



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2016 00929**

(22) Data de depozit: **28/11/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2020** BOPI nr. **4/2020**

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

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE ȘI INCERCĂRI PENTRU  
ELECTROTEHNICĂ - ICMET CRAIOVA,  
BD. DECEBAL NR. 118A, CRAIOVA, DJ, RO**

(72) Inventatori:  
• **MARINESCU VICTOR ANDREI,  
STR. HENRI COANDĂ NR. 68, BL. 3, SC. C,  
AP. 11, CRAIOVA, DJ, RO;**

• **DUMBRAVĂ IONEL, STR. PAȘCANI  
NR. 4, BL. 18, AP. 6, CRAIOVA, DJ, RO;**  
• **MANDACHE LUCIAN,  
STR. GHEORGHE DOJA NR. 42, CRAIOVA,  
DJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 3629693; US 6614218 B1**

(54) **TRANSFORMATOR DE CURENȚ DE BANDĂ LARGĂ,  
CU SENSIBILITATE VARIABILĂ ÎN FUNCȚIE  
DE FRECVENȚA SEMNALULUI MĂSURAT**



# RO 131913 B1

1           Invenția se referă la un transformator de curent de bandă largă, cu sensibilitate  
variabilă în funcție de frecvența semnalului măsurat, capabil să funcționeze într-o bandă  
3 largă de frecvențe de la câțiva Hz până la zeci de MHz, în circuite electrice în care sunt  
prezenți simultan curenți de joasă frecvență și curenți de înaltă frecvență, respectiv impulsuri  
5 de curent cu amplitudini mult diferite.

În numeroase aplicații din electronica de putere, tehnica acceleratoarelor de particule,  
7 compatibilitatea electromagnetică, ingineria electrică etc. este necesară măsurarea unor  
curenți periodici de diferite forme sau frecvențe și a unor impulsuri de curent bipolare sau  
9 unipolare cu durate de ordinul ns. De multe ori, semnalele de înaltă frecvență (impulsuri de  
scurtă durată) care sunt importante pentru stabilirea regimurilor de funcționare ale  
11 componentelor de comutație statică sau pentru detectarea descărcărilor electrice parțiale  
care determină durata de viață a echipamentelor folosite în rețelele electrice de distribuție  
13 sau de transport a energiei electrice sunt suprapuse peste un semnal purtător de joasă  
frecvență (uzual frecvența industrială). Pentru determinarea globală a acestor semnale  
15 complexe, sunt folosite în prezent transformatoare de curent de bandă largă (TCBL). TCBL  
sunt senzori de curent inductivi de tip curent-tensiune, cu miez feri- sau feromagnetic care,  
17 printr-o dimensionare specială, în sine cunoscută, pot acoperi o bandă largă de frecvențe de  
trei până la cel puțin șase decade.

19           TCBL este realizat în mod obișnuit pe un miez magnetic toroidal în care primarul, de  
tip monospiră, este conductorul parcurs de curentul de măsurat plasat pe axa toroidului, iar  
21 secundarul este o înfășurare distribuită, închisă pe o rezistență fixă, integrată în construcție;  
acesta se comportă ca un filtru trece-bandă, iar principalele progrese recente sunt legate atât  
23 de materialele magnetice utilizate, cât și de metodele folosite pentru extinderea limitei  
superioare a benzii de frecvență.

25           Astfel, **US 3146417** propune pentru prima dată folosirea unei rezistențe de sarcină  
repartizate pe înfășurarea secundară. În **US 3629693** se prezintă o altă soluție pentru  
27 conectarea rezistenței repartizate, iar în **US 5764123** se propun circuite de corecție pentru  
evitarea supracreșterilor la măsurarea impulsurilor cu timpi de creștere foarte mici. Prin  
29 aceste metode și altele similare, se obține în practică un TCBL cu sensibilitate constantă în  
banda de frecvență de funcționare.

31           În practica inginerescă curentă, se întâlnesc numeroase situații în care componenta  
de joasă frecvență a semnalului complex are o astfel de amplitudine încât conduce la  
33 saturația circuitului magnetic și la erori de măsurare în întreaga bandă de frecvență a TCBL,  
ceea ce face ca acesta să nu poată fi folosit în astfel de cazuri.

35           Nu este cunoscută o metodă generală pentru eliminarea saturației cauzate de  
semnale de joasă frecvență, cu menținerea sensibilității nominale a TCBL la frecvențe înalte.

37           În cele ce urmează, se face o analiză a regimului de funcționare în bandă largă.

Un TCBL este, în principal, caracterizat prin sensibilitatea  $S$  care înlocuiește raportul  
39 de transformare  $N$  de la transformatoarele de curent de joasă frecvență TC. Sensibilitatea  
 $S$  se definește ca raport dintre tensiunea de ieșire pe rezistența de sarcină integrată  $R_2$  și  
41 curentul primar, și se exprimă în V/A sau echivalentul în ohmi. La un TCBL de bună calitate,  
 $S$  are o valoare constantă în întreaga bandă de frecvență de măsurare dată în catalog;  
43 aceasta se determină la mijlocul benzii de frecvență acolo unde eroarea de fază este zero.  
După calcule simple, pentru un primar monospiră, se ajunge la relația:

$$45 \qquad S = R_2/n \qquad (1)$$

47 unde  $R_2$  este reperul **3** în fig. 1, 2, 4, 8 și 9 și  $n$  este numărul de spire al înfășurării  
49 secundare.

