

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництв
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розробка електронного драйвера
для LED світильника

Виконав: студент 4 курсу, групи КАЗс-41
Спеціальність 151
“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”
(шифр і назва спеціальності)

Круглій Н.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Микулик П.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Козбур І.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Стухляк П.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В даному дипломному проєкті розроблено однокаскадне джерело живлення для вуличних світлодіодних світильників загального призначення. Створений пристрій забезпечує стабільний вихідний струм величиною 350 мА. Блок живлення спроектований на основі мікросхеми UCC28810 компанії Texas Instrument і забезпечує максимальну вихідну потужність 80 Вт та живиться від мережі змінного струму з номінальною напругою 220 В.

Наявність в даній мікросхемі вбудованої функції корекції коефіцієнта потужності дозволило реалізувати перетворювач з коефіцієнтом потужності (КП) – 0,9 без використання додаткового коректора.

Імпульсний перетворювач напруги побудований по технології SEPIC і, відповідно, немає гальванічної ізоляції між входом і виходом. Проте, це допустимо для вуличних світильників. В імпульсному блоці живлення передбачений захист від перенапруг та обриву навантаження.

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Аналітична частина	7
1.1	Призначення та основні параметри електронного драйвера LED світильника	7
1.2	Структурні схеми джерел вторинного електроживлення	8
1.3	Схемотехніка і принципи роботи перетворювачів DC/DC	12
2	Проектна частина	21
2.1	Опис структурної схеми електронного драйвера LED світильника	21
2.1	Вибір вихідних параметрів електронного драйвера LED світильника	23
2.2	Корекція коефіцієнта потужності	25
2.3	Засоби і системи захисту джерел живлення	27
2.4	Опис блок-схеми контролера UCC28810	32
2.5	Опис принципової схеми електронного драйвера LED світильника	33
2.6	Розрахунок надійності	38
3	Спеціальна частина	43
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	54
	Висновок	63
	Література	64

ВСТУП

Важливе значення для України має економія електричної енергії. Як на загальнодержавному, так і на побутовому рівні. Відносно хороші перспективи щодо цього має використання найекономніших джерел світла. Зокрема, джерела світла на основі світло діодів на сходні є дуже перспективними, їх перевагами є найвищий коефіцієнт корисної дії та дуже великий термін служби. Світлова віддача (відношення світлового потоку джерела світла до використаної електричної потужності), яка вимірюється в Люменах на Ватт (Лм/ Вт) в традиційних лампах розжарення не перевищує 10, 12, тоді як сучасні світло діоди досягають ефективності 150-160 Лм/Вт. Лампи розжарення, поглинаючи багато електроенергії, працюють при цьому максимум до 1000 годин. Часте ввімкнення та вимкнення лампи розжарення, перепади струму виводять їх з ладу ще швидше. Час експлуатації світло діодів у 50, 100 разів довший і досягає 100000 годин. Сучасні світлодіодні світильники завойовують визнання споживачів. Ті, хто підходить до вибору товарів раціонально, віддають перевагу світлодіодним лампам через реальну економію енергії за рахунок мінімізації рівня електроспоживання, екологічної безпеки і підвищеного терміну експлуатації. До переваг світлодіодних світильників також варто віднести миттєвий розігрів (до 1 секунди), високу міцність і незначне виділення тепла.

Ще одна перевага вибору або причина використання світлодіодних світильників – це їх безпека та екологічна чистота. Такий фактор пояснюється тим, що природа світіння світлодіоду полягає в природних властивостях переходу – катод-напівпровідник, з'єднаний з анодом. Тому світло діоді лампочки працюють як простий напівпровідник, що випромінює світловий потік. Завдяки такій будові, конструкція джерела світла може витримувати важкі умови експлуатації. А саме: вібрації, попадання вологи, невеликі удари, низькі температури, підвищення тиску.

Сукупність загальних технічних та економічних характеристик дає змогу говорити про те, що прорив світлодіодної технології в даний час, можливо, найбільша подія в технології освітлення за багато десятиліть, отже є найперспективнішим рішенням у освітленні із застосуванням енергозберігаючих технологій.

