

Джерелом похибки є також і фільтри. Їхні амплітудно-частотні характеристики неідеальні, тому частоти запирання і пропускання рознесені на деяку частотну відстань, яка і визначатиме похибку в оцінці частоти зрізу.

Похибки детекторів, датчиків потужності порівнювальних пристроїв можна зробити дуже малими без істотних ускладнень цих схем, тому їхня реалізація не викликає особливих труднощів.

Установка частот генераторів  $G_1$  і  $G_2$  виконується з певними похибками, але і ці похибки можна мінімізувати.

Отже, найчутливішими до різних чинників є високочастотні вузли вимірювального пристрою. Наприклад, підсилювач проміжної частоти необхідно використовувати з частотною характеристикою, яка б давала можливість оцінювати ШЗСЧ сигналів різних класів. При цьому вплив завад зростає при зменшенні ширини смуги випромінювання. Тому збільшення точності можливе за умови регулювання підсилювача або використання певного набору підсилювачів, що безперечно збільшить як вартість пристрою, так і його габарити. Крім того, для збільшення стабільної роботи вимірювального приладу і мінімізації його похибок необхідно передбачити кола контролю і регулювання. Такі кола могли б мати генератори взірцевих сигналів певних класів вимірювання, за допомогою яких можна було б не тільки контролювати роботу приладу, але і визначати клас випромінювання досліджуваного сигналу.

#### Список літератури

1. *Справочник по радиоконтролю*. – Женева: МСЭ, 1995. – 442 с.
2. *Бадалов А.Л., Михайлов А.С.* Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС: Справочник. – М.: Радио и связь, 1990. – 272 с.

Стаття надійшла до редакції 30.03.02.

УДК 628.9 (075.8)

В.О. Повстень, д-р техн. наук,  
Л.І. Селих, асп.

### ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИСТЕМ З НЕПЕРЕРВНИМ МАЛОПОТУЖНИМ РОЗРЯДОМ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ РОЗРЯДНИХ ЛАМП

*Розглянуто систему живлення імпульсних джерел світла, при застосуванні якої потужні спалахи світла створюються за рахунок енергії, накопиченої у магнітному полі дроселя з базовим струмом, і шунтування цього дроселя.*

Імпульсні джерела світла або імпульсні лампи (ІЛ) широко застосовуються для створення інтенсивних спалахів світла. Ці спалахи виникають при збудженні атомів парів або газів у потужному (десятки та сотні тисяч кіловат) короткочасному електричному розряді, у той час як потужність самого джерела живлення є невеликою [1].

На літальних апаратах розрядні ІЛ застосовуються в імпульсних маяках, які запобігають можливому їх зіткненню у повітрі та забезпечують візуальне спостереження диспетчерською службою за літальними апаратами під час їхнього польоту вночі при нормальній видимості та вдень і вночі при погіршених умовах видимості [1]. Вони являють собою досить складні автоматичні системи, які при кожному спалаху ІЛ забезпечують іонізацію їхнього міжелектродного проміжку високовольтним імпульсом напруги. Черговість спалахів при застосуванні цих систем забезпечується електричним колом керування з мультівібраторами та тиристорами.

Зазвичай, потужний короткочасний розряд в ІЛ визивають розрядкою через міжелектродний проміжок конденсатора, здатного за дуже короткий час (від  $10^{-2}$  до  $10^{-8}$  с) утворити великий імпульсний струм. У багатьох випадках для утворення потужних спалахів світла конденсатори



необхідно заряджати до напруги, яка може досягати декількох кіловольт і більше. Тому в цих випадках необхідно використовувати спеціальні заходи захисту, які повинні забезпечити повну безпеку роботи з такими джерелами світла.

За час пауз струму після кожного погасання розряду відбувається охолодження електродів ЛЛ, а також швидка деіонізація газу в розрядних проміжках ЛЛ, внаслідок чого для повторного запалювання дугового розряду потрібні досить високі (пікові) значення напруги. При цьому збільшується градієнт потенціалу безпосередньо біля катоду ЛЛ і строк їхньої служби через посилене бомбардування катодної поверхні позитивними іонами дуже скорочується.

Згадані недоліки можуть бути значною мірою зменшені, а деякі виключені при застосуванні для живлення розрядних ЛЛ системи живлення ЛЛ з базовим («черговим») дуговим розрядом малої потужності [2].

Робота імпульсного джерела світла при застосуванні імпульсної системи живлення, яка розглядається, відбувається при неперервному горінні малопотужної дуги і періодичному короткочасному (імпульсному) значному збільшенні її потужності. Приблизний графік зміни струму дугового розряду у цьому випадку має вигляд кривої, яка показана на рис. 1, де  $i_i$  – імпульсне збільшення струму;  $i_b$  – базовий струм;  $t_i$  – тривалість імпульсу струму.

