



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00597

(22) Data de depozit: 28/08/2017

(41) Data publicării cererii:
29/03/2019 BOPI nr. 3/2019

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

(72) Inventatori:
• BĂDIC MIHAI, STR.CÂMPIA LIBERTĂȚII,
NR.5, BL.PM60, SC.2, AP.86, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• MORARI CRISTIAN,
STR.TUDOR VLADIMIRESCU, NR.12,
BLE1, SC.2, ET.5, AP.51, LUPENI, HD, RO;
• CHERECHEȘ TUDOR,
STR. MIHAIL SEBASTIAN NR. 136, BL. V
90, SC. 5, AP. 144, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• LIXANDRU PAUL,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.117, BL.123,
ET.3, AP.8, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• DRAGNEA DANIEL, ALEEA JIENEASCĂ
NR. 5, BL. 34, SC. 3, ET. 3, AP. 41,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(54) INSTALAȚIE PENTRU RECICLAREA DEȘEURILOR PRIN IMPULSURI ELECTRICE DE ÎNALTĂ TENSIUNE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație pentru reciclarea deșeurilor, prin impulsuri electrice de înaltă tensiune, cu aplicații în domeniul protecției mediului, la fragmentarea selectivă a deșeurilor de echipamente electrice și electronice, și a zgurii rezultate în urma arderii deșeurilor menajere, în vederea recuperării metalelor ca materie primă secundară, dar și în domeniul minier, la fragmentarea selectivă a rocilor, în vederea extragerii unor minerale și cristale prețioase. Instalația conform invenției este alcătuită dintr-un generator de tip Marx, cu construcție robustă, cu eclatoare dublu comandate, electric și pneumatic, capabil să furnizeze impulsuri repetitive de înaltă tensiune, cu o frecvență de repetiție cuprinsă în intervalul 1...10 Hz, cu un timp de creștere a impulsului sub 300 ns, tensiune maximă a impulsului de 200...300 kV, și dintr-un vas tehnologic din poli-amidă, cu vizoare, închis ermetic prin intermediul unui capac (2), ce permite procesarea deșeurilor solide, cuprinzând la rândul lui: un electrod (4) central reglabil, cu rol de catod metallic, deplasat cu ajutorul unui mecanism (3) de acționare, o vatră (5), o placă metalică având rol de anod, o baie de lichid (6) și proba (7) de fragmentat, formată din deșeuri.

Revendicări: 1
Figuri: 4

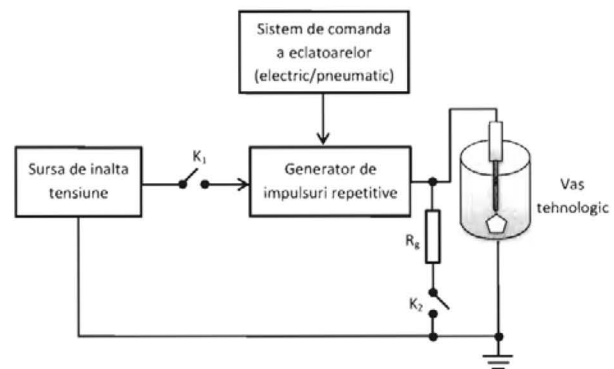


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Instalatie pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune

Inventia se refera la o instalatie pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune cu aplicatii in domeniul protectiei mediului la fragmentarea selectiva a deseurilor de echipamente electrice si electronice (DEEE) si a zgurii rezultate in urma arderii deseurilor menajere in vederea recuperarii metalelor ca materie prima secundara dar si in domeniul minier la fragmentarea selectiva a rocilor in vederea extragerii unor minerale si cristale pretioase.

