



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00765**

(22) Data de depozit: **28/10/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2022** BOPI nr. **2/2022**

(41) Data publicării cererii:
28/04/2017 BOPI nr. **4/2017**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ, -FILIALA
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU
HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ, INOE
2000-IHP, STR. CUȚITUL DE ARGINT
NR. 14, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **POPESCU TEODOR COSTINEL,
STR. ALMAȘU MIC NR. 14, BL. B 20, SC. 3,
AP. 24, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **RĂDOI RADU-IULIAN, ȘOS. SĂLAJ
NR. 136, BL. 49, SC. 1, ET. 3, AP. 9,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BLEJAN MARIAN,
BD. CONSTANTIN BRÂNCOVEANU NR. 114,
BL. M 1/1, SC. 6, ET. 11, AP. 254, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RU 2013100323 A; ENGINEERING
LABORATORY DESIGN INC, LAKE CITY,
MINNESOTA, - MODELUL 503 30 CM -,
2012, <http://www.eldinc.com/pageS/0246>;
RU 2548333**

(54) **STAND PENTRU OPTIMIZAREA PROFILULUI
HIDRODINAMIC AL PALELOR ȘI ÎNCERCĂRI FUNCȚIONALE
ALE ROTOARELOR TURBINELOR HIDRAULICE**



RO 131813 B1

1 Invenția se referă la un stand, pentru optimizarea profilului hidrodinamic al paletelor și
încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, experimentale ale modelelor la
3 scară, cu dimensiuni și mase reduse, ale rotoarelor și paletelor rotorice de turbine hidraulice
axiale, cu ax vertical sau orizontal. Standul este destinat activității de cercetare experimen-
5 tală din laboratoarele universităților și institutelor cu preocupări în domeniul cercetării
hidroagregatelor energetice.

7 Sunt cunoscute mai multe tipuri de standuri pentru încercarea rotoarelor sau paletelor
rotorice ale turbinelor hidraulice.

9 Din documentul **RU 2013100626 A** se cunoaște un banc de testare pentru unități
hidroelectromecanice la încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, care conține
11 o stație de pompare, un distribuitor, un dispozitiv de programare a forței rezistente, un tunel
hidrodinamic unde este montată o unitate electrohidromecanică (microturbina hidraulică) de
13 testat, un sistem de încărcare mecanică pentru forța rezistentă, ce include un cilindru
pneumatic, un receptor, o conductă, o supapă, niște supape de siguranță, niște supape de
15 sens și niște manometre. Sistemul de încărcare mecanică este realizat cu un set de arcuri
mecanice tensionate de un sistem de încărcare cu un cilindru pneumatic, care efectuează
17 sarcini specificate de către dispozitivul de programare.

19 Una din variantele constructive din stadiul tehnicii apropiate de soluția propusă este
Modelul 503 30 cm, realizat de către Engineering Laboratory Design Inc. Lake City,
Minnesota 55041 USA, descrisă pe pagina de web cu adresa: **[http://www.eldinc.](http://www.eldinc.com/pages/0246)**
21 **[com/pages/0246](http://www.eldinc.com/pages/0246)**; Watertunnels, și care constă dintr-un bazin orizontal în care se vehi-
culează forțat un volum de apă curată în circuit închis, prin intermediul unui grup de pompare
23 cu debit reglabil, fiind prevăzut cu mijloace de variație a turației și alimentat dintr-un dulap
electric, iar grupul de pompare aspiră dintr-un rezervor de aspirație a pompelor și refulează
25 într-un tunel de apă modular format din niște tronsoane orizontale, demontabile și etanșe,
prevăzute cu capace, din care în primele se stabilizează curgerea pentru ultimul, realizat din
27 plexiglas transparent, sprijinit de un suport metalic pe rezervorul de aspirație a pompelor cu
care comunică.

29 Acestea prezintă, de regulă, următoarele dezavantaje:

31 - au o funcțiune unică, fie numai pentru determinarea experimentală a distribuției de
viteze în jurul unor profile hidrodinamice de pale rotorice, fixate fără posibilități de mișcare
în tunele de apă cu circulație forțată, în vederea optimizării profilului lor hidrodinamic, fie
33 numai pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice, acționate de energia potențială sau
cinetică a unui volum de apă pompat într-un circuit închis;

35 - standurile pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice au un gabarit relativ
mare, fie pe direcție orizontală, în cazul utilizării energiei cinetice a unui volum de apă pom-
pat într-un tunel orizontal, de secțiune constantă, fie pe direcție verticală, în cazul utilizării
37 energiei potențiale a aceluiași volum de apă ridicat prin pompare la o anumită cotă.

39 Principalele dezavantaje standurilor cunoscute constau în măsurători imprecise și
încercări nerelevante efectuate pentru determinarea caracteristicilor funcționale ale
41 ansamblului rotorului cu pale profilate hidrodinamic.

