere distruttivo oltre che di idrogeno che può raccogliersi in concentrazioni pericolose.

Il consumo di energia viene negativamente

influenzato dall'accumulo di idrogeno gassoso negli apparecchi elettrolizzatori, cosa che comporta vari dispositivi supplementari per separare l'idrogeno dall'elettrolita e che contribuiscono ad aumentare la complessità del sistema.

Alcuni apparecchi elettrolizzatori disponibili sono molto sensibili all'accumulo di incrostazioni sugli elettrodi per causa delle impurità contenute nelle soluzioni saline, per esempio l'acqua del mare. Composizioni acide di pulitura possono essere necessarie su base frequente cosa che comporta un aumento del costo di manutenzione.

E' stato stabilito da studi affidabili e per via sperimentale che le basse temperature delle soluzioni saline, tipicamente fra 34° e 50°F (pari a 1 e 10°C) contribuiscono ad una riduzione della durata del rivestimento degli anodi. Elevate densità di correnti riducono anche la durata dei rivestimenti preziosi impiegati. I convenzionali apparecchi elettrolizzatori sono suscettibili di eccessive riduzioni della durata degli anodi per causa delle variazioni delle condizioni che si incontrano quando essi vengono usati attraverso un ampio intervallo di servizi e di posizioni geografiche.

La presente invenzione elimina sostanzial-

mente i problemi summenzionati pur realizzando nello stesso tempo molti relativi vantaggi e benefici. L'apparecchio elettrolizzatore comprende una pluralità di celle elettrolitiche su un telaio all'interno di un involucro cilindrico cosa che comporta un complesso modulare che può essere idraulicamente collegato in serie con altri moduli duplicati, in cui l'intera struttura delle celle di un qualsiasi apparecchio elettrolizzatore può essere facilmente e rapidamente rimossa per la sua riparazione oppure sostituita con parti ricondizionate o nuove preliminarmente montate al di fuori degli involucri con minimo rischio di errori di montaggio.

Gli apparecchi elettrolizzatori della presente invenzione sono caratterizzati da perfezionati percorsi di flusso dell'elettrolita e da migliori configurazioni delle piastre degli elettrodi per offrire resistenza al deposito di incrostazioni provocate da agenti contaminanti delle soluzioni saline. Gli apparecchi elettrolizzatori sono forniti di mezzi perfezionati per allontanare i prodotti gassosi formati nel procedimento di elettrolisi delle soluzioni saline, presentano univoci perfezionati mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per prolungare la durata degli anodi quando si esegue la elet-

trolisi di soluzioni saline o acque salmastre sintetiche e comprendono una disposizione di conduttori elettrici caratterizzata da semplicità e tuttavia dalla capacità di fornire un flusso di energia sostanzialmente bilanciato contro le variazioni della resistenza elettrica risultanti dalle variazioni della temperatura dell'elettrolita e della salinità per prolungare così ulteriormente la durata degli anodi.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura 1 rappresenta una vista in prospettiva con alcune parti omesse guardando in basso su un tipico complesso di cella elettrolitica di un apparecchio elettrolizzatore della presente invenzione,

la figura 2 rappresenta una vista in elevazione laterale schematica del complesso della figura 1, i suoi elettrodi essendo omessi per chiarezza;

la figura 3 rappresenta una vista dall'alto schematica del complesso della figura 1 che comprende l'involucro dell'apparecchio elettrolizzatore e le flange;

la figura 4 rappresenta una vista in sezione dell'apparecchio elettrolizzatore della figura 3, presa lungo la sua linea 4-4, alcune parti essendo state omesse per chiarezza;

la figura 5 è una rappresentazione schematica dei percorsi di flusso dell'idrogeno e dell'elettrolita, attraverso gli apparecchi elettrolizzatori disposti in una disposizione accatastata verticalmente idraulicamente collegata in serie, comprendente una conveniente disposizione di conduttori elettrici;

la figura 6 è una illustrazione schematica di un singolo apparecchio elettrolizzatore che utilizza una tipica distribuzione di acqua di diluizione nei singoli scompartimenti o celle;

la figura 7 rappresenta una vista laterale delle piastre degli elettrodi configurate in conformità alla presente invenzione;

la figura 8 rappresenta una vista simile alla figura 4, parzialmente sezionata, che illustra un disco di ugello di ingresso studiato per l'impiego nell'elettrolisi dell'acqua del mare;

la figura 9 rappresenta una vista in pianta del disco dell'ugello di entrata della figura 8.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Il complesso di celle elettrolitiche della presente invenzione comprende una intelaiatura ed un complesso di elettrodi che sono facilmente inseribili in un involucro e facilmente estraibili da esso. L'involucro è fornito di mezzi di entrata e di

uscita dell'elettrolita e di mezzi di sfogo o sfiato dell'idrogeno, come anche di accesso ai conduttori per applicare una corrente continua attraverso gli elettrodi per elettrolizzare soluzioni saline o acque salmastre naturali o sintetiche introdotte nei mezzi di entrata. Flange di coperchio cieco fissate alle estremità dell'involucro completano un singolo modulo o unità elettrolizzatrice, una cui pluralità può essere facilmente collegata in serie idraulica. Percorsi di scarico o di sicurezza permettono ai gas formati durante l'elettrolisi della soluzione salina nei singoli apparecchi elettrolizzatori di essere convenientemente derivati allo scarico, all'atmosfera oppure ad un collettore di raccolta da cui essi passano per raggiungere mezzi a valle di separazione e di rilasciamento.

Un nuovo sistema di scomposizione dell'acqua usato per diluire la soluzione salina concentrata in sistemi a soluzioni saline sintetiche protegge gli anodi dalla passivazione. Una originale disposizione dei connettori elettrici di disposizioni ordinate di apparecchi elettrolizzatori multipli comporta un flusso bilanciato di corrente elettrica in percorsi in parallelo per prolungare ulteriormente la durata degli anodi.

A. Complesso di intelaiatura

In modo più specifico, nelle figure 1, 2, 3 e 4, il complesso di celle elettrolitiche comprende una intelaiatura che contiene una coppia di aste di collegamento 12 mantenute in parte in relazione parallela distanziata fissa per mezzo di listelli a staffa 14 e 16 fissati in prossimità delle estremità delle aste di collegamento, che presentano delle filettature per ricevere dadi 18 e 20. I listelli a staffa 14 ed i dadi 18 sono elettricamente non conduttori, polivinilcloruro convenientemente clorurato, in seguito denominato CPVC, mentre il listello a staffa 16 ed i dadi 20 sono convenientemente realizzati in titanio. Anche se molti dei singoli componenti in seguito verranno riferiti come componenti di titanio o di CPVC, si comprenderà che l'invenzione non deve essere interpretata come limitata a questi materiali.

I dischi di divisione od organi divisori 22 in CPVC, uniformemente distanziati nel senso della lunghezza delle aste di collegamento 12, distanziano anche le aste 12 ed agevolano la formazione di scompartimenti di cellule o celle contrassegnate con i numeri di riferimento 1, 2, 3 e 4 (figura 2).

Un involucro cilindrico e coperchi di estremità completano i gruppi delle celle, come verrà in

seguito descritto. Ciascuna cella è costituita oppure attrezzata con due disposizioni ordinate di piastre di catodi ed anodi distanziate interfogliate (figura 8), che verranno descritte in seguito, per contribuire alla formazione di una cella di lavoro o unità di cella. I distanziatori tubolari 24 in CPVC sono applicati sulle aste di collegamento 12 e poggiano contro i dischi divisorii 22 ed i listelli a staffa 14 e 16.

I blocchi di supporto 26 degli elettrodi in titanio sono fissati a ciascun lato dei dischi divisorii 22 in CPVC per mezzo di viti di titanio 28. I blocchi 30 e 32 di supporto degli elettrodi sono disposti alle estremità elettricamente positive e negative, rispettivamente, del complesso 10 di intelaiatura e sono fissati ai loro rispettivi listelli a staffa 14 e 16 per mezzo di viti di titanio 28.

I blocchi 30 e 32 di supporto di estremità sono anche forniti di un perno sporgente conduttore, avente elevata conduttività elettrica, applicato ad interferenza, 34 e 36 rispettivamente, convenientemente in rame, i quali sporgono attraverso flange di copertura cieche per impegnare delle barre collettrici che verranno descritte in seguito.

I blocchi 26 di supporto degli elettrodi sono elettricamente collegati attraverso ciascun di-

sco divisorio 22 per mezzo di un conduttore di ottone o di rame a stretto accoppiamento 40. L'elettrolita viene chiuso a tenuta dal conduttore 40 attraverso una guarnizione piana 42 in materiale elastomerico, disposta su ciascun lato di ciascun divisorio 22. Gli organi divisorii 22 sono forniti di una pluralità di orifizi disposti orizzontalmente 50 per il passaggio dell'elettrolita attraverso di essi ed orifizi più piccoli 52 al disopra degli orifizi 50 per il passaggio delle miscele di elettrolita e gas che si formano durante l'elettrolisi della soluzione salina.

I dadi 18 sono elettricamente non conduttori allo scopo di resistere all'accoppiamento all'elettrolita che fluisce intorno ad essi, come verrà discusso in seguito, e sono disposti sull'estremità a tensione positiva o ad alta tensione dell'apparecchio elettrolizzatore. I dadi 20 sono elettricamente conduttori allo scopo di promuovere l'accoppiamento con il listello a staffa oppure con la staffa a molla di titanio 16 che, a sua volta, viene elettricamente collegato al blocco 32 di supporto dell'elettrodo di estremità nell'estremità negativa. Se le correnti di perdita dovessero raggiungere le aste di collegamento 12, vale a dire nella giunzione in

cui i distanziatori 24 poggiano contro i dischi divisorii 22, la corrente verrà deviata a massa immediatamente al lato negativo o lato a bassa tensione dell'apparecchio elettrolizzatore per impedire così la decomposizione elettrolitica distruttiva delle aste di collegamento.

Una coppia di aste di serraggio di titanio 54 viene applicata con accoppiamento ad interferenza in senso trasversale a ciascun blocco 26 di supporto degli elettrodi ed ai blocchi 30 e 32 di supporto degli elettrodi di estremità per supportare le piastre degli elettrodi, che verranno descritte in seguito.

B. Complessi di elettrodi ed elettrolizzatori.

Con riferimento ulteriormente alla figura 7, il complesso degli elettrodi comprende il sopra descritto complesso di intelaiatura, gli anodi 60 ed i catodi 62 in relazione distanziata interfogliata, le rondelle di serraggio 64, i dadi di serraggio 66, i distanziatori 70 in materiale plastico ed altri dispositivi misti di fissaggio, raccordo e simili.

Il complesso degli elettrodi può essere inserito in una unità in un involucro cilindrico 72 di CPVC che serve per il montaggio di una flangia cieca 74 in ciascuna sua estremità per formare un

modulo elettrolizzatore o apparecchio di elettrolisi 10a. Gli anelli 76 ad O e le guarnizioni di tenuta 78 fanno contatto con le flange cieche 74 per fornire delle tenute stagne dentro l'apparecchio elettrolizzatore 10a quando le flange sono fissate in posto con dadi e bulloni (non rappresentati).

Ciascuna cella di un apparecchio elettrolizzatore 10a è munita di una coppia di disposizioni ordinate di piastre di anodi e catodi, contrassegnate come disposizione ordinata No. 1 e disposizione ordinata No. 2 nella figura 8, le quali disposizioni ordinate contribuiscono alla formazione di una di una pluralità di celle di lavoro contrassegnate come celle 1, 2, 3 e 4 nelle figure 2 e 6 e da 1 a 16 nella figura 5.

