



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 01026

(22) Data de depozit: 20.12.2013

(41) Data publicării cererii:
28.08.2015 BOPI nr. 8/2015

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• TEIȘANU ARISTOFAN ALEXANDRU,
STR.PĂDUROIU NR.3, BL.B25, SC.1, AP.1,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;

• IORDACHE IULIAN, STR.BUJORILOR
NR.3, BL.B 20, SC.2, ET.2, AP.8,
MĂGURELE, IF, RO;
• STANCU NICOLAE,
STR. DONEA DIANA ALEXANDRA NR. 4
BL. N18 SC. 3 ET. 3
AP. 28 SECT. 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• IORDOC MIHAI, ALEEA TERASEI NR.4,
BLE 2, SC.2, ET.1, AP.28, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

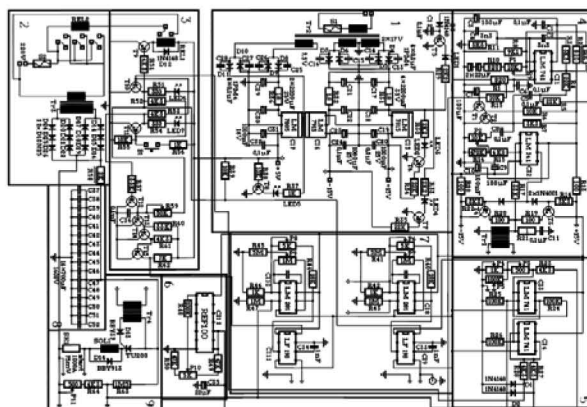
(54) MAGNETIZOR PRIN IMPULS CU COMANDĂ ANALOGICĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un magnetizor prin impuls cu comandă analogică, utilizat pentru obținerea magneților permanenți, destinați fabricării de motoare electrice sincrone și a altor dispozitive cu magneți permanenți care necesită inducții mari. Magnetizorul conform invenției este alcătuit din Blocul (1), ce cuprinde o sursă de alimentare a circuitelor părții de comandă și control al magnetizorului, Blocul (2) ce cuprinde o sursă de înaltă tensiune necesară încărcării bateriei de acumulatori, Blocul (3) ce cuprinde un circuit bistabil, care inițiază încărcarea bateriei de condensatoare și oprește procesul de încărcare la sfârșitul unui ciclu de funcționare, precum și un dispozitiv de întârziere cu rol de sincronizare a sfârșitului de ciclu, Blocul (4) oscilator în punte Wien, întrerupătorul electronic și amplificatorul final necesar deschiderii tiristorului de înaltă tensiune, Blocul (5) comparator de tensiune, care are rolul de a declanșa descărcarea bateriei de condensatoare prin bobina magnetizorului, în momentul în care tensiunea la bornele bateriei ajunge la valoarea programată, Blocul (6) ce cuprinde sursa de tensiune de precizie, cu ajutorul căreia se stabilește tensiunea de referință la intrarea în Blocul (5), Blocul (7) ce cuprinde amplificatoare pentru măsurarea tensiunii la bornele bateriei de condensatoare pe parcursul încărcării și a curentului mediu de descărcare prin bobina magnetizorului, precum și voltmetrele analogice cu memorie pentru memorarea valorii tensiunii și a curentului mediu în momentul declanșării pulsului, Blocul (8) ce cuprinde bateria de

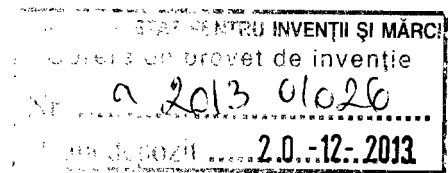
condensatoare pentru înmagazinarea energiei necesare procesului de magnetizare, Blocul (9) ce cuprinde tiristorul de înaltă tensiune prin intermediul căruia bateria de condensatoare se descarcă în bobina magnetizorului, precum și dioda rapidă de protecție, cu rol de a evita distrugerea tiristorului.

Revendicări: 1
Figuri: 1



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).





Magnetizor prin impuls cu comanda analogica

Inventia se refera la o magnetizor prin impuls cu comanda analogica, utilizat la magnetizarea senifabricatelor din NdFeB, in vederea obtinerii magnetilor permanenti destinati fabricatiei de motoare electrice sincrone si pentru alte aplicatii in domeniul dispozitivelor cu magneti permanenti care necesita inductii mari.

