



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87588** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
H05B 41/00
H02M 9/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

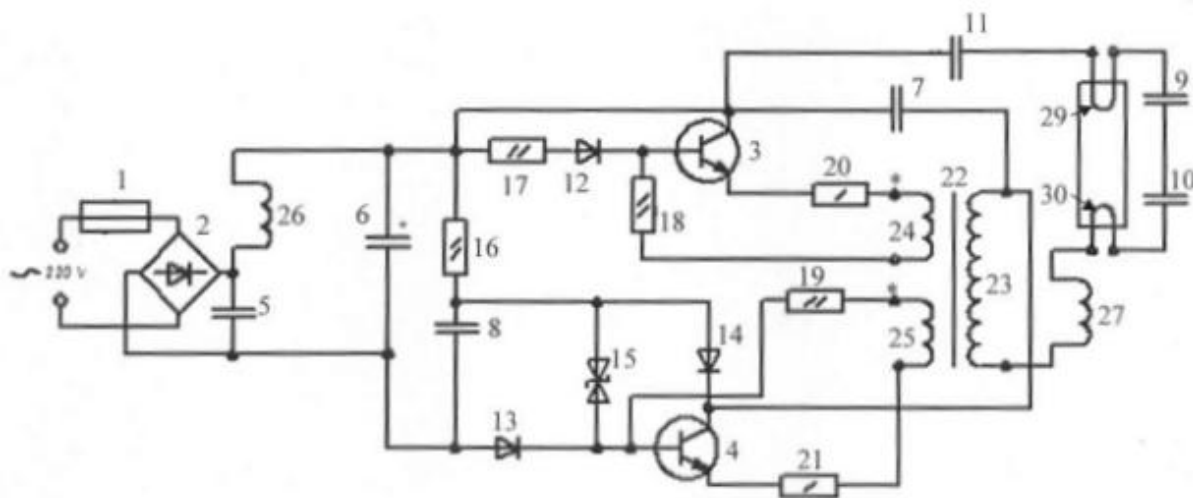
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 11078	(72) Винахідник(и): Жарков Віктор Якович (UA), Чураков Анатолій Якович (UA), Піхтарь Ольга Василівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.09.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2014	(73) Власник(и): МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО, вул. Леніна, 20, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 (UA), ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2014, Бюл.№ 3	

(54) СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ І РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОННОГО ПУСКЕРЕГУЛЮЮЧОГО АПАРАТА ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ КОМПАКТНОЇ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОЇ ЛАМПИ

(57) Реферат:

Спосіб діагностики і ремонту електронного пускорегулюючого апарата для живлення компактної люмінесцентної лампи шляхом виявлення пошкоджених ламп та їх вибракування. Цоколь пошкодженої лампи викручують із патрона, відокремлюють корпус пускорегулюючого апарата від колби, перевіряють цілісність нитки розжарювання, виявляють елементи з зовнішніми ознаками ушкодження і обрив електричних зв'язків між ними, перевіряють справність інших елементів, випаюють пошкоджені елементи, замінюють їх новими з аналогічними параметрами, з'єднують відремонтований пускорегулюючий апарат з колбою і вмикають в електромережу.



Фіг. 1

UA 87588 U

Корисна модель належить до освітлювальної апаратури, а саме для діагностики і ремонту пошкоджених електронних пускорегулюючих апаратів (ЕПРА) для живлення компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ).

Відомий пускорегулюючий апарат, що містить стартер та дросель [Л.Г. Прищеп. Учебник сельского электрика. - Изд. 3-е, доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 146-148].

Недоліком такого пристрою є ненадійність запалювання люмінесцентної лампи, ефект мерехтіння світла, можливість виникнення стробоскопічного ефекту, гудіння, великі габарити та електроспоживання пускорегулюючого апарата.

