



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00929

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

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

(71) Solicitant:  
• 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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un transformator de curent funcționând în bandă largă, cu sensibilitate variabilă, în funcție de frecvența curentului măsurat. Transformatorul conform invenției cuprinde un circuit magnetic (1), o înfășurare secundară (2), o rezistență de sarcină (3) integrată și un ecran electrostatic, folosit pentru micșorarea cuplajului capacitiv cu circuitul în care se măsoară curentul, reprezentat de înfășurarea primară (4), transformatorul cuprinzând suplimentar un circuit dipolar (6), montat în paralel cu rezistența de sarcină (3), la ieșirea de tensiune a transformatorului, cu rolul de a mări raportul  $I/f$  la frecvențe joase, circuit realizat astfel încât să reprezinte o impedanță  $Z(f)$  dependentă de frecvența curentului de măsurat, și dimensionată astfel încât să se comporte, pe de o parte, rezistiv, într-un domeniu de frecvențe joase prestabilite, și, pe de altă parte, să nu intervină la frecvențele înalte, din domeniul de măsurare al transformatorului.

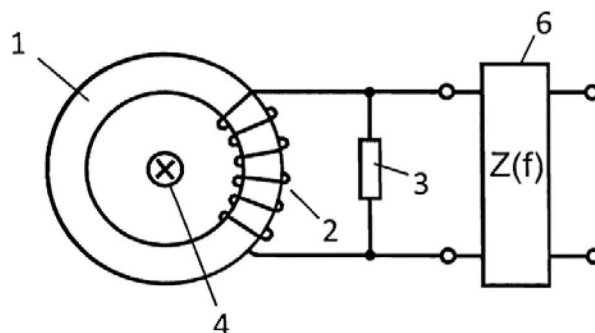


Fig. 4

Revendicări: 6  
Figuri: 9

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## TRANSFORMATOR DE CURENT DE BANDĂ LARGĂ CU SENSIBILITATE VARIABILĂ FUNCȚIE DE FRECVENȚA SEMNALULUI DE MĂSURAT

Invenția se referă la un transformator de curent capabil să funcționeze într-o bandă 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 de curent cu amplitudini mult diferite, care, în scopul evitării saturației magnetice, este astfel realizat încât raportul său de transformare sau sensibilitatea se modifică automat în funcție de frecvență.

În numeroase aplicații din electronica de putere, tehnica acceleratoarelor de particule, compatibilitatea electromagnetică, ingineria electrică etc. este necesară măsurarea unor curenți periodici de diferite forme sau frecvențe și a unor impulsuri de curent bipolare sau 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 componentelor de comutație statică sau pentru detectarea descărcărilor electrice parțiale care determină durata de viață a echipamentelor folosite în rețelele electrice de distribuție sau de transport a energiei electrice, sunt suprapuse peste un semnal purtător de joasă frecvență (uzual frecvența industrială). Pentru determinarea globală a acestor semnale 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 printr-o dimensionare specială, în sine cunoscută, pot acoperi o bandă largă de frecvențe de trei până la cel puțin șase decade.

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 secundarul este o înfășurare distribuită, închisă pe o rezistență fixă, integrată în construcție; el se comportă ca un filtru trece-bandă, iar principalele progrese recente sunt legate atât de materialele magnetice utilizate cât și de metodele folosite pentru extinderea limitei superioare a benzii de frecvență.

Astfel US 3,146,417 propune pentru prima dată folosirea unei rezistențe de sarcină repartizate pe înfășurarea secundară. În US 3,629,693 se prezintă o altă soluție pentru conectarea rezistenței repartizate, iar în US 5,764,123 se propun circuite de corecție pentru evitarea supracreșterilor la măsurarea impulsurilor cu timpi de creștere foarte mici. Prin aceste metode și altele similare, se obține în practică un TCBL cu sensibilitate constantă în banda de frecvență de funcționare.

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 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.

O metodă generală pentru eliminarea saturației cauzată de semnale de joasă frecvență, cu menținerea sensibilității nominale a TCBL la frecvențe înalte, nu este cunoscută.

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 de transformare N de la transformatoarele de curent de joasă frecvență (TC). S se definește ca raport dintre tensiunea de ieșire pe rezistența de sarcină integrată ( $R_2$ ) și 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; ea 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:

$$S = R_2/n \quad (1)$$

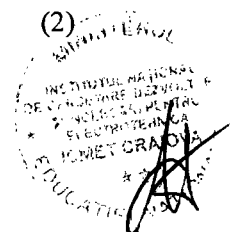
unde cu n s-a notat numărul de spire al înfășurării secundare.

