



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00599**

(22) Data de depozit: **16/08/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2020** BOPI nr. **6/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**28/02/2014** BOPI nr. **2/2014**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE PENTRU FIZICA  
MATERIALELOR, STR.ATOMIȘTILOR  
NR.105 BIS, MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:  
• **DRAGOMIR RADU,  
STR. CONSTANTIN TITEL PETRESCU  
NR. 3, BL. C 22, SC. A, AP. 10, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 2012/0036982 A1; US 2010083807 A1;  
US 5033353**

(54) **CIRCUIT INTERFAȚĂ PENTRU IDENTIFICAREA POZIȚIEI  
DEGETELOR MÂINII PE GRIFUL UNEI CHITARE**



# RO 129267 B1

1           Invenția se referă la un produs interfață circuit care identifică în timp real poziția dege-  
telor mâinii pe griful unei chitare în timpul interpretării unei melodii, permițând astfel transfor-  
3           marea unei chitare obișnuite într-un instrument Midi. (Domeniul de aplicare a invenției este unul  
interdisciplinar: electronică aplicată în muzică.)

5           Sunt cunoscute produse ce transformă o chitară într-una Midi: JAM Origin Midi Guitar,  
care are o latență de 3-6 milisecunde, și care este o soluție de tip strict software; i2M care poate  
7           fi folosită doar în cazul monofonic (nu polifonic, adică nu în cazul acordurilor); Fischman  
TriplePlay Wireless Midi Controller, care este o soluție polifonică, sau doza pentru chitare  
9           Roland GK-3 Midi, care se montează la cordar și face conversia frecvențelor receptate în  
semnal Midi; instrumentele de sine stătătoare Artiphon, care permit identificarea apăsării  
11          degetelor pe suprafața de tip plastic, deși nu într-un mod foarte realist. Tot în ultima gamă intră  
și chitarele Midi Godin. Toate aceste produse prezintă dezavantajul fie de a avea latență (de  
13          ordinul milisecundelor) fie de a fi costisitoare.

15          Sunt cunoscute produse care identifică pozițiile degetelor pe griful unei chitare fie prin  
analiza vibrațiilor coardelor prin intermediul unor fotodiode, fie prin analiza spectrală a  
17          semnalului sonor preluat de un microfon sau un cristal piezoelectric, fie prin analiza reflecției  
ultrasunetelor de o tastă care a fost apăsată, fie chitarele ce realizează ghidarea curentului prin  
19          coarde, ceea ce permite aflarea tastei care a fost apăsată în momentul interpretării unei melodii  
la chitară.

21          O interfață pentru transformarea unei chitare într-o chitară Midi este prezentată și în  
brevetul **US 5033353**. În funcție de timpul după care se înregistrează semnalul de ultrasunete  
23          reflecat de o tastă apăsată, poate fi identificată tasta care a fost atinsă pentru o anumită  
coardă. Cu toate că latența este de sub 1 milisecundă, este totuși necesară atenuarea vibrației  
25          coardei pentru o precizie mai bună. De aceea coardele se aduc în contact cu un amortizor care  
atenuază vibrația lor, crescând latența până la aproape 5 milisecunde.

27          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este cea de a identifica poziția degetelor  
pe griful unei chitare obișnuite, cu o latență de ordinul microsecundelor.

29          Soluția la această problemă este o interfață de tip circuit, care identifică în timp real  
poziția degetelor pe griful unei chitare, și a coardei atinse de pană, ce prezintă o latență mult  
31          mai mică decât produsele care se bazează de analiză spectrală, și care poate fi montată ca  
modul separat pe orice chitară, într-o manieră ce necesită un minimum de adaptări supli-  
33          mentare. Astfel, locul tastei apăstate este aflat utilizându-se un circuit bloc de găsimire a tastei cu  
potențialul maxim (fiecare tastă fiind conectată printr-un cablu la interfață), și aflarea coardei  
35          care este atinsă de pana metalică cu ajutorul unui circuit bloc ce compară cu un potențial prag  
fiecare potențial din capătul dinspre cordar al fiecărei coarde. Circuitul interfață pentru  
37          identificarea poziției degetelor mâinii pe griful unei chitare este constituit dintr-un bloc de găsimire  
a tastei cu potențialul maxim, și identificare a poziției degetului care apasă pe o coardă în  
39          dreptul unei taste format din două comparatoare, cu rolul de a sesiza căderile de tensiune pe  
rezistențele date de porțiunile coardei dintre două taste, două multiplexoare analogice, care  
41          selectează două potențiale maxime, un comparator cu rolul de a afla cărui grup de taste îi  
corespunde tasta cu potențial maxim, și un multiplexor digital pentru codificarea în sistem binar  
43          a tastei apăstate de-a lungul coardei lovite de pană, un bloc pentru aflarea coardei care este  
atinsă de pana metalică, format din șase comparatoare de precizie ridicată, care compară  
45          potențialul capătului din dreapta al fiecărei coarde cu un potențial de prag setat de un  
potențiomtru, pana fiind legată la o sursă de tensiune.

