



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2023 00203**

(22) Data de depozit: **26/04/2023**

(41) Data publicării cererii:
29/09/2023 BOPI nr. **9/2023**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
GEOLOGIE ȘI GEOECOLOGIE MARINĂ
GeoEcoMar, STR.DIMITRIE ONCIUL
NR.23-25, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **JURCA IOAN, ALEEA ISTRU NR. 2B,
BL. A14C, SC. 6, ET. 3, AP. 86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **STABILIZATOR DE TENSIUNE DUAL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stabilizator de tensiune dual. Stabilizatorul, conform invenției, cuprinzând un oscilator de impulsuri, o pereche de tranzistoare de comutație, un transformator cu miez de ferită, o punte redresoare cu diode, circuite care generează tensiunea de referință, circuite optocuplor, inductoare și condensatoare pentru filtrare, este caracterizat prin aceea că ieșirile circuitelor optocuploare sunt legate la pinii de control ai circuitelor integrate cablate ca oscilatoare, modificându-se durata impulsurilor de comandă și asigurându-se, prin două bucle de reacție negativă, tensiuni de ieșire egale ca magnitudine, compensând în mod separat și independent tendința de variație a celor două tensiuni de ieșire cauzată de modificări ale tensiunii de alimentare sau ale curenților consumați de către sarcinile inegale conectate la ieșiri.

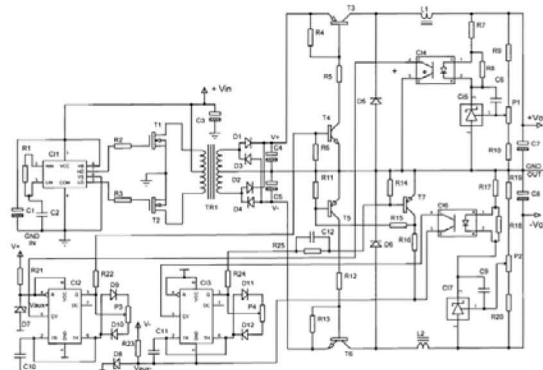


Fig. 2

Revendicări: 1
Figuri: 2

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).



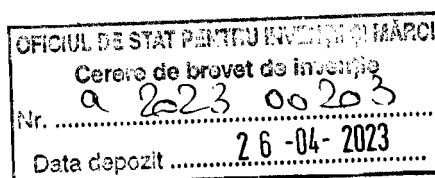
STABILIZATOR DE TENSIUNE DUAL

36

Invenția se referă la un stabilizator de tensiune dual, care produce la ieșire două tensiuni continue de + 15 V și – 15V, necesare pentru alimentarea unor plăci cu circuite integrate, aflate în dotarea aparatelor din diverse domenii de activitate.

Sunt cunoscute diferite stabilizoare de tensiune, care folosesc un ciclu de funcționare neliniar, blocat / saturat, pentru a realiza funcția de stabilizare a tensiunii de ieșire, așa cum este propus, de pildă, în brevetul RO 127251. În această sursă de tensiune în comutație, orice tendință de modificare a tensiunilor de ieșire în raport cu tensiunea de referință dată de dioda Zener, este transmisă prin intermediul circuitului optocuplor, la oscilatorul reprezentat de circuitul integrat, care prin reglarea factorului de umplere a impulsurilor de comandă a convertorului realizează stabilizarea tensiunilor de ieșire. Dezavantajul acestei surse constă în faptul că, deși în regim de gol sau la consumuri egale, tensiunile de ieșire sunt egale ca magnitudine, totuși la sarcini diferite se înregistrează o diferență de câțiva volți între cele două ieșiri în raport cu masa. În aplicațiile în care sunt implicate cuplaje în curent continuu, tensiunile duale de alimentare dar inegale în magnitudine, provoacă modificări necontrolate și nedorite ale nivelului tensiunii de ieșire în raport cu masa(GND).