Для тривалої роботи світлодіодів їх необхідно заживлювати стабільним постійним струмом. Відхилення від необхідного струму на $\pm 20\%$ може скоротити термін роботи майже на половину. До таких джерел живлення висувається ряд вимог. Найчастіше від інших використовують наступні: безпосереднє живлення світло діодів, мінімальна вартість джерела живлення, сумісність з мережею, захист від аварійних режимів роботи, високий коефіцієнт корисної дії (більше 0,9) та коефіцієнт потужності близький до 1.

Важливим завданням при розробці електронних засобів є зниження маси та габаритних розмірів джерела живлення. Це досягається вибором принципу його дії, схеми, режиму роботи, елементної бази, конструкції. В наш час увагу спеціалістів в області електроживлення радіоапаратури зосереджено на створенні високоефективних джерел живлення, які будуються на основі високочастотного інвертора напруги. Використання інвертора, який працює на частотах 20-100 кГц в структурі джерела живлення забезпечує, по-перше, гальванічну розв'язку навантаження від первинної мережі, по-друге, різко зменшуються масогабаритні показники трансформаторів та дроселів і, по-третє, значно збільшується коефіцієнт корисної дії за рахунок імпульсного режиму роботи потужних транзисторів.

Методи транзисторного перетворення енергії, які розвинуті в останній час, нові компоненти і матеріали дозволили не знижуючи, а навіть збільшуючи коефіцієнт корисної дії, підняти робочі частоти імпульсних перетворювачів до кількох сотень кілогерц, що в свою чергу дозволило в сукупності з новими конструкторськими та технологічними рішеннями зменшити розміри перетворювачів при цій же вихідній потужності. Таким

чином, стало можливим суттєве покращення одного з найважливіших показників будь-якого перетворювача – питомої потужності, яка визначається співвідношенням потужності в навантаженні до об'єму перетворювача.

Проте і при сучасному рівні розвитку силовій елементній базі проектування імпульсного джерела є складною задачею з багатьма невідомими.

1. Аналітична частина

1.1. Призначення та основні параметри електронного драйвера LED світильника

Розроблене джерело живлення імпульсного типу призначене для використання у складі вуличного світлодіодного світильника. Будь-який світлодіодний світильник можна умовно розділити на дві складові, власне світло діоди і джерело живлення – джерело стабілізованого струму. Обидві ці складові в однаковій мірі визначають технічні характеристики світильника. Джерело живлення повинно забезпечувати стабілізований струм на виході, так як довговічність світлодіодів та їхній світловий потік залежать від стабільності струму.

Перевищення струму від номінального значення на 20 % сприяє деградації світлодіодів і зменшенню терміну їхньої роботи у два рази. Імпульсний перетворювач напруги побудований по технології SEPIC і, відповідно, немає гальванічної ізоляції між входом і виходом. Проте, це допустимо для вуличних світильників.

В імпульсному блоці живлення передбачений захист від перенапруг та обриву навантаження. Використання мікросхеми ШІМ контролера UCC28810 з вбудованою функцією корекції коефіцієнта споживаної потужності вдалося добитися коефіцієнта потужності 0,9 без використання додаткового коректора, що спростило і здешевило схему імпульсного блоку живлення.

Основні технічні характеристики пристрою

Живлення від мережі:

Номинальна напруга	220 В
Максимальна напруга	265 В
Мінімальна напруга	150 В
Частота	50 Гц
Споживана потужність при номінальному навантаженні	80 Вт
Вихідна напруга максимальна	230 В
Вихідна напруга мінімальна	150 В
Стабілізований струм навантаження	0,35 А
Частота перетворення напруги	100 кГц
Забезпечений захист від короткого замикання на виході.	
Забезпечений захист від перенапруги на виході.	
Забезпечений захист від обриву навантаження.	
Робочий температурний діапазон	-20 ÷ + 60°C
Імовірність відмови приладу	140292 год

1.2. Структурні схеми джерел вторинного електроживлення

На практиці широке розповсюдження одержали дві структури побудови джерел вторинного електроживлення (ДВЕЖ) з безтрансформаторним входом: на основі регульованого і нерегульованого конверторів. В першому випадку (рис.1.1) структурна схема ДВЕЖ складається із двох функціональних вузлів – мережевого випрямляча МВ і перетворювача напруги ПН [1].

