



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01124**

(22) Data de depozit: **17/11/2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/04/2017** BOPI nr. **4/2017**

(41) Data publicării cererii:
29/07/2011 BOPI nr. **7/2011**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICĂ ȘI INGINERIE NUCLEARĂ "HORIA
HULUBEI", STR. ATOMIȘTILOR NR.407,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **POSTOLACHE CRISTIAN, STR. ROVINE
NR.3, BL. 65, ET. 2, AP. 15, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 2007108120 (A); JP 2005091334 (A)

(54) **INSTALAȚIE TIP STAND PORTABIL, ȘI PROCEDU PENTRU
CALIBRAREA UNUI MONITOR DE TRITIU-GAZ**



RO 126503 B1

1 Invenția se referă la un stand portabil de calibrare a unui monitor de tritium gaz cu
2 detector cu cameră de ionizare, și la un procedeu de calibrare a acestuia, prin intermediul
3 standului de calibrare.

4 În prezent sunt cunoscute pe plan mondial standuri de calibrare fixe, poziționate în
5 spații ventilate special amenajate și autorizate pentru lucru cu surse deschise radioactive.
6 Principiul general al metodei constă în realizarea unei contaminări radioactive controlate a
7 aerului, ce pătrunde în detectorul monitorului utilizând surse etalon. Rezultatele afișate de
8 monitor sunt intercomparate cu valorile convențional adevărate, raportate surse etalon. Drept
9 agenți de contaminare controlată sunt folosite etaloane de tritium gaz sau de apă tritiată.

10 De exemplu, documentul **JP 2007108120 (A)** prezintă un sistem și o metodă de cali-
11 brare a unui monitor de tritium, care utilizează un gaz purtător tip argon, amestecul de gaz și
12 abur tritiat fiind trecut printr-un circuit cu tubulatură din oțel-inox separator de abur, care este
13 trecut printr-o parte de măsurare a gradului de contaminare cu tritium, după care gazul rămas
14 este trecut printr-un sistem de deshidratare, pentru reutilizare.

15 De asemenea, documentul **JP 2005091334 (A)** prezintă un sistem de măsurare a
16 tritiului, cuprinzând un circuit de colectare a tritiului și un circuit de măsurare, circuitul de
17 colectare cuprinzând o intrare a probei de aer contaminat, un separator de vapori care
18 separă vaporii conținând tritium radioactiv de aer, și o intrare pentru un gaz purtător, care
19 transportă vaporii separați la partea de măsurare a valorii contaminării, care cuprinde un
20 detector cu scintilație.

21 Dezavantajul acestor standuri și metode constă în necesitatea transportării, eventual,
22 a demontării monitoarelor de tritium gaz de la utilizator la unitatea sau laboratorul care efec-
23 tuează calibrarea. În cazul stațiilor de monitorizare radiologică, precum cele de la centralele
24 nucleare-energetice, această procedură implică oprirea activităților pe perioada calibrării, cu
25 efecte economice negative.

26 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui stand de cali-
27 brare a unui monitor de tritium-gaz și a unui procedeu de calibrare prin care să se elimine
28 necesitatea demontării contorului de tritium de calibrat din circuitul în care este utilizat.

29 Standul portabil pentru calibrarea unui monitor de tritium-gaz, conform invenției,
30 rezolvă această problemă tehnică prin aceea că include un circuit de calibrare pentru un gaz
31 purtător cu vapori tritiți trecuți prin monitorul de tritium de calibrat, și un circuit de deshidratare
32 prevăzut cu minimum un cartuș de deshidratare, circuitul de calibrare fiind un circuit de con-
33 taminare controlată, ce include o parte conținând o fiolă de evaporare controlată, înseriată
34 cu circuitul monitorului de gaz contaminat la care se cuplează, delimitată de niște robinete de
35 separare, și conectată în paralel cu circuitul de deshidratare, prin niște robinete de separare.

