



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00552**

(22) Data de depozit: **24/06/2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2017** BOPI nr. **3/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/01/2012** BOPI nr. **1/2012**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"**  
**DIN SUCEAVA, STR.UNIVERSITĂȚII NR.13,**  
**SUCEAVA, SV, RO**

(72) Inventatori:  
• **GUTT SONIA, STR.VICTORIEI**  
**NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;**

• **GUTT GHEORGHE, STR.VICTORIEI**  
**NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;**  
• **GUTT ANDREI, STR.VICTORIEI**  
**NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 122600 B1; RO 125045 A0; US 6977365**

(54) **UNITATE PORTABILĂ PENTRU ANALIZA ȘI  
MONITORIZAREA CALITĂȚII APEI**



# RO 127050 B1

1 Invenția se referă la un unitate portabilă pentru analiza și monitorizarea calității apei,  
destinat determinării *in situ* a concentrației a cinci specii chimice diferite, prezente în resurse  
3 naturale netratate de apă, sau în apa de băut tratată, precum și determinării conductivității și  
turbidității aceluiași probe de apă.

5 La ora actuală, pentru determinarea pe cale fotocolorimetrică a concentrației unor specii  
chimice prezente în apă, a turbidității acestora pe cale fotometrică și conductivității electrolitice  
7 a acestora, sunt folosite trei tehnici și trei aparate diferite, determinările efectuându-se fie în  
paralel, de către trei operatori diferiți, fie succesiv, de un singur operator, dar cu o creștere  
9 corespunzătoare a timpului de analiză.

Pentru analiza *in situ* a concentrației diferitelor specii chimice din apă pe cale foto-  
11 colorimetrică, sunt folosite tehnici și echipamente care apelează la kit-uri chimice cu reactivii  
de colorare predozați și preambalați de producători specializați, pentru fiecare analiză fiind  
13 necesare o succesiune de operații manuale specifice. Dezavantajele legate de tehnicile și  
echipamentele de teren se referă la prețul de cost ridicat al kit-urilor chimice cu reactivi de  
15 culoare, de prețul de cost ridicat al tuburilor de sticlă de unică utilizare, precum și de productivi-  
tatea mică a analizelor cauzată de modul de lucru. Tot pentru analiza fotocolorimetrică a con-  
17 centrației diferitelor specii chimice din apă pe teren mai este cunoscut un fotometru pentru apă  
care înlătură o parte din dezavantajele menționate mai sus, în schimb folosirea lui permite  
19 numai determinarea concentrației speciilor chimice din apă, fără a realiza și determinarea  
turbidității și a conductivității apei.

21 În prezent, determinarea turbidității apei se face numai pe cale fotometrică, iradiind o  
probă de apă fie cu "lumină albă" policromatică (standardul American US EPA 180.1- sursa de  
23 lumină este în acest caz lampa Tungsten (2200-3000 K), metoda fiind recomandată pentru  
determinarea turbidității de valoare redusă, specifică apelor de băut), fie iradiind proba de apă  
25 cu o sursă de radiație de tip LED, în domeniul spectral NIR, la lungimea de undă de 860 nm  
(standardul European ISO 7027:1999, similar cu DIN și EN 27027), metoda din urmă fiind  
27 recomandată analizei turbidimetrice a apelor curgătoare sau a apelor stătătoare de suprafață,  
care, de regulă, prezintă turbidități mai ridicate decât apa potabilă. Dezavantajul tehnicii actuale  
29 este acela că reclamă două aparate fotometrice independente, pentru a acoperi tot domeniul  
de turbiditate.

31 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este determinarea *in situ* a concentrației  
mai multor specii chimice diferite, prezente în tot atâtea probe de apă de analizat, provenite de  
33 la aceeași sursă, din același loc, și recoltate toate în același timp.