43 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în determinarea cu
precizie mărită a caracteristicilor hidroturbinelor testate în condiții de sarcini mărite și viteze
mici ale debitului.

45 Standul conform invenției, rezolvă problema tehnică propusă și înlătură dezavantajele
menționate prin aceea că este compus dintr-un grup de pompare format din trei pompe
47 centrifuge identice, cuplate în paralel, cu debit reglabil prin variația turației de antrenare,
fiecare motor electric de antrenare al pompelor fiind prevăzut cu câte un convertizor de frec

RO 131813 B1

vență variabilă și alimentat dintr-un dulap electric, la care grupul de pompare aspiră dintr-un rezervor de aspirație a pompelor și refulează într-un tunel de apă modular format din cinci tronsoane orizontale, demontabile și etanșe, prevăzute cu capace, din care primele trei stabilizează curgerea pentru cel de-al patrulea, realizat din plexiglas transparent și se sprijină pe un suport metalic cu înălțime reglabilă, iar ultimul tronson se sprijină pe rezervorul de aspirație a pompelor cu care comunică, stand ce permite determinarea experimentală a caracteristicilor funcționale ale rotoarelor de turbine hidraulice axiale cu ax orizontal, sau cu ax vertical, introduse în tronsonul transparent al tunelului de apă modular, rotoarele fiind cuplate printr-un ax orizontal sau vertical la un sistem de frânare reglabilă, încercările rotoarelor făcându-se cu ajutorul unui sistem de monitorizare, control și achiziții de date la care sistemul de frânare reglabilă, cu care se simulează sarcina rotorului de turbină încercat, conține două lagăre din care unul radial și altul radial-axial, pentru cazul cuplării la o turbină hidraulică ax orizontal sau două lagăre radial-axiale care funcționează în aer, pentru cazul cuplării la o turbină hidraulică ax vertical, un traductor de moment și turație, o frână cu pulberi magnetice, capabilă să dezvolte momente rezistente mici, specifice modelelor de rotoare încercate, cu posibilitate de montaj orizontal sau vertical, cu moment rezistent reglabil cu pas fin, funcție de curentul de alimentare, un motor electric pentru omogenizarea pulberii magnetice din carcasa frânei, niște cuplaje mecanice montate pe lanțul cinematic ax model rotor-traductor de moment și turație-frână-motor electric de 24 Vc.c. Iar sistemul de monitorizare, control și achiziții de date este compus dintr-un cofret electric, echipat cu automat programabil, două surse electrice de alimentare și patru afișoare numerice, un traductor de presiune diferențială asociat unui tub Pitot-Prandtl, un debitmetru electromagnetic asociat unui traductor de debit, un traductor de moment și turație în legătură cu un calculator, prin care se comandă sistemul de frânare reglabilă și reglarea debitului la grupul de pompare, cu care se monitorizează și achiziționează parametrii reglabili ai standului, respectiv debitul și viteza a apei în tronsonul patru, inclusiv parametrii mecanici ai sistemului de frânare reglabilă, respectiv momentul și turația, măsurate la axul modelului încercat.	1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27
Standul conform invenției, prezintă următoarele avantaje:	
- cumulează cele două funcțiuni, de optimizare a formei hidrodinamice a palelor rotorului prin încercări experimentale și de încercare pentru determinarea caracteristicilor funcționale a ansamblului rotorului cu pale profilate hidrodinamic, într-un singur mijloc de probare;	29 31
- oferă posibilitatea de testare pe același mijloc de probare atât a modelelor de rotoare de turbine hidraulice cu ax vertical, cât și a celor cu ax orizontal;	33
- are gabarit redus, atât standul cât și dispozitivele de probare a rotoarelor de turbine care-l echipează, ceea ce permite montarea și funcționarea în spații restrânse;	35
- reduce costurile măsurărilor experimentale ale modelelor la scară de rotoare și pale rotorice de turbine hidraulice cu gabarite și mase reduse.	37
Standul pentru optimizarea profilului hidrodinamic al palelor și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, conform invenției, este prezentat în continuare în legătură și cu cele două figuri, respectiv:	39 41
- fig. 1, schema constructiv-funcțională a standului;	
- fig. 2, detaliu constructiv-funcțional al rotorului de turbină cu ax vertical R.T.A.V. cuplat la sistemul de frânare reglabilă S.F.R., montate pe stand pentru încercări.	43
Standul, conform invenției, vehiculează forțat un volum de apă curată în circuit închis, realizat de un grup de pompare cu debit reglabil G.P.D.R. , care aspiră dintr-un rezervor de aspirație a pompelor R.A.P. și refulează într-un tunel de apă modular, T.A.M. , format din cinci tronsoane orizontale, demontabile și etanșe, prevăzute cu capace, din care primele trei se sprijină pe un suport metalic cu înălțime reglabilă S.M.I.R. , iar ultimul pe rezervorul de aspirație a pompelor R.A.P. , cu care comunică.	45 47 49

RO 131813 B1

1 Primele trei tronsoane ale tunelului de apă modular **T.A.M.**, din care două cu secțiune
variabilă, contribuie la stabilizarea și uniformizarea curgerii în cel de-al patrulea tronson,
3 realizat dintr-un material transparent și rezistent, în care se montează palele rotorice fixe,
pentru determinarea distribuției de viteze, respectiv rotorul de turbină axială cu ax orizontal
5 **R.T.A.O.**, sau rotorul de turbină cu ax vertical **R.T.A.V.**, ce urmează a se încerca.