Se cunoaste ca, pentru fragmentarea DEEE si a zgurii rezultate in urma arderii deseurilor menajere se folosesc in principal metode mecanice bazate pe maruntire care implica diferite tipuri de concasoare si granuloare. [1, 2, 3] In procesul de reciclare, aceasta etapa este urmata de mai multe etape de separare a materialelor. Printre cele mai utilizate metode de separare se numara separarea magnetica, separarea cu ajutorul curentilor eddy, concentrarea gravitacionala, selectarea manuala si sortarea cu senzori [3]. Acestea sunt considerate metode clasice de separare, in categoria metodelor noi fiind incluse descompunerea criogenica [4], separarea electrostatica prin efect corona [5] si separarea cu ajutorul microundelor [5]. Cele mai folosite metode pentru fragmentarea rocilor in domeniul minier sunt metodele mecanice de maruntire si dinamitarea [7]. O alta metoda care se preteaza atat la fragmentarea DEEE si a zgurii rezultate in urma arderii deseurilor menajere cat si a rocilor pentru eliberarea mineralelor este dezintegrarea cu impulsuri electrice de inalta tensiune/mare putere cu cele doua variante ale sale ED – dezintegrarea electrica si EHD – dezintegrarea electrohidraulica [8, 9]. Insa nici una din cele doua variante nu asigura o fragmentare selectiva. O optiune mai noua, ecologica si mai eficienta, pentru fragmentarea rocilor in acest domeniu este in prezent studiat si se refera la folosirea unor agenti de demolare chimica surda (Soundless Chemical Demolition Agents – SCDA), cunoscuti si ca agenti de demolare expansivi, beton expansiv sau agenti de demolare neexplozivi [7].

Dezavantajele solutiilor cunoscute sunt urmatoarele:

- sunt consumatoare de energie si manopera;
- au impact negativ asupra mediului prin emisii toxice (gaze, lichide, pulberi);
- sunt consumatoare de timp;
- au eficienta (productivitate) scazuta.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unei instalatii pentru reciclarea deseurilor prin fragmentare selectiva cu impulsuri repetitive de inalta tensiune care, datorita constructiei speciale ce consta dintr-un generator de impuls de tensiune de tip Marx cu eclatoare dublu comandate (electric si pneumatic) si un vas tehnologic din poliamida cu vizoare si cu electrod metalic reglabil plasate pe o platforma mobila, este capabila sa furnizeze la iesire impulsuri repetitive de inalta tensiune in vederea fragmentarii selective a materialelor compozite/conglomeratelor cu diverse dimensiuni (datorita electrodului reglabil), chiar in locatii greu accesibile (datorita platformei mobile).

Instalatia pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca este alcatuita dintr-un generator de tip Marx cu o constructie robusta, cu eclatoare dublu comandate (electric si

pneumatic), capabil sa furnizeze impulsuri repetitive de inalta tensiune cu o frecventa de repetitie a impulsurilor cuprinsa intre 1 – 10 Hz, cu un timp de crestere a impulsului sub 300 ns (esential pentru ca fragmentarea sa fie selectiva), tensiune maxima (de varf) a impulsului de 200 – 300 kV, si un vas tehnologic din poliamida cu vizoare inchis ermetic prin intermediul unui capac, care permite procesarea deseurilor solide, constituit dintr-un electrod central reglabil cu rol de catod metalic reglabil, deplasat cu ajutorul mecanismului de actionare, vatra, o placa metalica cu rol de anod, o baie de lichid cu apa deionizata, sau nu, ulei si proba de fragmentat formata din deseuri.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- consum redus de energie si manopera;
- implica un proces curat, fara emisii toxice;
- asigura o dezasamblare rapida a probelor de procesat;
- eficienta ridicata.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu figurile 1, 2, 3 si 4, care reprezinta:

Fig. 1 – Schema bloc a instalatiei, conform inventiei;

Fig. 2 – Schema electrica de principiu a generatorului de impulsuri repetabile de inalta tensiune, de tip Marx, cu 4 etaje;

Fig. 3a – Rata de repetitie a impulsurilor de inalta tensiune obtinute experimental;

Fig. 3b – Forma impulsurilor de inalta tensiune obtinute experimental;

Fig. 4a – Schita vasului tehnologic conform inventiei;

Fig. 4b – Foto – vas tehnologic.