Unitatea portabilă pentru analiza și monitorizarea calității apei elimină dezavantajele de mai sus  
35 prin aceea că este alcătuită dintr-un echipament portabil rotativ, format dintr-o placă de bază,  
pe care se găsesc fixate două axe, și de rotație, pe care se găsesc montate două roți dințate  
37 identice, în angrenare reciprocă, fiecare roată continuându-se cu câte o coroană, o coroană  
dispunând de un anumit număr de locașuri cilindrice, de exemplu, șase, în care sunt poziționate  
39 vertical niște tuburi din sticlă în care se găsesc probele de apă pentru analizat, două fotobariere  
și o unitate conductometrică; la rândul ei, a doua coroană dispune de cinci dozatoare speciale,  
41 ce conțin, fiecare, câte un reactiv de culoare specifică unei anumite specii chimice poluante, din  
probele de apă de analizat, prin dozarea acestor reactivi în probele de apă rezultând colorarea  
43 acestora, intensitatea culorii, măsurată spectrofotometric, fiind proporțională cu concentrația  
speciilor chimice din apa analizată.

45 Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

47 - se determină concomitent, rapid și *in situ*, cu un singur aparat, fără manipulări supli-  
mentare, concentrația unor specii chimice din apă, turbiditatea apei și conductivitatea acestora;

# RO 127050 B1

- se simplifică forma constructivă a aparatului prin folosirea unei singure unități electronice compacte, în loc de patru unități electronice;	1
- crește mult productivitatea analizei apei pe teren, deoarece operațiile sunt concomitente și cu secvențiere rapidă;	3
- se elimină kit-urile chimice și tuburile de sticlă de unică utilizare;	5
- prețul unei analize de apă realizată <i>in situ</i> scade mult față de metoda clasică.	
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, ce reprezintă:	7
- fig. 1, vederea din față a unității portabile, conform invenției;	9
- fig. 2, vederea de sus a unității portabile, conform invenției;	
- fig. 3, secțiune printr-un sistem de dozare;	11
- fig. 4, schema de principiu a a unității portabile, conform invenției.	
Măsurarea conductivității resurselor naturale de apă, dar și a celor potabile tratate este prima operație în analitica instrumentală a apei. Valoarea conductivității apei, comparată cu măsurători anterioare ale aceleiași resurse de apă, sau cu valori recomandate de norme, indică, în cazul unor diferențe între valorile măsurate și cele cunoscute sau cele prescrise, nivelul global de poluare anorganică a acesteia. Uzual, conductivitatea apei se măsoară cu ajutorul conductometrelor electrolitice care sunt, în principiu, niște ohm-metre electronice, care au în compunere o sondă mobilă ce dispune de doi electrozi plani de platină, cu o suprafață dată, și situați la o distanță precisă unul față de celălalt. Prin scufundarea sondei în proba de apă, între cei doi electrozi se interpune o coloană de apă care închide circuitul electric. Pentru a elimina fenomenul de electroliză ce apare la alimentarea electrozilor în curent continuu, se folosește alimentarea acestora în curent alternativ, de regulă, la o frecvență de 5 kHz.	13
Dezavantajul acestui mod de lucru și al acestor aparate îl reprezintă faptul că măsurarea conductivității electrolitice este greu de realizat în condiții de lucru automate sau semiautomate, ea presupunând, la probe diferite, introducerea și scoaterea repetată a sondei cu cei doi electrozi în și din apa de analizat.	15
Pentru determinarea <i>in situ</i> a concentrației unor specii chimice din apă, sunt folosite un sistem de dozare portabil și un sistem de fotobariere, pentru măsurarea intensităților de radiații absorbite de probe. Sistemul de dozare permite, prin rotații manuale secvențiale și succesive ale unor dozatoare și ale unor probe de apă de analizat, aducerea precisă a unei probe de apă în dreptul unui dozator ce conține un reactiv de culoare specific unei anumite specii chimice prezente în proba de apă. Toate cele șase probe de apă trec de două ori prin dreptul a două fotobariere și al unui sistem extern de măsurare a conductivității electrolitice. La prima trecere are loc determinarea intensității radiației luminoase absorbite de apă necolorată a cinci probe de apă, și determinarea turbidității celei de-a șasea probă de apă, precum și determinarea conductivității electrolitice a tuturor celor șase probe de apă, urmată de medierea automată a valorii celor șase probe de apă. La a doua trecere, are loc spectrofotometrarea celor cinci probe de apă cu prima fotobarieră, la lungimi de undă specifice speciilor chimice urmărite, scopul măsurătorii spectrofotometrice fiind determinarea concentrației speciilor urmărite, prin intermediul intensității radiației luminoase absorbite de apă colorată din fiecare probă.	17
Pentru determinarea turbidității, se realizează fotometrarea unei singure probe de apă, aceeași cu celelalte cinci probe, probă ce se găsește într-un tub de sticlă montat într-un locaș ce nu are montat filtru de culoare între sursa de radiație și cuva cu apă de analizat, folosind în acest scop ambele fotobariere. Prima fotobarieră folosește radiație luminoasă policromatică, indicația detectorului fotometric fiind luată în calcul numai la valori mici de turbiditate. A doua fotobarieră folosește radiație monocromatică în domeniul infraroșu apropiat, indicația detectorului fotometric fiind luată în calcul atunci când turbiditatea prezintă valori ridicate. Decizia	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