Se cunosc mai multe tipuri de magnetizoare prin impuls, a caror functionare se bazeaza pe descarcarea unei baterii de condensatoare intr-o bobina, fie direct, fie prin intermediul unei rezistente. Descarcarea se realizeaza fie cu ajutorul unui eclator, la care amorsarea se face prin intermediul unei surse de inalta tensiune separata, fie prin intermediul unui dispozitiv semiconductor. Cel mai frecvent utilizat dispozitiv semiconductor utilizat este tiristorul, care permite valori foarte mari ale curentului instantaneu ($2-5 \cdot 10^4 A$), suportand o diferenta de potential in stare blocata de pana la $3-5 \cdot 10^3 V$. Din punct de vedere al comenzii elementului semiconductor, se cunosc mai multe variante, de exemplu magnetizoare cu actionare digitala, care constau intr-un subansamblu bazat fie pe logica integrata, fie pe un portal coordonat de un calculator extern, la care functiile de baza (tensiunea de decarcare a bateriei de condensatoare prin bobina magnetizorului, masurarea parametrilor in timpul descarcarii (timp de descarcare, curent mediu si curent de varf prin bobina magnetizorului) se fac prin intermediul unor elemente de tip convertizor A/D, iar comanda de descarcare se realizeaza logic, fie prin intermediul subansamblului logic integrat, fie printr-o comanda externa din partea calculatorului de proces, de obicei printr-o conexiune cu separare galvanica, sau printr-o conexiune de tip RS 232 serial.

Dezavantajele solutiilor cunoscute sunt urmatoarele:

- Utilizarea a tehnici digitale ridica probleme deosebite la aceasta aplicatie, tocmai datorita modului de functionare a magnetizorului in impuls (descarcarea unei baterii de condensatoare avand o capacitate de $500-10\ 000 \mu F$, la o tensiune cuprinsa intre 500 si 2500V printr-o bobina avand o inductanta situata in domeniul $150-2500 \mu H$), care genereaza, pe langa impulsul principal destinat magnetizarii, o serie de curenti perturbatori, care au tendinta sa scoata din functiune, temporar sau ireversibil intregul dispozitiv, conducand la erori si disfunctionalitati;

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui magnetizor cu comanda de tip analogic, a carei functionare se bazeaza pe un comparator analogic, care compara evolutia tensiunii la bornele bateriei de condensatoare, ce este conectata la sursa de inalta tensiune prin intermediul unui resistor de putere montat in serie, cu valoarea analogica programata, ce foloseste ca referinta o sursa de tensiune de precizie, termostata. In momentul in care cele doua tensiuni devin egale, iesirea comparatorului analogic devine pozitiva, si, prin intermediul unui circuit izolat galvanic, este comandata deschiderea tiristorului care izoleaza bateria de condensatoare de terminalul cald al bobinei magnetizorului.

Magnetizor prin impuls cu comanda analogica, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate, prin aceea ca, este alcatuit din **Blocul 1**, ce consta din sursa de alimentare a circuitelor compunatoare a partii de comanda si control a magnetizorului, **Blocul 2**, ce consta din sursa de de inalta tensiune necesara incarcarii bateriei de acumuloare, **Blocul 3** ce cuprinde circuitul bistabil, care are rolul de a initia incarcarea bateriei de condensatoare si de a opri procesul de incarcare la sfarsitul unui ciclu de functionare, precum si din dispozitivul de intarziere cu rol de sincronizare a sfarsitului de ciclu, **Blocul 4**, oscilator in punte Wien, generator de semnal sinusoidal cu frecventa de 10 kHz, si amplitudinea de $5V^{VV}$, intrerupatorul electronic si amplificatorul final, necesar deschiderii tiristorului de inalta tesiuene, **Blocul 5**, comparator de tensiune, care are rolul de a declansa descarcarea bateriei de condensatoare prin bobina magnetizorului, in momentul in care tensiunea la bornele bateriei ajunge la valoarea programata, **Blocul 6**, ce cuprinde sursa de tensiune de precizie, cu ajutorul careia se stabileste tensiunea de referinta la intrarea comparatorului (Blocul5), **Blocul 7**, ce cuprinde amplificatoare de masura necesare pentru masurarea tensiunii la bornele bateriei de condensatoare pe parcursul incarcarii si a curentului mediu de descarcare prin bobina magnetizorului precum si voltmetrele analogice cu memorie necesare pentru memorarea valorii tensiunii si curentului mediu in momentul declansarii pulsului, **Blocul 8**, ce cuprinde bateria de condensatoare in care este inmagazinata energia necesara procesului de magnetizare, **Blocul 9**, ce cuprinde tiristorul de inalta tensiune prin intermediul caruia bateria de condensatoare se descarca in bobina magnetizorului si dioda rapida de protectie, ce are rolul de a nu permite tiristorului sa lucreze in cadranul 4, si sa evite astfel distrugerea acestei componente.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- Protectie la perturbatiile produse de dispozitivul de magnetizare in momentul descarcarii;
- Simplitate mare in comparatie cu schemele digitale;
- Pret de cost scazut;
- Fiabilitate ridicata in exploatarea;

Se da in continuare un exemplu de realizare al inventiei, in legatura figura 1, schema bloc a magnetizorului prin impuls.

