



УКРАЇНА

(19) UA (11) 1624 (13) U

(51) 7 H02M3/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ З БЕЗТРАНСФОРМАТОРНИМ ВХОДОМ

1

2

(21) 2002021544

(22) 25 02 2002

(24) 17 02 2003

(46) 17 02 2003, Бюл. №2, 2003 р

(72) Топр Михайло, US

(73) ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АЙ-ФЕРСТ", RU

(57) Джерело живлення з безтрансформаторним входом, що містить мережний випрямляч, згладжуючий фільтр, силовий перетворювач, силовий трансформатор, силовий випрямляч, фільтр, які з'єднані послідовно, а також блок керування, перший вихід якого підключений до керуючого входу силового перетворювача, та елемент затримки, який відрізняється тим, що в нього введені блокуючий фільтр високих частот, терморезистор, перетворювач напруги, вузол керування захистом від перевантажень, вузол керування індикацією режиму, вимірювальний шунт, елементи настройки заданих значень вихідної напруги та вихідного струму і блок індикації, причому блок керування містить широтно-імпульсний модулятор, диференціальний підсилювач, буферний каскад та два подільники напруги, а до складу блока індикації входять індикатори режимів стабілізації напруги та струму, цифрові вольтметр і амперметр, причому перший вхідний вивід блокуючого фільтра високих частот, підключеного своїми вихідними виводами до входів мережного випрямляча, зв'язаний безпосередньо, а другий - через терморезистор з вхідними клемми джерела живлення, вихід згладжуючого фільтра з'єднаний з входом перетворювача напруги, перший вихід якого приєднаний до входу напруги живлення широтно-імпульсного модулятора, другий - до входу елемента затримки, підключеного своїм виходом до першого керуючого входу широтно-імпульсного модулятора, а третій та четвертий виходи перетворювача напруги є виводами низьковольтних позитивної та негативної напруг живлення актив-

них елементів джерела живлення, керуючі виходи широтно-імпульсного модулятора з'єднані з входами буферного каскаду, вихід якого є першим виходом блока керування, вихід стабілізованої напруги, що формується внутрішнім стабілізатором широтно-імпульсного модулятора, через перший подільник напруги зв'язаний з входом опорної напруги широтно-імпульсного модулятора, інформаційний вхід якого через послідовно з'єднані другий подільник напруги та елемент настройки заданого значення вихідної напруги підключений до позитивної вихідної шини джерела живлення, зв'язаної з виходом позитивної напруги фільтра, вихід негативної напруги якого через вимірювальний шунт з'єднаний з негативною вихідною шиною джерела живлення, вихід сигналу розузгодження широтно-імпульсного модулятора, що є другим виходом блока керування, зв'язаний з виходом диференціального підсилювача, підсумовуючий і віднімаючий входи якого приєднані до виходів елемента настройки заданого значення вихідного струму, підключеного своїми входами до виводів вимірювального шунта, причому вхід, відповідний виходу, з'єднаному з підсумовуючим входом диференціального підсилювача, підключений до виводу вимірювального шунта, безпосередньо зв'язаного з виходом фільтра, перший вихід блока керування приєднаний до входу вузла керування захистом від перевантажень, вихід якого підключений до заборонного входу широтно-імпульсного модулятора, а другий вихід блока керування з'єднаний з входом вузла керування індикацією режиму, перший вихід якого зв'язаний з індикатором режиму стабілізації напруги, а другий - з індикатором режиму стабілізації струму, до того ж вхід цифрового вольтметра приєднаний до позитивної вихідної шини джерела живлення, а входи цифрового амперметра - до виводів вимірювального шунта

Корисна модель належить до галузі електротехніки, зокрема до пристроїв для вироблення регульованої стабілізованої напруги в режимі стабілізації напруги або регульованого стабілізованого струму в режимі стабілізації струму і може бути

використана при створенні вторинного джерела живлення

Відоме джерело живлення, що містить випрямляч мережевої напруги, два фільтри, інвертор, вихідний випрямляч та схему керування, в якому

(19) UA (11) 1624 (13) U

стабілізація напруги здійснюється шляхом керування фазовим кутом включення керованого випрямляча [1]