In aggiunta al flusso dell'elettrolita fra le celle attraverso gli orifizi 50 negli organi divisori 22 e per facilità di montaggio, uno spazio circonferenziale o canale di passaggio 80 è fornito fra gli organi divisori 22 e l'involucro 72 in virtù del fatto che il primo presenta un diametro leggermente inferiore al diametro interno del secondo, tipicamente 0,016 pollici, pari a 0,040 cm).

Il complesso dell'elettrodo utilizza le piastre anodiche 60 del tipo comunemente denominato

tipo dimensionalmente stabile, avente un sotto-strato di titanio, per esempio, con un rivestimento superficiale di una soluzione solida di almeno un ossido di un metallo del gruppo del platino su ambedue le sue facce. Il sotto-strato conduttore è preferibilmente un metallo per valvole, per esempio il titanio. Si possono anche impiegare tantalio, niobio o zirconio. La forma del sottostrato può essere liscia, non perforata o traforata, la forma liscia essendo preferita. Il rivestimento può essere un ossido di platino, palladio, rutenio, iridio, rodio oppure osmio o loro combinazioni. L'esatta composizione delle piastre anodiche non è essenziale per la presente invenzione e non è qui rivendicata, essendo sottinteso che anodi dimensionalmente stabili aventi varie composizioni sono ben noti e sono stati impiegati con successo nel corso degli anni.

I catodi 62 possono essere realizzati convenientemente in materiale in foglio o lamiera e tipicamente saranno di titanio, nichelio oppure varie leghe di ferro e di nichelio. Come con le piastre degli anodi, le piastre catodiche in forma di foglio o lamiera liscia si sono dimostrate superiori ai fogli non perforati o traforati per l'impiego con le forme di realizzazione della presente inven-

zione.

Tutte le piastre anodiche 60 e le piaatre catodiche 62 sono disposte verticalmente oppure orientate e mantenute in relazione distanziata alternata fissa per mezzo di rondelle di serraggio 64 inserite fra successive piastre anodiche ed analoghe rondelle 64 inserite fra le successive piastre catodiche. Le piastre degli elettrodi e le rondelle di serraggio sono inserite su aste o perni sporgenti di serraggio 54 (figura 1). Uno spazio di gioco fra le piastre viene mantenuto nell'intervallo fra circa 0,031 e 0,062 pollici (pari a 0,078 e 0,157 cm). Quando gli spazi di gioco sono inferiori a circa 0,031 pollici, pari a 0,078 cm, la resistenza all'avanzamento dei fluidi e/o la formazione di ponticelli dovuti a bolle di gas impediscono un appropriato flusso di elettrolita e di gas, oltre a sottoporre il sistema ad intasamenti dovuti ai materiali particellari e/o alle incrostazioni. Quando le distanze fra le piastre sono eccessive ovvero superiori a circa 0,10 pollici, pari a 0,25 cm, per esempio, si verificano fra di esse percorsi elettrici di maggiore lunghezza e quindi si ottengono come risultato maggiori perdite elettriche.

Le piastre anodiche 60 sono serrate sulle

estremità positive o estremità a tensione superiore di ciascuno scompartimento o unità di cella e le piastre catodiche sono serrate alle loro estremità a tensione inferiore (figura 3). Le piastre anodiche e catodiche sono interfogliate e forniscono un pre-determinato interspazio o intervallo fra le superfici. Le aree delle superfici anodiche e catodiche geometricamente opposte definiscono le effettive aree di lavoro o zone di generazione. Le aree superficiali non opposte e le aree esterne degli elettrodi esterni sono essenzialmente inefficaci per/di produzione, poichè una elevatissima percentuale della corrente elettrica attraverserà i percorsi più brevi, vale a dire le superfici opposte degli anodi e dei catodi. Le piastre esterne possono essere anodi oppure catodi, questi ultimi essendo preferiti poichè l'impiego inefficace di un lato di una piastra anodica rappresenta uno spreco di rivestimento prezioso.

Come già accennato, ciascuna unità di cella o scompartimento comprende due disposizioni ordinate distanziate di elettrodi interfogliati che sono sicuramente serrate ai blocchi di supporto degli elettrodi opposti 26 attraverso aste di serraggio 54, rondelle di serraggio 64 e dadi di serraggio 66, i quali tutti funzionano addizionalmente come conduttori elet-

trici per gli elettrodi.

La distanza fra le piastre degli elettrodi viene controllata per mezzo dello spessore delle rondelle di serraggio 64 che vengono lavorate a macchina di precisione, convenientemente realizzate con titanio, e mediante impastamento in materiale plastico oppure separatori o distanziatori elettricamente non conduttori 70, tipicamente in politetrafluoroetilene.

La configurazione dell'intelaiatura e delle celle fornisce quella che è generalmente denominata una disposizione bipolare caratterizzata da celle collegate in serie elettricamente ed idraulicamente all'interno dell'involucro per maggiore rendimento, semplicità e costo.

Le strutture 72 degli involucri sono convenientemente di CPVC cementato o saldato e tipicamente hanno un diametro fra 6 pollici ed 8 pollici, pari a 15 e 20 cm. L'acqua salmastra entra nell'involucro 72 nella sua estremità oppure in prossimità di essa e viene scaricata nell'estremità opposta.

Essa può passare attraverso normali collegamenti in un altro apparecchio elettrolizzatore oppure in una pluralità di essi (figura 5) tipicamente disposti in una disposizione ordinata verticale, in maniera tale

da assicurare un flusso in serie attraverso lo scompartimento di ciascuna cella di ciascun apparecchio elettrolizzatore idraulicamente collegato. Tipicamente, l'entrata si troverà nel fondo di un involucro e l'apertura di scarico si troverà nella sommità di un altro, quando diversi apparecchi elettrolizzatori sono verticalmente accatastati in serie idraulica.

Il nuovo apparecchio elettrolizzatore fornisce un modulo da cui si possono costruire sistemi di una ampia gamma di capacità. Tipicamente, da 1 a 4 apparecchi elettrolizzatori possono essere semplicemente collegati idraulicamente in cataste verticali ed una o più cataste possono essere collegate idraulicamente in parallelo. Varie disposizioni in serie-parallelo per i collegamenti elettrici, descritti in seguito, sono impiegate. Convenzionali sistemi di staffe ed armature metalliche vengono usati per supportare ed ancorare gli apparecchi elettrolizzatori.

I collegamenti di sommità e di fondo dell'involucro permettono alle flange di estremità cieche 74 di rimanere libere da attacchi di piombatura per facilitare rapide operazioni di inserimento e rimozione dei complessi degli elettrodi. Debbono essere rimossi soltanto semplici conduttori elettrici per fornire accesso ai coperchi ed ai complessi di in-

telaiatura. Inoltre, i gruppi verticali sono efficienti in termini di area occupata sul pavimento. Si intende che il numero di celle per ogni apparecchio elettrolizzatore ed il numero di apparecchi elettrolizzatori per ogni catasta rappresentati e/o descritti non debbono essere interpretati in senso restrittivo.

Gli orifizi 50 e 52 forniti nei dischi divisorii 22, come anche gli stessi dischi, agevolano il controllo dei flussi di elettrolita e di gas ed agevolano la regolazione dei livelli dell'elettrolita e delle velocità. I dischi divisorii 22 servono per due ulteriori funzioni importanti, vale a dire la riduzione degli accoppiamenti tra una cella e l'altra, un fenomeno parassita, ad un livello insignificante e l'impedimento di un contro-miscelamento dell'elettrolita fra le celle, un fenomeno che riduce il rendimento del procedimento come è perfettamente noto a coloro che sono esperti nel ramo.

C. Funzionamento di sistemi con soluzioni saline sintetiche e naturali.

Nel caso dei sistemi basati sull'impiego di soluzioni saline naturali, l'elettrolita tipicamente entra nel fondo dell'apparecchio elettrolizzatore oppure nel fondo del modulo più basso e percorre sequenzialmente le celle e fluisce fuori del-

l'estremità di scarico alla sommità dell'apparecchio, spinto dalla pressione di entrata. Nei sistemi sintetici, la soluzione salina concentrata e l'acqua di diluizione vengono portate nell'apparecchio elettrolizzatore attraverso collegamenti separati, che verranno descritti in seguito. La miscela viene similmente sollecitata verso lo scarico alla sommità dell'apparecchio dalle pressioni di entrata.

Sia nei sistemi a soluzione salina sintetica sia in quelli a soluzione salina naturale, la preferita soluzione per ottenere un elevato rendimento elettrico è quella del modo di funzionamento ad una sola passata, contrariamente al ricircolo dell'elettrolita. Il ricircolo o riciclo tende a "contaminare" il prodotto a monte a bassa concentrazione con lo scarico ad alta concentrazione, cosa che agevola la promozione di una indesiderabile reazione contrastante negli apparecchi elettrolizzatori, un fenomeno ben noto a coloro che sono esperti nel ramo. La pluralità dei dischi divisorii 22 servono come diaframmi ed impediscono effettivamente il contro-miscelamento dell'elettrolita fra una cella e l'altra, contribuendo così a ridurre al minimo la indesiderabile reazione competitiva.

Il modo di funzionamento a singola passa-

ta e la convenienza di convertire una sostanziale percentuale di soluzione salina sintetica relativamente costosa nel prodotto desiderato determinano flussi di elettrolita relativamente bassi nei sistemi sintetici. Pertanto, il flusso fra una cella e l'altra è basso con corrispondentemente basso potenziale di elevata energia di getto uscente dagli orifizi degli organi divisorii 22 per creare vantaggiosi fenomeni di turbolenza ed un'azione di strofinamento degli elettrodi sulle superfici nelle disposizioni ordinate degli elettrodi a valle per agevolare la soppressione dell'accumulo delle impurità. Questo non è un inconveniente significativo poichè le soluzioni saline sintetiche possono essere facilmente prodotte da sali ed acqua con qualità sufficientemente elevata per ridurre notevolmente al minimo le incrostazioni degli elettrodi ed il rivestimento e la necessità di turbolenza e di strofinamento.

Nei sistemi a soluzioni saline naturali, il costo della soluzione salina è basso oppure praticamente inesistente e, come è ben noto a coloro che sono esperti nei procedimenti elettrolitici, le valutazioni economiche di tale esercizio determinano flussi di soluzione salina molto maggiori in confronto con i sistemi sintetici, dell'ordine di grandezza fra 5

e 10 volte maggiori. Inoltre, l'acqua del mare ed altre soluzioni saline naturali contengono grandi quantità dei composti chimici estranei che precipitano e rivestono e quindi tendono ad accumularsi sugli elettrodi delle celle, interferendo così con l'efficienza del funzionamento. Gli elevati flussi in combinazione con le nuove configurazioni delle disposizioni ordinate degli elettrodi, che verranno descritte in seguito, si combinano per realizzare un funzionamento efficiente a lungo termine non intralciato da fastidiosi ostacoli dovuti a depositi e ad incrostazioni.

L'energia di alimentazione in corrente continua viene applicata ai perni sporgenti dei conduttori 34 e 36 per fornire una forza elettromotrice positiva nominalmente compresa fra 3,5 e 6,0 volt sull'estremità anodica di ciascuna cella (rispetto all'estremità catodica). Ciascun modulo elettrolizzatore di quattro celle tipicamente richiede una tensione continua impressa totale compresa fra 14 e 24 volt.