Magnetizorul conform inventiei este compus din urmatoarele blocuri functionale:

- **Blocul 1**, consta din sursa de alimentare a circuitelor compunatoare a partii de comanda a magnetizorului si cuprinde transformatorul coborator Tr_2 , punctile redresoare si elementele de filtraj aferente, precum si circuitele electronice de stabilizare Cl_5 , Cl_6 si Cl_7 , de tip stabilizator serie; blocul de alimentare furnizeaza o tensiune de $\pm 15V$ fata de masa precu si o tensiune de 5V, la un curent de maximum 500mA, pentru toate ramurile de alimentare.
- **Blocul 2**, consta din sursa de de inalta tensiune necesara incarcarii bateriei de acumuloare, compusa din transformatorul ridicador Tr_3 , punte redresoare si rezistorul serie de limitarea curentului de incarcare R_{58} .

- **Blocul 3** cuprinde circuitul bistabil, format din tranzistoarele T_{10} si T_{11} , care arev rolul de a initia incarcarea bateriei de condensatoare si dea opri procesul de incarcare la sfarsitul unui ciclu de functionare, precum si din dispozitivul de intarziere ce cuprinde tranzistoarele T_{12} , T_{13} , T_{14} si T_{15} , cu rol de sincronizare a sfarsitului de ciclu.
- **Blocul 4**, oscilator in punte Wien, generator de semnal sinusoidal cu frecventa de 10 kHz, si amplitudinea de $5V^{VV}$, alcatuit din circuitul integrat CI_1 de tip amplificator operational, si rteaaua Wien formata din capacitoarele C_4 si C_5 precum si rezistoarele R_3 si R_{11} , intrerupatorul electronic format din tranzistoarele T_1 si T_2 si amplificatorul final format din circuitul integrat CI_2 , tranzistoarele T_3 si T_4 si transformatorul separator Tr_1 , necesar deschiderii tiristorului de inalta tensiune TU200;
- **Blocul 5**, comparator de tensiune, ce cuprinde circuitele integrate CI_3 si CI_4 , care are rolul de a declansa descarcarea bateriei de condensatoare prin bobina magnetizorului, in momentul in care tensiunea la bornele bateriei ajunge la valoarea programata cu ajutorul divizorului alcatuit din grupul de componente P_3 , P_4 si rezistorul R_{23} ;
- **Blocul 6**, ce cuprinde sursa de tensiune de precizie alcatuita din circuitul integrat CI_{12} de tip REF100 si potentiometrul P_{10} , cu ajutorul careia se stabileste tensiunea de referinta la intrarea comparatorului (blocul5);
- **Blocul 7**, ce cuprinde amplificatoare de masura realizate cu ajutorul circuitelor integrate CI_8 si CI_{10} , necesare pentru masurarea tensiunii la bornele bateriei de condensatoare pe parcursul incarcarii prin intermediul grupul divizor format din componentele P_{11} , R_{64} , R_{65} si a curentului mediu de descarcare prin bobina magnetizorului prin inermidiul suntului SH_1 , precum si voltmetrele analogice cu memorie realizate cu circuitele CI_9 si CI_{11} , necesare pentru memorarea valorii tensiunii si curentului mediu in momentul declansarii pulsului;
- **Blocul 8**, ce cuprinde bateria de condensatoare $C_{37} - C_{52}$, in care este inmagazinata energia necesara procesului de magnetizare;
- **Blocul 9**, ce cuprinde tiristorul de inalta tensiune TU200 prin intermediul caruia bateria de condensatoare se descarca in bobina, bobina magnetizorului si dioda raptda de protectie D_{14} , montata antiparalel cu bobina, ce are rolul de a nu permite tiristorului sa lucreze in cadranul 4, si sa evite astfel distrugerea acestei component scumpe.

