



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00795**

(22) Data de depozit: **01/11/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2022** BOPI nr. **5/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**30/07/2015** BOPI nr. **7/2015**

(73) Titular:

- **POPA GABRIEL NICOLAE, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO;**
- **POPA IOSIF, BD.DACIA NR.1, BL.B1,SC.A, ET.3, AP.9, HUNEDOARA, HD, RO;**
- **DEACONU SORIN IOAN, ALEEA CONSTRUCTORILOR, BL.E2, SC.4, ET.2, AP.71, DEVA, HD, RO**

(72) Inventatori:

- **POPA GABRIEL NICOLAE, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO;**
- **POPA IOSIF, BD.DACIA NR.1, BL.B1, SC.A, ET.3, AP.9, HUNEDOARA, HD, RO;**
- **DEACONU SORIN IOAN, ALEEA CONSTRUCTORILOR, BL.E2, SC.4, ET.2, AP.71, DEVA, HD, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

- US 3936773; SAHA S. K., "LINEAR VCO WITH SINE WAVE OUTPUT", IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION**

**AND MEASUREMENT, N° 2, VOL. IM-35, PP. 152-155, 1986; SAHA S. K. ET AL., "LINEAR VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR", IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, N° 1, VOL. 37, PP. 148-150, 1988; SINGH V. P. ET AL., "LINEAR SINUSOIDAL VCO", INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, N° 2, VOL. 65, PP. 243-247, 1988; FILANOVSKY I. M. ET AL., "SINUSOIDAL OSCILLATOR WITH VOLTAGE CONTROLLED FREQUENCY AND AMPLITUDE", INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS THEORETICAL AND EXPERIMENTAL, N° 1, VOL. 68, PP. 95-112, 1990; OSA, JUAN I., AND ALFONSO CARLOSENA, "MOSFET-C SINUSOIDAL OSCILLATOR WITH VARIABLE FREQUENCY AND AMPLITUDE", INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEM (ISCAS), IEEE, PP. 725-728, 2000; DOEBELIN, ERNEST O., "CONTROL SYSTEM PRINCIPLES AND DESIGN", EDITOR JOHN WILEY & SONS, CAP. 2.6, SUA, 1985**

(54) **CONVERTOR LINIAR TENSIUNE CONTINUĂ-SEMNAL SINUSOIDAL, DE FRECVENȚĂ REGLABILĂ**



# RO 130458 B1

1           Invenția se referă la un convertor liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal, de frecvență reglabilă, cu posibilitate de modificare a amplitudinii. Semnalul de la ieșirea convertorului are o modificare liniară a frecvenței și este de formă sinusoidală, cu coeficient de distorsiune armonică de valoare mică.

5           Convertorul liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal, de frecvență reglabilă, conform invenției, este un oscilator sinusoidal de frecvență reglabilă, comandat în tensiune. El poate avea aplicații în realizarea unor traductoare a căror mărime de ieșire este un semnal sinusoidal transmis prin linii la aparatele electronice de măsurare, la aparatura electronică de măsurare și la aplicațiile electronice de curenți mici.

11           Sunt cunoscute convertoare tensiune continuă-frecvență destinate măsurării tensiunii continue lent variabile care au sau nu, în componența lor, comutatoare electronice, cu efectuarea, după caz, a măsurării tensiunii continue în două etape și furnizarea, la ieșire, a unui semnal dreptunghiular. Dezavantajul acestora este timpul relativ mare de răspuns, în cazul modificării rapide a tensiunii de intrare și limitarea transmiterii semnalului pe distanțe mari.

15           De asemenea, sunt cunoscute convertoare tensiune continuă - frecvență care au în componența lor oscilatoare de referință, numărătoare și convertoare digital analogice, precum și cele cu circuite rezonante și de reacție, circuite de derivare și amplificare. Dezavantajul acestora este că semnalul de la ieșire se poate modifica într-un domeniu limitat, structura lor este complicată, timpul de răspuns este mare, iar semnalul este nesinusoidal.