L'elettrolita fluisce in serie attraverso gli scompartimenti o le celle principalmente attraverso i collegamenti fra un involucro e l'altro, gli orifizi 50 negli organi divisorii 22 ed in misura mol-

to inferiore attraverso i canali di passaggio o intervalli di gioco anulari 80 e gli orifizi 52. Come illustrato nella figura 4, vi è un flusso di convezione vigoroso che si dirige verticalmente verso l'alto fra le piastre degli elettrodi nella cella durante la elettrolisi dovuto in una certa misura al riscaldamento (calore di inefficienza) che si verifica fra le piastre degli elettrodi ma molto più effettivamente per effetto della formazione del gas, predominantemente idrogeno. La duplice azione del calore e della formazione del gas fornisce un vigoroso sollevamento (simile ad una vigorosa ebollizione) sull'elettrolita azione agevolata dalla presenza di numerosi percorsi di ritorno per la convezione rapida dell'elettrolita cosa che migliora il rendimento elettrico, poichè il gas, un materiale non conduttore di elettricità, viene rapidamente allontanato dalla zona di generazione. Una importante caratteristica della presente invenzione è costituita dal fatto che il gas può essere rapidamente allontanato dalla zona di generazione e portato in una zona immediatamente sovrastante le disposizioni ordinate degli elettrodi. Il gas viene separato dall'elettrolita e progressivamente condotto via dagli scompartimenti delle celle, come verrà descritto in seguito. Il procedimento che si svolge den-

tro l'apparecchio elettrolizzatore è molto complesso e convenzionale oltre che documentato nella letteratura. In linea di principio, ipoclorito di sodio ed acqua salmastra non convertita vengono prodotti in miscuglio insieme con i gas, predominantemente idrogeno.

La figura 6 illustra una particolare applicazione del nuovo apparecchio elettrolizzatore adatto al funzionamento con soluzione salina sintetica impiegando un singolo modulo elettrolizzatore che opera a pressione atmosferica. Come precedentemente descritto, il flusso attraverso l'apparecchio elettrolizzatore 10a è molto basso nei sistemi sintetici. Gli orifizi di flusso 50 e 52 sono sufficientemente grandi perchè le perdite di livello idrostatiche attraverso i dischi divisori 22 siano impercettibili. Con l'apertura 96 di sfiato del gas e con il collegamento 90 di scarico del prodotto ambedue sotto pressione atmosferica, la trappola di trabocco 94 regola il livello dell'intero apparecchio elettrolizzatore approssimativamente al livello esistente nel condotto di scarico 90.

In altre forme di realizzazione dell'apparecchio elettrolizzatore e dei gruppi elettrolizzatori, gli involucri tipicamente si trovano a pres-

sioni di funzionamento superiori alla pressione atmosferica per effetto dell'attrito del fluido nell'apparecchio elettrolizzatore e per effetto dei livelli statici e dinamici o delle contropressioni nello scarico. Alternativi mezzi di controllo del livello di pressione nell'apparecchio elettrolizzatore e dell'uscita del gas dalle zone di produzione del gas vengono usati e sono descritti in seguito.

D. Allontanamento del gas

Il gas generato fra gli elettrodi presenta un effetto del primo ordine sulla resistenza elettrica negli intervalli degli elettrodi delle zone di generazione ed un effetto pronunciato sul rendimento energetico complessivo e conseguentemente sul costo di esercizio. In generale, quanto più piccoli sono gli anodi nella dimensione verticale tanto più corti saranno i percorsi di flusso del gas in uscita dalla zona di generazione e tanto maggiore sarà il rendimento di allontanamento del gas. Tuttavia, elettrodi molto stretti implicano basse aree elettrodiche ed elevato costo dell'apparecchio elettrolizzatore. Un compromesso nel costo di primo ordine in funzione del rendimento dell'allontanamento del gas così come essi si riferiscono alla dimensione anodica verticale deve essere effettuato. Similmente, e-

lettrodi eccessivamente lunghi comportano elevate densità di corrente nelle estremità di attacco degli elettrodi, comportando perdite per resistenza elettrica indesiderabilmente elevate e/o elettrodi eccessivamente massicci.

Tipicamente gli anodi aventi dimensioni di 0,31 pollici x 4 pollici x 8 pollici (pari a 0,078 x 10 x 20 cm) hanno dimostrato di avere proporzioni favorevoli in relazione ai fattori summenzionati.

In aggiunta a considerazioni relative alla lunghezza dei percorsi, correnti di convezione ad elevata velocità sono promosse da tre generosi percorsi di ritorno p (figura 4) per fornire ulteriormente un rapido allontanamento del gas dalla zona in cui viene generato. Per il miglioramento del rendimento della convezione, gli anodi debbono essere sommersi fino ad un effetto di camino di appropriato sviluppo. Per promuovere la separazione delle bollicine di gas e per evitare il loro ricircolo verso il fondo e verso l'alto attraverso le disposizioni ordinate degli elettrodi, una sostanziale interfaccia con la zona del gas e con l'elettrolita deve essere mantenuta nella forma della superficie dell'elettrolita. Eccetto per quanto riguarda la disposizione sin-

tetica della figura 6, questa superficie viene mantenuta negli apparecchi elettrolizzatori con due meccanismi:

(a) la sostanziale quantità di gas che si separa nella sommità di ciascuno scompartimento di cella viene imprigionata dalle pareti 72, dalle flange 74 e dai dischi divisorii 22 dell'involucro, provocando così il fatto che il livello dell'elettrolita venga sollecitato verso il basso;

(b) quando il livello dell'elettrolita raggiunge il livello degli orifizi 52 di passaggio del gas, gli orifizi vengono scoperti dall'elettrolita in misura sufficiente per far passare il gas attraverso di essi fino al successivo scompartimento a valle ed in modo da impedire l'ulteriore abbassamento del livello elettrolitico.

Questa regolazione del livello prevale in tutti gli scompartimenti, eccetto gli scompartimenti con le aperture di scarico montate alla sommità. Gli orifizi 52 del gas sono relativamente piccoli, tipicamente fra $1/16$ e $1/4$ di pollice (pari a 1,58 e 6,35 mm, la quale dimensione è sufficiente a far passare tutto il gas generato in un dato scompartimento con l'aggiunta di ulteriore gas in arrivo dalle celle a monte/una minore quantità di elettrolita,

per esempio da 0 a 5%.

Il gas viene sollecitato dalla pressione del fluido da scompartimento a scompartimento fino a raggiungere uno scompartimento fornito di sfiato (o di scarico) del modulo elettrolizzatore in cui la superficie non è regolata o sottoposta alla pressione. Il gas quindi viene trascinato insieme con l'elettrolita ed il gas dello scompartimento fornito di sfiato (o di scarico) e fluisce fuori dell'apertura di scarico per raggiungere il mezzo esterno di separazione oppure, quando esiste un modulo a valle, fluisce nel primo scompartimento del modulo successivo dove la separazione viene ancora effettuata dentro tale scompartimento. In una disposizione comprendente una molteplicità di moduli (figura 5), il gas progredisce in senso longitudinale da scompartimento a scompartimento fino a raggiungere un'apertura di sfiato di gas montata superiormente H, tipicamente nel penultimo scompartimento. Un orifizio di limite, tipicamente fra $1/16$ di pollice ed $1/8$ di pollice (pari a 1,58 e 3,17 mm, presenta una dimensione sufficiente per lo spillamento del gas e per un minor flusso di elettrolita, tipicamente tra 0 e 2%, fuori della disposizione ordinata elettrolizzatrice, scaricando così le celle a valle ed i moduli dal peso della separazione

e del trattamento del gas ritrascinato.

Nelle disposizioni ordinate accatastate con una molteplicità di punti di sfiato, una molteplicità di condotti di spillamento di gas vengono tipicamente collegati ad un collettore comune in prossimità dello scarico dell'ultimo modulo elettrolizzatore ovvero di quello più alto. Il collettore viene collegato alla conduttura di scarico del prodotto e conduce i gas nuovamente in miscuglio con il prodotto che è una combinazione di ipoclorito di sodio, soluzione salina non convertita e gas residuo. Il miscuglio viene quindi portato al mezzo di separazione esterno in cui viene normalmente effettuata una separazione virtuale del 100%.

La figura 5 illustra una disposizione ordinata elettrolizzatrice a quattro moduli che, insieme con la figura 4, illustra i principi precedentemente indicati. Le condutture 104 dal raccordo H al collettore 106 rappresentano condotti, per esempio tubazioni in materiale plastico, che portano il miscuglio del gas e dell'elettrolita al collettore 106 ed allo scarico 108 della disposizione ordinata degli apparecchi elettrolizzatori. Gli orifizi 82 trattengono il flusso in modo da impedire una eccessiva derivazione dell'elettrolita non convertito. Nel caso

dell'apparecchio analizzatore a modulo singolo della figura 6 operante a pressione atmosferica, l'idrogeno si separa dall'elettrolita sulla sua superficie nei quattro scompartimenti delle celle e fluisce verso l'apertura di sfiato 96 da ciascuna estremità dell'apparecchio elettrolizzatore, da cui viene scaricato nell'atmosfera. Le zone del gas e dell'elettrolita sono rappresentate con i numeri di riferimento 98 e 100 rispettivamente. In un singolo apparecchio elettrolizzatore del tipo racchiuso (non atmosferico), i gas tipicamente si separano negli scompartimenti a monte, fluiscono attraverso gli orifizi del lato di sommità 52 fino a raggiungere lo scompartimento di scarico in cui si mescolano con i fluidi di tale scompartimento e fluiscono fuori dell'apertura dell'elettrolita. Con i gas che entrano nella sommità dello scompartimento di scarico, in prossimità dell'apertura di scarico, una piccolissima quantità di gas viene ritrascinata nell'elettrolita per interferire con il procedimento di generazione nello scompartimento della cella di scarico.

La quantità di gas che si sviluppa può essere prevista sulla base della relativa elettrochimica. La resa di elettrolita è tipicamente regolata ad una quantità fissa. Le perdite di pressione attraver-

so gli orifizi ed i passaggi dell'elettrolita e gli orifizi ed i passaggi del gas sono sostanzialmente uguali poichè vengono impiegati percorsi in parallelo. Perciò gli orifizi ed i passaggi possono essere facilmente dimensionati in modo da fornire le distribuzioni precedentemente descritte da coloro che sono esperti nella pratica del flusso dei fluidi.