Majoritatea convertoarelor DC DC cu ieșire duală fabricate în prezent prezintă același dezavantaj, adică nu mențin cele două tensiuni de ieșire +Vout și – Vout egale ca magnitudine, la consumuri diferite pe cele două ramuri. În figura 1 se prezintă schema simplificată a unui convertor DC DC produs de una dintre cele mai mari firme care fabrică astfel de dispozitive (DATEL). Aceasta schemă bloc cuprinde următoarele elemente: un transformator TR cu miez de ferită, un tranzistor Q1 tip MOSFET, două diode redresoare D1 și D2, niște condensatoare C1,C2,C3,C4, un circuit integrat care este un stabilizator de tip șunt, ce conține o sursă de tensiune de referință, și un amplificator de eroare, un circuit integrat optocuplor, și un circuit integrat cu funcție de controler. Pe scurt, acest convertor DC DC de tip flyback, funcționează în felul următor. La aplicarea unei tensiuni la intrare între bornele



+Vin și -Vin de 12 V, circuitul controler începe să oscileze furnizând impulsuri care comută tranzistorul Q1 între două stări Ton în conducție și Toff blocat. Pe timpul duratei de conducție curentul prin înfășurarea primară a transformatorului TR crește liniar și are loc o acumulare a energiei magnetice în miezul de ferită. Pe durata blocării tranzistorului Q1 se transferă această energie acumulată spre sarcină prin intermediul celor două înfășurări secundare ale transformatorului TR. Impulsurile de polaritate pozitivă sunt conduse prin dioda D1 și încarcă condensatorul C3 cu o tensiune pozitivă. Analog, impulsurile negative sunt conduse prin dioda D2 și se încarcă condensatorul C4 cu o tensiune negativă. Astfel se obțin la bornele de ieșire două tensiuni cu magnitudini egale dar de polaritate opusă + 15 V și - 15V.

Pentru a realiza stabilizarea tensiunilor de ieșire de + 15 V și - 15V în raport cu sarcina și cu variațiile tensiunii de intrare (+9V...18V), se preia cu un divizor rezistiv de tensiune realizat cu două rezistoare R1 și R2, o parte din tensiunea totală a ieșirii 30V. Această fracțiune din tensiunea de ieșire este comparată cu tensiunea de referință ($V_{ref}=2,5V$), generată de un circuit integrat care este un stabilizator de tensiune de tip șunt. Diferența dintre cele două tensiuni se numește tensiune de eroare.

Tensiunea de eroare este amplificată în același circuit integrat, apoi este transmisă, prin intermediul unui circuit optocuplor, pe pinul de control al controlerului modificându-se durata impulsului de comandă al tranzistorului Q1 de tip MOSFET, pentru compensarea tendinței de variație a tensiunii de ieșire. Circuitul optocuplor asigură în plus și o separare galvanică între intrarea și ieșirea convertorului DC DC.

Astfel, această buclă de reacție negativă va modifica raportul dintre durata de conducție Ton și cea a de blocare Toff a tranzistorul Q1, astfel încât să se anuleze tendința de variație a tensiunilor de ieșire, cauzate de modificări ale sarcinii sau ale tensiunii de la intrare. Inductorul L1 și condensatoarele C1 și C2 asigură un filtraj la intrare astfel încât regimul de comutație al convertorului DC DC să nu perturbe alți consumatori cuplați la aceeași sursă de alimentare.

Dezavantajul amintit anterior, este prezent și în acest caz, și anume faptul că cele două tensiuni de ieșire au magnitudini egale doar în situațiile particulare, de regim în gol (fără consum pe ieșire) sau la consumuri egale pe

cele două ramuri. În situația când consumuri sunt inegale pe cele două ieșiri, tensiunile de ieșire nu mai sunt egale între ele, diferențele fiind de câțiva volți funcție de dezechilibrul dintre curenții de sarcină pe cele două ieșiri. Totuși, trebuie precizat că se menține constantă suma tensiunilor de ieșire ca valoare cu cea inițială de 30V.