21           Este, de asemenea, cunoscut, conform documentului de tip brevet **US 3936773**, un convertor tensiune continuă - frecvență reglabilă, al cărui semnal de ieșire este reglat, fie prin menținerea constantă a amplitudinii semnalului de ieșire, când se modifică frecvența semnalului de intrare, fie prin modificarea amplitudinii semnalului de ieșire, ca funcție liniară dependentă de frecvența semnalului de intrare. Convertorul tensiune continuă - frecvență reglabilă conform documentului citat este realizat în tehnica dispozitivelor semiconductoare incluzând multiplicatoare analogice și integratoare cu amplificatoare operaționale, fiind implementată cu circuite integrate de tipul MC1494 și LM 324. Dezavantajul acestuia este complexitatea și consumul de resurse tehnologice, fiind necesare mijloace de detecție a amplitudinii semnalului, precum și mai multe circuite integrate disponibile comercial pentru implementarea funcțiilor de multiplicare și integrare.

31           Convertorul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate fiind alcătuit din mai multe blocuri funcționale, a cărui implementare este minimizată din punct de vedere al costurilor, prin minimizarea numărului de componente utilizate: un prim și secund circuit multiplicator, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei operații de înmulțire (produs al semnalelor aplicate la cele două intrări), un prim și secund circuit sumator-scăzător, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei operații de scădere (diferență între semnale aplicate la cele două intrări); un amplificator neinvertor cu factor de amplificare apropiat de unitate; un prim și secund circuit de integrare pentru realizarea integrării semnalului de intrare cu o primă și, respectiv, o a doua constantă de timp, și inversării semnalului obținut, convertorul, conform invenției, furnizând la ieșirea acestuia, un semnal de ieșire, dublu integrat, de formă sinusoidală, a cărui amplitudine și frecvență depind, respectiv, de semnalele de intrare de tensiune continuă, aplicate convertorului.

43           Convertorul liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

45           - are o construcție simplă (necesită doar trei circuite integrate și câteva rezistoare și condensatoare);

47           - are două intrări active de tensiune continuă și o ieșire;

49           - are la ieșire un semnal sinusoidal a cărui frecvență depinde liniar de tensiunea continuă aplicată pe una dintre intrări;

# RO 130458 B1

- amplitudinea semnalului de la ieșire se poate modifica liniar în funcție de tensiunea continuă aplicată pe cealaltă intrare;	1
- timpul de răspuns este foarte scăzut datorită realizării convertorului numai cu componente analogice;	3
- frecvența semnalului de la ieșire este în domeniul kHz-ilor, iar plaja de funcționare poate fi de zeci de kHz, amplitudinea semnalului de ieșire este de ordinul voltilor, acest circuit poate fi utilizat pentru transmiterea semnalelor la distanță cu o rezoluție ridicată cu poluare armonică diminuată.	5
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, prezentat în legătură cu stadiul tehnicii, în conformitate cu fig. 1...5, care reprezintă:	9
- fig. 1, schema bloc teoretică, de principiu, a convertorului liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă;	11
- fig. 2, schema bloc a convertorului liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă, conform invenției;	13
- fig. 3, schema bloc care stă la baza realizării practice a convertorului liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă;	15
- fig. 4, formele tensiunii de la ieșirea convertorului, conform invenției, în funcție de tensiunea de la o primă intrare, $u_i$ , când tensiunea de la cealaltă intrare, $u_r$ , este constantă;	17
- fig. 5, formele tensiunii de la ieșirea convertorului, conform invenției, în funcție de tensiunea de la o a doua intrare $u_r$ , când tensiunea de la cealaltă intrare, $u_i$ , este constantă.	19
În cele ce urmează, conform invenției, se prezintă două exemple de realizare a convertorului tensiune continuă - frecvență, cu schemele bloc din fig. 1 și 2.	21
Pentru realizarea acestui convertor s-a luat în considerare ecuația diferențială neomogenă liniară de ordinul doi cu coeficienți constanți, utilizată în automatică:	23
$\frac{d^2 u_e}{dt^2} + 2 \cdot \xi \cdot \omega \cdot \frac{du_e}{dt} + \omega^2 \cdot u_e = \omega^2 \cdot u_i$	25
unde $u_e$ este tensiunea de la ieșire, $\xi$ este factorul de amortizare, $\omega$ este pulsația proprie neamortizată, iar $u_i$ este tensiunea de la intrare. Pornind de la această ecuație, pentru ca sistemul de reglare automată să intre în regim oscilant neamortizat se pune condiția $\xi = 0$ și rezultă:	27
$\frac{d^2 u_e}{dt^2} + \omega^2 \cdot u_e = \omega^2 \cdot u_i$	29
sau	31
$\frac{d^2 u_e}{dt^2} = \omega^2 \cdot (u_i - u_e)$	33
Această ecuație are soluția:	35
$u_e = u_i \cdot (1 - \cos \omega \cdot t)$	37
Prin implementarea ecuației anterioare cu circuite electronice analogice, se poate obține dintr-un semnal continuu $u_i$ , care este proporțional cu pulsația $\omega$ , un semnal sinusoidal la ieșire $u_e$ . Totodată, se poate realiza modificarea amplitudinii semnalului de la ieșire $u_e$ de la o altă intrare $u_i$ .	39
În fig. 1 se prezintă implementarea, într-o schemă bloc, cu ajutorul a cinci blocuri funcționale. Această ecuație se poate rezolva cu ajutorul a două circuite de înmulțire, a unui circuit de diferență și cu două circuite integratoare. Deoarece în ecuație intervine și pulsația	41
	43
	45
	47