Aceste modele de rotoare de turbine hidraulice se cuplează, printr-un ax vertical sau
7 orizontal, la un sistem de frânare reglabilă **S.F.R.**, care simulează sarcina rotorului imersat
în tunelul modular de apă, atunci când acesta este acționat de energia cinetică a apei.

9 Printr-un sistem de monitorizare, control și achiziții de date **SCADA**, trei traductoare
și un calculator **PC** se realizează următoarele: comanda sistemului de frânare reglabilă și
11 reglajului de debit al grupului de pompare; monitorizarea și achiziția parametrilor reglabili ai
standului, respectiv debitul **Q** și viteza **v** a apei în tronsonul patru al tunelului și parametrilor
13 mecanici ai sistemului de frânare reglabilă, respectiv momentul **M** și turația **n**.

Standul permite determinarea experimentală a trei caracteristici funcționale pentru
15 modelele de rotoare de turbine hidraulice încercate, respectiv: momentul la axul rotorului
funcție de debit la sarcină constantă, adică $M = f(Q)$ la $M_r = \text{const.}$, turația rotorului funcție de
17 sarcină la debit constant, adică $n = f(M_r)$ la $Q = \text{const.}$ și turația rotorului funcție de debit la
sarcină constantă, adică $n = f(Q)$ la $M_r = \text{const.}$

19 Grupul de pompare cu debit reglabil **G.P.D.R.**, amplasat sub tunelul de apă modular
T.A.M., este format din trei pompe **3** centrifuge, identice și montate în paralel pentru însu-
21 marea debitelor, care au câte un colector comun de aspirație și unul de refulare **1**, fiecare
din cele trei pompe putând fi separate de țevile colectoare ale grupului prin câte doi robineti
23 **2** de izolare, unul pe aspirație și altul pe refulare, înaintea robinetului de pe refulare fiind
montată și o clapetă **7** de sens, iar antrenarea fiecărei pompe fiind făcută de câte un motor
25 **4** electric de 380 V c.a., cuplat la axul pompei printr-un cuplaj **6** mecanic elastic și alimentat
prin intermediul unui convertizor de frecvență reglabilă **5**, cu ajutorul căruia se reglează tura-
27 ția de antrenare a pompei și, prin intermediul acesteia, debitul pompei. Grupul de pompare
cu debit reglabil aspiră printr-o conductă de aspirație **CA** dintr-un rezervor de aspirație al
29 pompelor **R.A.P.** și refulează printr-o conductă de refulare **C.R.**, într-un tunel de apă modular
T.A.M.; pentru împiedicarea propagării vibrațiilor generate de grupul de pompare către tunel
31 și rezervor, se prevede montarea a patru manșoane elastice **24**.

Tunelul de apă modular **T.A.M.** este compus din cinci tronsoane prevăzute cu
33 capace, demontabile și etanșe, care formează un ansamblu continuu, fără praguri în dreptul
îmbinărilor. În primul tronson **8**, cu rol de difuzor în curgere pentru că și mărește continuu
35 secțiunea în direcția curgerii, apa refulată de pompe intră în tunel printr-un cilindru din țeava
de PVC, cu capac de plastic lipit, prevăzut cu perforații mari pe suprafața sa laterală, apoi
37 întâlnește în traseul său o placă din tablă perforată, montată transversal pe direcția curgerii.
Cel de-al doilea tronson **9**, de secțiune constantă și egală cu secțiunea de ieșire a primului
39 tronson, conține pachete de site, ecrane de tablă perforată și structuri de tip fagure, toate cu
rol de liniștire a curgerii și uniformizare a liniilor de curent. Al treilea tronson **10**, este de
41 contracție pentru ca secțiunea sa de ieșire se reduce la 1/6 din secțiunea de intrare. Primele
trei tronsoane ale tunelului de apă modular se sprijină pe un suport metalic cu înălțime
43 reglabilă **S.M.I.R.**. Urmează tronsonul de testare/vizualizare **11**, în care curgerea apei este
uniformă și stabilă datorită formelor, dimensiunilor, calității suprafeței interioare și calității
45 îmbinărilor primelor trei tronsoane ale tunelului, și tronsonul de ieșire **12**, prin care tunelul de
apă comunică și se sprijină cu/pe rezervorul de aspirație al pompelor **R.A.P.**

RO 131813 B1

Rezervorul de aspirație al pompelor, **R.A.P.**, conține în interior: un deflector, care dirijează fluxul de apă din tunel către gura de evacuare a rezervorului; o sită fină, montată transversal pe direcția de curgere a apei în rezervor, pentru spargerea bulelor de aer și un cot din PVC, la 90°, montat la fundul rezervorului, pentru diminuarea vârtejurilor de fund din zona de aspirație a pompelor.