# RO 131913 B1

În afară de S, la TCBL se definesc doi parametri importanți legați de limitarea efectului de saturație magnetică: raportul  $I/f$  exprimat în  $A_{\text{varf}}/\text{Hz}$  pentru întreg domeniul de frecvențe de lucru, atunci când se măsoară curenți periodici sinusoidali sau nesinusoidali și produsul  $I \cdot t$  exprimat în  $A \cdot s$  definit pentru cazul când se măsoară impulsuri de curent unipolare.

Legea inducției electromagnetice conduce la o relație simplă (de proporționalitate inversă) între valoarea maximă a inducției din circuitul magnetic al TCBL și frecvența semnalului de măsurat:

$$B_{\text{max}} = K \cdot R_2 / f = K \cdot S \cdot n / f \quad (2)$$

unde K este o constantă pentru un circuit magnetic dat.

Relația arată că inducția este mult mai mare la frecvențe joase decât la frecvențe înalte, motiv pentru care, la un TCBL dat, cu circuit magnetic închis, raportul de amplitudini dintre curentul de impuls și curentul de joasă frecvență poate fi cuprins între 100 și 1000. De exemplu, un TCBL poate măsura impulsuri de înaltă frecvență de 100 kA și curenți de joasă frecvență cu amplitudinea de numai 100 A. Ca urmare, limitele de funcționare liniară fără saturație ale unui TCBL la joasă frecvență sunt destul de restrânse. Prin reducerea sensibilității, scade inducția magnetică în miez și crește raportul  $I/f$ , dar, în același timp, se reduce posibilitatea de măsurare a curenților de înaltă frecvență în alte numeroase aplicații.

O soluție folosită uzual pentru mărirea raportului  $I/f$  este introducerea unui întrefier în circuitul magnetic care conduce la reducerea inducției remanente, liniarizarea caracteristicii de magnetizare însoțită de reducerea efectivă a permeabilității circuitului magnetic. Metoda este eficientă și se aplică la miezurile magnetice din ferită care sunt ușor de secționat fără modificarea proprietăților magnetice (de exemplu, prin tăiere cu jet de apă sub presiune înaltă), însă conduce la micșorarea sensibilității de măsurare cauzată de reducerea permeabilității magnetice echivalente a circuitului magnetic. Această metodă este folosită și la miezurile magnetice realizate din benzi înfășurate din tablă de FeSi pentru TC de joasă frecvență pentru protecția rețelelor electrice. Se poate evita folosirea întrefierului ca în **US 4214199**, prin conectarea unei inductivități externe la bornele uneia din înfășurările secundare în scopul reducerii fluxului remanent în miezul magnetic și mărirea curentului primar la care apare saturația. Dezavantajul acestei soluții este că acea inductivitate rămâne permanent conectată la TC și modifică parametrii funcționali și erorile de măsurare ale acestuia.

Kuraishi et al. propune măsurarea cu TCBL a impulsurilor produse de descărcările parțiale în prezența unor curenți alternativi de joasă frecvență importanți, specifici încercării condensatoarelor de putere, prin crearea unui divizor de curent. Această soluție are dezavantajul că reduce nu numai valoarea curentului de joasă frecvență, dar și valoarea curentului de înaltă frecvență de măsurat (produs în acest caz de descărcările parțiale) ceea ce modifică sensibilitatea nominală a TCBL și este dificil de aplicat în cazul curenților mari de joasă frecvență din cauza dimensiunilor reduse ale TCBL.

Odată cu dezvoltarea și utilizarea pe scară largă la TCBL a materialelor magnetice nanocristaline dedicate folosirii într-un domeniu larg de frecvențe cu pierderi mici, înaltă permeabilitate, inducție remanentă redusă și caracteristică de magnetizare liniară, se poate obține o sensibilitate S constantă a TCBL până la frecvențe de câțiva Hz. În acest caz, datorită dificultăților tehnologice de realizare a unui întrefier, devine și mai importantă găsirea unei soluții pentru reducerea selectivă a sensibilității numai la frecvențe joase.

# RO 131913 B1

1 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în modificarea sensibilității unui transformator de curent de bandă largă în funcție de frecvența semnalului de măsurat.

3 Această problemă tehnică se rezolvă printr-un transformator de curent de bandă largă cu sensibilitate variabilă în funcție de frecvența semnalului măsurat care, conform  
5 invenției, pentru a măsura curenții din circuitul primar cu frecvențe, forme și amplitudini diferite, fără să se satureze atunci când acești curenți au componente mari de frecvențe  
7 joase, conține, conectat la ieșirea acestuia, un circuit dipol cu impedanță dependentă de frecvență, pasiv, care scade sensibilitatea transformatorului de curent la frecvențe joase, iar  
9 la frecvențe înalte nu o modifică.