Acest comportament se explică prin modul în care se preia informația privind variația tensiunii de ieșire. Divizorul rezistiv R1 și R2, care preia o tensiune proporțională cu tensiunea de ieșire este montat între bornele +Vout și -Vout. Prin urmare, bucla de reacție negativă care controlează procesul de stabilizare a tensiunii de ieșire, va asigura o valoare constantă doar pentru suma dintre +Vout și -Vout, adică 30V. Deci, în situația în care consumul este diferit pe cele două ramuri, deși suma celor două tensiuni (+Vout + -Vout) se va păstra constantă datorită acțiunii buclei de reacție negativă, totuși tensiunile +Vout și -Vout vor avea magnitudini inegale.

Această situație cu tensiuni de alimentare duale dar inegale, este de nedorit pentru aplicații cu amplificatoare operaționale cuplate galvanic, când se va manifesta ca un decalaj de tensiune (offset) a nivelului tensiunii de la ieșirea amplificatorului, în raport cu borna de masă.

Problema care o rezolvă invenția revendicată, constă în obținerea unui stabilizator de tensiune dual care să prezinte la bornele de ieșire, două tensiuni de polaritate opusă, dar cu magnitudini egale, indiferent de diferența dintre curenții de sarcină pe cele două secțiuni.

Stabilizatorul de tensiune dual, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că ieșirile circuitelor integrate optocuploare, sunt legate la pinii de control ai unor circuite integrate cablate ca oscilatoare, modificându-se durata impulsurilor de comandă, care aplicate, prin intermediul tranzistoarelor de comandă unor elemente de execuție care sunt realizate cu niște tranzistoare de putere, asigură prin două bucle de reacție negativă, tensiuni de ieșire egale ca magnitudine, compensând în mod separat și independent, tendința de variație a celor două tensiuni de ieșire, cauzate de modificări ale tensiunii de alimentare sau ale curenților consumați de către sarcinile inegale conectate la ieșiri.

Avantajele stabilizatorului de tensiune dual, conform invenției, sunt:

- se asigură o egalitate a magnitudinii celor două tensiuni de ieșire +Vout și – Vout pentru orice diferență între curenții consumați pe cele două secțiuni;
- se utilizează un circuit integrat simplu pentru modularea în durată a impulsurilor de comandă (PWM);
- se asigură izolarea galvanică între circuitul de intrare și circuitul de ieșire.

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura 2, care reprezintă, schema electrică de principiu a stabilizatorului de tensiune dual.

Stabilizatorul de tensiune dual, conform invenției, cuprinde:

- circuitul oscilator realizat cu circuitul integrat CI1 (tip IR 2153) care prin impulsurile furnizate pe pinii 5 și 7, produc comutarea succesivă a tranzistoarelor T1 și T2 tip MOSFET cu canal N (tip AP9977).
- transformatorul TR1 este realizat pe un miez E13, din ferită de înaltă frecvență cod 3C94;
- înfășurările primare ale transformatorului TR1 sunt egale, cu priză mediană, cu un număr 2X9 spire din conductor de cupru emailat, cu un diametru de 0,3 mm, iar în secundar tot o înfășurare dublă cu priză mediană cu un număr de 2X35 spire din cupru emailat, cu un diametru de 0,25 mm;
- în legătură cu înfășurările secundare ale transformatorului TR1, se găsesc diodele redresoare D1,D2,D3,D4 și condensatoarele de filtrare C4 și C5;
- două circuite integrate CI2 și CI3 (tip NE555) care asigură atât generarea impulsurilor de comandă cât și modularea duratei acestora;
- două circuite integrate optocuploare CI4 și CI6 (tip PC 817);
- diodele electroluminiscente (tip LED) conținute în circuitele integrate optocuploare CI4 și CI6 sunt în legătură cu circuitele integrate stabilizator de tensiune tip șunt CI5 și CI6 (tip TL431);
- fototranzistoarele conținute în circuitele integrate optocuploare CI4 și CI6 sunt în legătură cu circuitele integrate CI2 și CI3;
- circuitele integrate CI2 și CI3, modulează durata impulsurilor de comandă, ca urmare a acțiunii buclelor de reacție negativă, și care sunt în legătură, prin intermediul tranzistoarelor de comandă T4,T5 și T7, cu tranzistoarele de putere T3 și T6;

- divizoarele rezistive R9,R10,P1 și R19,R20,P2 extrag o parte din tensiunile de ieșire, care apoi sunt comparate cu tensiunea de referință în circuitele integrate CI5 și CI7;
- tensiunile de ieșire sunt filtrate de condensatoarele C7 și C8;
- inductoarele L1 și L2 netezesc forma de undă a tensiunilor de ieșire.