36 Procedeu de calibrare ce utilizează standul de calibrare, conform invenției, este
37 realizat prin fazele de:

38 a) conectare a standului portabil la monitorul de tritium, cu recircularea aerului pe
39 circuitul de deshidratare/decontaminare;

40 b) efectuare a primei determinări, prin închiderea circuitului de deshidratare/deconta-
41 minare și deschiderea circuitului de contaminare a aerului cu vapori de apă tritiată proveniți
42 dintr-o primă fiolă de evaporare controlată, inclusă în circuitul de calibrare, și având
43 concentrația radioactivă cea mai mică, cu urmărirea valorii contaminării până la atingerea
44 valorii de saturație;

45 c) efectuarea decontaminării aerului recirculat, înainte de a doua determinare, prin
46 redeschiderea circuitului de deshidratare/decontaminare și închiderea circuitului de contami-
47 nare a aerului, cu urmărirea valorii contaminării până la atingerea nivelului de fond al moni-
48 torului de tritium;

RO 126503 B1

d) schimbarea fiolei de contaminare controlată și efectuarea următoarelor determinări, conform fazelor b și c;	1
e) decontaminarea finală și decuplarea standului de la monitorul de tritium-gaz;	3
f) analiza rezultatelor.	
Invenția prezintă avantajul că permite calibrarea unui monitor de tritium-gaz fără a fi necesară demontarea contorului de tritium de calibrat din circuitul în care este utilizat.	5
Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură și cu fig. 1...6, ce reprezintă:	7
- fig. 1, prezentare schematică a standului portabil de calibrare, conform invenției;	9
- fig. 2, vedere în secțiune a unui niplu de conectare între standuri;	
- fig. 3, vedere în secțiune a garniturii unui niplu de conectare între standuri;	11
- fig. 4a, b, vedere din profil și din lateral a unei cleme de fixare a unui niplu;	
- fig. 5, vedere în secțiune a unui cartuș de deshidratare/decontaminare;	13
- fig. 6, secțiune printr-o fiolă de evaporare controlată.	
Conform invenției, standul portabil de calibrare a unui monitor de tritium gaz se atașează la gurile de admisie și, respectiv, de evacuare ale unui monitor de tritium gaz. Calibrarea se realizează prin contaminarea controlată a aerului recirculat prin detector, utilizând hidrogeluri ce conțin soluții de apă tritiată cu concentrație radioactivă certificată. Drept agent de solidificare, se folosește acid poli-acrilic cu un gradul de gonflare mai mare de 400, obținut conform brevetului RO 110034/1995 . Deoarece concentrația acidului poli-acrilic în masa de hidrogel este mai mică de 0,25%, componenta polimerică poate fi neglijată în calculul concentrației radioactive. De asemenea, prezența componentei polimerice nu afectează valorile presiunilor vaporilor saturați de apă, și raportul presiunilor de vapori saturați de apă tritiată/apă, parametri necesari în determinarea contaminării radioactive convenționale adevărate, raportate la o sursă etalon. Hidrogelul prezintă o bună stabilitate în câmpul de radiații emis de tritium.	15
Conform invenției, standul portabil de calibrare este astfel constituit ca, împreună cu monitorul de tritium, să creeze un sistem etanș ce nu permite contaminarea radioactivă a aerului și a personalului ce operează în zonă. Schema de realizare a standului portabil este prezentată în fig. 1.	17
Standul portabil de calibrare, conform invenției, conține două circuite:	19
- circuitul în care se realizează contaminarea controlată a aerului, în vederea calibrării;	21
- circuitul ce asigură decontaminarea radioactivă a aerului între două măsurători succesive și, respectiv, la sfârșitul operațiunilor de calibrare.	23
Standul de calibrare, conform invenției, este realizat modular din:	25
- tubulatură din oțel inoxidabil, cu conexiuni între modulele standului, realizate prin nipluri TS (fig. 2) prevăzute cu garnituri O-ring din Viton (fig. 3) și cleme de fixare (fig. 4);	27
- robinete R de legătură, cu bilă, fixați pe tubulatură prin piese înfiletate;	29
- fiola de evaporare controlată FE interschimbabilă (fig. 6), realizată din oțel inoxidabil, prevăzută cu capac detașabil, etanșat cu garnituri O-ring din Viton (fig. 3) și cleme de fixare C2, C3 (fig. 4);	31
- 2 robinete R3 și R4 , ce asigură izolarea sursei radioactive, și nipluri pentru conectare la stand;	33
- cartuș de deshidratare/decontaminare CD (fig. 5), constituit dintr-un corp cilindric ce conține o masă de material cu proprietatea de absorbție a vaporilor de apă (tritiată), prevăzut cu 2 tuburi de admisie aer contaminat și, respectiv, de evacuare aer decontaminat;	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 126503 B1

1 - panou din aluminiu **P** (fig. 1), prevăzut cu mâner pentru transport și manipulare, pe
care este fixată tubulatura, robinetii, folia de evaporare controlată și cartușul de deshidra-
3 tare/decontaminare.

