



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2010 00688**

(22) Data de depozit: **02.08.2010**

(41) Data publicării cererii:
29.04.2011 BOPI nr. **4/2011**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
- DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE
ELECTRICĂ ICPE-C.A., SPLAIUL UNIRII
NR. 313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **HRISTEA GABRIELA,
STR. TÂRGU NEAMȚ NR. 34, BLOC A 17,
SC.D, AP. 50, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **IGNAT MIRCEA, STR. ROȘIA MONTANĂ
NR. 4, BL. 05, SC. B, AP. 62, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **MODUL DE DESALINIZARE CAPACITIV**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un modul capacitiv de desalinare, cu electrozi pe bază de xerogel carbonic, pentru îndepărtarea ionilor sau impurităților ionice din apă sau efluenți lichizi. Modulul conform invenției este alcătuit din șase celule formate din niște perechi de electrozi (1) dispuși plan paralel, echidistanți, despărțiți de un mediu (2) izolator de separare, fiecare electrod constând dintr-o singură placă din material conductiv compozit, pe bază de xerogel carbonic, având suprafață specifică și capacitate de sorbție a ionilor mare, alimentarea făcându-se prin intermediul unor colectori (3), cu ajutorul unei surse (4) de tensiune stabilizată în curent continuu, la nivelul stratului dublu electric creat la interfața electrozilor polarizați fiind reținuți ionii din fluxul de electrolit care curge în mod continuu, prin canalul definit de perechile de electrozi polarizate, și, la atingerea saturării, modulul este regenerat prin inversarea polarizării electrozilor.

Revendicări: 2
Figuri: 6

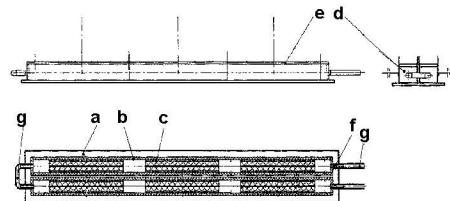


Fig. 1



Inventia se refera la un modul de desalinizare capacitiv ce utilizeaza electrozi pe baza de xerogel carbonic pentru indepartarea ionilor sau impuritatilor ionice din apa sau din diferiti efluentii lichizi.

Se cunosc solutii tehnice privind separarea ionilor sau a impuritatilor din electroliti prin procese conventionale, incluzand: schimbul de ioni, osmoza inversa, electrodializa sau filtrare. De exemplu metoda separarii ionice care se refera la un proces de desalinizare a apei bazat pe sorbtia si desorbtia periodica a ionilor la suprafata unui electrod carbonic poros. Procesul conventional de schimb de ioni a fost utilizat pentru indepartarea anionilor sau cationilor incluzand metale grele sau radioizotopi. Acest proces aplicat in diferite procese de tratare a apelor/apelor industriale, genereaza volume mari de produse secundare corozive care la randul lor trebuiesc tratate prin procese de regenerare. Procesele existente de regenerare au loc in mod normal prin pomparea unui volum de solutie de regenerare (ex: solutii concentrate de acizi, baze sau saruri) prin coloane saturate cu ioni. Masurile de mentenanta a unei asemenea coloane produc cantitati semnificative de produse secundare si binateles intreruperi periodice ale procesului de deionizare.

Produsii secundari rezultati in urma regenerarii schimbatorilor de ioni includ de obicei acizi/baze/saruri contaminate, rasini schimbatoare de ioni (exemple: solutii de H_2SO_4 folosite la regenerarea coloanelor cationice din industria prelucrarii metalelor -galvanotehnica); solutii de HNO_3 utilizate la regenerarea coloanelor cationice utilizate in industria nucleara). Deseurile radioactive sunt extrem de periculoase si determina probleme de mediu severe.

