



G01N 23/04 (2006.01),

G01N 23/18 (2006.01),

G06T 1/00 (2006.01),

G06T 1/40 (2006.01),

G06T 7/60 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00667**

(22) Data de depozit: **14.07.2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.05.2015** BOPI nr. **5/2015**

(41) Data publicării cererii:

28.02.2013 BOPI nr. **2/2013**

(73) Titular:

• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:

• **AMZA CĂTĂLIN GHEORGHE, STR.PICTOR MIREA G.DEMETRESCU NR.14, AP.1, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CICIC DUMITRU-TITI, STR.DREPTĂȚII NR.8, BL.O 2, SC.3, ET.8, AP.105, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPESCU DIANA, STR.MĂGURICEA NR.1, BL.3 F, SC.1, ET.1, AP.4, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **AMZA GHEORGHE,**

STR.PICTOR MIREA G.DEMETRESCU NR.14, AP.1, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• **SEMENESCU AUGUSTIN,**

ȘOS. BUCUREȘTI- TÂRGOVIȘTE NR.22 T, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:

AMZA C.G., "INTELLIGENT X-RAY IMAGING INSPECTION SYSTEM FOR THE FOOD INDUSTRY", CAP. "A GENERIC X-RAY IMAGING INSPECTION SYSTEM", PP.173-195, LEICESTER, 2002; EP 0236 001 A2; US 6272204 B1

(54) **INSTALAȚIE DE EVALUARE A CALITĂȚII PRODUSELOR INDUSTRIALE**



RO 128159 B1

1 Invenția se referă la o instalație de evaluare automată a calității produselor industriale,
destinată inspecției nedistructive a produselor rezultate din procese industriale, direct de pe
3 linia de fabricație, cu grade diferite de respingere a produselor neconforme.

În procesele industriale de realizare a diferitelor piese semifabricate, în cele mai multe
5 cazuri, este necesară aplicarea, post fabricație sau chiar în timpul fabricației, a mai multor
metode de examinare nedistructivă, în vederea stabilirii existenței neconformităților în produsul
7 obținut, și a luării deciziei de admitere sau respingere, în urma examinării de după reparație.
Astfel, examinarea cu radiații penetrante a produselor industriale se desfășoară după
9 următoarea etapizare:

1. pregătirea suprafeței examinate;
- 11 2. alegerea tehnicii de control;
3. alegerea sursei și a energiei radiațiilor;
- 13 4. alegerea indicatorilor de calitate ai imaginii;
5. stabilirea numărului de indicatori ai imaginii;
- 15 6. plasarea indicatorilor de imagine;
7. alegerea filmelor radiografice și a ecranelor intensificatoare;
- 17 8. stabilirea densității de înnegrire;
9. stabilirea tehnicii de expunere;
- 19 10. alegerea marcajelor de identificare și poziționarea acestora;
11. stabilirea măsurilor de protecție împotriva radiațiilor împrăștiate;
- 21 12. examinarea propriu-zisă;
13. prelucrarea fotochimică a filmelor;
- 23 14. examinarea radiografiilor și interpretarea rezultatelor;
15. alegerea criteriilor de acceptare și respingere;
- 25 16. completarea raportului de examinare;
17. stocarea documentelor generate și a radiografiilor în arhiva firmei.

27 Toate aceste etape conduc la creșterea costurilor și timpului alocat realizării produsului.

În plus, metodele clasice de examinare a calității produselor industriale bazate pe
29 operatori umani prezintă o serie de dezavantaje, dintre care amintim:

- timpi mari alocati procesului de control și examinării;
- 31 - costuri (revendicate de examinări) relativ ridicate;
- pregătirea, starea fizică și psihică a personalului ce efectuează examinarea își pun
33 foarte mult amprenta asupra deciziei de admitere/respingere pentru produsul analizat;
- pregătirea examinării presupune timpi și costuri ridicate;
- 35 - uneori prezintă pericol pentru operatori etc.

