

Винахід належить до галузі техніки управління люмінесцентними (газорозрядними) лампами, а саме до схем живлення ламп напругою високої частоти, що одержується шляхом перетворення напруги постійного струму (ця напруга постійного струму може одержуватися з перемінного струму промислової частоти схемою, що входить до складу пристрою живлення). Такі пристрої називаються електронними баластами. При цьому реалізуються високий ККД перетворення енергії джерела живлення в енергію, що розсіюється лампою, і підвищення світлового виходу лампи (більший ККД перетворення електромагнітної енергії у світловий потік), можливість роботи від низьких напруг (від батарей або бортової мережі), миттєве або таке, що програмується (м'яке), запалювання лампи і збільшення її терміна служби.

Електронні баласты звичайно містять спеціалізовану мікросхему контролера, який забезпечує зміну частоти перемінного струму за заданим законом, потужний двотактний вихідний каскад і реактивні елементи [1]. Такі електронні баласты є поширеними пристроями, їхніми хибами є або зниження ККД з ростом частоти, або ускладнена схема пристрою. Крім того, в основному такі баласты використовуються при напругах живлення у сотні вольт, тому в них легше вирішується проблема запалювання люмінесцентної лампи.

Відомі електронні баласты, що містять перетворювач постійного струму в перемінний на основі підсилювача класу D [1]. До хиб даної схеми можна віднести порівняльну складність схеми і ККД, що знижується з ростом частоти.

Електронний баласт на основі підсилювача класу E дозволяє включати люмінесцентні лампи при живленні від напруги 12В з забезпеченням високого ККД пристрою [2], при цьому забезпечується миттєвий запуск лампи, але не підігрівається попередньо нитка розжарення. Хобою цього пристрою є відносна складність і придатність для малогабаритних люмінесцентних ламп.

Можливий електронний баласт, створений на основі автогенератора, що демонструє режим роботи класу E [3], до його недоліків можна віднести роботу при високій напрузі живлення.

Підсилювач класу E [4], є нині загальноновизнаним і широко поширеним пристроєм, що містить елементи, які визначаються практично однозначно по відомих формулах [3-7]. У число цих елементів входять: конденсатор, що з'єднує стік і витік (колектор і емітер) транзистора і послідовний коливальний контур, який містить опір навантаження, що з'єднує стік і витік транзистора. Його функціонування, тобто форма струмів і напруг на елементах підсилювача, також строго визначені, тому поняття класу E використовується у визначенні ознак винаходу [3].

Найбільше близьким пристроєм є пристрій, описаний [5,6], який містить один транзистор, що працює в автогенераторі класу E. Недоліком цього пристрою є його непристосованість безпосередньо для роботи в якості електронного баласту, тому що не ясна можливість рішення питань розігріву нитки розжарення, запалювання лампи і одержання високого ККД при роботі на навантаження, параметри якого залежать як від режиму роботи, так і від часу. Пристрій по [6] розраховується на одне навантаження й одну частоту. У електронному баласті [1] використовується три частоти для завдання трьох режимів роботи, очевидно, що й в автогенераторі в загальному випадку може бути присутнім подібне явище. З іншого боку, для забезпечення стійкої і високоефективної роботи електронного баласту за схемою автогенератора можуть знадобитися інші правила перебудови частоти.

Важливим чинником для роботи люмінесцентних ламп (підвищення їхньої довговічності) є правильне виконання розжарення катодів. При роботі з нерозігрітим катодом знижується довговічність лампи [1].

У основу винаходу поставлена задача удосконалення електронного баласту шляхом його виконання по високоефективній схемі автогенератора класу E з зміною схеми вмикання люмінесцентної лампи, що дозволяє знизити напругу запалювання лампи, забезпечити живлення електронного баласту від низької напруги.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що електронний баласт виконується за схемою автогенератора класу E [6] із включенням люмінесцентної лампи через трансформатор опорів, (ємнісний інвертор опорів) із забезпеченням попереднього розігріву нитки розжарення. Для зберігання високого ККД автогенератора класу E та забезпечення генерації при низькій напрузі живлення на потужному транзисторі введені конденсатори 5, 7 і 8, що забезпечують генерацію (тобто виконання умови балансу фаз) у режимі розігріву нитки розжарення, запалювання лампи й усталому режимі світіння (фіг.1).