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  $I_{\text{xt}}$  exprimat în A·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:

$$B_{\text{max}} = K \cdot R_2/f = K \cdot S \cdot n/f$$

unde K este o constantă pentru un circuit magnetic dat.



Relația arată că la frecvențe joase inducția este mult mai mare 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 reducerii 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 4,214,199 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.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui TCBL a cărui sensibilitate să se modifice automat în funcție de frecvența semnalului de măsurat.

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 un circuit cu impedanța variabilă funcție de frecvența semnalului, montat în paralel pe una din ieșirile în tensiune ale TCBL prin care se reduce sensibilitatea acestuia pentru un domeniu de frecvențe joase prestabilite, astfel încât sensibilitatea sa nominală la frecvențele înalte din domeniul de măsurare al transformatorului să rămână neschimbată.

Avantajele prezentei invenții sunt următoarele:

- 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;
- 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 a unei impedanțe variabile cu frecvența la bornele de ieșire;
- realizează o caracteristică de frecvență cu cel puțin două nivele de sensibilitate: redusă la frecvențe joase și egală cu cea nominală la frecvențe înalte;
- 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 mai largă de frecvențe joase care să permită determinarea armonicilor de curent din spectrul semnalului respectiv;
- folosește o impedanță variabilă pasivă cu rol de filtru de ordinul întâi sau de ordin superior dacă este necesară o pantă de tăiere mai mare decât 20 dB/decadă;
- 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 frecvență însoțitoare;



- 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  $B_r/B_{sat}$ .

Se prezintă, în cele ce urmează, exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...9, care reprezintă:

- fig. 1, reprezentare schematică a unui TCBL clasic, cu miez magnetic toroidal și înfășurare secundară închisă pe o rezistență de sarcină de valoare redusă;
- 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 ohmi;
- fig. 3, caracteristici de frecvență tipice ale unor TCBL uzuale;
- fig. 4, TCBL conform invenției cu o impedanță variabilă cu frecvența montată în paralel cu rezistența de sarcină;
- fig. 5, schema unei impedanțe variabile cu frecvența conform invenției;
- fig. 6, caracteristica de frecvență rezultantă a TCBL conform invenției;
- fig. 7, caracteristica de frecvență a impedanței variabile din fig. 5 pentru corecția controlată a caracteristicii de frecvență a unui TCBL din fig. 3;
- fig. 8, realizarea constructivă a montajului unui TCBL conform invenției;
- fig. 9, TCBL cu înfășurare secundară suplimentară conform invenției, pentru cazul din fig. 2.

În fig. 1 este redată o reprezentare schematică a unui TCBL clasic format din patru elemente constructive: circuitul magnetic 1, înfășurarea secundară 2, rezistența de sarcină integrată 3 și ecranul electrostatic (nefigurat) folosit pentru micșorarea cuplajului capacitiv cu circuitul în care se măsoară curentul reprezentat de înfășurarea primară 4, 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).

În fig. 2 se prezintă un TCBL care se deosebește de cel din fig. 1 prin faptul că, la ieșire are o rezistență adițională 5 astfel aleasă încât rezistența de ieșire a TCBL să fie de 50 ohmi, valoare standard în circuitele de înaltă frecvență.

În ambele cazuri circuitul magnetic de înaltă permeabilitate determină comportarea TCBL la joasă frecvență.

În fig. 3 se prezintă caracteristici de frecvență tipice ale unor TCBL. Caracteristica 1 este caracteristica unui TCBL performant în care transformatorul are o sensibilitate constantă în întreaga bandă de frecvență utilă, iar caracteristica 2 este caracteristica unui TCBL folosit în măsurători de compatibilitate electromagnetică, caracterizat de existența a două zone distincte, vizibile, ale caracteristicii de frecvență: zona A în care sensibilitatea crește cu frecvența, denumită zonă de tensiune și zona B în care sensibilitatea rămâne constantă în funcție de frecvența, denumită zonă de curent, așa cum este practic întreaga caracteristică 1. Delimitarea dintre cele două zone A și B are loc în punctul care corespunde frecvenței de tăiere inferioară  $f_i$  a filtrului trece-bandă pe care îl reprezintă TCBL prin schema sa echivalentă. Caracteristicile 1 și 2 sunt în fapt identice fiindcă în cazul caracteristicii 1, frecvența de tăiere apare la o frecvență foarte joasă. Indiferent de tipul caracteristicii 1 sau 2, 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.

