

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00475

(22) Data de depozit: 17.05.2011

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. 5/2013

(71) Solicitant:

- **PREDINCEA NICOLAE**,
ȘOS. PANTELIMON NR. 243, BL. 52, SC.D,
AP.141, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
- **DUMITRU ION**, ALEEA FUIORULUI NR.2
BL.Y3B, ET.6, AP.138, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
- **PARPALĂ RADU CONSTANTIN**,
ȘOS. PANTELIMON NR. 356, BL. 1, SC. D,
AP. 126, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
- **PURICE VALERIU**, ALEEA MĂDĂRAȘI
NR. 9, BL. D6, SC. 1, ET. 4, AP. 26,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
- **VARBAN RAMONA CRISTINA**,
STR. CETATEA DE BALTĂ NR. 47, BL. P5,
SC. B, AP. 27, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO

(72) Inventatori:

- **PREDINCEA NICOLAE**,
ȘOS.PANTELIMON 243, BL.52, AP.141,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
- **DUMITRU ION**, ALEEA FUIORULUI NR.2
BL.Y3B, ET.6, AP.138, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
- **PARPALĂ RADU CONSTANTIN**,
ȘOS. PANTELIMON NR. 356, BL. 1, SC. D,
AP. 126, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
- **PURICE VALERIU**, ALEEA MĂDĂRAȘI
NR. 9, BL. D6, SC. 1, ET. 4, AP. 26,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
- **PREDINCEA NICOLAE**,
ȘOS. PANTELIMON NR. 243, BL. 52, SC.D,
AP.141, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) STAND PENTRU TESTAREA ȘI ÎNCERCAREA
ȘURUBURILOR CU BILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile, a evaluării dinamice și a comportării termice a cuplurilor elicoidale care utilizează șuruburi cu bile, care sunt utilizate frecvent în structurile mecanice din sistemele de producție. Standul conform invenției include un modul (2) de acționare în mișcarea de rotație a șurubului care trebuie testat, constituit dintr-un motor electric și o transmisie prin curea dințată, un batiu (1) pe care este montat un prim modul suport (3) de lagăr fix, pentru susținerea unui capăt al șurubului, un modul suport (5) pentru cele două piulițe pretensionate, solidarizat de elementul (4) mobil de tip masă, care se deplasează pe niște ghidaje cu elemente intermediare, și un al doilea modul suport (6) de lagăr mobil al șurubului, deplasabil în funcție de lungimea șurubului, fiecare dintre modulele suport lagăr menționate având o construcție modularizată, care permite montarea unor șuruburi cu diametre cuprinse între 63 și 100 mm, și, respectiv, a unor piulițe cu bile cu diametre corespunzătoare, iar elementul (4) mobil de tip masă

cuprinde un sistem hidraulic, pentru pretensionarea piulițelor, încărcarea axială a șurubului și pretensionarea acestuia.

Revendicări: 9
Figuri: 8

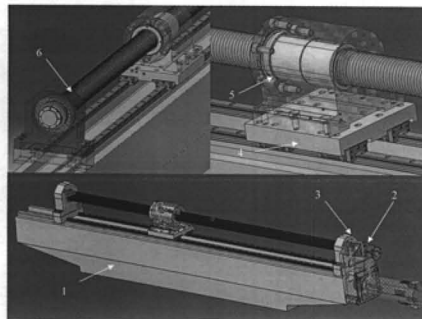


Fig. 2

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).



Cep

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2011 00475
Data depozit 17-05-2011

Stand pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile

Invenția se referă la un stand pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile (SCB) în conformitate cu preambulul revendicării 1. Totodată, invenția se referă și la diferite utilizări ale standului în scopul evaluării comportării dinamice și comportării termice a cuplelor elicoidale cu SCB, utilizate frecvent în structuri mecanice din sistemele de producție.

Este bine cunoscut faptul că ansamblurile mecanice cu cuple elicoidale de tipul SCB constituie elemente componente importante din structura cinematică a lanțurilor cinematice de avans/poziționare ale mașinilor-unelte cu comandă numerică, a roboților industriali și a altor utilaje în care se impune creșterea preciziei de poziționare și a randamentului. Ca urmare, s-au dezvoltat de-a lungul anilor o serie întreagă de standuri de testare și încercare a acestor mecanisme în scopul îmbunătățirii caracteristicilor cinematice și de funcționare, mai cu seamă în condițiile creșterii vitezelor de avans/poziționare și a accelerațiilor elementelor mobile (sanie, masă, montant etc.). Aceste obiective se impun rezolvate din cauza regimului de lucru al mecanismului SCB caracterizat prin turație variabilă, curse de lucru diferite în cicluri de lucru variabile, cu frecvente opriri, porniri și inversări ale sensului mișcării de avans/poziționare, toate acestea în condiții de precizie și de fiabilitate tot mai riguroase. În acest context, standurile de încercare a șuruburilor cu bile au devenit din ce în ce mai complicate, numărul parametrilor mășurați crescând continuu, astfel încât numai firme, institute de cercetare sau de învățământ tehnic își pot permite programe detaliate de investigare a comportării dinamice și termice a SCB

Se cunosc din documentele JP 2004-020520, JP 2006-017472 sau JP 2007-064863 standuri pentru testarea șuruburilor cu bile în care antrenarea șurubului în mișcare de rotație este realizată cu ajutorul unui motor electric de curent continuu sau de curent alternativ cu turație variabilă prin intermediul unui reductor, constituit de cele mai multe ori dintr-o transmisie prin curele dințate. De cele mai multe ori, pentru curse ale elementului mobil mai mici de 5000 mm, mișcarea de translație o

execută piulița, fixată rigid printr-un suport de elementul mobil prevăzut cu ghidaje cu elemente intermediare.

Alte soluții constructive de standuri pentru mecanismele cu șuruburi cu bile sunt tratate în documentele JP 2001-248705, JP 2003-156411, JP 2003-294581 și JP 2004-361247.

Din documentul RO83771B1 se cunoaște un stand pentru verificarea momentului de frecare al cuplei elicoidale cu șurub-piuliță cu bile. Standul este constituit dintr-un motor electric de curent alternativ cu o singură turație și un variator mecanic de turație prin care se transmite mișcarea de rotație unui șurub cu bile dispus într-o păpușă fixă aflată pe același ax cu o păpușă mobilă și cu o sanie port-piuliță prevăzută cu bacuri și cu cale plan paralele reglate cu un ceas comparator.

