



MD 801 Z 2015.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **801** (13) **Z**
(51) Int.Cl: *G05F 3/08* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE
DE SCURTĂ DURATĂ**

(21) Nr. depozit: s 2013 0169 (22) Data depozit: 2013.10.15	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2014.07.31, BOPI nr. 7/2014
(71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu" al AȘM, MD (72) Inventatori: PENIN Alexandru, MD; SIDORENKO Anatol, MD (73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu" al AȘM, MD	

(54) **Metodă de stabilizare a curentului de sarcină reglabil**

(57) **Rezumat:**

1

Invenția se referă la electrotehnică și electronică și poate fi utilizată la producerea surselor de curent parametrice pentru alimentarea cu energie electrică a dispozitivelor de măsurare, de exemplu, a senzorilor rezistivi îndepărtați.

Metoda de stabilizare a curentului de sarcină reglabil include aplicarea tensiunii de intrare la sarcină printr-o rețea de alimentare cu rezistențe longitudinale și transversale,

2

calcularea valorii necesare a rezistenței negative a uneia dintre rezistențele transversale, formarea caracteristicii volt-amperice a acestei rețele ca a sursei de curent prin conectarea rezistenței negative calculate a uneia dintre rezistențele transversale și conectarea la rezistența negativă a unei surse de tensiune de negativare.

Revendicări: 2

Figuri: 4

MD 801 Z 2015.02.28

(54) Method for stabilization of controlled load current

(57) Abstract:

1
The invention relates to electrical engineering and electronics and can be used in the production of parametric current sources for electric power supply of measuring devices, for example, of remote resistive sensors.

The method for stabilization of controlled load current comprises application of input voltage to the load via a supply network with longitudinal and lateral resistances, calculation

2
of the required value of the negative resistance of one of the lateral resistances, formation of the volt-ampere characteristics of this network as the current source by connecting the calculated negative resistance of one of the lateral resistances and connection to the negative resistance of a bias voltage source.

Claims: 2

Fig.: 4

(54) Метод стабилизации регулируемого тока нагрузки

(57) Реферат:

1
Изобретение относится к электротехнике и электронике и может быть использовано при создании параметрических источников тока для электропитания измерительных устройств, например, удаленных резистивных датчиков.

Метод стабилизации регулируемого тока нагрузки включает подачу входного напряжения к нагрузке через питающую сеть с продольными и поперечными сопротивлениями, расчет необходимого

2
значения отрицательного сопротивления одного из поперечных сопротивлений, формирование вольт-амперной характеристики этой сети как источника тока путем подключения рассчитанного отрицательного сопротивления одного из поперечных сопротивлений и подключение к отрицательному сопротивлению источника напряжения смещения.

П. формулы: 2

Фиг.: 4

Descriere:

Invenția se referă la electrotehnică și electronică și poate fi utilizată la producerea surselor de curent parametric pentru alimentarea cu energie electrică a dispozitivelor de măsurare, de exemplu, a senzorilor rezistivi îndepărtați.

Este cunoscută o metodă de stabilizare a curentului de sarcină cu utilizarea dispozitivelor semiconductoare (tranzistoare cu efect de câmp și bipolare) cu caracteristica volt-amperică nelineară. Prin urmare, la modificarea rezistenței de sarcină (obligatoriu inclusă în circuitul de ieșire al dispozitivului semiconductor) curentul de ieșire practic nu se schimbă. Valoarea curentului de sarcină este impusă de curentul sau tensiunea la electrodul de intrare al dispozitivului semiconductor [1].

Dezavantajele acestei metode constau în dependența de temperatură a curentului stabilizat și complexitatea comenzii curentului de sarcină, deoarece semnalul de comandă trebuie să fie aplicat la sarcina îndepărtată printr-un circuit separat.

Mai este cunoscută o metodă, care include aplicarea tensiunii de intrare la sarcină printr-o rețea (linie) de alimentare cu rezistențe longitudinale și transversale (rezistențe de pierderi, alte sarcini, etc.) și formarea caracteristicii volt-amperice a acestei rețele ca a sursei de curent prin stabilirea valorii negative necesare a uneia dintre rezistențele transversale.