47          Invenția prezintă avantajul de a putea fi montată pe orice chitară, și de a nu fi costisi-  
toare. Soluțiile precedente fie sunt prea lente, fie prea costisitoare, fie nu pot fi folosite pe orice  
chitară.

# RO 129267 B1

Invenția permite aflarea poziției degetelor mâinii și a coardei lovite de pană, cu un număr minim de citiri sau prelucrări printr-un program de achiziție în timp real, aflat pe microcontroler; permite montajul pe orice chitară, fără a modifica în vreun fel chitara, decât prin conectarea la taste și la coarde a unor cabluri.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figura ce reprezintă o schemă de realizare a acestei invenții.

Identificarea poziției mâinilor pe chitară, după ce utilizatorul a format un acord (exemplificat în figură prin cercurile 4 pline gri), este realizată de un circuit ce are drept componente blocurile 20 și 21, la care sunt conectate tastele 2, respectiv, coardele 7. Pini de input digital („0” sau „1” logic) sunt desemnați de cifrele arabe de la 1 la 9, încadrate în pătrate. Pana metalică este legată la sursa de tensiune 3 (de maximum 9 V), având un potențial pozitiv de „1” logic.

Blocul 20 se conectează la cele patru taste ale chitarei prin intermediul unor contacte 22. Acest bloc are rolul de a identifica poziția degetului care apasă pe o coardă în dreptul unei taste, în momentul în care pana atinge acea coardă. Pentru a da libertate curentului să circule pe taste în spațiile dintre coarde, respectiv, pe coarde în spațiile dintre taste, tastele și coardele se leagă la masă prin rezistențele 8 și 13. Tastele sunt numerotate de la stânga la dreapta în ordine crescătoare, și au indicii  $j$ , în timp ce coardele au indicii  $i$  și sunt numerotate crescător de sus în jos. Identificăm o matrice în care o intersecție este desemnată de grupul linie și coloană:  $(i, j)$ . Această intersecție reprezintă un nod al circuitului electric format de coarde și taste dacă acolo coarda  $i$  face contact cu tasta  $j$ . La formarea acordului Do major, spre exemplu, se are în vedere faptul că o coardă poate atinge și alte taste cu număr mai mic decât numărul tastei apăsată. Mai mult, curentul poate circula de la o intersecție ce are coordonatele  $(i, j)$  la  $(i-1, j)$  sau  $(i+1, j)$ , și, evident, la  $(i, j-1)$ ,  $(i, j-2)$ ,  $(i, j-3)$  etc., în limita existenței acestor coordonate.

Problema pe care o rezolvă blocul circuit 20 este aceea că, doar conectând capetele tastelor la fire, să fie identificată poziția degetelor care formează un acord. Aflarea tastei apăsată se face cu ajutorul acestui circuit, ce are rolul de a identifica tasta cu potențial maxim, întrucât aceasta este tasta care a fost apăsată pentru o coardă atinsă de pană. Blocul 20 are rolul de a afla numărul tastei apăsată (în format binar: „00” (tasta 1), „01” (tasta 2), „10” (tasta 3), „11” (tasta 4)) la lovirea coardei (notată cu 7) de pană (care, în figură, atinge coarda La). Aflarea acestui număr este realizată prin intermediul a trei comparatoare de precizie ridicată 9, 25 și 19, a două multiplexoare (MUX. AN.) analogice 10 și 26, și a unui multiplexor digital (MUX. DIG.) 11.

Comparatoarele COMP 25 și 9 au rolul de a sesiza căderile de tensiune pe rezistențele date de porțiunile coardei dintre două taste apăsată sau neapăsată, sau a tastei dintre două coarde apăsată, de exemplu, 5 și 6.