E. Configurazione delle piastre degli elettrodi.

Come già menzionato, i prodotti contaminanti dell'acqua del mare comportano la formazione di depositi sulle superfici interne delle celle, che, se non vengono rimossi, interferiscono con l'elettrolisi. Questi depositi, predominantemente costituiti da carbonati ed idrossidi di calcio e magnesio possono formarsi a velocità drammatica, specialmente sui bordi e sulle superfici dei catodi. Quando vengono utilizzate le convenzionali piastre di elettrodi di forma rettangolare, le superfici opposte degli elettrodi hanno dimostrato di rimanere completamente prive di incrostazioni, vale a dire che pellicole soltanto di spessore compreso fra 0,004 pollici e 0,010 pollici, pari a 0,01 e 0,025 cm, si svilupperebbero nel corso di periodi di sei mesi o più su acqua di mare di media qualità, vale a dire acqua di mare prove-

niente da canali di marea collocati in zone moderatamente costruite con un misto di industria e di commercio. L'acqua del mare presenta l'85% della concentrazione di limite, la diluizione risultando dagli scarichi locali. Le incrostazioni nelle zone di elettrolisi non influenzano significativamente il funzionamento. Le superfici catodiche esterne, vale a dire le superfici non opposte a superfici anodiche, assorbono rivestimenti di maggiore spessore e di maggiore tenacità, approssimativamente fra 0,030 pollici e 0,060 pollici, pari a 0,076 e 0,15 cm, nello stesso periodo di tempo, ma con velocità decrescente avvicinandosi ad una condizione di stabilità. La posizione dei rivestimenti non interferisce con il flusso dell'elettrolita oppure con il flusso dell'energia elettrica o con il rendimento, in misura apprezzabile. Tuttavia, accumuli di massima di precipitati molli tendono a verificarsi sia sui bordi superiori sia sui bordi inferiori degli elettrodi delle disposizioni ordinate di elettrodi sistemate verticalmente, facendo ponte fra un bordo di elettrodo ed i bordi adiacenti. In aggiunta, nelle zone comprese fra le piastre degli anodi, in cui le piastre dei catodi non si trovano in diretta opposizione, vale a dire nelle estremità di attacco positive delle disposizioni or-

dinate degli anodi, un ponticello solido si formerebbe nel giro di alcune ore e persisterebbe anche in presenza di velocità dell'elettrolita di 10 piedi al secondo, pari a 3 metri al secondo, o più, uscente dagli orifizi di flusso 50. Questo fenomeno della formazione di ponticelli solidi o dell'addensamento dei prodotti di precipitazione fra le piastre anodiche similmente si verifica fra le piastre dei catodi non opposte a piastre di anodi nelle loro estremità di attacco, però in misura inferiore. Inoltre, approssimativamente il segmento più distante di $1/16$ di pollice, pari a 1,58 mm, delle piastre anodiche ha dimostrato di essere suscettibile della formazione di un ponticello alle estremità non attaccate.

In linea essenziale, ciascuno dei quattro lati di tutte le disposizioni ordinate degli elettrodi fornite di convenzionali piastre rettangolari viene chiuso ermeticamente in notevole misura dall'accumulo di impurità solide che si separano dalla soluzione per precipitazione. Questo addensamento e questa formazione di ponticelli solidi intralcia la circolazione dell'elettrolita fra le piastre, interferendo in questo modo con il rendimento dell'elettrolisi. Per eliminare sostanzialmente questo fenomeno indesiderabile, ciascuna piastra anodica 60 è fornita di

una intaccatura sostanzialmente rettangolare 112 e ciascuna piastra catodica 62 presenta una identica intaccatura in 114 (figura 7). Ciascuna intaccatura è centrata fra i punti di attacco della piastra dell'elettrodo e comprende approssimativamente il 50% dell'altezza verticale della piastra nella sua dimensione verticale. La restante area di estremità di ciascuna piastra serve per condurre corrente e per supportare la piastra a sbalzo. La profondità dell'intaccatura 112 dell'anodo è tale che il suo bordo verticale risulta avere la stessa estensione dell'estremità libera o non attaccata della piastra catodica 62 e viceversa la profondità dell'intaccatura catodica 114 è tale che il suo bordo verticale risulta avere la stessa estensione dell'estremità non attaccata della piastra anodica 60. Le intaccature sono tipicamente di 1 pollice x 2 pollici, pari a 2,54 x 5,08 cm, per elettrodi di 0,031 pollici x 4 pollici x 8 pollici, pari a 0,078 x 10 x 20 pollici. A causa delle intaccature, le superfici non opposte nella regione dei getti sommersi uscenti dagli orifizi 50 degli organi divisori sono effettivamente eliminate e si realizza una disposizione ordinata a livello di bordi di elettrodi. E' stato scoperto che una pluralità di orifizi 50 potrebbero essere dimensionati ed uni-

formemente distanziati per produrre velocità di colli-
sione sui bordi degli elettrodi a monte verticalmente
allineati tali da asportar via i depositi che inter-
feriscono e gli accumuli e da impartire una sufficien-
te turbolenza ed un flusso idoneo attraverso gli inter-
valli fra gli elettrodi per impedire la formazione
degli accumuli e delle incrostazioni sugli altri tre
bordi delle disposizioni ordinate degli elettrodi.

Regolando l'uscita dell'elettrolita verso
gli apparecchi elettrolizzatori con un convenzionale
mezzo esterno di regolazione del flusso e dimensionan-
do appropriatamente gli orifizi 50, le velocità di u-
scita sono relativamente fissate. Velocità comprese
fra 5 e 20 piedi al secondo, pari a 1,5 e 6 metri al
secondo, tipicamente 10 piedi al secondo, pari a 3 me-
tri al secondo, si sono dimostrate efficaci. I diame-
tri 50 degli orifizi sono tipicamente compresi fra
 $1/4$ di pollice e $3/8$ di pollice, pari a 6,35 e 9,5
mm, e le uscite di acqua salmastra sono tipicamente
comprese fra 30 e 120 galloni al minuto, pari a 114
e 456 litri al minuto, in disposizioni ordinate di in-
volucro di elettrolizzatori a quattro celle di 6 pol-
lici oppure 8 pollici, pari a 15 o 20 cm, di diametro.

Il flusso verticale per convezione frasci-
nato dall'aumento di temperatura dovuto alle ineffi-

cienze della conversione elettrolitica o al sollevamento del gas aumentano la turbolenza ed il flusso totale risultante. Il flusso totale risultante è il prodotto sia del flusso dell'orifizio 50 orizzontale sia del flusso di convezione verticale. Il flusso del prodotto effettivamente mantiene le aperture dei bordi degli elettrodi a circa il 90% prive di accumuli in confronto con circa 25% o meno degli elettrodi convenzionali, per lunghi periodi di funzionamento. Il gas viene allontanato dalla zona di generazione ad alta velocità.

Alcuni prodotti di precipitazione tendono a sedimentarsi al fondo degli involucri degli elettrolizzatori. Una intaccatura 124 a forma di semiluna sulla porzione più bassa degli organi divisori 22 (figure 1 e 4) funziona come un getto di pulitura per trascinare questi prodotti di precipitazione per il successivo scarico.

Poichè non vi è alcun disco divisorio 22 sul davanti del primo scompartimento o cella a monte No. 1, vale a dire nessun orifizio 50, per provocare l'indirizzamento di getti ad alta velocità sui bordi degli elettrodi, un disco ad ugello di entrata 120, supportato dalla più bassa delle aste di collegamento 12 ed in contatto scorrevole con la porzione di pa-

rete inferiore dell'involucro 72 provoca l'invio di getti ad alta velocità, tipicamente fra 5 e 20 piedi al secondo, pari a 1,5 e 6 metri al secondo, sui bordi inferiori delle piastre degli elettrodi quando l'elettrolita viene fatto fluire attraverso il disco ad ugello di entrata 120.

Il disco ad ugello di entrata 120 è illustrato nelle figure 8 e 9 e rappresentato nel complesso elettrolizzatore della figura 2. Il disco ad ugello di entrata 120 viene impiegato nell'elettrolisi dell'acqua marina soltanto ed è disposto nella cella No. 1 ovvero in quella cella o scompartimento avente il mezzo di entrata della soluzione salina quando soltanto un singolo apparecchio elettrolizzatore viene impiegato oppure in ciascuna cella di entrata di ciascun modulo elettrolizzatore di sistemi di elettrolizzatori multipli oppure accatastati. Quando viene elettrolizzata un'acqua salmastra sintetica, i dischi ad ugello di entrata non sono forniti.

Il disco 120 è fornito di una cavità di entrata 130 di forma cilindrica e di una porzione di corpo simmetrica comprendente una pluralità di orifizi distanziati 132, 134 e 136 diretti verso i bordi di fondo delle sovrastanti disposizioni ordinate di elettrodi ed aventi assi che formano angoli pro-

gressivamente maggiori a partire da un asse verticale a mano a mano che ci si avvicina alla periferia del disco ad ugello. L'elettrolita entra nella cavità di ingresso 130 e viene spinto forzatamente attraverso gli orifizi 132, 134 e 136 per incidere sui bordi inferiori della disposizione ordinata No. 1 e della disposizione ordinata No. 2 per produrre le richieste elevata velocità e la necessaria turbolenza dentro la cella per impedire in questo modo l'accumulo di indesiderabili prodotti di precipitazione.

F. Mezzi di distribuzione dell'acqua di diluizione per sistemi a soluzioni saline sintetiche.

Poichè i rivestimenti preziosi degli anodi sono finora gli elementi più costosi degli apparecchi per la produzione di ipoclorito, una qualsiasi misura ragionevole che contribuisca ad allungare la durata del rivestimento è giustificabile. Il nuovo metodo di alimentazione della soluzione salina che verrà descritta in seguito assicura moderate temperature per i sistemi a soluzioni saline o acque salmastre sintetiche per alimentazione di acqua fredda senza ricorso a dispositivi di riscaldamento esterni, scambiatori di calore e simili e conseguentemente comporta una maggiore durata degli anodi.

Con riferimento ancora alla figura 6, il

sistema incorpora un collegamento 205 per soluzione salina (NaCl) concentrata nel primo scompartimento della catena in serie degli scompartimenti elettrolizzatori. Il flusso totale dell'acqua di diluizione è tipicamente dieci volte maggiore del flusso dell'acqua salmastra concentrata allo scopo di ridurre la salinità finale approssimativamente al 2,8%.

Il flusso di diluizione viene suddiviso in due o più correnti, tipicamente quattro correnti uguali, e viene introdotto nella catena delle celle dell'apparecchio elettrolizzatore ad intervalli approssimativamente uguali nel senso della lunghezza della catena delle celle. Come risultato di ciò, livelli graduati di salinità sono forniti lungo la catena delle celle, tipicamente 8,5, 5,0, 3,6 e 2,8%, come anche velocità di flusso medio dell'elettrolita in senso assiale relativamente basse nelle celle a monte, con velocità crescenti a mano a mano che si aggiunge l'acqua di diluizione. Corrispondentemente, il tempo di permanenza è di maggiore durata inizialmente ma viene ridotto a mano a mano che si aggiunge ciascun incremento di acqua di diluizione. Un più lungo tempo di residenza comporta un maggiore riscaldamento (per perdite elettriche) ed una maggiore formazione di prodotto negli scompartimenti a monte in confronto

con i sistemi semplici senza alcuna suddivisione dell'acqua di diluizione.

I dati tipici per un sistema a quattro suddivisioni e per un sistema convenzionale (in cui la soluzione salina concentrata e l'acqua di diluizione vengono combinate prima di entrare nell'apparecchio elettrolizzatore) sono i seguenti:

	Stadio I quarto	Stadio II quarto	Stadio III quarto	Stadio IV quarto
--	-----------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Con suddivisione

Aumento di temperatura, °F(°C)	20(11,2)	1(0,56)	2(1,12)	5(2,8)
--------------------------------	----------	---------	---------	--------

Concentrazione di cloro, g/l	8,7	9,1	8,9	9,0
------------------------------	-----	-----	-----	-----

Convenzionale

(Senza suddivisioni)

Aumento di temperatura, °F(°C)	6(3,4)	7(3,9)	7(3,9)	8(4,5)
--------------------------------	--------	--------	--------	--------

Concentrazione di cloro, g/l	2,5	4,8	7,0	9,0
------------------------------	-----	-----	-----	-----

I dati sopra esposti sono approssimati per l'estremità dello stadio (estremità del quarto di catena di celle). L'aumento di temperatura è l'aumento totale dalla temperatura di inizio dello stadio alla temperatura di fine dello stadio. La concentrazione del cloro è la concentrazione alla fine o estremità dello stadio.

Inoltre, la tensione è molto diversa per i due sistemi per effetto della salinità e della temperatura. Le esigenze di tensione diminuiscono con l'aumentare della salinità e/o della temperatura. Tipicamente, la tensione richiesta per il modo a quattro suddivisioni per quattro celle è approssimativamente di 1 volt di meno in confronto con il caso di assenza di suddivisione, vale a dire 14,1 volt contro 15,1 volt.