Particularitatea metodei constă în aceea că rezistența negativă, din punct de vedere fizic, este sursă de energie, ea neutralizează (compensează) impactul rezistențelor de pierderi în rețea și asigură un curent de sarcină, care nu depinde de sarcină. Rezistența negativă poate fi realizată în forma unui inversor sau a unui convertor în baza amplificatorului operațional (vezi Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых устройств. Москва, Додэка XXI, 2005). Reglarea curentului de sarcină se realizează prin modificarea valorii tensiunii de intrare [2].

Dezavantajul acestei metode constă în intervalul de variație a sarcinii limitat, ceea ce limitează domeniul de aplicare. Acest lucru se datorează faptului că la creșterea rezistenței de sarcină crește tensiunea la rezistența negativă sau la ieșirea amplificatorului operațional. La rândul său, tensiunea de ieșire a amplificatorului operațional este limitată de tensiunea admisibilă de alimentare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în extinderea intervalului de reglare a curentului de sarcină.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajul menționat mai sus prin aceea că include aplicarea tensiunii de intrare la sarcină printr-o rețea de alimentare cu rezistențe longitudinale și transversale, calcularea valorii necesare a rezistenței negative a uneia dintre rezistențele transversale, formarea caracteristicii volt-amperice a acestei rețele ca a sursei de curent prin conectarea rezistenței negative calculate a uneia dintre rezistențele transversale și conectarea la rezistența negativă a unei surse de tensiune de negativare.

Particularitatea metodei constă în faptul că tensiunea la rezistența negativă se micșorează cu o anumită valoare, care se completează cu tensiunea de negativare de la o sursă de tensiune separată. De aceea, pentru aceiași parametri ai invertorului de rezistență utilizat, intervalul de variație a rezistenței de sarcină se mărește.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1–4, care reprezintă:

- fig. 1, schema dispozitivului pentru realizarea metodei;
- fig. 2, schema echivalentă a dispozitivului;
- fig. 3, familia de caracteristici volt-amperice (de sarcină) ale dispozitivului pentru diferite valori ale rezistenței negative;
- fig. 4, schema dispozitivului în sistemul de simulare a circuitelor OrCAD.

Dispozitivul din fig. 1 include o sursă de tensiune de intrare 1, conectată printr-o rețea de alimentare 2 cu rezistențele longitudinale 3 și transversale 4 la sarcina 5. Sursa de tensiune de negativare 8 și rezistența negativă 6, printr-un circuit de adaptare 7, sunt conectate la una dintre rezistențele transversale 4. La rândul său, rezistența negativă 6 este executată în forma unui traductor de rezistență în baza amplificatorului operațional 9 cu rezistența inițială pozitivă 10 și cu rezistențele de reacție 11 și 12 egale între ele.

Schema echivalentă a dispozitivului (fig. 2), pentru comoditate, reprezintă un hexapol cu conductanțele rezistențelor de intrare și direcțiile curenților la ieșirile indicate. În special, conductanțele y_{0N}, y_{1N} corespund rezistențelor longitudinale, iar conductanțele y_N, y_1 corespund rezistențelor transversale ale rețelei de alimentare 2. Conductanțele y_{2N}, y_2

corespund circuitului de adaptare 7. Intrarea hexapolului este conectată la sursa de tensiune de intrare 1, cu tensiunea U_0 . Prima ieșire a hexapolului (tensiunea U_1 , curentul I_1) este conectată la sarcina 5 cu conductanța Y_{S1} . A doua ieșire (tensiunea U_2 , curentul I_2) este conectată la rezistența negativă 6 (cu conductanța Y_{S2}) și la sursa de tensiune de negativare 8 (cu tensiunea U_{BS}).