La aplicarea tensiunii de alimentare de 12V pe borna +Vin, circuitul integrat CI1 (IR2153) va genera impulsuri defazate cu 180 grade, care vor determina comutarea succesivă a celor două tranzistoare MOSFET T1 și T2. Acest proces de comutație a curentului prin înfășurările primare ale transformatorului TR1, determină în miezul de ferită, fluxuri magnetice de sens opus. Variația de flux magnetic din miezul de ferită, face să apară prin inducție electromagnetică, în înfășurările secundare ale transformatorului TR1, niște tensiuni sub forma unor impulsuri cu frecvența egală cu cele din înfășurările primare, dar cu o amplitudine mai mare, conform raportului N_s/N_p , (N_p și N_s reprezintă numărul de spire din înfășurările primare respectiv secundare). Circuitul integrat CI1 generează impulsuri cu o frecvență determinată de rezistorul R1 și condensatorul C2. Perioada impulsurilor este proporțională cu produsul $R1 \times C2$.

Circuitul integrat CI1 (IR2153) nu are posibilitatea reglării factorului de umplere. Factorul de umplere este definit ca raportul dintre durata impulsului T_{on} când tranzistorul conduce, și perioada impulsurilor T . Circuitul de conversie DC DC descris mai sus, este cunoscut ca fiind configurația clasică push-pull, în care cele două comutatoare electronice (tranzistoarele MOSFET T1 și T2), conduc succesiv, iar factorul de umplere T_{on}/T este aproape 50%. Între cele două impulsuri de comandă există o mică pauză pentru a evita conducția simultană a celor două tranzistoare pe timpul tranziției.

Tensiunile din înfășurările secundare sunt preluate de diodele de redresare D1,D2,D3,D4 și condensatoarele de filtrare C4 și C5. Se obțin două tensiuni $V+$ și $V-$, de câte 35 V fiecare, în raport cu bara de masă de ieșire numită GND OUT. Se remarcă faptul că masa de ieșire GND OUT este diferită de cea de intrare GND IN. Între cele două mase există o separare galvanică.

Sunt două secțiuni, una pozitivă, care va livra la ieșire tensiunea +Vout (+15VDC), și una negativă care va livra tensiunea negativă -Vout (-15V).

Secțiunea pozitivă cuprinde: circuitele integrate CI2,CI4,CI5, tranzistoarele T3,T4 ,rezistoarele R4...R10, condensatoarele C6,C7, dioda D5 și inductorul L1.

Secțiunea negativă este alcătuită din: circuitele integrate CI3,CI6,CI7, tranzistoarele T5,T6,T7,rezistoarele R11...R20,condensatoarele C8,C9,dioda D6 și inductorul L2.

Circuitele integrate CI2 și CI3, sunt de tipul NE555, care împreună cu niște elemente externe: diode D9,D10,D11,D12, condensatoare C10,C11 și potențiometre P3,P4, realizează funcția de oscilator, cu posibilitatea de modulare a factorului de umplere a impulsurilor generate, de către un semnal aplicat pe pinul 5 de control.Tensiunile de alimentare (12V) a acestor circuite integrate CI2 și CI3 sunt livrate de niște circuite de stabilizare cu diodele Zener D7 și D8 și rezistoarele R21 și R23. De asemenea, elementele externe, diodele D9,D10,D11,D12,condensatoarele C10 și C11, împreună cu potențiometrele P3 și P4, stabilesc durata inițială a impulsurilor produse de cele două oscilatoare realizate pe baza circuitelor integrate CI2 și CI3.

Înainte de a descrie modul de funcționare a stabilizatorului de tensiune dual trebuie evidențiate două aspecte esențiale ale soluției propuse.

