

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00552

(22) Data de depozit: 24.06.2010

(41) Data publicării cererii:
30.01.2012 BOPI nr. 1/2012

(71) Solicitant:
• 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

(54) UNITATE PORTABILĂ PENTRU ANALIZA ȘI
MONITORIZAREA CALITĂȚII APEI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o unitate portabilă, pentru analiza și monitorizarea calității apei, în vederea determinării concentrației diferitelor specii chimice în apă, a turbidității și a conductivității electrolitice a apei. Unitatea conform invenției o constituie un echipament optoelectronic portabil, format dintr-o placă (1) de bază, pe care se găsesc fixate două axe (2 și 3) de rotație, pe care se găsesc montate două roți (4 și 5) dințate identice, în angrenare reciprocă, fiecare roată continuându-se cu câte o coroană (6 și 7); prima coroană (6) dispune de un anumit număr de locașuri cilindrice, de exemplu, șase, în care sunt poziționate vertical niște tuburi (8₁₋₆) din sticlă, în care se găsesc niște probe de apă de analizat, iar a doua coroană (7) dispune de cinci dozatoare (D₁₋₅) speciale, ce conțin, fiecare, câte un reactiv de culoare, specific unei anumite specii chimice poluante, din probele de apă de analizat, determinarea concentrațiilor speciilor chimice din probele de apă se realizează cu o primă fotobarieră (f₁), după ce, în prealabil, în probele de apă au fost produse reacții de culoare, prin dozarea unor reactanți specifici, folosind, în acest scop, unul dintre dozatoare (D₁₋₅); determinarea turbidității din probele de apă este realizată cu o a doua fotobarieră (f₂) în combinație cu prima fotobarieră (f₁), iar măsurarea conductivității electrolitice a apei este realizată prin intermediul abaterii frecvenței de oscilație a unui oscilator de tip LC de la frecvența de rezonanță,

la care condensatorul oscilatorului de tip LC este format din doi electrozi (27 și 28) externi ai tuburilor (8₁₋₆) de sticlă, dielectricul condensatorului fiind coloana de apă cuprinsă între cei doi electrozi (27 și 28).

Revendicări: 3
Figuri: 4

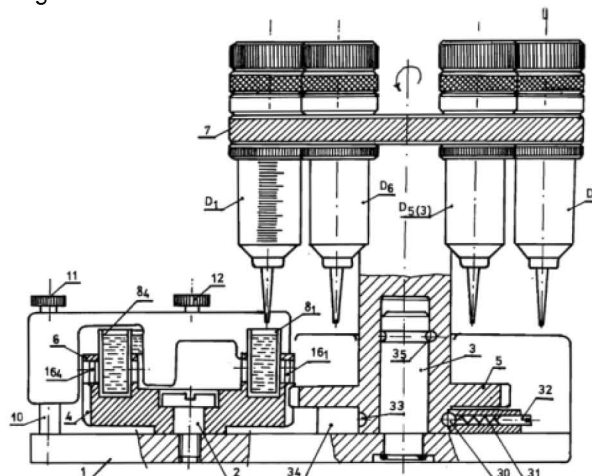


Fig. 1



UNITATE PORTABILA PENTRU ANALIZA SI MONITORIZAREA CALITATII APEI

Invenția se referă la un echipament electronic portabil destinat determinării in situ a concentrației a cinci specii chimice diferite prezente în resurse naturale netratate de apă sau în apa de băut tratată precum și determinării conductivității și turbidității aceluiași probe de apă.

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

Pentru analiza in situ pe teren a concentrației diferitelor specii chimice din apă pe cale fotocolorimetrică sînt folosite tehnici și echipamente care apelează la Kit-uri chimice cu reactivii de colorare predozați și preambalați de producători specializați, pentru fiecare analiză fiind necesare o succesiune de operații manuale specifice. Dezavantajele legate de tehnicile și echipamentele de teren sînt legate de prețul de cost ridicat al Kit-urilor chimice cu reactivi de culoare, de prețul de cost ridicat al tuburilor de sticlă de unică utilizare, precum și de productivitatea mică a analizelor cauzată de modul de lucru. Tot pentru analiza fotocolorimetrică a concentrației 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 numai determinarea concentrației speciilor chimice din apă fără a realiza și determinarea turbidității și a conductivității apei.