Недоліками цього пристрою є велика маса і габарити через використання фільтра, що згладжує низькочастотну напругу керованого випрямляча

Відоме також джерело живлення з безтрансформаторним входом, що містить з'єднані послідовно випрямляч мережевої напруги, перший фільтр, перетворювач, трансформатор, транзисторний регулятор, випрямляч, другий фільтр та мультівібратор, вихід якого підключений до керуючого входу перетворювача [2]

До недоліків цього пристрою потрібно віднести низьку надійність та коефіцієнт корисної дії, що обумовлюється втратами потужності у транзисторах перетворювача при вмиканні та вимиканні транзисторного регулятора

Найбільш близьким за технічною суттю та конструктивними ознаками до технічного рішення, що пропонується, є джерело живлення з безтрансформаторним входом, що містить мережевий випрямляч, згладжуючий фільтр, силовий перетворювач, силовий трансформатор, транзисторний регулятор, силовий випрямляч та фільтр, які з'єднані послідовно, а також блок керування, виконаний на мультівібраторах та елементах затримки, вихід якого підключений до керуючого входу перетворювача [3]

Недоліками відомого пристрою є його невисокі експлуатаційні характеристики, що полягають як в наявності завод, що надходять у мережу змінного струму внаслідок частотного перетворення, недостатньої надійності через відсутність захисту від надмірного збільшення вихідного струму або короткого замикання на виході джерела живлення, так і в обмежених функціональних можливостях через відсутність самовідновлення джерела живлення після перевантажень або короткого замикання та відсутності регулювання рівня захисту, а також відсутності індикації режиму роботи джерела живлення

Досягнення нового технічного результату полягає в усуненні відзначених недоліків шляхом зниження рівня завод, що створюються джерелом живлення з безтрансформаторним входом в мережу змінного струму, а також за рахунок забезпечення автоматичного перемикавання джерела живлення з безтрансформаторним входом з режиму стабілізації вихідної напруги в режим стабілізації вихідного струму та зворотно з одночасною індикацією режиму в теперішній момент часу при досягненні амплітудою вихідного струму установленого значення. Остання обставина робить джерело живлення таким, що воно може самовідновлюватись після перевантажень або короткого замикання та регулюватись по рівню захисту

Зазначений технічний результат досягається тим, що в джерело живлення з безтрансформаторним входом, що містить мережевий випрямляч, згладжуючий фільтр, силовий перетворювач, силовий трансформатор, силовий випрямляч, фільтр, які з'єднані послідовно, а також блок керування, перший вихід якого підключений до керуючого входу силового перетворювача, та елемент

затримки, введеш блокуючий фільтр високих частот, терморезистор, перетворювач напруги, вузол керування захистом від перевантажень, вузол керування індикацією режиму, вимірювальний шунт, елементи настройки заданих значень вихідної напруги та вихідного струму і блок індикації, причому блок керування містить широтно-імпульсний модулятор, диференціальний підсилювач, буферний каскад та два дільники напруги, а до складу блоку індикації входять індикатори режимів стабілізації напруги та струму, цифрові вольтметр і амперметр, причому перший вхідний вивід блокуючого фільтра високих частот, підключеного своїми вихідними виводами до входів мережевого випрямляча, пов'язаний безпосередньо, а другий - через терморезистор з вхідними клемми джерела живлення, вихід згладжуючого фільтра поєднаний з входом перетворювача напруги, перший вихід якого приєднаний до входу напруги живлення широтно-імпульсного модулятора, другий - до входу елемента затримки, підключеного своїм виходом до першого керуючого входу широтно-імпульсного модулятора, а третій та четвертий виходи перетворювача напруги є виводами низьковольтних позитивної та негативної напруги живлення активних елементів джерела живлення, керуючі виходи широтно-імпульсного модулятора з'єднані з входами буферного каскаду, вихід якого є першим виходом блоку керування, вихід стабілізованої напруги, що формується внутрішнім стабілізатором широтно-імпульсного модулятора, через перший дільник напруги пов'язаний з входом опорної напруги широтно-імпульсного модулятора, інформаційний вхід якого через послідовно з'єднані другий дільник напруги та елемент настройки заданого значення вихідної напруги підключений до позитивної вихідної шини джерела живлення, пов'язаної з виходом позитивної напруги фільтра, вихід негативної напруги якого через вимірювальний шунт з'єднаний з негативною вихідною шиною джерела живлення, вихід сигналу розузгодження широтно-імпульсного модулятора, що є другим виходом блоку керування, пов'язаний з виходом диференціального підсилювача, підсумовуючий і віднімаючий входи якого приєднані до виходів елемента настройки заданого значення вихідного струму, підключеного своїми входами до виводів вимірювального шунта, причому вхід, відповідний виходу, з'єднаному з підсумовуючим входом диференціального підсилювача, підключений до виводу вимірювального шунта, безпосередньо пов'язаного з виходом фільтра, перший вихід блоку керування приєднаний до входу вузла керування захистом від перевантажень, вихід якого підключений до заборонного входу широтно-імпульсного модулятора, а другий вихід блоку керування з'єднаний з входом вузла керування індикацією режиму, перший вихід якого пов'язаний з індикатором режиму стабілізації напруги, а другий - з індикатором режиму стабілізації струму, до того ж вхід цифрового вольтметра приєднаний до позитивної вихідної шини джерела живлення, а входи цифрового амперметра - до виводів вимірювального шунта