Cele două multiplexoare analogice au rolul de a selecta cele două potențiale maxime dintre tastele cu numerele 1 și 2, respectiv, 3 și 4. Alegerea potențialelor maxime dintre tastele 1 și 2, respectiv, între 3 și 4 se face cu ajutorul multiplexoarelor analogice 10 și 26, care aleg maximul în funcție de outputurile comparatoarelor 9, respectiv, 25. Apoi, comparatorul 19 compară cele două maxime forwardate de multiplexoarele analogice 10 și 26, pentru a afla cărui grup (tasta 1 și tasta 2, sau tasta 3 și tasta 4) îi corespunde tasta cu potențial maxim. Rezultatul acestei comparații dă bitul mai semnificativ (notat cu cifra 2, încadrat de un pătrat și desemnat, în figură, de numărul 18). Bitul mai puțin semnificativ (numerotat cu cifra 3, încadrat de un pătrat) este outputul multiplexorului digital 11. Inputurile multiplexorului digital 11 sunt: outputul comparatorului 19 și cele două outputuri ale comparatoarelor 9 și 25.

# RO 129267 B1

1 Outputul blocului **20** este ales astfel: dacă bitul ne semnificativ dat de comparatorul **11**  
este 1, atunci maximul este în grupul dat de tastele **3** și **4**; mai departe outputul este dat de  
3 rezultatul comparatorului **19**, care compară potențialele din grupul ales (**3** și **4**); în mod similar,  
dacă bitul ne semnificativ dat de comparatorul **27** este „0”, atunci maximul este în grupul dat de  
5 tastele **1** și **2**; în acest caz, outputul este dat de rezultatul comparatorului **25**, care compară  
potențialele tastelor **1** și **2**. Obținem, astfel, codificată în sistem binar, tasta apăsată de-a lungul  
7 coardei lovite de pană. Mai este nevoie de redat cazul în care coarda este liberă, adică situația  
în care nu este apăsată nicio tastă. Aceasta este realizată cu ajutorul unor tranzistori MosFET  
9 **12** (aleși pentru impedanța foarte mare a porții) care sunt legați la fiecare coardă prin inter-  
mediul unor rezistențe. Starea unui tranzistor pentru poarta aflată în gol este „deschis”, iar dacă  
11 poarta se află la un potențial pozitiv nenul, starea acestuia este de „închis”. Astfel, bitul cu cifra  
1 încadrat în pătrat este outputul blocului inversor **24**, alimentat de borna **15**, acest bit fiind „0”  
13 logic pentru coarda liberă, și „1” logic pentru apăsarea oricărei taste.

Modul în care este realizat blocul **20** asigură codificarea tastei apăsate folosind un  
15 număr minim de biți. Împreună cu bitul dat de blocul **24**, numărul de biți este 3, tot un minim.  
Blocul **21** din dreapta figurii se conectează în partea dinspre cutia de rezonanță la cele șase  
17 coarde prin intermediul unor contacte **23** (bulină neagră). Blocul **21** este alcătuit din șase  
comparatoare de precizie ridicată **14**, care compară potențialul capătului din dreapta al fiecărei  
19 coarde, cu un potențial de prag setat de potențiometrul **16** legat la borna **15** (aflată la un  
potențial de maximum 9 V). Dacă potențialul coardei se află peste acest prag, atunci coarda a  
21 fost atinsă de pană. Altfel potențialul coardei respective cade sub acest prag. Obținem astfel,  
codificat tot în „0” și „1” logic, coarda care a fost lovită de pană. Pini cu numerele 1...9 (încadrați  
23 în pătrate) reprezintă inputurile microcontrolerului (MCU) care prelucrează aceste valori având  
ca output un mesaj midi care este transmis calculatorului prin portul USB. Mai departe, acest  
25 semnal midi poate fi preluat de un sintetizator midi de pe PC.

Efectele de tip legato pot fi identificate prin menținerea potențialului unei coarde la  
27 capătul dinspre cordar la potențialul penei care a atins coarda respectivă înainte de cântarea  
legato-ului.

Legato-urile pot fi identificate și prin montarea unor senzori de presiune sub fiecare  
31 coardă în poziția cordarului, astfel încât să se poată detecta întinderea unei coarde. Se poate  
opta pentru înlocuirea tastelor originale cu niște taste care au o rezistivitate mai mare. Interfața  
prezentă poate identifica un acord deoarece latența mică permite detectarea lovirii consecutive  
33 cu pana a fiecărei coarde; obținem astfel un efect similar cu cel polifonic.