La ora actuală, 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 lumină este în acest caz lampa Tungsten (2200-3000 K)) iar metoda este recomandată pentru determinarea turbidității de valoare redusă specifică apelor de baut, fie iradiind proba de apă 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 recomandată analizei turbidimetrice a apelor curgătoare sau a apelor stătătoare de suprafață care de regulă prezintă turbidități mai ridicate decît apa potabilă. Dezavantajul tehnicii actuale este acela că reclamă două aparate fotometrice independente pentru a acoperi tot domeniul de turbiditate.

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 sînt în principiu niște Ohm-metre electronice ce 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 5kHz. Dezavantajul acestui mod de lucru și a acestor aparate il

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.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui aparat electronic portabil destinat determinării in situ a concentrației mai multor specii chimice diferite prezente în tot atâtea probe de apă de analizat provenite din aceeași sursă, din același loc și recoltate toate în același timp. În mod neașteptat pe lângă determinarea concentrației cu același aparat și în același timp se poate realiza și determinarea conductivității și a turbidității apei, scop în care:

- pentru determinarea in situ a concentrației unor specii chimice din apă este folosit 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 a unor dozatoare și a 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 a 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.

- pentru determinarea turbidității se realizează fotometrarea unei singure probe de apă, identică 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 asupra omologării valorii turbidității determinate de prima fotobarieră sau cea de-a doua fotobarieră este luată de microprocesorul aparatului prin raportarea fiecărei valori măsurate la valorile limită de turbiditate între care acționează fiecare fotobarieră.

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

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- se determină concomitent, rapid și in situ, cu un singur aparat, fără manipulări suplimentare, concentrația unor specii chimice din apă, turbiditatea apei și conductivitatea acesteia

... ..

- se simplifică forma constructivă a aparatului prin folosirea unei singure unități electronice compacte în loc de patru unități electronice
- crește mult productivitatea analizei apei pe teren deoarece operațiile sînt concomitente și cu secvențiere rapidă
- se elimină Kit-urile chimice și tuburile de sticlă de unică utilizare
- prețul unei analize de apă realizată in situ scade mult față de metoda clasică

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile, 1,2,3,4 ce reprezintă:

Fig.1. Vederea din față a aparatului

Fig.2. Vederea de sus a aparatului

Fig.3. Secțiune printr-un sistem de dozare

Fig.4. Schema de principiu a aparatului

Aparatul se compune dintr-o placă **1** de bază, două axe **2 și 3** de rotație pe care se găsesc montate două roți **4 și 5** dințate identice în angrenare reciprocă ce se continuă fiecare cu o coroană **6 și 7**. Coroana **6** dispune de un anumit număr de locașe cilindrice, de exemplu șase, în care sînt poziționate vertical niște tuburi **8₁₋₆** din sticlă în care se găsesc la rîndul lor probe de apă pentru analizat. Fiecare 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 fotobariere **f₁ și f₂**, și o unitate **C_o** conductometrică. Fotobariera **f₁** este formată dintr-o sursă **13** de radiație policromatică, două lentile **14 și 15** optice colimatoare, un număr de cinci filtre **16₁₋₅** optice diferite a căror culoare corespunde absorbantiei 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 fotobariera **f₂** este formată la rîndul 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** electronic și un cablu **26** electric de legătură cu unitatea **20** electronică. Unitatea conductometrică **C_o** dispune de doi electrozi **27 și 28** și de un cablu **29** electric de legătură cu unitatea **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 locașe semisferice în care intră opus bilei **30** o altă bilă **33** aparținînd contactorului **34** electric, un șurub **35** cu stift de blocare și un număr de cinci sisteme **D₁₋₅** dozatoare. Dozatoarele **D₁₋₅** sînt formate fiecare dintr-o seringă **36** de dozare din material plastic, un virf **37** de dozare din material plastic, un piston **38** avînd tija **39** filetată spre dreapta, o contrapiuliță **40** de blocare, un corp **41** cilindric în care se găsește un sistem de divizare unghiulară cu bilă **42** și arc **43** de compresie, un șurub **44** cu stift de blocare și o piuliță **45** randalinată, în angrenare cu tija **39** filetată, piuliță ce are în partea inferioară un număr de locașuri semisferice, egal cu numărul de divizări dorite la o rotație.