На підставі вищевикладеного можна зробити висновок, що сукупність суттєвих ознак, запропо-

нованих в формулі корисної моделі, є необхідною та достатньою для досягнення нового технічного результату

Принцип роботи джерела живлення з безтрансформаторним входом полягає в наступному

Змінна живильна напруга мережі 220В або 110В перетворюється в постійну напругу з амплітудою, що дорівнює 310В. Ця напруга перетворюється на високій частоті (наприклад 20КГц) за допомогою двотактної схеми з широтно-імпульсною модуляцією (ШИМ) на високочастотному силовому трансформаторі. Таким чином забезпечується повна гальванічна розв'язка між первинною (мережевою) напругою та вторинним джерелом. Вторинна напруга з виходу силового трансформатора має форму близьку до прямокутних знакозмінних коливань, а тривалість імпульсу T у напівперіоді коливання керується схемою ШИМ.

Амплітуда вихідної напруги A залежить тільки від величини живильної мережевої напруги та коефіцієнту трансформації силового трансформатора. Ця напруга випрямляється силовими частотними вентилями і згладжується подальшим інтегруванням на дроселі та згладжуючому конденсаторі. Таким чином на виході має місце постійна діюча напруга, величина якої пропорційна амплітуді A та тривалості імпульсу T напруги на трансформаторі. У режимі стабілізації напруги схема ШИМ аналізує отриману постійну напругу і стабілізує його на встановленому рівні. Зміна навантаження по виходу або зміна величини живильної мережевої напруги відпрацьовується схемою ШИМ і компенсується зміною тривалості імпульсу T . Цим методом провадиться стабілізація напруги на навантаженні.

На фіг 1 зображена функціональна схема запропонованого джерела живлення з безтрансформаторним входом,

на фіг 2 наведена принципова схема прикладу конкретної реалізації плати керування,

на фіг 3 наведена принципова схема прикладу конкретної реалізації плати індикації.

Джерело живлення з безтрансформаторним входом (фіг 1) містить мережевий випрямляч 1, згладжуючий фільтр 2, силовий перетворювач 3, силовий трансформатор 4, силовий випрямляч 5, фільтр 6, блок керування 7, блокуючий фільтр високих частот 8, терморезистор 9, перетворювач напруги 10, елемент затримки 11, вузол керування захистом від перевантажень 12, вузол керування індикацією режиму 13, вимірювальний шунт 14, елемент настройки заданого значення вихідної напруги 15, елемент настройки заданого значення вихідного струму 16, блок індикації 17, широтно-імпульсний модулятор 18, диференціальний підсилювач 19, буферний каскад 20, перший дільник напруги 21, другий дільник напруги 22, індикатор режиму стабілізації напруги 23, індикатор режиму стабілізації струму 24, цифровий вольтметр 25 та цифровий амперметр 26. У реалізованому джерелі живлення з'єднання плат керування та індикації виконане стрічковим кабелем.