Пристрій складається з потужного польового транзистора 1, витік якого з'єднаний із загальним проводом 16, до стоку транзистора приєднані дросель 2, іншим виводом приєднаний до джерела живлення 15, конденсатор 3, приєднаний іншим виводом до загального проводу 16 і котушка індуктивності 4, до іншого виводу котушки 4 приєднані конденсатор 5, до якого приєднана лампа 6 одним виводом нитки розжарення, інший вивід цієї нитки розжарення приєднаний до конденсатора 7, що з'єднаний із виводом другої нитки розжарення лампи, інший вивід другої нитки розжарення приєднаний до загального проводу 16, конденсатор 8, іншим виводом приєднаний до загального проводу і конденсатор 9, іншим виводом приєднаний до конденсатора 10 і індуктивності 11, конденсатор 10, іншим виводом приєднаний до загального проводу, а індуктивність 11, іншим виводом приєднана до затвору транзистора 1, до затвору транзистора також приєднані резистор 12, іншим виводом приєднаний до джерела живлення 15, резистор 13, іншим виводом приєднаний до загального проводу і два включених назустріч одне одному стабілітрони 14, з'єднані вільним виводом із загальним проводом 16.

Пристрій працює таким способом: при подачі постійної напруги живлення на схему, дільник із резисторів 12, 13 забезпечує подачу на затвор (вхід) транзистора 1 напруги зміщення, що переводить його в активний режим, струм, що протікає через транзистор, збуджує коливання в контурі, утвореному індуктивністю 4, конденсаторами 5, 7 і 8 і опорами ниток розжарення лампи. Ці коливання по ланцюгу зворотного зв'язку, утвореного дільником на конденсаторах 9 і 10 і індуктивністю 11, передаються на вхід транзистора, чим замикають коло позитивного зворотного зв'язку і створюють в генераторі коливання на частоті, яка унаслідок високої добротності послідовного коливального контуру при погашеній лампі, буде іншою, чим у режимі горіння. За рахунок цього забезпечується більша напруга на коливальному контурі, тому що частота генерації ближче до резонансної частоти коливального контуру і на лампі розвивається напруга, достатня для її запалювання. Проте спочатку струмом, що протікає по нитках розжарення, вони нагріваються, і при досягненні певної температури відбувається запалювання лампи. У цей час захист транзистора від перенапруги на затворі виконують стабілітрони 14. Після запалювання лампи добротність контуру падає, умови генерації виконуються на іншій частоті, і електронний дросель переходить у

оптимальний режим коливаний класу Е, який характеризується високим ККД. У такій схемі факторами, що обмежують ККД, є сумірність високочастотного опору котушки індуктивності, опору транзистора у відкритому стані і послідовного активного опору в конденсаторах з еквівалентним опором навантаження автогенератора, приблизно рівного $0,578$ відношення напруги живлення до споживаного постійного струму $R=0,578 \cdot (U=I_{\text{ср}})$. При підвищенні напруги живлення ККД пристрою зростає.

На фіг.2 показаний макет одного з варіантів пристрою і експериментальні залежності напруги на стоку транзистора (фіг.2а) і на лампі (фіг.2б) від часу. Елементи схеми розраховувалися за методикою з [6] для значень робочого опору люмінесцентної лампи потужністю 18Вт (1000лм, із споживаною потужністю на частоті 800кГц біля 15Вт) 180Ом і з опором ниток розжарення в холодному стані 3Ом і в гарячому стані 15-18Ом. Баласт при роботі від 12В показує 76% ККД, обумовленого як відношення добутку струму лампи на напругу на лампі до добутку струму і напруги, споживаних від джерела живлення. З урахуванням більшої ефективності люмінесцентної лампи на високій частоті, ефективність по світловому потоку буде вище, чим при живленні лампи від джерела з частотою 50Гц 22 В з використанням звичайного індуктивного дроселя.

Таким чином, даний електронний баласт може бути використаний там, де грають велику роль високий ККД і низька напруга живлення: на транспорті, у системах живлення від сонячних батарей, у системах аварійного освітлення, у переносних джерелах світла. Баласт містить мінімум деталей і простий у виготовленні.

Джерела інформації:

1. Bairanzade M. Electronic lamp ballast design / Semiconductor application note, Motorola, AN1543/D. -32 p. - https://www.onsemi.com/pub/Collateral/AN_1543-D.PDF

2. Ponce V., Arau J., Alonco J. M., Rico-Secades M. Electronic ballast based on class E amplifier with a capacitive inverter and dimming for photovoltaic applications / Applied power electronics, Conference and Exposition, 1998, APEC'98, Conference Proceedings 1998, Thirteenth Annual, Vol.2, 1998, P.1156-1162.