Відомий також ЕПРА [Пат РФ 102449, МПК (2006.01) H05B41/16. Электронный пускорегулирующий аппарат для люминесцентной лампы. - Опубл. 27.02.2011. - Бюл. № 16], що містить однофазний мостовий випрямляч на діодах, підключений вхідними виводами до вхідних виводів апарата через послідовно з'єднані дросель, фільтр радіоперешкод, зашунтований варистором на вході і послідовним ланцюгом з двох конденсаторів на виході, спільна точка з'єднання яких з'єднана з корпусом апарата, запобіжник, однофазний напівмостовий інвертор на двох транзисторах з послідовними резисторами в емітерних ланцюгах, і ще чотирнадцять послідовних ланцюгів з різними електричними елементами, триобмотковий трансформатор, позистор, перший і другий комутуючі конденсатори і комутаційний дросель, які утворюють з люмінесцентною лампою послідовну резонансну схему.

Недоліком такого пристрою є його складність і неможливість ремонту в умовах експлуатації.

Відомий також ЕПРА для живлення люмінесцентних ламп [Пат Україна 83214, МПК(2006) H02M9/00, H05B41/00. Электронный пускорегулирующий аппарат для живления люминесцентных ламп. - Опубл. 25.06.2008, бюл. № 12], який містить випрямляч, з'єднаний з фільтруючим конденсатором, два електронних ключі, з'єднаних між собою та з виводом розмежувального конденсатора, схему керування, яка з'єднана з керуючими виводами електронних ключів, баластний дросель, конденсатор нагріву, підключений паралельно до люмінесцентної лампи.

Відомий пристрій не передбачає діагностики та ремонту ЕПРА.

Як найближчий аналог за технічною суттю до способу, що заявляється, є спосіб експлуатації газорозрядних ламп [Пат РФ 2115293, МПК⁶ A01G9/24, A01G7/04, H05B1/00, H05B33/00, H05B41/06, H05B41/231, H05B41/46. Способ эксплуатации газоразрядных ламп в теплице], який передбачає перевірку ламп для виявлення зовнішніх дефектів, вибракування ламп із зовнішніми дефектами і відхиленнями, компоновку залишених ламп в групи для включення до опромінювальної установки і використання їх протягом відповідного циклу вегетації вирощуваних у теплиці рослин. Здійснення вхідного контролю виключає можливість експлуатації ламп з параметрами, які вийшли за допустимі межі. Проведення поточного контролю разом із заходами щодо перекомпонування ламп в групах продовжує термін служби, забезпечує підтримання в теплиці параметрів радіаційного режиму на заданому рівні.

Спосіб не передбачає діагностику пошкоджених елементів і ремонту ЕПРА для КЛЛ.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити спосіб діагностики і ремонту ЕПРА для живлення КЛЛ шляхом того, що цоколь пошкодженої лампи викручують із патрона, відокремлюють корпус ЕПРА від колби, перевіряють цілісність нитки розжарювання, виявляють елементи з зовнішніми ознаками ушкодження і обрив електричних зв'язків між ними, перевіряють справність інших елементів, випаюють пошкоджені елементи, замінюють їх новими з аналогічними параметрами, з'єднують відремонтований ЕПРА з колбою і вмикають в електромережу. В іншій конкретній формі виконання справність конденсаторів визначають за величиною їхніх опорів; заміряють опір переходу напівпровідникового елемента для його прямого і зворотного увімкнення, величини заміру порівнюють і за результатами роблять висновок про справність елемента.

Якщо опір кола нитки розжарювання високий - обрив кола, якщо опір малий (декілька Ом), нитка розжарювання справна. Якщо елементи ЕПРА мають зовнішні ознаки ушкодження (обвуглені напівпровідники або случені конденсатори), їх випаюють і перевіряють мультиметром. Якщо опір елементів наближається до безкінечності (мультиметр показує 1), то елементи або зв'язки між ними пошкоджені. Якщо величина опору конденсатора мала (близька до нуля), то конденсатор пробитий. Якщо величина прямого й оберненого опору напівпровідникового близька до нуля, то перехід закорочений, якщо величина прямого й оберненого опору висока (мультиметр показує 1), то обрив ланцюга переходу.

