

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00765

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

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

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000, FILIALA
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU
HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ- 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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand pentru optimizarea profilului hidrodinamic al paletelor, și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, destinat activității de cercetare experimentală din laboratoarele universităților și institutelor cu preocupări în domeniul cercetării hidro-agregatelor energetice. Standul conform invenției vehiculează forțat apă curată în circuit închis, printr-un grup (G.P.D.R.) de pompare cu debit reglabil, care aspiră dintr-un rezervor (R.A.P.) al pompelor, și refulează într-un tunel (T.A.M.) de apă modular, compus din cinci tronsoane horizontale, primele trei tronsoane fiind fixate pe un suport (S.M.I.R.) metalic, și uniformizează curgea în tronsonul patru, unde se montează palele rotorice, niște rotoare (R.T.A.O., R.T.A.V.) de turbină axială, cu ax orizontal sau, respectiv, vertical, supuse încercărilor experimentale, iar ultimul tronson se sprijină pe/comunică cu rezervorul (R.A.P.) pompelor, sarcina rotoarelor acționate de energia cinetică a apei simulându-se cu un sistem (S.F.R.) de frânare reglabilă, cuplat la un ax (23) al lor, vertical sau orizontal, iar un sistem (SCADA) de monitorizare, control și achiziții de date, cu automat programabil, traductoare și un calculator (PC), realizează comanda sistemului (S.F.R.) și a debitului grupului (G.P.D.R.) de pompare, și moni-

torizarea/achiziționarea unui debit (Q) și a unei viteze (v) a apei în tronsonul patru al tunelului (T.A.M.) de apă modular, respectiv, al unui moment (M) și al unei turații (n) la axul (23) rotorului.

Revendicări: 3
Figuri: 2

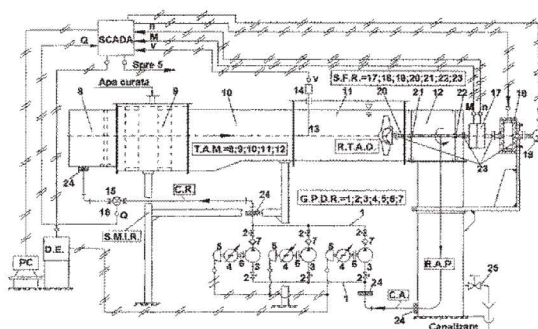


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art. 32 din Legea nr. 64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art. 23 alin. (1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. *a 2015 0765*
Data depozit *28-10-2015*

10

STAND PENTRU OPTIMIZAREA PROFILULUI HIDRODINAMIC AL PALELOR ȘI ÎNCERCĂRI FUNCȚIONALE ALE ROTOARELOR TURBINELOR HIDRAULICE

Invenția se referă la un stand, de gabarit mic, pentru încercări experimentale ale modelelor la scară, cu dimensiuni și mase reduse, ale rotoarelor și palelor rotorice de turbine hidraulice axiale, cu ax vertical sau orizontal. Standul este destinat activității de cercetare experimentală din laboratoarele universităților și institutelor cu preocupări în domeniul cercetării hidroagregatelor energetice.

Sunt cunoscute mai multe tipuri de standuri pentru încercarea rotoarelor sau palelor rotorice ale turbinelor hidraulice. Acestea prezintă, de regulă, următoarele dezavantaje:

- 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 numai pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice, acționate de energia potențială sau cinetică a unui volum de apă pompat într-un circuit închis;
- 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 pompat într-un tunel orizontal, de secțiune constantă, fie pe direcție verticală, în cazul utilizării energiei potențiale a aceluiași volum de apă ridicat prin pompare la o anumită cotă.

Standul pentru optimizarea profilului palelor și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, conform invenției, reprezintă un mijloc de probare cu care se pot determina experimental, succesiv în două etape, atât distribuția de viteze pe palele rotorice ale turbinelor hidraulice axiale de dimensiuni și mase reduse, în vederea optimizării profilului lor hidrodinamic, în prima etapă, cât și parametrii mecanici, turație și moment, ai rotoarelor de turbine hidraulice, cu profilul palelor optimizat experimental anterior, în cea de-a doua etapă.