# RO 127050 B1

1 asupra omologării valorii turbidității determinate de prima fotobarieră sau de cea de-a doua  
fotobarieră este luată de microprocesorul aparatului, prin raportarea fiecărei valori măsurate la  
3 valorile limită de turbiditate între care acționează fiecare fotobarieră.

Pentru măsurarea conductivității apei, sunt folosiți doi electrozi elastici de tablă, din oțel  
5 inoxidabil, ușor curbați, astfel încât să muleze peretele exterior al tubului de sticlă ce conține  
proba de apă de analizat. Probele ajung pe rând în dreptul celor doi electrozi, conductivitatea  
7 electrolitică determinându-se prin intermediul variației frecvenței de rezonanță a unui circuit  
oscilant, ca urmare a variației capacității condensatorului format din cei doi electrozi, peretele  
9 de sticlă al tubului cu proba de apă și coloana de apă de analizat, situată în tuburile de sticlă.

Unitatea portabilă pentru analiza și monitorizarea calității apei se compune dintr-o placă  
11 **1** de bază, două axe **2** și **3** de rotație, pe care se găsesc montate două roți **4** și **5** dințate, iden-  
tice, în angrenare reciprocă, ce se continuă, fiecare, cu o coroană **6** și **7**. Coroana **6** dispune  
13 de un anumit număr de locașuri cilindrice, de exemplu, șase, în care sunt poziționate vertical  
niște tuburi **8<sub>1-6</sub>** din sticlă, în care se găsesc, la rândul lor, probe de apă pentru analizat. Fiecare  
15 tub cu apă este analizat de către un sistem fotoelectric și conductometric format dintr-un corp  
**9** detector, o coloană **10** de susținere, două piulițe **11** și **12** de blocare, două fotobarriere **f<sub>1</sub>** și **f<sub>2</sub>**,  
17 și o unitate **C<sub>0</sub>** conductometrică. Fotobariera **f<sub>1</sub>** este formată dintr-o sursă **13** de radiație policrom-  
atică, două lentile **14** și **15** optice colimatoare, un număr de cinci filtre **16<sub>1-5</sub>** optice diferite, a  
19 căror culoare corespunde absorbantei optice maxime a speciilor analizate, o fotodiodă **17**, un  
amplificator **18** electronic și un cablu **19** electric de legătură cu o unitate **20** electronică, iar  
21 fotobariera **f<sub>2</sub>** este formată, la rândul ei, dintr-o sursă **21** de radiație monocromatică în domeniul  
spectral infraroșu apropiat, două lentile **22** și **23** colimatoare, o fotodiodă **24**, un amplificator **25**  
23 electronic și un cablu **26** electric de legătură cu unitatea **20** electronică. Unitatea conduc-  
tometrică **C<sub>0</sub>** dispune de doi electrozi **27** și **28** și de un cablu **29** electric, de legătură cu unitatea  
25 **20** electronică. Coroana **7** are un sistem de divizare, cu un increment unghiular de 60°, format  
dintr-o bilă **30**, un arc **31** de compresie, un șurub **32** și o coroană de șase locașuri semisferice,  
27 în care intră, opus bilei **30**, o altă bilă **33**, aparținând contactorului **34** electric, un șurub **35** cu  
știft de blocare, și un număr de cinci sisteme **D<sub>1-5</sub>** dozatoare. Dozatoarele **D<sub>1-5</sub>** sunt formate,  
29 fiecare, dintr-o seringă **36** de dozare, din material plastic, un vârf **37** de dozare, din material  
plastic, un piston **38** având tija **39** filetată spre dreapta, o contrapiuliță **40** de blocare, un corp  
31 **41** cilindric, în care se găsește un sistem de divizare unghiulară, cu bilă **42** și arc **43** de com-  
presie, un șurub **44** cu știft de blocare și o piuliță **45** randalinată, în angrenare cu tija **39** filetată,  
33 piuliță ce are, în partea inferioară, un număr de locașuri semisferice, egal cu numărul de divizări  
dorite la o rotație.