11 Circuitul dipol cu impedanță dependentă de frecvență are o tipologie de tip R-L prin care se realizează două sensibilități diferite, de valori constante:  $S_1$ , sensibilitatea la frecvențe joase, și  $S_2$ , sensibilitatea la frecvențe înalte, care sunt separate de o sensibilitate  
13  $S_0$  de tranziție cu panta de 20 dB/decadă.

15 Circuitul dipol cu impedanță dependentă de frecvență poate avea și o tipologie de tip RLC prin care se realizează o sensibilitate  $S_0$  de tranziție cu panta de 40...60 dB/decadă.

17 Un transformator de curent cu o impedanță de ieșire standard de 50  $\Omega$  mai poate conține o înfășurare secundară suplimentară care se bobinează pe miezul transformatorului, la bornele căreia se conectează circuitul dipol cu impedanță dependentă de frecvență.

19 Pentru a se păstra construcția standard a unui transformator de curent, se utilizează un conector coaxial de tip T la care se conectează un circuit dipol cu impedanță dependentă de frecvență, transformatorul de curent propriu-zis, și, respectiv, un aparat de vizualizare a  
21 semnalului.

23 Transformatorul de curent de bandă largă conform invenției înlătură dezavantajele prezentate prin faptul că, pentru mărirea valorii raportului  $I/f$  la frecvențe joase, dispune de  
25 un circuit cu impedanță variabilă în funcție de frecvența semnalului, montat în paralel pe una din ieșirile în tensiune ale TCBL, prin care se reduce sensibilitatea acestuia pentru un  
27 domeniu de frecvențe joase prestabilite, astfel încât sensibilitatea sa nominală la frecvențele înalte din domeniul de măsurare al transformatorului să rămână neschimbată.

29 Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

31 - asigură creșterea raportului  $I/f$  și, deci, extinderea domeniului de măsurare a curenților de frecvență joasă a unui TCBL oarecare, fără saturație magnetică, în circuitele unde există simultan curenți de înaltă frecvență și curenți mari de joasă frecvență;

33 - permite utilizarea la orice TCBL comercial sau la orice prototip experimental fără ca structura internă a acestora, electrică sau magnetică, să fie afectată, prin simpla conectare  
35 a unei impedanțe variabile cu frecvența la bornele de ieșire;

37 - realizează o caracteristică de frecvență cu cel puțin două nivele de sensibilitate: redusă la frecvențe joase și egală cu cea nominală la frecvențe înalte;

39 - impedanța variabilă se poate dimensiona în funcție de necesități pentru mărirea raportului  $I/f$  la anumite frecvențe joase existente în circuitele analizate sau pentru o bandă  
41 mai largă de frecvențe joase care să permită determinarea armonicilor de curent din spectrul semnalului respectiv;

43 - folosește o impedanță variabilă pasivă cu rol de filtru de ordinul întâi sau de ordin superior, dacă este necesară, cu o pantă de tăiere mai mare decât 20 dB/decadă;

45 - se poate aplica pentru utilizarea TCBL în locul unui TC standard de frecvență industrială, având în același timp posibilitatea de a sesiza eventuale perturbații de înaltă  
47 frecvență însoțitoare;

49 - permite realizarea de construcții noi, economice, cu circuite magnetice feri- sau feromagnetice fără întrefier, indiferent de valoarea raportului între inducția remanentă și cea de saturație  $B_r/B_{sat}$ ;