Traseul aerului recirculat prin detector este stabilit cu ajutorul robinetilor **R2**, **R3**, **R4**
5 și **R5**, conform schemei prezentate în fig. 1. Aerul este recirculat prin cele două circuite cu
ajutorul pompei din dotarea monitorului de tritium gaz, debitul fiind cel utilizat în măsurătorile
7 curente ale echipamentului, conform specificației producătorului.

Circuitul de contaminare controlată se realizează când robinetii **R2** și **R5** sunt închiși,
9 iar robinetii **R3** și **R4** sunt deschiși. Aerul recirculat cu ajutorul pompei monitorului este intro-
dus în fiola de evaporare controlată.

11 Circuitul de decontaminare este realizat când robinetii **R2** și **R5** sunt deschiși, iar robi-
netii **R3** și **R4** sunt închiși. Decontaminarea se realizează prin recircularea aerului cu ajutorul
13 pompei monitorului, prin cartușul de deshidratare. Drept agenți de deshidratare pot fi utilizate
site moleculare sau clorură de calciu sicativă.

15 Conform invenției, concentrația vaporilor de apă tritiată este controlată de concen-
trația radioactivă a hidrogelului acid poliacrilic: etalon de apă tritiată, și temperatura de lucru
17 măsurată cu ajutorul unui termometru electronic.

Principiul procedurii de calibrare, conform invenției, este descris în continuare.

19 Într-un sistem închis, ce conține apă tritiată și vapori saturați de apă tritiată, concen-
trația radioactivă în aer, c (MBq/m³), este corelată cu activitatea specifică a hidrogelului acid
21 poliacrilic: apă tritiată, prin relația:

$$c = C \cdot \rho \cdot f$$

23 unde: - C este concentrația radioactivă (MBq/g) a masei de hidrogel, practic echivalentă cu
concentrația radioactivă a etalonului de apă tritiată utilizată;

25 - ρ este umiditatea absolută în aer (g/m³); aceasta este dependentă de temperatură
(tabelul 1), iar

27 - f este raportul presiunilor de vapori saturați apă tritiată/apă. De asemenea și acest
parametru este dependent de temperatura ambientală, conform tabelului 1.

Tabelul 1

Valorile ρ și f în funcție de temperatura ambientală

Nr. crt.	T°C	ρ (g/m ³)	f	Nr. crt.	T°C	ρ (g/m ³)	f
1	15	12,8	0,880	9	23	20,6	0,902
2	16	13,7	0,881	10	24	21,7	0,904
3	17	14,5	0,884	11	25	23,0	0,907
4	18	15,4	0,886	12	26	24,3	0,912
5	19	16,3	0,889	13	27	25,8	0,913
6	20	17,4	0,893	14	28	27,3	0,915
7	21	18,4	0,896	15	29	28,9	0,917
8	22	19,3	0,898	16	30	30,4	0,919

43 Procedul conform invenției constă din 7 etape:

45 - E1, umplerea fiolelor de evaporare controlată cu hidrogel ce conține apă tritiată cu
concentrație radioactivă certificată;

47 - E2, legarea standului portabil la monitorul de tritium;

47 - E3, efectuarea primei determinări;

47 - E4, efectuarea decontaminărilor între două măsurători;

49 - E5, schimbarea fiolei de contaminare controlată și efectuarea următoarelor
determinări;