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, Minnessota 55041 USA*, descrisă pe pagina de web cu adresa: <http://www.eldinc.com/pages/0246:WATERTUNNELS>

Față de acest model, cu funcțiune de tunel de apă necesar măsurătorilor și vizualizărilor câmpului de viteze din jurul unor profile hidrodinamice, precum și față de alte standuri cunoscute, cu funcțiune de standuri pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice, soluția propusă 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;
- 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;
- 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;
- reduce costurile măsurătorilor experimentale ale modelelor la scară de rotoare și pale rotorice de turbine hidraulice cu gabarite și mase reduse.



28-10-2015

Standul pentru optimizarea profilului palelor și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, conform invenției, este prezentat în două figuri, respectiv:

- 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.

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, circuitul închis de apă realizându-se pe traseul **R.A.P.**, **G.P.D.R.**, **T.A.M.**, **R.A.P.**

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, 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 **R.T.A.O.**, sau 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 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.

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 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 mecanici ai sistemului de frânare reglabilă, respectiv momentul **M** și turația **n**.

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

Se dă, în continuare, un *exemplu de realizare a invenției*.

Grupul de pompare cu debit reglabil **G.P.D.R.**, amplasat sub tunelul de apă modular **T.A.M.**, este format din trei pompe centrifuge **3**, identice și montate în paralel pentru însumarea 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 de izolare **2**, unul pe aspirație și altul pe refulare, înaintea robinetului de pe refulare fiind montată și o clapetă de sens **7**, iar antrenarea fiecărei pompe fiind făcută de câte un motor electric de 380 V c.a. **4**, cuplat la axul pompei printr-un cuplaj mecanic elastic **6** și alimentat prin intermediul unui convertizor de frecvență reglabilă **5**, cu ajutorul căruia se reglează turația 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 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



28-10-2015

grupul de pompare catre tunel și rezervor, se prevede montarea a patru manșoane elastice **24**.

Tunelul de apă modular **T.A.M.** este compus din cinci tronsoane prevăzute cu 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 secțiunea în direcția curgerii, apa refulată de pompe intră în tunel printr-un cilindru din țevă de PVC, cu capac de plastic lipit, prevăzut cu perforații mari pe suprafața sa laterală, apoi 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 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 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 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 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.**

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

Sistemul de monitorizare, control și achiziții de date **SCADA** conține: un cofret electric, echipat cu automat programabil, două surse electrice de alimentare, pentru frână și motorul electric de 24 V c.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**. Sistemul **SCADA** 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 de frecvență **5** 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 de golire **25**, sau de umplere de la rețea;
- se aerisesc pompele prin deșurubarea/strângerea bușonului de aerisire al fiecărei pompe.

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 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 care curgerea are suprafața liberă.

Verificarea uniformității curgerii în tronsonul transparent se face la debitul maxim al 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 Pitot-Prandtl. Cu ajutorul unui dispozitiv de deplasare pe trei direcții ortogonale a tubului Pitot-Prandtl, tubul se deplasează succesiv în cele trei secțiuni ale tronsonului. În fiecare secțiune se 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. 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, 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.

Optimizarea formei hidrodinamice a palelor rotorice se realizează prin introducerea succesivă în tunelul transparent de testare/vizualizare, în care se injectează din exterior un 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 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 hidrodinamic cel mai bun.

*Încercările pentru determinarea caracteristicilor funcționale ale rotoarelor cu gabarite 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.***



Același sistem de frânare reglabilă **S.F.R.**, cu mici modificări, este folosit pentru încercarea ambelor tipuri de rotoare. Montajul **S.F.R.** în cazul **R.T.A.O.** are în plus față de montajul **S.F.R.** în cazul **R.T.A.V.** o etanșare dinamică a axului **20**, iar primul lagăr axial-radial **23** funcționează în apă. **S.F.R.** are capacitatea de a produce momente rezistente mici, cu domeniu fin de reglare, datorită frânei cu pulberi magnetice pe care o conține.