Metoda se efectuează în felul următor

Tensiunea inițială de negativare se stabilește egală cu zero. Datorită sursei de tensiune de intrare 1, prin rețeaua 2 (prin rezistențele longitudinale 3 și transversale 4) și sarcina 5 circulă curenți. De asemenea, circulă curenți prin circuitul de adaptare 7. De aceea, la intrarea directă (pozitivă) a amplificatorului operațional 9 există o anumită tensiune U_2 . Această tensiune se amplifică, și la ieșirea amplificatorului 9 apare tensiunea U_{OUT} de aceeași polaritate. Prin urmare, curentul I_2 trece prin rezistența reacției pozitive 11 în circuitul de adaptare 7. Tensiunea la intrarea inversoare (negativă) a amplificatorului operațional 9, de asemenea, este egală cu tensiunea U_2 . Prin urmare, același curent trece prin rezistența reacției negative 12 și prin rezistența 10. Astfel, intrarea directă a amplificatorului operațional 9 și o bornă a rezistenței 10 reprezintă bornele sursei de alimentare, care debitează curentul în dispozitiv, similar cu sursa de tensiune de intrare 1. Totodată, tensiunea U_2 și curentul I_2 al unei astfel de surse de alimentare depind de sursa de tensiune de intrare 1 și sarcina 5, însă raportul dintre tensiunea U_2 și curentul I_2 este întotdeauna egal cu valoarea rezistenței 10. În așa mod, curentul de sarcină 5 este o suprapunere de curenți de la sursa de tensiune de intrare 1 și de la rezistența negativă 6. Dacă valoarea rezistenței negative 6 sau a rezistenței 10 este selectată în modul necesar, atunci curentul de sarcină nu depinde de sarcină.

Dacă la sursa de tensiune de negativare 8 există o tensiune, aceasta se sumează cu tensiunea de la rezistorul 10. Ca urmare, se reduce partea tensiunii de la rezistorul 10 în valoarea totală a tensiunii U_2 și tensiunea de ieșire a amplificatorului operațional 9 se micșorează.

Pentru a calcula valoarea necesară a rezistenței negative 6 vom analiza schema echivalentă din fig. 2.

Tensiunea

$$U_2 = U_{BS} + I_2 / Y_{S2}. \quad (1)$$

Schema se descrie prin sistemul de ecuații cu parametrii Y . Luând în considerație direcțiile indicate ale curenților I_1, I_2 , obținem:

$$\begin{cases} I_1 = -Y_{11}U_1 + Y_{12}U_2 + Y_{10}U_0 \\ I_2 = Y_{12}U_1 - Y_{22}U_2 + Y_{20}U_0 \end{cases}. \quad (2)$$

Pentru schema menționată parametrii Y sunt exprimați prin conductanțele de intrare în felul următor:

$$Y_{11} = y_1 + y_{1N} - \frac{y_{1N}^2}{y_\Sigma}, \quad y_\Sigma = y_{0N} + y_N + y_{1N} + y_{2N}, \quad Y_{12} = y_{2N} \frac{y_{1N}}{y_\Sigma},$$

$$Y_{22} = y_2 + y_{2N} - \frac{y_{2N}^2}{y_\Sigma}, \quad Y_{10} = y_{0N} \frac{y_{1N}}{y_\Sigma}, \quad Y_{20} = y_{0N} \frac{y_{2N}}{y_\Sigma}.$$

Ținând cont de relațiile (1) și (2) se obține expresia caracteristicii volt-amperice sau a liniei de exploatare drepte:

$$I_1 = \left[-Y_{11} + \frac{Y_{12}^2}{Y_{S2} + Y_{22}} \right] \cdot U_1 + \left[Y_{10} + \frac{Y_{12}Y_{20}}{Y_{S2} + Y_{22}} \right] \cdot U_0 + \left[Y_{12} - \frac{Y_{12}Y_{22}}{Y_{S2} + Y_{22}} \right] \cdot U_{BS}. \quad (3)$$

Punctul de funcționare cu coordonata variabilă (U_1, I_1) se deplasează pe linia de exploatare cu parametrul Y_{s2} datorită schimbării conductanței sarcinii Y_{s1} așa, cum este indicat în fig. 3. În regim de scurtcircuit $U_1 = 0$. Atunci curentul de scurtcircuit sau coordonata punctului de intersecție a liniei de exploatare cu axa curentului va fi:

$$I_1^{sc} = \frac{Y_{12}}{Y_{s2} + Y_{22}} [Y_{20}U_0 - Y_{22}U_{BS}] + Y_{10}U_0 + Y_{12}U_{BS}. \quad (4)$$

Pentru diferite valori ale Y_{s2} conform expresiei (3) se determină un fascicul de linii drepte. În particular, este posibil de impus astfel de valori extreme, precum $Y_{s2} = 0$ și $Y_{s2} = \infty$, ceea ce corespunde deconectării și închiderii acestei conductanțe. Liniile drepte corespunzătoare sunt prezentate în fig. 3. Se determină coordonata după curentul punctului lor de intersecție G , adică curentul I_1^G . În acest caz, expresia (3) duce la un sistem din două ecuații:

$$\begin{cases} I_1(0) = \left[-Y_{11} + \frac{Y_{12}^2}{Y_{22}} \right] \cdot U_1 + \left[Y_{10} + \frac{Y_{12}Y_{20}}{Y_{22}} \right] \cdot U_0 \\ I_1(\infty) = -Y_{11}U_1 + Y_{10}U_0 + Y_{12}U_{BS} \end{cases} \quad (5)$$

În punctul de intersecție $I_1^G = I_1(0) = I_1(\infty)$.