În primul rând trebuie remarcat faptul că stabilizarea celor două tensiuni de ieșire +Vout și -Vout este asigurată de circuite aflate în două secțiuni separate, care lucrează independent una față de cealaltă. Un al doilea aspect este legat de poziția circuitelor de stabilizare. În schemele clasice, stabilizarea tensiunii totale (+ Vout +I – VoutI) se realizează de către un circuit unic, care are elementul de execuție (comutatorul electronic), poziționat în circuitul de intrare și în legătura cu înfășurarea primară a transformatorului TR. La soluția propusă, circuitele de stabilizare sunt poziționate în circuitul de ieșire, cel aflat în legătură cu înfășurările secundare ale transformatorului TR. Prin această abordare a stabilizării celor două tensiuni de ieșire, prin intermediul unor circuite separate și independente, se poate asigura egalitatea magnitudinii acestora, chiar și în cazul unor consumuri diferite în cele două sarcini.

În continuare va fi prezentată funcționarea schemei de stabilizare în cele două secțiuni.

Pentru început ne referim la secțiunea cu tensiune pozitivă +Vout. Astfel, dacă prin variația sarcinii, sau prin modificare tensiunii de alimentare Vin, se

produce o creștere a tensiunii la ieșire, tensiunea culeasă prin divizorul rezistiv R9, P1 și R10, are tendința de creștere și de depășire a tensiunii de referință de 2,5 V generată de circuitul integrat CI5. La momentul depășirii tensiunii de referință, acest circuit integrat trece în starea de conducție și determină alimentarea diodei electroluminiscente conținută în circuitul optocuplor CI4, care astfel începe să emită lumină. Această diodă electroluminiscentă face parte dintr-un optocuplor CI4 ce include un fototranzistor, care ca urmare a iluminării de către dioda electroluminiscentă, va intra în stare de conducție și va determina scăderea tensiunii pe pinul 5 de control al circuitului integrat CI2. Prin micșorarea tensiunii pe pinul 5 se produce o scurtare a duratei impulsului generat de circuitul integrat CI2. Impulsurile cu durată micșorată, sunt transmise prin intermediul tranzistorului NPN de comandă T4, la tranzistorul PNP de putere T3. Acest tranzistor T3 va fi comandat în starea de conducție T_{on} , pe o durată mai scurtă de timp, acest lucru conduce, după extragerea componentei de curent continuu de către condensatorul de filtrare C7, la o scădere a tensiunii de ieșire +Vout, compensând astfel tendința inițială de creștere a acesteia. În final se obține o stabilizare a tensiunii de ieșire +Vout la o valoare care poate fi fixată prin intermediul potențiometrului P1.

În secțiunea cu tensiune negativă -Vout, procesele sunt similare cu cele expuse anterior pentru secțiunea cu tensiune pozitivă +Vout, cu excepția faptului că există unele diferențe datorate modului de alimentare a componentelor electronice. Astfel, pentru a obține o funcționare corectă a secțiunii negative au fost necesare unele artificii. Tranzistoarele sunt de polaritate complementară și anume T6 este NPN, iar tranzistorul T5 este PNP, pentru a avea polaritatea corectă a alimentării cu tensiune negativă în raport cu masa GND OUT. De asemenea pentru a obține un impuls cu polaritatea corectă pe durata timpului de conducție T_{on} , a fost intercalat tranzistorul PNP T7. Inversarea ca fază a impulsului de comandă ce se aplică apoi tranzistorului T5 și tranzistorului de putere T6, asigură semnul negativ al buclei de reacție. A fost necesar de asemenea o re poziționare a circuitelor integrate CI6 și CI7 astfel încât să fie respectate polaritatea corectă a alimentării dar și a modului de funcționare. Astfel, se observă că atât circuitul stabilizator de tip șunt CI7, cât și circuitul integrat optocuplor CI6, deși sunt alimentați neconvențional, și anume între

borna de – Vout și bara de masă GND OUT, se respectă polaritatea corectă de interconectare în circuit prevăzută în catalog.

Același lucru se poate observa și în cazul circuitului integrat CI3 care deși este montat între bara de masă GNDOUT și o tensiune negativă (– 12V) în raport cu masa, se respectă corectitudinea polarității tensiunii de alimentare, conform fișei de catalog, și anume pinii 4 și 8 sunt la un potențial pozitiv (+ 12V) în raport cu pinul 1.