Особливість корисної моделі в тому, що діагностику ушкоджених елементів ЕПРА і зв'язків між ними визначають шляхом заміру опорів, порівнюють їх величини, і за результатами роблять висновок про справність елементів, після чого пошкоджені елементи замінюють новими з аналогічними параметрами, що подовжить термін експлуатації КЛЛ, зменшить експлуатаційні витрати споживачів і сприятиме впровадженню КЛЛ.

Технічна суть запропонованого способу пояснюється графічним матеріалом: на фіг. 1 зображена електрична схема ЕПРА для живлення КЛЛ; на фіг. 2 - розбирання КЛЛ; на фіг. 3 - зовнішній вигляд ЕПРА; на фіг. 4 - друкована плата ЕПРА.

Електричні схеми складені авторами за друкованими платами під час ремонту КЛЛ торгової марки (ТМ) Delux китайського виробництва. Схемні рішення ЕПРА різних виробників принципово мало відрізняються. Тому реалізацію способу будемо розглядати на прикладі КЛЛ ТМ Delux.

Розберемо пристрій і принцип роботи КЛЛ на прикладі схеми КЛЛ ТМ Delux потужністю 26 Вт. Основні функціональні елементи ЕПРА для живлення КЛЛ: запобіжник 1, двонапівперіодний випрямляч 2; біполярні транзистори 3,4 n-p-n провідності з виводами - Б, Е, К, конденсатори 5-11, діоди 12, 13, 14, двосторонній стабілітрон 15, резистори 16-21, тороїдальний трансформатор 22 з робочою обмоткою 23 (9 витків) і двома керуючими обмотками 24, 25 (по 2 витки), дроселі 26, 27. До ЕПРА приєднана колба 28 КЛЛ, з нитками розжарювання 29, 30. Ланцюг живлення містить запобіжник 1, двонапівперіодний випрямляч 2 з чотирьох діодів, згладжувальний конденсатор 6, завадозахисний фільтр із конденсатора 5 і дроселя 26.

КЛЛ з ЕПРА працює за таким принципом. Після ввімкнення КЛЛ напруга мережі 220 В змінного струму випрямляється двонапівперіодним випрямлячем 2 до постійної напруги 300...310 В на виході. Така напруга знижує знос електродів і усуває пульсації світлового потоку (стробоскопічний ефект). Далі випрямлена напруга через резистор 16 заряджає конденсатор 8 до напруги пробою стабілітрона 15, близько 30 В. У момент пробою стабілітрона 15 відбувається відкривання транзистора 4. Відкритий транзистор 4 розряджає конденсатор 8 через діод 13. Після цього конденсатор 8 вже не може зарядитися до напруги, необхідної для повторного відкриття стабілітрона 15. RC-ланцюжок 16, 8 забезпечує затримку пуску перетворювача з метою "м'якого пуску" і недопущення кидка пускового струму. Транзистори 3,4 n-p-n провідності виконують функцію ВЧ-ключів двотактного напівмостового перетворювача для перетворення постійної напруги, у високочастотну напругу (до 50 кГц), що дозволяє значно зменшити габарити ланцюга живлення. Навантаженням перетворювача і одночасно його керуючим елементом є триобмотковий тороїдальний трансформатор 22 з робочою обмоткою 23 і двома керуючими обмотками 24, 25. Транзистори 3, 4 відкриваються по черзі від позитивних імпульсів з керуючих обмоток 24, 25, протифазно включених в бази транзисторів 3, 4 (на фіг. 1 початок обмоток позначений точками). RC-ланцюжок 17, 7 призначений для гасіння викидів транзистора 3 в момент його закриття. Після першого відкривання транзистора 3 в коливальному контурі, утвореному елементами 9, 29, 22, 27, 30, виникає генерація. Відкриття кожного транзистора 3, 4 викликає наводку імпульсів у керуючих обмотках 24, 25 і в робочій обмотці 23. Негативні викиди напруги з обмоток 24, 25 гасяться діодами 12, 14. Змінна напруга з робочої обмотки 23 надходить до колби 28 через послідовний ланцюг з дроселя 27, ниток розжарювання 29, 30, конденсаторів 9, 11. Величини індуктивностей L і ємностей C цього ланцюга підібрані так, що в ньому виникає резонанс напруг при незмінній частоті перетворювача. При резонансі напруги в послідовному ланцюзі індуктивний і ємнісний опори рівні ($X_L = X_C$), сила струму в ланцюзі максимальна, а напруга на реактивних елементах L і C значно перевищує прикладену напругу. Падіння напруги на конденсаторі 9 (на друкованій платі встановлено тільки один конденсатор, хоча місце передбачене і для другого), в цьому послідовному резонансному ланцюзі у вісім разів більше, ніж на конденсаторі 11 (47 нФ/400 В), так як ємність C конденсатора 9 (6 нФ/630 В) у вісім разів менша, а його ємнісний опір X_C у вісім разів більший:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}.$$