Un stand de testare a ansamblului SCB este cunoscut și din documentul RO 96642B1 la care antrenarea în mișcarea de rotație a șurubului este realizată de un electromotor și o transmisie prin curele dințate. Pe o sanie se află suportul piulițelor pretensionate, sanie ce are posibilitatea de deplasare în lungul unui batiu.

Toate soluțiile tehnice prezentate mai sus deși permit condiții de testare a caracteristicilor unui ansamblu șurub piuliță cu bile, posibilitățile de testare precum și domeniul de dimensiuni ale șurubului (diametru, pas, lungime) care pot fi montate pe aceste standuri sunt relativ reduse. În plus, construcțiile complicate ale acestor standuri necesită modificări substanțiale pentru a se putea adapta unor alte tipuri de teste decât cele pentru care au fost concepute.

Obiectivul principal al prezentei invenții este acela de a configura un stand de testare și de încercare a SCB care să permită adaptarea rapidă la un domeniu extins de dimensiuni de șuruburi concomitent cu o flexibilitate mărită referitoare la caracteristicile care pot fi testate cu ajutorul standului.

În conformitate cu un prim aspect al invenției, este asigurat un stand pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile cu următoarea structură mecanică: modul de acționare în mișcarea de rotație a șurubului care trebuie testat constituit dintr-un motor electric și o transmisie prin curea dințată; batiu pe care este montat suportul de lagăr fix pentru susținerea unui capăt al șurubului, suportul celor două piulițe pretensionate solidarizat de elementul mobil de tip masă ce se deplasează pe ghidaje cu elemente intermediare și suportul de lagăr mobil al șurubului, deplasabil în funcție de lungimea șurubului, caracterizat prin aceea că fiecare dintre modulele suport lagăr menționate are o construcție modularizată care permite montarea unor

17-05-2011

șuruburi cu diametre cuprinse între 63 și 100 mm, și respectiv a unor piulițe cu bile având diametre corespondente, și prin aceea că masa cuprinde un sistem hidraulic pentru pretensionarea piulițelor, încărcarea axială a șurubului și pretensionarea șurubului.

Într-un exemplu preferat de realizare a standului conform prezentei invenții, sistemul hidraulic pentru pretensionarea piulițelor, încărcarea axială a șurubului și pretensionarea șurubului poate regla forța de pretensionare a celor două piulițe reglată în domeniul 0...3100 daN și poate regla forța de încărcare axială a șurubului în domeniul 0...4900 daN, construcția casetei celor două piulițe având posibilitatea de adaptare la orice diametru exterior al piulițelor.

Într-un alt exemplu preferat de realizare, standul conform prezentei invenții cuprinde suplimentar un traductor liniar incremental pentru poziționarea modulului pentru susținerea piulițelor pretensionate și un traductor rotativ incremental pentru măsurarea rotației șurubului în scopul determinării valorilor mărimilor necesare în cadrul testării erorii de pas și a jocului la inversarea sensului de mișcare.

Într-un alt exemplu preferat de realizare, standul conform prezentei invenții, acesta cuprinde suplimentar un ansamblu de termocupluri în scopul determinării comportării termice a ansamblului șurub piuliță cu bile, termocupluri montate în lagărele șurubului, respectiv la contactul dintre căile și corpurile de rulare, suportul celor două piulițe pretensionate, cât mai aproape de calea de recirculare a bilelor în interiorul piuliței, în flanșa de fixare a piuliței de elementul mobil și pe suprafața laterală a șurubului, în zone apropiate de lagărele șurubului și ansamblul celor două piulițe.

De preferință, termocuplurile menționate pot înregistra continuu valorile de temperatură pe durata unui ciclu de experimentare de minim 2 ore, la un interval de aproximativ 4 minute, în timp ce temperatura inițială și cea finală a mediului ambiant este măsurată cu ajutorul unor piometre fixate la batiu.

Într-un alt exemplu preferat de realizare, standul conform prezentei invenții, acesta cuprinde suplimentar un accelerometru montat pe masă sau pe suportul celor două piulițe și un sistem de achiziție și prelucrare a datelor care permit verificarea comportării dinamice a ansamblului șurub piuliță cu bile.

Într-un alt aspect, prezenta invenție se referă la utilizarea standului definit mai sus, pentru determinarea erorii de pas și a jocului de întoarcere a șurubului cu bile, cuprinzând următoarele etape:

- deplasarea mesei într-un anumit sens;
- fixarea la valoarea zero a traductorului liniar și a traductorului rotativ;
- deplasarea în același sens a mesei pe o distanță de câțiva milimetri;
- deplasarea mesei în sens contrar până se ajunge din nou la valoarea zero a traductorului rotativ;
- citirea valorii indicate de către traductorul liniar care reprezintă valoarea jocului la inversarea sensului de mișcare.

Într-un alt aspect, prezenta invenție se referă la utilizarea standului definit mai sus, pentru determinarea comportării dinamice a șurubului cu bile atât la capetele de cursă ale mesei, cât și la mijlocul cursei, în funcție de diametrul, lungimea și turația șurubului, măsurarea caracteristicii de frecvență a sistemului dinamic în care este integrat ansamblul șurub piuliță cu bile realizându-se în funcție de semnalele de excitație introduse.

Într-un exemplu preferat de realizare, semnalele de excitație introduse pot fi de formă sinusoidală, excitație stohastică sau excitarea cu semnal treaptă sau șoc.

În cele ce urmează sunt prezentate cu titlu informativ și nu limitativ, mai multe exemple de realizare a invenției, cu referire și la desenele anexate, semnificația acestora fiind următoarea:

Fig. 1 redă programul de încercare a șuruburilor cu bile.

Fig. 2 reprezintă o vedere în perspectivă a standului din care rezultă structura mecanică a acestuia; și în care semnele de referință semnifică: 1 – batiu; 2 – modulul de antrenare în mișcare de rotație a șurubului; 3 – suport fix pentru lăgăruirea șurubului; 4 – modulul masă - ghidaje; 5 – modulul șurub - piuliță - lagăre; 6 – suportul mobil pentru lăgăruirea șurubului.