Din literatura de specialitate și prin consultarea bazelor de date cu privire la brevetele
37 de invenție existente în domeniu, a rezultat că problematica găsirii unor soluții automate de
evaluare a calității produselor industriale (și luarea deciziei în timp real de selecție ca "produs
39 conform", "rebut recuperabil" sau "rebut irecuperabil") este de actualitate și departe de a fi
rezolvată.

41 În acest sens, pe plan național, problematica elaborării unui sistem automat de evaluare
se găsește doar în două brevete de invenție:

43 - **RO 118612 B**, din 30.03.2003, "*Sistem automat și metodă automată de investigare
ultrasonică*", ce dezvăluie o metodă în care operatorul uman este implicat doar în activitățile de
45 reglare, poziționare etc., și nu de decizie;

- **RO 117340 B**, din 30.01.2002, "*Procedeu de control nedistructiv al sudurilor cap la cap
și prin electrofuziune la țevile de polietilenă sau din alte materiale termoplastice*", procedeu care
47 se aplică doar pentru un singur tip de produs.

RO 128159 B1

Pe plan internațional, în special în Statele Unite ale Americii, această problemă se află într-un stadiu avansat de rezolvare, soluțiile oferite de cercetătorii americani conțin însă și implicarea operatorului uman ca factor important în luarea deciziei "admitere/respingere" pentru produsul analizat. 1 3

Dintre brevetele de invenție consultate menționăm: 5

- **US 6272204 B1**, din 07.08.2011, "*Integrated X-ray and visual inspection system*";

- **US 6968034 B2**, din 22.11.2005, "*X-ray inspection system*"; 7

- **US 7020242 B2**, din 28.03.2008, "*X-ray inspection system*";

- **US 7062074 B1**, din 13.06.2006, "*Method of processing X-ray images*". 9

Se cunoaște, din literatura de specialitate (C. G. Amza, *Intelligent X-RAY imaging inspection systems for the food industry*, Leicester, 2002), o metodă de evaluare a calității produselor industriale, bazată pe inteligență artificială, prin examinarea cu radiații penetrante și evaluarea automată a imaginilor radiografice, respectiv, roentgenice obținute, realizată prin fazele de: 11 13

- achiziționare a unei imagini compuse a produsului examinat, preamplasat pe un dispozitiv mecanizat de manipulare și adus în dreptul unui echipament de examinare cu radiații penetrante; 15 17

- procesarea de nivel scăzut a imaginii rezultate, cu o unitate de calcul;

- procesarea finală a imaginii rezultate cu unitatea de calcul, prin segmentarea imaginii cu ajutorul unei rețele neuronale Hopfield, extragerea caracteristicilor relevante din imaginile zonelor selectate, și detecția eventualelor defecte, bazată pe logică fuzzy, printr-un modul de detecție de nivel înalt de filtrare a zonelor selectate, și pe baza cerințelor de inspecție specifice produsului analizat, anterior introduse într-o bază de date a modului de procesare a imaginii; 19 21 23

- luarea unei decizii automate, soldată cu un verdict ADMIS/RESPINS al produsului din punct de vedere calitativ, produsul admis fiind cel conform, iar respingerea produselor cu defecte este selectivă pentru produse-rebut și pentru produse recondiționabile, acestea fiind îndepărtate automat cu același dispozitiv mecanizat de manipulare, la comanda unității de calcul. 25 27

Problema tehnică este reprezentată de realizarea unei evaluări automate a produselor, urmată de selecția acestora direct în fluxul de producție, fără întreruperea acestuia, precum și separarea produselor pe categorii de statut de control: "produs conform", "rebut recuperabil" sau "rebut irecuperabil". 29 31