Modelul de rotor de turbină axială cu ax orizontal **R.T.A.O.**, sau cu ax vertical **R.T.A.V.**, care urmează a se încerca pe stand, se cuplează prin intermediul unui ax orizontal sau vertical **20**, la un sistem de frânare reglabilă **S.F.R.**

Sistemul de frânare reglabilă **S.F.R.** conține: două lagăre, unul radial **21** și altul radial-axial **22**, pentru cazul cuplării la rotoare de turbină cu ax orizontal **R.T.A.O.**, sau două lagăre **22** radial-axiale, pentru cazul cuplării la rotoare de turbină cu ax vertical **R.T.A.V.**, un traductor **17** de moment și turație; o frână **18** cu pulberi magnetice, cu posibilitate de montaj orizontal sau vertical, cu moment rezistent reglabil funcție de curentul de alimentare; un motor **19** electric de 24 V c.c., necesar antrenării frânei înainte de desfășurarea încercărilor pe stand, pentru omogenizarea pulberii magnetice și determinării frecărilor din lagăre, și trei cuplaje **23** mecanice, de pe lanțul cinematic ax model rotor-traductor de moment și turație-frână-motor electric de **24** Vc.c.

Sistemul de monitorizare, control și achiziții de date **SCADA** conține: un cofret electric, echipat cu automat programabil, două surse electrice de alimentare, pentru frâna **S.F.R.** și motorul **19** electric de 24 Vc.c, patru afișoare numerice, pentru debit, presiune diferențială, moment și turație; un debitmetru electromagnetic **15** și un traductor de debit **16**, montate pe conducta de refulare **C.R.**; un tub Pitot-Prandtl **13**, deplasabil pe trei direcții ortogonale și un traductor de presiune diferențială **14**, montate pe rama tronsonului de testare vizualizare; un calculator **PC** în legătură cu sistemul **SCADA** ce asigură: monitorizarea și achiziția a patru parametri, respectiv debitul **Q** și viteza **v** a apei (indirect prin convertirea presiunii diferențiale în viteză) în tronsonul de testare/vizualizare, momentul **M** și turația **n** la axul modelului de rotor încercat; trei comenzi, una pentru reglarea debitului grupului de pompare, una pentru reglarea momentului rezistent al frânei cu pulberi magnetice și una pentru acționarea motorului electric de 24 V c.c.

În dulapul electric de forță **DE**, care alimentează cele trei motoare electrice de antrenare a pompelor, sunt montate trei convertizoare **5** de frecvență și trei electroventilatoare de răcire a acestora. Dulapul electric de forță asigură: alimentarea motoarelor electrice de 380 V.c.a.; pornirea și oprirea grupului de pompare; monitorizarea și reglarea debitului grupului de pompare, realizate local, de pe capacul dulapului, prin intermediul a trei potențiometre rotative prevăzute cu afișoare numerice.

Funcționarea standului și modul de realizare a încercărilor.

Înainte de pornirea standului se fac următoarele operațiuni pregătitoare:

- se verifică și se reface, dacă este cazul, orizontalitatea tunelului modular de apă prin reglarea înălțimii picioarelor suportului metalic cu înălțime reglabilă, **S.M.I.R.**;

- se umple standul cu apă curată și filtrată de la rețea, până ce în tunelul de testare/vizualizare, transparent și fără capac, se atinge un nivel prestabilit;

- se reglează nivelul apei în tunelul de apă, care se face, după caz, din vana **25** de golire, sau de umplere de la rețea;

- se aerisesc pompele prin deșurubarea/strângerea bușonului de aerisire al fiecărei pompe.

RO 131813 B1

1 Se pornește grupul de pompare, acționând pornirea succesivă a fiecărei pompe, de
la debitul minim la cel maxim, apoi cu debitul la maxim, rezultat din însumarea debitelor
3 maxime ale celor trei pompe, se recirculă apă prin tunelul modular timp de 15 minute, pentru
aerisire, eliminarea bulelor de aer făcându-se la nivelul tronsonului transparent, singurul în
5 care curgerea are suprafața liberă.