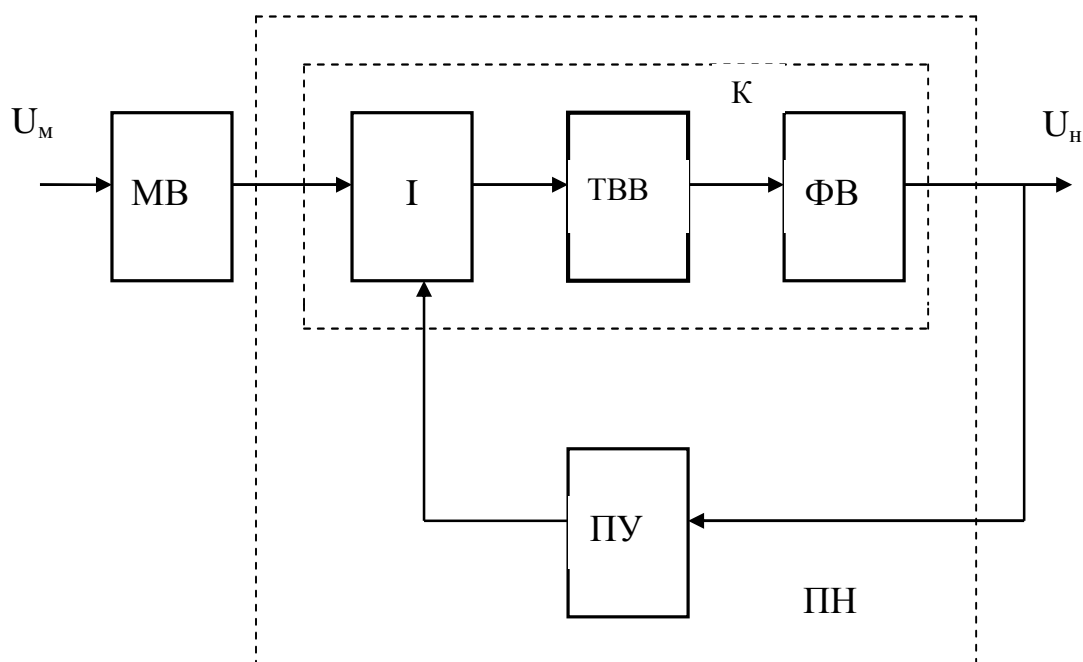


Рис. 1.1. Структурна схема джерела вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом на основі регульованого конвертора

Мережевий випрямляч виконує функції випрямляча напруги мережі U_M і згладження пульсацій, забезпечує режим плавної зарядки конденсаторів фільтра при включенні джерела, безперебійність подачі енергії в навантаження при короткочасних провалах напруги мережі нижче допустимого рівня перешкод за рахунок використання фільтрів, які подавляють перешкоди. На виході MB формується напруга E постійного струму, яка характеризується значеннями 277-341 В для однофазної мережі $220 \text{ V} \pm 10 \%$. Перетворювач напруги включає в себе конвертор К і пристрій управління ПУ.

Конвертор, в свою чергу, складається з регульованого інвертора I, який перетворює постійну вихідну напругу MB в змінну прямокутної форми, трансформаторно-випрямляючого вузла ТВВ, який працює на підвищеній частоті (20 кГц) і забезпечує гальванічну розв'язку мережі з навантаженням, і високочастотного LC-фільтра ФВ.

Пристрій управління ПУ забезпечує потужні транзистори імпульсами управління, а також здійснює стабілізацію напруги на навантаженні U_H

шляхом зміни тривалості (коефіцієнта заповнення γ) імпульсів управління, тобто за рахунок використання широтно-імпульсного методу регулювання напруги.

У другому випадку (рис. 1.2) структурна схема являє собою послідовне сполучення МВ, імпульсного регулятора напруги ІРН і конвертора К, виконаного на основі нерегульованого інвертора І.