Fig. 3 redă principalele elemente constructive ale standului, și în care semnele de referință semnifică: *a* – modulul suport de fixare a motorului electric pe batiu; *b* – modulul suport fix pentru lăgăruirea șurubului cu bile; *c* – masa cu modulul suport al piulițelor; *d* – modulul suportului piulițelor pretensionate cu inel distanțier; *e* – ansamblul masă-ghidaje; *f* – sistemul de ghidare a mesei.

Fig. 4 prezintă schema cinematică a modulului de acționare a SCB.

Fig. 5 este o vedere de ansamblu din care rezultă montajul necesar pentru determinarea erorii de pas și a jocului de întoarcere a șurubului cu bile, și în care semnele de referință semnifică: 1 – motor electric; 2 – transmisie prin curele dințate; 3 – traductor liniar incremental; 4 – șurub cu bile; 5 – sistem de măsurare și de

prelucrare a datelor; 6 – calculator; 7 – laser; 8 – interferometru laser; 9 – reflector mobil; 10 – traductor rotativ incremental; 11 – echipament de comandă numerică.

Fig. 6 este o vedere de ansamblu similară cu cea din fig. 5 cuprinzând suplimentar montajul necesar pentru studiul comportării dinamice.

Fig. 7 este o vedere de ansamblu similară cu cea din fig. 5 cuprinzând suplimentar montajul necesar pentru studiul comportării termice.

Fig. 8a, b redau schema hidraulică și mecanismul hidraulic de realizare a pretensionării piulițelor, încărcării axiale a șurubului și pretensionării șurubului, și în care semnele de referință utilizate semnifică: 1 – șurub; 2 – alimentare cu ulei; 3 – piston; 4 – corp; 5 – piulițe.

Elementele componente principale ale standului conform invenției sunt următoarele:

Batiul. Ca element de susținere a tuturor modulelor de încercare și a echipamentelor de măsurare, batiul (fig. 2) are o construcție monobloc, din fontă de calitate, la partea superioară fiind dispuse ghidaje cu profil plan, de precizie de formă geometrică și de poziție relativă ridicată. Lungimea totală a batiului este de 3700 mm și asigură încercarea cuplei șurub - piuliță cu bile, cu lungimi de până la 3000 mm. Pentru lungimi ale șuruburilor cu bile în domeniul 3000 – 6000 mm se atașează un al doilea tronson care se solidarizează cu primul tronson.

Așa cum se poate vedea și în figura 2, pe batiu sunt fixate următoarele elemente:

- suportul modulului pentru transmiterea mișcării de rotație șurubului cu bile;
- riglele ghidajelor cu elemente intermediare pe care se deplasează elementul mobil, pus în mișcare de translație de piuliță, al cărui suport se solidarizează de elementul mobil;
- partea fixă a traductorului incremental liniar de tip HEIDENHEIN;
- suporturile lagărelor șurubului cu bile, dintre care unul fix (reazemul de lângă roata de curea) și celălalt mobil în funcție de lungimea șurubului cu bile.

Datorită structurii nervurate în secțiune transversală, în interiorul batiului, la partea inferioară a acestuia se amplasează motorul hidraulic liniar pentru simularea solicitării axiale a șurubului prin acționarea mesei (v. fig. 4 și 8,a).

Modulul de antrenare în mișcare de rotație a șurubului cu bile. Este constituit dintr-un motor electric (de curent continuu sau de curent alternativ cu turație

reglabilă) și o transmisie prin curele dințate cu raportul de transfer $i_R = D_1/D_2 = 1/1$ (fig. 4).

Suportul de fixare a motorului electric pe batiu. Amplasat în partea din dreapta a batiului (fig. 3,a), este în construcție sudată și are următoarele destinații:

- de susținere a motorului electric și a elementelor transmisiei prin curele dințate;
- de fixare a motorului electric prin intermediul flanșei pe o placă, fixată la rândul ei pe suportul de fixare;
- de fixare propriu-zisă a suportului pe batiu;
- de reglare a tensiunii din curea prin deplasarea plăcii de susținere a motorului electric pe direcția liniei axelor de rotație ale roților de curea.

Ansamblul șurub-lagăre. Este modulul cu cea mai mare importanță în structura standului, de condițiile de realizare ale acestuia depinzând rezultatele încercărilor. Datorită faptului că lungimile SCB sunt diferite, un suport-lagăr este fix (cel de lângă roata de curea – fig. 3,b), iar celălalt este mobil, soluție ce permite extinderea domeniului de măsurare și la șuruburi ce depășesc lungimea de 3000 mm.

Șurubul se sprijină pe două reazeme, lăgăruirea fiind cu dublu efect în ambele reazeme A și B. În funcție de diametrul exterior d_1 al șurubului, s-au stabilit diametrele d_A și d_B ale reazemelor corespunzătoare diametrului interior al rulmenților. Diametrele d_A și d_B au aceeași valoare pentru fiecare șurub în parte, adică pentru fiecare valoare a diametrului d_1 . Acești suportți s-au realizat în construcție modulară, aceasta presupunând ca interschimbabilă să fie numai caseta rulmenților. Astfel, în funcție de diametrul exterior d_1 al șurubului se execută patru casete, după cum urmează: • caseta A: $d_1 = 25$ mm; 32 mm; • caseta B: $d_1 = 40$ mm; 50 mm; • caseta C: $d_1 = 63$ mm; 80 mm; • caseta D: $d_1 = 100$ mm; $d_1 = 125$ mm. Pentru fiecare casetă în parte, diametrul D_e este același pentru cele două valori ale diametrului d_1 . În funcție de tipul rulmenților, diametrul D_i al alezajului este diferit, în funcție de diametrele d_A și d_B ale reazemului șurubului. S-a avut în vedere ca pentru două valori alăturate ale diametrului d_1 (de ex. 25 mm și 32 mm), diametrele d_A și d_B să fie aceleași.

Referitor la lungimea dintre lagăre, s-au propus două variante constructive, și anume: *a* – lungime constantă între lagăre $L_{AB} \approx 3000$, pentru toate șuruburile care se vor încerca de diametre diferite d_1 ; aceasta presupunând existența unui singur batiu (v. fig. 2); *b* – lungime între lagăre $L_{AB} \neq \text{const.}$, ceea ce presupune un suport

port-lagăr deplasabil (fig. 2, poz. 6) pe prelungirea batiului, deplasare ce se realizează în funcție de lungimea șurubului, lungimea maximă estimată fiind de 6000 mm.