Scopul inventiei consta in aceea ca:

- deionizeaza capacitiv un efluent (electrolit) in curgere cu regenerare electrica.
- nu utilizeaza procese de regenerare chimica si care sa reduca semnificativ sau total produsele secundare asociate operatiilor de separare prin rasini schimbatoare de ioni.
- conduce la un proces mult mai eficient d.p.v. d. energetic comparativ cu procedeele conventionale cunoscute
- electrozii sunt complet umpluti/goliti de electrolit, si care nu se degradeaza rapid pe perioada ciclizarii (sorbție/regenerare); electrozii au o suprafata specifica si eficienta de indepartare a ionilor mare, relativ subtiri si care necesita un consum energetic operational minim.
- adaptabil pentru diferite utilizari, inclusiv domestice, dar nu limitate la dedurizarea domestica, dedurizarea apei industriale, purificarea apelor reziduale si desalinizarea apei de mare.
- nu necesita adaos de sare pentru regenerare ionica in sistem de dedurizare a apei si care nu necesita dispozitive de desalinizare aditionale, cum ar fi cazul filtrelor de la osmoza inversa in vederea indepartarii clorurii de sodiu introdusa in sistem pe perioada ciclului de regenerare.
- capacitate de deionizare continua si regenerare.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui modul de desalinizare capacitiv pentru deionizare si regenerare care reduce substantial sau in totalitate deseurile (produsele secundare) provenite din procese de purificare a apei/apelor industriale si asigura separarea ionica (ioni anorganici) dintr-un solvent conductiv ionic, care poate fi apa sau un solvent anorganic.

Modulul de desalinizare capacitiv, conform inventiei, inlatura dezavantajele aratate mai sus, prin aceea ca este alcatuit din 6 celule formate din perechi de electrozi, cate doi electrozi dispusi plan paralel, echidistanti, despartiti de un mediu izolator de separare; fiecare electrod consta intr-o singura placa de material conductiv avand o suprafata specifica si capacitate de sorbtie (ioni) mare; placa de material conductiv - electrodul propriu zis- este formata din material compozit pe baza de xerogel carbonic; electrozii sunt alimentati prin intermediul colectoarelor cu ajutorul unei surse de tensiune stabilizata in curent continuu; atunci cand electrolitul intra in modul, va curge in mod continuu prin canalul definit de perechile electrozi, polarizand modulul (electrozii) ionii sunt indepartati din electrolit (apa sarata) si mentinuti la nivelul stratului dublu electric creat la interfata electrozilor; cand modulul este saturat in ionii indepartati din electrolit, modulul se regenereaza prin inversarea polarizarii electrozilor, randamentul de indepartare a sarii este de 60-85%.

interfata electrozilor. Atunci cand modulul este saturat in ionii indepartati din electrolit, modulul se regenereaza prin inversarea polarizarii electrozilor.

Cele 6 celule formate din perechi de electrozi 2 au o suprafata anodica /catodica totala de 153.6 cm². Capacitatea modulului se poate extinde la orice nivel (ca suprafata a electrozilor) prin marirea numarului de celule (numar de electrozi).

Modulul functioneaza astfel:

In figura 1 este reprezentat ansamblul general al modulului de desalinizare format din urmatoarele repere, amplasate orizontal si anume: placa de baza a, subansamblul "perete lateral" b, separatorul pentru electrolit (apa sarata) c, capacul frontal d, capacul superior e, stutul pentru alimentare apa f, furtunul de alimentare apa g.

Un flux de electrolit (care necesita procesare) care contine diferiti anioni, cationi, dipoli electrici si/sau particule suspendate este trecut printr-un set de celule de deionizare capacitiva. Fiecare din aceste celule include electrozi de aerogel carbonic cu suprafata specifica mare (40-500m²/g). Polarizand celulele prin alimentare electrica, ionii (anioni/cationi) sunt indepartati electrostatic din fluxul de lichid si mentinuti in stratul dublu electric format la suprafata electrozilor. Unii cationi metalici sunt indepartati prin electrodepunere. Dipolii electrici pot de asemenea migra catre electrozi 1 fig.3. fiind captati pe electrozi. Particulele suspendate in fluid sunt indepartate prin electroforeza. In consecinta fluidul va parasii celula purificat.