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

În fig. 5, conform invenției, circuitul 6 este un circuit serie, pasiv, de tip R - L cu o caracteristică de frecvență astfel dimensionată încât circuitul se comportă la frecvențe joase ca o rezistență  $R_f$  în paralel cu rezistența de sarcină  $R_2$  a TCBL ceea ce conduce la reducerea inducției în circuitul magnetic urmată de o creștere cu 20 dB/decadă a impedanței echivalente până la frecvența de tăiere  $f_c$  când



reactanța inductivității  $L_f$  devine atât de mare încât nu mai afectează rezistența de sarcină  $R_2$  a TCBL și ca urmare sensibilitatea TCBL rămâne cea originală. Aceasta înseamnă că relația (1) devine, conform invenției:

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

iar relația (2) devine, tot conform invenției:

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

În particular, dacă  $Z(f) = R_f + j\omega L_f$

la frecvențe joase (pulsatia  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$  de valoare foarte mică) rezultă  $|Z(f)| \approx R_f$

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

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

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

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

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

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

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

Inductivitatea  $L_f$  se determină punând condiția ca frecvența de tăiere a circuitului  $R_f - L_f$ ,

$$f_t = R_f / (2 \pi L_f)$$

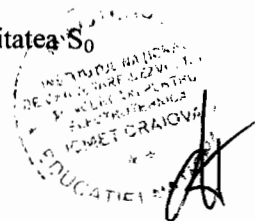
să fie mult mai mare decât frecvența de 50 Hz a semnalului de măsurat inclusiv armonicile acestuia pentru ca noua sensibilitate  $S_1$  să nu fie afectată de modul de definiție a frecvenței de tăiere la nivelul de - 3 dB. O alegere de ordinul

$$f_t \geq 20 \cdot 50 \text{ Hz} = 1000 \text{ Hz}$$

este considerată satisfăcătoare.

În fig. 7 se prezintă caracteristica amplitudine - frecvență a impedanței  $Z(f)$  pentru exemplul de mai sus.

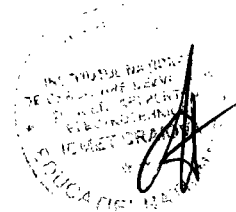
La frecvențe mai mari decât  $f_t$ , contribuția lui  $R_f$  devine tot mai mică datorită lui  $L_f$  și sensibilitatea  $S_0$  crește cu 20 dB/decadă până la valoarea nominală  $S_2$  la frecvența unde  $\omega L_f = R_2$ .



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  $S_2 = S$ .

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 10 (osciloscop/tranzient-recorder), între cablurile coaxiale 8 și 9 se montează un conector 7 de tip T la care se conectează, în funcție de necesități, circuitul 6 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 6.

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 11 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.



34

## REVENDICĂRI

1. Transformator de curent de bandă largă (TCBL) cu sensibilitate variabilă în funcție de frecvența curentului de măsurat **caracterizat prin aceea că** pentru a putea 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, are conectat la ieșire un circuit **6** prin care sensibilitatea sa se modifică față de sensibilitatea nominală, constantă, în întreaga bandă de frecvență astfel încât sensibilitatea sa la frecvențe joase să scadă, iar la frecvențe înalte să nu se modifice.

2. TCBL conform revendicării 1 în care circuitul **6** este un circuit dipolar, pasiv, **caracterizat prin aceea că** reprezintă o impedanță dependentă de frecvență  $Z(f)$  cu topologie de tip R - L, conform relațiilor (3) și (4) prin care se realizează cele două sensibilități diferite  $S_1$  și  $S_2 = S$  date de relațiile (5) și (6) separate de o zonă de tranziție  $S_0$  cu variație de 20 dB/decadă.

3. TCBL conform revendicării 2 **caracterizat prin aceea că** topologia impedanței  $Z(f)$  poate fi modificată pentru ca zona de tranziție  $S_0$  să fie restrânsă în domeniul frecvență, fără a afecta cele două paliere ale caracteristicii de frecvență, prin adoptarea unor topologii pasive, mai complexe, de tip RLC, în sine cunoscute, pentru care tranziția sensibilității în zona  $S_0$  să se facă cu 40 – 60 dB/decadă.

