



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01108**

(22) Data de depozit: **03.11.2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.03.2014** BOPI nr. 3/2014

(41) Data publicării cererii:  
**30.07.2012** BOPI nr. 7/2012

(73) Titular:  
• **HELLENIC TILER INVEST S.R.L.,**  
**STR.FEȚIȚELOR NR.22, PARTER,**  
**CAMERA 2, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,**  
**RO**

(72) Inventatori:  
• **AMZARESCU ADRIAN-GABRIEL,**  
**STR.PRAVĂȚ NR.10, BLP 6, SC.2, ET.1,**  
**AP.26, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 111636 B1; RO 111969 B1;**  
**RO 114289 B1; US 20090261934 A1;**  
**GB 357049**

(54) **TRANSFORMATOR DE ÎNALTĂ TENSIUNE CU ACUMULARE  
DE ENERGIE MAGNETICĂ ÎN MIEZ**



# RO 127700 B1

1           Invenția se referă la un transformator utilizat pentru obținerea de înaltă tensiune  
5-10 KV, pornind de la o sursă de joasă tensiune sub 100 V, sau obținerea de foarte înaltă  
3 tensiune, de peste 100 KV, pornind de la o tensiune medie de 100-500 V, prin alimentarea în  
primar cu o tensiune de intrare pulsatorie, pe puls doar pozitiv, urmărind un semnal de  
5 comandă.

          Domeniul tehnic la care se referă invenția este obținerea de înaltă tensiune în cadrul  
7 instalațiilor de producere a gazului HHO, prin ruperea legăturii covalente a moleculei de apă,  
sau producerea de gaze combustibile din ape uzate, cum ar fi apa din canalizări, deșeuri fluide,  
9 dejecții etc. Alte aplicații se referă la ionizoare de aer și gaze, la decontaminarea bacteriolo-  
gică a fluidelor etc.

11           Sunt cunoscute actualmente diferite dispozitive pentru obținerea de înaltă tensiune, la  
curent mic și mediu, precum transformatoarele ridicătoare de tensiune sau bobinele de inducție,  
13 care au principalul inconvenient de a necesita bobinaj mult și laborios, devenind astfel  
costisitoare.

15           De asemenea, există dispozitive electronice de tipul surselor de tensiune în comutație  
sau triploare de tensiune, care necesită atât transformatoare de impulsuri cât și elemente de  
17 circuit active, multe dintre ele având un cost ridicat.

          O altă soluție de generare a impulsurilor de înaltă tensiune este cea din brevetul  
19 **RO 114289 B1**. Aceasta constă într-un generator de înaltă tensiune în impulsuri, destinat  
producerii electroșocurilor sau încercărilor de materiale izolante, având în alcătuire un inverter  
21 cu tranzistoare care alimentează o punte de diode ce încarcă un condensator; la o anumită  
valoare de tensiune condensatorul determină străpungerea între armăturile unui eclator,  
23 provocând astfel generarea unui impuls la ieșirea unui transformator. Dezavantajul acestei  
soluții constă în faptul că înalta tensiune se obține atât printr-un bobinaj complex, cu mai multe  
25 înfășurări, dar și prin utilizarea de elemente de circuit active.

          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea de înaltă tensiune cu  
27 un necesar de sârmă de bobinaj inferior bobinajelor clasice.

          Transformatorul de înaltă tensiune cu acumulare de energie magnetică în miez, conform  
29 invenției, înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că, în vederea obținerii de înaltă  
tensiune, este alcătuit dintr-un miez din tole feromagnetice, în structură E+I, asamblate fără  
31 întrefier peste care este dispusă o carcasă din material izolant, din fibră de sticlă, pe care se  
bobinează:

33           - o înfășurare primară din sârmă de CuEm 1L ce are bobinajul realizat spiră lângă spiră  
dispus pe maximum 75% din înălțimea carcusei, alimentată cu un semnal de comandă ce  
35 conține doar impulsuri pozitive, cu amplitudine constantă;

37           - un strat izolator, bobinat peste înfășurarea primară, realizat din bandă rezistentă la  
înaltă tensiune care a fost impregnată cu rășină epoxidică sau fibră de sticlă;

39           - o înfășurare secundară, dispusă peste stratul izolator, realizată din conductor CuEm  
2 L sau 3 L, bobinată spiră lângă spiră, pe 100% din înălțimea carcusei, în straturi succesive,  
fără a fi necesară dispunerea izolației între straturile bobinajului secundar, și

41           - un strat izolator, bobinat peste înfășurarea secundară, realizat din bandă rezistentă la  
înaltă tensiune care s-a impregnat cu rășină epoxidică sau fibră de sticlă.