Lăgăruirea șurubului cu bile. S-au propus trei variante cu dublu efect la ambele reazeme, și anume: • *lăgăruire cu rulmenți radiali cu ace în combinație cu rulmenți axiali cu role cilindrice*; • *lăgăruire cu rulmenți radial-axiali cu bile ZKLN (INA)*; • *lăgăruire cu rulmenți radial-axiali cu role* (soluție des folosită pentru condiții de rigiditate axială foarte mare cu ajutorul rulmenților de tip ZARN sau ZARF ai firmei INA).

Montarea traductorului rotativ incremental. Se realizează pe capătul șurubului cu bile, printr-un cuplaj (fig. 4).

Ansamblul piulițelor pretensionate. În funcție de scopul urmărit s-au adoptat următoarele variante: • folosirea unui inel de pre-strângere calibrat prin care se obține o mișcare fără joc și fără creșterea frecării ca urmare a încălzirii (fig. 3,d); • rotirea celor două piulițe cu un pas al danturii de la extremitatea acestora la care numerele de dinți sunt z și $z-1$, în funcție de care se stabilește strângerea efectivă; • pe cale hidraulică (fig. 8).

Pentru ultima variantă, modulul suport-piulițe cuprinde și un sistem hidraulic pentru încărcarea axială a șurubului și pretensionarea șurubului, întregul sistem hidraulic având următoarele caracteristici tehnice: forța de pre-tensionare a celor două piulițe reglată în domeniul 0...3100 daN, la presiune reglată în intervalul 0...100 bar; încărcarea axială a șurubului în domeniul 0...4900 daN. Prin construcția casetei piulițelor, modulul se adaptează la orice diametru exterior al piulițelor. În acest scop, s-au elaborat: schema hidraulică; modulele referitoare la pretensionarea piulițelor și, respectiv, precomanda și pretensionarea șurubului; ciclograma de funcționare; lista cu componente.

Ansamblul masă-ghidaje (fig. 2 și 3,c,e). Este constituit din elementul mobil, de tip masă, care se deplasează pe batiu. Pe masă, sub forma unei plăci, se află suportul în care s-au fixat cele două piulițe.

Ghidajele. Sunt cu elemente intermediare (fig. 2 și 3,f). Prin cei patru suportți de ghidare se asigură deplasarea pe traiectorie rectilinie a elementului mobil cu o precizie de 0,002 mm.

La conceperea structurii mecanice a standului și la configurarea acestuia cu echipamente de măsurare și de prelucrare a rezultatelor s-au avut în vedere:

17-05-2011

- posibilitatea de reproducere sau de simulare a condițiilor reale de funcționare a mecanismului șurub-piuliță cu bile, dotat cu echipamente de măsurare și de achiziționare de înaltă performanță pentru înregistrarea fenomenelor specifice;
- structură modulară, realizând astfel un grad înalt de universalitate, și totodată, posibilitatea de extindere cu ușurință a altor metodologii de testare și de încercare;
- montare și demontare cu ușurință a modulelor structurii mecanice în funcție de tipul încercării;
- asigurarea condițiilor impuse de precizie prin alegerea unor componente de înaltă performanță (rulmenți pentru lăgăruirea șurubului, ghidare cu elemente intermediare pentru masă) cu condiții riguroase de montaj pentru diminuarea frecărilor;
- toate elementele pentru transmiterea momentului de răsucire realizate cu pene inelare, pentru eliminarea surselor de joc.
- prin structura modulară a standului, se va putea dezvolta baza de încercări experimentale referitoare la măsurarea momentului de frecare și determinarea rigidității totale și a fiecărui element structural în parte.

Exemplul 1: Determinarea erorii de pas și a jocului de întoarcere a șurubului cu bile.

Standul conform invenției va fi echipat, în conformitate cu cele ilustrate în figura 5, cu un traductor liniar incremental pentru poziționarea elementului mobil de tip masă (suportul celor două piulițe pretensionate) și un traductor rotativ incremental pentru măsurarea rotației șurubului în scopul determinării valorilor mărimilor necesare testării jocului la inversarea sensului de mișcare.

Procedura de determinare include următoarele etape:

- deplasarea mesei într-un anumit sens;
- fixarea la valoarea zero a traductorului liniar și a traductorului rotativ;
- deplasarea în același sens a mesei pe o distanță de câțiva milimetri;
- deplasarea mesei în sens contrar până se ajunge din nou la valoarea zero a traductorului rotativ;
- citirea valorii indicate de către traductorul liniar care reprezintă valoarea jocului la inversarea sensului de mișcare.

Verificarea acestei metodologii de încercare poate fi făcută și prin utilizarea unui interferometru cu laser.

Exemplul 2: Verificarea comportării dinamice

Configurarea standului pentru studiul comportării dinamice a mecanismului șurub-piuliță este cel reprezentat în figura 6, elementele constitutive fiind sistemul de achiziție și de prelucrare a datelor și accelerometru tri-axial DeltaTron tip 4506 (Bruel&Kjaer). Acesta se va amplasa fie pe piulița pretensionată, fie pe suportul celor două piulițe.

Asupra metodologiei de studiu a comportării dinamice a mecanismului șurub-piuliță se va ține seama de următoarele observații:

- rezultatele experimentale vor fi puse în legătură cu frecvențele proprii ale șurubului, ale piuliței și ale ansamblului masă, în acest scop se va ține seama de rezultatele unei simulări prin metoda elementelor finite (MEF);

- comportarea dinamică a sistemului se va studia pentru două cazuri distincte, și anume: a – la capătul cursei elementului mobil; b – la mijlocul cursei elementului mobil, avându-se în vedere că pentru cele două cazuri comportarea dinamică diferă foarte mult;

- interpretarea stabilității dinamice a sistemului specific structurii mecanice a standului complex pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile se va realiza prin reprezentarea diagramei Bode, Nyquist și amplitudine în timp;

- se vor identifica valorile parametrilor definatorii, și anume: diametrul, lungimea și turația șurubului, pentru care se va face studiul comportării dinamice;

Măsurarea caracteristicii de frecvență se bazează pe excitarea sistemului dinamic în care este integrat mecanismul șurub-piuliță pe întreg domeniu al semnalului (mărimii) de intrare. Semnalul (mărimea) de ieșire se va reprezenta în funcție de semnalul (mărimea) de intrare.

