

Laboratorul nr.

Redresor monofazat in punte comandata utilizând circuitul integrat $\beta A 145$.

În foarte multe aplicații practice, se impune ca tensiunea redresată aplicată sarcinii să fie reglabilă. Introducerea de rezistoare în serie cu sarcina sau de divizoare potențiometrice, nu este convenabilă, întrucât la curenți mari puterea disipată pe acestea reduce simțitor randamentul instalației. S-ar mai putea folosi transformatoare cu prize sau regulatoare de inducție, prin care să se modifice amplitudinea tensiunii alternative care se aplică elementelor redresoare. Instalația se scumpește în cazul acestei soluții, iar dimensiunile de gabarit cresc mult.

La ora actuală, cel mai răspândit mod de reglaj al tensiunii de ieșire este cel prin control de fază al elementelor redresoare comandabile, care asigură un reglaj continuu a tensiunii redresate de la zero la valoarea maximă, fără pierderi de putere activă.

Schema de principiu a acestui redresor și formele de undă aferente funcționării pe sarcină rezistivă respective pur inductivă sunt date în figura 1.

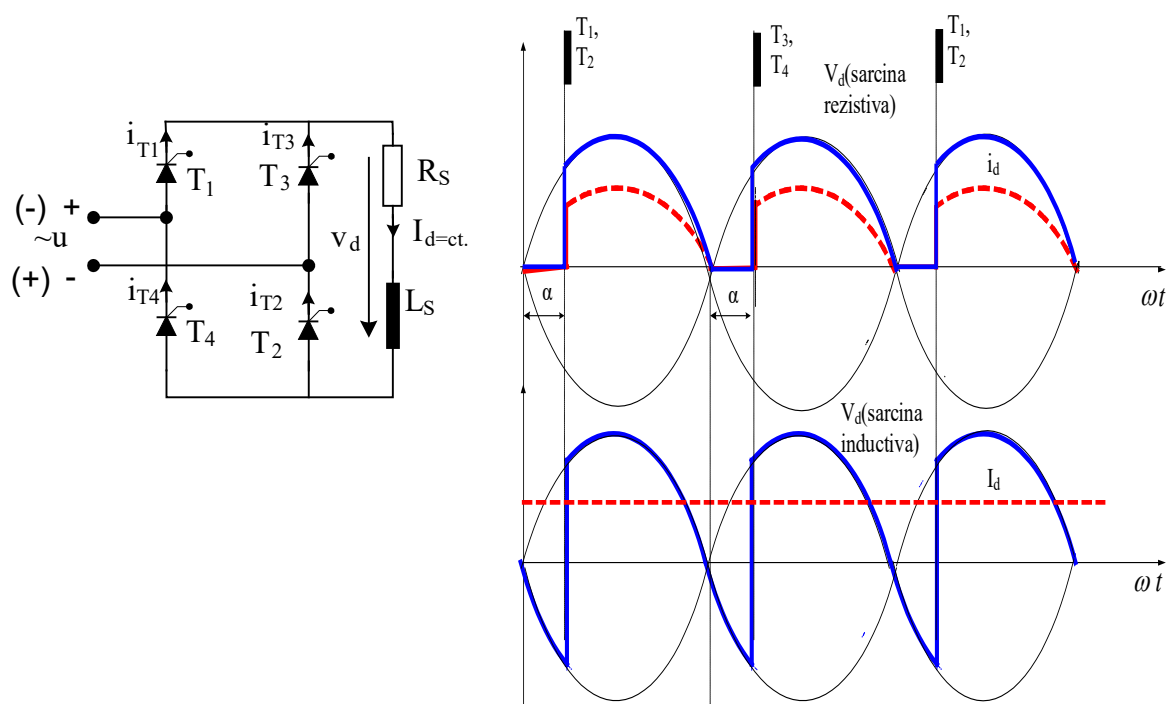


Fig.1 Schema redresorului monofazat complet comandat și formele de undă al tensiunii redresate și curentului de sarcină pentru cazul rezistiv, respective inductiv,

În momentul t_1 se comandă tiristoarele T_1, T_2 iar în momentul t_2 se comandă tiristoarele T_3, T_4 . Se definește unghiul α ca unghiul de comandă al tiristoarelor, măsurat din momentul când tiristorul ar intra în conducție dacă ar fi diodă și până în momentul apariției impulsului de comandă corespunzător. Modificând unghiul de comandă α între 0 și π , valoarea medie a tensiunii redresate se modifică între valoarea maximă și zero.