43           Avantajele invenției sunt următoarele:

45           - construcție simplă, ușor de realizat, nu necesită mașini speciale de bobinaj;

47           - nu necesită sârmă de bobinaj specială sau izolații speciale;

49           - se poate controla valoarea tensiunii de ieșire prin două metode, respectiv variația  
tensiunii de intrare și modificarea parametrilor formei de undă a tensiunii de intrare;

          - necesarul de sârmă de bobinaj este net inferior bobinajelor clasice;

          - tensiunea înaltă de ieșire, indiferent de valoarea acesteia, urmărește exact ca și  
frecvența, forma de undă a semnalului de comandă.

# RO 127700 B1

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, care reprezintă:	1
- fig. 1.a, detalii constructive ale transformatorului, conform invenției;	3
- fig. 1.b, forma de undă a tensiunii aplicate la intrarea transformatorului;	
- fig. 1.c, influența dimensiunilor geometrice ale bobinajului asupra formei de undă a tensiunii de ieșire a transformatorului;	5
- fig. 1.c.1, dimensiunile geometrice contrustructive ale bobinajului transformatorului, conform invenției;	7
- fig. 1.c.2, reprezentarea perioadei activă și pasivă a semnalului de comandă;	9
- fig. 1.c.3, curba de creștere a tensiunii prin acumulare de energie magnetică, pe o pantă de creștere de 45°, caz optim de funcționare;	11
- fig. 1.c.4, curba de creștere a tensiunii prin acumulare de energie magnetică, pe o pantă de creștere accentuată, saturând miezul rapid;	13
- fig. 1.c.5, curba de creștere a tensiunii prin acumulare de energie magnetică, cu evidențierea unei zone de stagnare în creșterea amplitudinii;	15
- fig. 1.d, modalitatea practică de realizare a bobinajelor;	
- fig. 1.d.1, reprezentarea straturilor de bobinaj și modul lor de interconectare;	17
- fig. 1.d.2, reprezentarea schematică a straturilor de bobinaj ca și o înșiruire de bobine înseriate;	19
- fig. 1.d.3, reprezentarea sensurilor de realizare a spirelor și respectiv a sensului de avans al bobinajului pe o carcasă dată;	21
- fig. 1.d.4, reprezentarea practică a modului de realizare a bobinajului special;	
- fig. 2, etapele formării tensiunii indusă/autoindusă;	23
- fig. 2.a, momentul inițial în care un puls de tensiune urmează să treacă prin bobina L;	
- fig. 2.b, momentul trecerii unui puls de tensiune ce generează în jurul bobinei un câmp electromagnetic B;	25
-fig. 2.c, momentul ieșirii pulsului din bobină, unde rămâne câmpul în jurul acesteia;	27
- fig. 2.d, generarea tensiunii induse/autoinduse în bobina L;	
- fig. 2.e, diferite tipuri de curbe de atenuare a tensiunii induse/autoinduse în bobina L;	29
- fig. 3, formarea tensiunii induse/autoinduse, cu pulsuri succesive;	
- fig. 3.a, cazul în care câmpul produs de un puls oarecare s-a atenuat total până la venirea pulsului următor;	31
- fig. 3.b, cazul în care pulsurile se succed suficient de repede pentru a genera supra-punerea câmpurilor;	33
- fig. 4, cazul formării tensiunii induse/autoinduse cu încărcare în trepte.	35
Transformatorul de înaltă tensiune cu acumulare de energie magnetică în miez, conform invenției, funcționează în sensul acumulării de energie magnetică în miez, exclusiv în cazul în care tensiunea de intrare are caracteristica tensiune/frecvență conform fig. 1.b, aceasta asigurând obținerea unui nivel de înaltă tensiune cu creștere spectaculoasă dar pe deplin previzibilă.	37
Semnalul de comandă este compus din repetarea a două perioade distincte (fig. 1.b și fig. 1.c), și anume: o perioadă activă (2-1) urmată de o perioadă de relaxare (2-2).	41
Amplitudinea semnalului este constantă $U=(\text{constant})$ , în intervalul 8-12 V.	43
Perioada activă (2-1), notată cu Pa, este formată din 8-50 impulsuri cu frecvența cuprinsă între 1 și 5 kHz, având un factor de umplere cuprins între 35 și 85%.	45
Perioada de relaxare (2-2), notată cu Pr, durează aproximativ cât perioada activă (2-1), cu variații de $\pm 20\%$ din durata Pa.	47

# RO 127700 B1

1 Caracteristica constructivă a acestui tip de transformator (fig. 1.d), conform invenției,  
este aceea că bobinajul s-a realizat prin dispunerea spirelor pe o singură direcție de avansare,  
3 în același sens geometric, astfel încât straturile de bobinaj succesiv să se comporte ca și o  
înșiruire de bobine unitare conectate în serie (fig. 1.d.1 și 1.d.2), perfect suprapuse, plasate una  
5 în interiorul celeilalte, de la interiorul carcasei către exterior.