Pentru măsurarea caracteristicii de frecvență se vor folosi diferite forme ale semnalului de excitare a sistemului prin mărimea de intrare. Se va opta pentru semnale de excitație de formă sinusoidală, excitație stochastică și excitarea sistemului cu semnal treaptă sau șoc.

Legătura dintre mărimea de ieșire și mărimea de intrare pentru semnalul de excitație sinusoidal sau pentru semnalul de excitație stochastic (zgomot) de regulă sunt reprezentate și utilizate sub forma diagramei polare sau a diagramei Bode.

Prin metodologia de studiu a comportării dinamice a mecanismului SCB se vor putea face încercări experimentale pe stand în scopul determinării mărimilor factorilor de amortizare pentru toate elementele structurale ale lanțului cinematic în care este integrat mecanismul șurub-piuliță, mărimi atât de necesare pentru modelarea și simularea comportării dinamice a acestor structuri mecanice.

Exemplul 3: Verificarea comportării termice

Principalele surse termice interne fiind lagărele șurubului și cupla șurub-piuliță, se recomandă următoarea geometrie pentru punctele de măsurare a temperaturii: două puncte (T1 și T6) pentru lagărele șurubului (contactul dintre căile și corpurile de rulare); patru puncte (T2, T3, T4, T5) pentru cupla șurub-piuliță (dintre care T4 și T5 pe calea de recirculare a bilelor, distanțate cu 20 mm în direcția axială, T2 în interiorul piuliței, la 5 mm de diametrul interior al piuliței în direcția radială și ultimul T3 în flanșa de fixare a piuliței de elementul mobil) și două zone I1 și I2 pe suprafața laterală a șurubului, din imediata apropiere a celor două piulițe (măsurare cu cele două piometre).

Aparatura folosită: adecvată pentru măsurarea temperaturii prin contact (folosind termocupluri integrate într-un sistem cu placă de achiziție (National Instrument) sau fără contact (două piometre în infraroșu – RAYNGER MX 4-RAYTEC USA la care se vor atașa câte o sondă de tip termocuplu) cu un timp de răspuns de 0,1 s.

Înregistrarea temperaturii cu termocuplurile $T_1...T_6$ se realizează continuu pe durata ciclului de experimentare ($t_{ex\ max} = 2$ ore), în timp ce cu piometrele Pr 1 și Pr 2 termocuplul T_7 se înregistrează temperatura inițială și temperatura finală a mediului ambiant și a suprafețelor laterale a șurubului.

Etalonarea emisivității în funcție de aparatura de măsurare a temperaturii, se va realiza la nivelul piuliței folosind un termocuplu.

Alegerea unor cicluri de experimentare care să simuleze funcționarea reală a mecanismului șurub-piuliță: – ciclul de experimentare (CEx 1) din fig. 7,b cu o durată de 8 ore, în cadrul căruia viteza w de deplasare a elementului mobil are valorile indicate, măsurătorile efectuându-se la intervale de 4 minute; – ciclul de experimentare (CEx 2) conținând deplasări ale elementului mobil de la un capăt la celălalt al cursei, cu opriri obligatorii în aceste puncte, cu timpul de staționare (t_r) dependent de turația șurubului: $*n = 300$ rot/min; ($w = 5000$ mm/min); $\Rightarrow t_r = 1s$; $*n =$

600 rot/min; ($w = 10000$ mm/min); $\Psi t_r = 5$ s; * $n = 900$ rot/min; ($w = 15000$ mm/min);
 $\Psi t_r = 10$ s.

Se va utiliza o unitate de achiziție și de prelucrare a datelor și un sistem de măsurare a deplasărilor termice și de contorizare a acestora, amplasat la capătul opus antrenării șurubului.

Rezultatele obținute prin cercetări experimentale se prelucrează prin reprezentarea caracteristicilor de temperatură $\Delta T = f(t)$ și de deformații termice $\Delta x = f(t)$, precum și sub formă de distribuții spațiale de câmp termic sau de câmp al deplasărilor termice. Dintre acestea semnificative sunt următoarele:

- caracteristici de temperatură $T = f(t)$, folosind rezultatele experimentale, pentru puncte de pe suprafețele piuliței, explorate prin termocuplurile $T_2 \dots T_5$;
- caracteristicile creșterilor de temperatură $\Delta T = f(t)$ pentru lagărele șurubului.

Revendicări

1. Stand pentru testarea și încercarea șuruburilor cu bile incluzând un modul de acționare în mișcarea de rotație a șurubului care trebuie testat, constituit dintr-un motor electric și o transmisie prin curea dințată, un batiu pe care este montat un prim modul suport de lagăr fix pentru susținerea unui capăt al șurubului, un modul suport pentru cele două piulițe pretensionate solidarizat de elementul mobil de tip masă ce se deplasează pe ghidaje cu elemente intermediare și un al doilea modul suport de lagăr mobil al șurubului, deplasabil în funcție de lungimea șurubului, **caracterizat prin aceea că** fiecare dintre modulele suport lagăr menționate are o construcție modularizată care permite montarea unor șuruburi cu diametre cuprinse între 63 și 100 mm, și respectiv a unor piulițe cu bile având diametre corespondente, și **prin aceea că** masa cuprinde un sistem hidraulic pentru pretensionarea piulițelor, încărcarea axială a șurubului și pretensionarea șurubului.

2. Stand conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sistemul hidraulic pentru pretensionarea piulițelor, încărcarea axială a șurubului și pretensionarea șurubului permite reglarea forței de pretensionare a celor două piulițe în domeniul 0...3100 daN și reglarea forței de încărcare axială a șurubului în domeniul 0...4900 daN, construcția casetei pentru fixarea celor două piulițe având posibilitatea de adaptare la orice diametru exterior al piulițelor.

3. Stand conform oricăreia dintre revendicările precedente, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde suplimentar un traductor liniar incremental pentru poziționarea modulului pentru susținerea piulițelor pretensionate și un traductor rotativ incremental pentru măsurarea rotației șurubului în scopul determinării valorilor

mărimilor necesare în cadrul testării erorii de pas și a jocului la inversarea sensului de mișcare.

4. Stand conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde suplimentar un ansamblu de termocupluri în scopul determinării comportării termice a ansamblului șurub piuliță cu bile, termocupluri montate în lagărele șurubului, respectiv la contactul dintre căile și corpurile de rulare, suportul celor două piulițe pretensionate, cât mai aproape de calea de recirculare a bilelor în interiorul piuliței, în flanșa de fixare a piuliței de elementul mobil și pe suprafața laterală a șurubului, în zone apropiate de lagărele șurubului și ansamblul celor două piulițe.