Principiul de functionare

Functionarea magnetizorului prin impuls cu comanda analogica se bazeaza pe descarcarea unei baterii de condensatoare intr-o bobina in interiorul careia se afla materialul (piesa) ce trebuie magnetizata. In momentul descarcarii se creaza un camp magnetic cu intensitate superioara valorii de stauratie a materialului supus magnetizarii si pentru un timp suficient de mare ca sa surmonteze efectele nedorite ale curentilor turbionari care apar in piesa supusa magnetizarii pe parcursul impulsului.

Ciclul de functionare al magnetizorului prin impuls conform inventiei

Cu ajutorul divizorului format din grupul de componente P_3 P_4 P_5 R_{23} din Blocul 5 si a sursei de precizie (Bloc 6), se programeaza tensiuna de pe intrarea inversoare a amplificatorului

operational CI3, tensiune care este proporțională cu tensiunea de descarcare pentru bateria de condensatoare, aleasă în concordanță cu materialul, dimensiunile și forma piesei supuse magnetizării. În starea inițială, la începutul ciclului, tranzistorul T_{11} din bistabilul din Blocul 3 este blocat, baza fiind la potențial nul, fiind conectată la masă prin intermediul rezistorului R_{55} , iar tranzistorul T_{10} din bistabil este deschis, deoarece baza sa se află la același potențial cu colectorul tranzistorului T_{10} astfel încât în colectorul său tensiunea este 20mV. Deoarece baza tranzistorului T_9 se află la același potențial cu colectorul tranzistorului T_{10} , acesta este blocat, iar releul intermediar REL_1 (normal închis) este închis. În momentul apăsării butonului fără reținere B_1 , tensiunea în baza tranzistorului T_{11} este de 1,5V, iar acesta trece în starea deschis, iar tranzistorul T_{10} trece în starea blocat, ceea ce determină ca tensiunea din colectorul său să ajungă la valoarea 1,5v. În acest moment, tranzistorul T_9 se deschide, iar releul intermediar REL_1 este anclansat, determinând deschiderea releului de putere REL_2 (normal închis). Acesta conectează bateria de condensatoare (Bloc 8) la sursa de înaltă tensiune (Bloc 2) prin intermediul rezistorului limitator R_{58} . Tensiunea la bornele bateriei începe să crească. Prin intermediul grupului divizor format din componentele P_{11} , R_{64} și R_{65} , o valoare proporțională este adusă la intrarea neînversoare ale comparatorului de tensiune realizat cu circuitul operational CI_3 . În momentul în care această valoare devine mai mare decât valoarea din intrarea inversoare, la ieșirea circuitului repetor CI_4 apare o tensiune pozitivă de circa 1,5V, care este trimisă în baza tranzistorului T_1 din componența intreruptorului electronic format cu tranzistoarele T_1 și T_2 , astfel încât semnalul sinusoidal cu amplitudinea de $5V^{VV}$ este trimisă la intrarea amplificatorului final alcătuit din amplificatorul operational CI_2 și tranzistoarele T_3 și T_4 . Prin intermediul transformatoarelor Tr_1 și Tr_4 , acest semnal sinusoidal, amplificat atât în tensiune cât și în curent, având amplitudinea de $10V^{VV}$ ajunge în anodul diodei rapide D_{13} și este redresat, ceea ce face ca între anod și poarta tiristorului de înaltă tensiune TU200 aflat inițial în stare blocată, să apară o tensiune pozitivă de cca 6,5V. Tiristorul se deschide, iar bateria de condensatoare se descarcă prin bobina magnetizorului, declanșându-se astfel procesul de magnetizare. Prin intermediul circuitului de întârziere format din tranzistoarele T_{12} , T_{13} , T_{14} , T_{15} din Blocul 3, după cca 1,2ms, se transmite voltmetrelor cu memorie, aflate în stare de măsurare continuă, comanda de blocare, astfel încât, la sfârșitul ciclului, vor indica valoarea tensiunii și respectiv curentului mediu corespunzătoare procesului de magnetizare încheiat. De asemenea la încheierea ciclului, bistabilul este resetat, releul intermediar REL_1 și releul de putere REL_2 se deschid, ceea ce determină decuplarea sursei de înaltă tensiune de la bateria de condensatoare, astfel încât magnetizorul se găsește din nou în starea inițială.