Mai concret (fig. 1.d.3), odată stabilit un sens de bobinare (3-1) și un sens de avansare  
7 de-a lungul carcasei (3-2), bobinajul s-a efectuat spiră lângă spiră de-a lungul carcasei (1-4),  
până la umplerea unui rând de bobinaj (3-4) (fig. 1.d.4), după care în sens invers nu s-a revenit  
9 bobinând spire ci direct, cu firul întins, până la începutul precedentului strat de bobinaj (3-5), iar  
de aici s-a început din nou realizarea spirelor (3-7) pe un nou strat, repetând operațiunile (3-6)  
11 până la atingerea numărului de spire dorit în înfășurare. Acest mod de bobinare diferențiază  
transformatorul conform invenției de un transformator uzual.

13 Prin această metodă de bobinare, se asigură că spirele se realizează într-un singur sens  
de avansare al bobinajului (3-2), câmpul rezultat în miez prin această metodă fiind mult mai  
15 puternic.

Realizarea înfășurării primare (1-1), pe nu mai mult de 75% din înălțimea carcasei, este  
17 determinată de necesitatea diminuării câmpurilor parazite. S-a constatat că, limitând astfel  
dimensiunea înfășurării primare, câmpul electromagnetic generat răspunde mult mai rapid la  
19 trecerea pulsurilor din primar.

Pentru calcul, se poate lua o valoare de 0,9-1,4 spire/V în bobinajul primar, iar un raport  
21 de 15:1 - 24:1 asigură tensiunea de ieșire de ordinul 5-40 KV, puternic dependentă de valorile  
parametrilor (amplitudine și frecvență) tensiunii de intrare.

23 Astfel, pentru un transformator care în înfășurarea primară va fi alimentat la 12V,  
numărul de spire din primar va fi între 0,9 -1,4 spire/V \*12 V, adică aproximativ 12 spire.

25 La un număr de spire atât de mic, s-a preferat sârma de bobinaj de Al Em pentru  
diametre mai mari de 0,3 mm și de Cu Em pentru diametre mai mici, în cazul în care se dorește  
27 comanda cu FET. Pentru alegerea diametrului de conductor, din tabelele furnizate de fabricant,  
s-au ales densitățile de curent corespunzătoare transmisiilor de putere în comutație, din dorința  
29 de a nu se pierde energie prin încălzirea primarului, respectiv a secundarului.

În fig. 1.c este prezentată caracteristica de amplitudine a tensiunii de ieșire, cu creșterea  
31 acesteia prin acumularea energiei magnetice în miez, respectiv cu acumulare-creștere rapidă  
sau lentă, în funcție de dimensiunile fizice ale bobinajului, respectiv în funcție de diametrul  
33 maxim al bobinajului pe carcasa (1-4), notat cu d, și de înălțimea bobinajului în interiorul car-  
casei (1-4), notată cu h.

35 Pentru acest raport, putem distinge trei situații, astfel:

- raportul  $d/h = 1$  (fig. 1.c.3) - curba de creștere a tensiunii prin acumulare de energie  
37 magnetică în miez se realizează pe o pantă de creștere de  $45^\circ$ , ceea ce reprezintă un optim  
funcțional;

39 - raportul  $d/h > 1$  (fig. 1.c.4) - creșterea amplitudinii tensiunii de ieșire se realizează pe  
o pantă abruptă, saturând miezul rapid, iar pulsurile de tensiune din primar introduse după satu-  
41 rarea miezului se regăsesc ulterior în mod nedorit, pe o pantă descendentă, ca și cum am fi  
intrat în perioada de relaxare, deși practic trenul de impulsuri al perioadei active nu s-a încheiat;

43 - raportul  $d/h < 1$  (fig. 1.c.5) - se ajunge cu ușurință în zona de saturație a miezului iar în  
forma de undă a tensiunii de ieșire se observă o zonă de stagnare (1-9) în creșterea ampli-  
45 tudinii, în care pulsurile tensiunii de intrare sunt evidențiate și în forma tensiunii de ieșire, fără  
a se realiza și o creștere corespunzătoare a valorii amplitudinii acesteia.