5. Stand conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că** termocuplurile menționate înregistrează continuu valorile de temperatură pe durata unui ciclu de experimentare de minim 2 ore, la un interval de aproximativ 4 minute, în timp ce temperatura inițială și cea finală a mediului ambiant este măsurată cu ajutorul unor pirometre fixate la batiu.

6. Stand conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde suplimentar un accelerometru montat pe masă sau pe suportul celor două piulițe și un sistem de achiziție și prelucrare a datelor care permit verificarea comportării dinamice a ansamblului șurub piuliță cu bile.

7. Utilizarea standului conform revendicării 3, pentru determinarea erorii de pas și a jocului de întoarcere a șurubului cu bile, cuprinzând următoarele etape:

- deplasarea mesei într-un anumit sens;
- fixarea la valoarea zero a traductorului liniar și a traductorului rotativ;
- deplasarea în același sens a mesei pe o distanță de câțiva milimetri;
- deplasarea mesei în sens contrar până se ajunge din nou la valoarea zero a traductorului rotativ;
- citirea valorii indicate de către traductorul liniar care reprezintă valoarea jocului la inversarea sensului de mișcare.

8. Utilizarea standului conform revendicării 6, pentru determinarea comportării dinamice a șurubului cu bile atât la capetele de cursă ale mesei, cât și la mijlocul

cursei, în funcție de diametrul, lungimea și turația șurubului, măsurarea caracteristicii de frecvență a sistemului dinamic în care este integrat ansamblul șurub piuliță cu bile realizându-se în funcție de semnalele de excitație introduse.

9. Utilizare conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** semnalele de excitație introduse pot fi de formă sinusoidală, excitație stochastică sau excitarea cu semnal treaptă sau șoc.

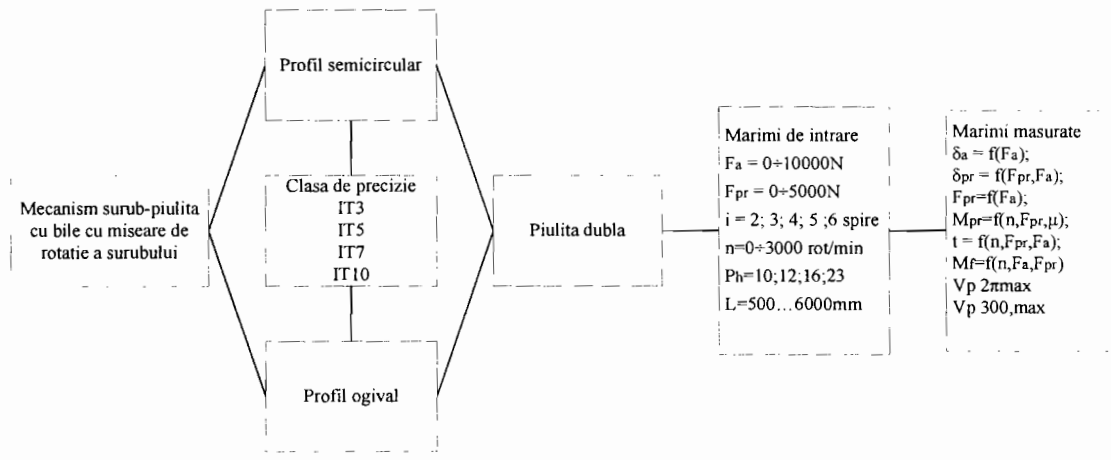


Fig. 1.

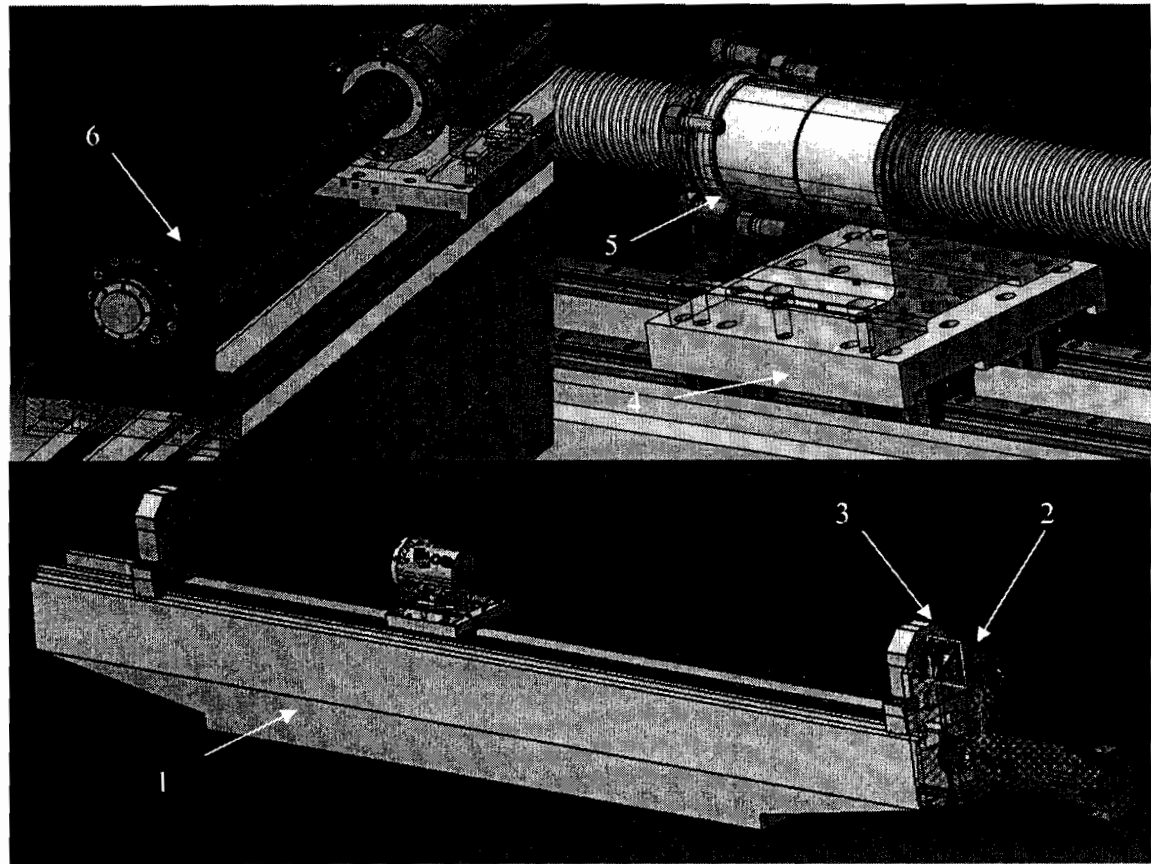


Fig. 2.