Струм малопотужної дуги (базовий) постійно підтримує дуговий проміжок ЛЛ в іонізованому стані, а електроди – достатньо підігрітими для утворення необхідної термоелектронної емісії. Це забезпечує швидке повторне збудження імпульсної дуги і дає змогу застосовувати для утворення спалахів світла не тільки розрядні лампи з дуговим розрядом в інертних газах (ксенонові), а й інші ефективніші типи розрядних ламп, наприклад, натрієві, які мають набагато вищі значення світлової віддачі, але характеризуються значним періодом повторного розгоряння після повного погасання. І лише для початкового запалювання ЛЛ у цьому випадку виникає необхідність у застосуванні осцилятора, який потім відключається.

Регулювання частоти спалахів, їхньої тривалості та потужності здійснюється зміною проміжків часу між імпульсами струму (пауз), тривалості самих імпульсів і пікових значень струму.

Коли спалахи світла утворюються в результаті періодичних заряджень накопичувального конденсатора з наступними швидкими його розрядженнями через міжелектродний проміжок ЛЛ, система живлення ЛЛ з базовим струмом фактично являє собою комплект з двох джерел струму, які працюють одночасно і майже незалежно один від одного. Одне з них є малопотужним джерелом базового струму, а інше – генератором короткочасних потужних імпульсів струму і може, зокрема, складатися зі звичайного випрямляча, обмежувального резистора, накопичувального конденсатора і комутувальних пристроїв, які періодично підключають конденсатор до розрядного проміжку ЛЛ, через який він і розряджається, короткочасно збільшуючи світловий потік ЛЛ. Проте при застосуванні такої системи збудження потужних спалахів світла можуть виникати недопустимі зменшення базової складової струму ЛЛ після закінчення в лампі спалаху, що може призводити до повного її погасання. Це спричиняється тим, що напруга генератора імпульсів струму при утворенні спалахів світла перебільшує напругу джерела базового струму, і тому останній через паралельне вмикання цих джерел зменшується [2].

Ефективнішою для утворення значних спалахів світла є імпульсна система з шунтуванням дроселя з базовим струмом, принцип роботи якої пояснює рис. 2.

Силова частина цієї системи складається із тиристорного регулятора UZ, згладжувального дроселя Д і тиристора VS.

Тиристорний регулятор формує пульсуючу напругу, яка періодично знижується до нуля або до рівня, меншого за потенціал горіння дуги у лампі. У найпростішому випадку при живленні від електричної мережі тиристорний регулятор являє собою двопівперіодний тиристорний випрямляч, середня напруга якого визначається кутом вмикання тиристорів. Пульсації базового струму зменшуються згладжувальним дроселем Д, який для створення імпульсів струму періодично шунтується тиристором VS.



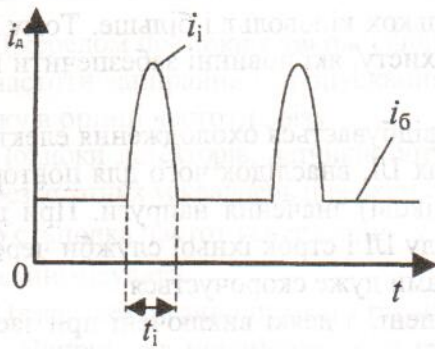


Рис. 1

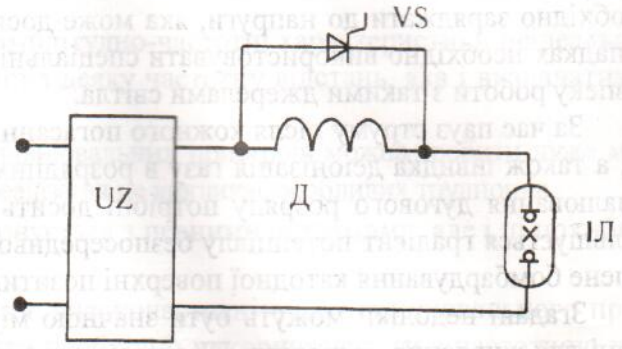


Рис. 2

Коли тиристор VS знаходиться у закритому стані, струм проходить через дросель Д і є постійним (базовим) струмом малопотужної дуги або тліючого розряду  $i_б$ . При цьому в магнітному полі дроселя накопичується енергія  $W_L = Li_б^2/2$  ( $L$  – індуктивність дроселя), за рахунок якої періодично створюються потужні спалахи світла.

При відкритті тиристора VS дросель Д, по якому в цей час протікає базовий струм  $i_б$ , шунтується (закорочується) цим тиристором, що еквівалентно вимиканню дроселя з електричного кола. Базовий струм  $i_б$  протікає у цей час вже через тиристор VS.

При шунтуванні дроселя Д струм у ньому повинен дуже швидко зменшитися до нуля, а при швидкій зміні струму у дроселі згідно з законом електромагнітної індукції виникає значна електрорушійна сила (ЕРС), яка і утворює необхідний імпульс напруги на міжелектродному проміжку ЛЛ.

