



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00060**

(22) Data de depozit: **27.01.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2012 BOPi nr. 8/2012

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"**
DIN SUCEAVA, STR. UNIVERSITĂȚII NR. 13,
SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• **RAȚĂ GABRIELA, BD. GEORGE ENESCU**
NR. 2, BL. 7, SC. D, ET. 4, AP. 13, SUCEAVA,
SV, RO;

• **CIOATĂ CARMEN VIOLETA, STR. GĂRII**
NR. 11, BL. CAZARMĂ L. ET. 1, AP. 7,
PAȘCANI, IS, RO;
• **PLEȘCA ADRIAN TRAIAN,**
ALEEA ROZELOAR NR. 2, BL. D1, SC. A,
AP. 4, IAȘI, IS, RO;
• **RAȚĂ MIHAI, BD. GEORGE ENESCU**
NR. 2, BL. 7, SC. D, AP. 13, ET. 4, SUCEAVA,
SV, RO;
• **SCÎNTEE ALINA, ALEEA DECEBAL**
NR. 17, BL. C8, SC. B, ET. 3, AP. 13, IAȘI,
IS, RO

(54) **METODĂ ȘI INSTALAȚIE PENTRU MĂSURAREA
INTENSITĂȚII ȘI INDUCȚIEI CÂMPULUI MAGNETIC ÎNTR-UN
SPAȚIU TRIDIMENSIONAL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație pentru măsurarea intensității și inducției câmpului magnetic, ce poate fi folosită la studiul câmpului magnetic alternativ, în funcție de factorii săi de influență într-un spațiu tridimensional, precum și la trasarea caracteristicilor intensității sau inducției câmpului magnetic, în funcție de coordonatele dorite. Instalația conform invenției este constituită dintr-o sursă de alimentare reglabilă, obținută cu un autotransformator (1), un ampermetru (2) și un voltmetru (3), iar tensiunea reglabilă și controlată de la bornele sursei (1) se aplică la bornele unor bobine (4 și 5), sursa de câmp, constituită dintr-un dispozitiv electromagnet (6), are un volum util în care se măsoară intensități și inducții ale câmpului magnetic de formă paralelipipedică; măsurarea intensității câmpului magnetic se face cu un teslametru (8) electronic, asociat cu un senzor (S1) universal, miniaturizat, ce transmite datele numerice, printr-un model de adaptare (9), la un calculator (10), iar deplasarea senzorilor este realizată de către un manipulator sau un robot (11), în punctele de coordonate, în fiecare punct de măsurare senzorul fiind oprit un timp minim, pe durata măsurării.

Revendicări: 3
Figuri: 8

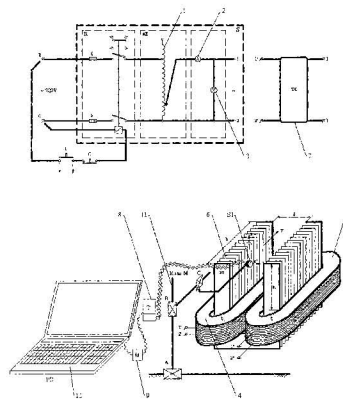
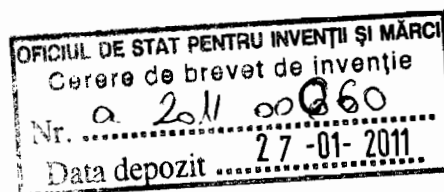


Fig. 1





Metodă și instalație pentru măsurarea intensității și inducției câmpului magnetic într-un spațiu tridimensional

Invenția se referă la o metodă și o instalație de măsurare a intensității și inducției câmpului magnetic într-un spațiu tridimensional ce poate fi folosită la studiul câmpului magnetic alternativ funcție de factorii săi de influență într-un spațiu tridimensional, precum și la trasarea caracteristicilor intensității sau inducției câmpului magnetic funcție de coordonatele dorite în scopul realizării unor cercetări științifice care să conducă la aplicații tehnice noi destinate să valorifice proprietățile lichidelor situate în câmp magnetic alternativ.

Există pentru măsurarea inducției și a intensității câmpului magnetic alternativ o gamă diversificată de senzori, pasivi sau activi, de mare performanță, care pot acoperi tot domeniul necesar fără a fi specializați pentru zone punctiforme sau care au volume cu anumite forme geometrice. Intensitatea și inducția câmpului magnetic alternativ fiind mărimi fazoriale, trebuie cunoscute ca mărime, direcție și sens, fapt care complică procesul de măsurare. De asemenea, sunt dificultăți în a cunoaște cu precizie coordonatele punctului în care se realizează măsurarea.

Dezavantajul soluțiilor existente constă în faptul că în cazul studiului câmpului magnetic alternativ într-un volum dat sunt necesare multe date experimentale care pentru a fi obținute direct necesită o durată mare a încercărilor.

Invenția rezolvă următoarele probleme tehnice :

- măsurarea intensității și a inducției câmpului magnetic alternativ în valori efective local (teoretic punctiform) cu senzori de câmp magnetic alternativ miniaturizați;
- măsurarea intensității și a inducției în valori efective medii cu senzori magnetici cadru, fixe sau deplasabili, corespunzători unor suprafețe plane;
- măsurătorile au loc pentru un ansamblu de puncte cu coordonate prestabilite în primul caz și la diferite distanțe cunoscute în al doilea caz;
- stocarea datelor obținute prin măsurători;
- trasarea caracteristicilor intensitate, inducție (H sau B) câmp magnetic, coordonate carteziane: (x , y sau z) cu originea într-un punct dat, adică $H(x)$ sau $H(y)$ sau $B(y)$ respectiv $H(z)$ sau $B(z)$;
- trasarea caracteristicilor intensitatea H sau inducția B funcție de două coordonate carteziane: $H(x, y)$ pentru coordonata $z = \text{const.}$ Sau alte combinații pentru suprafețe plane situate în planul XOY ;

- trasarea unor linii echipotențiale pentru intensitatea H sau inducția B dorite care pot oferi o imagine practică sugestivă a spectrului câmpului magnetic sau care pot servi la validarea unor studii teoretice.