45

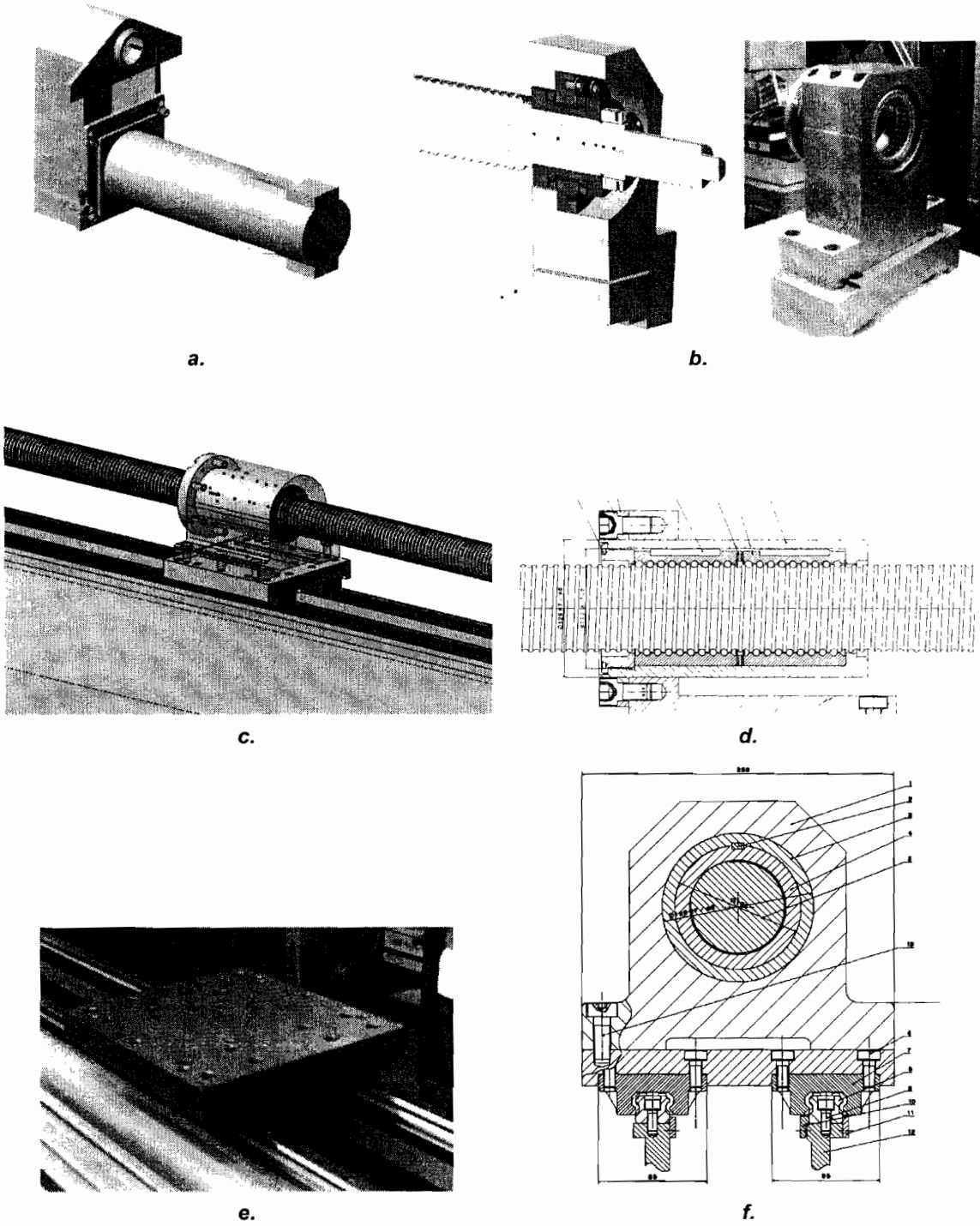


Fig. 3.

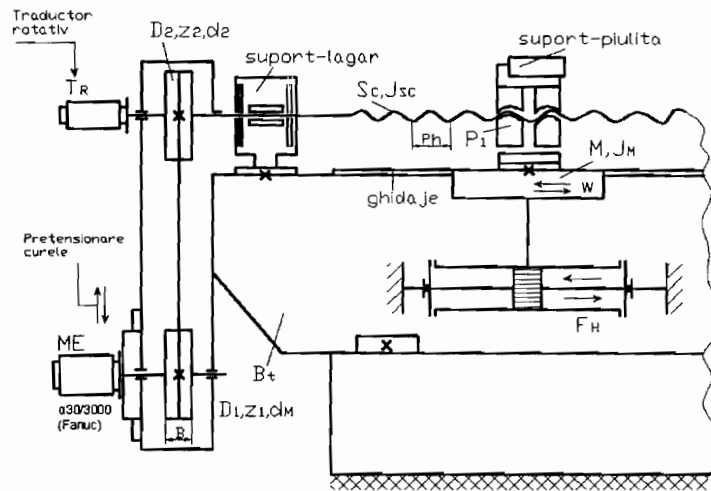


Fig. 4.