La un anumit unghi de comandă, valoarea medie a tensiunii redresate este:

$$u_{2\alpha} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_1 \sin \omega t d\omega t$$

în care: U_1 este valoarea efectivă a tensiunii alternative care alimentează puntea. Deci:

$$v_d = \frac{\sqrt{2}U_1}{\pi} \cos \omega t \Big|_{\pi}^{\alpha} = \frac{\sqrt{2}U_1}{\pi} (1 + \cos \alpha);$$

$$\text{Pentru : } \alpha = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 1 \Rightarrow v_{d \max} = \frac{2\sqrt{2}U_1}{\pi};$$

Circuitul integrat BA145 în comanda cu control de fază a tiristoarelor

Datorită numărului mare de aplicații în care se folosesc tiristoarele, s-a impus crearea unor circuite de comandă specializate care să realizeze un control fiabil al acestora pe de o parte, iar pe de altă parte folosirea lor să permită obținerea unor scheme pe ansamblu foarte simple. Unul dintre aceste circuite specializate pentru comanda în fază a tiristoarelor este circuitul integrat β AA-145, care furnizează, la cele două ieșiri pinul 10, respectiv 14, câte două impulsuri de aprindere sincrone cu cele două semialternanțe. Schema bloc, împreună cu conectarea perifericelor sunt prezentate în figura 2.