Invenția rezolvă problema tehnică printr-o instalație automată de examinare, compusă dintr-un dispozitiv automat de manipulare, deplasare și rotire pentru deplasarea automată a produsului examinat, un echipament de examinare cu radiații penetrante, un sistem de preluare automată a imaginii radiografice și transmiterea către o unitate de calcul, care, la rândul său, este compusă dintr-un modul de procesare a imaginii, un modul de extracție de caracteristici, un modul de detecție de nivel înalt, o bandă transportoare principală, două benzi transportoare pentru conducerea produsului de tip rebut, dintre care una pentru conducerea produsului de tip rebut irecuperabil, două limitatoare pentru stoparea produsului și două împingătoare pneumatice pentru direcționarea produsului-rebut; unitatea de calcul mai cuprinde un modul de acționare a dispozitivului mecanizat de manipulare, deplasare și rotire, și comandă benzile transportoare, limitatoarele și împingătoarele pneumatice, astfel încât rebuturile recuperabile să fie stopate cu unul dintre limitatoare și împinse cu un împingător pneumatic pe banda transportoare aferentă, iar rebuturile nerecuperabile să fie stopate cu celălalt limitator și împinse cu celălalt împingător pneumatic pe banda transportoare aferentă. 33 35 37 39 41 43 45

RO 128159 B1

1 Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

3 - se asigură un grad ridicat de încredere asupra deciziei de admitere sau respingere a produselor;

- protecție ridicată pentru operatori;

5 - se reduc în timp costurile datorate evaluării, examinării și interpretării rezultatelor obținute, cu respectarea standardelor și normelor în vigoare.

7 Reducerea timpilor va fi asigurată totodată și prin dispozitivul integrat, denumit "împingător de scoatere automată de pe bandă a produselor neacceptate" (selector de produse cu statut de control diferit).

Invenția este prezentată pe larg în continuare, în legătură și cu fig. 1...3, ce reprezintă:

11 - fig. 1, schema instalației de evaluare automată a calității produselor, conform invenției;

- fig. 2, etapele de funcționare a instalației conform invenției;

13 - fig. 3, schema bloc a unui împingător din componența instalației conform invenției.

15 Instalația de evaluare automată a calității produselor industriale și de selectare a acestora pe fluxul de producție, conform invenției, este compusă din următoarele elemente:

17 - un dispozitiv 1 automat de manipulare, deplasare și rotire, pentru deplasarea automată a produsului examinat;

- un echipament de examinare 2, cu radiații penetrante;

19 - un modul 3 de preluare automată a imaginii radiografice și transmiterea către o unitate de calcul U;

21 - un modul de procesare 4 a imaginii;

23 - un modul de extracție 5 a caracteristicilor, care folosește o rețea neuronală Hopfield și logică fuzzy;

- un modul de detecție 6 de nivel înalt;

25 - un modul de acționare 7 a dispozitivului mecanizat de manipulare, deplasare și rotire, respectiv, o interfață specifică;

27 - o bandă transportoare 8 principală;

- piesa de examinat 9;

29 - o bandă transportoare 10, pentru conducerea produsului de tip "rebut irecuperabil"

NO2;

31 - o bandă transportoare 11, pentru conducerea produsului de tip "rebut recuperabil"

NO1;

33 - un împingător pneumatic 12, pentru direcționarea rebuturilor irecuperabile NO2 pe banda transportoare 10;

35 - un împingător pneumatic 13, pentru direcționarea rebuturilor recuperabile NO1 pe banda transportoare 11;

37 - un limitator 14, pentru stoparea rebuturilor recuperabile NO1;

- un limitator 15, pentru stoparea rebuturilor irecuperabile NO2.

39 Modulul 3 de preluare automată a imaginii radiografice și transmiterea către o unitate de calcul U funcționează astfel: prin comanda dată de la unitatea de calcul U, piesa de examinat 9 este condusă de banda transportoare 8 până la dispozitivul automat 1 de manipulare, deplasare și rotire. Piesa de examinat 9 este condusă în echipamentul de examinare 2 cu radiații penetrante. Prin comanda dată de unitatea de calcul U, piesa 9 este examinată, iar rezultatul - imaginea radiografică A - este stocat în unitatea de calcul U și prelucrată cu ajutorul următoarelor trei module: de procesare 4 a imaginii, de extracție 5 a caracteristicilor, și de detecție 6 de nivel înalt. Prin compararea rezultatelor obținute cu cerințele de inspecție din baza de date B, specifice produsului analizat, și neconformitățile posibile din baza de date C, se emite în mod automat, fără intervenția factorului uman, decizia cu privire la admiterea sau respingerea produsului analizat.