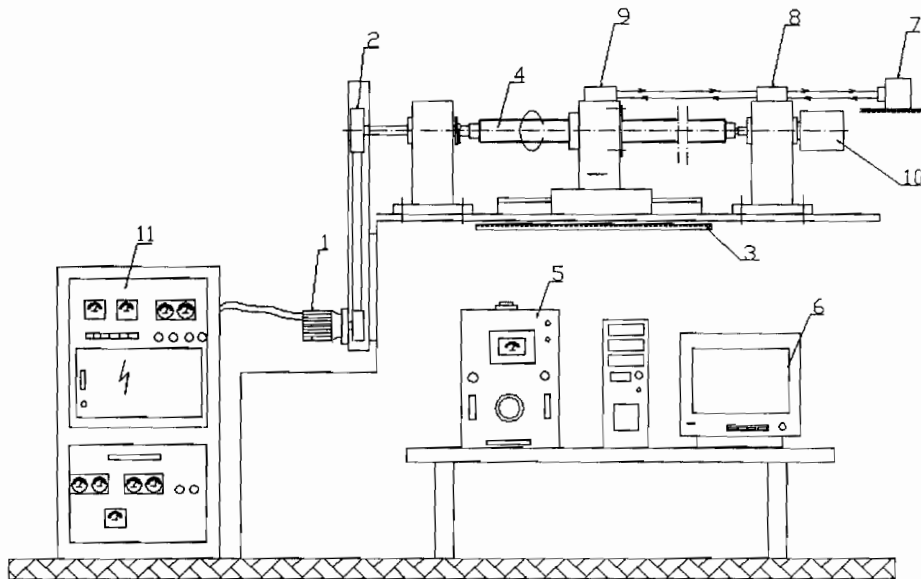


Fig. 5.

- 1 motor electric
- 2 transmisie curea
- 3 surub cu bile
- 4 interfata placa de achizitie + conditioner
- 5 unitate centrala + placa de achizitie
- 6 monitor
- 7 traductor rotativ
- 8 echipament comanda numerica
- 9 unitate centrala + placa de achizitie
- 10 lagare
- 11 piulite pretensionate
- 12 masa
- 13 accelerometru 1
- 14 accelerometru 2

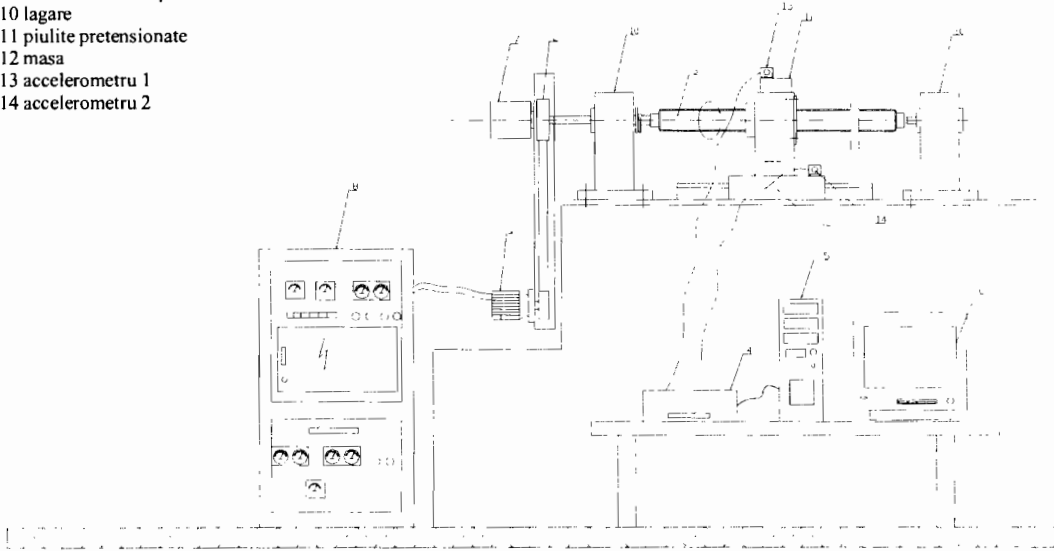
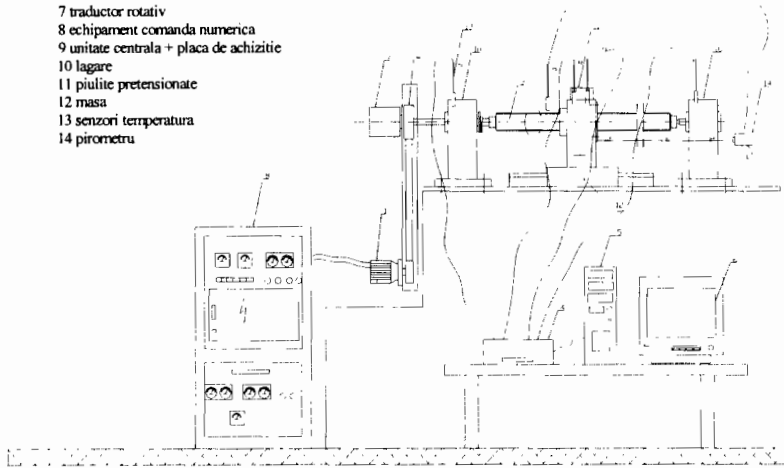
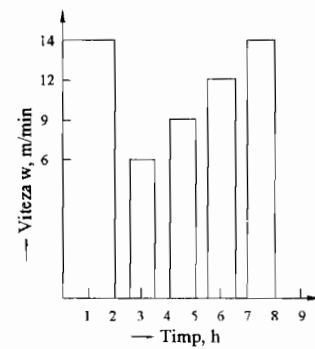


Fig. 6.

- 1 motor electric
- 2 transmisie curea
- 3 surub cu bile
- 4 interfata placa de achizitie + conditioner
- 5 unitate centrala + placa de achizitie
- 6 monitor
- 7 traductor rotativ
- 8 echipament comanda numerica
- 9 unitate centrala + placa de achizitie
- 10 lagare
- 11 piulite pretensionate
- 12 masa
- 13 senzori temperatura
- 14 pirometru



a.



b.

Fig. 7.

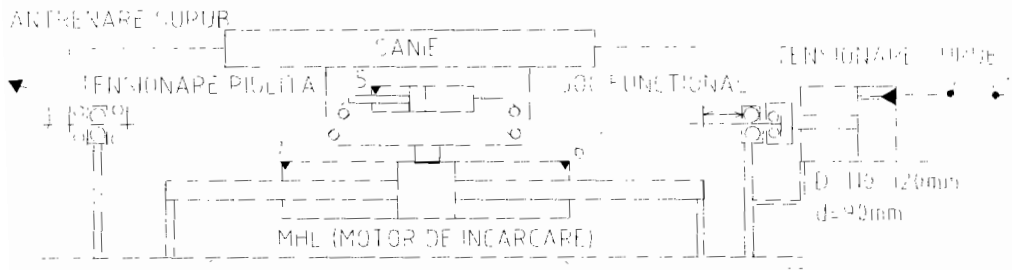


Fig. 8.