Запропоноване джерело живлення з безтрансформаторним входом працює таким чином (в круглих дужках вказуються ті показані на функціональній схемі фіг 1 ознаки запропонованого техні-

чного рішення, до яких відносяться елементи, що згадуються при описі функціонування корисної моделі).

Живильна напруга 220В надходить до схеми діодного випрямляючого мосту D1-D4 (мережевий випрямляч 1) через запобіжник F1, терморезистор RTN (терморезистор 9) та блокуючий фільтр високих частот L1, C1-C4 (блокуючий фільтр високих частот 8).

Блокуючий фільтр високих частот 8 необхідний для зниження рівня завад, що поступають в мережу з джерела живлення внаслідок частотного перетворення.

Після випрямляючого мосту (мережевого випрямляча 1) стоять згладжуючі накопичувальні конденсатори C5 та C6 великої ємності та їх розрядні резистори R2 та R3 (згладжуючий фільтр 2).

В момент вмикання живильної напруги струм заряду цих конденсаторів досягає високого значення. Терморезистор RTN (терморезистор 9) в початковий момент обмежує зарядний струм до безпечного значення. Далі від протікаючого струму його температура підвищується, а опір меншає, що призводить до зменшення на ньому теплових втрат. Випрямлена напруга на двох конденсаторах має величину 310В, рівну амплітуді мережевої напруги.

При використанні мережі з напругою 110В точки B та W перемикаються вимикачем. Замикання середньої точки конденсаторів C5 та C6 із колом змінної напруги переводить мережевий випрямляч 1 на роботу по схемі з подвоєнням напруги. Внаслідок цього на конденсаторах одержують необхідну напругу 310В.

Для отримання внутрішніх гальванічно розв'язаних від мережі стабілізованих напруг +18В, +12В, +5В, -5В, необхідних для роботи джерела живлення, служить перетворювач напруги, виконаний на транзисторах Q3 та Q4 та трансформаторі T1 (перетворювач напруги 10).

При ввімкненні живлення напруга 310В надходить до задаючого генератора на транзисторі Q3 з колом позитивного зворотного зв'язку від обмотки трансформатора живлення T1. Генератор працює в режимі автоколивань. Стабілізація напруги провадиться через коло +5В за допомогою мікросхеми U3 з гальванічною розв'язкою на оптронній парі SD1.

В основу блоку керування 7 закладений ШИМ-контролер, який виконаний на мікросхемі 494 (широтно-імпульсний модулятор 18).

При підключенні джерела живлення до мережі змінного струму після закінчення часу затримки, який визначається елементами R57 та C32 (елемент затримки 11), запускається широтно-імпульсний модулятор 18 і починає роботу силова частина джерела живлення з безтрансформаторним входом.

Силову частину виконано на двох послідовно сполучених силових частотних ключах, що виконані на транзисторах Q1 та Q2 (силовий перетворювач 3), які керуються широтно-імпульсним модулятором 18 через буферний каскад 20. Транзистори Q1 та Q2 підключені до напруги на конденсаторах C5 та C6 (згладжуючий фільтр 2), а їх середня точка через частину обмотки узгоджую-

чого трансформатора Т3 (силовий перетворювач 3) приєднана до первинної обмотки силового трансформатора Т2 (силовий трансформатор 4).

Робочий струм первинної обмотки силового трансформатора Т2 замикається через розділовий конденсатор С7 на спільну точку конденсаторів С5 та С6.

Конденсатор С8 та резистор R4 (силовий трансформатор 4) необхідні для згладження та зменшення сплесків напруги на обмотці трансформатора Т2 в момент комутації транзисторів Q1 та Q2.

У базових колах цих транзисторів включені в протифазі обмотки узгоджувача трансформатора Т3 (силовий перетворювач 3). При відмиканні транзистора Q1 базовий струм протікає через діод D5 та резистор R7, заряджаючи при цьому електролітичний конденсатор С9. При замиканні транзистора Q1 заряд конденсатора виявляється негативним по відношенню до бази, що призводить до прискорення процесу замикання та швидкого розсіювання залишкового базового заряду транзистора Q1. При відмиканні транзистора Q2 базовий струм протікає через діод D6 та резистор R10, заряджаючи при цьому електролітичний конденсатор С10, що дозволяє значно знизити втрати в транзисторах від перехідних процесів при перемиканні.

