



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00812**

(22) Data de depozit: **17/10/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/07/2023** BOPI nr. **7/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2020 BOPI nr. **6/2020**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
GEOLOGIE ȘI GEOECOLOGIE MARINĂ
GeoEcoMar, STR.DIMITRIE ONCIUL
NR.23-25, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **POJAR IULIAN, STR.VERONICA MICLE,
NR.13, BL.18, AP.11, SUCEAVA, SV, RO;**
• **JURCA IOAN, ALEEA ISTRU NR. 2B,
BL. A14C, SC. 6, ET. 3, AP. 86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
DE 19648373 C1; US 4252631 A

(54) **SEPARATOR ELECTROSTATIC PENTRU MICROPLASTICE**



1 Invenția se referă la un separator electrostatic pentru particule microplastice, cu
scopul colectării acestora dintr-o probă de sediment uscat, cu posibilitatea recuperării con-
3 centratului de particule microplastice, în vederea determinării nivelului de poluare a
sedimentelor din diferite medii naturale.

5 Particulele microplastice sunt reprezentate de substanțe petroliere solide, de mărimi
cuprinse între 1 micron și 5 mm. Abundența particulelor microplastice ca formă de poluare
7 în medii naturale (acvatice și terestre) este în continuă creștere datorită producției masive
de mase plastice (producția mondială de plastice în 1950 era de 1,5 megatone, ajungând în
9 anul 2015 la 322 megatone), aceasta fiind o consecință a cererii din ce în ce mai mare a
plasticului la nivel global. În momentul de față, întregul mapamond este afectat de astfel de
11 poluare cu substanțe solide provenite din hidrocarburi (plastice), în același timp având de
suferit întregul lanț trofic (de la nevertebrate până la vârful lanțului trofic - omul).

13 Sunt cunoscute diverse tipuri de separatoare electrostatice pentru particule micro-
plastice care sunt constituite dintr-o unitate care transportă sedimentul și un echipament
15 electric care generează o tensiune înaltă continuă (HV DC) de ordinul 5-20 kV care, printr-o
descărcare de tip corona realizează atât electrizarea particulelor de microplastice, cât și a
17 sedimentului. Câmpul electrostatic generat poate fi reglat prin setarea valorii tensiunii înalte
și, prin modificarea distanței dintre electrozi și tamburul care transportă amestecul de
19 sediment și microplastice.

21 Brevetul german **DE 19648373 C1**, prezintă o instalație clasică de separare a
particulelor microplastice.

23 O instalație clasică de separare a particulelor microplastice cuprinde o parte elec-
tronică, care are atașat un tablou de comandă, prin care se reglează tensiunea de alimentare
a electrozilor, amplitudinea și frecvența vibrației unei platforme ce transportă proba către
25 tambur și viteza de rotație a tamburului. Instalația mai cuprinde și o parte mecanică care
constă într-o pâlnie de încărcare a probei (amestec sediment - particule microplastice),
27 platforma vibrantă, tamburul de transport spre zona în care există câmpul electrostatic de
electrizare, care este generat de niște electrozi cu vârful ascuțit confecționați din inox și trei
29 tăvi de colectare a sedimentului și a amestecului sediment - particule microplastice. Pentru
îndepărtarea particulelor rămase atașate tamburului, instalația are atașată o placă de cupru
31 care vine în contact cu tamburul. Pentru o separare completă a particulelor microplastice din
materialul prelevat din a doua și a treia tavă este necesară o etapă de laborator ce cuprinde
33 o metodă de tratare a sedimentului cu un acid/bază puternică care ar dizolva carbonații și
materia organică. O a doua etapă care are rolul de a finaliza discriminarea particulelor micro-
35 plastice de sedimentul rămas, constă printr-o separare gravitațională folosind un lichid de
densitate ridicată (cel puțin $1,6 \text{ g/cm}^3$ - media densității specifice a polimerilor plastici).

37 Proba introdusă în pâlnie ajunge, distribuită în mod uniform printr-o mișcare vibra-
torie, pe tamburul rotitor, unde este electrizată printr-o descărcare de tip corona, de către
39 câmpul electrostatic generat de electrozii de inox. După electrizare, o parte din probă (sedi-
mentul) cade sub efectul gravitațional într-una dintre tăvi, o a doua parte din probă (amestec
41 sediment - particule microplastice) cade într-o a doua tavă, iar ultima fracție din probă
(amestec sediment - particule microplastice, majoritar în microplastice), ce necesită desprin-
43 dere de pe tambur cu placa de cupru, este colectată în cea de-a treia tavă.