# RO 130458 B1

1 proprie  $\omega$ , acesteia îi corespunde, în schemă, o tensiune continuă  $u_f$ . Prin modificarea  
acestei tensiuni se obține variația frecvenței semnalului de la ieșire  $u_e$ . Tensiunea  $u_f$  se ridică  
3 la pătrat cu un prim circuit multiplicator **1**, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei  
operații de înmulțire (produs al semnalelor aplicate la cele două intrări ale sale), după care,  
5 ieșirea acestui prim circuit multiplicator **1** se conectează la prima intrare a unui al doilea  
circuit multiplicator **2**, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei operații de înmulțire  
7 (produs al semnalelor aplicate la cele două intrări ale sale). Pe cealaltă intrare a acestui al  
doilea circuit multiplicator **2** se conectează rezultatul diferenței între tensiunea aplicată la  
9 intrare  $u_i$  și tensiunea de ieșire  $u_e$ . Această diferență se realizează cu un prim circuit  
sumator-scăzător **3**, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei operații de scădere  
11 (diferență între semnale aplicate la cele două intrări ale sale). La ieșirea acestui prim circuit  
sumator-scăzător **3** rezultă un semnal de forma „ $u_i \cdot \cos \omega \cdot t$ ”.

13 La ieșirea celui de al doilea circuit multiplicator **2** se obține un semnal având forma  
„ $\omega^2 \cdot u_i \cdot \cos \omega \cdot t$ ”. Acest semnal este integrat cu ajutorul unui prim circuit de integrare **4**,  
15 pentru realizarea integrării semnalului de intrare cu o primă constantă de timp și inversarea  
semnalului, rezultând la ieșire un semnal de forma „ $\omega^2 \cdot u_i \cdot \sin \omega \cdot t$ ”.

17 Semnalul obținut la ieșirea primului circuit de integrare **4** este, din nou, integrat cu  
ajutorul unui al doilea circuit de integrare **5** care furnizează la ieșire, un semnal de ieșire  $u_e$   
19 reprezentând soluția ecuației de mai sus „ $u_e = u_i \cdot (1 - \cos \omega \cdot t)$ ”.

Prin implementarea practică (pornind de la schema de principiu la care se aplică  
21 unele corecții) a schemei din fig. 1, datorită limitărilor care intervin în funcționarea circuitelor  
electronice (coeficienți de proporționalitate, coeficienți de înmulțire, constante de timp), nu  
23 se obține la ieșire un semnal de formă sinusoidală.

Totodată, s-a constatat, experimental, că odată cu creșterea tensiunii de intrare  $u_i$ ,  
25 amplitudinea semnalului de ieșire  $u_e$  scade. Din acest motiv, pentru funcționarea corectă a  
circuitului din fig. 1, la realizarea practică a acestuia se aplică unele corecții, fiind utilizată  
27 schema bloc din fig. 2 care conține șapte blocuri funcționale.

Convertorul liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă, conform  
29 invenției (fig.2), are două intrări, amândouă sub formă de tensiune continuă. Se utilizează,  
două circuite de înmulțire, două circuite de diferență, un amplificator neinversor și două  
31 circuite de integrare.

Practic, în fig. 2, pulsația proprie a circuitului se implementează pornind de la relația  
33 „ $\omega = k_1 \cdot u_f$ ”, unde  $k_1$  este o constantă de proporționalitate. La ieșirea unui prim circuit multi-  
plicator **1**, prevăzut cu două intrări, pentru realizarea unei operații de înmulțire (produs al  
35 semnalelor aplicate la cele două intrări ale sale), semnalul într-un punct **a** este de forma „ $k_1^2$   
 $\cdot k_2 \cdot u_f^2$ ”, unde  $k_2$  este o constantă de proporționalitate a acestui prim circuit multiplicator **1**.