Транзистор Q2 (силовий перетворювач 3) має в колі емітера додаткову обмотку, яка утворює позитивний зворотний зв'язок та одночасно є датчиком струму первинного кола силового трансформатора Т2 (силовий трансформатор 4), сигнал якого необхідний для роботи вузла керування захистом від перевантажень 12.

Буферний каскад 20, що керує ключами Q1 та Q2 (силовий перетворювач 3), складається із транзисторів Q5 та Q6, які підключені до обмоток узгоджувача трансформатора Т3 (силовий перетворювач 3). Емітери транзисторів Q5 та Q6 відносно спільного проводу джерела живлення з безтрансформаторним входом мають спільний потенціал на рівні +1,4В, що визначається діодами D18 та D19, і захищені по змінній складовій конденсатором С22. На бази транзисторів подан відмикаючий струм через резистори R34 та R35. Виводи 8 та 11 мікросхеми U1 (широкоімпульсний модулятор 18) мають відкриті колектори та інверсні значення по керуючому сигналу. Тобто нульове значення сигналу по будь-якому з виходів замикає відповідний транзистор буферного каскаду 20, а протилежний транзистор виявляється відкритим на тривалість імпульсу Т. Вимикання транзистору призводить до відключення струму в колі цього транзистора. Враховуючи те, що середня точка обмотки узгоджувача трансформатора Т3 (силовий перетворювач 3) підключена до напруги живлення через демпферний діод D21 та обмежувач струму R36, відключення струму в колі колектора призводить до сплеску напруги на первинній обмотці узгоджувача трансформатора Т3 і, відповідно, до відкриття одного з силових ключів силового перетворювача 3.

Мікросхема U1 (широкоімпульсний модулятор 18) формує на своїх виходах, пов'язаних з входами буферного каскаду 20 однакові сигнали,

що зміщені один відносно іншого на 180 градусів. При максимальному значенні тривалості імпульсу Т імпульси на цих виходах мають один відносно іншого мертву зону, необхідну для завершення процесу закриття силового ключа та виключення критичного струму.

3 перетворювача 10 напруга живлення +18В надходить на вивід 12 мікросхеми U1 (вхід напруги живлення широкоімпульсного модулятора 18). На внутрішньому стабілізаторі мікросхеми виробляється опорна живильна напруга +5В, що поступає на виводи 13 та 14 мікросхеми U1.

Мікросхема U1 містить задаючий генератор пилкоподібної напруги, частота якого визначається елементами R38 та C28. Частота генератора порядку 40КГц, що вдвічі вище за частоту вихідного сигналу.

Регулювання напруги в режимі стабілізації напруги здійснюється таким чином. Вихідна напруга, що випрямлена силовими частотними вентилями SBL1 та SBL2 (силовий випрямляч 5), згладжується фільтруючими колами L2, L3 та C21 (фільтр 6) і надходить через резистори R40 та R52 (другий дільник напруги 22) на перший вивід мікросхеми U1 (інформаційний вхід широкоімпульсного модулятора 18). Резистор R_{per} є елементом настройки заданого значення вихідної напруги 15.

На вивід 2 мікросхеми U1 (вхід опорної напруги широкоімпульсного модулятора 18) надходить опорна напруга з резисторів R41 та R54 (перший дільник напруги 21). Ці обидві напруги порівнюються між собою в мікросхемі U1, внаслідок чого на виводі 3 мікросхеми U1 (вихід сигналу розузгодження широкоімпульсного модулятора 18) формується сигнал розузгодження, який при цьому є і внутрішнім керуючим сигналом широкоімпульсного модулятора 18, що змінює тривалість імпульсів Т на виходах мікросхеми U1. Елементами R39 та C29 визначається постійна часу регулювання (швидкість реакції).