Conductivitatea fluidului de intrare si de iesire din modul este monitorizata continuu.

Experimentarile sunt conduse in mod continuu (fara recirculare) sau cu recirculare (batch mode). Sunt testate solutii cu diferite conductivitati (continut in NaCl de la 0.5%, 1,5% pina la 0.5M sau 1M NaCl). Randamentul de indepartare a sarii este situat intre 60-85%. O separare mai eficienta se efectueaza in conditiile unei capacitati mai mari a electrodului.

Tabel 1. Parametrii electrochimici pentru electrozii de xerogel carbonic utilizati in modulul de desalinizare conform inventiei

Nr. Crt.	Proba	Electrolit	R _{el} , Ω*cm ²	R _p , kΩ*cm ²	C _{dl} , μF/cm ²
1	Electrod pe baza de xerogel carbonic	H2SO4 1M	241	566.2	140.5

-Modulul desalinizare conform inventiei are urmatoarele aplicatii:

- indepartarea diferitilor ioni din ape uzate fara generare de baze , acizi sau alte deseuri secundare; aceasta aplicatie poate fi in special importanta in cazuri ce implica radionuclizi, unde procesul de deionizare capacitiva poate fi utilizat pentru indepartarea urmelor de material anorganic radioactiv;

- tratarea apei fierbinti din statiile nucleare sau hidrocentrale; un astfel de tratament ar fi util pentru prevenirea corodarii sau a aparitiei fisurilor/ decojirilor suprafetelor de transfer termic. Procesul poate fi aplicat pe submarinele nucleare unde energia electrica este limitata ca si inventarul de chimicale necesar de exemplu pentru un proces ce necesita rasini schimbatoare de ioni;

- producerea de apa de inalta puritate pentru industria semiconductorilor;
- aplicatii domestice - pentru dedurizarea apei. In prezent sistemele domestice de dedurizare a apei folosesc clorura de sodiu pentru regenerarea patului de rasini schimbatoare de ioni;

-desalinizarea apei pentru uz agricol: irigatii; energia solara poate fi utilizata pentru alimentarea unui astfel de sistem (modul);

-desalinizarea apei de mare;

-aparatura analitica care combina principiile deionizarii capacitiv si cromatografia de ioni pentru absorbtia pe paturi de aerogeluri/xerogeluri carbonice.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- Spre deosebire de procesul de osmoza conventional unde apa este fortata sa intre printr-un sistem de membrane cu presiune si spre deosebire de procesele cunoscute de schimb ionic modulul conform inventiei nu necesita ca electrolitul sa curga printr-un mediu poros de tipul membranelor sau stivelor de material. In acest modul electrolitul curge prin canalele deschise formate intre doi electrozi -1 fig.3. -cu electrozi planari, paraleli si identici d.p.v.d.geometric. In consecinta caderea de presiune este cu mult mai mica decat in procesele conventionale. Curgerea fluidului este alimentata gravitational prin aceste canale deschise sau alternativ poate fi utilizata o pompa;
- Acest modul nu necesita membrane, care ridica probleme de mentenanta si sunt scumpe; ruperea lor implica suprapresiune, care se adauga rezistentei interne a celulei capacitive si care la randul ei reduce eficienta energetica a sistemului. Aceasta caracteristica reprezinta un avantaj semnificativ comparativ cu procesul de osmoza inversa care include membrane pe baza de acetat de celuloza - permeabile la apa si comparativ cu sistemele de electroodializa care necesita membrane schimbatoare de ioni scumpe.
- Electrozii in modulul prezentat conform inventiei constau dintr-un mediu imobilizare cum ar fi xerogel carbonic. Degradarea materialului datorita eroziunii sau caderii in fluxul de fluid este considerabil mult mai mica fata de coloanele conventionale (ex: carbunele activ sau rasinile schimbatoare de ioni se pierd/cad din patul de reactie in efluentul in curgere conducand la impurificarea acesteia);
- Modul este eficient d.p.v. energetic. In procesele de evaporare si osmoza inversa , apa este indepartata din sare, in timp ce in cazul prezentei inventii sarea este indepartata din apa, de aceea necesitand un consum energetic mult redus.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu figurile nr.1-5 care reprezinta:

Fig.1. Ansamblul general al modulului de desalinizare capacitiva prin deionizare pe baza de electrozi de xerogel carbonic

Fig.2. Reprezentare schematica a functionarii modulului conform inventiei

Fig.3. Deionizare capacitiva- reprezentare schematica a unei singure celule de deionizare- vedere explodata subansamblu perete lateral (**b**) din fig.1.

Fig.4. Voltametrie ciclica pentru electrozii pe baza de xerogel carbonic utilizati in modulul de desalinizare conform inventiei, viteza de baleiere 100mV/s, 3 cicluri

Fig.5. Diagrama Nyquist pentru electrozii de xerogel carbonic utilizati in modulul de desalinizare conform inventiei

Fig.6. Diagrama Bode pentru electrozii de xerogel carbonic utilizati in modulul de desalinizare conform inventiei

Conform inventiei, pentru deionizarea apei si tratamentul efluentilor aposi nu este necesara utilizarea de chimicale ca acizi, baze , saruri pentru regenerarea sistemului; se foloseste electricitate. Modulul de desalinizare conform inventiei, fig.3, prin deionizare capacitiva si purificare electrochimica a apei este alcatuit din 6 celule formate din perechi de electrozi 1 (cate doi electrozi dispusi plan paralel) despartiti de un mediu izolator de separare2. Fiecare electrod 1 consta intr-o singura placa de material conductiv avand o suprafata specifica si capacitate de sorbtie (ioni) mare. Placa de material conductiv - electrodul propriu zis- este formata din material compozit pe baza de xerogel carbonic. Electrozii 1 sunt alimentati de la o sursa de alimentare stabilizata de curent continuu, 4, cu tensiuni cuprinse intre 0.6-1.2V prin intermediul colectorilor, 3. Modulul include 6 perechi de electrozi dispusi plan paralele, echidistanti. Atunci cand electrolitul intra in modul, va curge in mod continuu prin canalul definit de perechile electrozi 1. Polarizand modulul (electrozii), ionii sunt indepartati din electrolit (apa sarata) si mentinuti la nivelul stratului dublu electric creat la

Revendicari

1. Modul de desalinizare capacitiv, caracterizat prin aceea ca este alcatuit din 6 celule formate din perechi de electrozi (1), cate doi electrozi dispusi plan paralel, echidistanti, despartiti de un mediu izolator de separare (2); fiecare electrod consta intr-o singura placa de material conductiv avand o suprafata specifica si capacitate de sorbtie (ioni) mare; placa de material conductiv - electrodul propriu zis- este formata din material compozit pe baza de xerogel carbonic; electrozii sunt alimentati prin intermediul colectorilor (3).cu ajutorul unei surse de tensiune stabilizata in curent continuu (4);atunci cand electrolitul intra in modul, va curge in mod continuu prin canalul definit de perechile electrozi, polarizand modulul (electrozii) ionii sunt indepartati din electrolit (apa sarata) si mentinuti la nivelul stratului dublu electric creat la interfata electrozilor; cand modulul este saturat in ionii indepartati din electrolit, modulul se regenereaza prin inversarea polarizarii electrozilor,randamentul de indepartare a sarii este de 60-85%.