Măsurătorile se pot limita numai la cunoașterea valorilor mărimilor lor H și B , direcția și sensul fazorilor se cunosc sau se pot stabili cu măsurări adecvate.

Metoda, conform invenției, cuprinde modul de obținere a datelor pentru trasarea caracteristicilor, care arată dependența intensității și inducției câmpului magnetic de coordonatele punctelor de măsurare în cazul senzorilor de câmp alternativ miniaturizați și de distanțele față de un reper dat senzorilor cadru folosiți la suprafețe sau volume cunoscute.

Aplicarea metodei se realizează cu o instalație care cuprinde o sursă de alimentare de la rețeaua de curent alternativ cu tensiunea, curentul sau frecvența reglabile în limite largi cu aparate de măsurare ale mărimilor respective, o sursă de câmp magnetic ce poate fi un dispozitiv electromagnetic, cu sau fără circuit magnetic, ce asigură într-un volum dat un câmp magnetic reglabil a cărei intensitate și inducție pot fi măsurate cu senzori pentru zone punctiforme sau suprafețe, volume asociate cu teslametre electrice performante, permit cunoașterea valorilor efective sau medii efective a acestora, un calculator capabil să realizeze programele de obținere a datelor, stocarea acestora și trasarea caracteristicilor specifice câmpului magnetic alternativ, un manipulator sau robot care deplasează senzorul cu care este echipat în punctele de coordonate sau cu distanțele stabilite, oprește senzorul o durată în zona respectivă pentru a se face măsurarea și stocarea datelor.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- cu senzorul universal miniaturizat se pot măsura intensitatea și inducția câmpului magnetic alternativ în valori efective în orice punct al unui volum dat de orice formă geometrică accesibilă senzorului;

- cu senzori cadru corespunzători fiecărui volum dat pot fi măsurate intensitatea și inducția câmpului magnetic alternativ în valori efective medii, fie pentru o suprafață plană, care prin deplasare pe înălțimea unui volum dat se poate urmări cum variază acestea, fie cu un senzor pentru tot volumul, care este nedeplasabil, dar poate oferi evoluția în timp a celor două mărimi sau dependența acestora de variația curentului electric;

- procesul de măsurare decurge automat funcție de programul ales cu durata minimizată, iar valorile mărimilor măsurate, intensitatea și inducția, împreună cu coordonatele în care se face măsurarea sunt stocate în calculatorul care asigură comanda procesului de măsurare.

- datele stocate permit trasarea caracteristicilor care arată dependența intensității și inducției de coordonatele respective, reprezentarea acestora permit să se studieze: uniformitatea câmpului magnetic, calitatea reglajului și limitele posibile, informații necesare la unele aplicații tehnice;

- poate fi adusă zona care are câmpul magnetic uniform conform unor cerințe impuse și se pot verifica diferite procedee de uniformizare concepute.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare în legătură și cu fig. 1.... 8, care reprezintă:

- fig.1, instalația de măsurare a valorilor numerice ale intensității și inducției câmpului magnetic pentru coordonatele programate, stocarea datelor și afișarea caracteristicilor.

- fig.2, senzorii S_1 , S_2 (sau S_2^1) și S_3 pentru volumul de lucru paralelipipedic al întrefierului sursei de câmp magnetic alternativ din fig.1;

- fig.3, senzorii S_1 , S_2 și S_3 ai sursei de câmp magnetic alternativ, o bobină cilindrică fără miez feromagnetic;

- fig.4, senzorii S_2 și S_3 la o sursă de câmp magnetic toroidală, fără miez feromagnetic, cu secțiune dreptunghiulară;

- fig.5 ,miez feromagnetic special; senzorul universal situat în volumul de lucru a- miez complet b- porțiune din secțiune;
- fig.6 senzorii S2 și S3 pentru miezul toroidal din fig.5
- fig.7, caracteristicile intensitatea și inducția câmpului magnetic H și B, succesiv funcție de coordonatele carteziene x, y, z ale volumului de lucru al întrefierului paralelipipedic, adică H(x) sau B(x), H(y) sau B(y) și H(z) sau B(z);
- fig.8, caracteristicile H(x, y) sau B(x, y) la volumul de câmp magnetic din fig.1 pentru diferite valori ale coordonatei z.

Instalația, conform invenției, fig.1, are o sursă de alimentare cu tensiune reglabilă obținută cu un autotransformator 1, cu instrumentele de măsură ampermetrul 2 și voltmetrul 3, iar tensiunea reglabilă și controlată de la bornele 1-2 ale sursei 1 se aplică la bornele 1'-2' ale bobinelor 4 și 5 (montate în serie sau paralel cu sursa de câmp a dispozitivului electromagnetic 6).

În cazul curentului reglabil se introduce o trusă de curent suplimentară 7.

Dacă sunt necesare frecvențe de alimentare diferite de 50 Hz se adaugă o sursă de frecvențe variabilă nefigurată.

Sursa de câmp, un dispozitiv electromagnetic 6, are volumul util în care se măsoară intensități și inducții ale câmpului magnetic de formă paralelipipedică cu dimensiunile δ , b și h.

Măsurarea inducției (intensității câmpului magnetic) se face cu teslametrul electronic 8 asociat cu senzorul universal miniaturizat S1 ce transmite datele numerice prin modelul de adaptare, 9, la calculatorul 10.

Deplasarea senzorilor o realizează un manipulator sau un robot 11 în punctele de coordonate, în fiecare punct de măsurare senzorul este oprit pe durata măsurării, o durată minimă.

Sursele de câmp magnetic alternativ aparțin următoarelor categorii:

- dispozitive electromagnetice-construcții electrotehnice bazate pe electromagneți și aplicațiile acestora, având unul, două sau mai multe întrefieruri de lucru, eventual cu volumul reglabil, în variante monofazate sau trifazate;
- surse de câmp magnetic alternativ tip transformator;
- surse de câmp magnetic alternativ pulsatoriu sau cu mișcare de rotație obținute prin adaptarea statoarelor motoarelor asincrone;
- surse de câmp magnetic alternativ pulsatoriu sau cu mișcare de translație, obținute pe baza statoarelor inductor ale motoarelor electrice liniare asincrone.