# RO 129267 B1

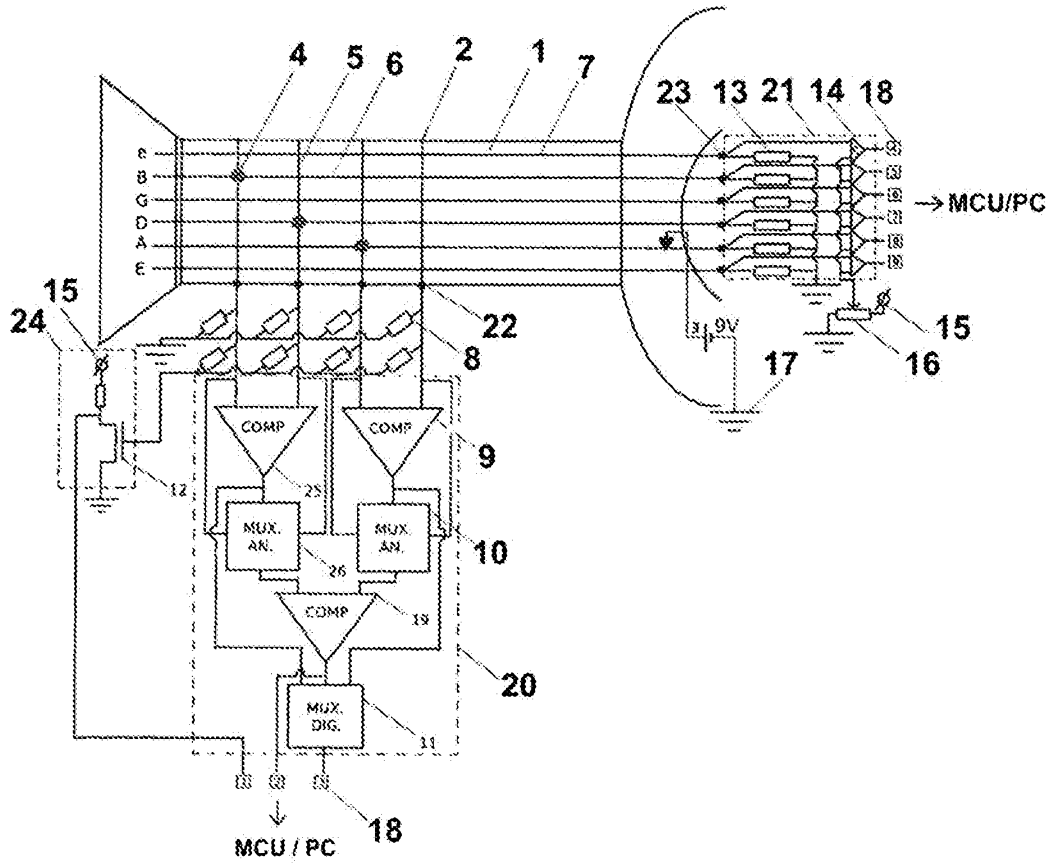
## Revendicare

	1
Circuit interfață pentru identificarea poziției degetelor mâinii pe griful unei chitare, <b>caracterizat prin aceea că</b> este constituit din:	3
- un bloc (20) de găsire a tastei cu potențialul maxim, și identificare a poziției degetului care apasă pe o coardă în dreptul unei taste, format din două comparatoare (9 și 25) cu rolul de a sesiza căderile de tensiune pe rezistențele date de porțiunile coardei dintre două taste, două multiplexoare (10 și 26) analogice, care selectează două potențiale maxime, un comparator (19) cu rolul de a afla cărui grup de taste îi corespunde tasta cu potențial maxim, și un multiplexor digital (11), pentru codificarea în sistem binar a tastei apăsată de-a lungul coardei lovite de pană;	5 7 9 11
- un bloc (21) pentru aflarea coardei care este atinsă de pana metalică, format din șase comparatoare (14) de precizie ridicată, care compară potențialul capătului din dreapta al fiecărei coarde cu un potențial de prag setat de un potențiomtru (16), pana fiind legată la o sursă de tensiune (3).	13 15

(51) Int.Cl.

G10H 1/36 (2006.01),

G10H 3/06 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 248/2020