RO 128159 B1

Decizia luată automat poate conduce la următoarele situații:	1
- dacă produsul este catalogat admis (YES), unitatea de calcul U dă comandă benzii transportoare 8 și piesa 9 este condusă în locul de stocare al produselor acceptate;	3
- dacă produsul este catalogat "rebut recuperabil", unitatea de calcul U dă comandă benzii 8 și limitatorului 14 , iar piesa este transportată până la limitatorul 14 . În momentul în care piesa atinge limitatorul 14 , informația este transmisă către unitatea de calcul U , care dă comandă împingătorului 13 să conducă piesa la banda 11 , aceasta urmând să o conducă la locul de stocare al pieselor de tip "rebut recuperabil", pentru procesare ulterioară;	5
- dacă produsul este catalogat "rebut irecuperabil", unitatea de calcul U dă comandă benzii 8 și limitatorului 15 , iar piesa este transportată la limitatorul 15 . În momentul în care piesa atinge limitatorul 15 , informația este transmisă către unitatea de comandă U , care dă comandă împingătorului 12 să conducă piesa către banda 10 , aceasta urmând să conducă piesa la locul de stocare al pieselor de tip "rebut irecuperabil".	7
Funcționarea instalației conform invenției presupune parcurgerea următoarelor etape:	9
- produsul de examinat, amplasat pe dispozitivul mecanizat 1 de manipulare, deplasare și rotire, este deplasat automat în locul în care este amplasat echipamentul de examinare 2 cu radiații penetrante. Se execută examinarea radiografică, iar o imagine A este preluată în timp real, prin intermediul unei plăci de achiziție date, pe un dispozitiv de stocare a imaginilor rezultate. Imaginea rezultată este preluată de modulul 3 de procesare a imaginii radiografice și supusă, în modulul de procesare 4 a imaginii, următoarelor etape: etapa a - de segmentare, prin care sunt extrase obiecte sau zone segmentate a , a' , a'' importante din imaginea A ; în paralel se realizează de către operatorul uman etapa b - de transmitere a cerințelor de inspecție, specifice produsului analizat, către o bază de date B a modulului de procesare 4 a imaginii, care mai are și o bază de date C , cu neconformitățile posibile care pot să apară la produsul analizat.	11
În modulul 5 , numit "modul de extracție a caracteristicilor", se efectuează etapa c - de procesare a imaginii, în sensul detectării unor dimensiuni geometrice caracteristice c , c' , c'' și a unor caracteristici imagistice d , d' , d'' (strălucire, contrast, diferența față de fundal etc.) a obiectelor și zonelor segmentate a , a' , a'' extrase din imaginea A .	13
Informațiile astfel obținute sunt direcționate către un modul de detecție 6 de nivel înalt, unde se efectuează etapa d - de filtrare a unor zone problematice e , e' , e'' din zonele segmentate a , a' , a'' , din punct de vedere al caracteristicilor geometrice (dimensiuni, formă), urmată apoi de etapa e - de filtrare statistică, bazată pe caracteristicile imagistice ale acestora.	15
În baza rezultatelor obținute din etapa e, se realizează etapa prefinală f - de comparare a informațiilor din etapa e cu informațiile indicate în baza de date B și C , deci cu cerințele de inspecție specifice ale produsului analizat și cu neconformitățile posibile, și emiterea - fără intervenție umană - a deciziei de admitere (YES) sau respingere (NO1 , NO2), și generarea unui raport de examinare cu radiații penetrante a produsului, în care se vor regăsi toate elementele examinării, precum și decizia luată. Totodată, decizia NO din etapa f comandă într-o etapă succesivă g, printr-o interfață paralelă LPT specifică unei unități 7 de calcul, acționarea dispozitivului mecanizat 1 de manipulare, în vederea respingerii selective a produselor cu defecte, respingere realizată diferențiat pentru produse-rebut și pentru produse recondiționabile. În cazul în care dispozitivul mecanizat 1 este o bandă transportoare cu mijloace auxiliare de acționare asupra produsului pe bandă, comanda NO1 sau NO2 a interfeței 7 va acționa selectiv un împingător de scoatere de pe bandă a produsului.	17
	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45