# RO 131913 B1

- în scopul evitării saturației magnetice, transformatorul de curent este astfel realizat încât raportul său de transformare sau sensibilitatea se modifică automat în funcție de frecvență.	1
Se prezintă, în cele ce urmează, exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...9, care reprezintă:	3
- fig. 1, reprezentare schematică a unui TCBL clasic, cu miez magnetic toroidal și înfășurare secundară închisă pe o rezistență de sarcină de valoare redusă;	5
- fig. 2, reprezentare schematică a aceluiași TCBL cu înfășurarea secundară închisă pe aceeași rezistență de sarcină de valoare redusă și rezistență adițională, de adaptare, pentru ieșire standard de 50 Ω;	7
- fig. 3, caracteristici de frecvență tipice ale unor TCBL uzuale;	9
- fig. 4, TCBL conform invenției cu o impedanță variabilă cu frecvența montată în paralel cu rezistența de sarcină;	11
- fig. 5, schema unei impedanțe variabile cu frecvența conform invenției;	13
- fig. 6, caracteristica de frecvență rezultantă a TCBL conform invenției;	15
- fig. 7, caracteristica de frecvență a impedanței variabile din fig. 5 pentru corecția controlată a caracteristicii de frecvență a unui TCBL din fig. 3;	17
- fig. 8, realizarea constructivă a montajului unui TCBL conform invenției;	19
- fig. 9, TCBL cu înfășurare secundară suplimentară conform invenției, pentru cazul din fig. 2.	19
În fig. 1 este redată o reprezentare schematică a unui TCBL clasic format din patru elemente constructive: circuitul magnetic <b>1</b> , înfășurarea secundară <b>2</b> , rezistența de sarcină integrată <b>3</b> și ecranul electrostatic (nefigurat) folosit pentru micșorarea cuplajului capacitiv cu circuitul în care se măsoară curentul reprezentat de înfășurarea primară <b>4</b> , de obicei monospiră, plasată pe axa toroidului. Curentul de măsurat este de regulă o combinație de componente de joasă și înaltă frecvență, de amplitudini și forme foarte diferite care, atunci când se află în banda de frecvență a TCBL, trebuie măsurate corect. O rezistență de sarcină de valoare mică determină, împreună cu numărul de spire al înfășurării secundare, sensibilitatea TCBL ca un convertor curent-tensiune, așa cum rezultă din relația (1).	21
În fig. 2 se prezintă un TCBL care se deosebește de cel din fig. 1 prin faptul că, la ieșire, are o rezistență adițională <b>5</b> aleasă astfel încât rezistența de ieșire a TCBL să fie de 50 Ω, valoare standard în circuitele de înaltă frecvență.	23
În ambele cazuri, circuitul magnetic de înaltă permeabilitate determină comportarea TCBL la joasă frecvență.	25
În fig. 3 se prezintă caracteristici de frecvență tipice ale unor TCBL. Caracteristica <b>1</b> este caracteristica unui TCBL performant în care transformatorul are o sensibilitate constantă în întreaga bandă de frecvență utilă, iar caracteristica <b>2</b> este caracteristica unui TCBL folosit în măsurători de compatibilitate electromagnetică, caracterizat de existența a două zone distincte, vizibile, ale caracteristicii de frecvență: zona <b>A</b> , în care sensibilitatea crește cu frecvența, denumită zonă de tensiune, și zona <b>B</b> , în care sensibilitatea rămâne constantă în funcție de frecvență, denumită zonă de curent, așa cum este practic întreaga caracteristică <b>1</b> . Delimitarea dintre cele două zone <b>A</b> și <b>B</b> are loc în punctul care corespunde frecvenței de tăiere inferioară $f_t$ a filtrului trece-bandă pe care îl reprezintă TCBL prin schema sa echivalentă. Caracteristicile <b>1</b> și <b>2</b> sunt în fapt identice fiindcă, în cazul caracteristicii <b>1</b> , frecvența de tăiere apare la o frecvență foarte joasă. Indiferent de tipul caracteristicii <b>1</b> sau <b>2</b> , saturația circuitului magnetic determină valoarea maximă admisă pentru raportul $I/f$ , raport care este echivalent cu valoarea maximă a produsului $I_{xt}$ pentru impulsuri de curent unipolare deși regimurile de magnetizare sunt diferite.	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

# RO 131913 B1

1 În fig. 4 se prezintă un exemplu de realizare a invenției în care un TCBL în sine  
2 cunoscut, cu componentele din fig. 1, este înzestrat cu un circuit dipolar **6** montat în paralel  
3 cu rezistența de sarcină **3** la ieșirea de tensiune a TCBL, cu rolul de a mări raportul  $I/f$  la  
4 frecvențe joase, circuit astfel realizat încât să reprezinte o impedanță dependentă de  
5 frecvența curentului de măsurat  $Z(f)$ , dimensionată astfel încât să se comporte pe de o parte  
6 rezistiv, într-un domeniu de frecvențe joase prestabilit, și, pe de altă parte, să nu intervină  
7 în niciun fel la frecvențele înalte din domeniul de măsurare al TCBL în așa fel încât  
8 sensibilitatea sa nominală să rămână neschimbată.

9 În fig. 5, conform invenției, circuitul **6** este un circuit serie, pasiv, de tip R-L cu o  
10 caracteristică de frecvență astfel dimensionată încât circuitul se comportă la frecvențe joase  
11 ca o rezistență  $R_f$  în paralel cu rezistența de sarcină  $R_2$  a TCBL, ceea ce conduce la  
12 reducerea inducției în circuitul magnetic, urmată de o creștere cu 20 dB/decadă a impedanței  
13 echivalente până la frecvența de tăiere  $f_t$ , când reactanța inductivității  $L_f$  devine atât de mare  
14 încât nu mai afectează rezistența de sarcină  $R_2$  a TCBL și, ca urmare, sensibilitatea TCBL  
15 rămâne cea originală. Aceasta înseamnă că relația (1) devine, conform invenției:

$$17 \quad S(f) = [R_2 || Z(f)]/n \quad (3)$$

19 iar relația (2) devine, tot conform invenției:

$$21 \quad B_{\max}(f) = K \cdot [R_2 || Z(f)]/f \quad (4)$$

23 În particular, dacă  $Z(f) = R_f + j\omega L_f$ ,  
24 la frecvențe joase (pulsatia  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  de valoare foarte mică), rezultă  $|Z(f)| \approx R_f$

$$25 \quad S_1 = [R_2 || R_f]/n < S \text{ și } B_{\max 1} = K \cdot [R_2 || R_f]/f < B_{\max} \quad (5)$$

27 și la frecvențe înalte ( $\omega$  de valoare foarte mare), rezultă  $|Z_f| \approx \omega L_f \rightarrow \infty$

$$29 \quad S_2 = R_2/n = S \text{ și } B_{\max 2} = K R_2/n = B_{\max} \quad (6)$$

31 Conform invenției, cu această simplă topologie R-L din fig. 5 și pe baza relațiilor (3)  
32 și (4), se poate obține, automat, o reducere controlată a inducției magnetice și a sensibilității  
33 la frecvențe joase, echivalentă cu o creștere similară a raportului  $I/f$  a TCBL fără a se  
34 modifica sensibilitatea nominală la frecvențe înalte.