Modul de lucru este următorul:

Se montează dozatoarele **D₁₋₆** fiecare în locașul corespunzător lor pe coroana **7** și se blochează în poziția finală cu contrapiulițele **40₁₋₅** după care se introduc tuburile **8₁₋₆** din sticlă optică ce conțin probele de apă pentru analizat în locașurile cilindrice de pe coroana **6** și se 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 avînd același diametru) aducînd în dreptul dozatorului **D₁** tubul **8₁** cu prima probă de apă pentru analizat. În continuare se activează unitatea electronică **20** ceea ce provoacă memorarea poziției fiecărei probe de apă prin intermediul contactorului electric **34** și a unității

electronică **20** pînă la sfîrșitul determinărilor. Urmează o rotație completă cu mîna a coroanei **7** spre dreapta, oprind rotația acesteia cca o secundă la atingerea fiecărei divizări cu 60^0 , realizată cu bila **30** și arcul **31**. Efectul rotației complete este măsurarea cu ajutorul fotobarierii **f₁** a intensității absorbite **I₀** a apei necolorate pentru cinci probe de apă, măsurarea turbidității apei din tubul **8₃**, ce nu are filtru de culoare montat în fața probei cu ajutorul fotobarierii **f₁** și ulterior și cu ajutorul fotobarierii **f₂**, 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 **f₂**, iar dacă turbiditatea prezintă valori mici sistemul electronic decide asupra luării în considerare a valorilor determinate cu fotobariera **f₁**. După această operație prin următoarea rotație secvențială se aduce din nou dozatorul numărul unu în dreptul tubului **8₁** ce conține prima probă de apă, după care se rotește piulița randalinată **45₁**, pînă la apariția clic-ului indicat de sistemul de divizare unghiulară realizat cu bilă **42₁** și arcul **43₁** de compresie, efectul fiind dozarea unui volum de reactiv de colorare, corespunzător deplasării pasului filetului tije **39₁**, filetată spre dreapta, în proba de apă unde este inițiată reacția de culoare. În faza următoare se rotește ușor coroana **7** pînă 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 **45₂** randalinată pînă 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 **16₄** optic și fotodioda **17**. Fotometrarea este continuată pînă cînd toate tuburile **8₁₋₆** traversează fotobariera **f₁**. La fotometrare are loc măsurarea intensității luminoase **I₁** absorbite de probele de apă colorate, iar în partea electronică are loc calculul absorbanței **A** folosind relația (1) și calculul concentrației **c** și calculul de extrapolare pe curba de calibrare :

$$A = \log \frac{I_0}{I} = a \cdot b \cdot c \quad (1)$$

Pentru simplitate constructivă și asigurarea unei înalte reproductibilități a datelor este recomandat ca toate dozatoarele folosite să aibe același pas de divizare, de exemplu, o divizare cu clic la o rotație completă a piuliței **45₁** 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 filetului tijelor **39₁₋₅** filetată spre dreapta.