# RO 127700 B1

Principiul pe care se acumulează tensiune înaltă în bobinajul secundar se bazează pe exploatarea timpului de transfer al fluxului electromagnetic către/din miez, respectiv pe exploatarea aspectului nedorit al acestuia, adică a duratei de transfer care nu este instantanee, precum și pe faptul că în jurul oricărei bobine câmpul electromagnetic colapsează mai lent decât trece pulsul de semnal care l-a generat.

Pentru a înțelege ce se întâmplă în acest tip de transformator, se ia în calcul cazul unei bobine oarecare, sau cazul înfășurării primare dintr-un transformator, care este parcursă de un singur puls pozitiv de tensiune  $U$ , cu intensitate  $I$  și durata  $dt$  (fig. 2.a).

La trecerea acestui puls de tensiune, se generează în jurul bobinei un câmp electromagnetic (fig. 2.b).

La ieșirea pulsului din bobină, rămâne câmpul în jurul acesteia, deoarece câmpul colapsează mai lent decât trece pulsul (fig.2.c).

În funcție de calitatea miezului din bobină, câmpul va colapsa mai repede sau mai încet, dar generând în bobină o tensiune autoindusă (indusă, în secundarul transformatorului), cu o amplitudine maximă  $U_{ai}$ , pe durata  $dt_{ai} > dt$  (fig. 2.d).

Valoarea tensiunii autoinduse va fi maximă la momentul inițial și se va reduce până la zero, atenuare totală, moment în care și câmpul din jurul bobinei va fi nul. Curbele de scădere a tensiunii pot avea forme diferite, iar durata scăderii până la zero este dependentă de tipul miezului, tipul bobinajului etc. (fig. 2.e).

Dacă acel puls inițial se repetă, putem avea 2 situații: prima, în care câmpul (sau tensiunea autoindusă) generat de primul puls s-a atenuat total până la venirea celui de-al doilea puls (fig. 3.a) sau cazul al doilea, în care al doilea și următoarele pulsuri vin până să colapseze total câmpul produs de pulsurile precedente.

În acest ultim caz, din punctul de vedere al bobinei, câmpul acesteia va fi amplificat permanent pe durata pulsurilor  $p_1, p_2 \dots p_n$ , la fiecare puls ce va intra în bobină, cu aceeași cantitate, rezultând un câmp de intensitate mărită  $c_1 + c_2 + \dots + c_n$  (fig. 3.b), cu intensitatea totală teoretic (caz ideal, fără pierderi) egală cu suma intensităților per fiecare puls, care va colapsa în timp după același tip de curbă ca și în cazul unui puls singular, dar într-un timp mărit proporțional cu numărul de pulsuri aplicat, astfel:

$dT_n = n \cdot dt_1$ , unde:  $n = nr$  de pulsuri aplicate,  $dt_1 =$  timpul de colaps pentru un puls,  $dT_n =$  timpul de colaps pentru  $n$  pulsuri succesive.

În fig. 4 este prezentat cazul tensiunii autoinduse (indusă, în cazul secundarului de transformator), cu încărcare în trei trepte (4-1) ce apare în bobină în cazul a trei impulsuri succesive  $p_1, p_2, p_3$  identice, ce se succed până ce câmpul pulsurilor precedente colapsează. În reprezentare s-a considerat cazul diminuării liniare în timp a tensiunii induse, în realitate această cădere se face întotdeauna după o curbă.

În acest mod apare acumularea de energie electromagnetică în miez, ceea ce se materializează într-o tensiune autoindusă cu încărcare în trepte (fig. 4), specifică acestui tip de transformator, aceasta având caracteristici clar definite. Modul de bobinaj prezentat în invenția de față (fig. 1.d.4) are rolul de a amplifica câmpul creat la maxim, generând încărcarea în trepte a tensiunii autoinduse, ceea ce permite obținerea de înaltă tensiune, prin inducție în secundarul ce conține de 15-25 ori mai multe spire decât primarul.

Spre deosebire de tensiunea alternativă sinusoidală, pulsul de comandă, care intră în bobina primară, trebuie să aibă o cădere cât mai bruscă, teoretic verticală, având drept consecință începerea instantanee a colapsării câmpului generat în bobina primară, deci și generarea la fel de rapidă a tensiunii induse din secundar sau a tensiunii autoinduse în cazul bobinei singulare.

# RO 127700 B1

1 Se poate remarca importanța frecvenței de generare a pulsurilor pe perioada activă Pa  
(2-1) în cadrul obținerii fenomenului de amplificare în trepte a tensiunii induse în secundar sau  
3 a tensiunii autoinduse.