Descrierea funcționării secțiunii negative este similară celei din secțiunea pozitivă. Astfel, la o modificare a tensiunii de alimentare + Vin sau a valorii sarcinii, la o tendință inițială de creștere a tensiunii de ieșire –Vout, are loc o creștere a magnitudinii tensiunii pe cursorul potențiometrului P2, care va determina prin depășirea tensiunii de referință, intrarea în conducție a circuitului integrat CI7. În consecință, dioda electroluminiscentă din circuitul optocuplor CI6, fiind alimentată, va începe să emită lumină, și va determina intrarea în stare de conducție a fototranzistorului asociat, situație ce va conduce la scăderea tensiunii pe pinul 5 de control a circuitului CI3. Această scădere a tensiunii pe pinul 5 va micșora durata impulsurilor de pe pinul 3 de ieșire. Impulsurile cu durată micșorată sunt transmise prin intermediul tranzistoarelor de comandă T5 și T7 la tranzistorul de putere T6, și în final, din cauza restrângerii duratei de conducție Ton a tranzistorului T6, se va produce o scădere a magnitudinii tensiunii de ieșire, compensându-se astfel tendința inițială de creștere.

Inductoarele L1 și L2 pe timpul duratei de conducție Ton a tranzistoarelor de putere T3 și T6, se încarcă cu energie magnetică. În momentul în care aceste tranzistoare se blochează Toff, apare tensiunea de autoinducție care provocând deschiderea diodelor D5 și D6 (tip Schottky), se produce transferarea energiei magnetice din inductoare, în condensatoarele de filtrare C7 și C8, sub formă de energie electrică. Aceste procese cresc eficiența stabilizatorului de tensiune, și în plus produc o netezire suplimentară a tensiunilor de ieșire (ripple redus).

Stabilizatorul de tensiune dual, produce două tensiuni de ieșire, +Vout și – Vout, care se mențin constante și egale ca magnitudine, atât pentru variații ale tensiunii de alimentare, cât și pentru valori diferite ale curenților de sarcină, datorită faptului că fiecare secțiune este controlată separat, de câte o buclă de reacție negativă independentă.

REVEDICARE

Stabilizatorul de tensiune dual, produce la ieșire două tensiuni egale + 15 V și – 15V necesare pentru alimentarea unor plăci cu circuite integrate, ce are în componență un oscilator realizat cu un circuit integrat (C11), în legătură cu care sunt montate un rezistor (R1) și un condensator (C2), impulsurile produse de oscilator sunt transmise prin două rezistoare (R2) și (R3), la două tranzistoare MOSFET (T1) și (T2) care în urma unor comutări succesive ale curenților prin înfășurările primare ale transformatorului (TR1), se produc fluxuri magnetice de sens opus în miezul de ferită, determinând apariția în înfășurările secundare tensiuni variabile cu o amplitudine crescută, care sunt redresate de niște diode (D1,D2,D3,D4) și filtrate de niște condensatoare (C4) și (C5), în condițiile în care fracțiuni ale tensiunilor de ieșire, de pe cele două secțiuni, sunt comparate cu tensiunile de referință generate de către circuitele integrate (C15) și (C17) care sunt stabilizatoare de tensiune tip șunt, rezultând niște tensiuni diferență, numite tensiuni de eroare, amplificate apoi de către aceleași circuite integrate (C15) și (C17), care la depășirea tensiunilor de referință intră în starea de conducție, situație care conduce la alimentarea diodelor electroluminiscente aflate în componența circuitelor integrate (C14) și (C16) optocuploare, **caracterizat prin aceea că** ieșirile circuitelor integrate (C14) și (C16) optocuploare, sunt legate la pinii de control ai circuitelor integrate (C12) și (C13),cablate ca oscilatoare, modificându-se durata impulsurilor de comandă, care aplicate, prin intermediul tranzistoarelor de comandă (T4), (T5) și (T7), elementelor de execuție realizate cu tranzistoarele de putere (T3) și (T6), asigură prin două bucle de reacție negativă, tensiuni de ieșire egale ca magnitudine, compensând în mod separat și independent, tendința de variație a celor două tensiuni de ieșire, cauzate de modificări ale tensiunii de alimentare sau a curenților inegali consumați de către sarcinile conectate la ieșiri.