REVENDICARI

1). Invenția unitate portabilă pentru analiza și monitorizarea apei, caracterizată prin aceea că în vederea determinării in situ și concomitente a concentrației diferitelor specii chimice în apă pe cale spectrocolorimetrică, a turbidității apei pe cale fotometrică și a conductivității electrolitice pe baza modificării frecvenței de rezonanță a unui circuit oscilant de tip LC în care proba de apă constituie dielectricul condensatorului circuitului oscilant este folosit un echipament portabil rotativ format dintr-o placă **(1)** de bază, pe care se găsesc fixate două axe **(2) și (3)** de rotație pe care se găsesc montate două roți **(4) și (5)** dințate identice în angrenare reciprocă, fiecare roată continuându-se cu o coroană **(6) și (7)**, coroana **(6)** dispunând de un anumit număr de locase cilindrice, de exemplu șase, în care sînt poziționate vertical niște tuburi **(8₁₋₆)** din sticlă în care se găsesc probele de apă pentru analizat, două fotobariere **(f₁) și (f₂)**, și o unitate **(C0)** conductometrică, la rîndul ei coroana **(7)** dispune de cinci dozatoare **(D₁₋₅)** speciale, conform invenției, ce conțin fiecare un reactiv de culoare specific unei anumite specii chimice poluante din probele de apă de analizat, prin dozarea acestor reactivi în probele de apă rezultînd colorarea acestora, intensitatea culorii, măsurată spectrofotometric fiind proporțională cu concentrația speciilor chimice din apa analizată.

2). Sistem fotoelectric, conform revendicării principale 1, caracterizat prin aceea că în vederea spectrofotometrării colorimetrice succesive a unor probe de apă necolorate și ulterior a aceluiași probe de apă colorate, obținute prin reacții specifice de culoare, precum și a fotometriei apei în vederea măsurării turbidității este folosită o unitate electronică **(20)** și două fotobariere **(f₁) și (f₂)**, prima fotobarieră, formată dintr-o sursă **(13)** de radiație policromatică, două lentile **(15) și (15)** optice colimatoare, un număr de cinci filtre **(16₁₋₅)** optice diferite a căror culoare corespunde absorbantei optice maxime a cinci specii analizate și o fotodiodă **(17)**, fiind folosită atît pentru spectrofotometrare în vederea determinării concentrațiilor speciilor chimice din apa de analizat conținută în tuburile **(8₁₋₂) și (8₄₋₆)** din sticlă cît și pentru determinarea turbidității apei din tubul **(8₃)** din sticlă atunci cînd aceasta are valori mici, iar a doua fotobarieră formată la rîndul 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)**, fiind folosită numai pentru determinarea turbidității apei din tubul **(8₃)** din sticlă atunci cînd aceasta are valori mari, decizia asupra afișării valorilor de turbiditate determinate cu fotobariera **(f₁)** sau fotobariera **(f₂)**, este luată de unitatea **(20)** electronică echipată cu microprocesor și asistată de soft specializat.

3). Sistem conductometric **(C_o)**, conform revendicării principale 1, caracterizat prin aceea că în vederea determinării conductivității electrolitice a apei este folosită unitatea electronică **(20)** și un circuit oscilant de tip LC la care armăturile condensatorului sînt 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 **(8₁₋₆)** din sticlă care trec pe rînd în timpul rotației printre cei doi electrozi **(27) și (28)**, valoarea conductivității electrolitice determinîndu-se din valoarea abaterii frecvenței de oscilație a circuitului oscilant LC de la frecvența de rezonanță ca urmare a modificării caracteristicii dielectrice a condensatorului.