35 Modul de lucru este următorul:

Se montează dozatoarele **D<sub>1-6</sub>** fiecare în locașul corespunzător, pe coroana **7**, și se  
37 blochează în poziția finală cu contrapiulițele **40<sub>1-5</sub>**, după care se introduc tuburile **8<sub>1-6</sub>** din sticlă  
optică, ce conțin probele de apă pentru analizat, în locașurile cilindrice de pe coroana **6**, și se  
39 rotește manual coroana **7**, ceea ce are ca efect rotirea proporțională și a roții dințate **5**, iar  
aceasta provoacă prin angrenare și rotirea roții dințate **4** cu același unghi (cele două roți dințate  
41 având același diametru), aducând în dreptul dozatorului **D<sub>1</sub>** tubul **8<sub>1</sub>** cu prima probă de apă  
pentru analizat. În continuare se activează unitatea electronică **20**, ceea ce provoacă memo-  
43 rarea poziției fiecărei probe de apă prin intermediul contactorului electric **34** și al unității elec-  
tronice **20**, până la sfârșitul determinărilor. Urmează o rotație completă cu mâna a coroanei **7**  
45 spre dreapta, oprind rotația acesteia circa o secundă la atingerea fiecărei divizări cu 60°  
realizată cu bila **30** și arcul **31**. Efectul rotației complete este măsurarea, cu ajutorul fotobarierii  
47 **f<sub>1</sub>**, a intensității absorbite  $I_0$  a apei necolorate pentru cinci probe de apă, măsurarea turbidității