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

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

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

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

- se pornește prima electropompă la un debit minim corespunzător frecvenței reglate a convertizorului la valoarea de 20Hz;
- se crește progresiv frecvența primului convertizor, din potențiometrul rotativ sau calculatorul **PC**, până la 50Hz, respectiv debitul primei pompe până la debitul maxim, urmărindu-se valoarea debitului la care turbina începe să se rotească;
- 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;
- 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 **S.F.R.**;
- 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 **S.F.R.**), notat $Q_{0,1}$

Etapa 2, în care frâna cu pulberi magnetice se alimentează cu curent se realizează în următorii pași:

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:

- 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:
- se va regla progresiv, în sens crescător, momentul rezistent al sistemului de frânare reglabilă, cu pas egal, pentru 10 valori din intervalul $M_{min}... M_{QMAX}$;
- 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;



5

- se vor achiziționa cele 10 valori ale debitului corespunzătoare creșterii sarcinii și obținerii turației de 50 rot/min pentru modelul testat;
- proba se va repeta identic și pentru sensul descrescător al sarcinii, de la M_{QMAX} la M_{min} ;
- se vor achiziționa alte 10 valori ale debitului corespunzătoare descreșterii sarcinii și obținerii turației de 50 rot/min pentru modelul testat;

Cu cele 20 perechi de valori (debit, moment) se poate trasa caracteristica $M=f(Q)/M_r=const.$

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:

- 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;
- se va fixa frâna reglabilă la o valoare a momentului rezistent cuprinsă în intervalul $M_{min}... M_{QMAX}$, care se va menține constantă;
- 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;
- pentru fiecare valoare de debit a standului se achiziționează valoarea turației modelului turbinei încercate;
- 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 $M_{min}... M_{QMAX}$.

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

- se caută debitul minim $Q_{0,1}$, la care turbina dezvoltă un moment egal cu momentul minim rezistent M_{min} , la fel ca în primul caz, etapa 1 și momentul rotorului turbinei la debitul maxim M_{QMAX} , la fel ca în primul caz, etapa 2;
- se va fixa o valoare de debit de circulație a apei cuprinsă în intervalul $Q_{0,1}... Q_{MAX}$;
- pentru acea valoare a debitului se variază, în sens crescător și descrescător, cu pas constant, momentul rezistent al sistemului de frânare reglabilă, cuprins în intervalul $M_{min}... M_{QMAX}$;
- pentru fiecare valoare a momentului rezistent se achiziționează valoarea turației modelului turbinei încercate;
- Se poate ridica o familie de caracteristici staționare, turație funcție de sarcină la debit constant, în care fiecare caracteristică a familiei aparține unei valori constante a debitului din intervalul $Q_{0,1}... Q_{MAX}$.

Observații:

- a) Cele trei caracteristici funcționale determinate pe stand sunt cu atât mai precise cu cât valoarea debitului la care începe să se rotească turbina fără sarcină este mai mică.
- b) Precizia celor trei caracteristici funcționale determinate pe stand este satisfăcătoare dacă momentul măsurat la axul rotorului la debitul maxim al grupului de pompare, M_{QMAX} , este de minim jumătate din momentul maxim rezistent pe care îl poate dezvolta S.F.R., respectiv $M_{QMAX} \geq 0.5 M_{MAX}$, iar debitul la care începe să se rotească turbina fără sarcină $Q_{0,1}$ este de maxim jumătate din debitul maxim al grupului de pompare, respectiv $Q_{0,1} \leq 0.5 Q_{MAX}$.



REVENDICĂRI

1. Stand pentru pentru optimizarea profilului palelor și încercări funcționale ale rotoarelor turbinelor hidraulice, cu dimensiuni de gabarit reduse, care vehiculează forțat un volum de apă curată în circuit închis, prin intermediul unui grup de pompare format din trei pompe centrifuge identice, cuplate în paralel, cu debit reglabil prin variația turației de antrenare (**G.P.D.R.**), fiecare motor electric de antrenare a pompelor fiind prevăzut cu câte un convertizor de frecvență variabilă și alimentat dintr-un dulap electric (**D.E.**), iar 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, **caracterizat prin aceea că pe lângă determinarea distribuției de viteze în jurul unor profile hidrodinamice fixe, de exemplu pale rotorice, permite și 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 (T.A.M.), după înlăturarea capacului, rotoarele fiind cuplate printr-un ax orizontal sau vertical (21), la un sistem de frânare reglabilă (S.F.R.), iar încercările rotoarelor făcându-se cu ajutorul unui sistem de monitorizare, control și achiziții de date (SCADA),**