De la surse electromagnetice de câmp magnetic alternativ cu un singur întrefier de lucru din fig.1, este prezentat în fig.2.a numai imaginea volumului având cotele δ , b și h pentru a prezenta senzori de câmp folosiți.

În acest caz liniile intensității $\vec{H}$ și a inducției $\vec{B}$ au direcția perpendiculară pe piesele polare în tot volumul de lucru.

Pentru măsurare se folosesc trei senzori de tip magnetic:

- senzorul S1 miniaturizat, fig.2.b., o bobină cilindrică 1 bobinată cu fir de cupru izolat subțire pe un miez izolat 2 realizat prin strunjire, având o tijă izolată 3 pentru a se putea prinde la manipulatorul M sau robotul R. Senzorul S1 trebuie situat cu axa sa AA' pe direcția liniilor de câmp, iar deplasarea sa se poate face păstrând direcția pe axa de coordonate (x, y și z) în limitele volumului de lucru al senzorului S1, oferind valoarea medie efectivă a intensității sau inducției câmpului magnetic local.

- senzorul S2, fig.2.c. are un semnal de tensiune proporțional cu intensitatea sau inducția efectivă medie pe o suprafață plană, egală cu a piesei polare ($\delta \times h$) deoarece bobina în varianta S2

a senzorului 1 este bobinată în creștătura unei plăci izolante 2 sau pe un cadru 2, profil U, în cazul S2', fig.2.d.

- senzorul S3, fig.2.e, permite să se obțină valoarea medie efectivă a intensității sau inducției pe întregul volum, deoarece are bobina 1 situată pe o carcasă dreptunghiulară izolantă 2 într-un singur strat egal cu întrefierul δ , iar secțiunea sa este egală cu a piesei polare. În acest caz nu este necesar deplasarea senzorului S3.

În toate cazurile tensiunea electromotoare inclusă în bobină este proporțională cu inducția B, respectiv intensitatea H:

$$E = \sqrt{2}\pi f N S B = \sqrt{2}\pi f N S \mu_0 H,$$

unde N este numărul de spire; f-frecvențe; S-secțiunea bobinei; μ_0 - permeabilitatea magnetică a aerului.

În fig.3 este prezentată o sursă de câmp magnetic o bobina cilindrică 1 (sau dreptunghiulară) la care volumul de lucru este delimitat de suprafața secțiunii, $s = \frac{\pi d_1^2}{4}$ și înălțimea h.

În acest caz cei trei senzori sunt:

- Senzorul S1 rămâne același, numai poziția sa pe tijă este rotită cu 90° pentru a-l situa în orice punct al volumului de lucru cu axa sa AA' pe paralele la axa bobinei;

- Senzorul S2 are bobină inductoare 2 bobinată într-un conductor circular pe o rondelă izolantă subțire 3, care poate fi deplasată cu tija izolantă 4 de către manipulatorul M sau robotul R în volumul de lucru în orice punct al înălțimii bobinei și chiar în afara acesteia;

- Senzorul S3 poate fi o bobină 5 într-un singur strat din conductor de cupru emailat subțire bobinată pe cilindrul izolant al bobinei 6 sau carcasa dreptunghiulară la bobine de această formă;

- În cazul unei surse de câmp magnetic fără miez feromagnetic având o înfășurare toroidală 1, fig.4 bobinată pe un vas toroidal izolant 2 cu razele într-un singur strat, senzorul universal S1 rămâne același, iar poziția sa la măsurare este cu axa tangentă la axul situat în volumul de lucru, iar senzorul S3 are o bobină toroidală uniform poziționată, având conductor de cupru subțire.

În fig.5.a este prezentată o soluție cu vas toroidal dreptunghiular pentru lichide 1, cu bobină cilindrică 2 și cu circuit magnetic format din trei repere. Miezul toroidal din bandă feromagnetică spiralată 3, având piesele polare 4 (deplasabilă) și 4' (fixă) din rondele feromagnetice ștanțate, în trepte. Vasul toroidal 1 cu lichidul 5 poate fi montat când reperul 4 este scos. Înălțimea vasului 1 poate fi reglată în anumite limite. Deplasarea miezului 4 permite și montarea mai multor bobine de excitație, dacă se cer.

În fig.5.b este reluată o imagine parțială a circuitului magnetic toroidal special în care se indică senzorul universal S1 cu care se poate măsura intensitatea sau inducția magnetică în orice punct din volumul care va fi ocupat cu lichid.

În fig.6.a este prezentat senzorul S2 cu care se poate măsura intensitatea și inducția magnetică în valorii medii efective pe o suprafață plană a volumului de lucru care poate fi deplasat de senzor pe înălțimea volumului de lucru; iar în fig.6.b este prezentat senzorul S3 care poate da valoarea intensității și inducției magnetice a întregului volum de lucru.

Direcția câmpului magnetic $\vec{H}$ este paralelă cu înălțimea h, deci axa senzorului S1 va fi paralelă cu aceste direcții.

La sursa dată senzorii S2 și S3 sunt bobine cilindrice realizate pe înălțimea și raza exterioară vasului toroidal ilustrat în figura 5.a.

În fig.7.a este prezentat doar volumul întrefierului de lucru al sursei 6 din fig.1 pentru a ilustra cum sunt trasate caracteristicile $H(x)$, $H(y)$ și $H(z)$ cu origine „O” a conductoarelor din figură.

Caracteristica $H(x)$, fig.7.b arată câmpul magnetic relativ uniform în regiunea întrefierului δ .

Caracteristica $H(y)$, fig.7.c confirmă concluzia anterioară și pe coordonate y pe lungimea „ l ” a întrefierului. În acest caz măsurătorile pot continua și în afara lungimii „ l ” pe coordonata y .

Caracteristica $H(z)$, fig.7.d arată că, în zona întrefierului pe distanțe „ h ”, câmpul este practic constant, dar tinde la zero la distanțe relativ mici, în afara zonei.

Toate datele experimentale sunt obținute cu senzorul S1 orientat cu axa sa perpendiculară pe suprafețele polare.

În fig.8.a este reprezentată caracteristica $H(x,y)$ pentru un plan paralel cu baza volumului de lucru la o distanță $z \in 0-h$, în zona volumului de lucru și în afara acestuia pe direcția y în ambele sensuri.