Gli effetti complessivi dei due sistemi possono essere riepilogati nel modo seguente:

a) la maggiore salinità media del sistema con le suddivisioni riduce le esigenze complessive di tensione ed agevola il procedimento di conversione elettrolitica come risultato della maggiore densità media di ioni di cloro;

b) la maggiore temperatura media del sistema con suddivisione può agevolare o intralciare il procedimento elettrochimico a seconda della temperatura della soluzione salina di entrata, dell'acqua di diluizione e dell'aumento totale di temperatura.

In pratica, la conversione elettrochimica con l'impiego del sistema con le suddivisioni tende ad essere più efficiente per effetto della maggiore temperatura media dell'elettrolita che comporta ridotte esigenze di tensione.

La maggiore concentrazione media di ipoclorito diminuisce significativamente il rendimento per effetto dell'accentuazione della reazione contrastante. Perciò, il sistema con suddivisioni viene attuato con svantaggio come risultato di questo fenomeno.

Complessivamente, è stato constatato che le efficienze, elettrica e nel sale in combinazione per i due modi di funzionamento, sono approssimativamente uguali. In certe condizioni, il sistema con le suddivisioni fornisce risultati leggermente migliori mentre l'altro sistema ha dimostrato di essere più efficiente per altri aspetti. Nel sistema con le suddivisioni, tuttavia, vi è un maggior aumento iniziale di temperatura di quanto non avvenga nelle prime celle, esponendo così gli anodi nelle celle a monte a temperature maggiori più favorevoli che non nei sistemi convenzionali. Per esempio, in una catena con quattro celle con quattro suddivisioni, se la temperatura dell'acqua di alimentazione è di 34°F , pari a 1°C , la temperatura della miscela nella prima cella sarebbe di 54°F , pari a 12°C , contrariamente ad una temperatura di 40°F , pari a 4°C , per il sistema convenzionale. I costosi rivestimenti anodici vengono in questo modo meglio protetti dalla passiva-

zione dovuta ad eccessiva formazione di ossigeno per effetto dell'esposizione all'elettrolita freddo, come è noto a coloro che sono esperti nella elettrochimica.

I flussi di diluizione per il sistema con le suddivisioni non debbono necessariamente essere precisi, tipicamente entro $\pm 10\%$ uno dall'altro, e sono regolati con semplici strozzatori di flusso 206 nelle condutture 207 di alimentazione dell'acqua di diluizione che forniscono percorsi in parallelo per le correnti di diluizione.

Si deve notare che il presente mezzo di suddivisione dell'acqua di diluizione non deve essere interpretato come limitato alle quattro suddivisioni, a suddivisioni di acqua di diluizione uguali, ad uguali distanze delle applicazioni dell'acqua di diluizione oppure ad apparecchi elettrolizzatori a quattro celle. Risultati di temperatura vantaggiosi possono essere ottenuti con varie combinazioni delle variabili sopra esposte, le risultanti condizioni essendo modificate soltanto in una certa misura.

G. Disposizione dei conduttori elettrici

Lunghe catene di celle collegate in serie idraulica sono desiderabili per fornire il massimo rendimento del procedimento poichè, in linea essenzia-

le, il contro-miscelamento (flusso del tipo senza tappo) con relativa perdita di efficienza, ben nota a coloro che sono esperti nel ramo, viene effettivamente ridotto. Quanto maggiore è il numero delle celle e delle suddivisioni delle celle, tanto più strettamente ci si avvicina ai risultanti del flusso del tipo a tappo. Sedici o più celle in serie idraulica hanno dimostrato di essere desiderabili per sviluppare completamente il principio del funzionamento con flusso a tappo con una sola passata.

I semplici collegamenti elettrici in serie per le celle e per i moduli per le catene di celle di tali lunghezze sono indesiderabili a causa delle elevate tensioni che si verificano.

Una tensione continua totale impressa di valore fino a circa 50 è considerata sicura in termini di esposizione degli esseri umani a conduttori non isolati nell'apparecchio di tipo elettrolitico industriale. Nel caso in cui vengano implicate elevate correnti, come nel presente apparecchio, tipicamente fra 500 e 10.000 ampere, barre collettrici non isolate con la loro capacità di dissipare il calore sono desiderabili. Perciò, otto celle in serie elettrica comprendono un massimo pratico poichè può essere desiderabile applicare fino a 6 volt per cella.

Quando le secidi celle sono idraulicamente collegate in serie (figura 5) è desiderabile una disposizione elettrica in serie-parallelo. Convenzionalmente, il 50% a valle della catena delle celle verrebbe collegato in serie ed il 50% a monte della catena delle celle verrebbe collegato in serie. Queste catene di celle quindi verrebbero collegate in parallelo con una sorgente di energia esterna. Nel sistema della figura 5, il collegamento delle otto celle a monte in serie elettrica ed il collegamento delle otto celle a valle in serie elettrica e le due risultanti serie elettriche disposte in parallelo fornirebbero una soluzione convenzionale, però un flusso di corrente elettrica sbilanciato nel sistema che tenderebbe a degradare gli anodi per effetto dell'eccessiva densità di corrente. In un sistema convenzionale in cui non si utilizza un mezzo di diluizione dell'acqua di tipo suddiviso, la corrente tende ad essere eccessiva nelle celle a valle per effetto delle maggiori temperature dell'elettrolita che in esse comportano una minore resistenza elettrica. In un sistema di alimentazione dell'acqua di diluizione di tipo suddiviso come precedentemente discusso, la maggiore salinità nelle celle a monte provoca una minore resistenza elettrica ed un eccesso di corrente dovrebbe es-

sere deviato attraverso di esse. Una maggiore corrente in un "ramo" della catena delle celle si sottrae dalla corrente che passa nell'altro ramo, accentuando così lo sbilanciamento tra di essi e comportando una imperfetta usura degli anodi con associata perdita economica.

Una più soddisfacente durata attraverso un ampio intervallo di condizioni di funzionamento si ottiene quando viene impiegata la disposizione rappresentata schematicamente nella figura 5, la quale disposizione bilancia le differenze della resistenza elettrica dovute alle variazioni di temperatura e/o di salinità dell'elettrolita a mano a mano che esso progredisce attraverso gli scompartimenti.

In accordo con ciò, le disposizioni ordinate simmetriche delle celle o dei moduli, divisibili per quattro, sono aggruppate per un flusso di energia tale che il 25% delle celle che si trovano maggiormente spostate verso monte vengano collegate elettricamente in serie con il 25% delle celle maggiormente spostate verso valle. Il restante 50% (gruppo intermedio) delle celle sono similmente collegate in serie in modo tale che i due gruppi in serie (monte-valle ed intermedio) saranno sostanzialmente ugualmente adattati in termini di resistenza per comporta-

re un flusso di corrente essenzialmente bilanciato quando alimentati dalla stessa sorgente. Si deve notare che la disposizione precedentemente discussa può essere applicata a catene di celle aventi numeri diversi da 16 celle ed infatti a cellule di diversa conformazione geometrica in numeri non simmetrici in parallelo.

H. Sommario

E' stato presentato e descritto un apparecchio che è capace di elettrolizzare soluzioni saline naturali e sintetiche per la produzione di ipoclorito di sodio. L'apparecchio utilizza un modo di flusso dell'elettrolita a più celle e ad una sola passata, e si distingue dal modo di funzionamento che prevede il ricircolo. L'apparecchio viene facilmente smontato e rimontato per la manutenzione, vale a dire per ispezione, pulitura e sostituzione di parti. Complessi di elettrodi montati sulla intelaiatura con diametro fino a 8 pollici, pari a 20 cm, per una lunghezza di 3 piedi, pari a 90 cm, possono essere sollevati e manipolati convenientemente da una persona ed inseriti in un involucro per fornire un apparecchio elettrolizzatore o modulo elettrolizzatore. Il complesso di intelaiatura può essere caratterizzato dalla sua semplicità, bipolarità

e modularità. La configurazione dell'apparecchio elettrolizzatore è tale che l'allontanamento dell'idrogeno è rapido per contribuire ad aumentare il rendimento elettrico dell'apparecchio. La configurazione degli elettrodi ed i flussi regolati di elettrolita contribuiscono ad una sostanziale eliminazione delle incrostazioni e dell'accumulo di prodotti di precipitazione. In aggiunta alle precedenti caratteristiche di risparmio di manodopera e di energia, lo speciale perfezionato mezzo di distribuzione dell'acqua di diluizione e la disposizione dei conduttori elettrici permettono una riduzione dell'usura degli anodi critici e costosi.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchio elettrolizzatore per elettrolizzare soluzioni saline o acque salmastre sintetiche e naturali per produrre da esse ipoclorito, comprendente:

a) un involucro allungato elettricamente non conduttore avente un asse longitudinale disposto in senso orizzontale, detto involucro avendo aperture senza ostacoli in ambedue le sue estremità,

b) un mezzo a coperchio rimovibile fissato a ciascuna delle estremità aperte di detto involucro, ciascuno di detti mezzi a coperchio avendo

attraverso di esso un'apertura comunicante con l'interno dell'involucro dal suo esterno,

c) un mezzo a guarnizione interposto fra detto mezzo a coperchio e le estremità aperte dell'involucro,

d) un primo canale di passaggio di flusso del fluido attraverso una parete di detto involucro in prossimità di una sua estremità ed un secondo canale di passaggio di flusso del fluido attraverso una parete di detto involucro in prossimità dell'altra sua estremità,

e) un complesso elettrodico bipolare autonomo di una pluralità di almeno due celle contenuto dentro detto involucro in modo tale che l'asse longitudinale di detto complesso di elettrodi entri sostanzialmente in registro con l'asse longitudinale di detto involucro, detta cella comprendendo disposizioni ordinate di piastre di elettrodi interfogliate consistenti di piastre anodiche e di piastre catodiche supportate da una intelaiatura comprendente

i) almeno un organo divisorio elettricamente non conduttore disposto normalmente a detto asse longitudinale dell'involucro e distanziato fra le estremità di detto complesso di elettrodi, detti organi divisori servendo per diaframmare dette celle

e fornire per questo scopo scompartimenti di celle,

ii) un perno sporgente conduttore fornito a ciascuna estremità di detta intelaiatura per impegnare detta apertura fornita in ciascuno di detti mezzi a coperchio per fornire un pilastrino di collegamento positivo sporgente ed un pilastrino di collegamento negativo sporgente, e

iii) un mezzo a guarnizione interposto fra detti perni sporgenti conduttori e detti mezzi a coperchio.

2. Apparecchio secondo la rivendicazione

1, in cui detti organi divisori sono forniti di blocchi elettricamente conduttori di supporto degli elettrodi su ciascun loro lato,

mezzi per collegare elettricamente detti blocchi di supporto degli elettrodi attraverso ciascuno di detti organi divisori,

un blocco di supporto di estremità degli elettrodi fissato a ciascuno di detti perni sporgenti conduttori,

una coppia di organi a staffa, almeno uno dei quali è elettricamente non conduttore, ciascuno di detti organi a staffa essendo fissato a ciascuno di detti blocchi di supporto di estremità,

almeno due aste di collegamento distanzia-

te disposte longitudinalmente, fissate a detti organi a staffa e passanti attraverso detti organi divisori,

distanziatori elettricamente non conduttori impegnati intorno a dette aste di collegamento fra detti organi divisori e fra ciascuno di detti organi a staffa con il suo organo divisorio adiacente, dette aste di collegamento e detti distanziatori forniscono un distanziamento sostanzialmente uguale fra detti organi divisori e fra ciascuno di detti organi a staffa con il suo organo divisorio adiacente,

mezzi di serraggio e di accoppiamento elettrico in combinazione associati con ciascuno di detti blocchi di supporto degli elettrodi e con ciascuno di detti blocchi di supporto delle estremità degli elettrodi per fissare e collegare dette piastre anodiche e dette piastre catodiche in disposizioni ordinate interfogliate una con l'altra e rispetto a detti blocchi di supporto.