4. TCBL conform revendicărilor 1, 2 și 3 **caracterizat prin aceea că** modificarea sensibilității acestuia la joasă frecvență se face în practică fără afectarea construcției interne prin montarea între ieșirea TCBL și aparatul de vizualizare a semnalului, a unui conector coaxial de tip T la care se conectează circuitul **6** care conține impedanța  $Z(f)$ .

5. TCBL cu impedanța de ieșire standard de  $50 \Omega$  **caracterizat prin aceea că** în vederea modificării sensibilității acestuia la joasă frecvență este înzestrat cu o înfășurare secundară suplimentară **11** la bornele căreia se conectează circuitul **6** care conține impedanța dependentă de frecvență  $Z(f)$ .

6. TCBL conform revendicărilor 1 și 2 **caracterizat prin aceea că** sensibilitatea la frecvențe joase se poate reduce în asemenea măsură încât un TCBL dat să se poate utiliza la frecvențe joase ca un TC obișnuit.



Fig. 1

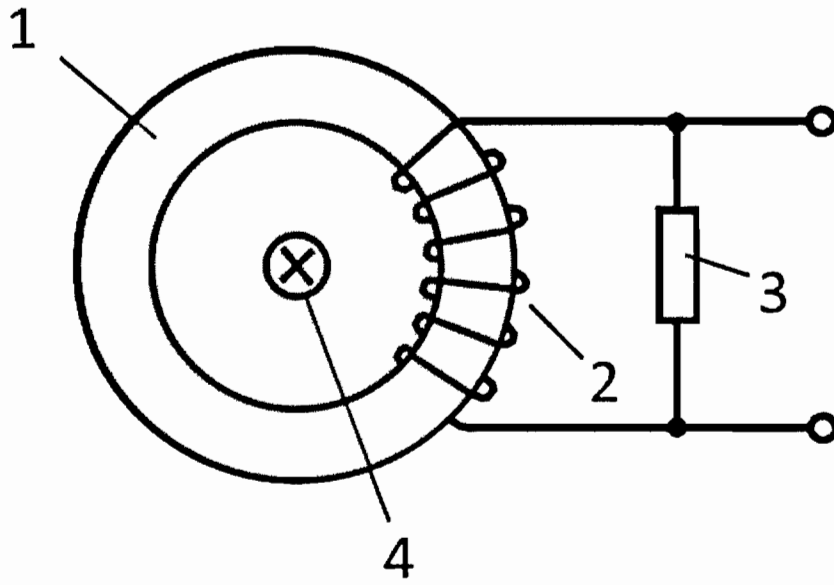
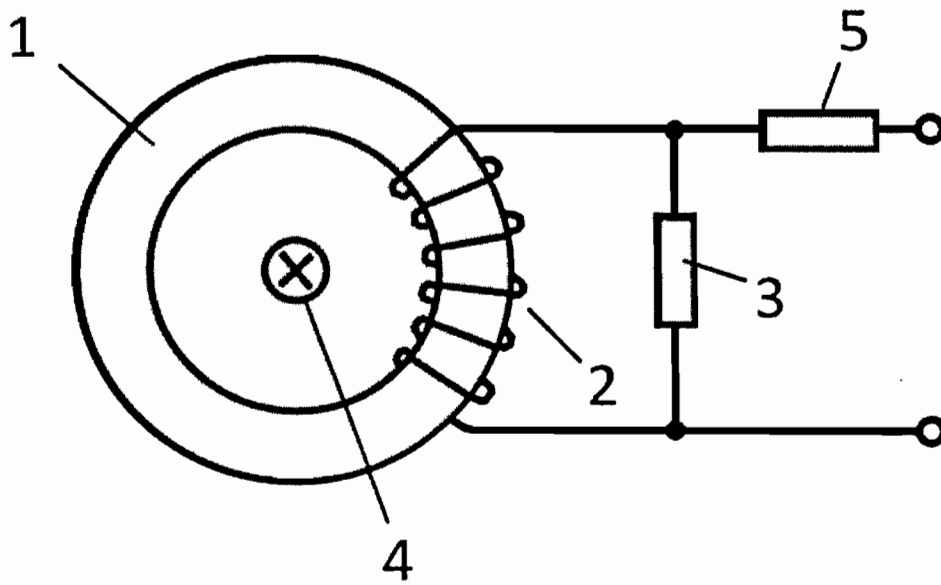