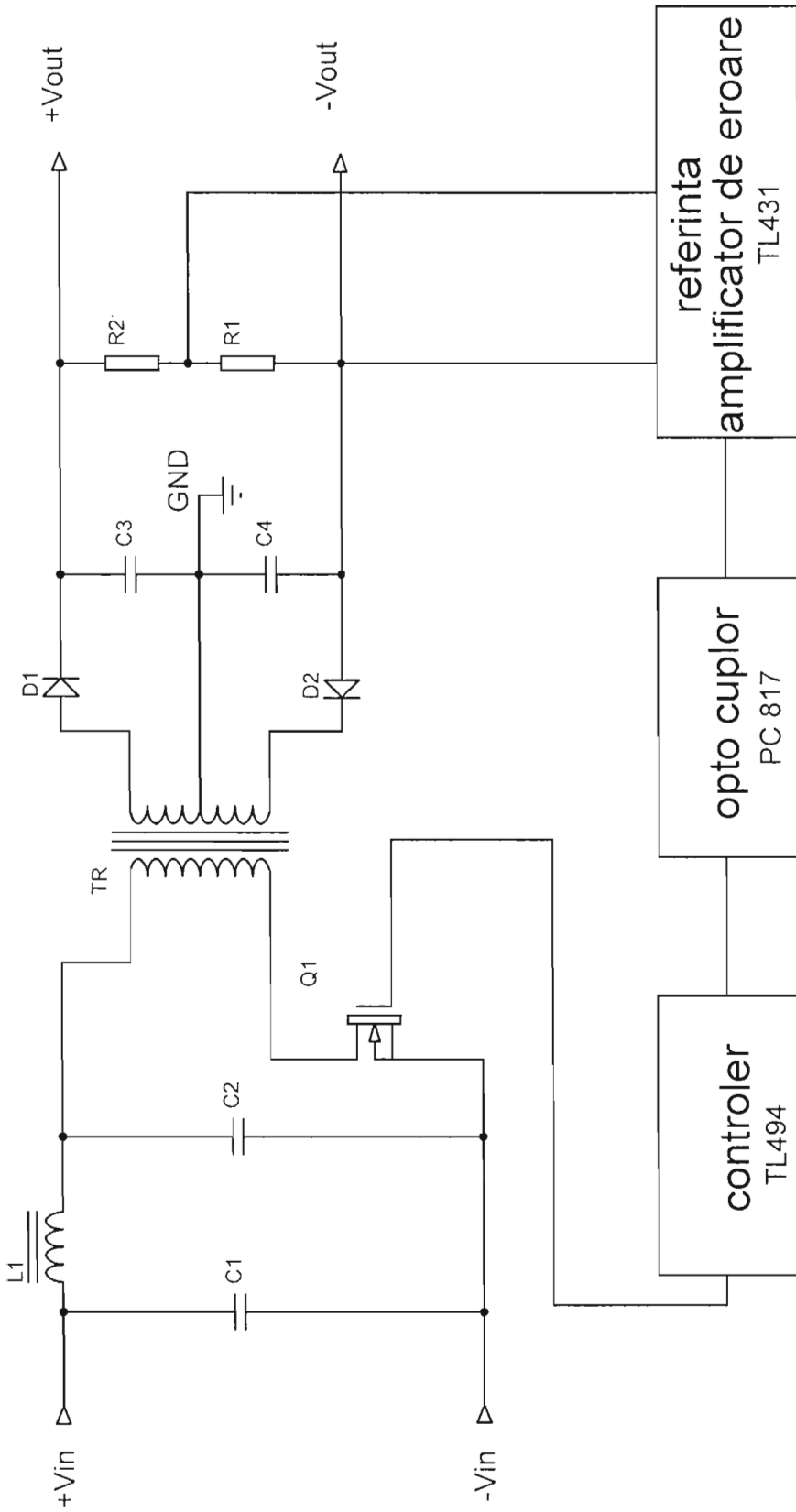


FIG 1