3. Apparecchio secondo la rivendicazione

2, in cui ciascuna di detta pluralità di celle è sostanzialmente isolata elettricamente ed idraulicamente per mezzo di detti organi divisori elettricamente non conduttori, detti organi divisori avendo un gioco complessivo approssimativamente di 0,016 pollici

pari a 0,040 cm, intorno ad essi quando disposti dentro detto involucro, detti organi divisori contenendo canale di passaggio di flusso del fluido per regolare il flusso del fluido elettrolitico attraverso di essi.

4. Apparecchio secondo la rivendicazione 2;

in cui detto involucro ha una forma cilindrica ed è sostanzialmente costituito da un tubo di materiale plastico e da flange per tubo in materiale plastico.

5. Apparecchio secondo la rivendicazione

2, in cui detto blocco di supporto delle estremità degli elettrodi collegato a detto pilastrino di collegamento positivo sporgente e detti blocchi di supporto degli elettrodi sui lati di detti organi divisori disposti verso detto pilastrino di collegamento negativo supportano e collegano elettricamente le piastre anodiche e detto blocco di supporto delle estremità degli elettrodi collegato a detto pilastrino di collegamento negativo sporgente e detti blocchi di supporto degli elettrodi sui lati di detti organi divisori disposti verso detto pilastrino di collegamento positivo supportano e collegano elettricamente le piastre catodiche, dette piastre anodiche e catodiche essendo impegnate una con l'altra in relazione interfogliata per formare almeno una dispo-

sizione ordinata di elettrodi per cella.

6. Apparecchio secondo la rivendicazione 5, in cui dette piastre anodiche e dette piastre catodiche sono formate con sagoma rettangolare, dette piastre anodiche e dette piastre catodiche avendo i loro assi più lunghi sostanzialmente più lunghi dei loro assi più corti, detti assi più lunghi essendo allineati in relazione di parallelismo in detto apparecchio elettrolizzatore con detto asse longitudinale di detto involucro, dette piastre anodiche e dette piastre catodiche avendo superfici elettrode principali orientate verticalmente.

7. Apparecchio secondo la rivendicazione 5, in cui detti organi divisorii sono forniti di orifizi per il flusso di gas-elettrolita attraverso di essi, disposti immediatamente al disopra di dette disposizioni ordinate degli elettrodi delle celle immediatamente a monte di detti organi divisorii, detti orifizi di flusso di gas-elettrolita avendo una dimensione sufficiente per far passare attraverso di essi tutto il gas che si sviluppa nello scompartimento della cella immediatamente a monte di detto organo divisorio fornito di orifizi con l'aggiunta del gas che entra in detto scompartimento della cella da altri scompartimenti di celle a monte con l'aggiunta

dell'elettrolita che entra in uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido di detto involucro.

8. Apparecchio secondo la rivendicazione 6, in cui detti organi divisori contengono orifizi di flusso di gas-elettrolita attraverso di essi, collocati in elevazione su detti organi divisori immediatamente al disopra di dette disposizioni ordinate di elettrodi della cella immediatamente a monte di detti organi divisori e detti orifizi di flusso di gas-elettrolita avendo una dimensione sufficiente per far passare il gas attraverso di essi, gas che si sviluppa nella cella immediatamente a monte di detti organi divisori con l'aggiunta del gas supplementare che entra in dette celle da altre celle a monte con l'aggiunta di una minore quantità di flusso di elettrolita, detti organi divisori essendo anche forniti di almeno un orifizio di flusso di elettrolita al disotto della sommità di dette disposizioni ordinate di elettrodi della cella per permettere un maggior flusso di elettrolita che entra in uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido di detto involucro.

9. Apparecchio secondo la rivendicazione 8, in cui almeno uno di detti orifizi di flusso dell'elettrolita per permettere detto maggior flusso di

elettrolita è fornito nel fondo estremo di detto separatore.

10. Apparecchio secondo la rivendicazione

2, in cui canale di passaggio di scarico di gas sono forniti nelle porzioni superiori di detto involucro per scaricare il gas del procedimento al suo esterno.

11. Apparecchio secondo la rivendicazione

10, in cui ciascuno di detti canali di passaggio di scarico del gas è fornito di un orifizio limitatore, detti orifizi limitatori avendo una dimensione sufficiente per far passare tutto il flusso di gas che arriva su di essi con l'aggiunta di un minor flusso di elettrolita.

12. Apparecchio secondo la rivendicazione

2, in cui almeno due di detti apparecchi elettrolizzatori sono supportati in disposizioni ordinate verticali tali che detti apparecchi elettrolizzatori sono disposti e messi a registro immediatamente uno al disopra dell'altro con la loro cella maggiormente spostata verso monte che si trova in posizione maggiormente spostata verso il fondo e con la cella maggiormente spostata verso valle disposta nella posizione maggiormente spostata verso la sommità, detti apparecchi elettrolizzatori avendo collegamenti inter-

ni per il fluido ed intercollegamenti esterni disposti ed atti a fornire un flusso in serie attraverso ciascuna di dette celle,

detti apparecchi elettrolizzatori avendo conduttori elettrici esterni collegati ad essi per intercollegare elettricamente detti complessi di elettrodi dentro ciascuno di detti apparecchi elettrolizzatori attraverso detti perni sporgenti conduttori.

13. Apparecchio secondo la rivendicazione

12, in cui otto celle sono ugualmente suddivise in quattro apparecchi elettrolizzatori aventi conformazioni geometriche sostanzialmente identiche in cui il 25% delle celle maggiormente spostate verso monte sono collegate in serie con il 25% delle celle maggiormente spostate verso valle per formare una serie di celle monte-valle, le celle restanti di detti apparecchi elettrolizzatori essendo collegate elettricamente in serie, ed una singola sorgente di tensione viene collegata attraverso detta serie monte-valle e detta serie delle celle restanti.

14. Apparecchio secondo la rivendicazione

13, in cui più di otto celle sono ugualmente distribuite in quattro apparecchi elettrolizzatori.

15. Apparecchio secondo la rivendicazione

13, in cui più di otto celle sono ugualmente distribuite in più di quattro elettrolizzatori.

16. Cella elettrolitica per la elettrolisi di soluzioni saline naturali secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che dette piastre anodiche orientate verticalmente e dette piastre catodiche presentano ciascuna:

una coppia di bordi verticali, e

una coppia di bordi orizzontali,

in cui detti blocchi di supporto e detti mezzi di serraggio e di collegamento elettrico in combinazione assicurano e collegano elettricamente dette piastre anodiche e dette piastre catodiche nei loro rispettivi bordi supportati, detti bordi supportati rappresentando uno di detti bordi verticali per fornire così bordi di elettrodi verticali non supportati, detti bordi di elettrodi verticali non supportati e detti bordi verticali supportati delle piastre degli elettrodi in immediata adiacenza inferiormente e superiormente essendo lateralmente spostati per fornire un gioco fra detti bordi non supportati e detti mezzi di supporto,

intaccature fornite in detti bordi supportati verticali in almeno dette piastre anodiche, la profondità di dette intaccature avendo la stessa e-

stensione del bordo verticale non supportato delle
piastre in immediata adiacenza inferiormente e su-
periormente,

almeno un orifizio di entrata in detto or-
gano divisorio a monte di detto scompartimento di
cella fornito per dirigere il flusso di elettrolita
in arrivo in detta intaccatura e contro i bordi del-
la stessa estensione di dette piastre anodiche e ca-
todiche.

17. Apparecchio secondo la rivendicazione
16, in cui dette piastre catodiche presentano intac-
cature simili a quelle delle piastre anodiche.

18. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui una molteplicità di mezzi di scarico
sono forniti in adiacenza alla sommità di detto scom-
partimento della cella per scaricare l'elettrolita
ed il gas attraverso di essi.

19. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui dette intaccature sono di forma ret-
tangolare e la dimensione verticale di dette intac-
cature comprende approssimativamente il 50% della di-
mensione di detto bordo verticale lungo il quale bor-
do è fornita detta intaccatura.

20. Apparecchio secondo le rivendicazioni
16 o 17, in cui dette piastre anodiche e catodiche

interfogliate sono disposte in modo tale che i loro bordi di fondo abbiano la stessa estensione,

un disco ad ugello di entrata disposto in detta intelaiatura per intercettare il flusso di entrata da uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido dell'involucro ed in cui detto disco ad ugello di entrata dirige il flusso di elettrolita in arrivo verso detti bordi di fondo.

21. Apparecchio elettrolizzatore secondo la rivendicazione 1, per l'elettrolisi di soluzione salina sintetica, in cui detti scompartimenti delle celle sono idraulicamente intercollegati in serie, uno di detti canali di passaggio di flusso del fluido di detto involucro fornisce un collegamento nello scompartimento della cella maggiormente spostata verso monte per l'introduzione della soluzione salina concentrata,

un altro canale di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro in detto scompartimento di cella maggiormente spostato verso monte fornisce un collegamento per l'introduzione di una prima frazione di acqua di diluizione,

ulteriori canali di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro in ulteriori scompartimenti di celle a valle per fornire collega-

menti per l'introduzione delle restanti frazioni di detta acqua di diluizione, detto secondo canale di passaggio di flusso del fluido di detto involucro fornisce un percorso di scarico per detta soluzione salina concentrata e per il flusso di acqua di diluizione.

22. Apparecchio elettrolizzatore secondo la rivendicazione 21, per elettrolizzare soluzione salina sintetica in cui almeno due di detti apparecchi elettrolizzatori sono supportati in disposizioni ordinate verticali ed in cui detti scompartimenti a celle sono idraulicamente intercollegati in serie, uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido dell'involucro a monte fornisce un collegamento in detto scompartimento a cella maggiormente spostato verso monte per l'introduzione della soluzione salina concentrata,

un altro canale di passaggio di flusso del fluido attraverso detto involucro a monte in detto scompartimento a cella maggiormente spostato verso monte fornisce un collegamento per l'introduzione di una prima frazione di acqua di diluizione,

ulteriori canali di passaggio di flusso di fluido attraverso detti involucri in ulteriori scompartimenti a celle a valle per fornire collega-

menti per l'introduzione delle restanti frazioni di detta acqua di diluizione, uno di detti canali di passaggio di flusso di fluido di detto involucro a valle fornisce un percorso di scarico per detta soluzione salina concentrata e per detto flusso di acqua di diluizione.

23. Apparecchio secondo le rivendicazioni

21 o 22, in cui detta soluzione salina concentrata comprende approssimativamente il 26,4% di cloruro di sodio in peso e la portata del flusso totale dell'acqua di diluizione è approssimativamente dieci volte la portata del flusso della soluzione salina concentrata.

24. Apparecchio secondo le rivendicazioni

21 o 22, in cui detta soluzione salina concentrata e detta prima frazione di acqua di diluizione vengono miscelate prima di entrare in detto scompartimento a monte.