Робота джерела живлення з безтрансформаторним входом в режимі стабілізації струму відбувається по інших колах. Величина струму навантаження перетворюється на вимірювальному шунті $R_{ш}$ (вимірювальний шунт 14) в напругу, пропорційну величині струму навантаження, яка надходить на підсумовуючий вхід операційного підсилювача на мікросхемі U2 (диференціальний підсилювач 19). На віднімаючий вхід цього ж підсилювача надходить напруга, пропорційна величині встановленого струму. Мікросхема U2 виробляє сигнал помилки на виході, який підсумовується із сигналом розузгодження на широкоімпульсному модуляторі 18. При досягненні величини струму заданому значенню мікросхема U2 керує роботою широкоімпульсного модулятора 18 таким чином, щоб величина струму навантаження залишалася постійною та рівною встановленому резистором I_{per} (елемент настройки заданого значення вихідного струму 16) значенню. Напруга при цьому змінюється, а струм навантаження стабілізується на заданому рівні. При короткому замиканні струм в колі має значення, що встановлене регулятором I_{per} . Іншими словами, в режимі стабілізації напруги при збільшенні струму навантаження станеться його обмеження на уста-

новленому рівні і напруга почне спадати. Це робить джерело живлення з безтрансформаторним входом таким, що воно може самовідновлюватись після перевантажень або коротких замикань та регулюватись по рівню захисту.

Мікросхема U2 (диференціальний підсилювач 19) своїм виходом також керує індикацією режимів роботи джерела живлення. У режимі стабілізації напруги на виході мікросхеми U2 формується негативна напруга, яка замикає транзистор Q8 (вузол керування індикацією режиму 13). При цьому транзистор Q9 відкритий, включена індикація режиму напруги і в блоці індикації 17 світиться зелений світлодіод (індикатор режиму стабілізації напруги 23). При стабілізації струму позитивною напругою з виходу мікросхеми U2 відмикається транзистор Q8. Транзистор Q9 при цьому замикається, гасне зелений світлодіод і в блоці індикації 17 починає світитись червоний світлодіод (індикатор режиму стабілізації струму 24), який відображає режим стабілізації струму.

Захист схеми від перевантажень по спільній вихідній потужності здійснюється таким чином. Напруга з обмоток трансформатора Т3 (силовий перетворювач 3), випрямлена діодами D23 та D24 (вузол керування захистом від перевантажень 12), при нормальній роботі джерела живлення має на конденсаторі С27 значення недостатнє для відмикання транзистора Q7 (вузол керування захистом від перевантажень 12).

При перевантаженні по додатковій обмотці в колі емітера силового ключа Q2 (силовий перетворювач 3) почне протікати струм більшої величини, що призведе до зростання випрямленої напруги на конденсаторі С27. Ця напруга відмикає транзистор Q7. На виводі 4 мікросхеми U1 (заборонний вхід широтно-імпульсного модулятора 18), який є інверсним входом дозволу роботи широтно-імпульсного модулятора 18, з'являється сигнал заборони його роботи.

На платі індикації виконані трирозрядні цифрові вольтметр 25 та амперметр 26 для індикації значень вихідної напруги та струму навантаження

джерела живлення, а також установлені регулятори струму, напруги та індикатори режимів.

Цифровий вольтметр 25 (фіг 3) виконаний по стандартній схемі на мікросхемі IC1, яка є аналого-цифровим перетворювачем сигналу. Напруга, що вимірюється, надходить через резистори R1 та R2 на вхід 31 мікросхеми IC1, яка перетворює її у відповідний порозрядний цифровий код на виходах мікросхеми IC1. Порозрядна індикація станів виходів IC1, здійснювана трьома індикаторами Н1 - Н3, являє собою візуальне відображення величини напруги в цифровому вигляді.

Аналогічно виконаний цифровий амперметр 26. Пропорційна величині струму навантаження напруга, що вимірюється, знімається з вимірювального шунта 14, при цьому вона поступає через резистор R10 на вхід 31 мікросхеми IC1, яка перетворює її у відповідний порозрядний цифровий код на виходах мікросхеми IC2. Стан виходів мікросхеми IC2 індикуються індикаторами Н4 - Н6 і відображає величину струму в цифровому вигляді.