# RO 127050 B1

apei din tubul **8<sub>3</sub>**, ce nu are filtru de culoare montat în fața probei, cu ajutorul fotobarierii **f<sub>1</sub>** și, ulterior, și cu ajutorul fotobarierii **f<sub>2</sub>**, precum și măsurarea conductivității electrolitice pentru toate cele șase probe de apă, în momentul în care acestea staționează scurt în dreptul celor doi electrozi **27** și **28**, ce formează armăturile unui condensator ce se găsește într-un circuit oscilant LC. Dacă turbiditatea prezintă valori mari, sistemul electronic ia în considerare valorile de turbiditate determinate cu fotobariera **f<sub>2</sub>**, iar dacă turbiditatea prezintă valori mici, sistemul electronic decide asupra luării în considerare a valorilor determinate cu fotobariera **f<sub>1</sub>**. După această operație, prin următoarea rotație secvențială, se aduce din nou dozatorul numărul unu în dreptul tubului **8<sub>1</sub>**, ce conține prima probă de apă, după care se rotește piulița randalinată **45<sub>1</sub>**, până la apariția clic-ului indicat de sistemul de divizare unghiulară, realizat cu bila **42<sub>1</sub>** și arcu **43<sub>1</sub>** de compresie, efectul fiind dozarea unui volum de reactiv de colorare, corespunzător deplasării pasului filetelui tijei **39<sub>1</sub>**, filetată spre dreapta, în proba de apă unde este inițiată reacția de culoare. În faza următoare se rotește ușor coroana **7** până se simte un nou clic de divizare. Dozarea reactivului specific celei de-a doua specii chimice prezente în apă se realizează ca la proba numărul unu, rotind piulița **45<sub>2</sub>** randalinată până la apariția clic-ului de divizare. La dozarea reactivului de culoare pentru a patra probă de apă, proba de apă colorată numărul unu se găsește în dreptul traseului optic de fotometrare, format din sursa **13** de radiație policromatică, lentilele **14** și **15**, optice colimatoare, filtrul **16<sub>4</sub>** optic și fotodioda **17**. Fotometrarea este continuată până când toate tuburile **8<sub>1-6</sub>** traversează fotobariera **f<sub>1</sub>**. La fotometrare are loc măsurarea intensității luminoase  $I_1$  absorbite de probele de apă colorate, iar în partea electronică are loc calculul absorbantei  $A$  folosind relația de mai jos, și calculul concentrației  $c$  și calculul de extrapolare pe curba de calibrare:

$$A = \log \frac{I_0}{I_1} = a \cdot b \cdot c$$

Pentru simplitate constructivă și asigurarea unei înalte reproductibilități a datelor, este recomandat ca toate dozatoarele folosite să aibă același pas de divizare, de exemplu, o divizare cu clic la o rotație completă a piuliței **45<sub>1</sub>** randalinate, situație în care se dozează, în fiecare probă de apă pentru analizat, un volum identic de reactiv, de culoare, corespunzător deplasării pistonului cu valoarea pasului filetelui tijelor **39<sub>1-5</sub>** filetate spre dreapta.

# RO 127050 B1

## Revendicări

1  
3 1. Unitate portabilă pentru analiza și monitorizarea calității apei, **caracterizată prin**  
5 **aceea că**, în vederea determinării *in situ* și concomitente a concentrației diferitelor specii  
7 chimice în apă, pe cale spectrocolorimetrică, a turbidității apei, pe cale fotometrică, și a  
9 conductivității electrolitice, pe baza modificării frecvenței de rezonanță a unui circuit oscilant de  
11 tip LC, în care proba de apă constituie dielectricul condensatorului circuitului oscilant, este  
13 alcătuită dintr-un echipament portabil rotativ, format dintr-o placă (1) de bază, pe care se găsesc  
15 fixate două axe (2 și 3) de rotație, pe care se găsesc montate două roți (4 și 5) dințate identice,  
17 în angrenare reciprocă, fiecare roată continuându-se cu câte o coroană (6 și 7), coroana (6)  
dispunând de un anumit număr de locașuri cilindrice, de exemplu, șase, în care sunt poziționate  
vertical niște tuburi (8) din sticlă, în care se găsesc probele de apă pentru analizat, două  
fotobariere ( $f_1$  și  $f_2$ ) și o unitate ( $C_0$ ) conductometrică; la rândul ei, coroana (7) dispune de cinci  
dozatoare ( $D_{1-5}$ ) speciale, ce conțin, fiecare, câte un reactiv de culoare specific unei anumite  
specii chimice poluante, din probele de apă de analizat, prin dozarea acestor reactivi în probele  
de apă rezultând colorarea acestora, intensitatea culorii, măsurată spectrofotometric fiind  
proporțională cu concentrația speciilor chimice din apa analizată.