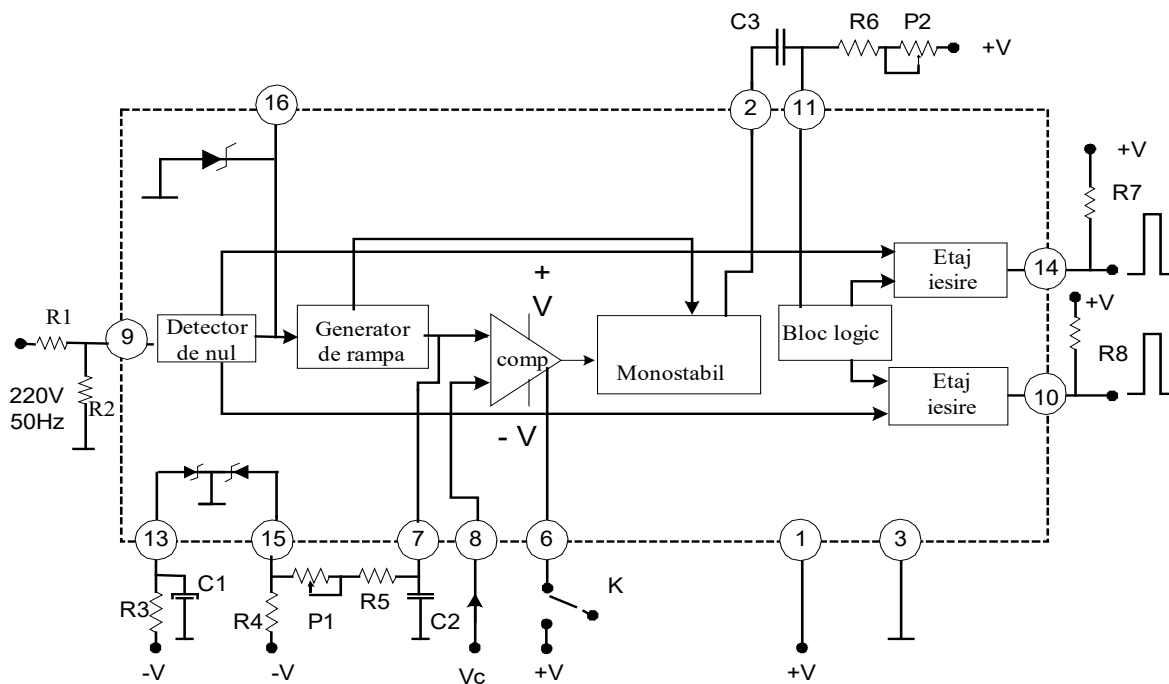


Fig. 2. Schema bloc a circuitului integrat β AA 145.

Circuitul este compus dintr-un bloc de sincronizare, un detector de nul, un generator de rampă, un comparator, un monostabil, un bloc logic și două etaje de ieșire. Alimentarea circuitului se face de la o sursă stabilizată de tensiune +V cuprinsă între 12V și 18V și trebuie să asigure un curent de sarcină de 100mA.

De asemenea, pentru funcționarea circuitului, este nevoie de o sursă de curent negativă -I de 15...25 mA aplicată între pinii 3 și 13. Valoarea curentului -I este dată de valoarea sursei -V și rezistența R_3 , tensiunea -V fiind mai mare de 10 V.

Tensiunea de sincronizare este furnizată, de regulă, de rețeaua de curent alternativ (220V, 50 Hz), dar există situații când această tensiune diferă de tensiunea rețelei.

Blocul de sincronizare și detectorul de nul au rolul de a sesiza trecerile prin zero ale tensiunii de sincronizare externe și, împreună cu grupul format din rezistențele R_1 , R_2 , limitează semnalul la terminalul 9 la valoarea $\pm 0.7V$ (corespunzătoare tensiunilor V_{BE1} , V_{BE2} ale tranzistoarelor interne T_1 , respectiv T_2). Divizorul rezistiv format din R_1 și R_2 are rolul de a fixa durata impulsului de nul dT și de a controla viteza de variație a semnalului de sincronizare la trecerile prin zero. Această viteză de variație trebuie să asigure la terminalul 16 un impuls de tensiune de 8V și durată Dt . În caz contrar, de exemplu, dacă viteza de variație este prea rapidă, impulsul de nul este scurt și nu atinge valoarea de 8V, condensatorul C_3 nu mai poate să se încarce, iar dacă viteza de variație este prea lentă, din semiperioada $T/2$ corespunzătoare dinamicii maxime a unghiului de conducție de 180° , nu se poate folosi decât durata $(T/2) - dT/2$, reducând astfel dinamica unghiului de conducție. Limitarea curentului absorbit de circuit prin pinul 9 de la semnalul de sincronizare este făcută de rezistența R_1 . La trecerile prin zero ale tensiunii de sincronizare, detectorul de nul furnizează impulsuri de sincronizare de 50-100 μs (ce se pot vizualiza la pinul 16) și semnale de blocare – selectare pentru etajele de ieșire. Impulsurile de la pinul 16 se pot folosi pentru sincronizarea externă a mai multor circuite $\beta AA - 145$ (de exemplu, în aplicații cu rețele de alimentare bifazate sau trifazate).

Generatorul de rampă încarcă rapid condensatorul C_2 la +8V la fiecare impuls de nul, după care acesta se descarcă aproximativ liniar prin R_5 și P_1 către tensiunea - 8V în perioada dintre două impulsuri de sincronizare. Semireglabilul P_1 a fost introdus pentru ajustarea timpului de descărcare $t = C_2(R_5 + kP_1)$ a condensatorului C_2 , în vederea obținerii unei forme corecte a tensiunii triunghiulare de pe condensatorul C_2 , formă ce poate fi afectată, de exemplu, de instabilitatea termică a diodelor din componența generatorului de rampă. Concomitent cu încărcarea condensatorului C_2 , se încarcă și condensatorul C_3 conectat între pinul 2 și +V, stare echivalentă cu activarea monostabilului (așteptarea momentului de declanșare a impulsului de aprindere).