Instalatia pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune, conform inventiei, este alcatuita din:

- Sursa de inalta tensiune si mare putere ce asigura incarcarea condensatorilor;
- Generator de impulsuri repetitive de inalta tensiune cu timp de crestere corespunzator;
- Instalatia pentru comanda electrica/pneumatica eclatoarelor;
- Vasul tehnologic (recipientul de procesare) cu electrod reglabil.

Sursa de inalta tensiune furnizeaza la iesire o tensiune continua de 50 kV si este alcatuita dintr-un transformator ridicator de inalta tensiune si un dispozitiv de redresare a curentului.

Generatorul de impulsuri repetitive de inalta tensiune (Fig. 2) este de tip Marx, cu patru etaje si are drept componente principale condensatorii de stocare a energiei, rezistentele (de incarcare, de front si de spate) si eclatoarele, in conformitate cu elementele de calcul prezentate in continuare [10, 11]. Principiul fundamental al acestui generator consta in incarcarea unor condensatori in paralel si apoi comutarea lor in configuratie serie pentru descarcare. Astfel tensiunea de iesire devine tensiunea de incarcare inmultita cu numarul de etaje.

Datorita lantului de rezistori de incarcare, fiecare condensator dintr-o configuratie Marx este incarcat cu o rata/viteza diferita. O expresie aproximativa a constantei de timp, de incarcare, a condensatorului n este:

$$\tau_n = R_L C_0 n^2 \quad (1)$$

Pentru calculul timpului de incarcare se pleaca de la ecuatia:

$$u_c = u_s \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \rightarrow \ln \left(\frac{u_s - u_c}{u_s} \right) = -\frac{t}{RC} \quad (2)$$

unde u_c este tensiunea pe condensator iar u_s este tensiunea furnizata de sursa de inalta tensiune.

Pentru o incarcare a condensatorului de 90% relativ la tensiunea sursei de c.c. de inalta tensiune, valoarea logaritmului din ecuatia (2) este de 2.3 si de 4.6 pentru un procentaj de 99%. Prin urmare, se poate scrie:

$$(2 \div 4)RC = t \quad (3)$$

Considerand o valoare de 20 k Ω pentru rezistentele de incarcare (valoare uzuala) si o capacitate a condensatorilor de 100 nF, se obtine, pentru un nivel de incarcare de peste 90%:

$$t = 4 \cdot 20 \text{ k}\Omega \cdot 100 \text{ nF} = 4 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9} = 8000 \mu\text{s} = 8 \text{ ms}$$

Tinand seama de relatia (1), caracteristica generatorului de tip Marx, se poate aproxima un timp maxim de incarcare de 8 ms \cdot 16 = 128 ms. In cazul in care se doreste o frecventa mai mare de repetitie a impulsurilor, se poate mica valoarea rezistentelor de incarcare.

Timpul de descarcare determina parametrul cel mai important al generatorului si anume timpul de crestere al impulsului de inalta tensiune care, pentru ca fragmentarea sa fie selectiva, trebuie sa fie mai mic decat 300 ns. Parametrii echivalenti ai generatorului Marx (rezistenta de front, R_f^* , rezistenta de spate, R_t^* , capacitatea condensatorilor C_n^*) se calculeaza cu relatiile:

$$R_f^* = nR_f, R_t^* = nR_t, C_n^* = nC_n \quad (4)$$

Insa factorii n si $1/n$ se simplifica reciproc si timpul de descarcare, dat de rezistenta de front, ramane $t = 2R_fC$. In cazul rezistentelor de front de 1 Ω , se obtine $t = 2 \cdot 1 \cdot 100 \text{ nF} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ s} \approx 200 \text{ ns}$. [10, 11] Bineinteles, in practica intervin si inductivitatile circuitului care limiteaza viteza de crestere a curentului.

O astfel de configuratie a fost testata experimental iar in Fig. 3 se prezinta forma impulsurilor de inalta tensiune obtinute cu o rata de repetitie de aproximativ 10 Hz.