Verificarea uniformității curgerii în tronsonul transparent se face la debitul maxim al
7 grupului de pompare. Se aleg trei secțiuni ale tronsonului de testare/vizualizare, două la
capete și una la mijloc, în care urmează a se deplasa, pentru măsurători de viteză, tubul
9 Pitot-Prandtl. Cu ajutorul unui dispozitiv de deplasare pe trei direcții ortogonale a tubului,
acesta este deplasat succesiv în cele trei secțiuni ale tronsonului. În fiecare secțiune se
11 măsoară viteza apei în cinci puncte echidistante de pe lățimea tronsonului, iar în fiecare
punct de pe lățime se măsoară viteza în cinci puncte echidistante pe adâncimea tronsonului.
13 Numărul total de puncte în care se măsoară viteza apei, pentru certificarea încadrării abaterii
fluctuațiilor de viteză într-un interval admis, este de 75. Reducerea fluctuațiilor de viteză,
15 până la încadrarea lor în abaterea admisă, se realizează prin montarea unor site suplimentare
în cel de-al doilea tronson al tunelului de apă modular.

17 Optimizarea formei hidrodinamice a palelor rotorice se realizează prin introducerea
succesivă în tunelul transparent de testare/vizualizare, în care se injectează din exterior un
19 lichid colorant greu miscibil în apă, a mai multor pale cu profiluri hidrodinamice diferite, fixate
și fără posibilități de mișcări în tunel. Pentru fiecare din aceste pale se fotografiază cu o
21 cameră laser spectrul liniilor de curent, pentru diferite viteze ale apei. Analiza spectrală comparativă
a distribuției de viteze din jurul profilelor palelor stabilește care este pala cu profilul
23 hidrodinamic cel mai bun.

Încercările pentru determinarea caracteristicilor funcționale ale rotoarelor cu gabarite
25 și mase reduse de turbine hidraulice axiale se pot realiza atât pentru rotoare de turbină cu
ax orizontal **R.T.A.O.**, cât și pentru rotoare de turbină cu ax vertical **R.T.A.V.**

27 Același sistem de frânare reglabilă **S.F.R.**, cu mici modificări, este folosit pentru
încercarea ambelor tipuri de rotoare. Montajul sistemului de frânare reglabilă **S.F.R.** în cazul
29 **R.T.A.O.** are în plus față de montajul **S.F.R.** în cazul rotoarelor de turbină cu ax vertical
R.T.A.V. o etanșare dinamică a axului **20**, iar primul lagăr axial-radial **23** funcționează în apă.

31 Sistemul de frânare reglabilă **S.F.R.** are capacitatea de a produce momente
rezistente mici, cu domeniu fin de reglare, datorită frânei cu pulberi magnetice pe care o
33 conține.

Pentru încercarea rotoarelor de tip orizontal **R.T.A.O.**, ansamblul model **rotor-S.F.R.**
35 se montează pe un suport în consolă, demontabil, prins de rezervorul de aspirație a
pompeilor, iar pentru încercarea rotoarelor de tip vertical **R.T.A.V.** acest ansamblu se
37 montează pe un suport demontabil, prins de rama tronsonului de testare/vizualizare.

Determinarea caracteristicilor funcționale ale modelelor de rotoare de turbine axiale
39 se face după omogenizarea pulberii magnetice din frâna prin acționarea acesteia în gol, timp
de 10-15 min, cu ajutorul motorului **18** electric de 24 Vc.c., urmată de demontarea acestuia.

41 Caracteristica $M = f(Q)$ la $M_r = \text{const}$, respectiv momentul la axul rotorului funcție de
debit la sarcină constantă, se determină experimental pe stand în două etape:

43 Etapa 1, în care frâna cu pulberi magnetice nu se alimentează cu curent, se
realizează în următorii pași:

45 - se pornește prima electropompă la un debit minim corespunzător frecvenței reglate
a convertizorului la valoarea de 20 Hz;

47 - se crește progresiv frecvența primului convertizor, din potențiometrul rotativ sau
calculatorul **PC**, până la 50 Hz, respectiv debitul primei pompe până la debitul maxim,
49 urmărindu-se valoarea debitului la care turbina începe să se rotească;