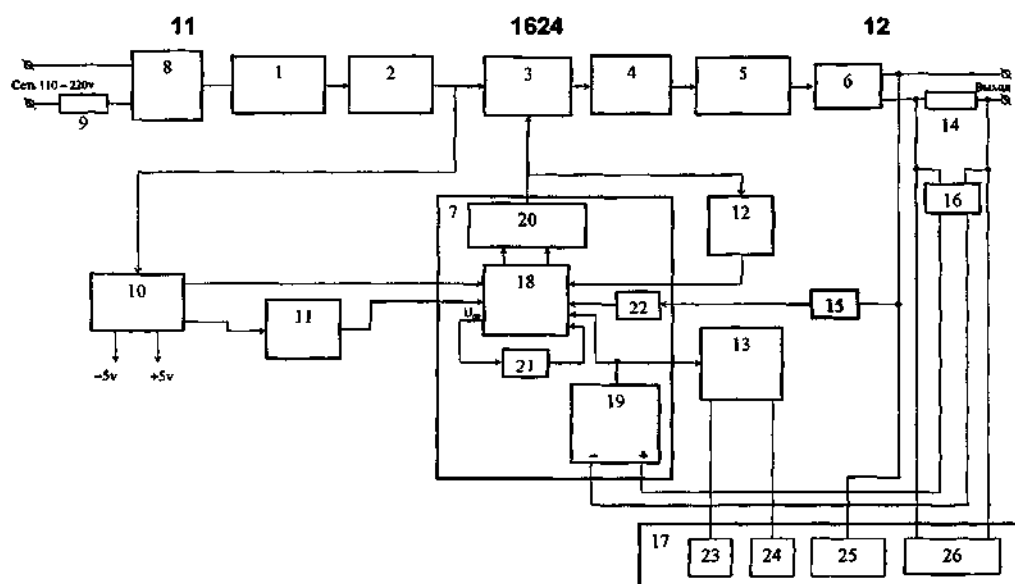
Світлова індикація режимів роботи джерела живлення здійснюється світлодіодами Н7 (зелений) та Н8 (червоний). Якщо джерело живлення працює в режимі стабілізації напруги, то світиться зелений світлодіод, при цьому резистором U_{per} можна встановлювати необхідну напругу. Якщо струм в навантаженні досягне заданого значення, то джерело живлення перейде в режим стабілізації струму. При цьому почне світитись червоний світлодіод і резистором I_{per} можна встановити необхідне значення струму.

Література

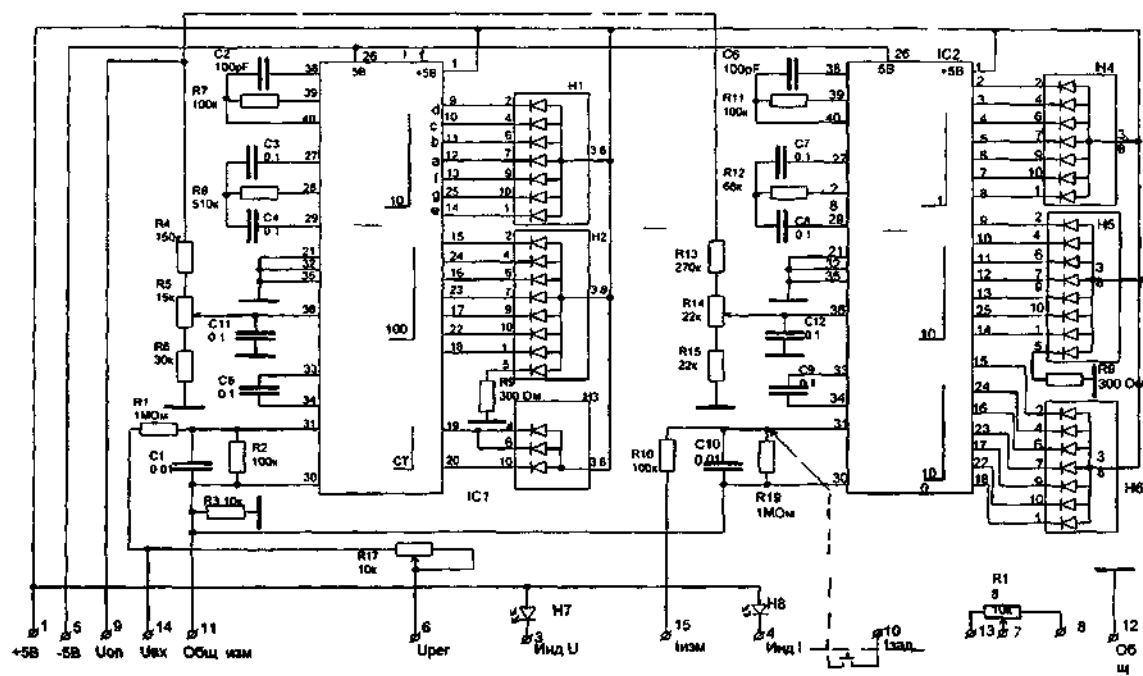
1 Криницин В. Н., Яськина Т. В. Источники вторичного электропитания без низкочастотных трансформаторов - Реферативный обзор по материалам отечественной и зарубежной печати 1965 - 1976г., вып 9, с 20, рис 7.