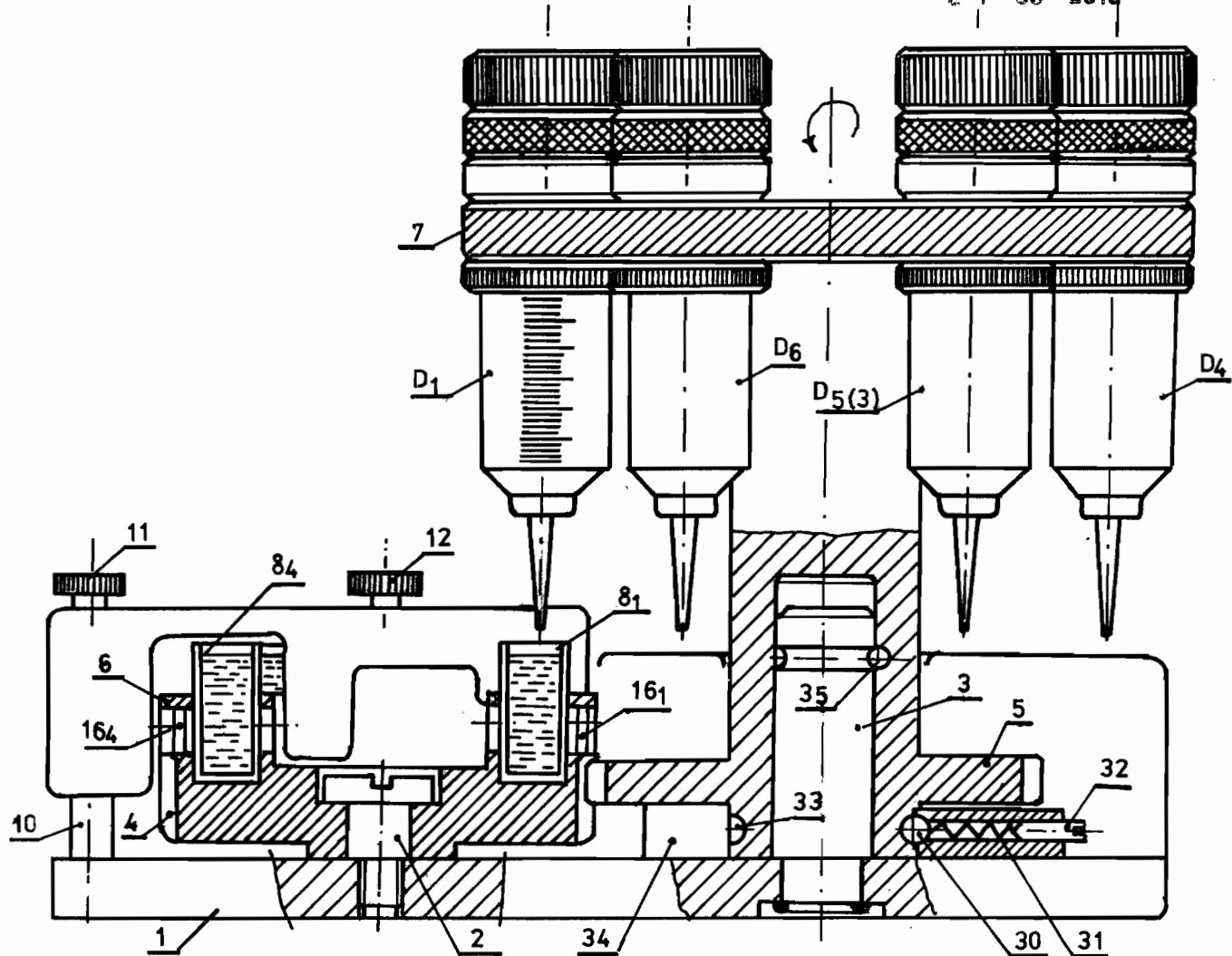


FIG. 1