У цей момент напруга на конденсаторі 9 зростає і відбувається іонізація газу в колбі 28. Під час ввімкнення КЛЛ піковий колекторний струм транзистора 4 в три-п'ять разів перевищує струм нормальної роботи, тому, якщо колба 28 пошкоджена, існує ризик пошкодження транзисторів 3, 4. Отже, перед запалюванням КЛЛ максимальний струм в резонансному ланцюзі розігріває нитки розжарювання 29, 30, і велика резонансна напруга на конденсаторі 9, включеному паралельно колбі 28, запалює КЛЛ. Весь процес запалювання триває менше 1 с. Максимально допустимі напруги на конденсаторах 9 і 11 становлять 630 В і 400 В. Такі величини підібрані не випадково. При резонансі напруга на конденсаторі 9 зростає до 600 В, і він повинен її витримувати. Колба 28 запаленої КЛЛ різко зменшує свій опір і блокує (закорочує) конденсатор 9. З резонансного ланцюга виключається ємність 9, і резонанс напруги в ланцюзі припиняється, але вже запалена КЛЛ продовжує світитися, а дросель 27 своїм індуктивним опором X_L

обмежує струм в запаленій КЛЛ. При цьому перетворювач продовжує працювати в автоматичному режимі, не змінюючи свою частоту з моменту запуску. Слід зазначити, що на колбу 28 весь час подається змінна напруга, що забезпечує рівномірний знос емісійних властивостей ниток розжарювання 29, 30, і цим збільшує термін служби КЛЛ.

5 Типи функціональних елементів ЕПРА зображених на фіг. 1: 1 - міні-запобіжник у скляному корпусі на 1 А, знаходиться поза монтажною платою в ПХВ трубці (може бути замінений на низькоомний резистор); 3, 4 - біполярні високовольні транзистори типу EN13003A середньої потужності, n-p-n провідності, корпус ТО-126, їх аналоги MJE13003 або KT8170A1 (400 В; 1,5 А; в імпульсі 3 А), у будь-якому випадку треба правильно визначити виходи Б, К, Е, оскільки у
10 різних виробників можуть бути різні їх послідовності, навіть у одного і того ж аналога; 12, 13, 14 і чотири діоди випрямляча - усі типу 1N4007 (1000 В, 1 А); 15 - двосторонній стабілітрон типу 3BLD (або симетричний диністор типу DB3) забезпечує початковий запуск перетворювача; 16-21 - резистори: 16, 17 по 1 МОм, 18, 19 по 2,2 Ом, 20, 21 по 20 Ом; 22 - тороїдальний триобмотковий трансформатор, має три обмотки: 23-9 витків, 24, 25 - по два витки; 26, 27 - дроселі.