Comparatorul intern al circuitului integrat, prin cele două intrări ale sale, permite setarea sau inhibarea monostabilului.

El va compara cele două aplicate la intrările sale, tensiunea liniar variabilă de pe C_2 de la intrarea neinversoare cu tensiunea de comandă și reglaj al unghiului de conducție de la intrarea inversoare, pinul 8. Atât timp cât tensiunea $v_7 > V_8$ (rampa de tensiune este descrescătoare), comparatorul nu basculează și monostabilul rămâne în starea de așteptare (corespunzătoare unghiului de aprindere α).

Când tensiunea $v_7 = V_8$, comparatorul basculează, modificând starea monostabilului și determinând descărcarea condensatorului C_3 . Inhibarea comparatorului se poate realiza prin aplicarea la pinul 6 a tensiunii +V.

Monostabilul și componentele externe C_3 , P_2 și R_6 au rolul de a stabili durata impulsurilor de aprindere. Funcționarea monostabilului este controlată de generatorul de rampă și comparator. Declanșarea monostabilului este realizată de către impulsurile de nul, la fiecare trecere prin zero a tensiunii de sincronizare. Blocarea monostabilului coincide cu blocarea comparatorului, care are loc atunci când cele două tensiuni de pe intrările sale sunt egale. În aceste condiții, pinul 2 este pus la masă și, cum C_3 este încărcat și nu acceptă un salt brusc de tensiune, face ca la pinul 11 să avem un salt negativ de tensiune. Prezența semireglabilului P_2 în circuitul de descărcare al condensatorului C_3 , are rolul de a varia tensiunea de la pinul 11, controlând în acest fel timpul de descărcare al condensatorului, $t_p = (R_6 + P_2)C_3$, care determină durata impulsului de aprindere de la ieșirea circuitului integrat.

Blocul logic și etajele de ieșire formează impulsuri rectangulare de durată t_p și le furnizează la cele două ieșiri ale integratului, pinul 14 respectiv pinul 10. Se obțin astfel, la pinul 14, impulsuri de aprindere sincronizate cu alternanța pozitivă, iar la pinul 10 impulsuri de aprindere sincronizate cu alternanța negativă.

Deoarece ieșirile sunt de tip “colector în gol” pentru apariția impulsurilor este necesară conectarea rezistențelor R_7 și R_8 ca în figura 2 la tensiunea de alimentare a integratului. În ceea ce privește modul de utilizare al circuitului integrat, putem spune că acesta poate să comande direct circuitul poartă –catod al unui tiristor, dar, de cele mai multe ori, pentru o funcționare eficientă, se impune să se realizeze o separare galvanică a acestuia de tiristor.

Izolarea galvanică implică o separare a circuitului de comandă de poarta tiristorului, cât și a circuitului de sincronizare, izolarea realizându-se de cele mai multe ori cu ajutorul transformatoarelor de impulsuri sau optocuploare. În final, menționăm că pentru comanda tiristoarelor (triacurilor), există o gamă destul de mare de circuite de comandă specializate, dar bineînțeles, folosirea lor în aplicații rămâne la latitudinea fiecărui utilizator.

În figura 3, sunt ilustrate formele de undă la pinii circuitului integrat $\beta A145$.