Soluția sistemului (5) dă valoarea

$$I_1^G = \left[Y_{10} + \frac{Y_{11}Y_{20}}{Y_{12}} \right] \cdot U_0 - \frac{\Delta_Y}{Y_{12}} \cdot U_{BS}, \quad (6)$$

în care $\Delta_Y = Y_{11}Y_{22} - Y_{12}^2$ - determinantul matricei parametrilor Y .

Una dintre liniile fasciculului liniilor de exploatare din fig. 3 poate trece paralel axei de tensiune, adică curentul de sarcină I_1^G nu depinde de mărimea sarcinii. Se determină valoarea corespunzătoare a conductanței Y_{s2}^I a rezistenței negative 6. Curentul de scurtcircuit al acestei linii va fi egal cu curentul I_1^G . Ecuația (4), ținând cont de (6), dă valoarea:

$$Y_{s2}^I = -\frac{\Delta_Y}{Y_{11}}. \quad (7)$$

Astfel, pentru rețeaua de alimentare dată cu valorile conductanțelor tuturor rezistențelor cunoscute se calculează:

- valoarea conductivității rezistenței negative (7);
- valoarea tensiunii de negativare U_{BS} , conform relației (1) pentru curentul I_1^G dat,
- conductanța minimă a sarcinii și tensiunea admisibilă U_2 la intrarea amplificatorului operațional;
- valoarea tensiunii de intrare U_0 conform relației (6).

Ulterior, la realizarea practică a rețelei de alimentare se efectuează testarea și ajustarea valorii rezistenței negative.

Pentru a demonstra avantajele metodei propuse a fost efectuată simularea funcționării dispozitivului în sistemul de modelare a circuitelor OrCAD. În fig. 4 este reprezentată schema dispozitivului cu valorile rezistențelor indicate. Calculul conform relației (7) dă valoarea rezistenței negative egală cu 6,63488 kΩ. În schemă această valoare corespunde rezistenței R10 = 6,63488 kΩ.

În tabelele 1 și 2 sunt reprezentate rezultatele simulării în regim "Bias Point" pentru diferite valori ale tensiunii de negativare și rezistenței de sarcină. Corespunderea tensiunilor schemei echivalente și ale modelului este indicată prin săgeți. Corespunderea celorlalte elemente este clară din compararea figurilor.

Tabelul 1. $U_0 \rightarrow V1 = 3V$, $U_{BS} \rightarrow V8 = 0V$

$R_{S1}, k\Omega$	0,001	1,5	3,0
I_1, mA	0,451	0,4508	0,4506
I_0, mA	-0,076	-0,177	-0,2784
U_2, V	5,022	6,15	7,276
I_2, mA	0,757	0,9273	1,097
U_{OUT}, V	20,17	24,7	29,21

5 Se observă că la rezistența sarcinii de 3,0 k Ω tensiunea de ieșire a amplificatorului operațional atinge valoarea maximă. De asemenea, se observă că sursa de tensiune de intrare nu debitează, dar consumă energie în întregul interval de variație a sarcinii, ceea ce corespunde valorii negative a curentului. Acest fapt este legat cu raportul valorilor conductanțelor y_{0N}, y_{2N} , care determină gradul de influență a sursei de tensiune U_0 și a rezistenței negative.