Діагностику і ремонт ЕПРА для живлення КЛЛ здійснюють наступним чином. Викручують пошкоджену КЛЛ з патрона. Від'єднують ЕПРА 31 від колби 28 КЛЛ, відхиливши тонкою викруткою або ножом зачіпки, на яких зібрана КЛЛ (фіг. 2). Із пластмасової частини цоколя КЛЛ дістають плату, зверху якої, зі сторони цоколя 32, розташовані елементи ЕПРА (фіг. 3), а знизу, зі сторони колби 28 - друкована плата 33 (фіг. 4). Найпростіше визначити несправність нитки розжарювання колби. Тому, перш ніж розбиратися з електронною схемою, потрібно продзвонити мультиметром нитки розжарювання 29, 30. Виводи ниток прикріплені попарно до штирків ЕПРА, як правило закруткою. Ослаблення контакту в місці закруток - перша несправність, з якою зіткнувся один із авторів. Тому варто спершу продзвонити коло нитки зі
25 сторони друкованої плати. Якщо коло нитки дзвониться, то і нитка ціла, і скрутка надійна; якщо ж опір самої нитки становить 10-15 Ом, а коло зі сторони друківки не дзвониться, то проблема в скрутці. Місце скрутки треба зачистити і пропаяти. Якщо одна з ниток 29, 30 обірвана, то однією з ознак є потемніння скла біля обірваної нитки. Якщо лампа не сильно стара, то її можна відновити шляхом включення резистора 10 Ом 0,25 Вт паралельно нитці розжарювання, що перегоріла, проте при цьому запуск лампи може відбуватися з невеликим мерехтінням тривалістю 10-15 секунд. Якщо ж згоріли обидві нитки розжарювання 29, 30, колбу 28 можна відправляти на утилізацію. Наступним етапом продзвонюють запобіжник 1. Він знаходиться поза платою в ПХВ трубці разом з жорстким провідником, що йде від центрального контакту металевої частини цоколя 32 до випрямляча 2. Якщо запобіжник 1 цілий, то можливо що ЕПРА
35 інших пошкоджень не має. Так було у нашому випадку. Якщо ж все-таки проблема в схемі, відпаюють жорсткий провідник разом із запобіжником 1 від центрального електрода металевої частини цоколя 32 і виймають ЕПРА з цоколя КЛЛ (фіг. 3). Наступним етапом оглядають усі елементи плати. У разі, якщо лампа в процесі роботи блимала, варто звернути увагу на електролітичний конденсатор 6 (10 мкФ, 400 В). Він міг роздутися. Якщо візуально причин пошкодження не виявлено, перевіряють мультиметром працездатність кожного з конструктивних елементів ЕПРА. Якщо перегорає запобіжник 1 (іноді він буває у вигляді резистора), ймовірно несправними виявляються транзистори 3, 4 і низькоомні резистори R18, R19, R20, R21. Замість запобіжника 1, що перегорів, можна встановити резистор на кілька Ом. Несправностей може бути відразу декілька. Наприклад, при пробі конденсатора 9, можуть перегрітися і згоріти транзистори 3, 4. Справність резисторів, конденсаторів і напівпровідників перевіряють мультиметром. Діоди перевіряють, не випаюючи їх з плати. Для тестування резистора мультиметр переводять в режим виміру опору на межу "продзвонка" або "200" і проводять замір. Якщо резистор цілий, то пристрій покаже деякий опір. Але якщо покаже нескінченність (одиночку), то мультиметр знаходиться на обриві. Якщо конденсатор пробитий,
50 мультиметр покаже нуль. Мультиметром в режимі вимірювання опору успішно перевіряють справність електролітичних конденсаторів. Конденсатор випаюють з друкованої плати і обов'язково розряджають, щоб не пошкодити мультиметр. Для цього закорочують виводи конденсатора металевим предметом, наприклад, викруткою. Для перевірки конденсатора перемикач мультиметра встановлюють в режим вимірювання опору в діапазоні сотень кілоом або мегом. Виявлений пошкоджений елемент схеми випаюють і замінюють новим, таким же або з аналогічними параметрами. Транзистори попередньо можна перевірити мультиметром без випаювання із схеми. Справність транзистора визначають за величиною опорів для прямого й зворотного увімкнення їхніх переходів. Для визначення наявності і характеру пошкодження транзистора можна скористатися запропонованою авторами таблицею стану транзистора з n-p-n провідністю. Заміряють величину опору для прямого та оберненого увімкнення переходу
60

