



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81960 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
H05B 41/24  
H05B 41/00  
H05B 37/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП У ВИСОКОЧАСТОТНОМУ ЕЛЕКТРОННОМУ БАЛАСТІ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) а200600746

(22) 27.01.2006

(24) 25.02.2008

(72) РУЩИШИН МИХАЙЛО МИКОЛАЙОВИЧ, UA,  
ГУРНИК ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, UA(73) ДЕПА РОМАН ГРИГОРОВИЧ, UA, РУЩИШИН  
МИХАЙЛО МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(56)	SU	1403393	A1,	15.06.1988
	DE	3432266	A1,	21.03.1985
	US	5049790,		17.09.1991
	US	5828187,		27.10.1998
	US	5729096,		17.03.1998
	CN	1630452 A,		22.06.2005

(57) 1. Спосіб забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті, що включає плавну зміну частоти струму, що протікає через резонансні LC-ланки і люмінесцентні лампи, прогрів електродів вказаних ламп здійснюють на частоті, вищій за частоту резонансу LC-ланок, запалювання ламп проводять на частоті резонансу, який **відрізняється** тим, що робочий режим люмінесцентних ламп проводять на частоті, нижчій за частоту резонансу LC-ланок.

2. Пристрій для забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті, що містить блок керування, який з'єднаний з блоком живлення та приєднаний до частотоподавальної ланки, силові ключі, приєднані до шин плюсового та мінусового потенціалу, та N паралельно ввімкнених ланок, кожна з яких складається з послідовно з'єднаних дроселя і люмінесцентної лампи з паралельно приєднаним до неї конденсатором, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введені трансформатор, ємнісний подільник та запобіжники, причому первинною обмоткою трансформатора приєднаний до блока керування, а вторинною обмоткою - до силових ключів з резисторами в затворах, ємнісний подільник підключений паралельно силовим ключам та приєднаний до шин плюсового та мінусового потенціалу, перед плюсовою та мінусовою клемми яких встановлені запобіжники, а N паралельно ввімкнених ланок містять кожна плавкий запобіжник, встановлений перед дроселем, вказані ланки приєднані між середньою точкою силових ключів та середньою точкою ємнісного подільника.

Винахід відноситься до області електротехніки і може бути використаний у освітлювальних установках та системах з великою кількістю люмінесцентних ламп до яких висуваються вимоги підвищеної економічності, надійності та терміну служби.

Відомий спосіб забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп, в якому до спільного джерела високочастотної напруги під'єднані люмінесцентні лампи з окремими індуктивно-ємнісними резонансними ланками, робочий режим яких проходить на частоті резонансу. Прикладом реалізації такого способу може бути електронний баласт [П. А. Воронин Силовые полупроводниковые ключи. Семейства характеристики применение. Москва

Издательский дом «Додэка-XXI», ст. 299], побудований на основі схеми блокінг-генератора, і містить два силових ключі, насичуваний трансформатор, схему запуску, та два резонансні контури, кожен з яких містить послідовно ввімкнений дросель і люмінесцентну лампу з паралельно під'єднаним конденсатором. Дана схема працює на частоті резонансу LC-контура.

Таке рішення при всій своїй простоті має ряд суттєвих недоліків: холодний запуск, що приводить до різкого зменшення строку служби ламп, відсутній будь-який захист силових ключів в нештатному режимі роботи.

Іншим прикладом реалізації даного способу може бути електронний баласт [DT-94-9 Повышение устойчивости ис IR2151 и IR2152 к

(13) C2

(11) 81960

(19) UA

защелкиванию в балластных схемах. На [www.irf.com](http://www.irf.com)], який містить драйвер півмостового інвертора, два силових ключі, та два резонансні контури, кожен з яких містить послідовно ввімкнений дросель і люмінесцентну лампу з паралельно під'єднаним конденсатором та терморезистором з додатним температурним коефіцієнтом опору. Дана схема також працює на частоті резонансу LC-контура.