2. Modul de desalinizare conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca utilizeaza electrod de xerogel carbonic cu urmatarii parametrii electrochimici ,(determinati prin spectroscopie de impedanta si voltametrie ciclica in electrolit: electrolit H₂SO₄ 1M) , R_{el} , $\Omega \cdot cm^2$ 241, R_p , $k\Omega \cdot cm^2$ 566.2, C_{dl} , $\mu F/cm^2$ 140.5.

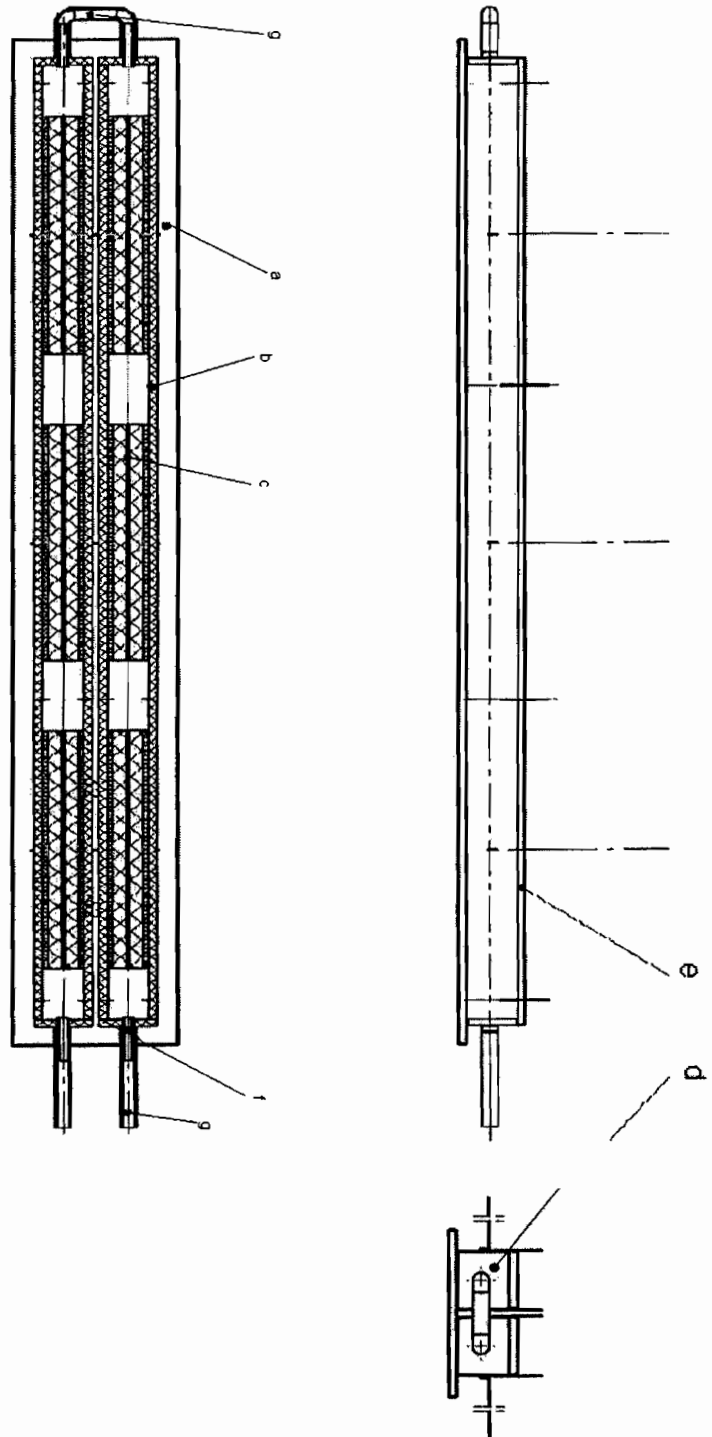


Fig.1.