Fig. 2



Ministerul Educației  
Institutul Național  
de Cercetare Științifică și  
Inovare în Informatică și  
Tehnologii  
"ICM Ștefan Prodan" din  
București  
1



Fig. 3

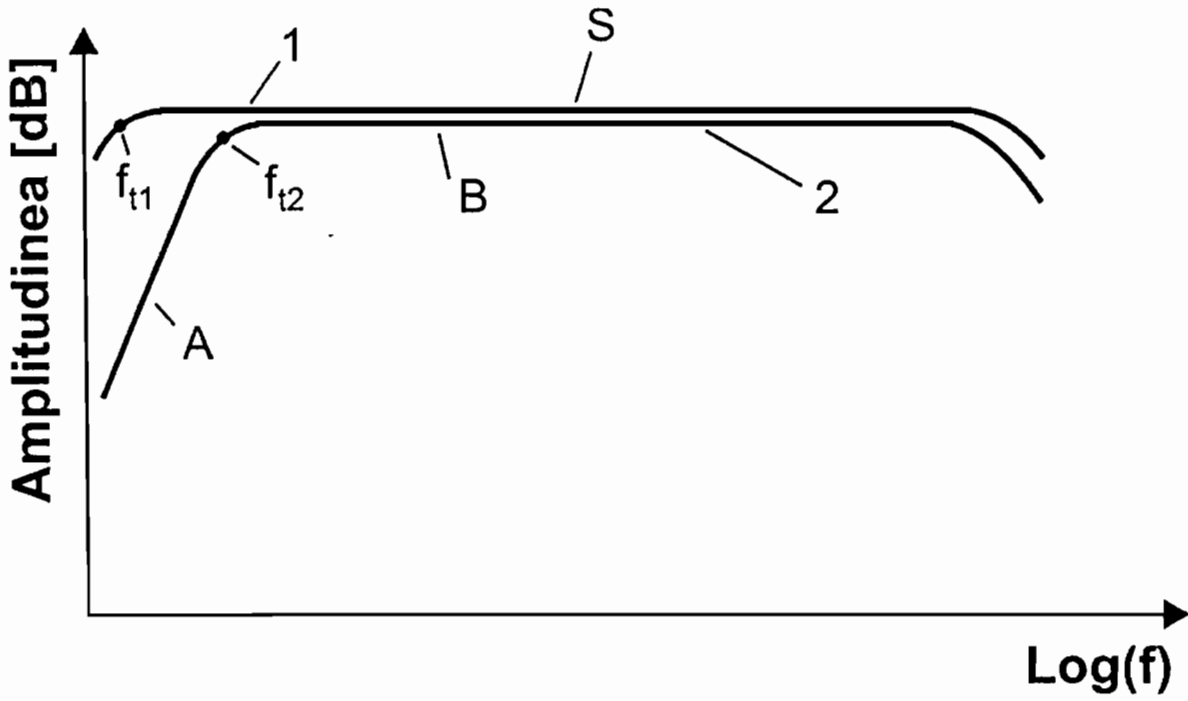
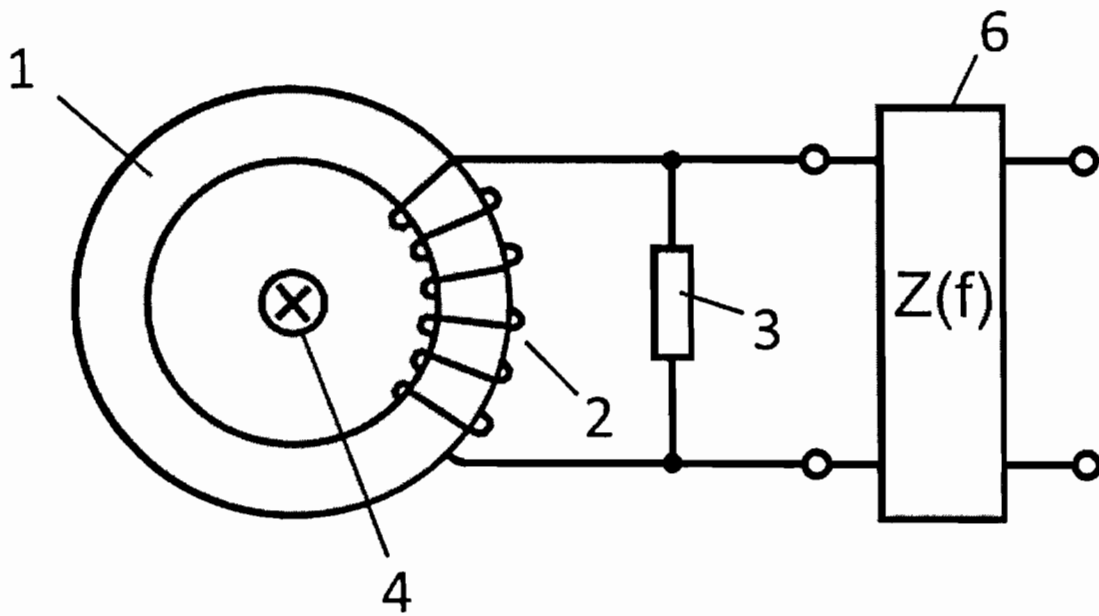