19 2. Unitate portabilă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în vederea  
21 spectrofotometrării colorimetrice succesive a unor probe de apă necolorate și, ulterior, a  
23 aceluiași probe de apă colorate, obținute prin reacții specifice de culoare, precum și a fotometriei  
25 apei, în vederea măsurării turbidității, mai conține și o unitate electronică (20) și două  
27 fotobariere ( $f_1$  și  $f_2$ ), prima fotobarieră ( $f_1$ ), formată dintr-o sursă (13) de radiație policromatică,  
29 două lentile (14 și 15) optice colimatoare, un număr de cinci filtre (16<sub>1-5</sub>) optice diferite, a căror  
31 culoare corespunde absorbantei optice maxime a cinci specii analizate, și o fotodiodă (17), fiind  
33 folosită atât pentru spectrofotometrare, în vederea determinării concentrațiilor speciilor chimice,  
din apa de analizat conținută în tuburile (8<sub>1,2</sub> și 8<sub>4,6</sub>) din sticlă, cât și pentru determinarea  
turbidității apei din tubul (8<sub>3</sub>) din sticlă, atunci când aceasta are valori mici, iar a doua fotobarieră  
fiind formată, la rândul ei, dintr-o sursă de radiație monocromatică (21), de tip LED, cu emisie  
în domeniul spectral infraroșu apropiat, două lentile colimatoare (22 și 23) și o fotodiodă (24)  
folosită numai pentru determinarea turbidității apei din tubul (8<sub>3</sub>) din sticlă, atunci când aceasta  
are valori mari, decizia asupra afișării valorilor de turbiditate determinate cu fotobariera ( $f_1$ ) sau  
fotobariera ( $f_2$ ) este luată de unitatea (20) electronică echipată cu microprocesor, și asistată de  
soft specializat.

35 3. Unitate portabilă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în vederea  
37 determinării conductivității electrolitice a apei, unitatea conductometrică ( $C_0$ ) este formată din  
39 unitatea electronică (20) și un circuit oscilant, de tip LC, la care armăturile condensatorului sunt  
41 formate din doi electrozi (27 și 28) elastici, confecționați din oțel inoxidabil, iar dielectricul  
condensatorului este format din coloana de apă de analizat, ce se găsește în tuburile (8<sub>1,6</sub>) din  
sticlă care trec pe rând, în timpul rotației, printre cei doi electrozi (27 și 28), valoarea con-  
ductivității electrolitice determinându-se din valoarea abaterii frecvenței de oscilație a circuitului  
oscilant LC de la frecvența de rezonanță, ca urmare a modificării caracteristicii dielectrice a  
condensatorului.

