

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00833

(22) Data de depozit: 13/11/2015

(41) Data publicării cererii:  
30/05/2017 BOPI nr. 5/2017

(71) Solicitant:  
• MB TELECOM LTD S.R.L.,  
CALEA BUCUREȘTILOR NR.3 A, OTOPENI,  
IF, RO

(72) Inventatori:  
• SIMA CONSTANTIN, STR. FANIONULUI  
NR. 24, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• MUNTEANU DORU-PETRU,  
STR. TURDA NR. 100, BL. 30B, SC. A,  
AP. 88, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• STUDINEANU EMIL, STR. FELEACU  
NR. 15, BL. 12C, SC. 1, ET. 1, AP. 7,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• IACOBITA ANDREI,  
STR. CONSTANTIN DANIEL NR. 20,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM ȘI METODĂ DE RADIOGRAFIERE DIGITALĂ  
CU DOZĂ REDUSĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și la o metodă pentru radiografierea corpului uman. Sistemul conform invenției cuprinde un generator (2) de înaltă tensiune, care generează un impuls de tensiune cu durată de timp controlată, și la un nivel de tensiune controlat, un ansamblu (3) tub cu raze X, ce are rolul de a emite un fascicul de radiație pe o anumită direcție, către un detector (7) de radiație, limitând emisia de radiație pe celelalte direcții, datorită unui ecran de protecție, un braț (8) rotativ care este așezat automat și/sau manual în poziția optimă de expunere, de către un operator care ajustează și deschiderea unui colimator (4) cu DAPmetru (5), pentru a iradia strict zona de interes, radiația fiind transformată în imagine la nivelul detectorului (7) de radiație, și fiind transmisă într-o cameră (10) de comandă printr-o interfață Ethernet, către un subsistem (13) pentru achiziția și prelucrarea datelor, unde este afișată pe un monitor (14).

Revendicări: 4

Figuri: 2

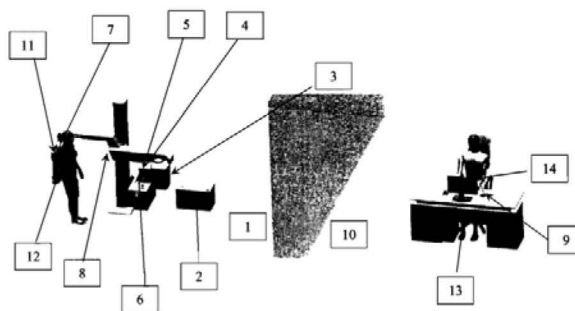


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI  
Cerere de brevet de invenție  
Nr. a. 2015 00833  
Data depozit ... 13-11-2015.

4

## Sistem si metoda de radiografiere digitala cu doza redusa

Prezenta inventie consta intr-un sistem si o metoda pentru radiografierea tuturor zonelor importante ale corpului uman, precum cap, umeri, torace, braț superior, braț inferior, abdomen, pelvis, femur, genunchi, tibie, gleznă, laba piciorului. Radiografierea se realizeaza cu un sistem radiografic digital cu doză redusă digitala care sa necesita o expunere mai mica a pacientului la radiatia ionizanta.

Tehnologia de bază inglobata in sistemul radiografic propus se bazeaza pe generarea si detectia radiatiei X, avand o vechime de peste 100 de ani. După zeci de ani de utilizare a radiografiei cu film, Fujifilm a introdus radiografia computerizată (CR) în 1983, realizand un salt tehnologic important prin utilizarea detectoarelor digitale cu caseta pe baza de PSP. In ultimii 10 ani, radiografia digitală (DR) s-a maturizat și a devenit o alternativa atractiva la sistemele CR. Detectoarele pe bază de scintilator-sistem optic - CCD sunt considerate o variantă de tranzitie, iar in prezent cea mai promitatoare tehnologie o reprezinta cea de detectie cu panouri plate, bazate fie pe conversie directa (fotoconductor-TFT), fie pe conversie indirecta (scintilator-fotodiodă-TFT). Tehnologia TFT este deja utilizata in majoritatea afisajelor moderne, astfel că detectoarele plate DR sunt performante și rentabile economic.