Fig. 4



MINISTERUL  
INSTRUIRII NAȚIONALE  
ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE  
ȘI TIC-IT  
ȘI ÎNVIETĂȚII  
ȘI SPORTULUI  
ȘI TURISMULUI  
ȘI CULTURII NAȚIONALE  
ȘI MONUMENTELOR  
ȘI PATRIMONIULUI CULTURAL  
ȘI BUNURILOR CULTURALE  
ȘI TURISMULUI  
ȘI SPORTULUI  
ȘI TURISMULUI  
ȘI CULTURII NAȚIONALE  
ȘI MONUMENTELOR  
ȘI PATRIMONIULUI CULTURAL  
ȘI BUNURILOR CULTURALE

34

Fig. 5

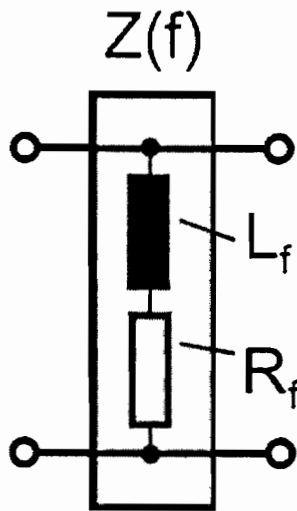
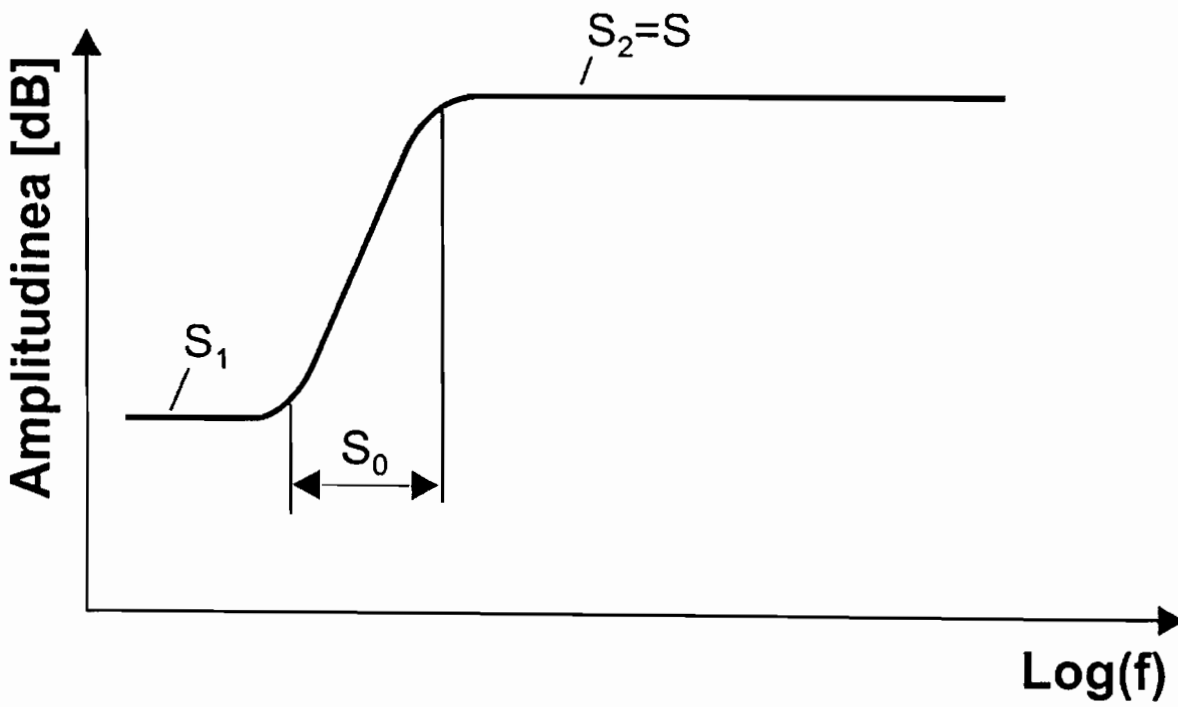
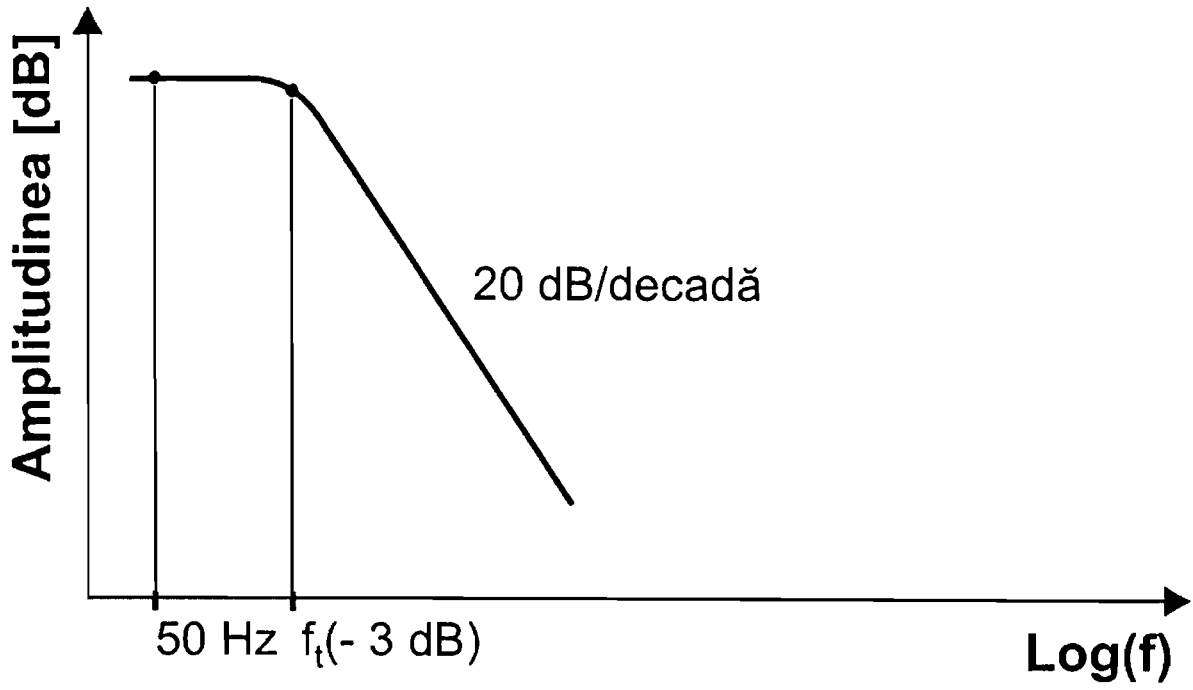


Fig. 6



INSTITUTUL NAȚIONAL  
DE RESEARCH ȘI DEZVOLTARE  
PENTRU ELECTRONICĂ  
ȘI METROLOGIE  
BUCUREȘTI

Fig. 7



MINISTERUL  
DE EDUCAȚIE ȘI CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ  
ȘI TIC  
ROMÂNIA  
\* \* \*