Співвідношення, яке визначає закономірність зміни струму у зашунтованому дроселі, має такий вигляд:

$$i = i_{б0} e^{-t/\tau} + \frac{\Delta U_{vs}}{R} (1 - e^{-t/\tau}),$$

а імпульсна ЕРС у контурі ЛЛ:

$$e_L = -L \frac{di}{dt},$$

де  $\tau = \frac{L}{R}$  – електромагнітна стала часу;  $R$  – активний опір дроселя;  $\Delta U_{vs}$  – падіння напруги на

відкритому дроселі;  $i_{б0}$  – струм дроселя в момент відкриття тиристора VS.

Через короткочасність імпульсу струму за час його існування базовий струм не встигає істотно змінитися і тому після зникнення імпульсу струму залишається майже на тому самому рівні.

Світлова віддача світлового спалаху ЛЛ  $\eta$ , яка визначається як відношення світлової енергії спалаху

$$W_{сн} = \int_0^{t_{сн}} \Phi(t) dt$$

до енергії, накопиченої для його виникнення, в розглянутому випадку дорівнює:

$$\eta = \frac{\int_0^{t_{сн}} \Phi(t) dt}{Li_{б0}^2 / 2},$$

де  $t_{сн}$  – тривалість спалаху;  $\Phi(t)$  – залежність, яка визначає миттєві значення світлового потоку  $\Phi$ .

До позитивних особливостей цього виконання систем живлення ЛЛ належать також наявність тільки одного джерела струму замість двох, застосування лише імпульсного тиристора замість спеціального генератора імпульсів і використання тиристорного регулювання струму.



Тому ця система живлення ІІ, крім більшої надійності в роботі, має ще й меншу масу і менші розміри, ніж система з накопичувальним конденсатором.

Базовий струм  $i_6$  може бути і змінним струмом, але забезпечення стабільності роботи ІІ при цьому дещо ускладнюється.

Подібна система живлення вже добре зарекомендувала себе при імпульсно-дуговому зварюванні, так як має меншу масу, більшу надійність в роботі, менші розміри та кращі регульовальні властивості, ніж зварювальні системи живлення з накопичувальними конденсаторами. Все це дає підстави вважати її досить перспективною для застосування на літальних апаратах.

### Список літератури

1. *Справочная книга по светотехнике* / Под ред. Ю.В. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.
2. *Основы электрооборудования летательных аппаратов. Ч.2* / Под ред. Д.Э. Брускина. – М.: Высш. шк., 1978. – 280 с.
3. *Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие* / Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 656 с.

Стаття надійшла до редакції 30.03.02.

УДК 65.012.122:331.45(043.2)

**В.В. Матиборський**, канд. техн. наук, доц.

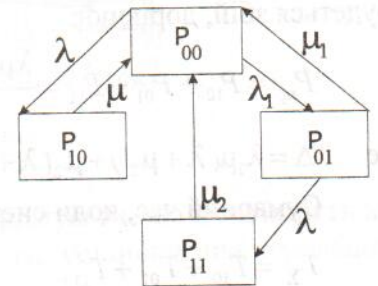
### МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ У СТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ

*Розглянуто модель системи керування охороною праці у стаціонарному режимі з урахуванням наявності в цій системі людини. Модель враховує присутність людини і його помилки як у ланці керування, так і в керованій ланці. Проаналізовано ймовірність відмов у системі при можливих помилках у кожній ланці.*

Будь-яка система керування не позбавлена помилок і збоїв, обумовлених наявністю в ній людини. Людський фактор присутній як у керуючій ланці, так і в ланці керування [1]. Одна з можливих схем такої системи зображена на рис. 1, де  $P_{00}$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{01}$  і  $P_{11}$  характеризують переходи з якого-небудь стану такої системи в інше.

Рис. 1. Граф можливих станів системи керування:

$\lambda$  і  $\lambda_1$  – інтенсивності переходу з одного стану в інший;  $\mu_i$  – інтенсивності відновлення;  $P_{00}$  – система цілком справна (керуючий і керований елементи функціонують без помилок);  $P_{10}$  – відмовлення керованого елемента, керуючий справний;  $P_{01}$  – відмовлення керуючого елемента, керований справний;  $P_{11}$  – відмовлення обох елементів



Як керуючий і керований елементи системи прийнято людину, що знаходиться у системі та об'єкті керування.

Графові станів такої системи буде відповідати система диференціальних рівнянь :

$$\begin{cases} P_{00}^1 = -P_{00}(\lambda + \lambda_1) + P_{10}\mu + P_{01}\mu_1 + P_{11}\mu_2; \\ P_{10}^1 = \lambda P_{00} - \mu P_{10}; \\ P_{01}^1 = -(\lambda + \mu_1)P_{01} + \lambda_1 P_{00}; \\ P_{11}^1 = -\mu_2 P_{11} + \lambda P_{01}. \end{cases} \quad (1)$$