Tabelul 2. $U_0 = 6,35V$, $U_{BS} = 2V$

$R_{S1}, k\Omega$	0,001	1,5	6,1
I_1, mA	0,4502	0,450	0,4496
I_0, mA	0,345	0,242	-0,0067
U_2, V	4,175	5,3	8,749
I_2, mA	0,328	0,497	1,017
U_{OUT}, V	10,75	15,26	29,1

10

15 După cum se vede din tabel, valoarea maximă a rezistenței de sarcină s-a dublat, ceea ce confirmă rezolvarea problemei tehnice. Avantajele suplimentare ale metodei sunt determinate de faptul că sursa de tensiune de intrare debitează energie practic în tot intervalul de variație a sarcinii, ceea ce îmbunătățește performanțele energetice ale unui astfel de sistem de alimentare cu energie electrică.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. Москва, Солон-пресс, 2008, p. 135
2. Penin A.A. Determination of Regimes of the Equivalent Generator Based on Projective Geometry: The Generalized Equivalent Generator. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2008, Vol. 2, No. 10, p. 771-779. Regăsită în Internet la 2014.05.15, url: <http://www.waset.org/publications/10252>

(57) Revendicări:

1. Metodă de stabilizare a curentului de sarcină reglabil, care include aplicarea tensiunii de intrare la sarcină printr-o rețea de alimentare cu rezistențe longitudinale și transversale, calcularea valorii necesare a rezistenței negative a uneia dintre rezistențele transversale, formarea caracteristicii volt-amperice a acestei rețele ca a sursei de curent prin conectarea rezistenței negative calculate a uneia dintre rezistențele transversale și conectarea la rezistența negativă a unei surse de tensiune de negativare.
2. Metodă, conform revendicării 1, în care după conectarea la rezistența negativă a sursei de tensiune de negativare se efectuează testarea și ajustarea valorii rezistenței negative.

Director adjunct departament:

GROSU Petru

Șef secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

CERNEI Tatiana

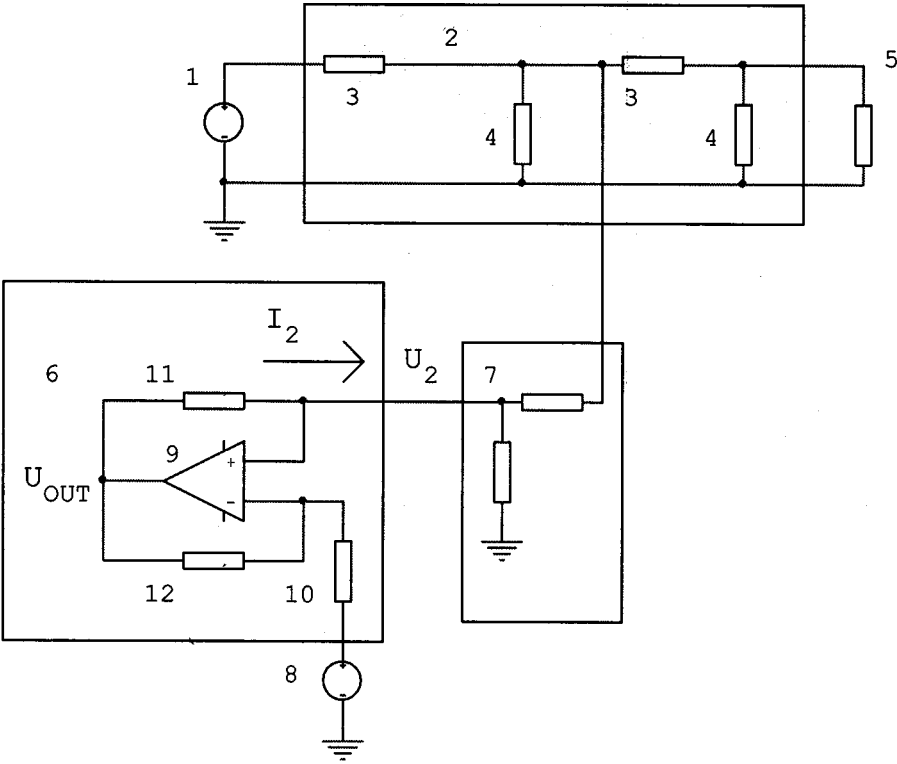


Fig. 1

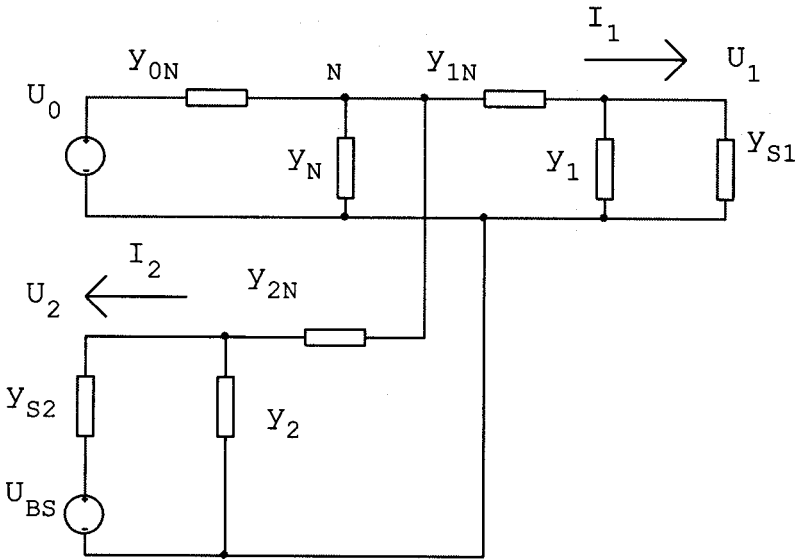


Fig. 2

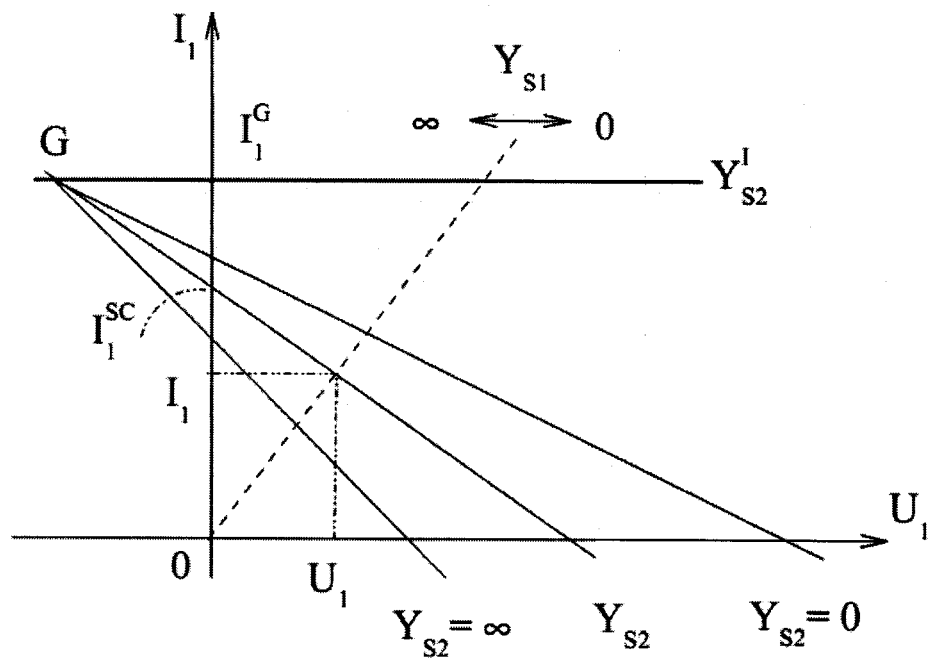


Fig. 3

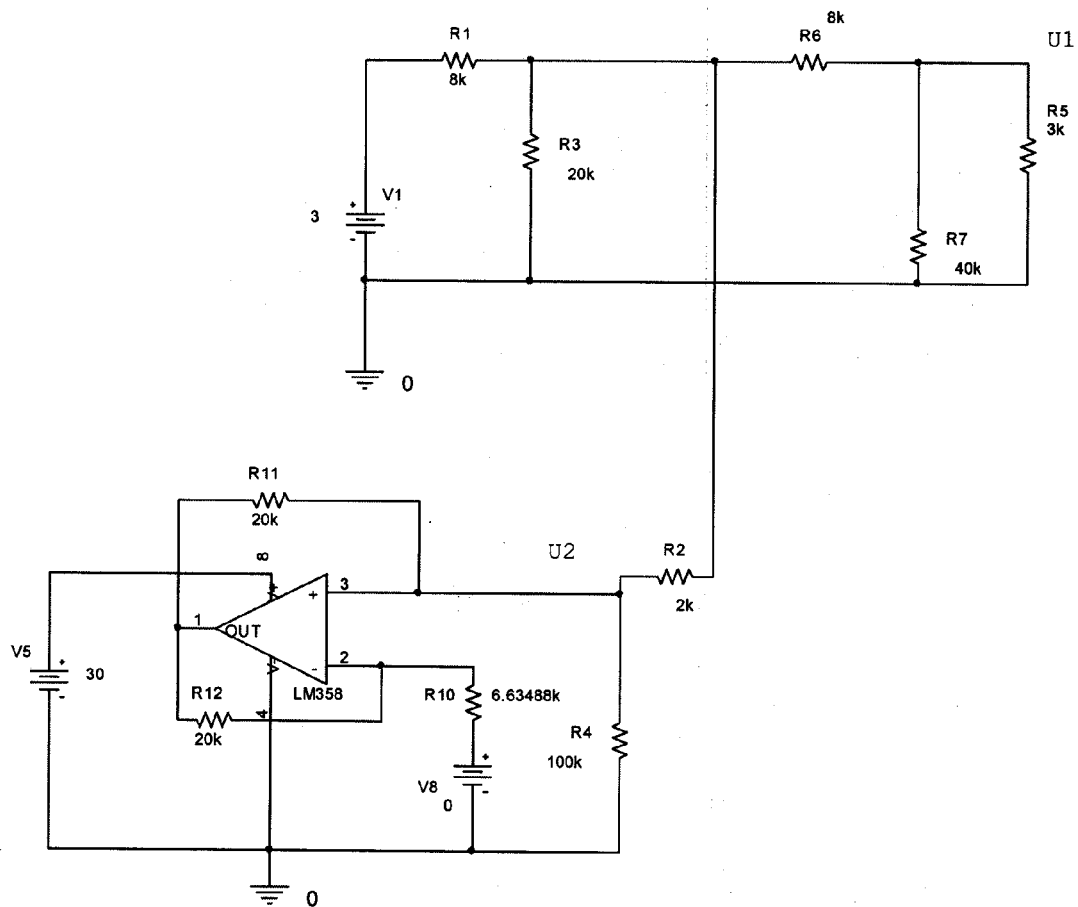


Fig. 4

RAPORT DE DOCUMENTARE

I. Datele de identificare a cererii		
(21) Nr. depozit: s 2013 0169 (22) Data depozit: 2013.10.15 (71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu" al AȘM, MD (54) Titlul: Metodă de stabilizare a curentului de sarcină reglabil		
II. Clasificarea obiectului invenției:		
(51) Int.Cl: G05F 3/08 (2006.01)		
III. Colecții și Baze de date de brevete cercetate (denumirea, termeni caracteristici, ecuații de căutare reprezentative)		
MD - Intern « Documentare Invenții » (inclusiv cereri nepublicate; trunchiere automată stanga/dreapta): G05F 3/08, Penin, stabiliz*, curent*, regla*;		
EA, CIS (Eapatis): G05F*, стабили*, ток*, регулиров*.		
IV. Baze de date și colecții de literatură nonbrevet cercetate		
Wikipedia, google		
V. Documente considerate a fi relevante		
Categorია*	Date de identificare ale documentelor citate si, unde este cazul, indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
A, D	Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. Москва, Солон-пресс, 2008, р. 135	1, 2
A, D, C	Penin A.A. Determination of Regimes of the Equivalent Generator Based on Projective Geometry: The Generalized Equivalent Generator. World Academy of Science, Engineering and Technology, 2008, Vol. 2, No. 10, p. 771-779. Regăsită in Internet la 2014.05.15, url: http://www.waset.org/publications/10252	1, 2
A	MD 534 Z 2013.02.28	1, 2
A	MD 536 Z 2013.02.28	1, 2
A	MD 543 Z 2013.03.31	1, 2
* categoriile speciale ale documentelor citate:		

A – document care definește stadiul anterior general	T – document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria pe care se bazează invenția
X – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat în considerație de unul singur	E – document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta dată
Y – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe documente de aceeași categorie	D – document menționat în descrierea cererii de brevet
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expoziție sau la orice alte mijloace de divulgare	C – document considerat ca cea mai apropiată soluție
	& – document, care face parte din aceeași familie de brevete
P - document publicat înainte de data de depozit, dar după data priorității invocate	L – document citat cu alte scopuri
Data finalizării documentării 2014.05.14	
Examinator	CERNEI Tatiana