5 Din punct de vedere al miezului de transformator, datorită faptului că tensiunea de  
intrare este un puls doar pozitiv, cu frecvența mare, cu factor de umplere care se poate modifica  
7 opțional, în perioada în care pulsul este pe zero, curba de încărcare a miezului evoluează  
conform curbei de descărcare din diagrama de hysteresis a miezului ales doar în cadranul 1,  
unde B-H au valori pozitive, dar căderea fiind lentă, nu se produce descărcarea totală până la  
9 următorul puls, ceea ce determină amplificarea constantă a fluxului magnetic din miez, simultan  
cu creșterea/descreșterea în trepte a pulsului de comandă din primar, de unde rezultă creșterea  
11 tot în trepte a tensiunii de ieșire indusă în secundar, urmărind succesiunea pulsurilor tensiunii  
de intrare, respectiv pulsurile amplificate de flux, din miez.

13 În acest context, miezul bobinei trebuie ales în așa fel încât să lucreze ca acumulator  
de flux (energie), așa-zis miez inductiv, și nu ca atenuator-uniformizor de flux, precum feritele  
15 de atenuare ce se montează pe cabluri.

17 De asemenea, calitatea și forma miezului transformatorului, determină durata și anve-  
lopa curbei de colaps a câmpului/ tensiunii induse, de aici rezultând timpul maxim după care  
trebuie să se repete pulsul inițial pentru a avea fenomenul de amplificare în trepte. În acest  
19 context s-a dovedit practic că un miez E+I, pentru care brațul central al miezului E are secțiune  
rotundă - cazul miezurilor din ferită, este preferabil secțiunii rectangulare precum în cazul miezu-  
21 lui din tole, deoarece permite o apropiere maximă a bobinajului de miez, ca și considerent, de  
geometria construcției.

23 Teoretic, tensiunea indusă poate crește în baza acestui fenomen până la infinit dacă  
miezul nu ajunge la saturație, cu precizarea că acest tip de transformator funcționează foarte  
25 bine și cu miez din aer, adică fără miez magnetic, deoarece acesta nu se saturează niciodată.

27 Practic, limitările apar din calitatea miezului, prin saturație, sau din caracteristicile sârmei  
de bobinaj, respectiv diametru, puritatea materialului, numărul de straturi de email-izolație, sau  
izolații speciale, care permit ca sârma să suporte tensiune înaltă.

29 Ce se obține în final este o tensiune cu valoarea instantanee inițială foarte mare, până  
la ordinul a sute de kV, care aplicată unei celule de fracționare a moleculei de apă, practic un  
31 condensator cu dielectric apă, va duce la străpungerea dielectricului, respectiv ruperea  
moleculei de apă, ceea ce echivalează cu stabilirea unui curent de străpungere în condensator,  
33 până ce tensiunea generată scade sub limita de străpungere a condensatorului, după care  
fenomenul se repetă la următorul tren de impulsuri.

35 Deoarece frecvențele trenului de impulsuri sunt de valori relativ mari în raport cu timpul  
necesar de străpungere a izolației care acoperă sârma de bobinaj sau de ardere a sârmei  
37 însăși, practic sârma de bobinaj nu are timpul necesar să se ardă, iar funcționarea la aceste  
frecvențe generează un factor de umplere a tensiunii rezultate satisfăcător de ridicat pentru o  
39 eventuală redresare și utilizare ulterioară și în alte tipuri de aplicații.

# RO 127700 B1

## Revendicări

1. Transformator de înaltă tensiune cu acumulare de energie magnetică în miez, **caracterizat prin aceea că**, în vederea obținerii de înaltă tensiune, este alcătuit dintr-un miez din tole feromagnetice (1-6), în structură E+I, asamblate fără întrefier, peste care este dispusă o carcasă din material izolant (1-4), din fibră de sticlă, pe care se bobinează:
- o înfășurare primară (1-1) din sârmă de CuEm 1 L, ce are bobinajul realizat spiră lângă spiră, dispus pe maximum 75% din înălțimea carcusei, alimentată cu un semnal de comandă ce conține doar impulsuri pozitive, cu amplitudine constantă, constituit prin succesiunea a două perioade, și anume: o perioadă activă (2-1), formată din trenuri de 8-50 impulsuri, având un factor de umplere cuprins între 35 și 85%, și o perioadă de relaxare (2-2) ce durează aproximativ cât perioada activă (2-1), cu variații posibile de  $\pm 20\%$  din durata perioadei active (2-1);
  - un strat izolator (1-3), bobinat peste înfășurarea primară (1-1), realizat din bandă rezistentă la înaltă tensiune care a fost impregnată cu rășină epoxidică sau fibră de sticlă;
  - o înfășurare secundară (1-2), dispusă peste stratul izolator (1-3), realizată din conductor CuEm 2 L sau 3 L, bobinată spiră lângă spiră, pe 100% din înălțimea carcusei, în straturi succesive, fără a fi necesară dispunerea izolației între straturile bobinajului secundar și
  - un strat izolator (1-5), bobinat peste înfășurarea secundară (1-2), realizat din bandă rezistentă la înaltă tensiune care s-a impregnat cu rășină epoxidică sau fibră de sticlă.
2. Transformator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** miezul (1-6) poate fi construit și din ferită, cu secțiunea centrală circulară.
3. Transformator conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** înfășurarea primară (1-1) și înfășurarea secundară (1-2) se realizează prin:
- stabilirea unui sens de bobinare (3-1) și a unui sens de avansare de-a lungul carcusei (3-2);
  - efectuarea bobinajului spiră lângă spiră de-a lungul carcusei (1-4), până la umplerea unui rând de bobinaj (3-4);
  - revenirea în sens invers nu prin bobinarea spirelor ci direct, cu firul întins, până la începutul precedentului strat de bobinaj (3-5);
  - începerea din nou a realizării spirelor (3-7) pe un nou strat;
  - repetarea operațiunilor (3-6) până la atingerea numărului de spire dorit.
4. Transformator conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că** tensiunea de ieșire din secundar are caracteristica de amplitudine similară încărcării în trepte (4-1) și depinde de numărul și frecvența impulsurilor din semnalul de comandă aplicat pe înfășurarea primară (1-1).