2 Марусов С. И. Универсальный источник питания с бестрансформаторным входом - "Приборы и техника эксперимента", вып 3, 1981, с 145 - 148.

3 SU 1072026, МПК H02M 3/24, 1982



Фиг. 1



Фиг. 2

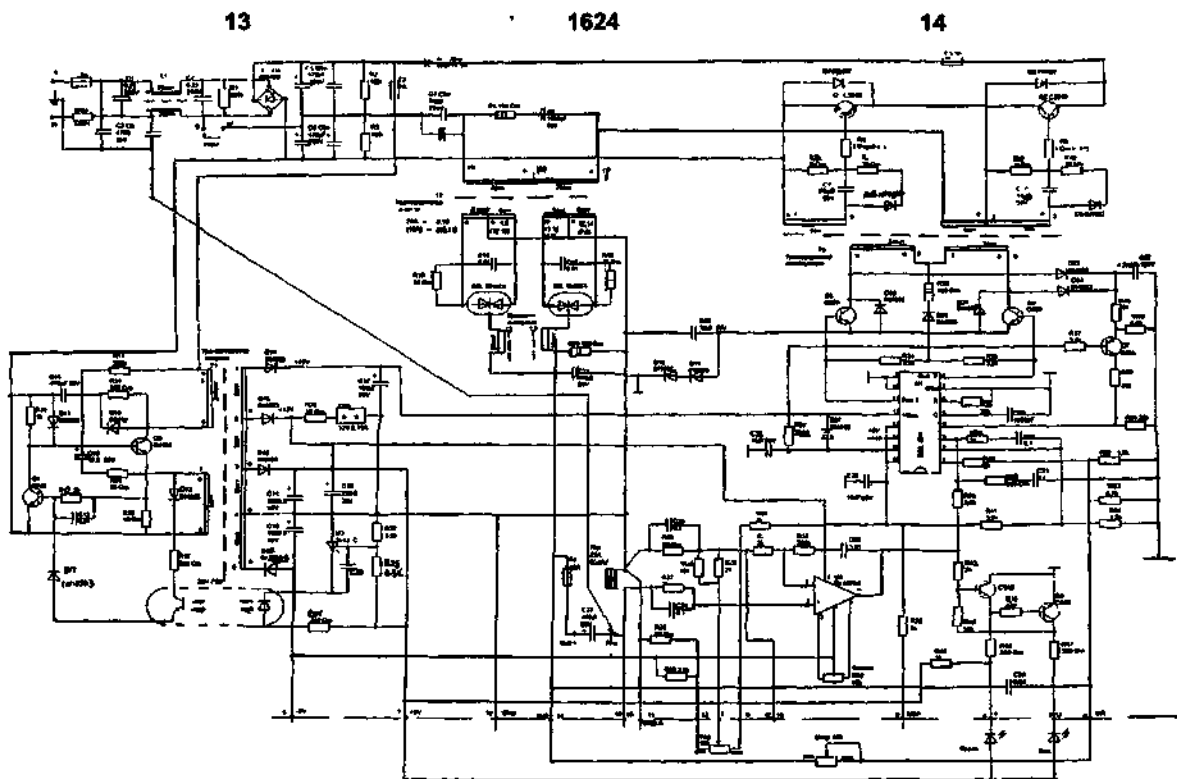


Fig. 3