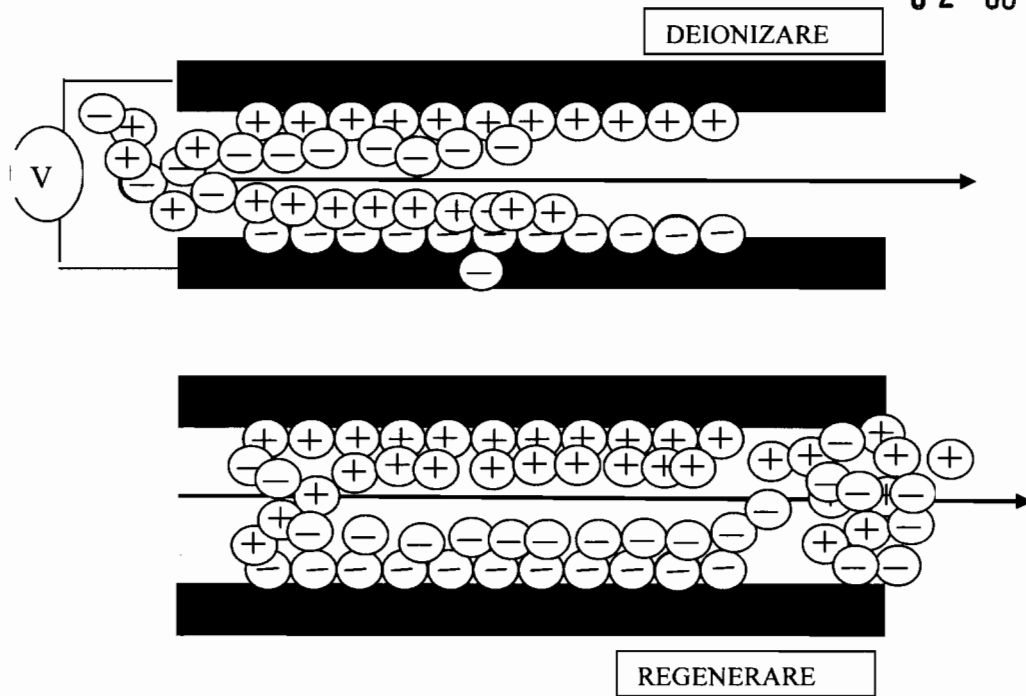


Fig.2.