In prezent la nivel mondial, pe piața echipamentelor există un număr relativ ridicat tipuri de echipamente de radiografie digitala și de producători ale acestora (Siemens, General Electric, Philips, Toshiba, Hitachi, Swissray, Eastman Kodak, etc).

In cererea de brevet a 2013 00901 se descrie o unitate pentru realizarea de radiografii dentare panoramice, formata dintr-o sursa de raze X si un receptor sub forma unei casete port film care se rotesc in jurul capului pacientului. Unitatea pentru radiografii panoramice are posibilitatea rotirii si positionarii independente a sursei de raze X si a detectorului, respectiv caseta port film, atat in plan vertical, fata de pacient, in plan orizontal, fata de pacient, cat si unghiurile in plan vertical si orizontal respective pentru asigurarea unei imagini normale pe fiecare dinte.

In brevetul US2798958 se descrie o instalatie pentru obtinerea de imagini radiografice a unor portiuni ale corpului uman care ar fi dificil de examinat folosind metode radiografice conventionale. Inventia prezinta un aparat care permite efectuarea de radiografii prin positionarea unui film in afara corpului.

Prin prezenta inventie se obtine o radiografie a pacientului, prin supunerea pacientului unei doze de radiatii mult sub nivelul dozelor de radiatii emise de aparate similare din piata prin utilizarea unui sistem radiografic digital care reduce dozele de radiatie primite de pacient fără a sacrifica din calitatea imaginii radiografice. Acest lucru este posibil, având în vedere faptul că, sistemele existente tind în general spre constrângerile maxime de doză stipulate în normele internaționale (sectiunea III.1.d/PA).

Problema tehnica pe care o rezolva prezenta inventie este reducerea dozei de radiatie pe care o primeste un pacient prin colimarea fascicolului de radiatie emis de către generatorul de radiatie X prin reducerea la minim a unghiului solid pentru a expune strict detectoarele de radiatie, optimizarea calității radiatiei prin utilizarea de filtre din diferite materiale pentru a

Jac

selecta din spectrul larg al radiației X, acele zone spectrale utile în impresionarea detectoarelor și pentru a rejecta zonele spectrale care nu generează semnale în sistemul de detecție, mărind în schimb doza primită de pacient, dezvoltarea algoritmilor de prelucrare digitală a imaginilor radiografice pentru reducerea zgomotului, a efectului de „blurring” și a altor efecte perturbatoare asupra calității imaginii; reducerea zgomotului permite practic obținerea aceleiași calități a imaginii la expunere mai mică, utilizarea de detectoare de rezoluție înaltă și eficiență spectrală ridicată (DQE-Defective Quantum Efficiency) capabile să capteze cât mai mult din semnalul de radiație X incident.

Intr-o alta varianta constructiva colimatorul este dotat cu un set de filtre interschimbabile din cupru sau molibden de diferite grosimi. Selectia filtrelor de Cu sau Mo are ca efect reducerea radiatiei de joasa frecventa cu efect direct in reducerea dozei primite de pacient. Cu cat grosimea filtrului aplicat este mai mare, cu atat mai mare este reducerea dozei. Energia joasa din spectrul de radiatie nu are o contributie semnificativa in calitatea imaginii, in schimb are contributie in doza primita de pacient. In cazul utilizarii filtrelor, se recomanda cresterea tensiunii tubului cu valori intre 5 si 15kVp fata de valorile recomandate de catre sistemul software de operare.