RO 126503 B1

- E6, decontaminarea finală și decuplarea standului de la monitorul de tritium gaz;	1
- E7, analiza rezultatelor.	
<i>E1. Umplerea fiolelor de evaporare controlată cu hidrogel ce conține apă tritiată cu concentrație radioactivă certificată</i>	3
Se achiziționează de la un laborator de metrologia radionuclizilor 5 soluții cu concentrație radioactivă certificată. Concentrațiile radioactive vor fi alese în funcție de domeniul de măsură al monitorului ce urmează a fi calibrat. Fiolele FE de evaporare controlată sunt marcate pentru a putea fi identificate în etapa de măsurare/calibrare. Se desfac capacele celor 5 fiole de evaporare controlată. În fiecare fiolă de evaporare controlată sunt introduse câte 50 mg agent de solidificare și câte 20 ml din cele 5 soluții standard achiziționate. Fiola nr. 1 va conține hidrogelul cu concentrația radioactivă cea mai mică. Concentrația radioactivă va fi crescătoare de la fiola 1 la fiola 5. După fiecare operațiune de umplere, fiola se etanșează cu ajutorul capacului, O-ringului și clemei de fixare. Fiolele cu hidrogelurile astfel obținute sunt stocate minimum 24 h, robinetii R3 și R4 fiind pe poziția "închis".	5
<i>E2: Legarea standului portabil la monitorul de tritium</i>	7
Standul de calibrare ce conține fiola de evaporare controlată nr. 1, cu concentrația radioactivă cea mai mică, este legat la gurile de admisie și, respectiv, de evacuare ale monitorului de tritium ce urmează a fi calibrat. În momentul legării standului la monitorul de tritium, robinetii R1 , R2 , R5 și R6 sunt deschiși, iar robinetii R3 și R4 sunt închiși. Gura de admisie a monitorului se leagă la tubulatura din dreptul robinetului 6 , iar gura de evacuare se leagă la tubulatura din dreptul robinetului R1 . Cu montajul astfel realizat, aerul este recirculat pe traseul de deshidratare/decontaminare.	9
<i>E3: Efectuarea primei determinări</i>	11
Se deschid robinetii R3 și R4 și apoi se închid robinetii R2 și R5 . Cu montajul astfel realizat, aerul este recirculat pe traseul de contaminare controlată. Se urmărește valoarea contaminării radioactive afișate de monitorul de tritium, și valoarea temperaturii ambientale, citită la termometrul electronic plasat în imediata vecinătate a fiolei de evaporare. Valoarea contaminării crește până la atingerea unui palier, când se atinge valoarea de saturație. Timpul de atingere a palierului este de 10...15 min, în funcție de debitul pompei monitorului și de temperatura ambientală. Valoarea contaminării radioactive finale este înregistrată. În paralel se determină valoarea convențional adevărată a contaminării radioactive, calculată cu ajutorul ecuației prezentate anterior. În ecuație se introduc valoarea concentrației radioactive a soluției etalon utilizată la obținerea hidrogelului exprimată, valorile ρ , respectiv, f , din tabelul 1, corespunzătoare temperaturii citite la termometrul electronic.	13
<i>E4. Efectuarea decontaminărilor între două măsurători</i>	15
Se deschid robinetii R2 și R5 , după care se închid robinetii R3 și R4 . Cu montajul astfel realizat, aerul este recirculat pe traseul de deshidratare/decontaminare. Se urmărește valoarea contaminării radioactive afișate de monitorul de tritium MTG . Când valoarea contaminării radioactive scade până la nivelul fondului aparatului, se consideră finalizată etapa de decontaminare. Timpul necesar operațiunii este de 15...30 min, în funcție de debitul pompei monitorului și de temperatura ambientală.	17
<i>E5. Schimbarea fiolei de contaminare controlată și efectuarea următoarelor determinări</i>	19
Se desfac clemele de fixare (fig. 4) C2 , C3 de la conectorii fiolei de evaporare controlată, și se înlocuiește fiola utilizată cu fiola următoare, în ordine crescătoare. Se fixează fiola de evaporare controlată cu clemele de fixare. În etapa de schimbare a fiolelor de contaminare controlată, aerul este recirculat pe traseul de decontaminare, robinetii R2 și R5 fiind deschiși, iar R3 și R4 fiind închiși.	21

RO 126503 B1

1 Se deschid robinetii **R3** și **R4** și apoi se închid robinetii **R2** și **R5**. Cu montajul astfel
realizat, aerul este recirculat pe traseul de contaminare controlată. În continuare se respectă
3 protocolul descris la etapa E3.

E6: Decontaminarea finală și decuplarea standului de la monitorul de tritium gaz

5 După efectuarea ultimei măsurători, se decontaminează traseul conform protocolului
prezentat la paragraful E4. Când valoarea contaminării radioactive scade până la nivelul fon-
7 dului aparatului, se consideră finalizată etapa de decontaminare. Standul de calibrare este
desfăcut de la gurile de admisie și, respectiv, de evacuare ale monitorului de tritium. După
9 desprinderea standului de calibrare, se închid și robinetii de siguranță **R1** și **R6**.