45 Sedimentele frecvent întâlnite în probele de interes sunt constituite din minerale
argiloase și siliciclastice (majoritar), fracții fin-medii calcaroase (cochilii) și fragmente și
resturi vegetale.

Dezavantajele acestor echipamente constau în aceea că pentru o separare completă a particulelor de microplastice este necesară o repetare a întregii operațiuni de câteva ori, care are ca urmare o eficiență scăzută a întregului proces. Echipamentele actuale necesită o alimentare cu energie electrică de la priză (220 V AC, 50 Hz), ele neavând posibilitatea de a fi folosite în campaniile de teren. Datorită faptului că lucrările se execută într-un laborator, există riscul major a contaminării probelor în tot timpul de la prelevarea probelor până în momentul supunerii operațiunii de separare a particulelor de microplastice.	1 3 5 7
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în prelevarea sedimentelor pe teren și în situ, eliminându-se pericolul de contaminare, prin operațiunea de separare a particulelor de microplastice.	9
Separatorul electrostatic pentru microplastice înlătură dezavantajele menționate anterior prin aceea că, are în componență un cilindru de separare, în care sunt montate două platforme detașabile, cu rolul de producere a fenomenului de inducție electrostatică, pe platforma superioară este dispus un suport pentru electrozii conectați la borna plus a generatorului de înaltă tensiune și platforma inferioară, care servește drept suport pentru proba constituită de amestecul sediment - particule de microplastice, conectată la borna minus, cilindrul se rotește cu 90° și cu o tijă care prin mișcare oscilatorie, eliberează doar sedimentul printr-o fantă, o tavă recuperează particulele de microplastice, fiind electrizate și rămân atașate de platforma, cilindrul este readus în poziția inițială și platforma se rotește cu 180°, bornele cilindrului, se conectează la bornele de curent alternativ ale generatorului de înaltă tensiune, astfel realizându-se pierderea stării de electrizare a particulelor de microplastice, care, sub acțiunea gravitației, se vor desprinde de platforma și vor fi colectate într-o altă tava, dispusă la baza cilindrului.	11 13 15 17 19 21 23
Generatorul de tensiune înaltă de curent continuu este alcătuit dintr-un convertor de tensiune curent continuu - curent continuu, alimentat de la o sursă de 12 V (acumulator), un transformator ridicător de tensiune și un multiplicator de înaltă tensiune de tipul diode - condensatori.	25 27
Acest generator de tensiune înaltă de curent continuu mai are prevăzute două borne la care este disponibilă tensiune înaltă de curent continuu (HV DC). Mai există două borne la care este disponibilă tensiunea înaltă de curent alternativ (HV AC).	29
Convertorul de tensiune curent continuu - curent continuu, alimentat de la 12 V, este de tipul contra timp, având un circuit integrat care generează impulsuri de comandă cu frecvență de 50 kHz, în antifază, care sunt trimise unei perechi de tranzistoare de putere (MOSFET), care sunt în legătură cu un transformator toroidal din ferită, care realizează în înfășurarea secundară o tensiune alternativă de 250 V curent alternativ. Această tensiune este preluată de un transformator care produce în înfășurarea secundară o tensiune alternativă cu amplitudinea de 750 V. Multiplicatorul de înaltă tensiune de tip diode - condensatori (Cockroft Walton) este compus din două unități, înseriate, care generează fiecare o tensiune de 9 KV. Tensiunea rezultată de 18 KV este aplicată prin intermediul unor rezistoare pentru limitarea curentului, la bornele cilindrului.	31 33 35 37 39
Separator conform invenției funcționează cu un generator de tensiune reglabil de înaltă tensiune (10-18 kV) acesta fiind alimentat de la o baterie de 12 V, oferind portabilitate acestui echipament	41 43
Separatorul electrostatic pentru microplastice, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:	45
- având o alimentare la acumulator, separatorul este portabil, analizele privind conținutul de particule microplastice se pot efectua în condiții de teren, la locul prelevării probei;	47

RO 134207 B1

1 - măsurătorile făcându-se *in situ* se evită în acest fel contaminarea probelor datorită
prelevării acestora în diferite tipuri de recipiente, în timpul transportului sau în timpul
3 manevrării probelor în laborator;

- procesul de separare nu presupune utilizarea substanțelor chimice folosite ca
5 completare la alte echipamente de separare, fapt ce conduce la o deteriorare a particulelor
de microplastice, astfel rezultatele fiind oarecum eronate;