Considerente teortice

Analiza magnetizării în puls

Toate circuitele de magnetizare în care utilizează descarcarea unui condensator pot fi modelate ca o serie de combinații de capacitatoare, rezistoare și inductanțe. Rezistența electrică trebuie să includă rezistența sursei și de asemenea rezistența bobinei, ca și rezistența echivalentă serie a bateriei de capacitatoare. De asemenea sunt incluse componentele datorate curentilor turbionari în structurile înconjurate, în însăși materialul supus magnetizării precum și

efectele peliculare in conductorii din care este confectionata bobina. Mai trebuie tinut seama ca rezistenta bobinei poate sa creasca in timpul pulsului cu pana la 30% din valoarea initiala, datorita incalzirii prin efect Joule-Lentz. Dispozitivul de magnetizare mai poate cuprinde piese polare, iar in acest caz inductanta se poate fi afectata considerabil in timpul pulsului, fie ca opereaza sub valoarea de saturatie a materialului din care sunt confectionate piesele polare, fie deasupra ei. In general in apropierea saturatiei magnetice a materialului din care este confectionat circuitul magnetic al dispozitivului de magnetizare, inductanta scade considerabil. Alte efecte de care trebuie sa se tina seama sunt eliberarea incompleta a energiei din capacitori, mai ales in cazul in care se folosesc condensatoare electrolitice, precum si efectele termice in materialul supus magnetizarii. Cu toate acestea in multe cazuri, comportarea pe ansamblu al dispozitivului de magnetizare poate fi modelata cu suficienta acuratete, daca se utilizeaza valori constante pentru rezistenta, capacitate si inductanta. Chiar si in cazurile in care asumarea unor valori constante a acestor parametri nu se justifica, analiza liniara poate servi ca prima aproximatie pentru calcularea parametrilor dispozitivului de magnetizare.

Proiectarea magnetizoarelor prin impuls

Exista cinci conditii pe care trebuie sa le indeplineasca un dispozitiv de magnetizare:

1. Dispozitivul de magnetizare impreuna cu magnetizorul, trebuie sa genereze un camp magnetic suficient de intens si orientat pe directia necesara pentru a satura materialul supus magnetizarii. Indeplinirea cerintelor privind directia de magnetizare impusa nu constituie o problema majora in cazul materialelor anizotrope, care pot fi magnetizate doar pe o directie preferentiala, deoarece componenta campului produs de dispozitivul de magnetizare variaza cu cosinusul unghiului dintre directia campului coercitiv si directia preferentiala a materialului, astfel incat, pentru abateri mai mici de 10° , nu exista schimbari semnificative. In cazul materialelor izotrope, indeplinirea cerintelor privind directia de magnetizare este mult mai importanta, si realizeaza cu ajutorul unor adaptoare mecanice confectionate din materiale izolatoare electrice, plaste in interiorul bobinei de magnetizare. Domeniile magnetice se aliniaza intr-un timp foarte scurt ($10^{-8} - 10^{-9}$ secunde). Campul coercitiv creat de dispozitivul de magnetizare trebuie sa poata fi mentinut o perioada de timp semnificativ mai mare, pentru a surmonta efectele curentilor turbionari care apar in piesele dispozitivului de magnetizare si in materialul supus magnetizarii.
2. Piese care urmeaza a fi magnetizate trebuie sa poata fi mentinute pe directia corecta in timpul magnetizarii fara a suferi tensiuni mecanice semnificative, si trebuie sa poata fi introduse si indepartate din dispozitiv fara a suferi deteriorari mecanice.
3. Bobinajul dispozitivului de magnetizare trebuie bine consolidat, deoarece, pe parcursul impulsului, intre spirele sale se manifesta forte considerabile.
4. Trebuie avuta in vedere caldura care apare pe seama efectului Joule-Lentz in bobina magnetizorului, si trebuie luate masurile necesare atat pentru disiparea ei cat si pentru

ca izolatia bobinajului sa faca fata conditiilor. In acest sens se recomanda conductorii cu izolatie din mai multe straturi (de exemplu, fibra de sticla si lac de emailare). In cazul in care bobina magnetizorului este de mari dimensiuni, iar energia disipata in ea (care este egala cu cca jumatate din energia inmagazinata in bateria de condensatoare) este mare, simpla racire cu aer in convecție libera poate fi insuficienta.

5. Operatorul uman trebuie sa fi protejat de eventualele efecte mecanice nedorite, ca urmare a spargerii magnetilor cu defecte initiale in timpul procesului de magnetizare. De asemenea, bobina magnetizorului nu trebuie sa ajunga la o temperatura la care sa produc arsuri operatorului.