E7. Analiza rezultatelor

11 După finalizarea măsurătorilor, se compară valorile experimentale obținute cu valorile
convențional adevărate calculate, și se determină abaterea relativă. Dacă abaterile relative
13 se încadrează în domeniul $\pm 10\%$, se consideră că monitorul de tritium gaz funcționează în
parametri. În caz contrar, echipamentul este considerat neconform.

15 Standul portabil și procedeul conform invenției oferă avantajul calibrării monitoarelor
de tritium pe poziția de funcționare, eliminându-se astfel dezavantajele legate de demontarea
17 și transportul de la utilizator la unitatea sau laboratorul care efectuează calibrarea. Utilizarea
drept agent de contaminare controlată a hidrogelurilor cu apă tritiată elimină riscul migrării
19 totale sau parțiale a materialului radioactiv din fiola de evaporare, și permite manipularea
facilă a standului de calibrare. Utilizarea drept sursă de contaminare controlată a apei tritiate
21 permite decontaminarea facilă, prin recircularea aerului din incinta standului pe un cartuș de
deshidratare. De asemenea, utilizarea fiolelor de evaporare controlată interșanjabile permite
23 efectuarea tuturor testelor de calibrare într-o singură etapă.

25 Se prezintă mai jos un exemplu de aplicare a standului portabil și a procedurii
conform invenției, de calibrare a monitorului de tritium gaz CMS-H35L Lab Impex Systems.

27 Au fost preparate, de către un laborator de metrologia radionuclizilor, 5 soluții etalon
de apă tritiată codificate S1, S2, S3, S4 și S5, concentrațiile radioactive fiind determinate prin
metoda TDCR (Triple and Double Counts Rate).

29 În 5 fiole de evaporare controlată au fost introduse câte 50 mg acid poliacrilic și 20 ml
din soluțiile etalon S1-S5. Fiolele au fost stocate 24 h la temperatura camerei. Standul de
31 calibrare a fost legat la monitorul de tritium transportabil CMS-H35L Lab Impex Systems.
Temperatura ambientală pe perioada de efectuare a testelor a fost de 22°C. Rezultatele
33 obținute în etapa de calibrare sunt prezentate în tabelul 2.

35 Conform rezultatelor obținute, monitorul de tritium gaz CMS-H35L funcționează în
parametri, abaterile relative fiind situate în domeniul $\pm 5\%$.

37 *Tabelul 2*

Rezultatele determinărilor

Soluții etalon	Concentrația radioactivă a sursei etalon [kBq/g]	Concentrația radioactivă convențional adevărată [MBq/m ³]	Concentrația radioactivă determinată experimental [MBq/m ³]	Abaterea relativă [%]
S1	1,84	0,03	0,029	-3,33
S2	27,37	0,47	0,49	4,26
S3	256,17	4,44	4,38	-1,35
S4	1276,96	22,13	21,85	-1,27
S5	7532,95	130,56	128,36	-1,69

RO 126503 B1

Revendicări

1. Stand portabil pentru calibrarea unui monitor de tritium-gaz, care include un circuit de calibrare pentru un gaz purtător cu vapori tritium trecuți prin monitorul de tritium de calibrat, și un circuit de deshidratare, prevăzut cu minimum un cartuș de deshidratare (**CD**), **caracterizat prin aceea că** circuitul de calibrare este un circuit de contaminare controlată, ce include o parte conținând o fiolă de evaporare controlată (**FE**), înseriată cu circuitul monitorului de gaz contaminat (**MTG**) la care se cuplează, delimitată de niște robinete de separare (**R3, R4**), și conectată în paralel cu circuitul de deshidratare, prin niște robinete de separare (**R2, R5**).
2. Procedeu pentru calibrarea unui monitor de tritium-gaz, realizat printr-o fază de trimitere a gazului purtător cu vapori tritium pe un circuit ce include monitorul de tritium de calibrat, și o fază de trimitere ulterioară a gazului contaminat pe un circuit de deshidratare/decontaminare, prevăzut cu minimum un cartuș de deshidratare, **caracterizat prin aceea că** este realizat prin fazele de:
- a) conectare a standului portabil la monitorul de tritium, cu recircularea aerului pe circuitul de deshidratare/decontaminare;
 - b) efectuarea primei determinări, prin închiderea circuitului de deshidratare/decontaminare și deschiderea circuitului de contaminare a aerului cu vapori de apă tritium proveniți dintr-o primă fiolă de evaporare controlată, inclusă în circuitul de calibrare, și având concentrația radioactivă cea mai mică, cu urmărirea valorii contaminării până la atingerea valorii de saturație;
 - c) efectuarea decontaminării aerului recirculat, înainte de a doua determinare, prin redeschiderea circuitului de deshidratare/decontaminare și închiderea circuitului de contaminare a aerului, cu urmărirea valorii contaminării până la atingerea nivelului de fond al monitorului de tritium;
 - d) schimbarea fiolei de contaminare controlată și efectuarea următoarelor determinări, conform fazelor b și c;
 - e) decontaminarea finală și decuplarea standului de la monitorul de tritium-gaz;
 - f) analiza rezultatelor.