RO 131813 B1

- dacă este cazul, se suprapune peste debitul maxim al primei pompe debitul obținut prin reglarea celorlalte două electropompe, acționând lent potențiometrele convertizoarelor de frecvență corespunzătoare; 1
- dacă turbina nu se rotește nici la debitul maxim al standului, respectiv viteza maximă realizată în tunelul de testare/vizualizare, înseamnă ca turbina nu poate dezvolta un cuplu mai mare decât momentul minim rezistent al sistemului de frânare reglabilă **S.F.R.**; 3
- valoarea debitului la care turbina se rotește cu o turație minim impusă, de exemplu 50 rot/min, reprezintă debitul la care turbina dezvoltă un cuplu egal cu momentul minim rezistent (momentul rezistent al frânei nealimentate și lagărelor cu frecare redusă ale sistemului de frânare reglabilă **S.F.R.**), notat $Q_{0,1}$. 5
- Etape 2, în care frâna cu pulberi magnetice se alimentează cu curent se realizează în următorii pași: 7
- După determinarea debitului minim $Q_{0,1}$, la care turbina se rotește cu 50 rot/min la sarcină minimă M_{min} , proba va continua cu reglajul de debit de la aceasta valoare minimă spre valoarea maximă, urmat de reglajul curentului de alimentare al frânei cu pulberi magnetice, respectiv: 9
- se va determina momentul la axul turbinei pentru debitul maxim al standului și turația de 50 rot/min. În acest scop se vor cupla cele trei pompe la debitul maxim, se va crește progresiv curentul de alimentare al frânei până ce turația scade la 50 rot/min; după determinarea valorii momentului la debitul maxim, M_{QMAX} , proba va continua astfel: 11
- se va regla progresiv, în sens crescător, momentul rezistent al sistemului de frânare reglabilă, cu pas egal, pentru 10 valori din intervalul $M_{min} \dots M_{QMAX}$; 13
- pentru fiecare din cele zece valori curente ale sarcinii reglate se va crește progresiv debitul, de la valoarea corespunzătoare sarcinii anterioare până la valoarea ce corespunde turației de 50 rot/min a modelului testat; 15
- se vor achiziționa cele 10 valori ale debitului corespunzătoare creșterii sarcinii și obținerii turației de 50 rot/min pentru modelul testat; 17
- proba se va repeta identic și pentru sensul descrescător al sarcinii, de la M_{QMAX} la M_{min} ; 19
- se vor achiziționa alte 10 valori ale debitului corespunzătoare descreșterii sarcinii și obținerii turației de 50 rot/min pentru modelul testat. 21
- Cu cele 20 perechi de valori (debit, moment) se poate trasa caracteristica $M=f(Q)/M_r=const.$ 23
- Caracteristica $n=f(Q)$ la $M_r=const.$, respectiv turația la axul rotorului funcție de debit la sarcină constantă, se determină experimental pe stand astfel: 25
- se caută debitul minim $Q_{0,1}$, la care turbina dezvoltă un moment egal cu momentul minim rezistent M_{min} , la fel ca în cazul precedent, etapa 1 și momentul rotorului turbinei la debitul maxim M_{QMAX} , la fel ca în cazul precedent, etapa 2; 27
- se va fixa frâna reglabilă la o valoare a momentului rezistent cuprinsă în intervalul $M_{min} \dots M_{QMAX}$, care se va menține constantă; 29
- pentru acea valoare a sarcinii, se variază în sens crescător, de la $Q_{0,1}$ la Q_{MAX} și în sens descrescător, de la Q_{MAX} la $Q_{0,1}$ debitul care transvazează tronsonul de testare/vizualizare; 31
- pentru fiecare valoare de debit a standului se achiziționează valoarea turației modelului turbinei încercate; 33
- se poate ridica o familie de caracteristici staționare, turație funcție de debit la sarcină constantă, în care fiecare caracteristică a familiei aparține unei valori constante a sarcinii din intervalul $M_{min} \dots M_{QMAX}$. 35

RO 131813 B1

1 Caracteristica $n = f(M_r)$ la $Q = \text{const}$, respectiv turație funcție de sarcină la debit constant, se determină experimental pe stand astfel:

3 - se caută debitul minim $Q_{0,1}$, la care turbina dezvoltă un moment egal cu momentul
5 minim rezistent M_{\min} , la fel ca în primul caz, etapa 1 și momentul rotorului turbinei la debitul
5 maxim $M_{Q_{\text{MAX}}}$, la fel ca în primul caz, etapa 2;

7 se va fixa o valoare de debit de circulație a apei cuprinsă în intervalul $Q_{0,1} \dots Q_{\text{MAX}}$,
7 pentru acea valoare a debitului se variază, în sens crescător și descrescător, cu pas
9 constant, momentul rezistent al sistemului de frânare reglabilă, cuprins în intervalul
9 $M_{\min} \dots M_{Q_{\text{MAX}}}$;

11 - pentru fiecare valoare a momentului rezistent se achiziționează valoarea turației
11 modelului turbinei încercate.

13 Se poate ridica o familie de caracteristici staționare, turație funcție de sarcină la debit
13 constant, în care fiecare caracteristică a familiei aparține unei valori constante a debitului din
15 intervalul $Q_{0,1} \dots Q_{\text{MAX}}$.

15 Observații:

17 a) Cele trei caracteristici funcționale determinate pe stand sunt cu atât mai precise
17 cu cât valoarea debitului la care începe să se rotească turbina fără sarcină este mai mică.