7 - prin această metodă uscată de separare a particulelor microplastice se pot realiza
analize ulterioare a compușilor poluanți absorbiți de polimerii din care sunt confecționate
9 particulele microplastice. Aceste studii nu pot fi realizate dacă separarea presupune
utilizarea de soluții chimice;

11 - durata de timp totală din momentul prelevării probelor până la obținerea rezultatelor
se reduce simțitor, în felul acesta crescând eficiența folosirii timpului acordat analizelor;

13 - gabaritul și masa reduse în raport cu echipamentele similare aduc un plus de
mobilitate a separatorului propus;

15 - nivelul ridicat de discriminare a microplasticelor în raport cu sedimentul asociat, fac
din separatorul prezentat un echipament extrem de util în activitatea de cercetare din
17 domeniul eco-toxicologiei.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...3 care
19 reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a separatorului electrostatic pentru microplastice conform
21 invenției;

- fig. 2, structura cilindrului de separare a particulelor microplastice

23 - fig. 3, schema electrică de principiu a generatorului de înaltă tensiune.

În fig. 1 este prezentată schema bloc a separatorului electrostatic pentru microplas-
25 tice, care cuprinde generatorul de înaltă tensiune **A**, cilindrul de separare **B** și sursa de
alimentare cu energie electrică, un acumulator de 12 V **C**.

27 În fig. 2 este prezentat cilindrul de separare **B**.

Cilindrul **B** este confecționat din sticlă borosilicat cu grosimea de 3,5 mm, având
29 diametrul de 120 mm și o înălțime de 250 mm și are prevăzută o joncțiune între două părți
detașabile pentru a permite introducerea probei. Zona de suprapuneri a celor două părți
31 sticlă are suprafața mată pentru a realiza o bună etanșare. Cilindrul **B** are prevăzut o fantă
laterală **11** în vederea eliminării sedimentului după etapa polarizării acestuia prin fenomenul
33 de inducție electrostatică.

În cilindrul de de separare **B**, în apropierea electrozilor **7** se află o platformă **4** reali-
35 zată din tablă de cupru cu grosimea de 1 mm, având formă de disc circular, care are posi-
bilitatea de a fi rotită la 180° în raport cu poziția inițială, și care este conectată la borna minus
37 a generatorului de înaltă tensiune **A**.

În interiorul cilindrului de separare se găsește și o tijă din inox **8**, care are posibilitatea
39 de a fi mișcată între electrozii **7** și platforma **4**.

Cilindrul **B** are asociate un număr de două tăvi **9** și **10**. Tava **9** este atașată în partea
41 de jos, din interiorul cilindrului **B** și servește la colectarea particulelor microplastice. Tava de
colectare **10** se află în exteriorul cilindrului **B**, în dreptul fantei **11** și servește la colectarea
43 sedimentului.

În fig. 3 este reprezentată schema de principiu a generatorului de înaltă tensiune.
45 Acest generator este alcătuit dintr-un convertor de curent continuu - curent continuu (DC-
DC), construit în jurul controlerului SG3524, care este un circuit integrat specializat pentru

surse de tensiune în comutație stabilizate, prin modulația în durată a impulsurilor (PWM). În schema prezentată, circuitul integrat furnizează o serie de impulsuri în contratimp (defazate cu 180°) care comandă o pereche de tranzistoare MOSFET. 1 3

Cele două tranzistoare comută fluxul magnetic cu o frecvență de 50 KHz în ambele sensuri prin miezul magnetic al transformatorului TR1. Acesta este constituit dintr-un toroid realizat din ferită de înaltă frecvență cu un ciclu histerezis dreptunghiular, care permite o comutație a fluxului magnetic cu pierderi mici. Astfel se asigură un randament ridicat al transformării tensiunii continue de la acumulatorul de 12 V, într-o tensiune alternativă cu o amplitudine de 250 V, la o frecvență de 50 KHz. 5 7 9

Această tensiune electrică alternativă, este preluată de un transformator de înaltă tensiune TR2, care crește amplitudinea până la o valoare de 750 V. În continuare, această tensiune electrică de curent alternativ este introdusă în două multiplicatoare de tensiune care transformă tensiunea alternativă (AC) în tensiune continuă (DC) și, de asemenea, ridică valoarea tensiunii la câte 9 KV fiecare. Cele două multiplicatoare de tensiune sunt înseriate astfel încât, în final, se obține o tensiune continuă (DC) de 18 KV, la un curent de câțiva zeci de microamperi. 11 13 15