Instalatia pneumatica pentru comanda eclatoarelor este alcatuita dintr-un compresor (presiune intre 2.8 si 4.1 Bar, debit 40 litri/min.), o capcana (filtru) de umiditate si circuitul de conducte care alimenteaza eclatoarele cu aer comprimat, uscat. Comanda electrica se face prin aplicarea unei tensiuni pe electrozii centrali ai eclatoarelor care determina o ionizare suficienta a spatiului dintre electrozi incat sa activeze trecerea energiei acumulata in condensatorii din circuit prin spatiul dintre electrozi.

Vasul tehnologic (Fig. 4) este realizat din vasul (1) cu vizoare, din poliamida, capacul (2) pentru inchidere ermetica, mecanismul de actionare (3), electrodul central (4) cu rol catod metalic reglabil, folosit pentru aplicarea impulsurilor pe proba. Acest electrod central (4) este deplasat cu ajutorul mecanismului de actionare (3) atasat, astfel incat sa se ajusteze pentru diferitele dimensiuni ale probelor. Vasul tehnologic mai contine vatra (5), o placa metalica cu rol de anod, o baie de lichid (6), apa deionizata, sau nu, ulei si proba de fragmentat (7) constituita din deseuri.

Instalatia pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune, conform inventiei, functioneaza in modul urmat:

- Se plaseaza proba de fragmentat (7) in vasul tehnologic intr-o baie de lichid (6) (apa deionizata sau nu, ulei) apoi se monteaza capacul (2) al vasului tehnologic pentru o inchidere etansa;
- Folosind mecanismul de actionare (3) prevazut, se coboara electrodul central (4) (catodul metalic reglabil) astfel incat distanta dintre varful acestuia si proba (7) sa fie

de 2 – 5 mm.

- Se porneste sursa de inalta tensiune pentru incarcarea condensatorilor;
- Se conecteaza iesirea sursei de inalta tensiune la intrarea generatorului de impulsuri repetitive de inalta tensiune prin actionarea comutatorului K_1 ;
- Se amorseaza eclatoarele cu ajutorul sistemului de comanda electric/hidraulic;
- La finalul procesului de fragmentare, se deconecteaza sursa de inalta tensiune (folosind comutatorul K_1) si se pune la masa iesirea generatorului de impulsuri repetitive de inalta tensiune folosind comutatorul K_2 .

Caracteristicile instalatiei:

Principalii parametri ai instalatiei pentru reciclarea deseurilor prin fragmentare selectiva cu impulsuri electrice repetitive de inalta tensiune sunt:

- tensiunea maxima (de varf) a impulsului: 200 kV – 300 kV;
- frecventa de repetitie a impulsurilor: 1 Hz – 10 Hz;
- timpul de crestere a impulsului (rise time): 200 - 300 ns;
- volumul maxim de material procesat: aproximativ 1 dm³.