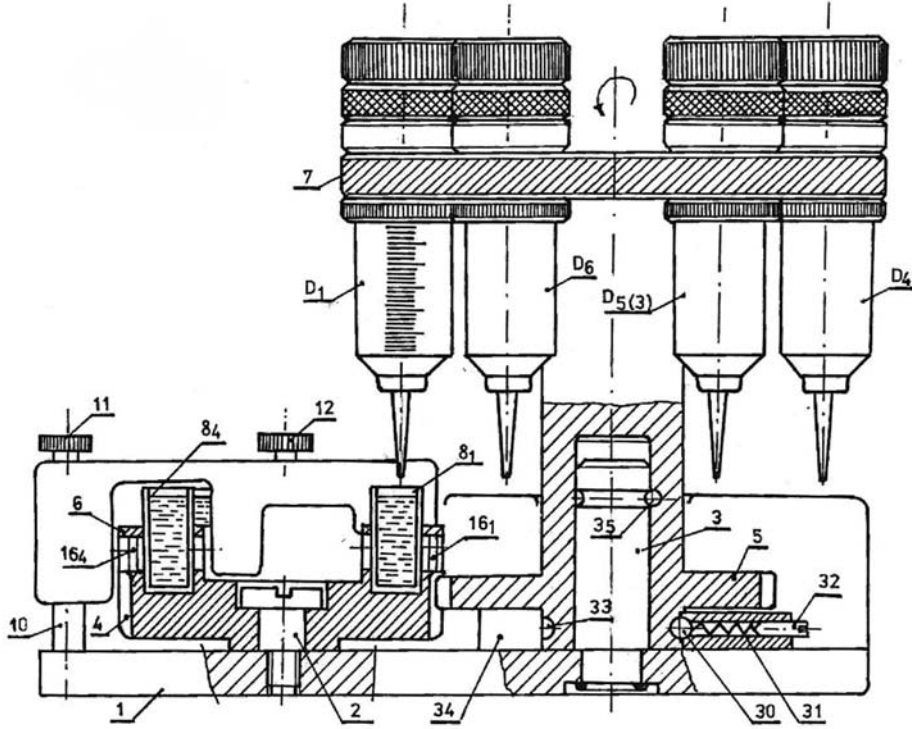


Fig. 1

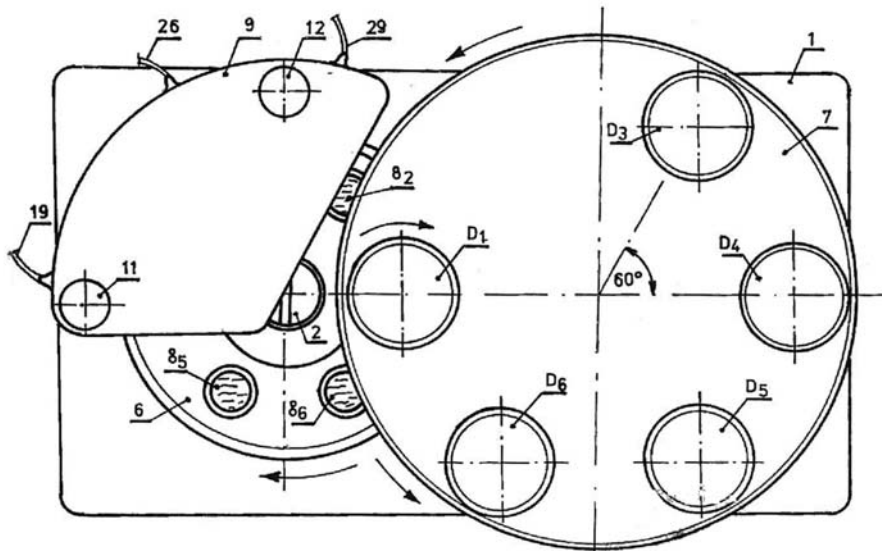


Fig. 2