Separatorul electrostatic pentru microplastice, conform invenției, este alcătuit dintr-un un generator **A** de tensiune înaltă, prezentat în cele de mai sus, care se cuplează cu cilindrul de separare **B**, pentru obținerea electrizării amestecului sediment - microplastice prin intermediul câmpului electrostatic de înaltă intensitate. Acest câmp electrostatic este produs de electrozii **7** montați pe o platformă **6** reprezentată de niște conductori de cupru, cu diametrul de 2 mm, având vârful ascuțit, care sunt conectați la borna **12** plus a generatorului de înaltă tensiune **A**. 17 19 21 23

Funcționarea separatorul electrostatic pentru microplastice, se bazează pe fenomenul de electrizare a sedimentului și a particulelor microplastice prin intermediul unui câmp electrostatic intens produs de către niște electrozi conectați la un generator de înaltă tensiune de curent continuu (5-20 KV DC). Pentru a obține acest lucru se realizează prin conectarea bornelor **2** și **3** al cilindrului **B**, la bornele **12** și **13** al generatorului de înaltă tensiune **A**. Bornele **2** și **3** sunt în legătură cu platformele **6** și, respectiv, **4** din interiorul cilindrului **B**. 25 27 29

Proba pentru analiză este introdusă în cilindrul de separare **B**, aflat inițial în poziție verticală având electrozii orientați cu vârful înspre suport (în jos), prin detașarea capacului acestuia, și așezată pe platforma **4**. Apoi, capacul este așezat în poziție inițială. Cilindrul de separare este conectat la generatorul de înaltă tensiune **A**. Între electrozii **7** și platforma **4** este generat un câmp electrostatic de înaltă intensitate, se produce o descărcare de tip corona, care polarizează proba din punct de vedere electric (fenomen de electrizare). Datorită acestui proces de electrizare a amestecului sediment - microplastice, acesta din urmă se va fixa de platforma **4**. 31 33 35 37

Următoarea fază a procesului de separare constă în rotirea cilindrului **B** cu 90° și deschiderea fantei de evacuare **11**. Pentru declanșarea procesului de eliberare a sedimentului de pe platforma **4** se introduce tija **8** și se execută cu aceasta o mișcare oscilatorie în plan vertical, între platforma **4** și electrozii **7** atașați de platforma **6**. În acest mod are loc printr-un fenomen de inducție electrostatică, desprinderea sedimentului de pe platforma **4**. Această fază a procesului de separare a sedimentului nu afectează particulele de microplastice, întrucât acestea rămân în continuare atașate de platforma **4** datorită proprietăților electrice diferite ale materialului plastic în raport cu sedimentul. Sedimentul eliberat prin fanta **11** este recuperat în tava **10** atașată în exteriorul cilindrului **B**, pe suportul **1** al acestuia. 39 41 43 45

RO 134207 B1

1 Ultima etapă a procesului de separare, este reprezentată de readucerea cilindrului
2 **B** în poziție inițială (verticală), iar platforma **4** se rotește cu 180° . Prin conectarea bornelor
3 **2** și **3** ale cilindrului **B**, la bornele **14** și **15** de curent alternativ ale generatorului **A** de înaltă
4 tensiune, se realizează pierderea stării de electrizare a particulelor microplastice. Acestea,
5 nemaifiind electrizate, sub acțiunea gravitației, se vor desprinde de pe platforma **4** și vor fi
6 colectate în tava **9**, aflată la baza cilindrului **B**.

7

- | | |
|---|--|
| | 1 |
| 1. Separator electrostatic pentru microplastice, compus dintr-un generator de tensiune DC reglabil de înaltă tensiune (10-18 kV), caracterizat prin aceea că mai este alcătuit dintr-un cilindru (B) de separare, în care sunt montate două platforme (4) și (6) detașabile, cu rolul de producere a fenomenului de inducție electrostatică, pe platforma (6) superioară fiind dispus un suport pentru electrozii (7) conectați la borna (12) plus a generatorului de înaltă tensiune și o platformă (4) inferioară, care servește drept suport pentru proba constituită de amestecul sediment - particule de microplastice, conectată la borna (13) minus, prin rotirea cilindrului (B) cu 90° și prin mișcarea oscilatorie a tijei (8), se eliberează doar sedimentul prin fanta (11) și este colectat într-o tava (10), în timp ce particulele de microplastice, fiind electrizate, rămân atașate de platforma (4), cilindrul (B) deja menționat este readus în poziția inițială și platforma (4) se rotește cu 180°, iar prin conectarea bornelor (2) și (3) ale cilindrului (B), la bornele (14) și (15) de curent alternativ ale generatorului (A) de înaltă tensiune, se realizează pierderea stării de electrizare a particulelor de microplastice, care, sub acțiunea gravitației, se vor desprinde de platforma (4) și vor fi colectate în tava (9), dispusă la baza cilindrului (B). | 3
5
7
9
11
13
15
17 |
| 2. Separator conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că , generatorul de tensiune DC reglabil de înaltă tensiune (10-18 kV) ce asigură funcționarea separatorului fiind alimentat de la o baterie de 12 V, oferind portabilitate acestui echipament. | 19 |