37 Pentru a se asigura proporționalitatea între semnalul de tensiune  $u_f$  și frecvența  
semnalului de ieșire  $u_e$ , la intrare se conectează un prim circuit sumator-scăzător **6**, prevăzut  
39 cu două intrări, pentru realizarea unei operații de scădere (diferență între semnale aplicate  
la cele două intrări ale sale) la ieșirea căruia, în punctul **b** se obține un semnal de forma „ $u_r -$   
41  $u_i$ ”, unde  $u_r$  este o tensiune pozitivă, de referință, cu valoare fixă, iar  $u_i$  este tensiunea de  
intrare care modifică amplitudinea semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal.

43 Se utilizează un al doilea circuit sumator-scăzător **3**, prevăzut cu două intrări, pentru  
realizarea unei operații de scădere (diferență între semnale aplicate la cele două intrări ale  
45 sale), pe prima intrare fiind aplicat semnalul de forma „ $u_r - u_i$ ”, iar pe a doua intrare, semnalul  
de la ieșire  $u_e$ . La ieșirea celui de al doilea circuit sumator-scăzător **3**, într-un punct **c**, se  
47 obține un semnal având forma „ $u_r - u_i - u_e$ ”.

# RO 130458 B1

În punctul **d**, la ieșirea unui al doilea circuit multiplicator **2** rezultă un semnal având forma „ $k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e)$ ”.

Pentru diminuarea coeficienților „ $k_1^2 \cdot k_2^2$ ” se utilizează un amplificator neinversor **7** cu amplificare apropiată de unitate, cu valoarea „ $1/k_3$ ”. După amplificatorul neinversor **7**, la ieșire, într-un punct **e**, semnalul obținut este de forma „ $k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2/k_3 \cdot (u_r - u_i - u_e)$ ”. Acest semnal se integrează cu ajutorul unui prim circuit integrator **4**, care realizează atât integrarea, cât și inversarea semnalului, iar la ieșire, într-un punct **f**, se obține un semnal de

$$- \frac{k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2}{k_3 \cdot T_{i1}} \int (u_f - u_i - u_e) \cdot dt \text{ ” ,}$$

acest prim circuit integrator **4** având o constantă de timp  $T_{i1}$ .

Cu un al doilea circuit integrator **5** se realizează, din nou, integrarea și inversarea semnalului, la ieșirea căruia se obține forma finală a semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal, de forma

$$\frac{k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2}{k_3 \cdot T_{i1} \cdot T_{i2}} \int (u_f - u_i - u_e) \cdot dt dt \text{ ” ,}$$

acest al doilea circuitul integrator **5** având o constantă de timp  $T_{i2}$ .

Frecvența  $f_e$  a semnalului sinusoidal de ieșire este direct proporțională cu semnalul  $u_f$ , de tensiune, aplicat la intrarea convertorului:

$$f_e = \frac{k}{2\pi \cdot \sqrt{T_{i1} \cdot T_{i2}}} \cdot u_f$$

unde  $k$  este o constantă de proporționalitate.

Semnalul de ieșire  $u_e$  obținut la ieșirea convertorului este sinusoidal, frecvența fiind de ordinul kHz-ilor, și este direct proporțională cu semnalul  $u_f$ , de tensiune continuă, iar amplitudinea semnalului de la ieșire, de ordinul volților, este direct proporțională cu valoarea tensiunii semnalului de intrare  $u_i$ .

Pornind de la fig. 2, în fig. 3, este prezentată realizarea practică a convertorului liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă, conform invenției.

Configurația convertorului, conform invenției (fig. 3), este a unui calculator analogic dedicat pentru rezolvarea ecuației diferențiale neomogene liniare de ordinul doi cu coeficienți constanți pentru  $\xi = 0$ . Circuitele de înmulțire sunt de tipul AD 633 JN, care pe lângă operația de înmulțire analogică, realizează și o operație de împărțire (la o valoare constantă, 10), două operații de diferență și o operație de însumare. Circuitele de amplificare și de integrare sunt realizate cu circuitul integrat TL 084. Pentru amplificatorul neinversor semnalul se aplică pe intrarea neinversoare, iar reacția negativă se realizează între intrarea inversoare și ieșire printr-un rezistor, astfel încât să se obțină o amplificare mică, apropiată de unitate. La circuitele de integrare semnalul se aplică pe intrarea inversoare printr-o rezistență, iar reacția negativă se realizează între intrarea inversoare și ieșire printr-un condensator. Aceste rezistențe și condensatoare determină constantele de timp  $T_{i1}$  și  $T_{i2}$  ale celor două circuite de integrare.