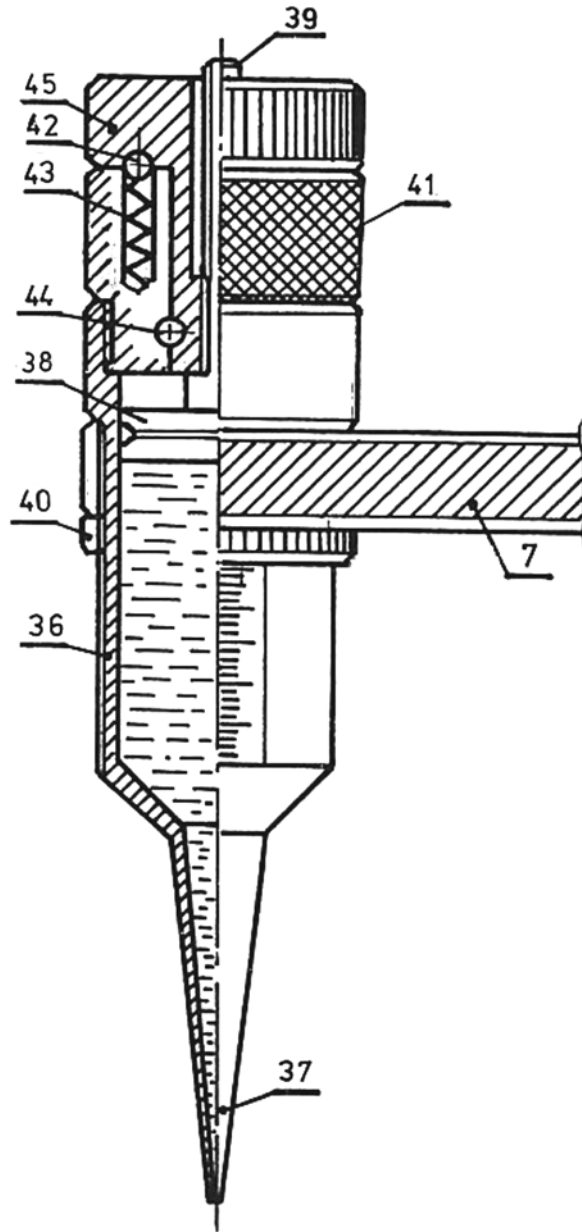


Fig. 3



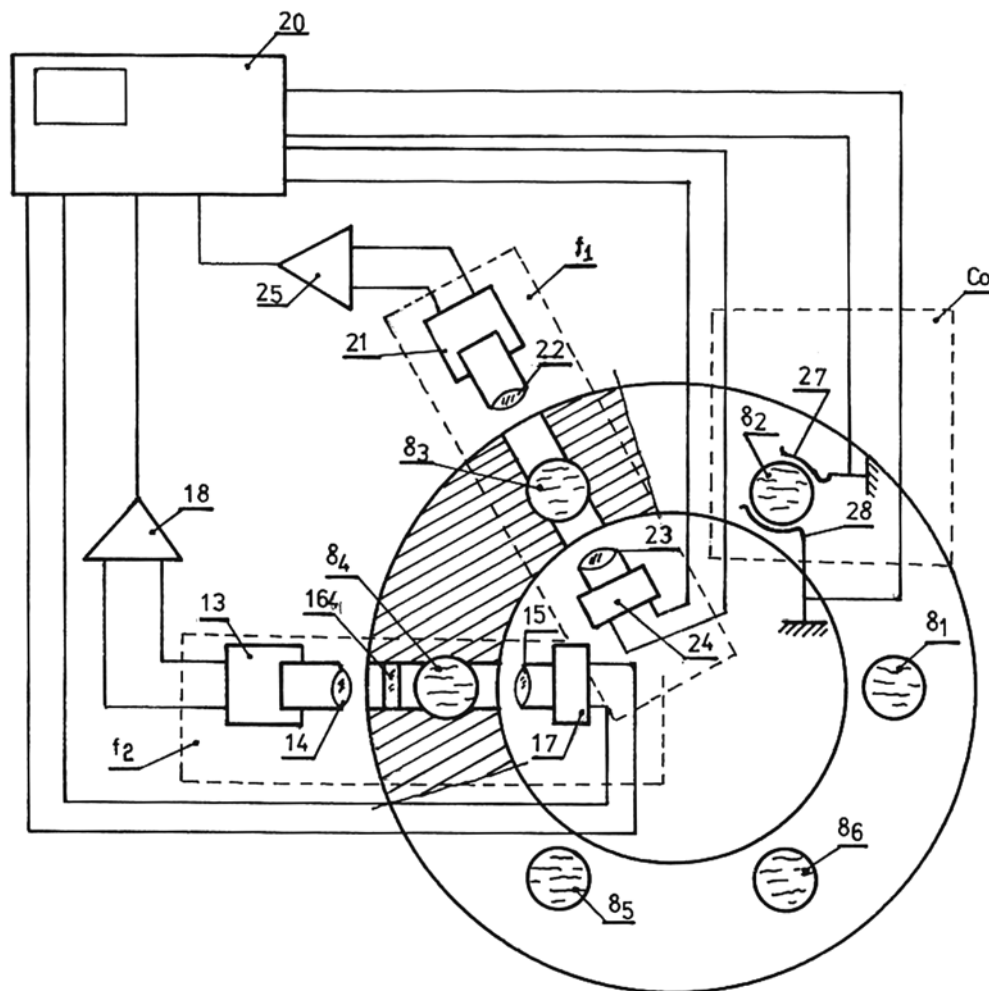


Fig. 4