Bibliografie

- [1] Jakub Szałatkiewicz, "Robotic disassembly of the waste of electrical and electronic equipment (WEEE), based on the criteria of identification and analysis of waste characteristics, presented on the example of computer hard disk drives", 8th International Conference on Product Lifecycle Management, Eindhoven, Olanda, 2011.
- [2] Paul T. Mativenga, Norshah A. Shuaib, Jack Howarth, Fadri Pestalozzi, Jörg Woidasky, "High voltage fragmentation and mechanical recycling of glass fibre thermoset composite", CIRP Annals-Manufacturing Technology, vol. 65, 2016, pp. 45-48.
- [3] Rainer Bunge, "Recovery of Metals from Waste Incinerator Bottom Ash", Institut für Umwelt und Verfahrenstechnik UMTEC, Hochschule für Technik Rapperswil, Switzerland, 2015, <http://www.umtec.ch/>.
- [4] C. Yuan, H.C. Zhang, G. McKenna, C. Korzeniewski, J. Li, "Experimental Studies on Cryogenic Recycling of Printed Circuit Board", Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2007, vol. 34, pp. 657-666.
- [5] Jia Li, Hongzhou Lu, Jie Guo, Zhenming Xu, Yaohe Zhou, "Recycle Technology for Recovering Resources and Products from Waste Printed Circuit Boards", Environ. Sci. Technol. 2007, vol. 41, pp. 1995-2000.
- [6] Yolanda Fernández, Ana Arenillas, J. Ángel Menéndez, "Microwave Heating Applied to Pyrolysis", Advances in Induction and Microwave Heating of Mineral and Organic Materials, InTech, 2011, <http://cdn.intechweb.org/pdfs/13466.pdf>.
- [7] Radhika Vidanage De Silva, Ranjith Pathegama Gamage, Mandadige Samintha, Anne Perera, "An Alternative to Conventional Rock Fragmentation Methods Using SCDA: A Review", Energies 2016, vol. 9, p. 958-988. www.mdpi.com/journal/energies.
- [8] Bluhm H., Frey W., Giese H., Hoppé P., Schultheiss C., Strässner, "Application of Pulsed HV Discharges to R. Material Fragmentation and Recycling", IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation 2000, vol. 7, no. 5, pp. 625-636.
- [9] Toyohisa Fujita, Isao Yoshimi, Atsushi Shibayama, Toshio Miyazaki, Keisuke Abe, Masashi Sato, Wan Tai Yen, Jan Svoboda, "Crushing and Liberation of Materials by Electrical Disintegration", The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection 2001, vol. 1, no.2, pp. 113-122.
- [10] Marx E., "Verfahren zur Schlagprüfung von Isolatoren und anderen elektrischen Vorrichtungen", German Patent 455933, 1923.
- [11] Marx E., "Versuche über die Prüfung von Isolatoren mit Spannungstößen", Elektrotech. Z., 1924, vol. 25, pp. 625-654.

Revendicare

Instalatia pentru reciclarea deseurilor prin impulsuri electrice de inalta tensiune caracterizata prin aceea ca, este alcatuita dintr-un generator de tip Marx cu o constructie robusta, cu eclatoare dublu comandate (electric si pneumatic), capabil sa furnizeze impulsuri repetitive de inalta tensiune cu o frecventa de repetitie a impulsurilor cuprinsa intre 1 – 10 Hz, cu un timp de crestere a impulsului sub 300 ns (esential pentru ca fragmentarea sa fie selectiva), tensiune maxima (de varf) a impulsului de 200 – 300 kV, si un vas tehnologic din poliamida cu vizoare inchis ermetic prin intermediul capacului (2), care permite procesarea deseurilor solide, constituit dintr-un electrod central reglabil (4) cu rol de catod metalic reglabil, deplasat cu ajutorul mecanismului de actionare (3), vatra (5), o placa metalica cu rol de anod, o baie de lichid (6) cu apa deionizata, sau nu, ulei si proba de fragmentat (7) formata din deseuri.