Дана схема простіша в налагодженні і пуск відбувається з підгрівом, але як і в попередньому варіанті, тут відсутній захист від нештатних режимів роботи, завдяки наявності терморезистора погіршується ККД, сильно зростає час виходу на робочий режим а часом стає неможливим пуск при пониженій температурі. Максимальна вихідна потужність не перевищує 100Вт завдяки технологічним та схемотехнічним особливостям самого драйвера.

Найбільш близьким до пропонованого способу ввімкнення люмінесцентних ламп на паралельну роботу і пристрою для його реалізації є електронний баласт [AN-1019. IR21571: Dual Lamp Ballast Parallel Configuration by T. Ribarich, E. Thompson, A. Mathur, International Rectifier. On [www.irf.com](http://www.irf.com)], який містить драйвер, що керує роботою півмостового інвертора на польових транзисторах, та два резонансні контури, кожен з яких містить послідовно ввімкнений дросель і люмінесцентну лампу з паралельно під'єднаним конденсатором. В даній схемі присутні два зворотні зв'язки для захисту елементів баласту від нештатних режимів роботи. Прогрів електродів здійснюється на частоті, вищій за резонансну, а робочий режим - на частоті резонансу.

Однак таке рішення досить складне схемотехнічне і вимагає малого розкиду параметрів елементів схеми. Крім того, аварійний режим роботи однієї лампи призведе до блокування роботи всієї схеми, і, як наслідок, інша лампа також перестане працювати. Великим недоліком даної схеми є невелика потужність самого драйвера, що не дозволяє використовувати у півмості польові транзистори з великою потужністю, і не дозволяє використати кількість більше 2-х(40Вт) або однієї лампи з потужністю більше 80Вт.

В основу винаходу поставлено завдання створити спосіб забезпечення паралельної роботи великої кількості люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті та пристрій для його реалізації, який би за рахунок надійної роботи кожної окремої лампи незалежно від їх кількості та стану міг забезпечити високу питому вихідну потужність, економічність та ефективність роботи.

Поставлене завдання досягається тим, що у способі забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті здійснюють плавну зміну частоти струму, що протікає через LC- ланки і лампи, прогрів електродів ламп на частоті вищій за частоту резонансу LC- ланок, запалення ламп проводять на частоті резонансу, згідно винаходу

робочий режим проводять на частоті нижчій за частоту резонансу LC- ланок.

Відомо, що для запуску люмінесцентних ламп необхідно створити умови іонізації газу. Це досягається за рахунок підвищення напруги до величини електричного пробою, зниження якої досягається з допомогою підгріву електродів і створення приелектродних іонізованих зон. Для стійкого горіння дуги необхідно забезпечити стабільний струм певного рівня [Чунихин А. А. Электрические аппараты. Общий курс. Москва, Энергия. 1967 535 стр.].

В пропонованому способі забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті, плавна і фіксована зміна частоти комутації силових ключів інвертора в межах від 1.3fg до 0.7fg створює умови плавного розігріву електродів ламп з одночасним підвищенням напруги на лампі до виникнення оптимальних умов запалювання дуги кожної конкретної лампи з наступним виходом на робочий рівень струму, що обмежується індуктивністю дроселя. В даному випадку розкид параметрів елементів резонансних ланок і самих ламп не відіграє значної ролі і може досягати 15% від номіналу, що значно підвищує технологічність схеми і полегшує налагодження. Крім того, розкид параметрів є навіть прийнятнішим, оскільки запалювання ламп відбувається в різні моменти часу, які відповідають різним частотам відповідних резонансних ланок, що зменшує пікове навантаження на силові ключі інвертора і дозволяє зменшити їх запас по потужності. Таким чином даний спосіб забезпечує надійний пуск та роботу кожної окремої лампи, та схеми в цілому, підвищує економічність та ефективність роботи.