2. Stand conform revendicării 1, **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), ambele funcționând în apă, pentru cazul cuplării la (R.T.A.O.), sau două lagăre radial-axiale (22), care funcționează în aer, pentru cazul cuplării la (R.T.A.V.), un traductor de moment și turație (17); o frână cu pulberi magnetice (18), 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 de 24 Vc.c. (19), necesar antrenării frânei înainte de desfășurarea încercărilor pe stand, pentru omogenizarea pulberii magnetice din carcasa frânei și determinării frecărilor din lagăre, și trei cuplaje mecanice (23), de pe lanțul cinematic ax model rotor-traductor de moment și turație-frână-motor electric de 24 Vc.c.**

3. Stand conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că utilizează un sistem (SCADA) 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), un traductor de moment și turație (17) și un calculator (PC), prin care se comandă (S.F.R.) și reglarea debitului la (G.P.D.R.), se monitorizează și achiziționează parametrii reglabili ai standului, respectiv debitul (Q) și viteza (v) a apei în tronsonul patru și parametrii mecanici ai sistemului de frânare reglabilă, respectiv momentul (M) și turația (n), măsurate la axul modelului de rotor încercat, în vederea determinării caracteristicilor funcționale $M=f(Q)$ la $M_r=const.$, $n=f(M_r)$ la $Q=const.$ și $n=f(Q)$ la $M_r=const.$**