Pentru claritatea prezentării sistemului și metodei conform prezentei invenții, se utilizează o serie de termeni:

- Principiul ALARA – luarea tuturor masurilor si actiunilor posibile pentru a asigura optimizarea radioprotectiei, astfel incat toate expunerile, inclusiv cele potentiale, din cadrul practicii desfasurate sa fie mentinute la cel mai scazut nivel rezonabil posibil, luand in considerare factorii economici si sociali.
- Generator de radiatie X se refera la generatorul de inalta tensiune (HV) care generează un impuls de tensiune cu durată de timp controlată și la un nivel de tensiune controlat.
- Sistemul de detectie a radiatiei X de inalta rezolutie si eficienta de absorbtie se refera la un detector de radiatie de tip flat panel cu TFT și fotodiode din siliciu amorf, cu ecran de intensificare bazat pe CsI .
- Sistemul de pozitionare se refera la sistemul mecanic cu brat rotativ de pozitionare/aliniere a tubului si a detectorului in raport cu pozitia pacientului.
- Grila antidifuzoare se refera la echipamentul cu rolul de a reduce radiatia imprastiata atunci cand corpul solid iradiat are un volum relativ mare
- Colimatorul se refera la echipamentul cu rolul de a limita radiatia emisa de tubul cu raze X.
- DAPmetrul masoara produsul dintre doza si suprafata expusa.
- AEC se refera la sistemul de control automat al expunerii, care este prevăzut cu trei camere de ionizare și are rolul de a determina cantitatea de radiație care ajunge la nivelul sistemului de detecție și de a opri generarea de radiație atunci când un nivel stabil prestabilit este atins;
- Masa pacient se refera la o masa cu roti cu blocare optimizata ca forma.
- Dozimetrul de radiatii X este utilizat pentru monitorizarea nivelului de radiatie ambientala.
- Sistemul de radioprotectie este utilizat pentru realizarea măsurilor legale de radioprotectie pentru personalul operator al sistemului și a persoanelor din zonele învecinate locației sistemului, care cuprinde: panou de radioprotectie fereastra glisant ecranat, panou de radioprotectie ușă acces în încăpere cu ecran, mijloace

avertizare acustica si vizuala la expunerea radiatiei, sistem de supraveghere video si interfon.

Sistemul radiografic digital conform prezentei inventii este un sistem de imagistica medicală cu raze X care utilizeaza o doza de de radiatii mult sub nivelul dozelor de radiatii emise de aparate similare, care are ca scop vizualizarea structurii interne a unor părți ale organismului uman . Imaginea radiografică este generată prin emiterea unui fascicul de raze X către pacient și respectiv captarea radiatiei transmise pe partea opusă de către un detector de înaltă rezoluție și eficiență de absorbție aliniată cu un sistem de poziționare.

Pentru **producerea de radiatii X**, in camera de expunere **1** generatorul de inalta tensiune (HV) **2** generează un impuls de tensiune cu durată de timp controlată și la un nivel de tensiune controlat. Aceasi tensiune impuls este aplicata prin intermediul cablurilor de înaltă tensiune între anodul și catodul tubului cu raze X **3**. Ansamblul tub cu raze X **3** are rolul de a emite un fascicul de radiatie pe o anumită direcție in timp ce limitează emisia de radiatii pe celelalte direcții (radiatia de scăpări) având prin construcție un ecran de protectie. Fascicolul de radiatie emis din tubul cu raze X **3** prin intermediul colimatorului **4** cu DAPmetru **5** care limitează câmpul expus pe două direcții perpendiculare între ele aflate în plan perpendicular pe direcția principală a fascicolului de radiatii. La ieșirea fascicolului de radiatie din colimatorul **4** cu DAPmetru **5** este amplasată camera de ionizare **6** a DAPmetrului **5** ce determină produsul dintre doza de radiatie și suprafața iradiată. In faza de pregatire a investigatiei medicale pacientul este asezat intre tubul de radiatie X **3** și detectorul de radiatie de tip flat panel **7**. Brațul rotativ **8** este așezat automat și/sau manual în poziția optimă de expunere de către operator. De asemenea, operatorul ajustează și deschiderea colimatorului **4** cu DAPmetru **5** pentru a iradia strict zona de interes nu și zone adiacente nerelevante, pentru ca pacientul să primească o doză de radiatie cât mai mică, conform principiului ALARA.