Поставлене завдання досягається також тим, що пристрій забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті, що містить блок керування, який живиться від блока живлення та під'єднаний до частотозадаючої ланки, силові ключі - польові транзистори(або біполярні транзистори з ізолюваним затвором(далі IGBT) у випадках, коли потужність інвертора більша 1.5кВт), під'єднані до шин плюсового та мінусового потенціалу та N паралельно ввімкнених ланок, кожна з яких складається з послідовно з'єднаних дроселя і люмінесцентної лампи з паралельно під'єднаним до неї конденсатором, згідно винаходу, містить трансформатор, ємнісний подільник та запобіжники, причому первинною обмоткою трансформатора під'єднаний до блоку керування, вторинною обмоткою до силових ключів з резисторами в затворах, ємнісний подільник паралельно силовим ключам також під'єднаний до шин плюсового та мінусового потенціалу, перед плюсовою та мінусовою клемми яких встановлено по запобіжнику, а N паралельно ввімкнених ланок містять кожна плавкий запобіжник, встановлений перед дроселем та під'єднані між середньою точкою силових ключів та середньою точкою ємнісного подільника. Єдина схема частотного керування без будь-яких додаткових зворотних зв'язків із робочою

частотою, нижчою за резонансну виключає можливість виникнення резонансу напруг в робочому режимі при виході з ладу однієї або кількох ламп, таким чином, дозволяє підвищити економічність та ефективність роботи.

На фіг. зображено пристрій для забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп, де: 1 і 2 плюсова та мінусова клеми відповідно, 3,4 - запобіжники, 5,6 - конденсатори, 7,8 - силові ключі, 9 - трансформатор, 10 - блок керування, 11,12 - резистори, 13 - плавкий запобіжник, 14 - дросель, 15 - люмінесцентна лампа, 16 - конденсатор, 17 - блок живлення, 18 - частото задаюча ланка, 19,24 - резистори, 20,21, 23 - конденсатори, 22 - польовий транзистор.

Спосіб забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті, здійснюють плавною зміною частоти струму, що протікає через LC - ланки і лампи, прогрів електродів ламп на частоті вищій за частоту резонансу LC - ланок, запалення ламп проводять на частоті резонансу, а робочий режим проводять на частоті нижчій за частоту резонансу LC - ланок.

Пристрій забезпечення паралельної роботи люмінесцентних ламп у високочастотному електронному баласті містить блок керування 10 котрий живиться від блока живлення 17 та під'єднаний до частото задаючої ланки 18. Блок керування 10 під'єднаний до первинної обмотки трансформатора 9, вторинна обмотка якого з'єднана з силовими ключами 7 та 8, в затворах яких є резистори 11, 12 відповідно. Паралельно силовим ключам 7 та 8 під'єднаний ємнісний подільник - конденсатори 5 та 6. Трансформатор 9, силові ключі 7 та 8 та ємнісний подільник з'єднані з шиною плюсового та мінусового потенціалу, причому між ємнісним подільником та плюсовою 1 і мінусовою 2 клемми встановлено по запобіжнику 3 та 4. Між середньою точкою силових ключів 7 та 8 та середньою точкою ємнісного подільника 5 та 6 під'єднано N паралельно ввімкнених ланок, кожна з яких складається з послідовно з'єднаних плавкою запобіжника 13, дроселя 14 і люмінесцентної лампи 15 з паралельно під'єднаним до неї конденсатором 16. Дросель 14 та конденсатор 16 утворюють резонансну LC- ланку.