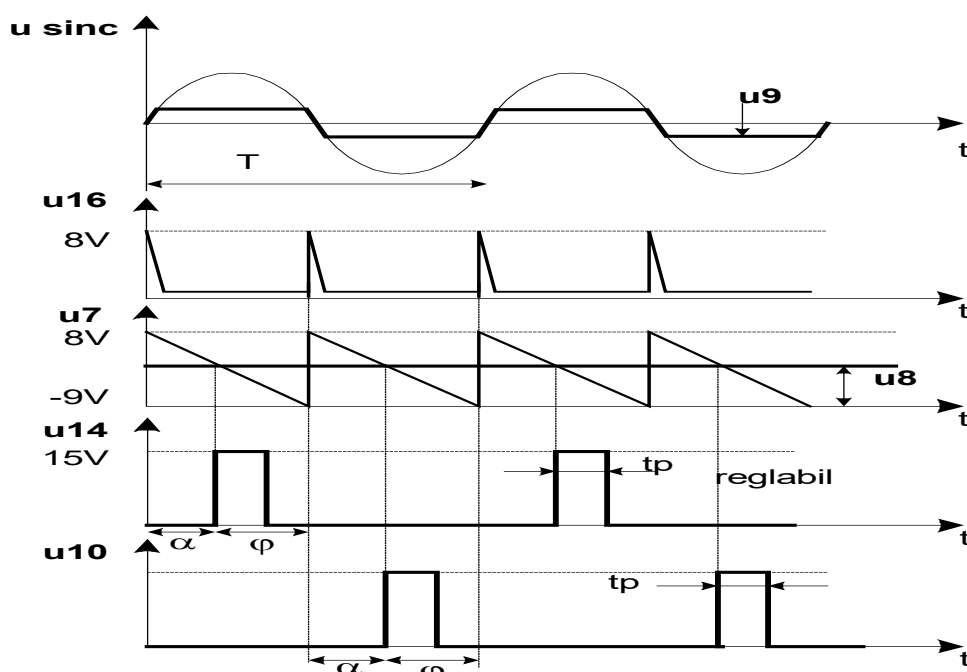


Fig. 3. Formele de undă la pinii integratului.

Performanțele circuitului:

Configurația terminalelor:

1. Alimentarea (V+)
2. Ieșire monostabil
3. Masa
6. Blocare impulsuri
7. Rampa de tensiune
8. Comanda faza
9. Intrare sincronizare
10. Ieșire
11. Comanda durată
13. Alimentare (V-)
14. Ieșire
15. Referința tensiune
16. Sincronizare paralela



Schema tipică de aplicație a circuitului $\beta A145$ în comanda unui redresor monofazat

Schema tipică este prezentată în figura 4

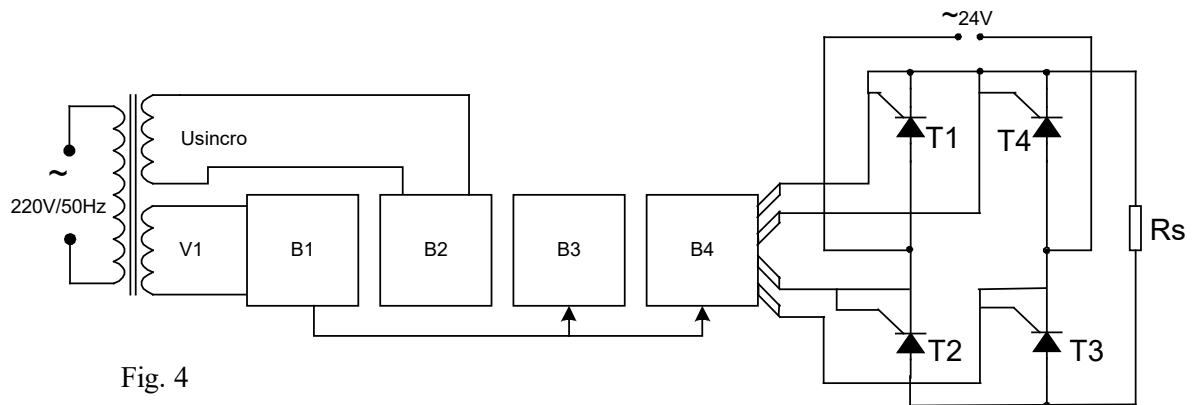


Fig. 4

TR1 – transformator de rețea coborâtător cu 2 secundare, unul pentru alimentarea blocului B1, celalalt secundar folosit pentru sincronizare;

B1 – cu ajutorul acestui bloc se realizează tensiunile nestabilizate de $\pm 24V$ și stabilizate de $\pm 15V$, necesare alimentării blocurilor B2, B3 și B4

B2 – Dispozitivul de comanda pe grila realizat cu $\beta A145$

B3 – Amplificator de impulsuri

B4 – Cuprinde transformatoarele de impulsuri plus circuitul aferent acestuia

T1-T4, Circuitul de forță al redresorului monofazat în punte complet comandată

R_s – Rezistența de sarcină.