RO 128159 B1

1 Dispozitivele împingătoare **12** sau **13**, conform invenției, funcționează astfel: în urma
deciziei unității de calcul **U**, cu privire la produsul de examinat, care poate fi "produs conform"
3 (YES), "rebut recuperabil" (**NO1**) sau "rebut irecuperabil" (**NO2**), se activează, prin intermediul
unei interfețe de comandă, niște limitatoare de cursă corespunzătoare împingătorului **12** sau
5 **13**, detaliat în fig. 3. În momentul în care piesa de examinat intră în contact cu limitatorul care
este legat direct la unitatea de control, aceasta comandă unei valve **16**, care va permite aerului
7 comprimat dintr-un rezervor **17**, ce a fost umplut în prealabil de la un compresor **18**, să ajungă,
prin intermediul unor țevi **19**, la un piston **20**. Presiunea aerului comprimat este reglată de un
9 regulator **21**. Pistonul **20**, așezat pe un dispozitiv **21**, la capătul căruia se află amplasată o piesă
de formă paralelipipedică, ce are rolul de a mări suprafața de contact cu piesa de examinat, dar
11 și de protecție a pistonului **20**, va împinge piesa de examinat pe banda rulantă corespunzătoare
deciziei **NO1** pentru împingătorul **12**, respectiv, **NO2** pentru împingătorul **13**.

RO 128159 B1

Revendicări

- 1
1. Instalație de evaluare a calității produselor industriale, compusă din: 3
- un dispozitiv automat de manipulare, deplasare și rotire (1), pentru deplasarea automată a produsului examinat; 5
 - un echipament de examinare cu radiații penetrante (2);
 - un sistem de preluarea automată a imaginii radiografice (3) și transmiterea către o unitate de calcul (U) care, la rândul său, este compusă dintr-un modul de procesare (4) a imaginii, un modul de extracție (5) de caracteristici, un modul de detecție (6) de nivel înalt; 7
 - o bandă transportoare (8) principală; 9
 - două benzi transportoare (10, 11), pentru conducerea produsului de tip rebut, dintre care una (10) pentru conducerea produsului de tip rebut irecuperabil (NO2), 11
- caracterizată prin aceea că** unitatea de calcul (U) mai cuprinde un modul de acționare (7) a dispozitivului mecanizat de manipulare, deplasare și rotire, și comandă benzile transportoare (8, 10, 11), niște limitatoare (14, 15) și niște împingătoare pneumatice (12, 13), astfel încât rebaturile recuperabile (NO1) să fie stopate cu unul dintre limitatoare (14), și împinse cu un împingător pneumatic (12) pe banda transportoare (10) aferentă, iar rebaturile nerecuperabile (NO2) să fie stopate cu celălalt limitator (15), și împinse cu celălalt împingător pneumatic (12) pe banda transportoare (11) aferentă. 13
2. Instalație de evaluare a calității produselor industriale, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** împingătorul pneumatic (12 sau 13) de scoatere automată de pe bandă a produselor respinse la evaluarea automată se compune dintr-o valvă (16) ce primește comandă de la unitatea de calcul (U), un rezervor de stocare aer (17), un compresor (18), țevi de alimentare (19) cu aer comprimat, un piston (20), un regulator de presiune (21), un dispozitiv de așezare (22) a pistonului, o piesă de formă paralelipipedică (23), ce are rolul de a mări suprafața de contact cu piesa de examinat (9), dar și de protecție a pistonului (20), în momentul în care acesta împinge piesa de examinat pe banda corespunzătoare deciziei. 15
- 17
- 19
- 21
- 23
- 25

(51) Int.Cl.