În fig. 4 sunt prezentate formele tensiunii  $u_e$ , de la ieșirea convertorului, în funcție de tensiunea de la intrare  $u_i$ , când  $u_f$  este constant, iar în fig. 5 sunt prezentate formele tensiunii de la ieșirea convertorului  $u_e$  în funcție de tensiunea de la intrare  $u_f$ , când  $u_i$  este constant.

# RO 130458 B1

1 În conformitate cu fig. 4, sunt prezentate formele tensiunii de la ieșirea convertorului  
în funcție de tensiunea de la intrare  $u_i$ , când  $u_f$  este constant, pentru următoarele valori:

3 a.  $u_i = 1 \text{ V}$ ;  $u_f = 3 \text{ V}$ ;  $f_e = 9,85 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 1,2825 \text{ V}$ ;

b.  $u_i = 2 \text{ V}$ ;  $u_f = 3 \text{ V}$ ;  $f_e = 9,85 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 4,016 \text{ V}$ ;

5 c.  $u_i = 4 \text{ V}$ ;  $u_f = 3 \text{ V}$ ;  $f_e = 9,85 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 5,743 \text{ V}$ ; și

d.  $u_i = 6 \text{ V}$ ;  $u_f = 3 \text{ V}$ ;  $f_e = 9,85 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 7,471 \text{ V}$ .

7 În conformitate cu fig. 5, sunt prezentate formele tensiunii de la ieșirea convertorului  
în funcție de tensiunea de la intrare  $u_f$ , când  $u_i$  este constant constant, pentru următoarele  
9 valori:

a.  $u_i = 4 \text{ V}$ ;  $u_f = 3 \text{ V}$ ;  $f = 9,927 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 6,03 \text{ V}$ ;

11 b.  $u_i = 4 \text{ V}$ ;  $u_f = 4 \text{ V}$ ;  $f = 13,008 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 6,03 \text{ V}$ ;

c.  $u_i = 4 \text{ V}$ ;  $u_f = 5 \text{ V}$ ;  $f = 15,921 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 6,03 \text{ V}$ ;

13 d.  $u_i = 4 \text{ V}$ ;  $u_f = 6 \text{ V}$ ;  $f = 19,028 \text{ kHz}$ ;  $u_e = 6,03 \text{ V}$ .

Cu ajutorul invenției, se obține astfel, un convertor liniar tensiune continuă-semnal  
15 sinusoidal, de frecvență reglabilă, pentru conversia unui semnal de intrare  $u_f$ , de tensiune  
continuă, într-un semnal de ieșire  $u_e$ , de formă sinusoidală, convertor prevăzut cu intrări  
17 multiple, respectiv, o intrare la care se aplică, ca prim semnal, semnalul de intrare  $u_i$ , de ten-  
siune continuă, destinat modificării amplitudinii semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal, respectiv,  
19 o intrare la care se aplică un al doilea semnal de intrare  $u_f$ , de tensiune continuă, destinat  
modificării frecvenței semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal, și respectiv, o intrare la care se  
21 aplică un semnal de intrare  $u_r$ , de tensiune continuă, de referință, convertor ce are în  
alcătuire:

23 - un prim circuit multiplicator **1** prevăzut cu două intrări, la care se aplică, pentru  
fiecare dintre intrări, semnalul de intrare  $u_f$ , de tensiune continuă, destinat modificării frec-  
25 venței semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal, un prim semnal produs „ $k_1^2 \cdot k_2 \cdot u_f^{2n}$ ”, rezultând la  
ieșirea circuitului multiplicator **1**, fiind obținut prin efectuarea produsului semnalului de intrare  
27  $u_f$ , de tensiune continuă, destinat modificării frecvenței semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal,  
prin ridicare la pătrat;