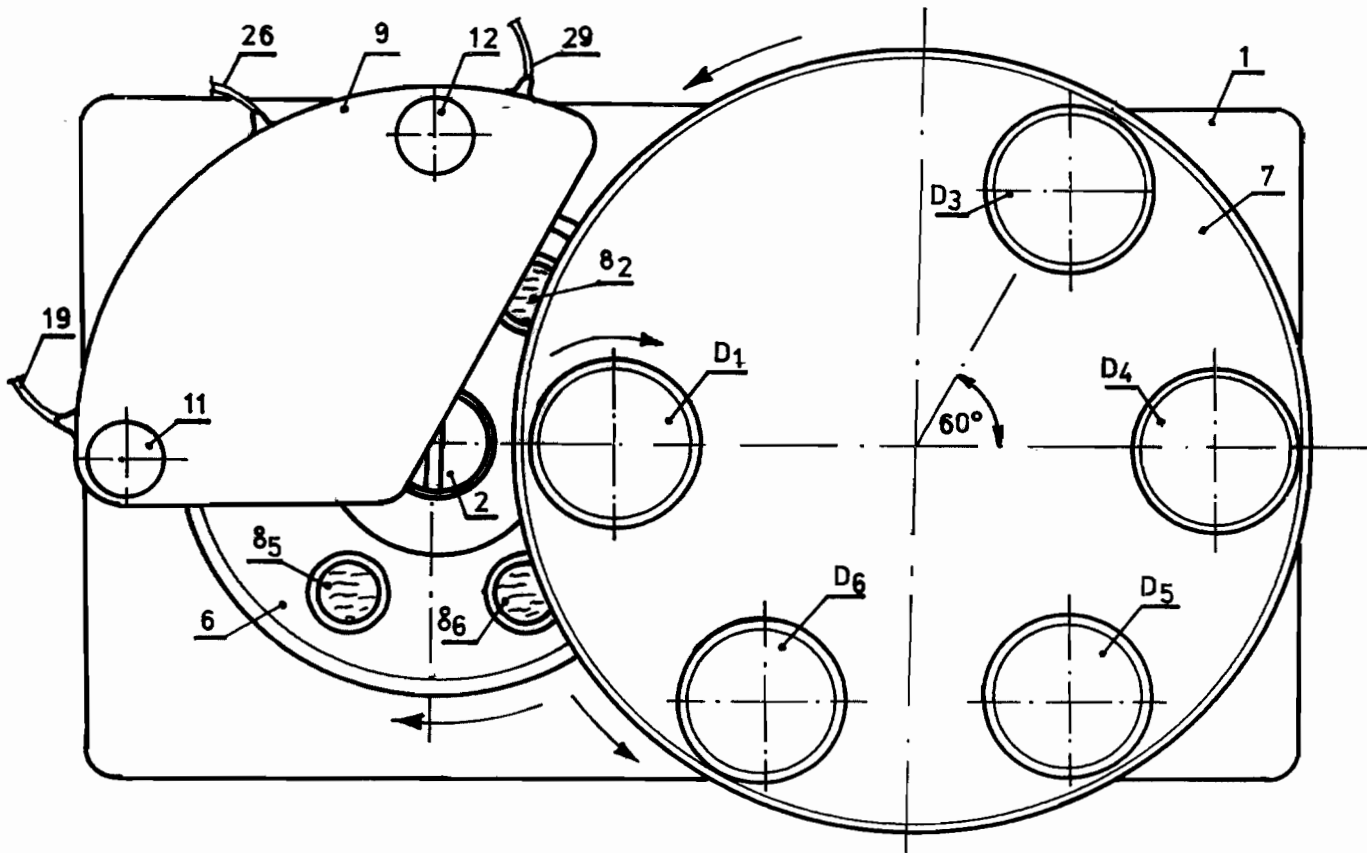


FIG. 2

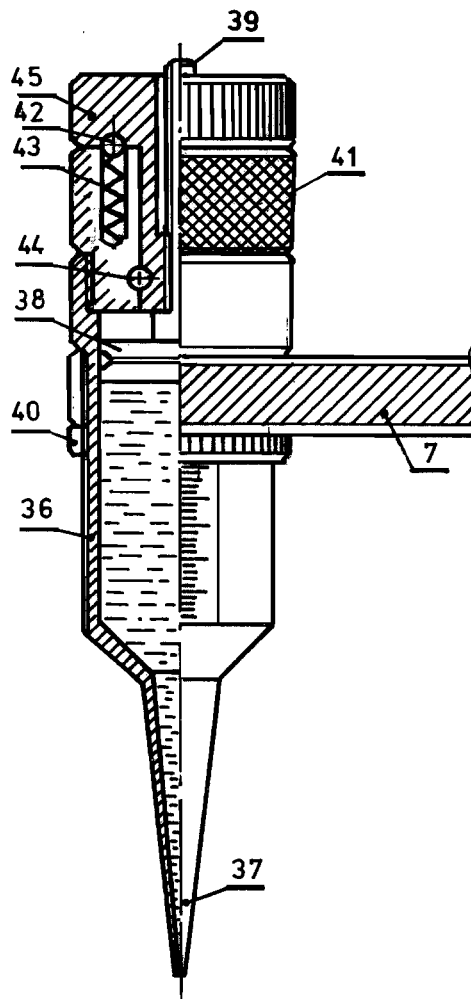