- транзистора, порівнюють результати між собою, за результатами порівняння і величиною опорів роблять висновок про стан транзистора: якщо величина прямого та оберненого опору переходу близька до нуля, то діагностують коротке замикання переходу; якщо величина прямого опору становить сотні Ом, а оберненого в десятки разів більша, то діагностують справність транзистора, і шукають обрив в колі вторинної обмотки трансформатора. Але якщо перехід буде зашунтований справними низькоомними резисторами, то його обрив так визначити неможливо. В такому разі транзистори 3, 4 випаюють і проводять заміри опорів переходів. Збірка відбувається в зворотному порядку: приєднують мережеві (220 В) провідники, припаюють нитки розжарювання до відповідних штиркових виводів, вставляють відремонтований ЕПРА в корпус цоколя КЛЛ, закривають защіпки. Для того, щоб зробити режим роботи лампи більш м'яким, енергозберігаючи лампу можна модернізувати. Для модернізації підійде будь-який NTC-термістор, призначений для обмеження пускових струмів, опором 20-50 Ом. В холодному стані термістор має вказану величину опору, що обмежує через нього струм. При нагріванні опір зменшується, і термістор не впливає на роботу схеми. Термістор необхідно встановити в розрив ниток розжарювання 29, 30 лампи в будь-якому зручному місці. При роботі термістор нагрівається, тому не варто встановлювати його впритул до інших компонентів.

Таблиця

Стан транзистора з n-p-n провідністю

Виводи транзисторів			Опір p-n переходів	Стан
Е	Б	К		
-	+		Н	Норма
+	-		В	
	+	-	Н	
	-	+	В	
+		-	В	
-		+	В	
-	+		В	Обрив ланцюга p-n переходів
	+	-	В	
+	-		Н	Пробій p-n переходів
	-	+	Н	

- низький опір; В - високий опір

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб діагностики і ремонту електронного пускорегулюючого апарата для живлення компактної люмінесцентної лампи, що включає виявлення пошкоджених ламп та їх вибракування, який **відрізняється** тим, що цоколь пошкодженої лампи викручують із патрона, відокремлюють корпус пускорегулюючого апарата від колби, перевіряють цілісність нитки розжарювання, виявляють елементи з зовнішніми ознаками ушкодження і обрив електричних зв'язків між ними, перевіряють справність інших елементів, випаюють пошкоджені елементи, замінюють їх новими з аналогічними параметрами, з'єднують відремонтований пускорегулюючий апарат з колбою і вмикають в електромережу.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що справність конденсаторів визначають за величиною їхніх опорів.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що заміряють опір переходу напівпровідникового елемента для його прямого і зворотного увімкнення, величини заміру порівнюють і за результатами роблять висновок про справність елемента.