29 - un prim circuit sumator-scăzător **6** prevăzut cu două intrări, la care se aplică, cu  
semnul „+”, un semnal de intrare  $u_r$ , de tensiune continuă, de referință, și respectiv, cu  
31 semnul „-”, semnalul de intrare  $u_i$ , de tensiune continuă, destinat modificării amplitudinii sem-  
nalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal, un prim semnal diferență „ $u_r - u_i$ ”, ce rezultă la ieșirea acestui  
33 prim circuit sumator-scăzător **6**, fiind obținut prin efectuarea diferenței dintre semnalul de  
intrare  $u_r$ , de tensiune continuă, de referință, și semnalul de intrare  $u_i$ , de tensiune continuă,  
35 destinat modificării amplitudinii semnalului de ieșire  $u_e$ , sinusoidal;

- un al doilea circuit sumator-scăzător **3** prevăzut cu două intrări, la care se aplică,  
37 respectiv, cu semnul „+”, primul semnal diferență „ $u_r - u_i$ ” obținut la ieșirea primului circuit  
sumator-scăzător **6**, și, respectiv, cu semnul „-”, semnalul de ieșire  $u_e$ , sinusoidal obținut la  
39 ieșirea convertorului, un al doilea semnal diferență „ $u_r - u_i - u_e$ ”, ce rezultă la ieșirea celui de-al  
doilea circuit sumator-scăzător **3**, fiind obținut prin efectuarea diferenței dintre primul semnal  
41 diferență „ $u_r - u_i$ ” și semnalul de ieșire  $u_e$ , sinusoidal;

- un al doilea circuit multiplicator **2** prevăzut cu două intrări la care se aplică pe prima  
43 intrare o tensiune proporțională cu „ $u_f^{2n}$ ”, cu factorul de proporționalitate „ $k_1^2 \cdot k_2^{2n}$ ”, iar pe a  
doua, un semnal de tensiune „ $u_r - u_i - u_e$ ” furnizând la ieșire un semnal de forma „ $k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2$   
45  $\cdot (u_r - u_i - u_e)^n$ ”;

# RO 130458 B1

- un amplificator neinversor **7**, cu factor de amplificare „ $1/k_3$ ”, apropiat de unitate, având intrarea conectată la ieșirea celui de al doilea multiplicator **2**, la ieșirea căruia tensiunea este de forma

$$„k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e) / k_3”;$$

- un prim circuit de integrare **4** prevăzut cu intrarea conectată la ieșirea amplificatorului neinversor **7**, realizând integrarea, cu o primă constantă de timp,  $T_{i1}$ , a semnalului de intrare, de forma „ $k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e) / k_3$ ” și inversarea acestuia, furnizând la ieșire un semnal de forma

$$- \frac{k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2}{k_3 \cdot T_{i1}} \int (u_f - u_i - u_e) \cdot dt ;$$

- un al doilea circuit de integrare **5** prevăzut cu o intrare conectată, respectiv, la ieșirea primului circuit de integrare **4**, intrare la care, respectiv, se aplică semnalul integrat furnizat de primul circuit de integrare **4**, acest al doilea circuit de integrare **5** realizând integrarea, cu o a doua constantă de timp,  $T_{i2}$ , a semnalului integrat și inversarea acestuia, furnizând la ieșire un semnal de ieșire  $u_e$ , dublu integrat, de formă sinusoidală, a cărei amplitudine  $U$  și frecvență  $f$  depind, respectiv, de semnalele de intrare  $u_i$  și  $u_r$ , de tensiune continuă, aplicate convertorului.

1

## Revendicare

3

Convertor liniar tensiune continuă-semnal sinusoidal de frecvență reglabilă, pentru conversia unui semnal de intrare ( $u_f$ ), de tensiune continuă, într-un semnal de ieșire ( $u_e$ ) de formă sinusoidală, convertor prevăzut cu intrări multiple, respectiv, o intrare la care se aplică, ca prim semnal, semnalul de intrare ( $u_i$ ), de tensiune continuă, destinat modificării amplitudinii semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal, respectiv, o intrare la care se aplică un al doilea semnal de intrare ( $u_f$ ), de tensiune continuă, destinat modificării frecvenței semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal, și respectiv, o intrare la care se aplică un semnal de intrare ( $u_r$ ), de tensiune continuă, de referință, convertor, **caracterizat prin aceea că**, are în alcătuire:

11

- un prim circuit multiplicator (1) prevăzut cu două intrări, la care se aplică, pentru fiecare dintre intrări, semnalul de intrare ( $u_f$ ), de tensiune continuă, destinat modificării frecvenței semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal, un prim semnal produs „ $k_1^2 \cdot k_2 \cdot u_f^{2n}$ ”, rezultând la ieșirea circuitului multiplicator (1), fiind obținut prin efectuarea produsului semnalului de intrare ( $u_f$ ), de tensiune continuă, destinat modificării frecvenței semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal, prin ridicare la pătrat;