Se obține o suprafață curbilinie care caracterizează uniformitatea câmpului magnetic în planul ales.

Câmpul magnetic poate fi studiat și în afara zonei întrefierului de lucru, fig.8.b.

De exemplu, deplasând senzorul universal S1 în afara volumului de lucru, în planul P corespunzător tolei marginale, în zona centrală la o anumită distanță și măsurăm valoarea intensității și a inducției câmpului magnetic și apoi o deplasăm în planul respectiv astfel încât să se mențină aceiași valoare, se obține o linie de câmp echipotențială e_1 . Analog putem construi liniar echipotențială e_n pentru a doua tolă marginală. Repetând măsurătorile pentru acele tole active vom obține experimental o suprafață echipotențială S_{op} .

Procedeu descris permite să se valideze experimental orice imagine a liniilor și suprafețelor echipotențiale obținute cu ajutorul calculatorului.

Metoda și instalația conform invenției permit studiul oricărei variante constructive a surselor de câmp magnetic operativ, eficient și economic.

Revendicări

1. Metodă de măsurare a intensității și a inducției câmpului magnetic al surselor acestuia, în valori efective, în curent alternativ, caracterizată prin aceea că folosește un teslametru electronic cu modul de cuplare la calculator asociat cu:

- senzor miniaturizat universal adaptat la aparatul menționat cu care se pot măsura și înregistra valorile efective locale ale intensității și inducției câmpului magnetic în punctele programate ale volumului de lucru (măsurarea locală sau punctiformă).
- senzor cadru pentru o suprafață plană a volumului de lucru perpendiculară pe direcția liniilor de forță cu bobina având forma conturului volumului, secțiunea transversală minimizată cu care se pot obține valori medii efective ale intensității și inducției corespunzătoare suprafeței respective, care este deplasabilă în orice punct al înălțimii volumului și senzor-bobină, cu înfășurarea într-un singur strat situat care cuprinde tot volumul coaxial cu direcția liniilor de câmp ce poate oferi o valoare medie efectivă a întregului volum pentru intensitate și inducție.

2. Senzorii de câmp magnetic conform cu revendicarea 1 caracterizați prin aceea că un senzor miniaturizat este universal (pentru toate variantele de volum) și doi senzori sunt specifici fiecărui tip de volum (paralelipipedic, cilindric, toroidal etc) care permit să se obțină valori medii ale intensității și inducției pentru o suprafață și volumul de lucru al sursei.

3. Instalație pentru măsurarea, local și global, a intensității și inducției câmpului magnetic al surselor acestuia într-un spațiu tridimensional, stocarea datelor și trasarea caracteristicilor acestuia funcție de coordonatele respective în curent alternativ caracterizată prin aceea că are trei componente de bază:

- calculatorul cu programele de lucru pentru înregistrarea datelor, stocarea acestora și trasarea caracteristicilor solicitate de operatorul uman;
- un aparat electronic de măsurare cu modul de cuplare la calculator care asociat cu senzori de câmp speciali poate măsura intensitatea sau inducția câmpului magnetic;
- manipulator sau robot care în procesul automatizat de măsurare are funcția de a deplasa senzorul atașat în punctele de măsurare, de a măsura în fiecare punct de măsurare până la derularea completă a programului.