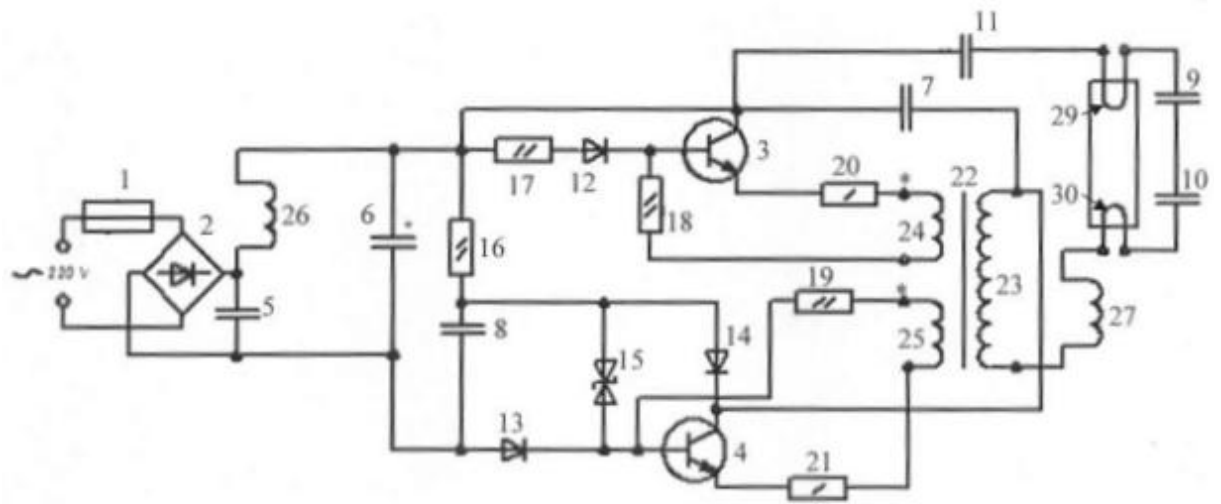


Fig. 1

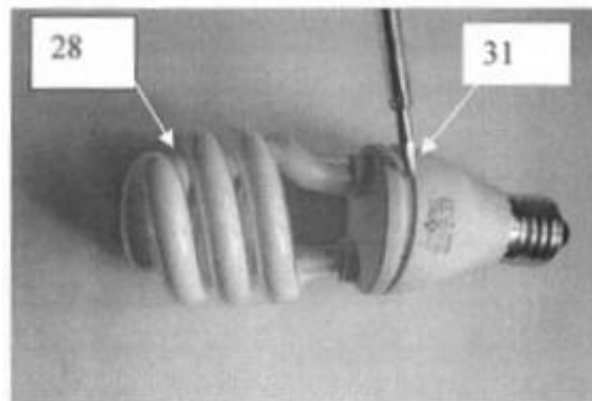


Fig. 2

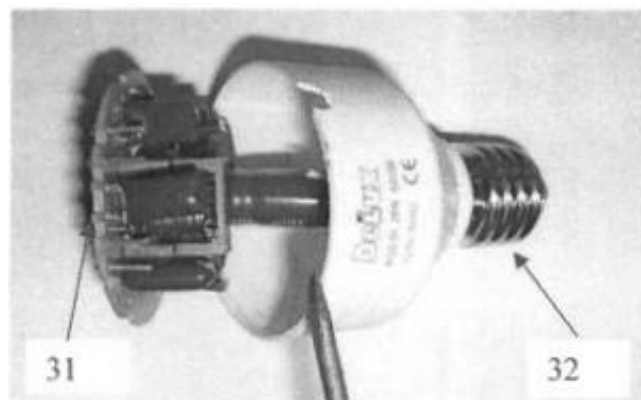


Fig. 3

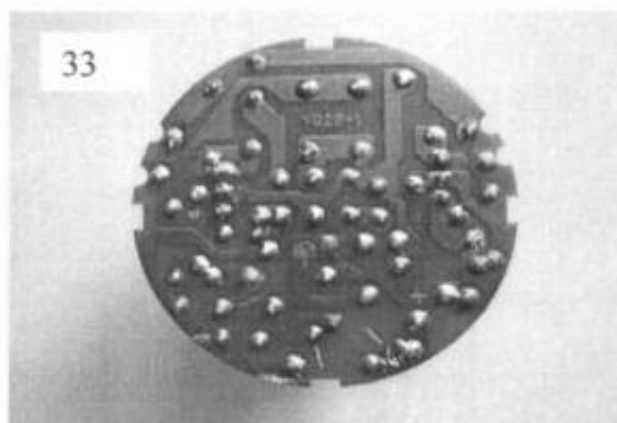


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601