3. Nerone L. R. Single switch electronic ballast/ Pat. USA 6 144 173, Cl. H05B37/02, Заяв. 10.11.1999, виданий 7.11.2000.

4. Sokal N. O., Sokal A. D. High-efficiency tuned switching power amplifier. Pat. USA 3919656, Nov. 11, 1975.

5. Chernov D.V., Kazimierczuk M.K., and Krizhanovski V.G. "Class-E MOS-FET low-voltage power oscillator," Proceedings of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, vol. 5, Phoenix, AZ, May 2002, pp. 509-512.

6. Крыжановский В.Г., Рудякова А.Н., Чернов Д.В. Методика разработки и характеристики автогенератора класса Е //Технология и конструирование в электронной аппаратуре.-2002.-№2.-С.9-12. (прототип)

7. Крыжановский В.Г., Рудякова А.Н., Чернов Д.В. Методика проектирования и исследование усилителя класса Е //Технология и конструирование в электронной аппаратуре. -2001. -№4-5. -С.11-15.

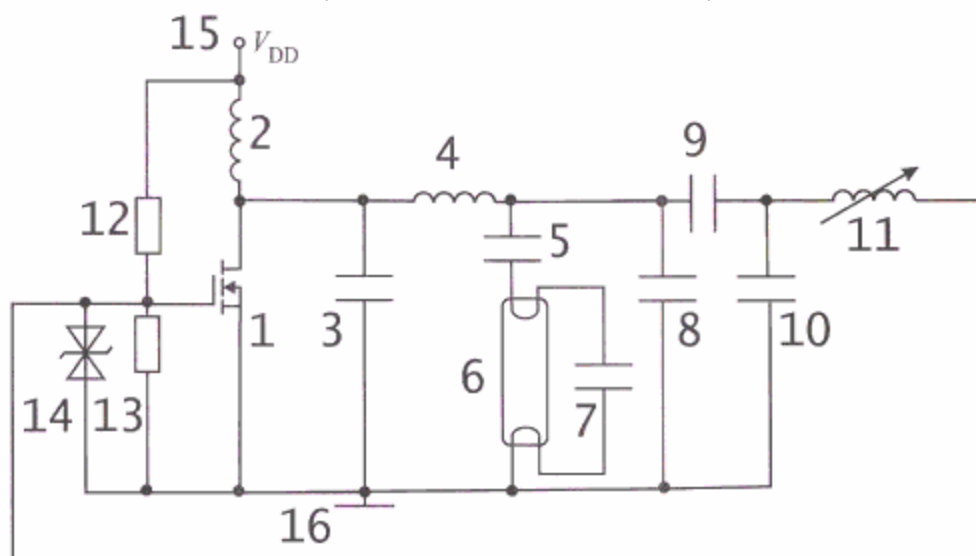
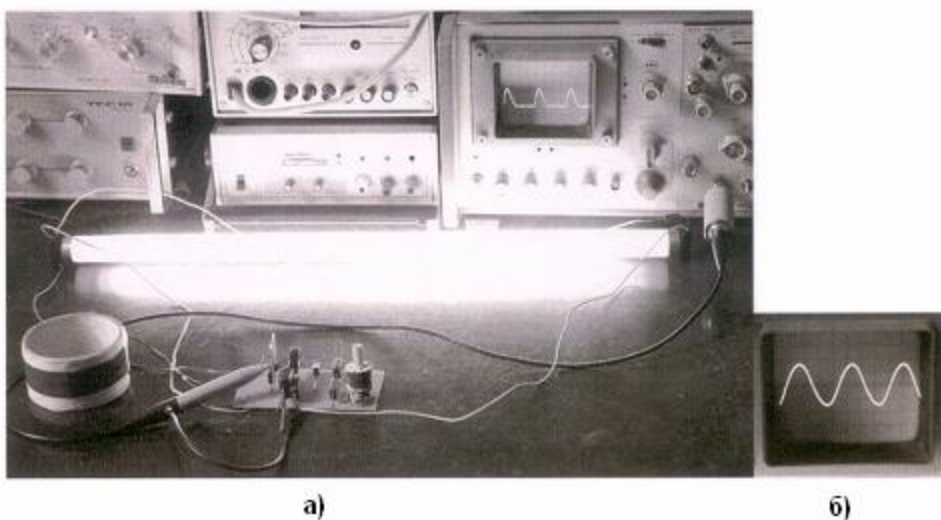


Fig. 1



a)

б)

Фиг. 2