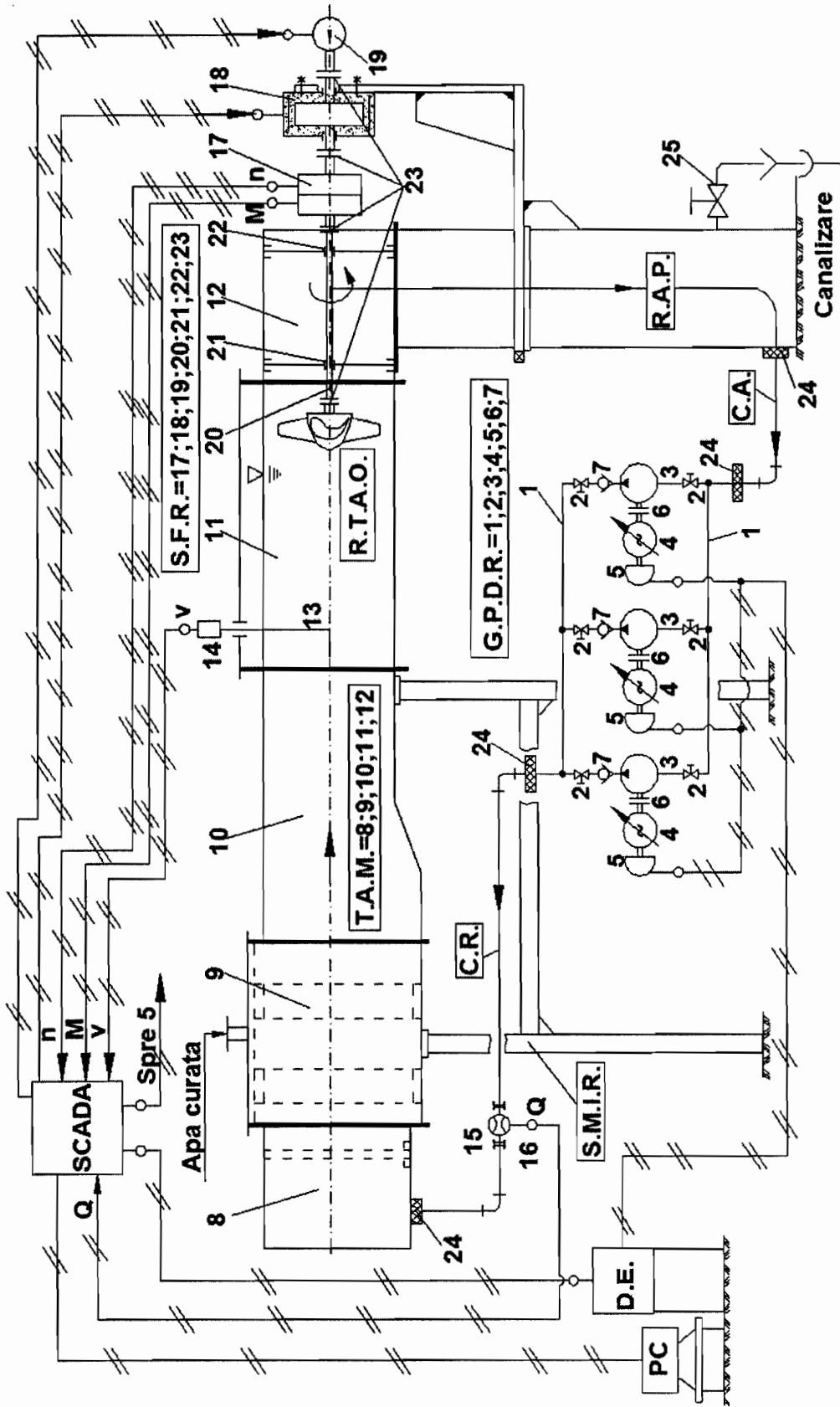


Fig.1



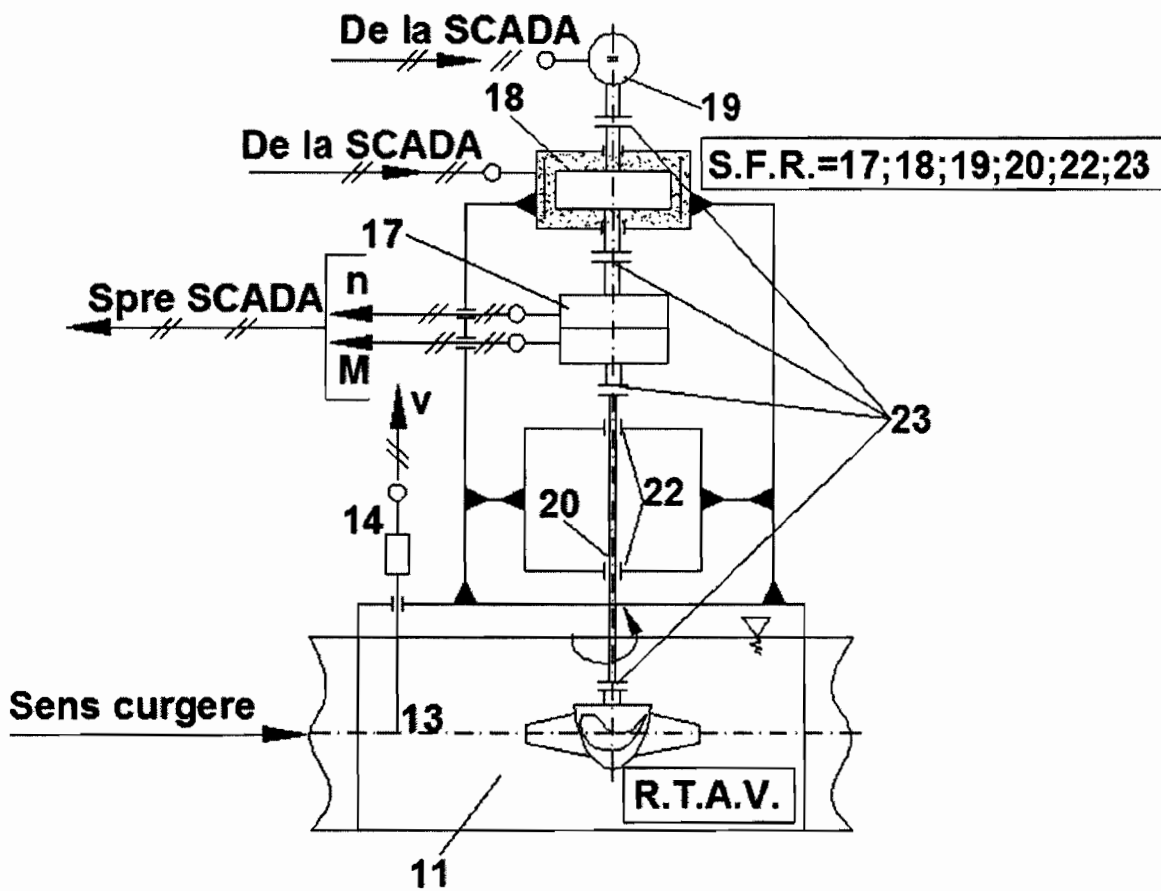


Fig.2