(51) Int.Cl.

G01T 1/167 (2006.01);

G01T 7/02 (2006.01);

G01N 1/02 (2006.01)

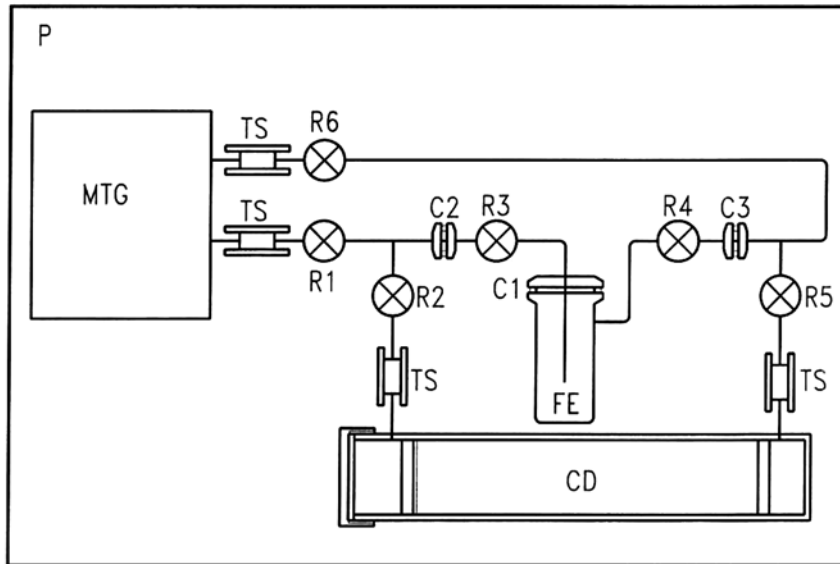


Fig. 1

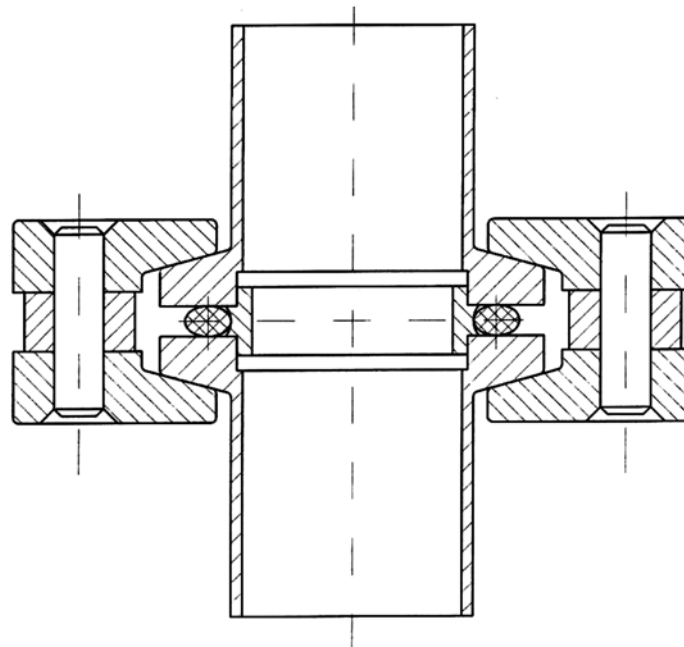


Fig. 2

RO 126503 B1

(51) Int.Cl.