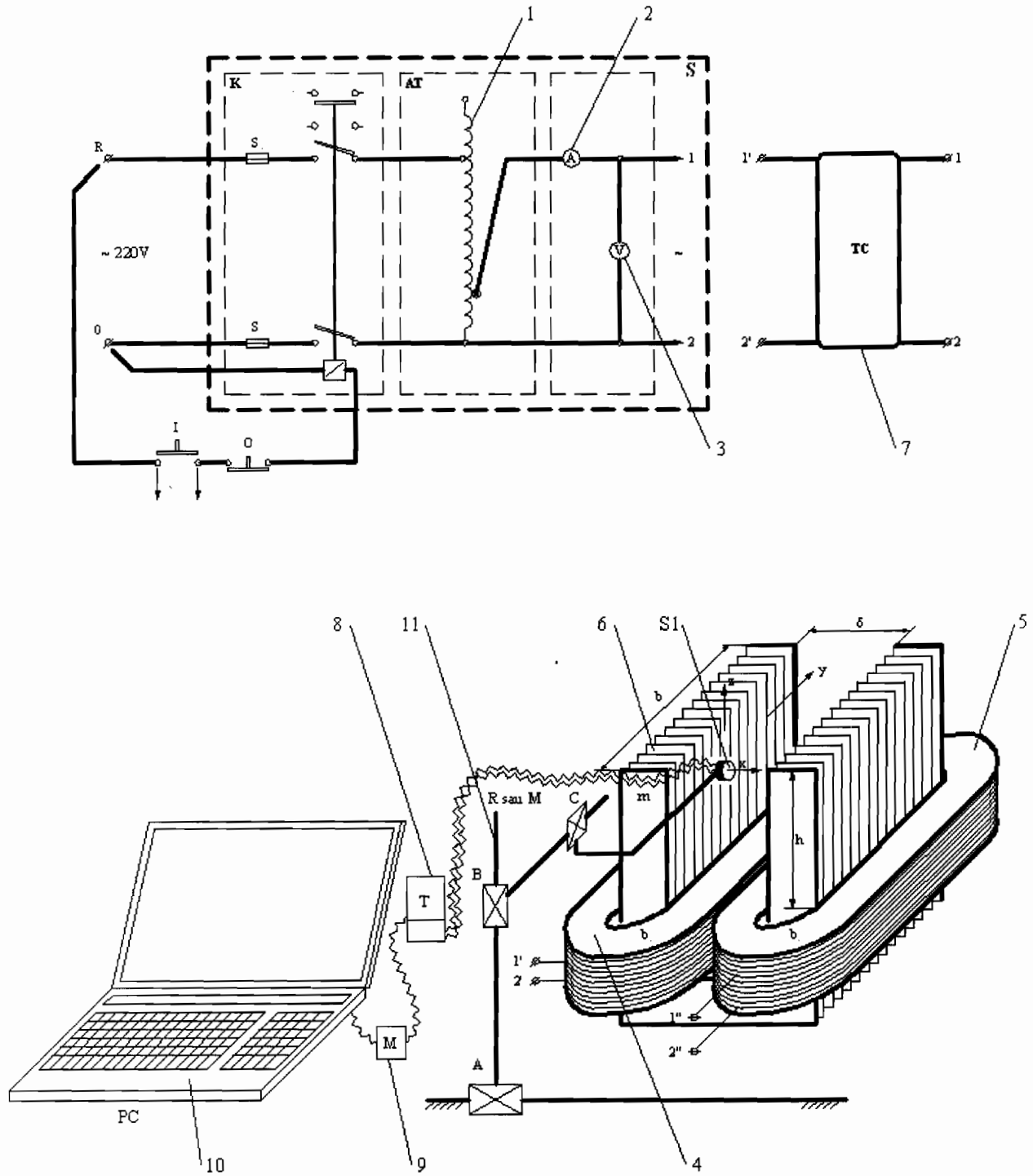


Fig.1

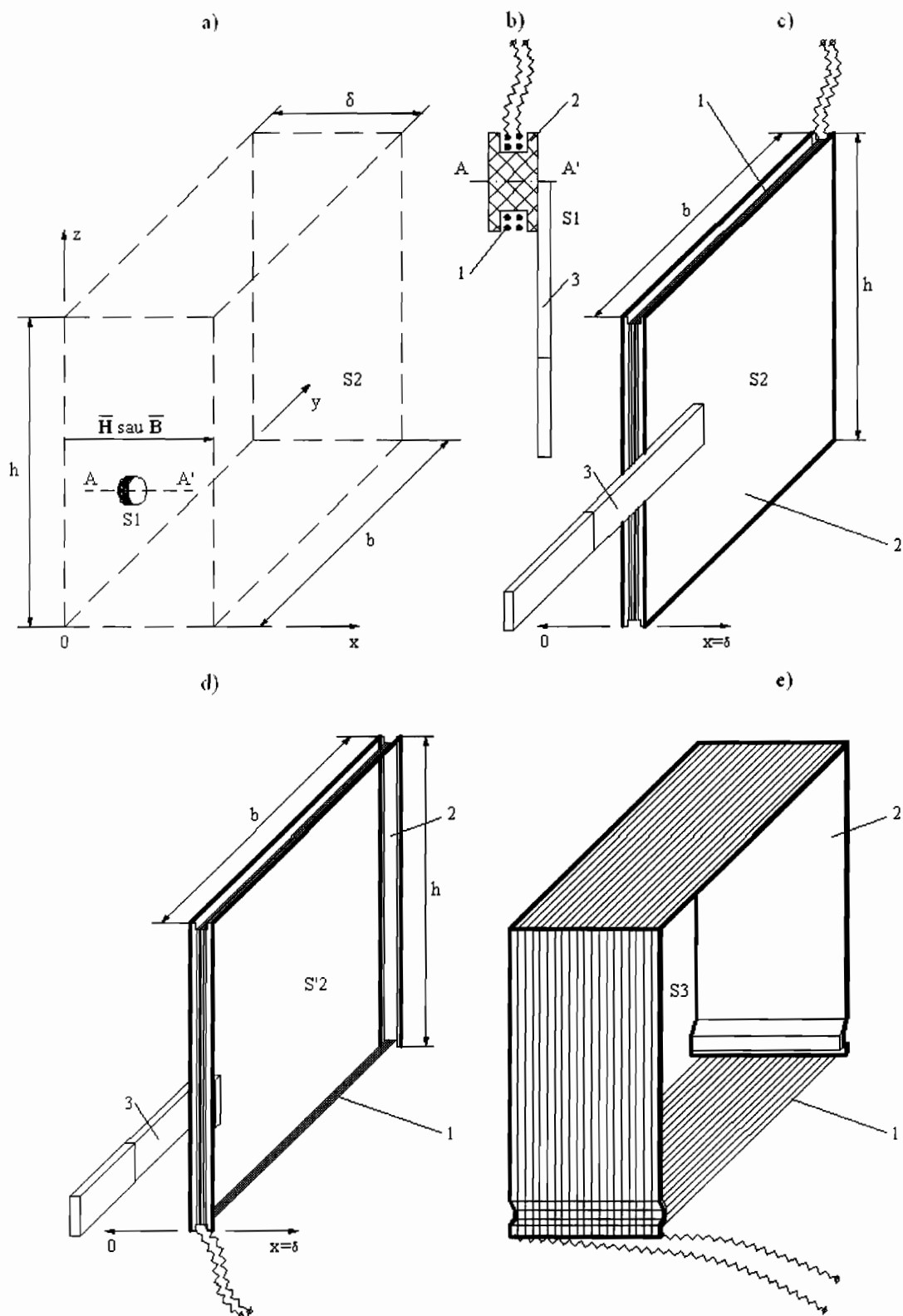


Fig.2