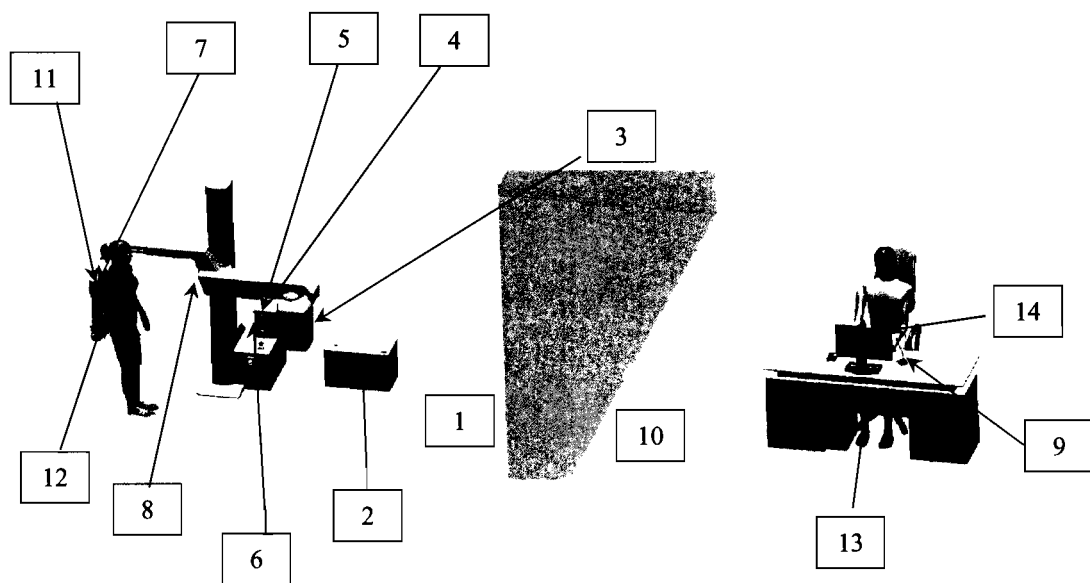
După pregătirea pacientului, operatorul setează parametrii de expunere (timp, curent, kilovoltaj, utilizare AEC, etc). Prin intermediul interfonului **9** conectat între camera de comanda **10** și camera de expunere **1**, operatorul dă ultimele indicații pacientului („nu respirați!”, “respirați normal!”,etc) iar când toate condițiile operaționale sunt îndeplinite, apasă pe butonul de expunere.

Fascicolul de radiatie transmis prin pacient este captat de către detectorul de radiatie de tip flat panel **7**. Intensitatea radiatiei este modulata de catre zona investigata, aceasta avand intensități variate în functie de grosimea si densitatea organelor și structurilor prin care trece. Dispozitivul AEC **11** are rolul de a evita sub-expunerea / supra-expunerea detectorului de radiatie de tip flat panel **7**, stabilind in timp real o durata optima de expunere. Radiatia împrastiata din pacient care ajunge pe detectorul de radiatie de tip flat panel **7** din alte directii decât cea de la pata focală a tubului de radiatie X **3** este atenuată de către grila anti-împrastiere **12** montata in detectorul de radiatie de tip flat panel **7**. Imaginea formata astfel la nivelul detectorului de radiatie de tip flat panel **7** este transmisă in camera de comanda **10** prin interfata Ethernet catre subsistemul **13** pentru achiziția si prelucrarea datelor unde este afișată pe un monitor **14**.