35 În fig. 6 se prezintă caracteristica de frecvență a unui TCBL realizat conform invenției.  
36 Între cele două zone cu sensibilități diferite  $S_1$  și  $S_2 = S$  există o zonă de tranziție notată  $S_0$ ,  
37 care este parcursă automat în funcție de frecvența semnalului, dependentă de topologia  
38 impedanței  $Z(f)$ . Conform invenției, în funcție de cerințe, această zonă poate fi restrânsă, fără  
39 a afecta cele două paliere ale caracteristicii de frecvență, prin adoptarea unei topologii  
40 pasive, mai complexe, de tip RLC, în sine cunoscută, pentru care tranziția sensibilității în  
41 zona  $S_0$  să se facă cu 40...60 dB/decadă în loc de 20 dB/decadă, ca în cazul topologiei R-L.

42 În continuare, se prezintă un exemplu de calcul al parametrilor  $R_f$  și  $L_f$  ai impedanței  
43  $Z(f)$  din fig. 5, pentru măsurarea fără saturație magnetică cu un TCBL dat, în prezența unor  
44 curenți mari cu frecvența de 50 Hz fără afectarea sensibilității nominale la frecvențe peste  
45 10 kHz. Pentru o scădere de 10 ori a sensibilității  $S_1$  față de sensibilitatea nominală  $S_2$ ,  
46 conform relațiilor (1) și (5), rezultă:

$$47 \quad R_f = (1/9) \cdot R_2$$

# RO 131913 B1

Inductivitatea $L_f$ se determină punând condiția ca frecvența de tăiere a circuitului $R_f-L_f$ ,	1
$f_t = R_f/(2\pi L_f)$ ,	
să fie mult mai mare decât frecvența de 50 Hz a semnalului de măsurat, inclusiv armonicile acestuia, pentru ca noua sensibilitate $S_1$ să nu fie afectată de modul de definiție a frecvenței de tăiere la nivelul de - 3 dB. O alegere de ordinul	3
$f_t \geq 20 \cdot 50 \text{ Hz} = 1000 \text{ Hz}$	5
este considerată satisfăcătoare.	7
În fig. 7 se prezintă caracteristica amplitudine - frecvență a impedanței $Z(f)$ pentru exemplul de mai sus.	9
La frecvențe mai mari decât $f_t$ , contribuția lui $R_f$ devine tot mai mică datorită lui $L_f$ și sensibilitatea $S_0$ crește cu 20 dB/decadă până la valoarea nominală $S_2$ la frecvența unde $\omega L_f = R_2$ .	11
În banda de frecvență $S_2$ intervine numai $R_2$ , ca la TCBL original, fiindcă $ Z(f) $ reprezintă o valoare mult mai mare. De aceea, în această bandă de frecvență, $S_2 = S$ .	13
Conform invenției și a fig. 8, modificarea sensibilității la frecvențe joase nu afectează construcția TCBL și se poate aplica cu ușurință la orice TCBL comercial, atunci când în aplicația respectivă este necesar, pentru a măsura fără saturație curenți de însoțire de joasă frecvență care depășesc raportul $I/f$ nominal. În acest scop, între ieșirea TCBL și aparatul pentru vizualizarea semnalului <b>10</b> (osciloscop/tranzient-recorder), între cablurile coaxiale <b>8</b> și <b>9</b> se montează un conector <b>7</b> de tip T la care se conectează, în funcție de necesități, circuitul <b>6</b> care conține impedanța $Z(f)$ , dimensionată conform cerințelor. Folosirea conectorului T permite fie obținerea caracteristicii de frecvență cu două sensibilități ( $S_1$ și $S_2 = S$ ), fie folosirea caracteristicii originale cu sensibilitatea $S$ prin eliminarea circuitului <b>6</b> .	15
În fig. 9 se prezintă un exemplu de aplicare a invenției în cazul unui TCBL realizat conform fig. 2, la care rezistența de ieșire este de 50 $\Omega$ . Deoarece, în acest caz, șuntarea rezistenței de sarcină $R_2$ în funcție de frecvență nu se poate realiza, se folosește o înfășurare suplimentară <b>11</b> la bornele căreia se conectează impedanța variabilă cu frecvența $Z(f)$ . Această soluție este ușor de aplicat deoarece numărul de spire al înfășurării suplimentare este mic, iar realizarea înfășurării peste ecranul electrostatic al TCBL nu împiedică pătrunderea fluxului magnetic de reacție produs de înfășurarea secundară suplimentară în circuitul magnetic al TCBL.	17
	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31

# RO 131913 B1

## Revendicări

1

3

1. Transformator de curent de bandă largă cu sensibilitate variabilă în funcție de frecvența semnalului măsurat, **caracterizat prin aceea că**, pentru a măsura curenții din circuitul primar cu frecvențe, forme și amplitudini diferite, fără să se satureze atunci când acești curenți au componente mari de frecvențe joase, conține, conectat la ieșirea acestuia, un circuit **(6)** dipol cu impedanță dependentă de frecvență, pasiv, care scade sensibilitatea transformatorului de curent la frecvențe joase, iar la frecvențe înalte nu o modifică.