25. Apparecchio secondo le rivendicazioni

21 o 22, in cui ciascuna di dette frazioni di acqua di diluizione è approssimativamente uguale a ciascuna altra e dette frazioni uguali sono separatamente introdotte in modo tale che uguali numeri di celle collegate idraulicamente in serie esistono fra gli scompartimenti delle celle in cui viene introdotta.

ta detta acqua di diluizione e fra lo scompartimento della cella dell'ultima frazione aggiunta e lo scompartimento della cella avente detto collegamento di scarico.

26. Apparecchio secondo le rivendicazioni 21 o 22, in cui orifizi sono forniti in detti collegamenti di entrata dell'acqua di diluizione per distribuire e regolare detti flussi di diluizione con predeterminate portate.

DICHIARAZIONE E PROCURA

Domanda originale

Come un sotto menzionato inventore io dichiaro che:
la mia residenza, l'indirizzo postale e la cittadinanza sono stati riportati sotto vicino al mio nome; che
io in verità credo di essere io stesso l'originale, primo e solo inventore (se un solo nome è riportato in seguito) oppure un co-inventore (se una pluralità di inventori sono menzionati in seguito) dell'invenzione intitolata:

"Apparecchio per la produzione di ipoclorito di sodio"

descritta e rivendicata nell'allegata descrizione,
che

Io non so e non credo che le stesse cose siano mai state conosciute od usate negli Stati Uniti di America prima della mia o nostra invenzione di esse, o brevettata o descritta in qualsiasi pubblicazione stampata in qualsiasi paese prima della mia o nostra invenzione di esse oppure più di un anno prima di questa domanda, che le stesse cose non sono in uso pubblico od in vendita negli Stati Uniti di America da più di un anno prima di questa domanda, che l'invenzione non è stata brevettata oppure fatta oggetto di un certificato di inventore rilasciato prima della data di questa domanda in alcun paese estero agli Stati Uniti di America, su una domanda depositata da me o dai miei rappresentanti legali o cessionari da più di dodici mesi prima di questa domanda, che io riconosco mio dovere quello di descrivere tutte le informazioni a me note che costituiscono materiale per l'esame di questa domanda, e che nessuna domanda di brevetto o certificato di inventore in questa invenzione è stata depositata da me o dai miei rappresentanti legali o cessionari in alcun paese estero agli Stati Uniti di America, eccetto quanto segue:

Ed io pertanto nomino i seguenti procuratori

e/o agenti per proseguire questa domanda e per trattare tutte le pratiche ad essa inerenti presso l'Ufficio Brevetti e Marchi di Fabbrica interessato:

Arthur M. Suga, No. di registrazione 19.847 di
Pennwalt Corporation, 3 Parkway, Philadelphia Pa.
19102

Indirizzare la corrispondenza e la chiamate telefoniche a:

Arthur M. Suga

PENNWALT CORPORATION

PATENT DEPARTMENT

THREE PARKWAY, PHILADELPHIA, PA. 19102

Io inoltre dichiaro che tutte le affermazioni qui fatte di mia propria conoscenza sono vere e che tutte le affermazioni fatte in base ad informazioni e fede debbono essere considerate come vere e che inoltre, queste affermazioni sono state fatte sapendo che tutte le affermazioni volontariamente false o simili, fatte con tali intenzioni sono punibili con ammenda o reclusione, oppure ambedue, in base al Paragrafo 1001 dell'Articolo 18 del Codice degli Stati Uniti, e che tali affermazioni volontariamente false possono annullare la validità della domanda oppure di un qualsiasi brevetto rilasciato in base alla stessa.

Nome completo del solo o primo inventore:

William Collins Conkling

Residenza: 50 Wootton Rd., Essex Fells, N.J.

Cittadinanza: U.S.A.

Indirizzo postale: 50 Wootton Rd., Essex Fells, N.J.

Per traduzione conforme

Per Ing. BARZANO' & ZANARDO S.p.A.

W. Conkling

TA/cog.-



Ufficiale di Firma

49071 A/80

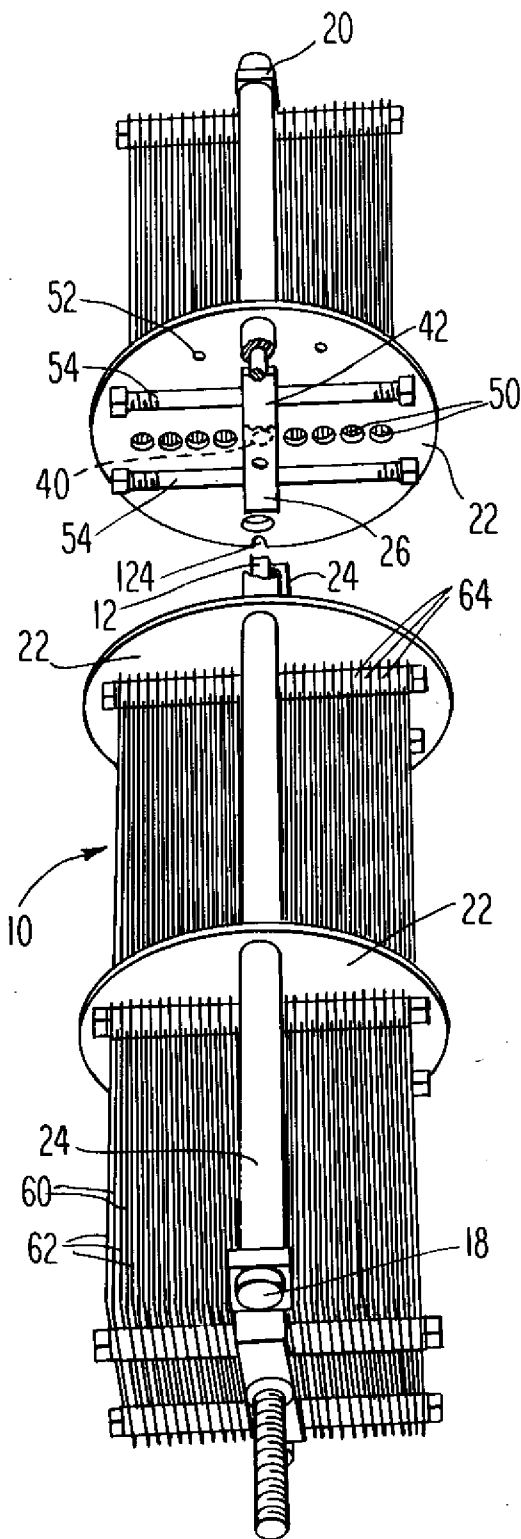


Fig. 1

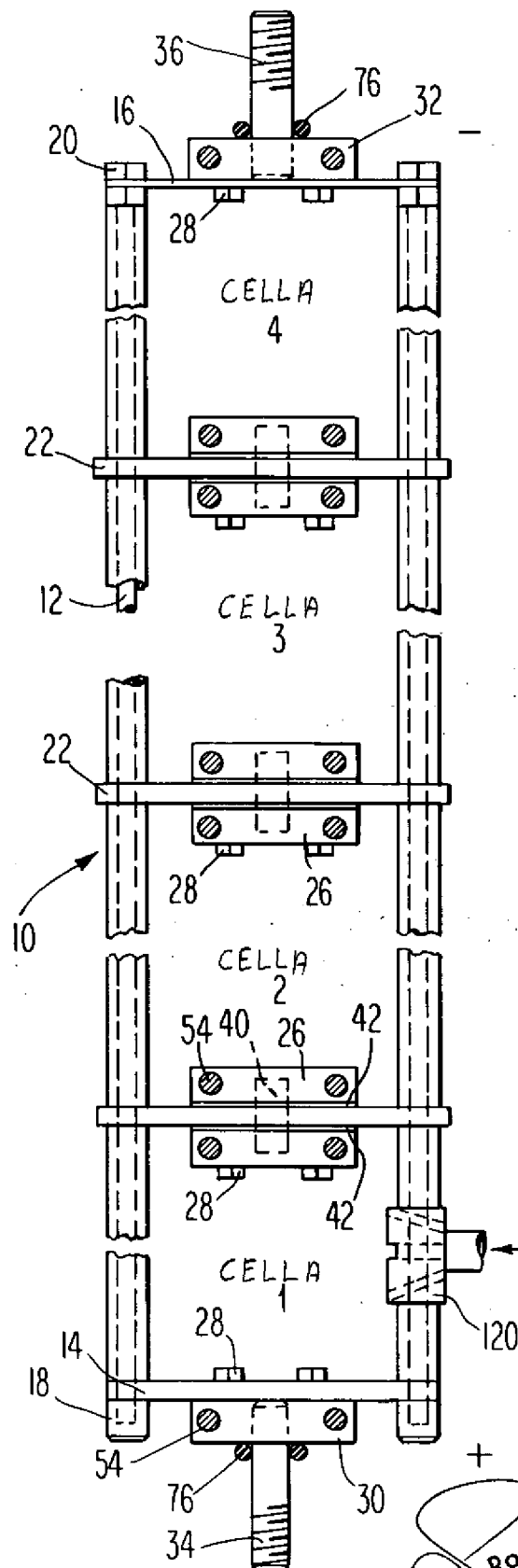


Fig. 2

P.P. PENNWALT CORPORATION

p. ING. BARZANO & ZANARDO S.p.A.