## Revendicari

1. Sistem radiografic digital constituit din:
  - a) Generatorul de înaltă tensiune **2**
  - b) Ansamblul tub cu raze X **3**
  - c) Colimatorul **4**
  - d) DAPmetrul **5**
  - e) Detector de radiatie de tip flat panel **7**
  - f) AEC **11** – un sistem de control automat al expunerii
  - g) Sistem mecanic cu braț rotativ de poziționare/aliniere a tubului și a detectorului în raport cu poziția pacientului **8** ;
  - h) Subsistem **13** pentru achiziția și prelucrarea datelor furnizate de la detectorul de radiatie X **3**.
2. Sistem radiologic digital, conform revendicarii 1, în care câmpul de radiatie se ajustează dinamic de către colimator în funcție de tipul de investigație și este controlat de aplicația software.
3. Într-o altă variantă constructivă, sistem radiologic digital, conform revendicarii 1, în care radiatia este filtrată cu filtre din cupru sau molibden.
4. Metoda de radiografiere digitală caracterizată prin următoarele etape de funcționare:
  - a) Pacientul este așezat între tubul cu raze X **3** și detectorul de radiatie **7** de tip flat panel;
  - b) Suportul cu braț rotativ **8** este așezat automat și/sau manual de către operator în poziția optimă de expunere;
  - c) După pregătirea pacientului, operatorul setează parametrii de expunere (timp, curent, kilovoltaj, utilizare AEC, etc) iar după ce condițiile operationale sunt îndeplinite, apasă butonul de expunere;
  - d) Generatorul de înaltă tensiune **2** generează un impuls de tensiune cu durată de timp controlată și la un nivel de tensiune controlat;
  - e) Generatorul emite un fascicul de radiatie pe o anumită direcție, în timp ce limitează emisia de radiații pe celelalte direcții (radiatie de scapări);
  - f) Fascicolul de radiatie transmis prin pacient este captat de către detectorul de radiatie **7** de tip flat panel;
  - g) Imaginea formată la nivelul detectorului de radiatie **7** de tip flat panel este transmisă de către acesta printr-o interfață Ethernet către subsistemul **13** pentru achiziția și prelucrarea datelor furnizate de la detectorul de radiatie X **3**.

Jack



**Fig.1 Reprezentare sistem radiografic digital pentru aplicație medicală**

*Jac*

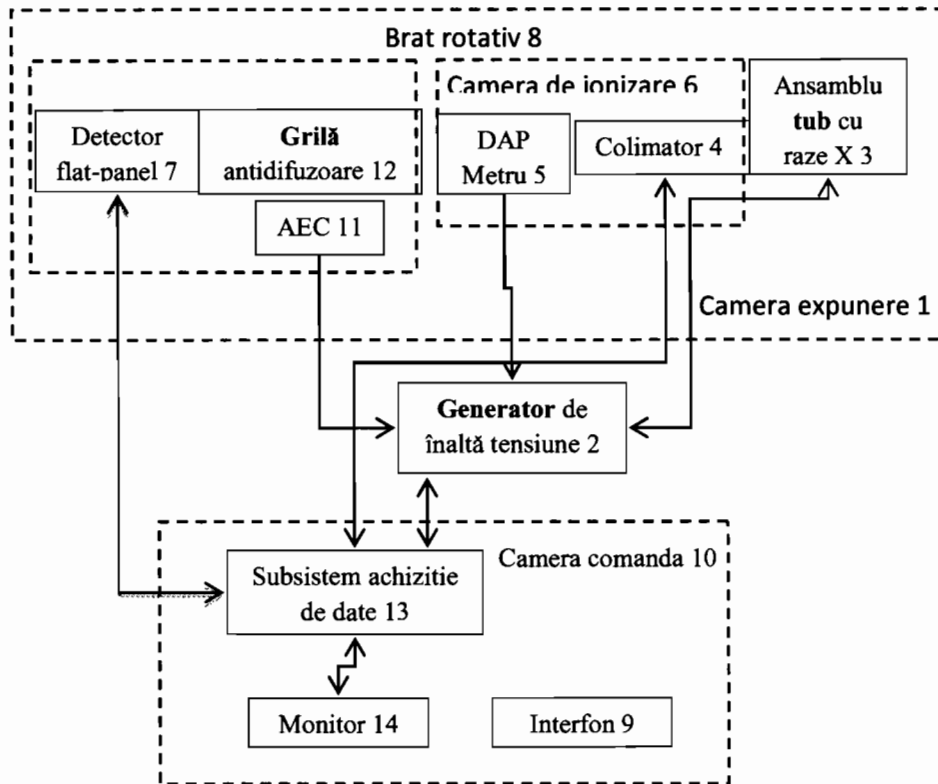


Fig. 2 Schema bloc funcțională a sistemului

*gac*