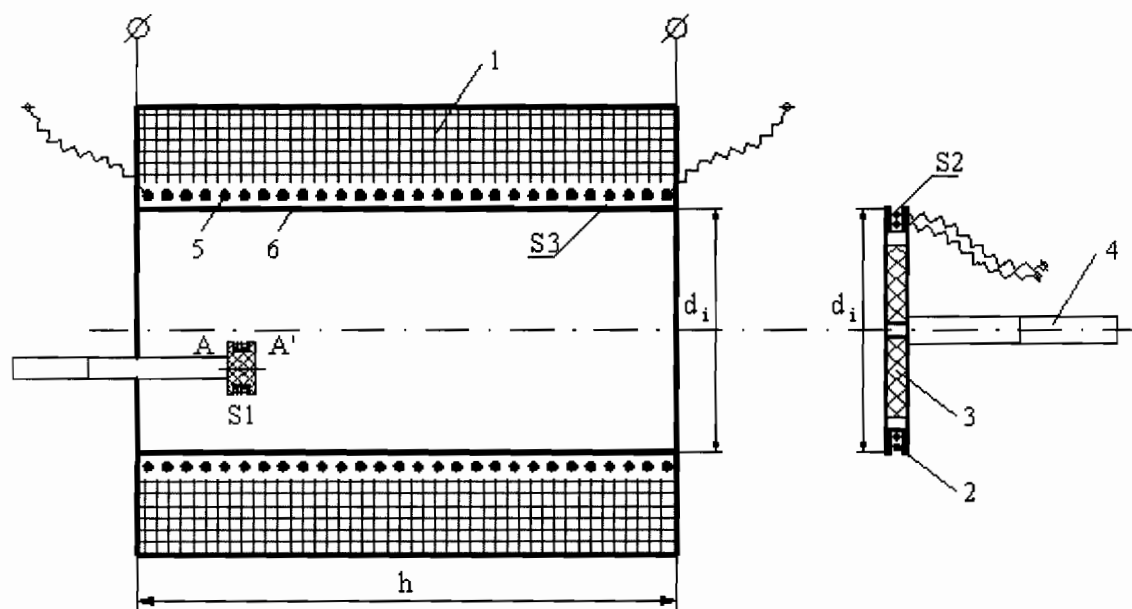


Fig.3

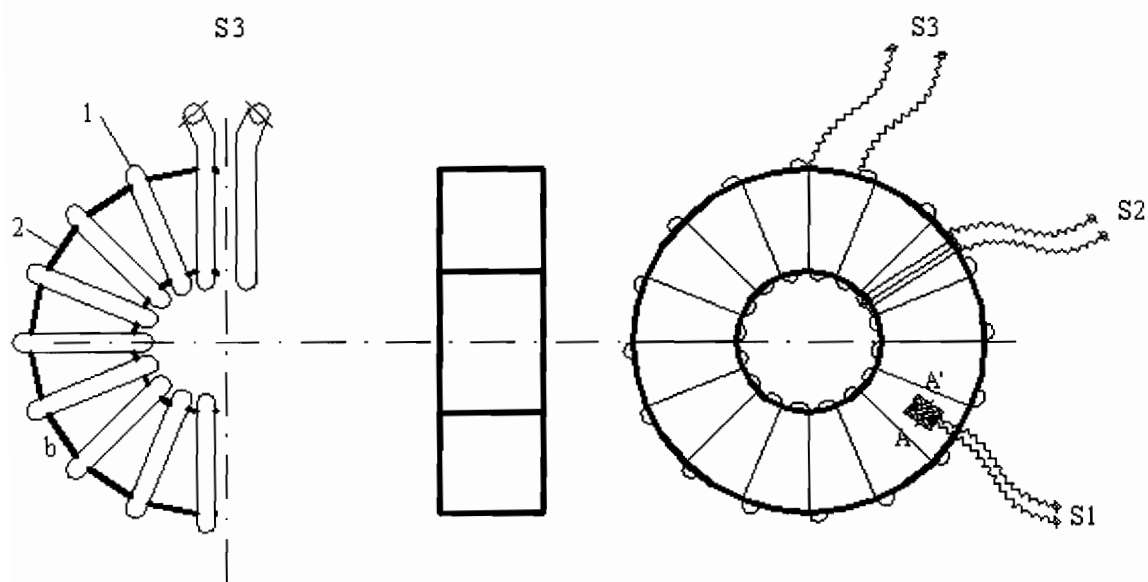


Fig.4