G01N 23/04 (2006.01),
 G01N 23/18 (2006.01),
 G06T 1/00 (2006.01),
 G06T 1/40 (2006.01),
 G06T 7/60 (2006.01)

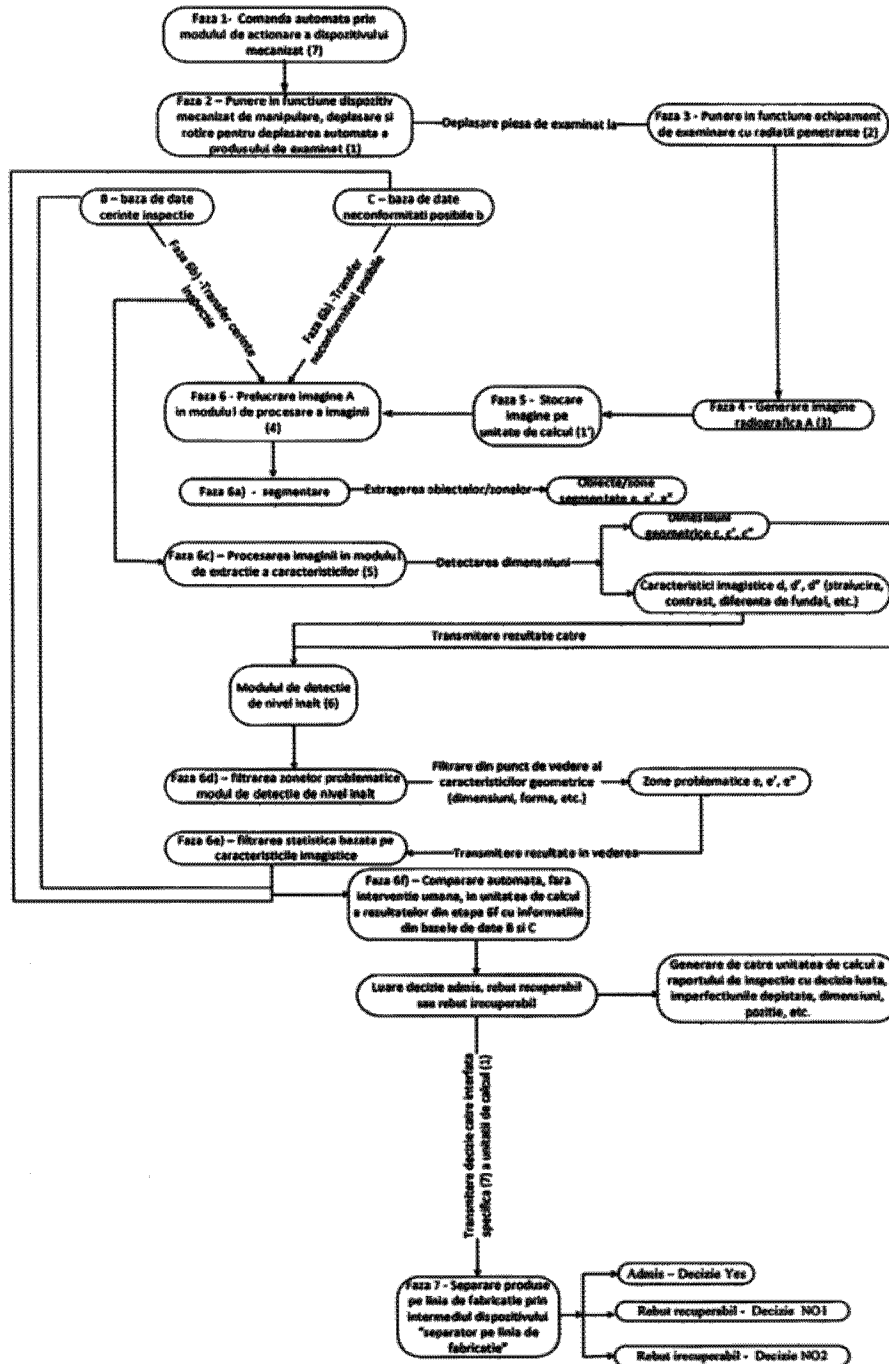


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 23/04 (2006.01),
 G01N 23/18 (2006.01),
 G06T 1/00 (2006.01),
 G06T 1/40 (2006.01),
 G06T 7/60 (2006.01)