În figura 5 este prezentată schema redresorului în punte monofazată complet comandată folosită în laborator.

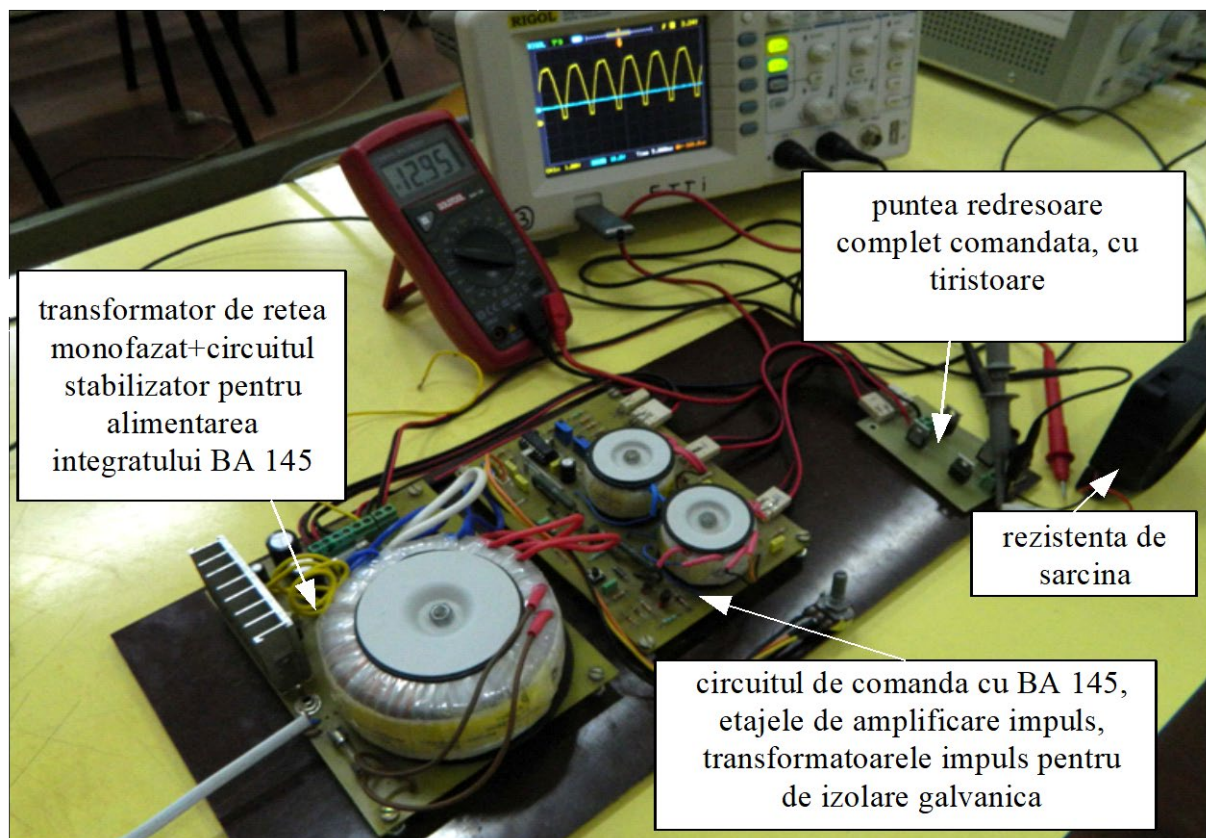


Fig. 5. Schema redresorului monofazat folosit în laborator

În figura 6 sunt prezentate câteva forme de undă aferente funcționării redresorului monofazat în punte complet comandată și anume: forma de undă a impulsurilor de comandă la ieșirile 14 și 10 ale circuitului integrat BA145, forma de undă a tensiunii redresate pe o sarcină rezistivă, respectiv forma de undă a tensiunii redresate pe o sarcină inductivă.