9

2. Transformator, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** circuitul **(6)** dipol cu impedanță dependentă de frecvență are o tipologie de tip R-L prin care se realizează două sensibilități diferite, de valori constante:  $S_1$ , sensibilitatea la frecvențe joase, și  $S_2$ , sensibilitatea la frecvențe înalte, care sunt separate de o sensibilitate  $S_0$  de tranziție cu panta de 20 dB/decadă.

11

13

15

3. Transformator, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** circuitul **(6)** dipol cu impedanță dependentă de frecvență are o tipologie de tip RLC prin care se realizează o sensibilitate  $S_0$  de tranziție cu panta de 40...60 dB/decadă.

17

19

4. Transformator, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru un transformator de curent cu o impedanță de ieșire standard de 50  $\Omega$ , mai conține o înfășurare **(11)** secundară suplimentară care se bobinează pe miezul transformatorului, la bornele căreia se conectează circuitul **(6)** dipol cu impedanță dependentă de frecvență.

21

23

5. Transformator de curent de bandă largă cu sensibilitate variabilă în funcție de frecvența semnalului măsurat, **caracterizat prin aceea că**, pentru a păstra construcția standard a transformatorului de curent, conține un conector **(7)** coaxial de tip T la care se conectează circuitul **(6)** dipol cu impedanță dependentă de frecvență și transformatorul de curent propriu-zis, și respectiv, un aparat **(10)** de vizualizare a semnalului.

25



(51) Int.Cl.  
H01F 27/42 (2006.01);  
H01F 38/28 (2006.01);  
G01R 19/00 (2006.01)

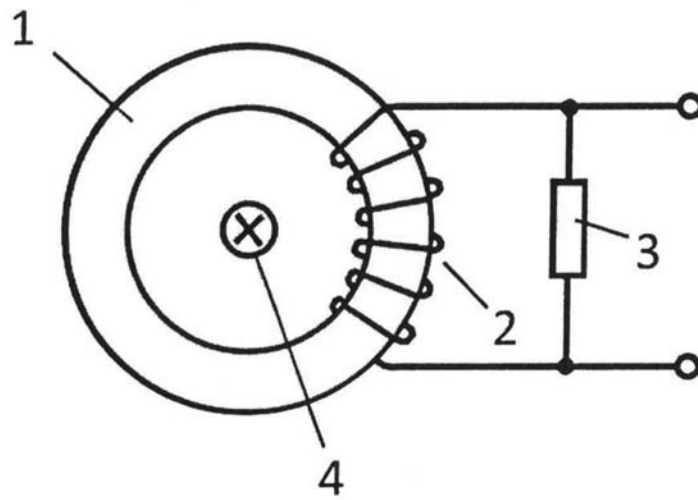


Fig. 1

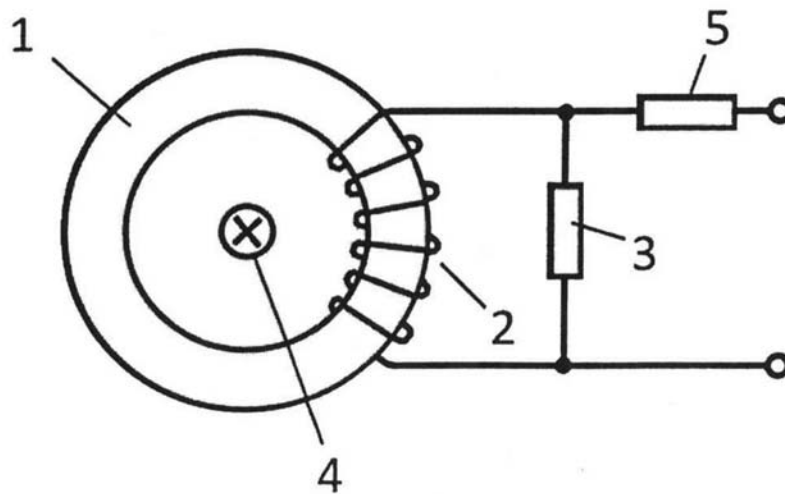


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H01F 27/42 (2006.01);

H01F 38/28 (2006.01);

G01R 19/00 (2006.01)