(51) Int.Cl.
B03C 11/00 (2006.01),
B03C 7/12 (2006.01)

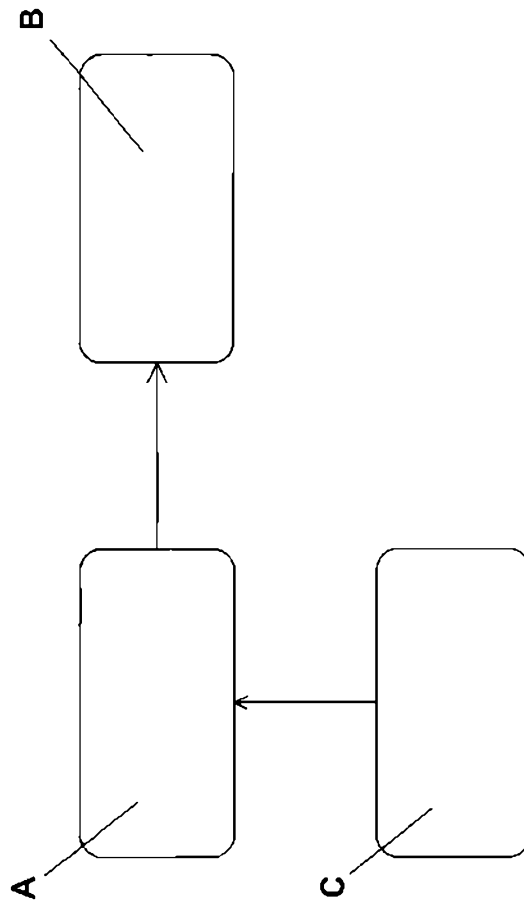


Fig. 1

(51) Int.Cl.

B03C 11/00 (2006.01),

B03C 7/12 (2006.01)