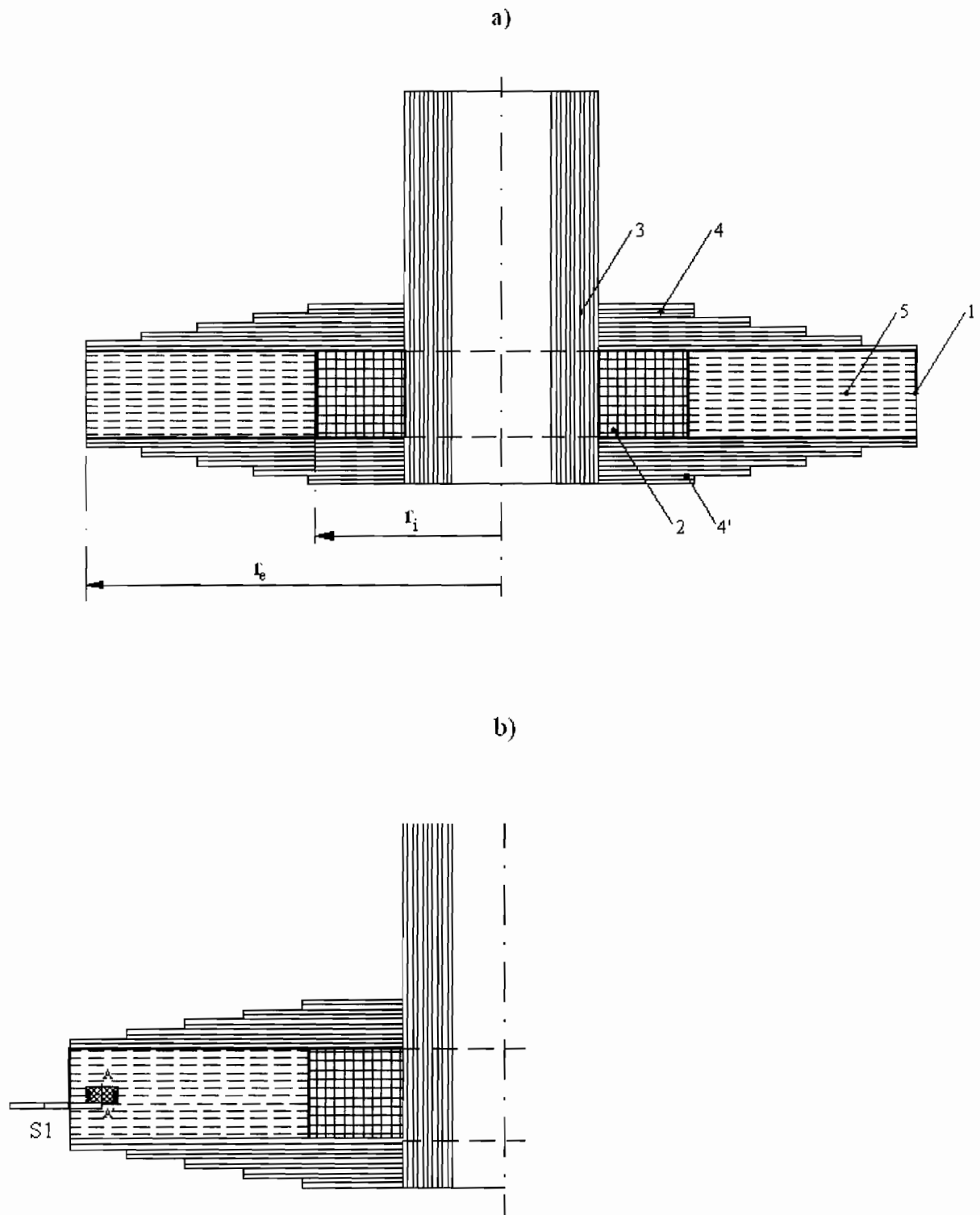


Fig.5

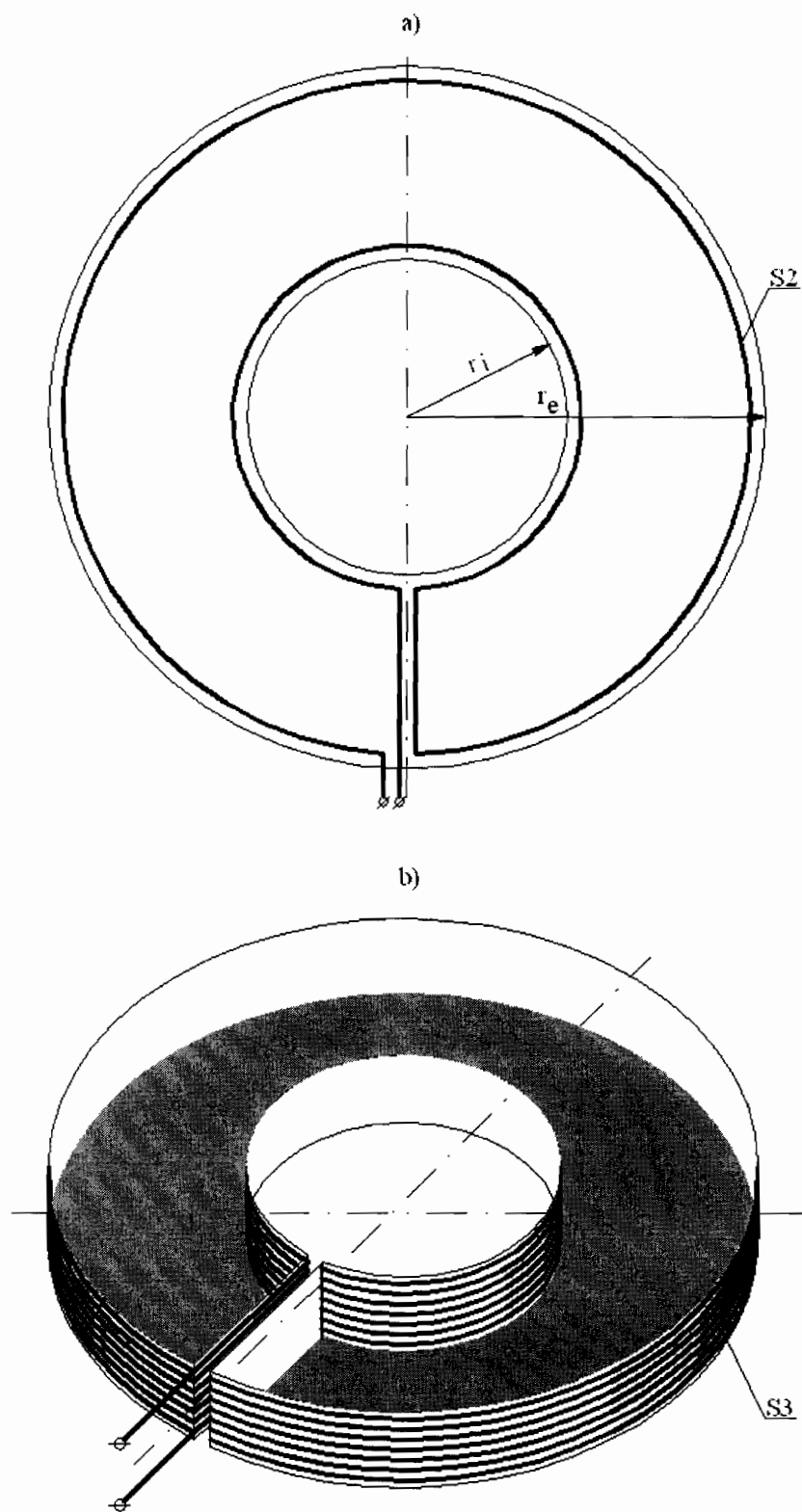


Fig.6