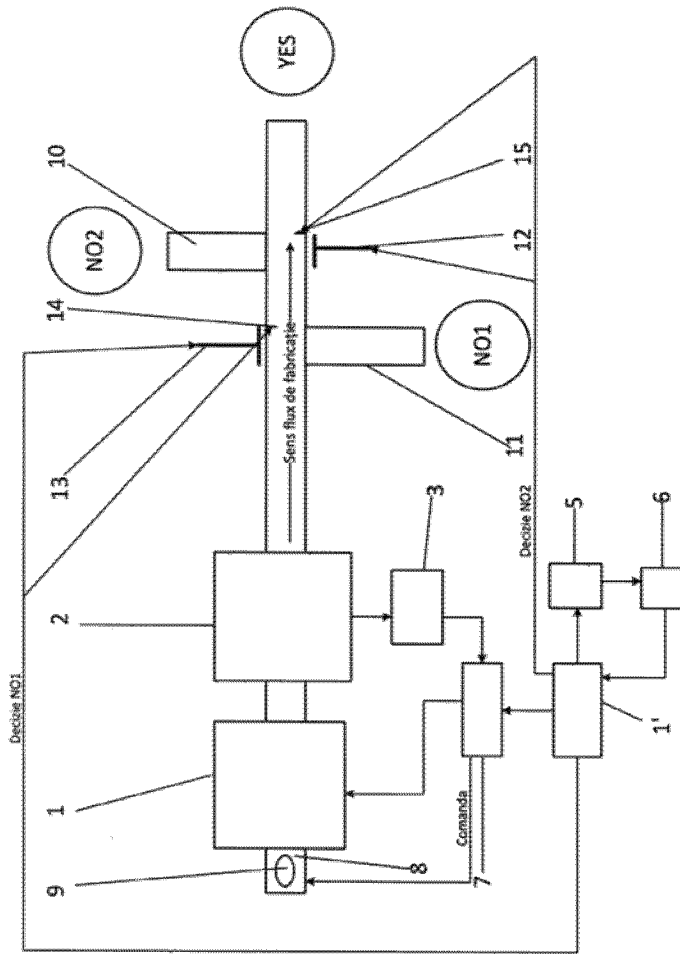


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01N 23/04 (2006.01),

G01N 23/18 (2006.01),

G06T 1/00 (2006.01),

G06T 1/40 (2006.01),

G06T 7/60 (2006.01)

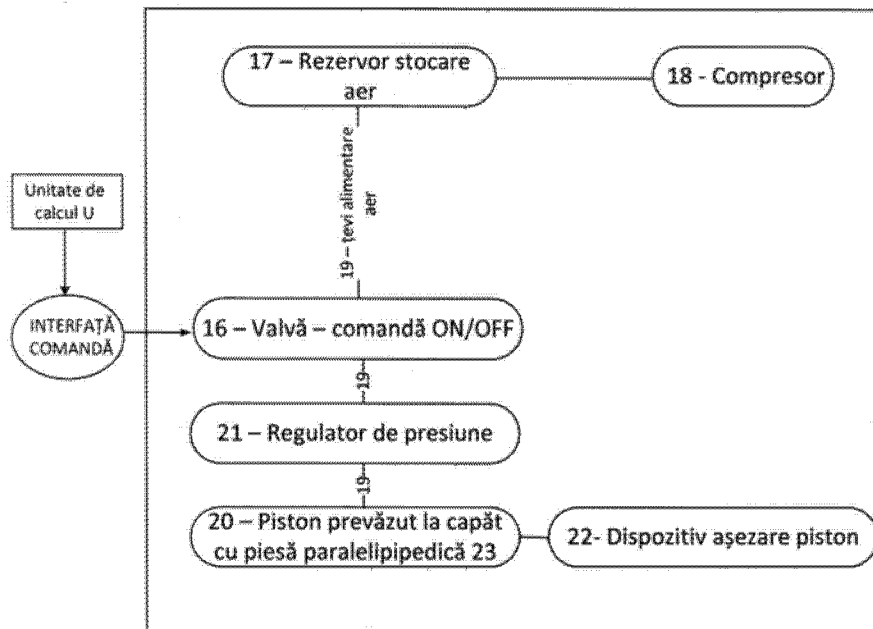


Fig. 3