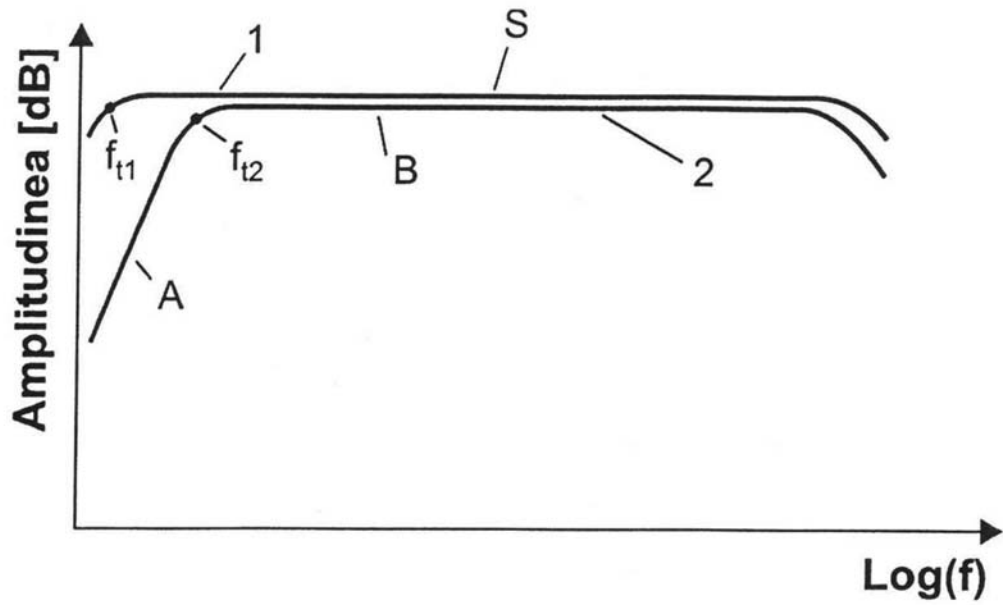


Fig. 3

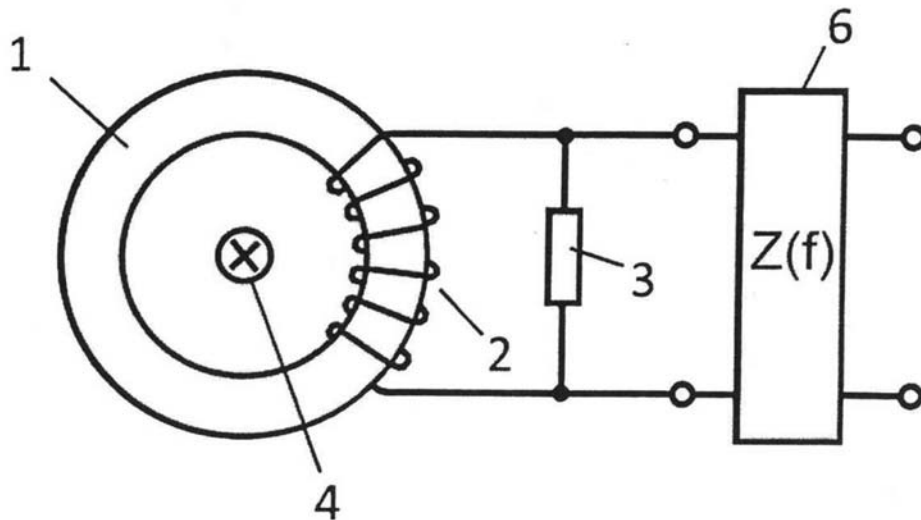


Fig. 4

(51) Int.Cl.

H01F 27/42 (2006.01);

H01F 38/28 (2006.01);

G01R 19/00 (2006.01)

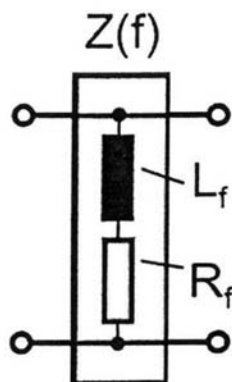


Fig. 5

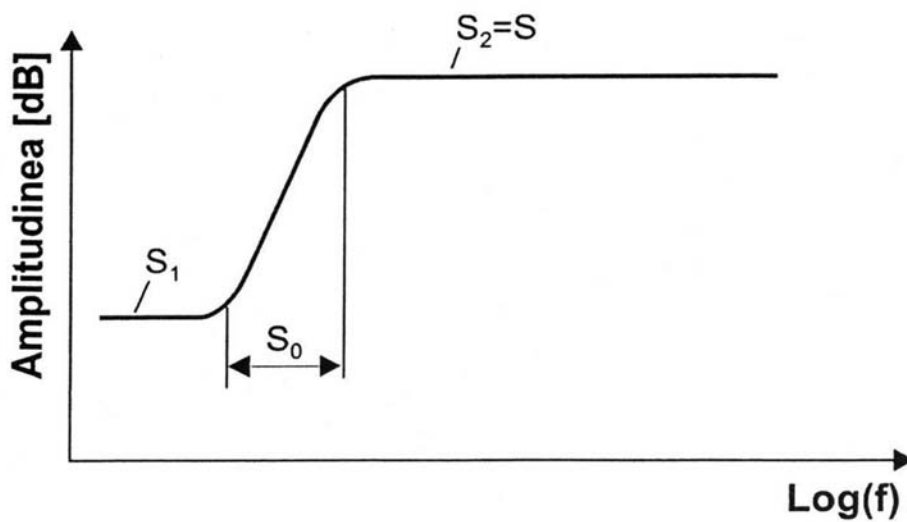


Fig. 6

(51) Int.Cl.