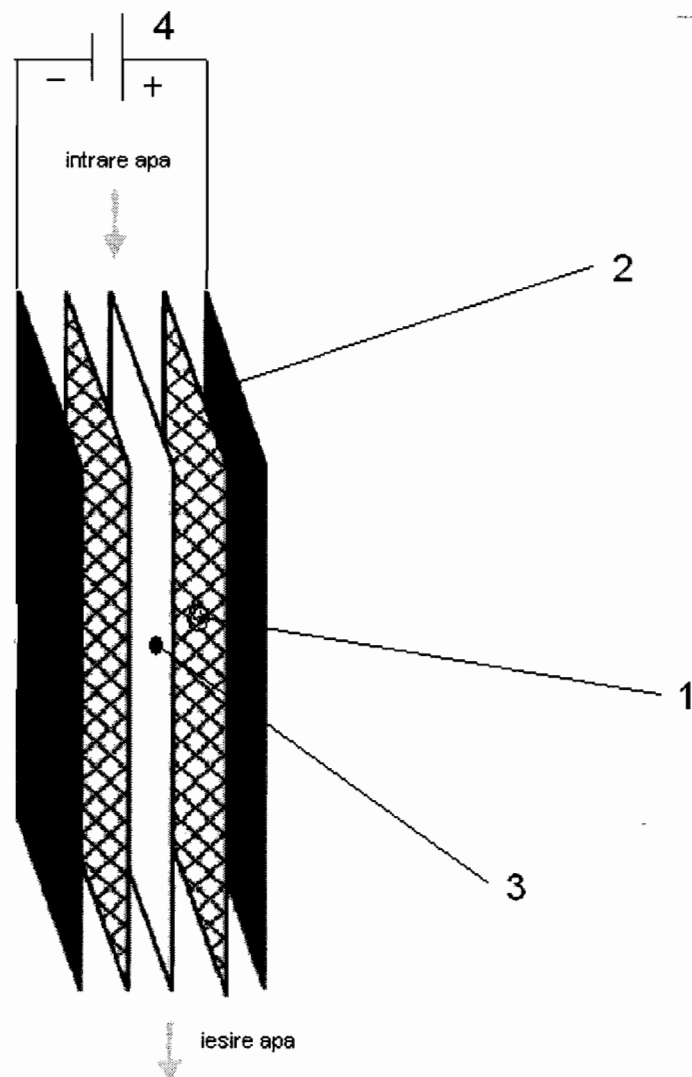


Fig.3

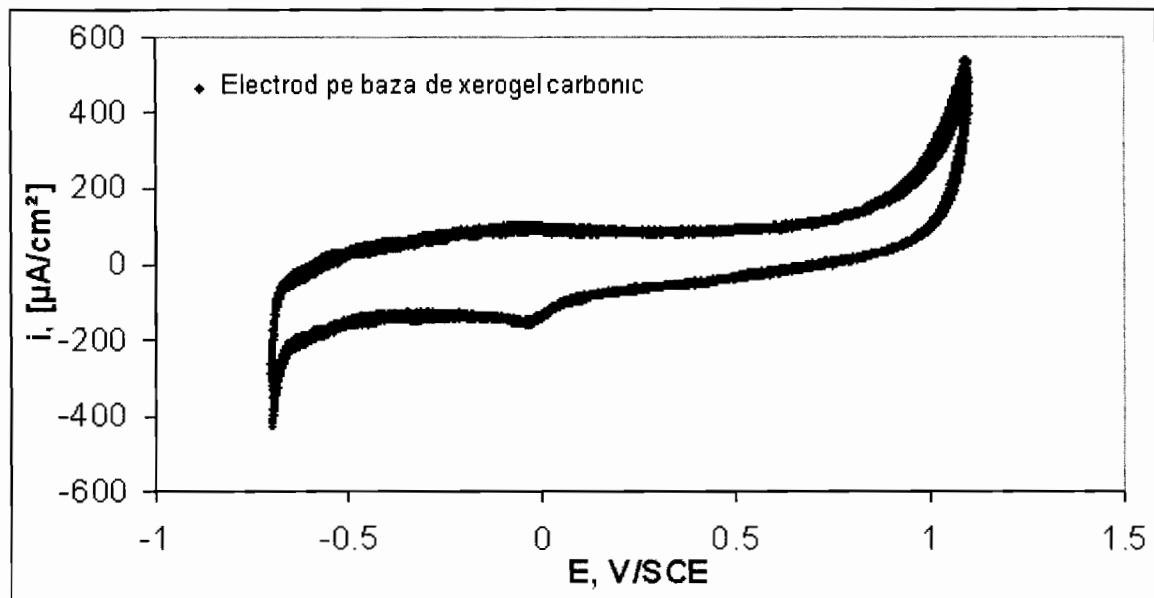


Fig.4