19 b) Precizia celor trei caracteristici funcționale determinate pe stand este satis-
19 făcătoare dacă momentul măsurat la axul rotorului la debitul maxim al grupului de pompare,
21 $M_{Q_{\text{MAX}}}$, este de minim jumătate din momentul maxim rezistent pe care îl poate dezvolta
21 sistemul de frânare reglabilă **S.F.R.**, respectiv $M_{Q_{\text{MAX}}} \geq 0.5 M_{\text{MAX}}$, iar debitul la care începe
23 să se rotească turbina fără sarcină $Q_{0,1}$ este de maxim jumătate din debitul maxim al grupului
23 de pompare, respectiv $Q_{0,1} \leq 0.5 Q_{\text{MAX}}$.

RO 131813 B1

Revendicări

1. Stand pentru pentru optimizarea profilului palelor și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, care vehiculează forțat un volum de apă curată în circuit închis prin intermediul unui grup de pompare (**G.P.D.R.**) format din trei pompe centrifuge identice, cuplate în paralel, cu debit reglabil prin variația turației de antrenare, fiecare motor electric de antrenare al pompelor fiind prevăzut cu câte un convertizor de frecvență variabilă și alimentat dintr-un dulap electric (**D.E.**), la care grupul de pompare (**G.P.D.R.**) aspiră dintr-un rezervor de aspirație a pompelor (**R.A.P.**) și refulează într-un tunel de apă modular (**T.A.M.**), format din cinci tronsoane orizontale, demontabile și etanșe, prevăzute cu capace, din care primele trei stabilizează curgerea pentru cel de-al patrulea, realizat din plexiglas transparent, și se sprijină pe un suport metalic cu înălțime reglabilă (**S.M.I.R.**), iar ultimul tronson se sprijină pe rezervorul de aspirație a pompelor (**R.A.P.**) cu care comunică, stand ce poate permite determinarea experimentală a caracteristicilor funcționale ale rotoarelor de turbine hidraulice axiale cu ax orizontal (**R.T.A.O.**), sau cu ax vertical (**R.T.A.V.**), introduse în tronsonul transparent al tunelului de apă modular(**T.A.M.**), rotoarele fiind cuplate printr-un ax (**21**) orizontal sau vertical la un sistem de frânare reglabil (**S.F.R.**), încercările rotoarelor făcându-se cu ajutorul unui sistem de monitorizare, control și achiziții de date (**SCADA**), **caracterizat prin aceea că** sistemul de frânare reglabilă (**S.F.R.**), cu care se simulează sarcina rotorului de turbină încercat, conține două lagăre din care unul radial (**21**) și altul radial-axial (**22**), pentru cazul cuplării la o turbină hidraulică ax orizontal (**R.T.A.O.**), sau două lagăre radial-axiale (**22**) care funcționează în aer, pentru cazul cuplării la o turbină hidraulică ax vertical (**R.T.A.V.**), un traductor (**17**) de moment și turație, o frână (**18**) cu pulberi magnetice, capabilă să dezvolte momente rezistente mici, specifice modelelor de rotoare încercate, cu posibilitate de montaj orizontal sau vertical, cu moment rezistent reglabil cu pas fin, funcție de curentul de alimentare, un motor (**19**) electric pentru omogenizarea pulberii magnetice din carcasa frânei (**18**) și niște cuplaje mecanice (**23**).
2. Stand conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sistemul de monitorizare, control și achiziții de date (**SCADA**) este compus dintr-un cofret electric, echipat cu automat programabil, două surse electrice de alimentare și patru afișoare numerice, un traductor de presiune diferențială (**14**) asociat unui tub Pitot-Prandtl (**13**), un debitmetru electromagnetic (**15**) asociat unui traductor de debit (**16**), traductorul de moment și turație (**17**) în legătură cu un calculator (**PC**), prin care se comandă sistemul de frânare reglabilă (**S.F.R.**) și reglarea debitului la grupul de pompare (**G.P.D.R.**), cu care se monitorizează și achiziționează parametrii reglabili ai standului, respectiv debitul (**Q**) și viteza (**v**) a apei în tronsonul patru inclusiv parametrii mecanici ai sistemului de frânare reglabilă (**S.F.R.**), respectiv momentul (**M**) și turația (**n**), măsurate la axul modelului încercat.