22

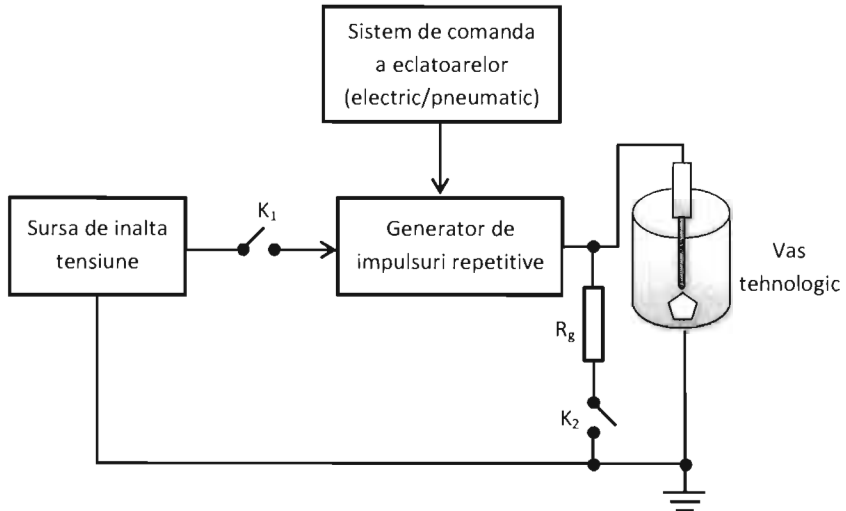


Figura 1

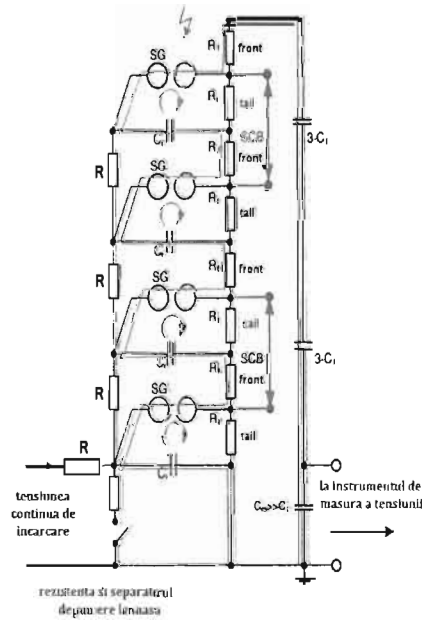


Figura 2

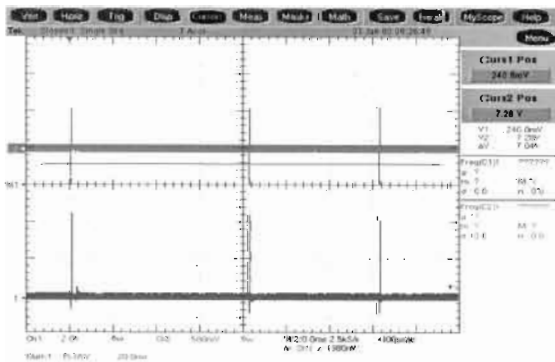


Figura 3a

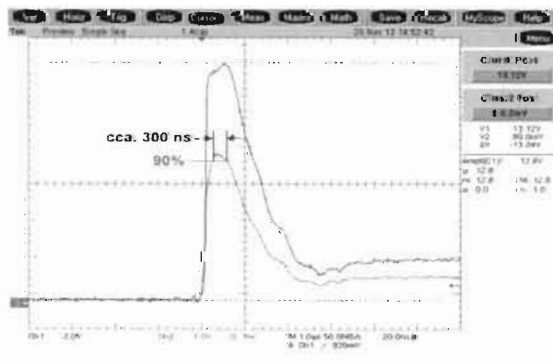


Figura 3b

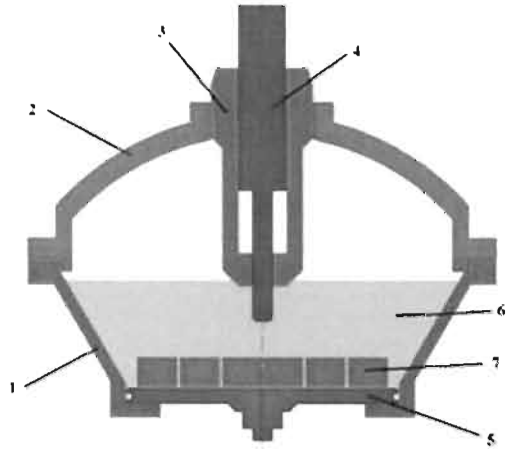


Figura 4a

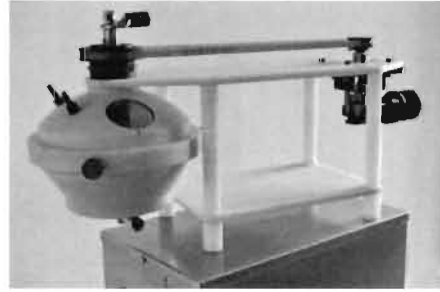


Figura 4b