Електронний баласт отримує живлення від джерела випрямленої напруги (трифазна (380В або 220В) чи однофазна (220В або 127В) мережа, відповідний діодний випрямляч та відповідні мережеві фільтри) яка прикладається до плюсової (+) клеми 1 та мінусової (-) клеми 2. Запобіжники 3 і 4 необхідні для захисту елементів схеми і джерела від струмів короткого замикання, інших надвеликих струмів котрі можуть виникнути при аваріях в схемі електронного баласту. Конденсатори 5 і 6 утворюють середню точку півмостового інвертора, котрий складається з двох силових ключів 7 і 8 (в ролі яких можуть використовуватися IGBT транзистори, або MOSFET транзистори, в залежності від необхідної вихідної потужності інвертора), трансформатора 9 який керує силовими ключами, та блоку керування

10. Резистори 11 і 12 які стоять в затворах силових ключів служать для обмеження швидкості наростання потенціалу на цих затворах. Навантаженням півмостового інвертора є N паралельно ввімкнених ланок, кожна з яких складається з послідовно ввімкнених плавкою запобіжника 13, дроселя 14 і люмінесцентної лампи 15 з паралельно під'єднаним до неї конденсатором 16.

Блок керування 10 зібраний на основі мікросхеми TL594, або її аналог, під'єднаний до частото задаючої ланки виконаної 18 (на Фіг. обведено пунктирною лінією) на елементах 19,20,21,22,23,24. Номіналом резистора 19 і конденсатора 20 задається частота ( $F = 1/(R19*(C20+C23))$ ) на якій відбувається прогрів ламп. Ланкою послідовно з'єднаних - резистор 24 і конденсатор 21 задається час прогріву ламп і виходу на робочий режим. По мірі зростання напруги на конденсаторі 21 який під'єднаний до затвору польового транзистора 22, транзистор починає відкриватись і шунтує ємність конденсатора 20 ємністю конденсатора 23, в кінцевому результаті частота роботи генератора буде рівною:  $F=1/(R19*(C20+C23))$ , це є частота на якій працюють лампи в робочому режимі.

При ввімкненні схеми до мережі на виході блока живлення 17 з'являється напруга 15В, яка прикладається до блоку керування 10 та резистора 24, запускається генератор в блоці керування з частотою, яка задається резистором 19 та конденсатором 20. На двох виходах мікросхеми з'являються протифазні прямокутні імпульси. Навантаженням інтегральної схеми є первинна обмотка трансформатора 9. На кінцях вторинних обмоток з'являються імпульси які через резистори 11, та 12 прикладаються до затворів силових ключів. Таким чином силові ключі 7, 8 отримують напругу керування і з частотою генератора почергово відкриваються та закриваються. Між спільною точкою конденсаторів 5, 6, та спільною точкою силових ключів 7, 8 виникають прямокутні імпульси з амплітудою рівною половині напруги живлення. При появі змінної напруги на півмості, починає протікати струм через запобіжники 13, дроселі 14, нитки підігріву ламп 15, та конденсатори 16. Частота струму що протікає через ці елементи є вищою від частоти резонансу послідовного контуру утвореного елементами 14 і 16, резонансу напруг не відбувається, напруга на електродах лампи 15 є недостатньою для пробою газового проміжку лампи, тому лампа не запалюється, а лише підігрівається нитками підігріву.

В початковий момент при ввімкненні, конденсатор 21 розряджений, починає заряджатись через резистор 24. При зростанні напруги на затворі польового транзистора, який під'єднаний до конденсатора 21, його опір починає зменшуватись і зашпунтовує собою конденсатор 20 через конденсатор 23, змінюючи частоту генератора інтегральної схеми. Частота генератора змінюється від вищої за резонансну контуру 14, 16 до частоти нижчої за резонансну. Таким чином, коли частота наближається до

резонансної, починає зростати напруга на лампі доки не проб'ється газовий проміжок в середині лампи (лампа запалюється), частота далі зменшується, струм в лампі зростає до номінального, лампа виходить на робочий режим. Параметри елементів 14 та 16 можуть відрізнятись в межах 15%, але всі лампи все одно запаляться бо частота генератора змінюється в межах від  $1.3f_r$  до  $0.7f_r$ .

Таким чином, запропонований пристрій ефективно забезпечує паралельну роботу газорозрядних люмінесцентних ламп з високими техніко-економічними показниками.

Можливе виконання інвертора по мостовій схемі, що є доцільним при відносно низькій напрузі живлення інвертора.