17

- un prim circuit sumator-scăzător (6) prevăzut cu două intrări, la care se aplică, cu semnul „+”, un semnal de intrare ( $u_r$ ), de tensiune continuă, de referință, și respectiv, cu semnul „-”, semnalul de intrare ( $u_i$ ), de tensiune continuă, destinat modificării amplitudinii semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal, un prim semnal diferență „ $u_r - u_i$ ”, ce rezultă la ieșirea primului circuit sumator-scăzător (6), fiind obținut prin efectuarea diferenței dintre semnalul de intrare ( $u_r$ ), de tensiune continuă, de referință, și semnalul de intrare ( $u_i$ ), de tensiune continuă, destinat modificării amplitudinii semnalului de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal;

23

- un al doilea circuit sumator-scăzător (3) prevăzut cu două intrări, la care se aplică, respectiv, cu semnul „+”, primul semnal diferență „ $u_r - u_i$ ” obținut la ieșirea primului circuit sumator-scăzător (6), și, respectiv, cu semnul „-”, semnalul de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal obținut la ieșirea convertorului, un al doilea semnal diferență „ $u_r - u_i - u_e$ ”, ce rezultă la ieșirea celui de-al doilea circuit sumator-scăzător (3), fiind obținut prin efectuarea diferenței dintre primul semnal diferență „ $u_r - u_i$ ” și semnalul de ieșire ( $u_e$ ), sinusoidal;

29

- un al doilea circuit multiplicator (2) prevăzut cu două intrări la care se aplică pe prima intrare o tensiune proporțională cu „ $u_f^{2n}$ ”, cu factorul de proporționalitate „ $k_1^2 \cdot k_2^{2n}$ ”, iar pe a doua, tensiunea „ $u_r - u_i - u_e$ ” furnizând la ieșire un semnal de forma

33

$$„k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e)”;$$

35

- un amplificator neinvertor (7), cu factorul de amplificare „ $1/k_3$ ”, apropiat de unitate, având intrarea conectată la ieșirea celui de al doilea multiplicator (2), la ieșirea căruia tensiunea este de forma

37

$$„k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e) / k_3”;$$

39

- un prim circuit de integrare (4) prevăzut cu intrarea conectată la ieșirea amplificatorului neinvertor (7), realizând integrarea cu o primă constantă de timp ' $T_{i1}$ ' a semnalului de intrare „ $k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2 \cdot (u_r - u_i - u_e) / k_3$ ” și inversarea acestuia, furnizând la ieșire un semnal de forma

41

$$- \frac{k_1^2 \cdot k_2^2 \cdot u_f^2}{k_3 \cdot T_{i1}} \int (u_f - u_i - u_e) \cdot dt ;$$

43

- un al doilea circuit de integrare (5) prevăzut cu o intrare conectată, respectiv, la ieșirea primului circuit de integrare (4), intrare la care, respectiv, se aplică semnalul integrat furnizat de primul circuit de integrare (4), acest al doilea circuit de integrare (5) realizând integrarea, cu o a doua constantă de timp ' $T_{i2}$ ', a semnalului integrat și inversarea acestuia, furnizând la ieșire un semnal de ieșire ( $u_e$ ), dublu integrat, de formă sinusoidală, a cărei amplitudine ( $U$ ) și frecvență ( $f$ ) depind, respectiv, de semnalele de intrare ( $u_i$ ,  $u_f$ ) de tensiune continuă, aplicate convertorului.

49



# RO 130458 B1

(51) Int.Cl.

H03M 1/12 (2006.01),

G01R 19/252 (2006.01)