FIG. 3

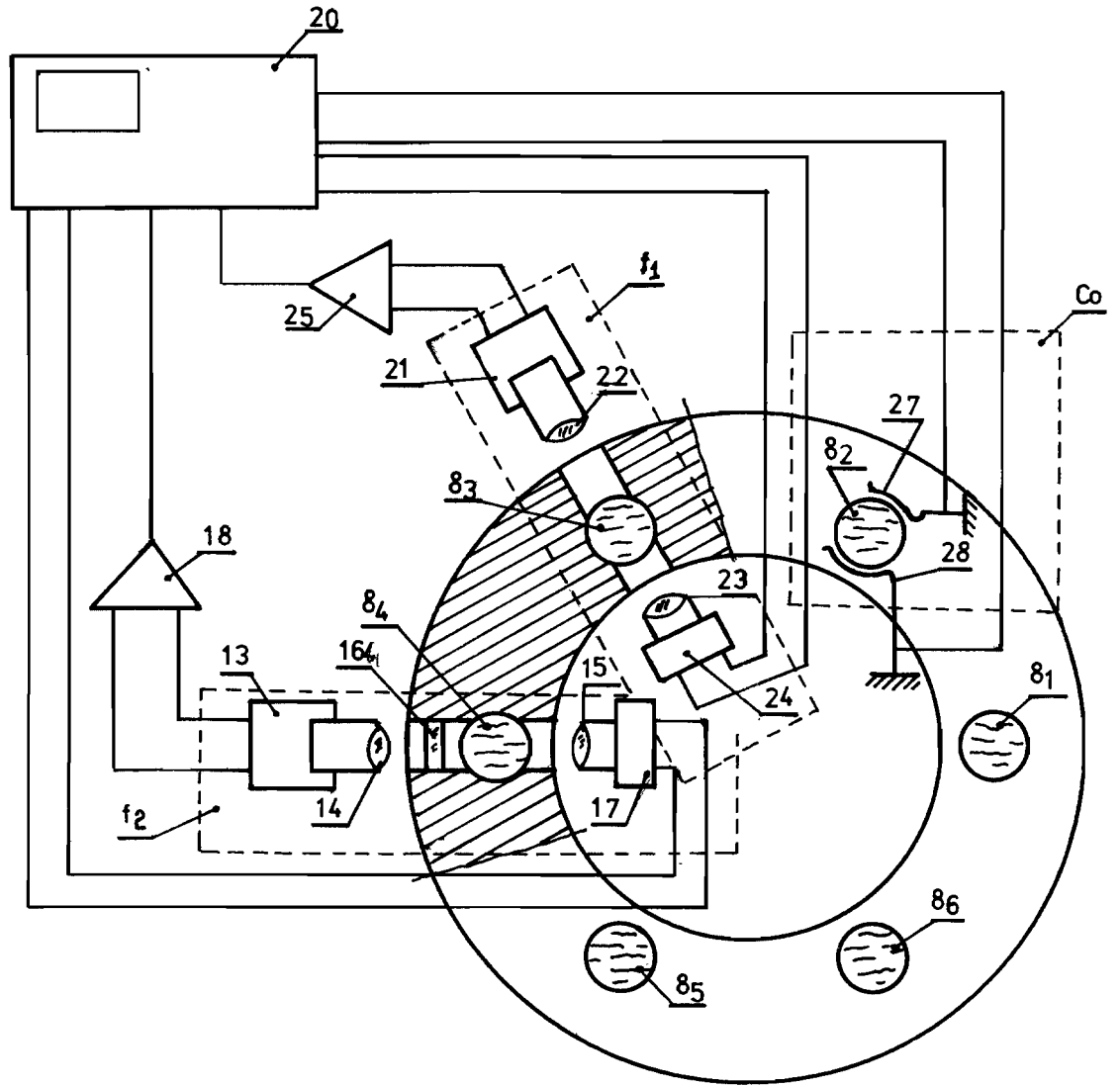


FIG. 4