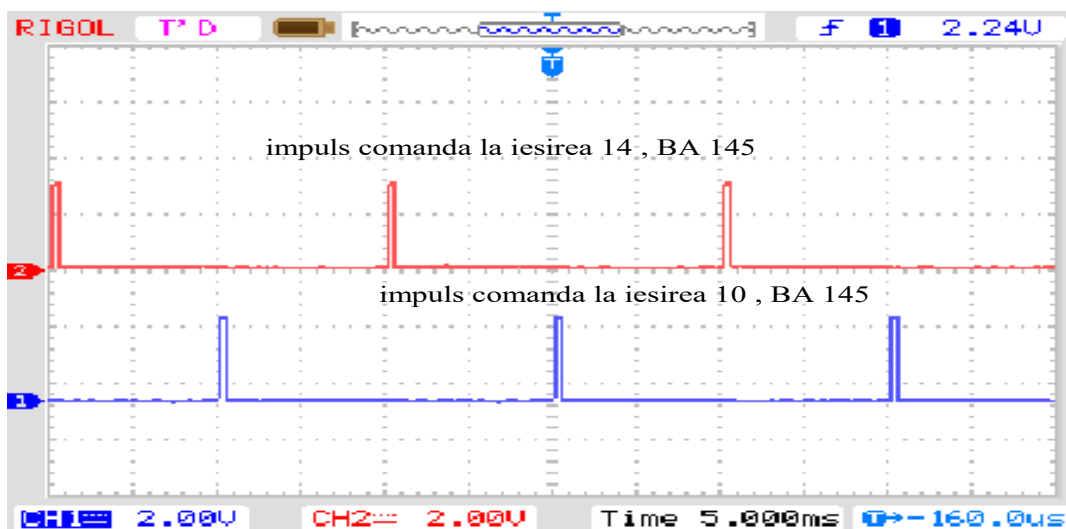


Fig. 6. Forme de undă aferente funcționării redresorului monofazat.