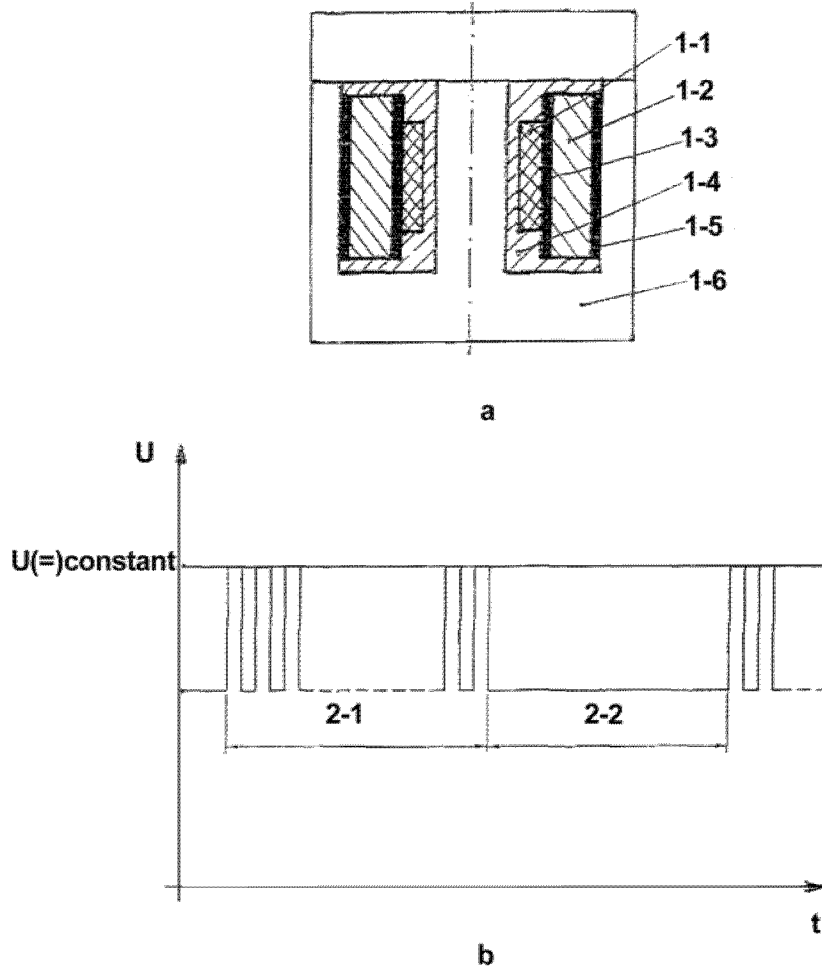


Fig. 1



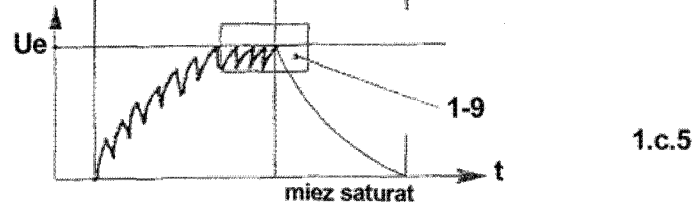
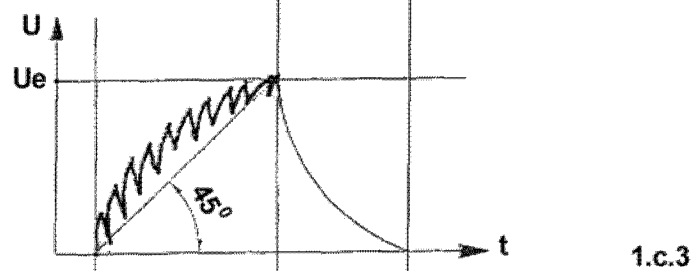
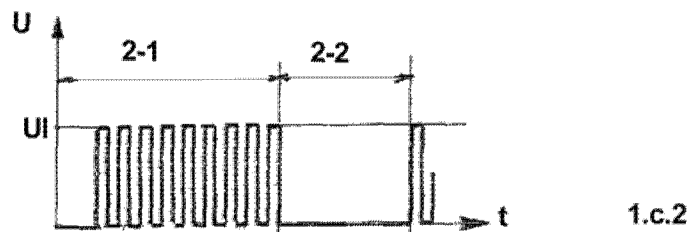
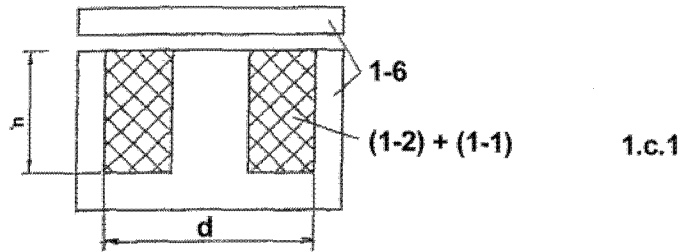
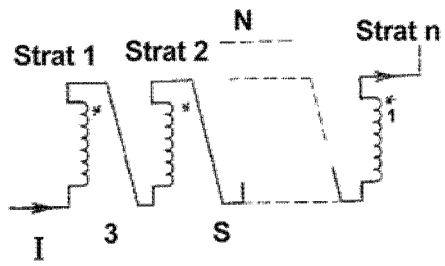