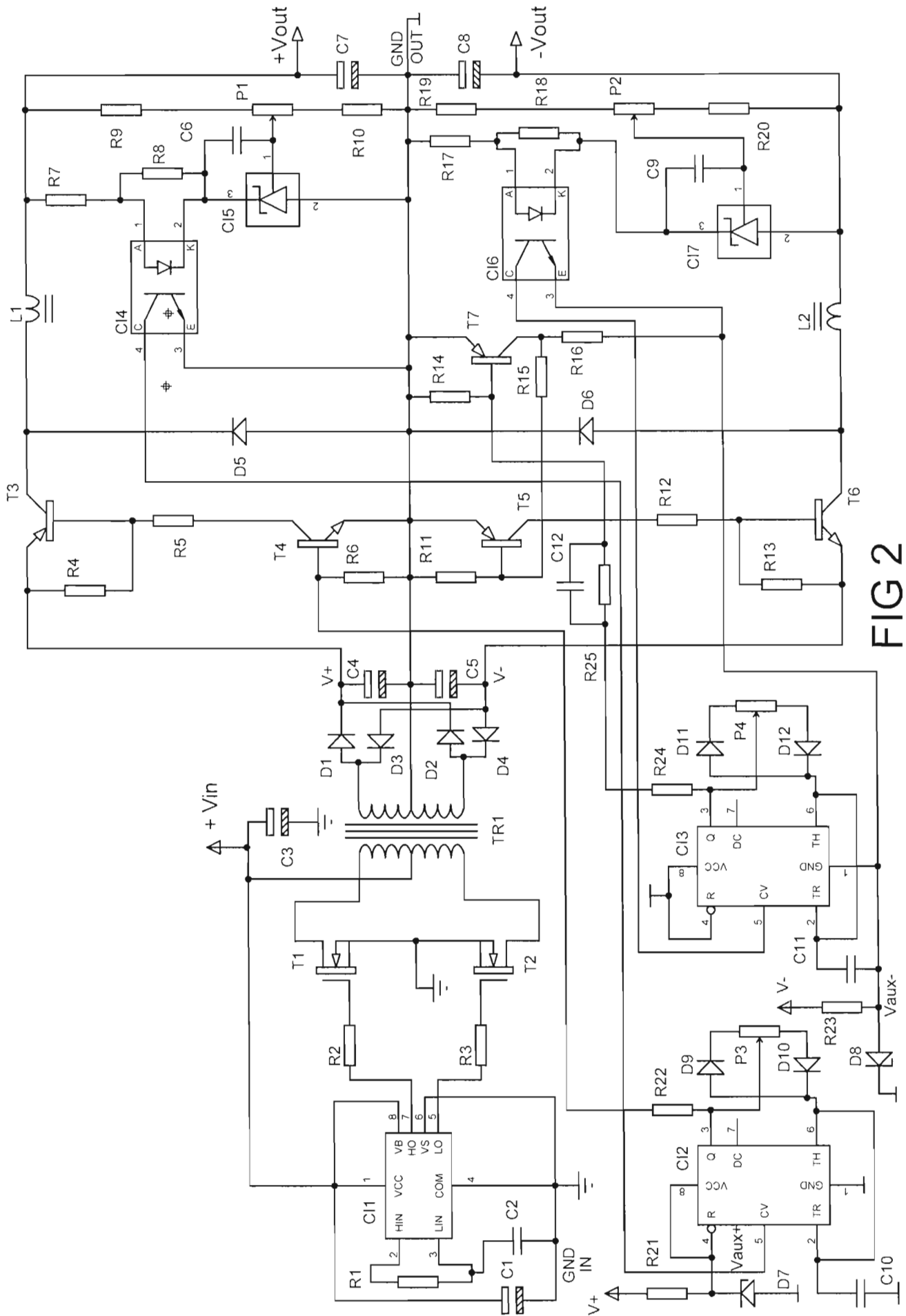


FIG 2