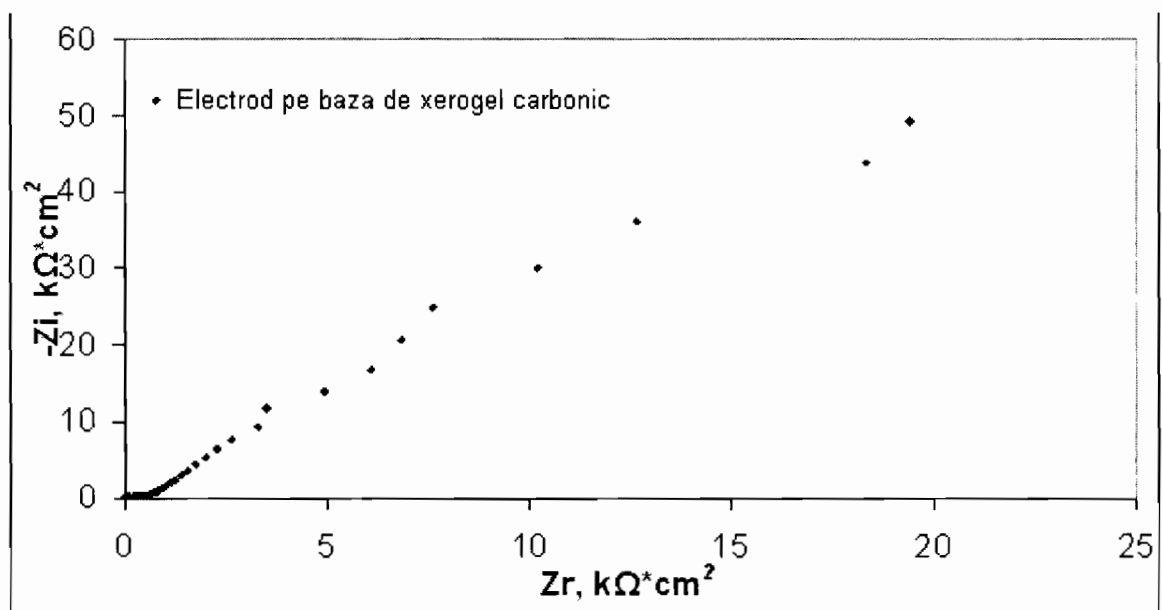


Fig.5

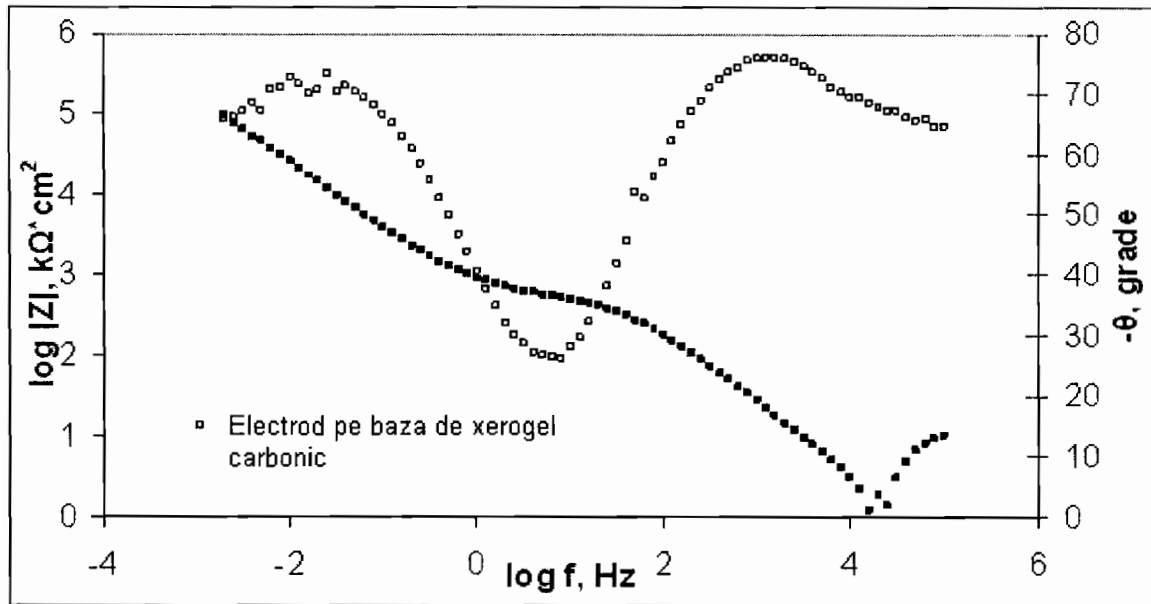


Fig. 6