Fig. 1c

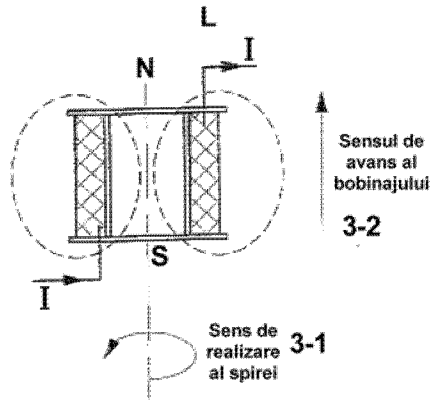


1.d.1

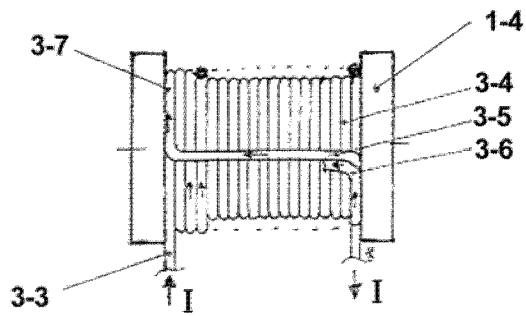


1.d.2

I Bobine Inseriate



1.d.3



1.d.4

Fig. 1d