G01T 1/167 (2006.01);

G01T 7/02 (2006.01);

G01N 1/02 (2006.01)

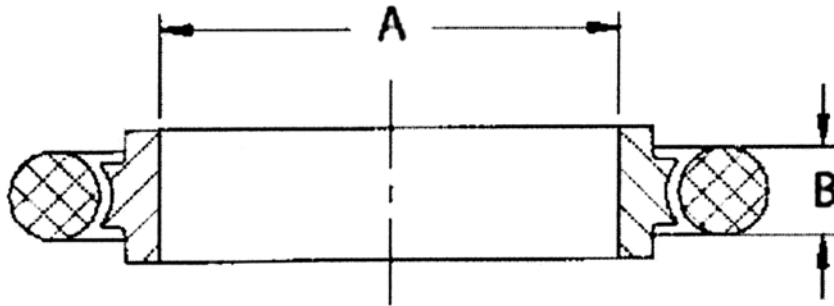


Fig. 3

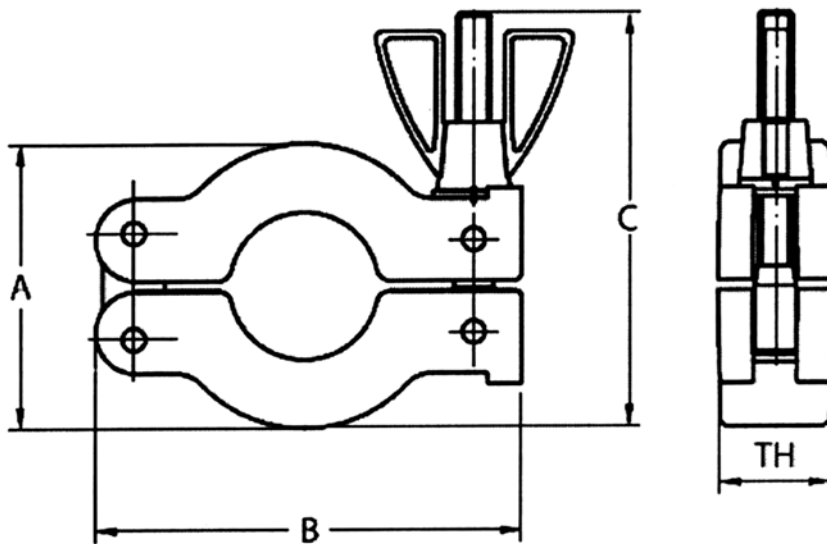


Fig. 4

(51) Int.Cl.

G01T 1/167 (2006.01);

G01T 7/02 (2006.01);

G01N 1/02 (2006.01)

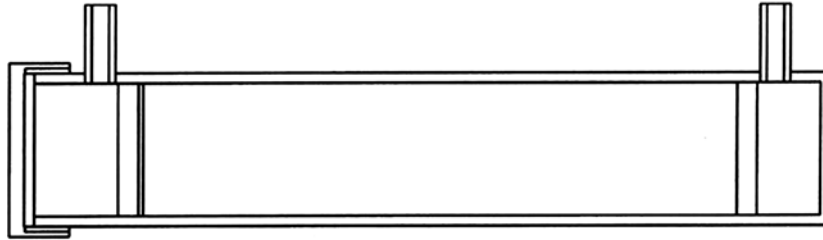


Fig. 5

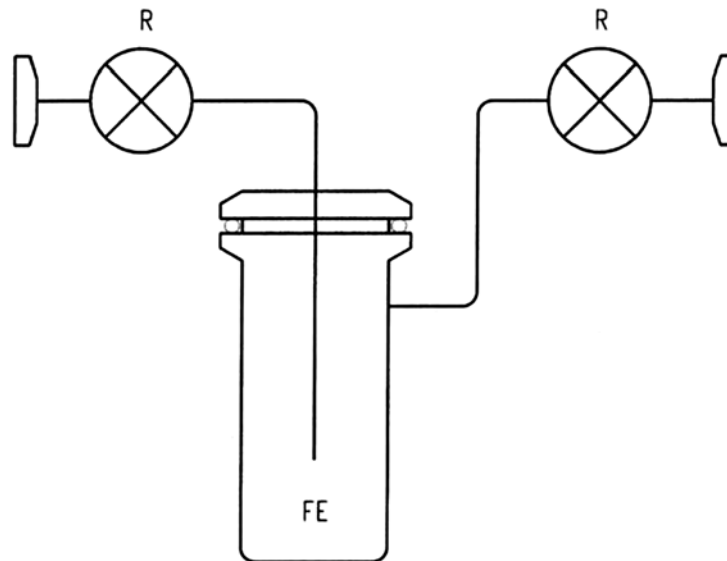


Fig. 6