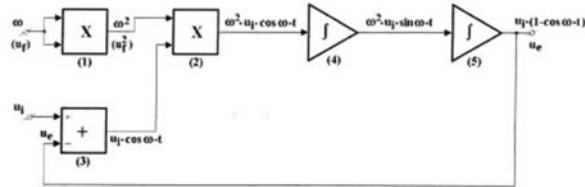


Fig. 1

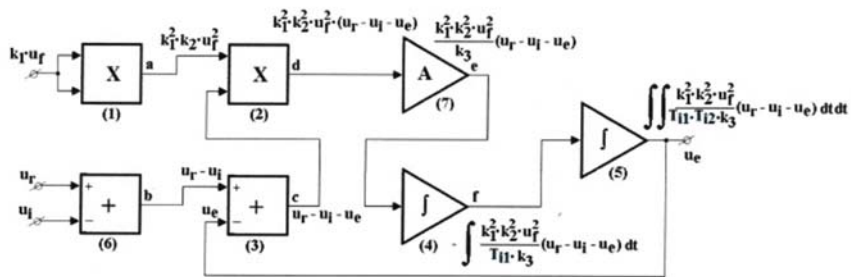


Fig. 2

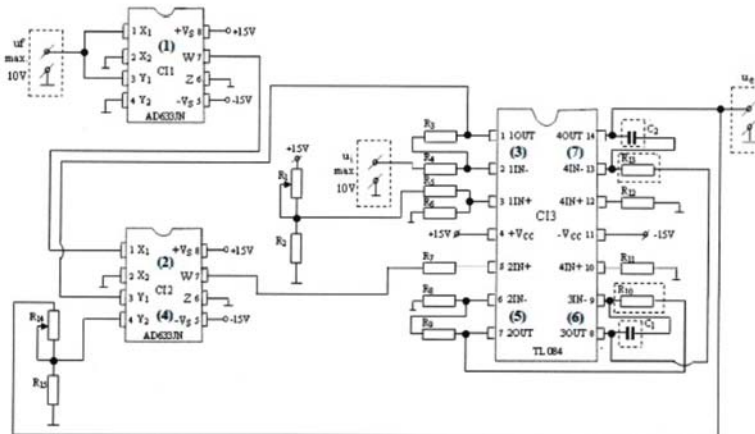


Fig. 3

(51) Int.Cl.

H03M 1/12 (2006.01),

G01R 19/252 (2006.01)

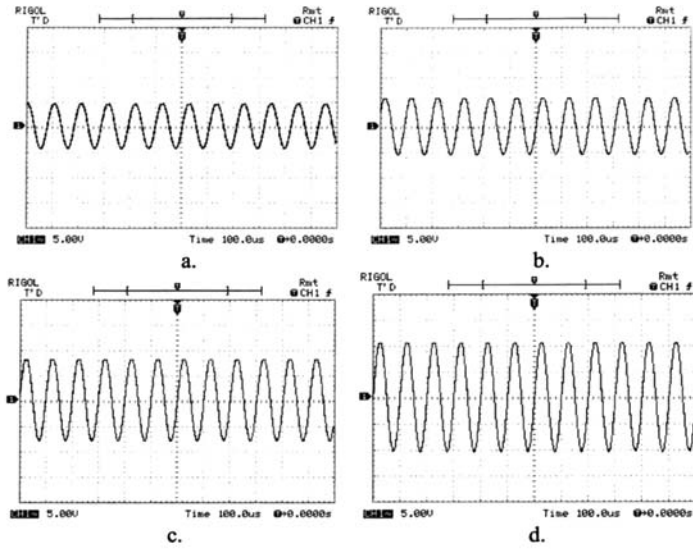


Fig. 4

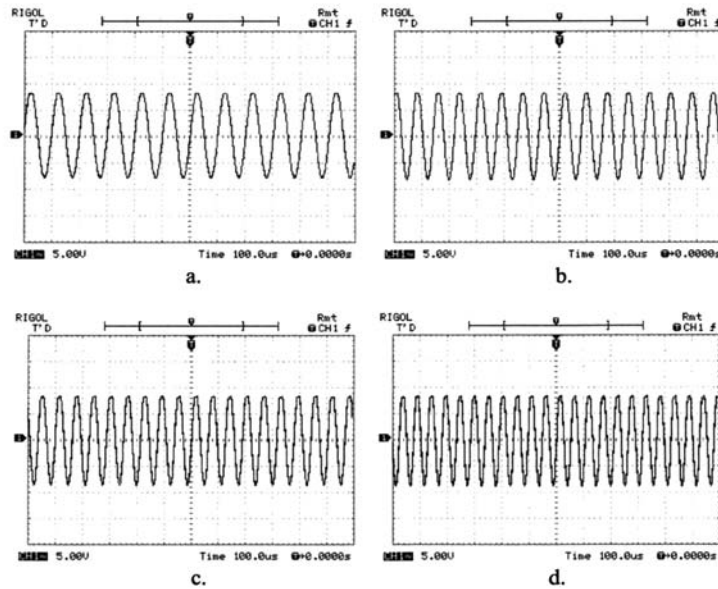


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 226/2022