Ufficiale Rogante

49071 A/80

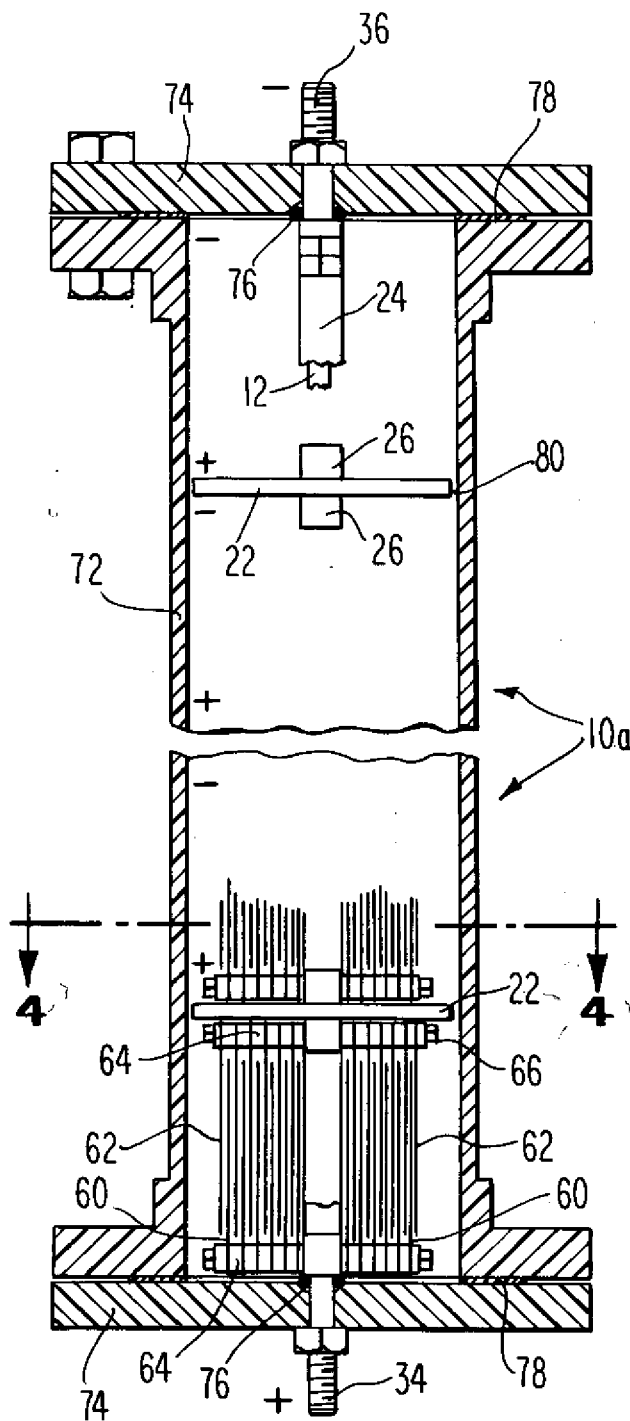


Fig. 3

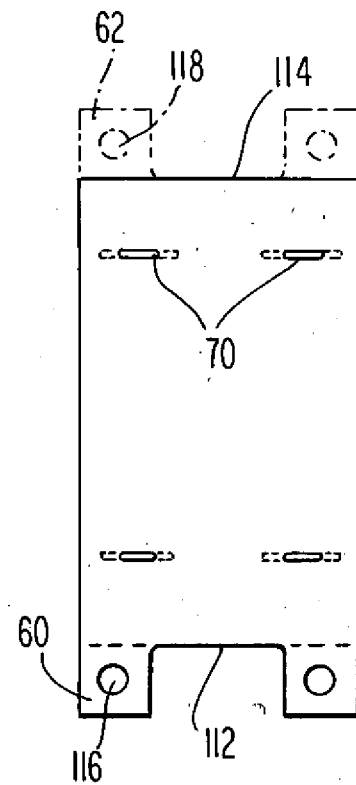


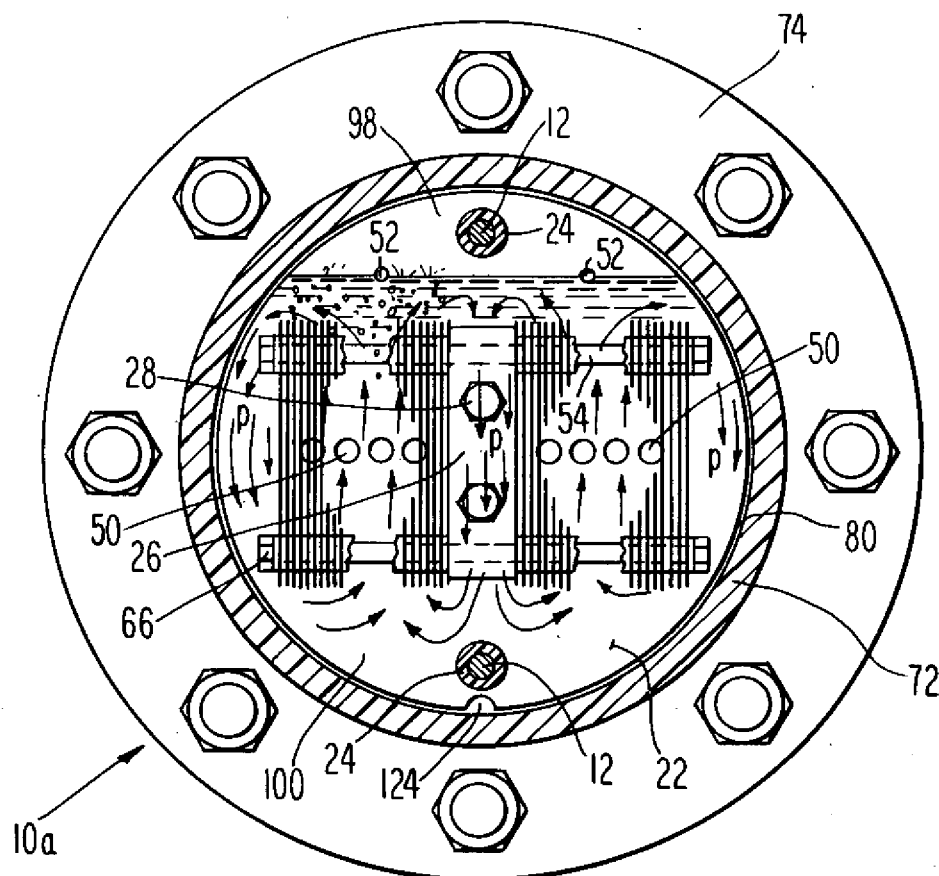
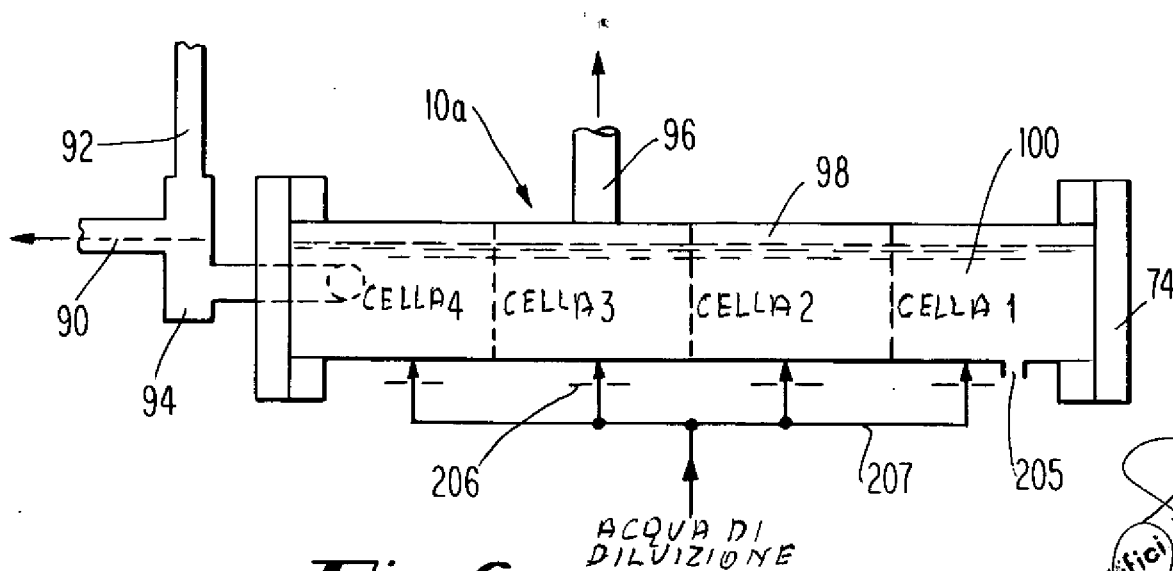
Fig. 7

P.P. PENNWALT CORPORATION

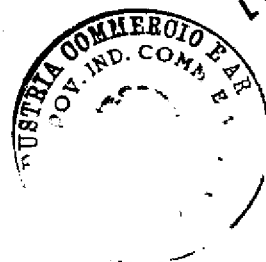
p. ING. BARZANÒ & ZANARDO S.p.A.



49071 A/80

**Fig. 4****Fig. 6****P.P. PENNWALT CORPORATION**

p. ING. BARZANÒ & ZANARDO S.p.A.



L'Offici. Rogent



P. ING. BARZANÒ & ZANARDO S.p.A.



L'Ufficiale Rogante

49071 A/80

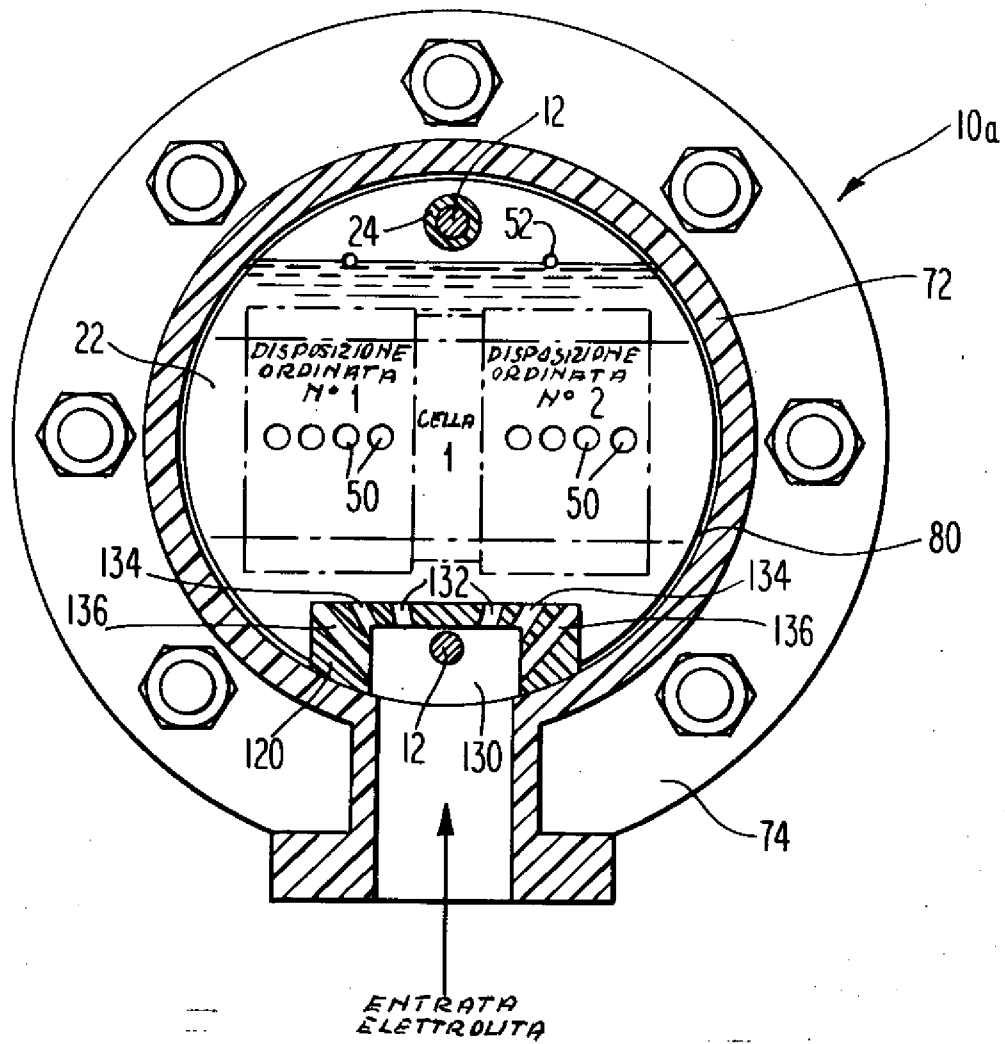


Fig. 8

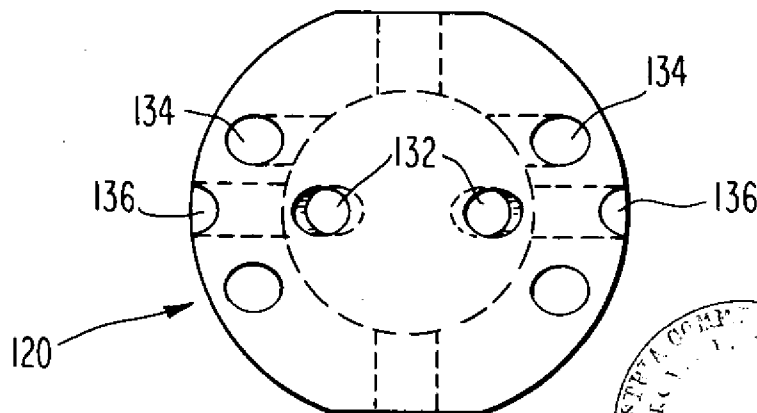


Fig. 9

P.P. PENNWALT CORPORATION

p. ING. BARZANO & ZANARDO S.p.A.