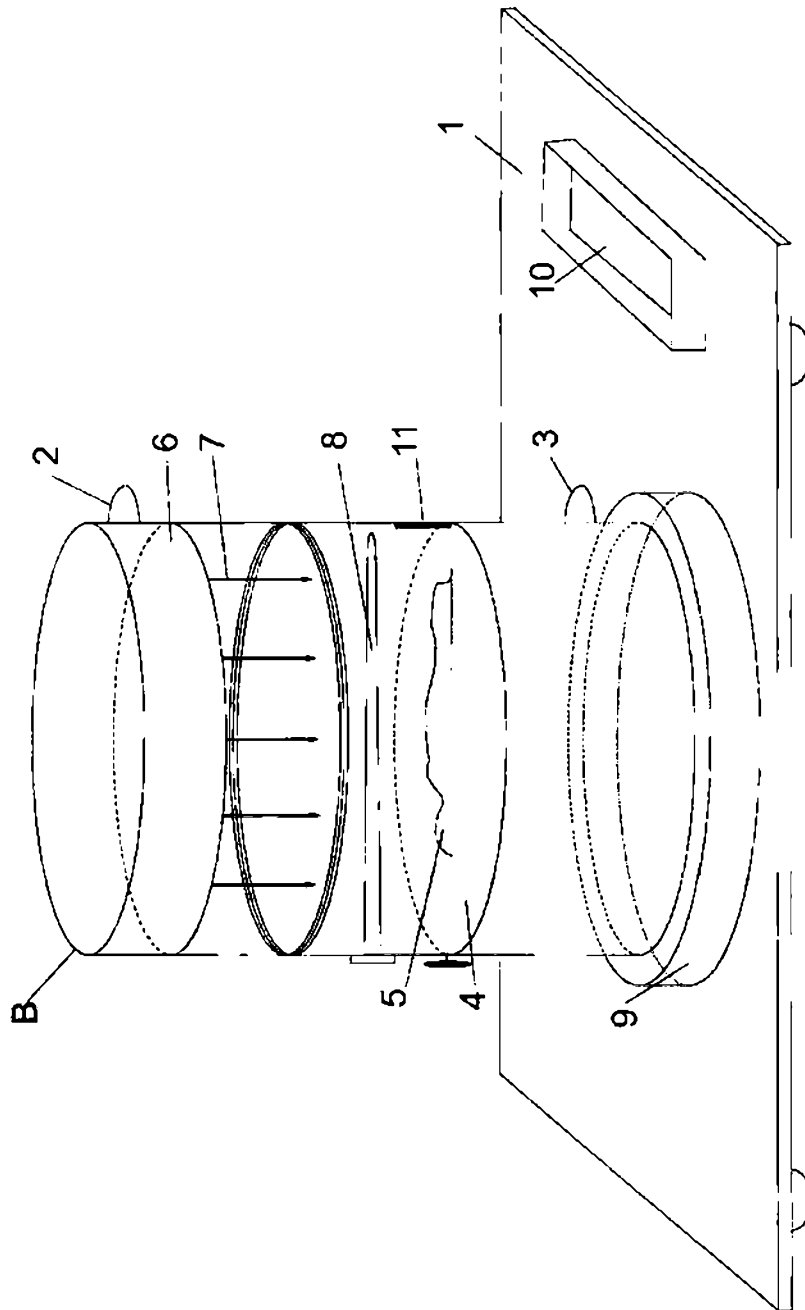


Fig. 2

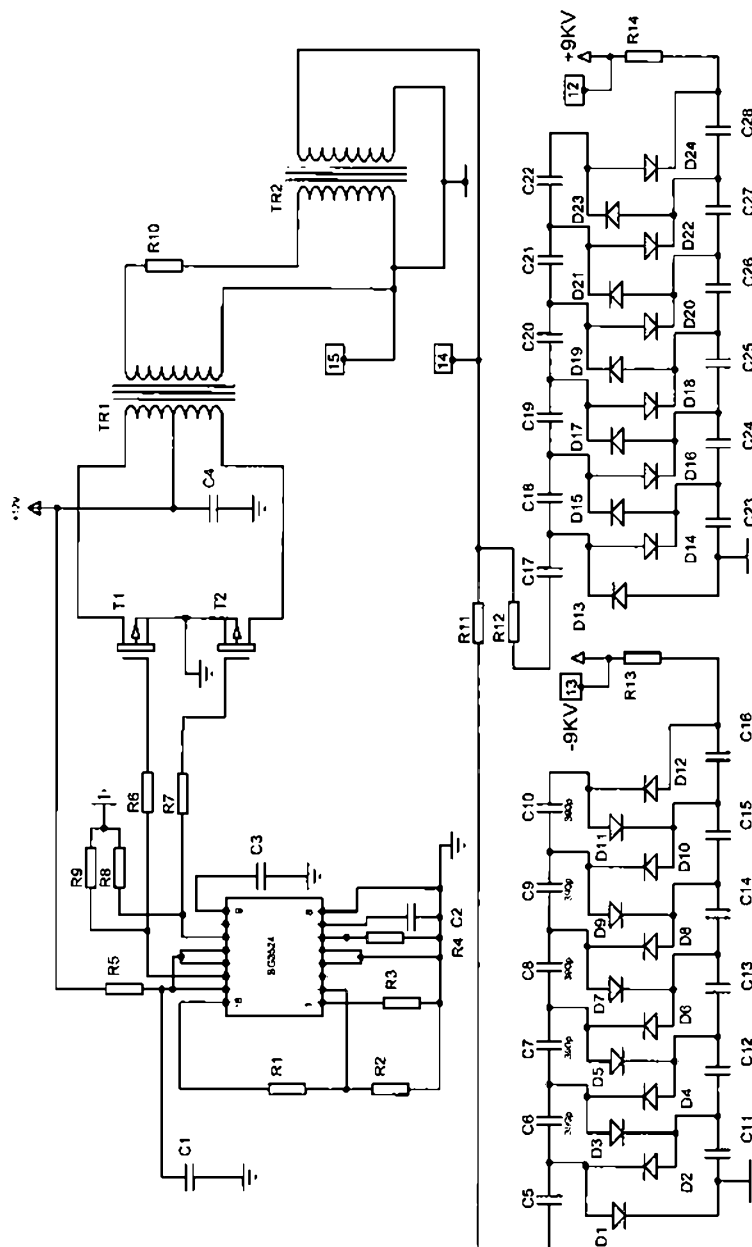


Fig. 3