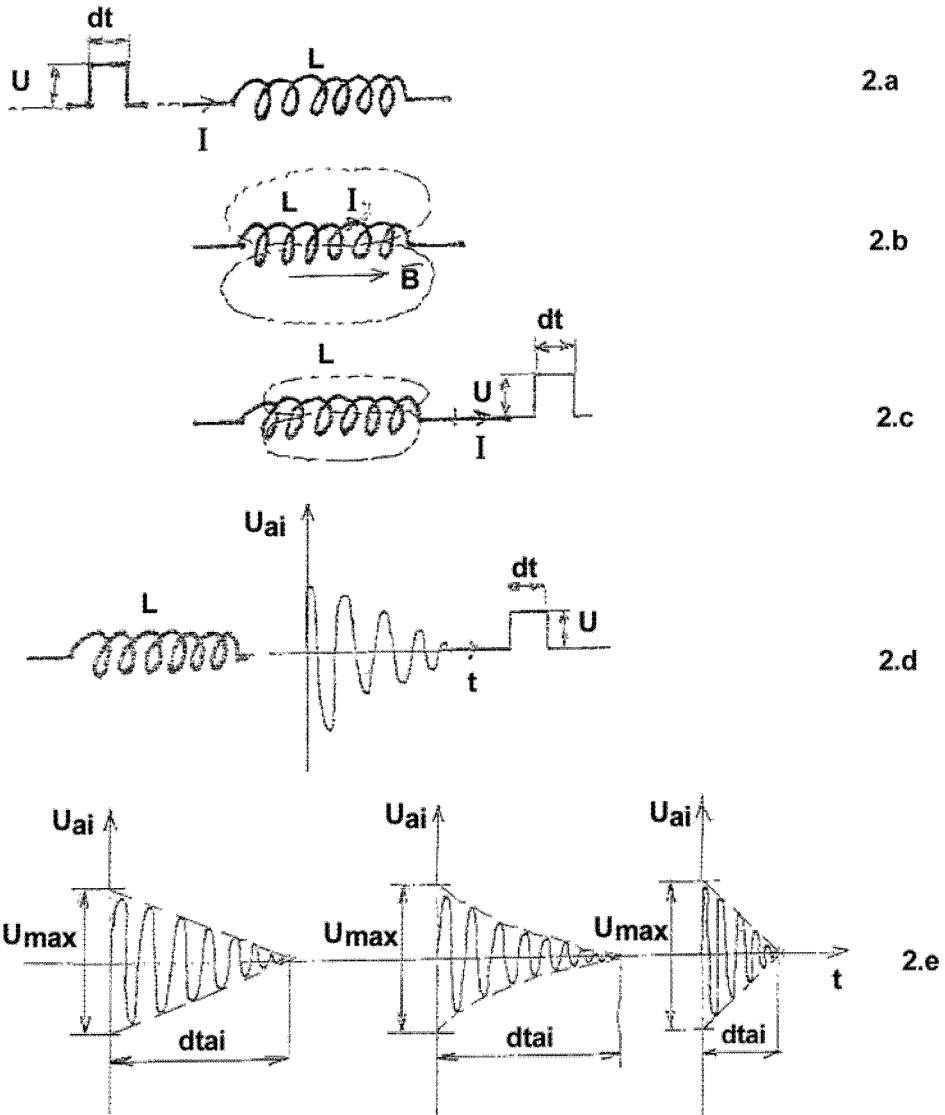


Fig. 2

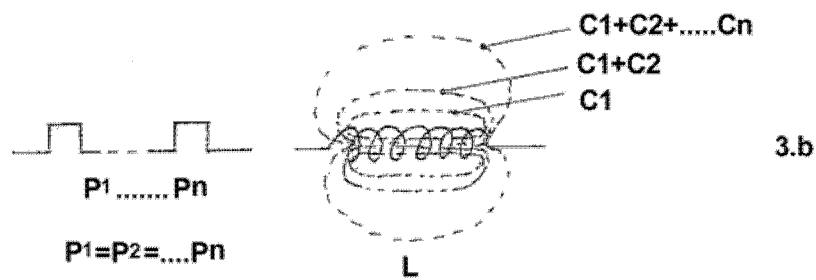
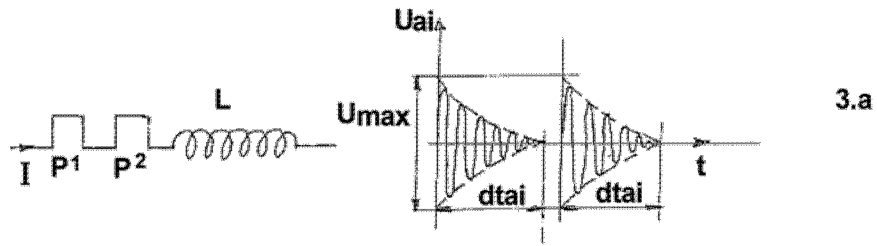


Fig. 3

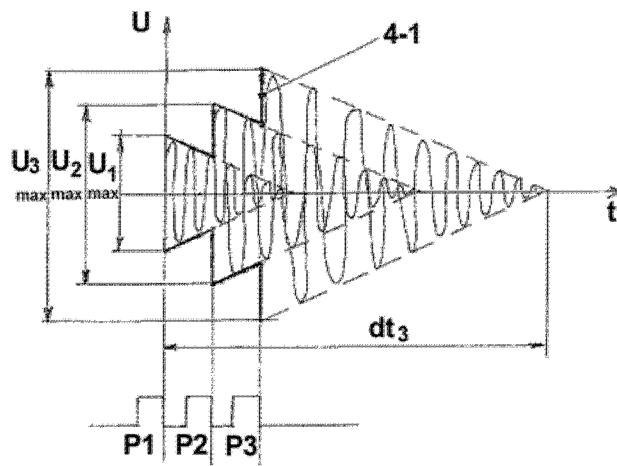


Fig. 4