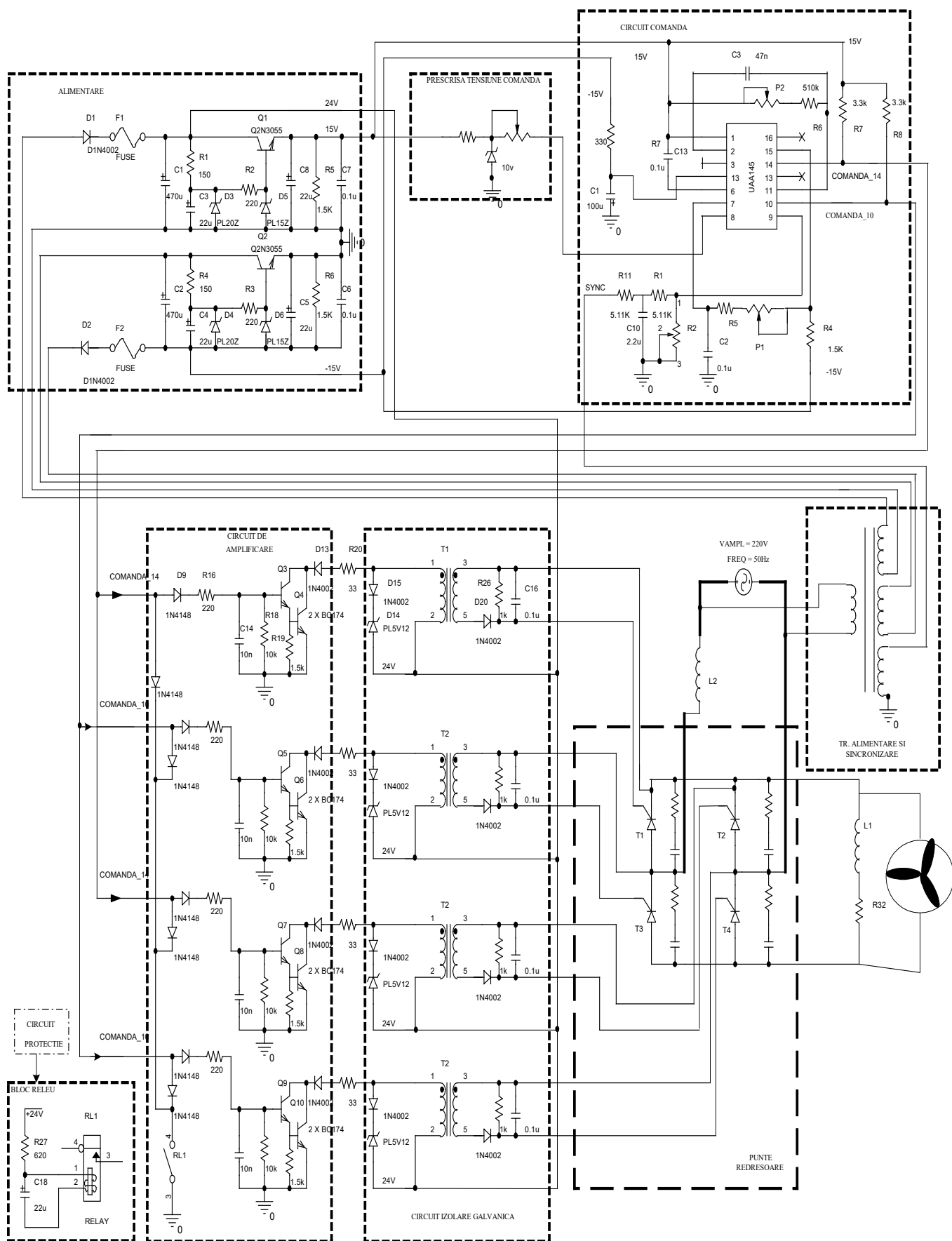


Fig.7

Desfășurarea lucrării de laborator:

- Se vor identifica pe schemă blocurile componente prezente în figura 4.
- Cu ajutorul osciloscopului se vor vizualiza următoarele forme de undă: tensiunea de alimentare stabilizată 15V, tensiunea nestabilizată 24V, tensiunea de sincronizare pinul 9, impulsurile de nul pinul 14, rampa de tensiune pinul 7, tensiunea de comandă pinul 8, semnalele de comandă pinul 14 respectiv pinul 10, tensiunea pe rezistența de sarcină.
- Pentru tensiunea de la pinul 9 se va determina: amplitudinea, frecvența și viteza de variație a acesteia la trecerea prin zero a acesteia.
- Pentru tensiunea de la pinul 7 se va determina: amplitudinea, frecvența, timpul de creștere respective timpul de descreștere, rolul potențiometrului P1.
- Pentru tensiunea de la pinul 8 se va determina: domeniul de variație al amplitudinii acesteia.
- Pentru tensiunea de la pinul 14, respectiv 10 se va determina: amplitudinea, frecvența, timpul de creștere respective timpul de descreștere, măsurându-se totodată și domeniul de variație al unghiului de comandă α .
- Se va conecta drept sarcină o rezistență variabilă și se vor oscilografia și măsura tensiunea pe sarcină pentru trei valori ale unghiului de comandă, minim, maxim și o valoare intermediară. Se vor calcula valorile medii și efective ale tensiunii redresate.
- Se va conecta o sarcină ce prezintă un caracter inductiv și se va relua procedura discutată anterior.
- Se va calcula THD% al curentului absorbit, pentru un unghi de comandă maxim, sarcină rezistivă respective inductivă.
- Se va determina randamentul de conversie al redresorului în funcție de unghiul de comandă.