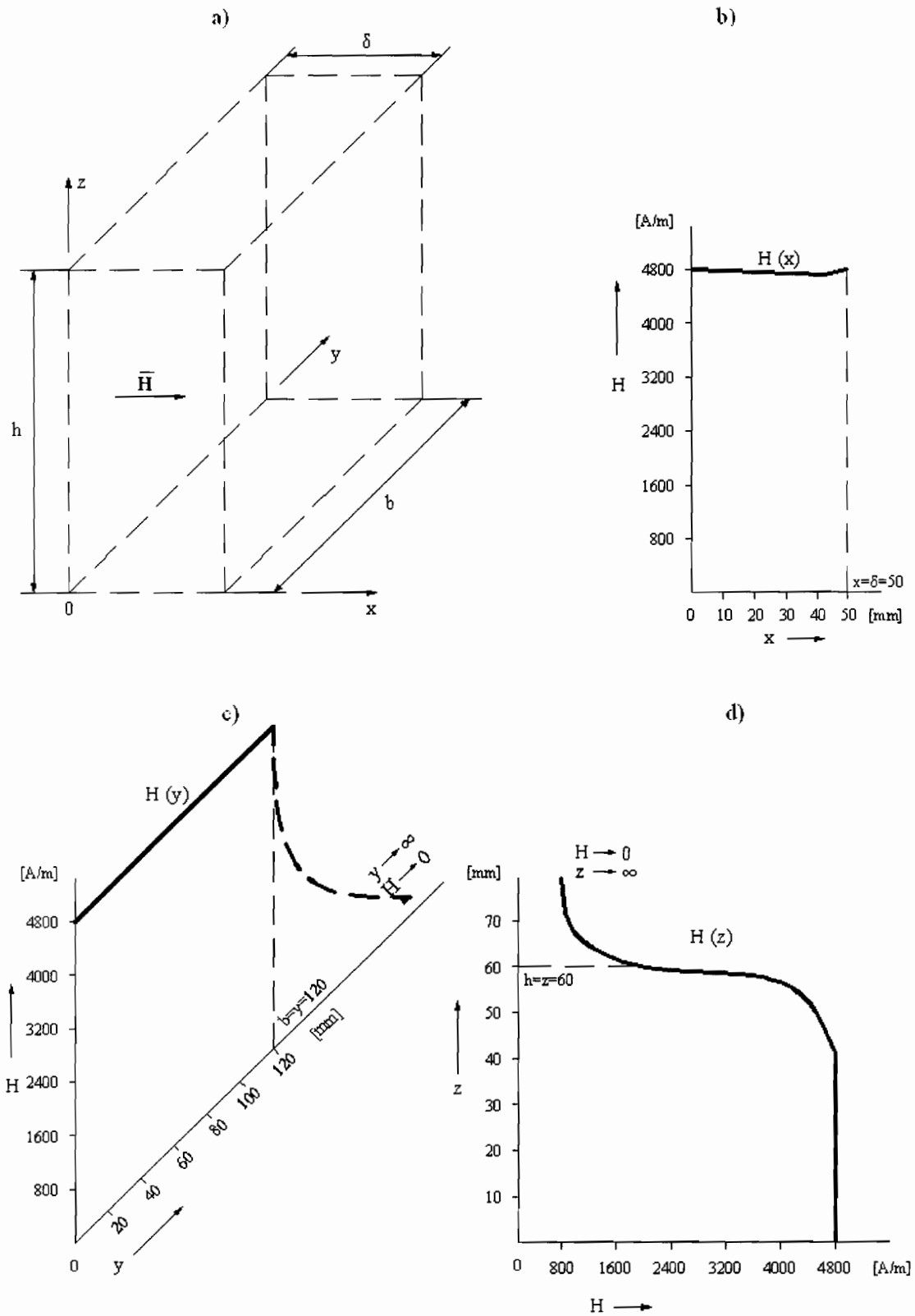


Fig.7

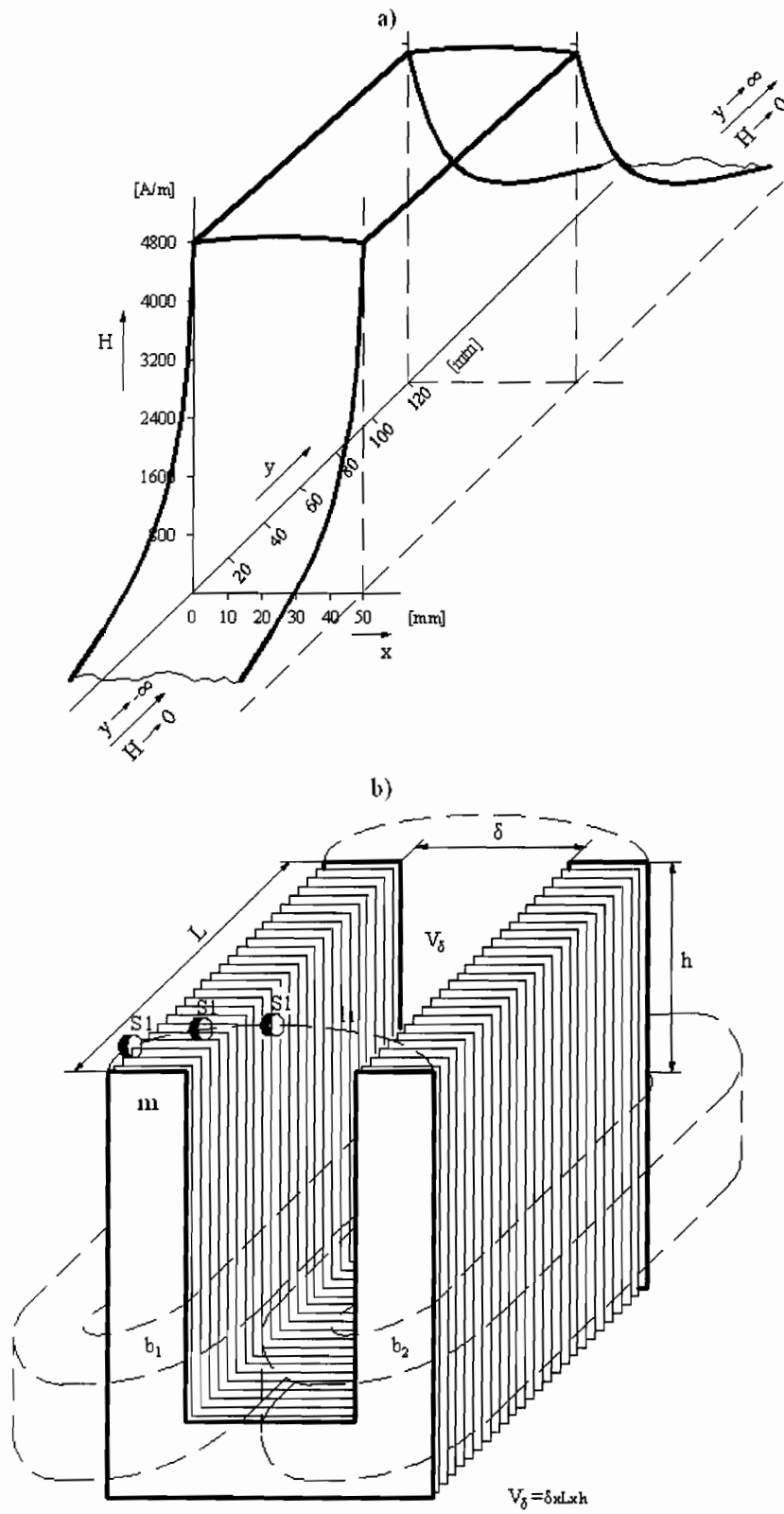


Fig.8