*H01F 27/42* (2006.01);

*H01F 38/28* (2006.01);

*G01R 19/00* (2006.01)

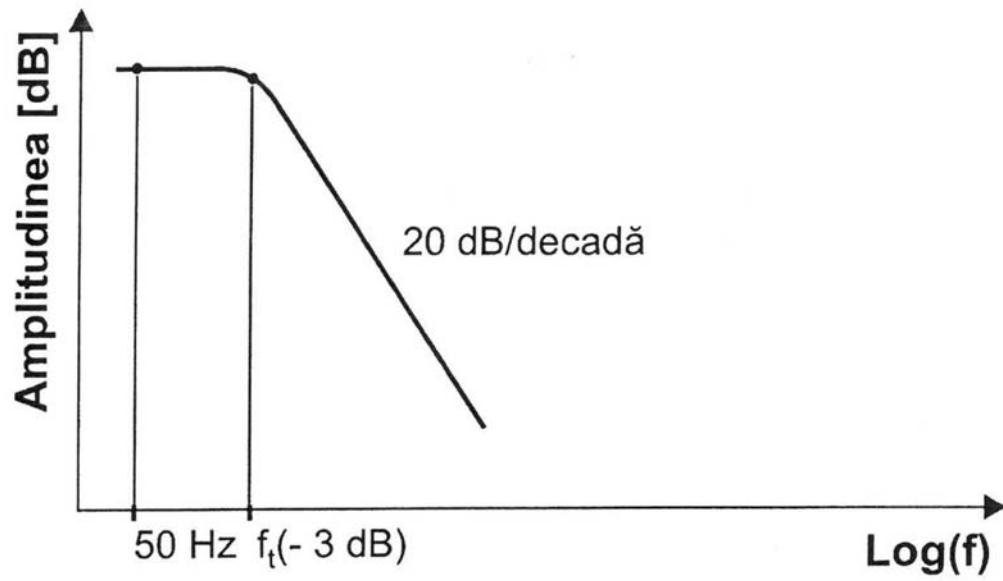


Fig. 7

(51) Int.Cl.  
H01F 27/42 (2006.01);  
H01F 38/28 (2006.01);  
G01R 19/00 (2006.01)

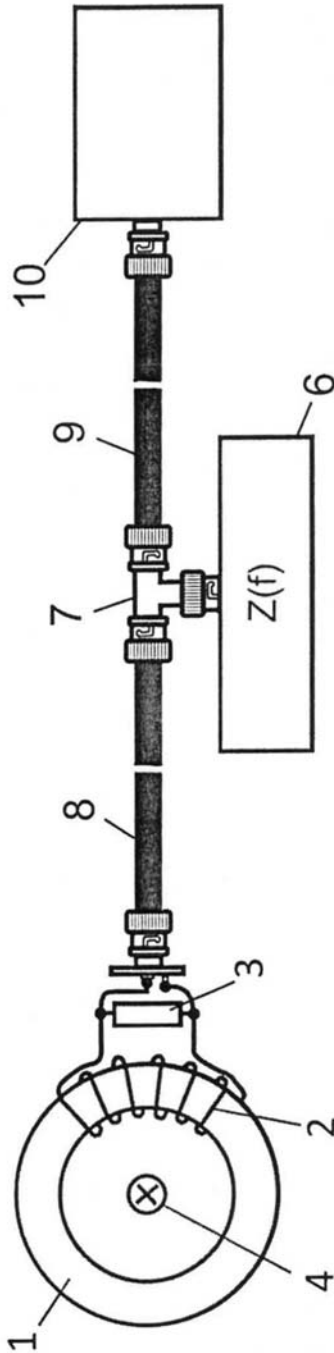


Fig. 8

(51) Int.Cl.  
*H01F 27/42* (2006.01);  
*H01F 38/28* (2006.01);  
*G01R 19/00* (2006.01)

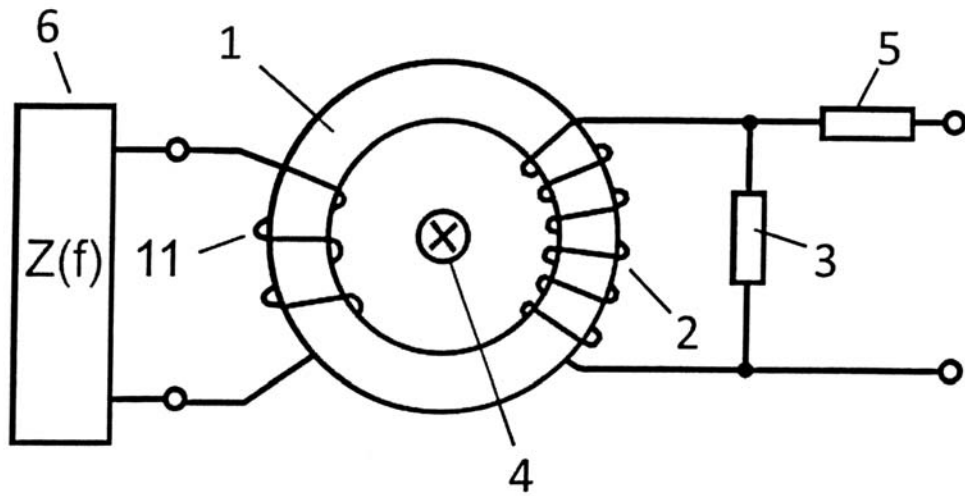


Fig. 9