32

a 2016 00929  
28/11/2016

11

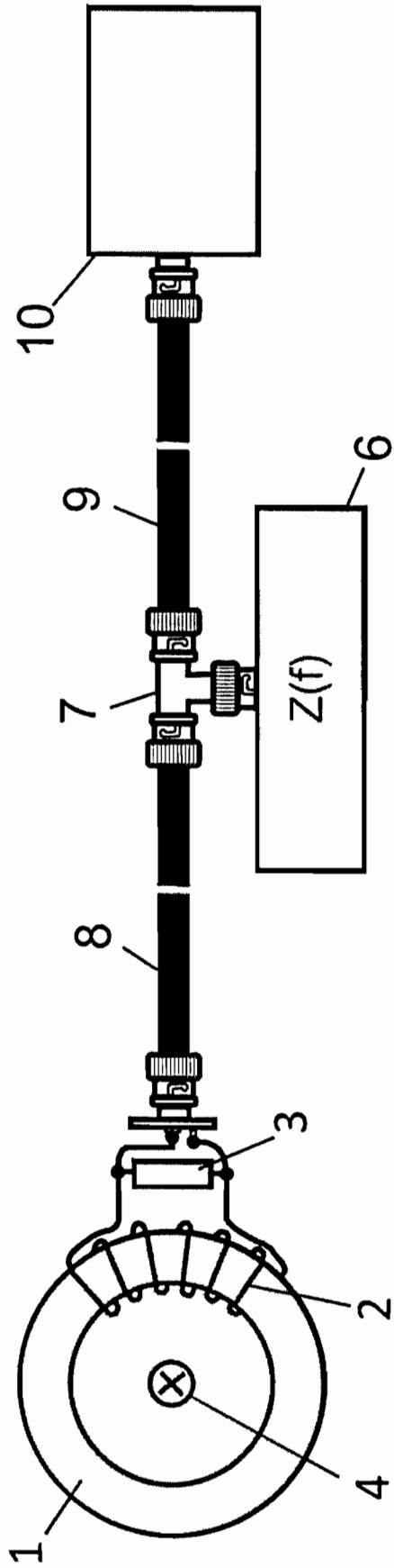
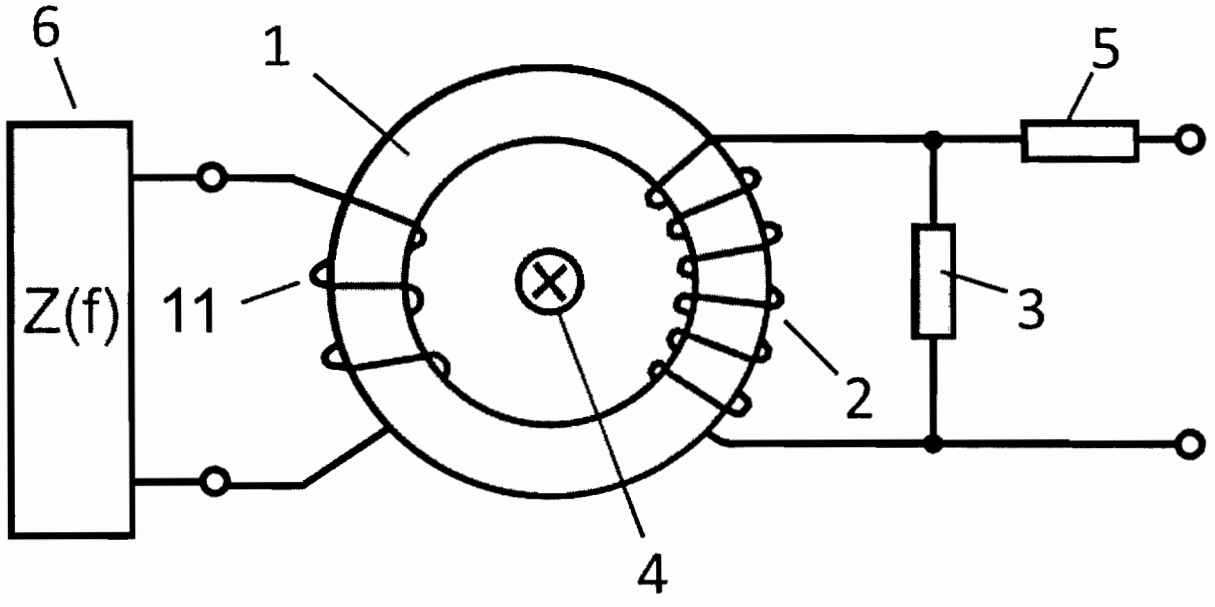


Fig. 8

MINISTERUL  
INSTITUTUL NATIONAL  
DE PROPRIETATE INDUSTRIALA  
SI BREVETARE  
ROMANIA  
ROMET CRAIOVA

3

Fig. 9



MINISTERUL  
RESURSELOR UMANE  
SECRETARIA DE STATISTICA  
SI EVALUARE  
INFORMATICA  
SI INFORMATICA  
Județul CRAIOVA  
\* \* \*  
EDUCATION