Intensitatea campului magnetic in interiorul unei spire cu raza r , la distanta $x < r$ fata de centrul spirei este adta de legea Ampere:

$$H = \frac{Ir^2}{2(r^2 + x^2)^{3/2}} \quad (1)$$

Bibliografie

1. Joseph J. Stupak Jr., Oersted Technology Corp. 19480 SW Mohave Ct. Tualatin, Oregon USA 97063 Tel (503) 612-9860 fax (503) 692-3518 email oeersted@oeersted.com, Methods of Magnetizing Permanent Magnets, EMCW Coil Winding Show 1 October-2 November 2000 Cincinnati , Ohio
2. Joseph J. Stupak, Jr., US Patent US5469321 A, 21 Nov 1995

Revendicare

Magnetizor prin impuls cu comanda analogica, caracterizat prin aceea ca, este alcatuit din:

- **Blocul 1**, consta din sursa de alimentare a circuitelor compunatoare a partii de comanda a magnetizorului si cuprinde transformatorul coborator (Tr_2), punctele redresoare si elementele de filtraj aferente, precum si circuitele electronice de stabilizare (Cl_5 , Cl_6 si Cl_7), de tip stabilizator serie; blocul de alimentare furnizeaza o tensiune de $\pm 15V$ fata de masa precu si o tensiune de $5V$, la un curent de maximum $500mA$, pentru toate ramurile de alimentare;
- **Blocul 2**, consta din sursa de de inalta tensiune necesara incarcarii bateriei de acumuloare, compusa din transformatorul ridicator (Tr_3), punte redresoare si rezistorul serie de limitarea curentului de incarcare (R_{58});
- **Blocul 3** cuprinde circuitul bistabil, format din tranzistoarele (T_{10} si T_{11}), care are rolul de a initia incarcarea bateriei de condensatoare si de a opri procesul de incarcare la sfarsitul unui ciclu de functionare, precum si din dispozitivul de intarziere ce cuprinde tranzistoarele (T_{12} , T_{13} , T_{14} si T_{15}), cu rol de sincronizare a sfarsitului de ciclu;
- **Blocul 4**, oscilator in punte Wien, generator de semnal sinusoidal cu frecventa de 10 kHz, si amplitudinea de $5V^{VV}$, alcatuit din circuitul integrat (Cl_1) de tip amplificator operational, si rteteaua Wien formata din capacitoarele (C_4 si C_5) precum si rezistoarele (R_3 si R_{11}), intrerupatorul electronic format din tranzistoarele (T_1 si T_2) si amplificatorul final format din circuitul integrat (Cl_2), tranzistoarele (T_3 si T_4) si transformatorul separator (Tr_1), necesar deschiderii tiristorului de inalta tesiuene ($TU200$);
- **Blocul 5**, comparator de tensiune, ce cuprinde circuitele integrate (Cl_3 si Cl_4), care are rolul de a declansa descarcarea bateriei de condensatoare prin bobina magnetizorului, in momentul in care tensiunea la bornele bateriei ajunge la valoarea programata cu ajutorul divizorului alcatuit din grupul de componente (P_3 , P_4) si rezistorul (R_{23});
- **Blocul 6**, ce cuprinde sursa de tensiune de precizie alcatuita din circuitul integrat (Cl_{12}) de tip ($REF100$) si potentiometrul (P_{10}), cu ajutorul careia se stabileste tensiunea de referinta la intrarea comparatorului (blocul5);
- **Blocul 7**, ce cuprinde amplificatoare de masura realizate cu ajutorul circuitelor integrate (Cl_8 si Cl_{10}), necesare pentru masurarea tensiunii la bornele bateriei de condensatoare pe parcursul incarcarii prin intermediul grupul divizor format din componentele (P_{11} , R_{64} , R_{65}) si a curentului mediu de descarcare prin bobina magnetizorului prin inermediul suntului (SH_1), precum si voltmetrele analogice cu memorie realizate cu circuitele (Cl_9 si Cl_{11}), necesare pentru memorarea valorii tensiunii si curentului mediu in momentul declansarii pulsului;
- **Blocul 8**, ce cuprinde bateria de condensatoare ($C_{37} - C_{52}$), in care este inmagazinata energia necesara procesului de magnetizare;
- **Blocul 9**, ce cuprinde tiristorul de inalta tensiune ($TU200$) prin intermediul caruia bateria de condensatoare se descarca in bobina, bobina magnetizorului si dioda rapida

de protectie (D_{14}), montata antiparalel cu bobina, ce are rolul de a nu permite tiristorului sa lucreze in cadranul 4, si sa evite astfel distrugerea acestei componente.