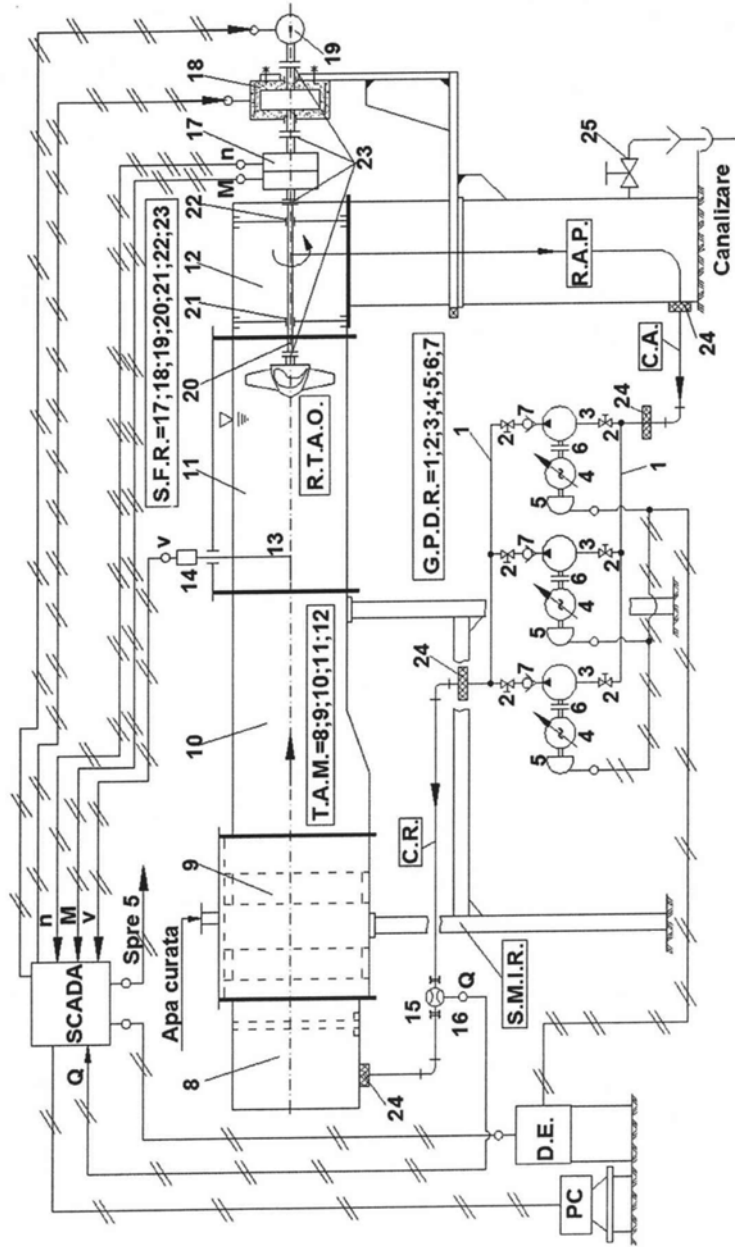


Fig. 1

(51) Int.Cl.

F15B 19/00 (2006.01);

G01M 10/00 (2006.01)

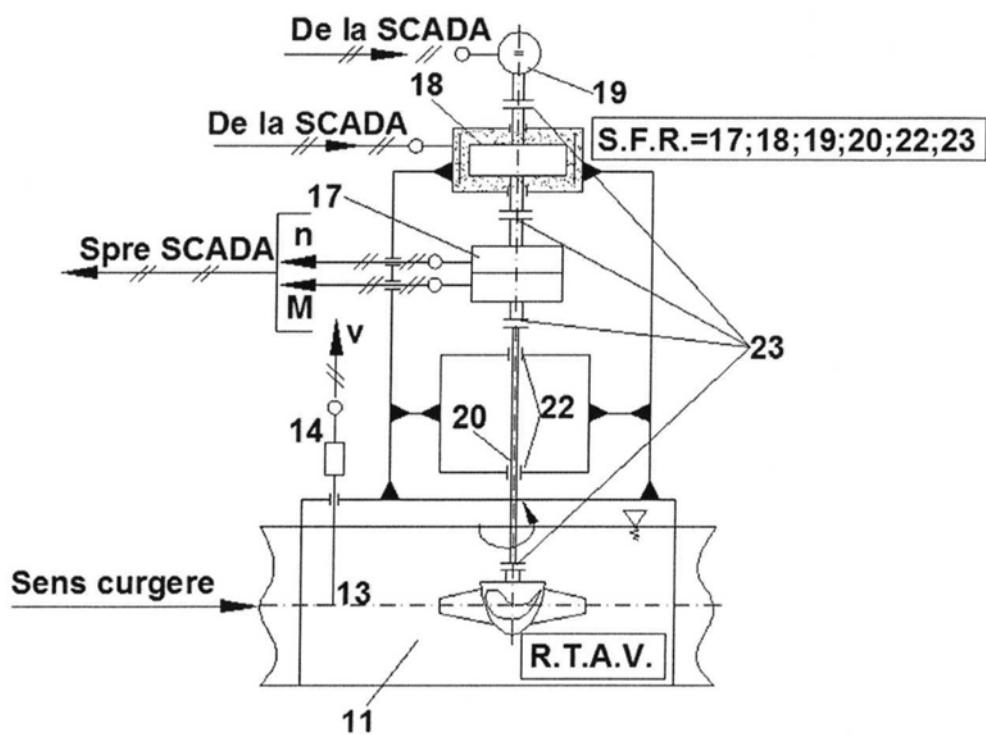


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 66/2022