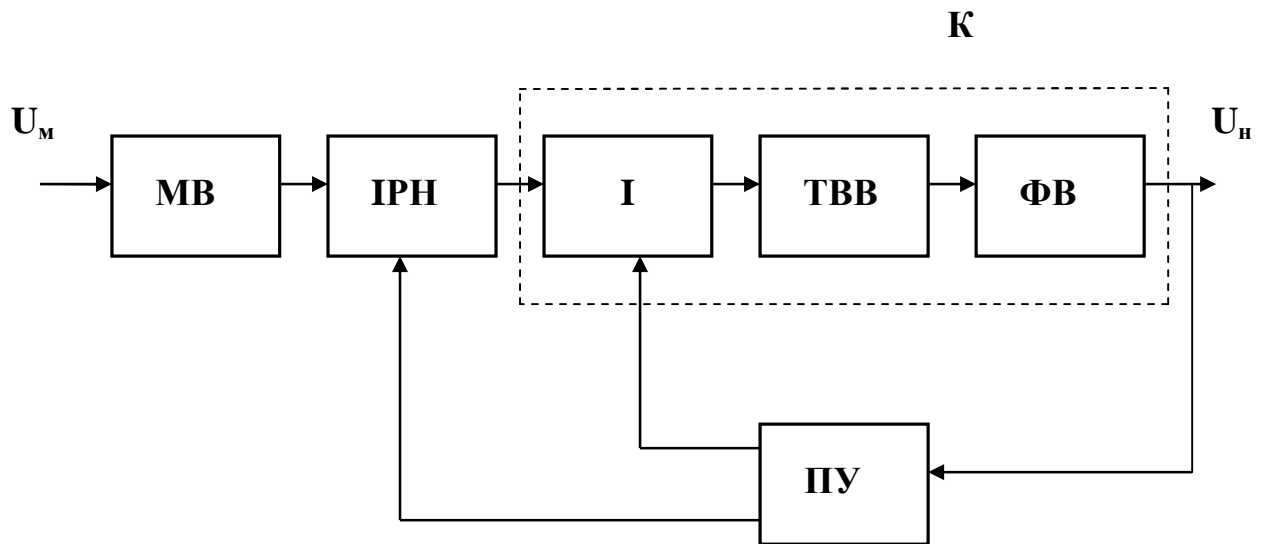


Рис. 1.2. Структурна схема джерела вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом на основі нерегульованого конвертора.

Пристрій управління ПУ забезпечує подачі імпульсів управління з коефіцієнтом заповнення γ на потужний транзистор ІРН і імпульсів управління типу меандр на потужні транзистори інвертора. Функціональний вузол – конвертор для обох структур ДВЕЖ може бути побудований на основі однотактного інвертора з трансформаторним виходом. Конвертор також може бути створений на основі двотактних схем інверторів з трансформаторним виходом.

Пристрій управління ПУ, як уже відмічалось, формує імпульси управління інвертором І або ІРН та І, а також включає в себе пристрої захисту, плавного включення і внутрішнє джерело електроживлення схеми управління.

Характерним для першої структури ДВЕЖ є те, що інвертор підключений безпосередньо на напругу E і повинен бути розрахований виходячи з максимального рівня напруги $E_{\max} = 341$ В для однофазної мережі з урахуванням коефіцієнта запасу по напрузі для транзисторів. Це ускладнює схему інвертора, оскільки необхідно застосовувати послідовне з'єднання по вхідних колах декількох однотипних інверторів. Крім цього, наявність паузи у вихідній напрузі інвертора із-за широтно-імпульсного методу регулювання різко збільшує масогабаритний показник згладжуючого вихідного LC-фільтра, оскільки його параметри повинні розраховуватися виходячи з мінімального коефіцієнту заповнення імпульсів γ_{\min} при умові неперервності струму дроселя фільтра.

Позитивною якістю першої структури являється суміщення функції перетворення напруги E і стабілізація напруги U_H . Це дозволяє дещо спростити ПУ, оскільки порівняно з другою структурою зменшується кількість керованих транзисторних ключів. Крім цього, із-за паузи у вихідній напрузі інвертора «автоматично» встановлюються наскрізні струми, небезпека виникнення яких в установленому режимі велика у двохтактних схемах конверторів, і покращується режим переключення потужних транзисторів і діодів високочастотного випрямляча.

Однією із переваг другої структури ДВЕЖ являється простота побудови джерела з декількома стабілізованими вихідними напругами, які працюють при фіксованих струмах навантаження, оскільки колом зворотного зв'язку по відхиленню вихідної напруги достатньо охопити лише один канал ІРН.

Інвертор в даній структурі підключають до стабілізованої напруги U_{per} ІРН, рівень якої $U_{\text{per}} = 200-250$ В, тобто суттєво нижчий, ніж в першій структурі, що дає можливість застосовувати в інверторі потужні транзистори, розраховані на більш низькі напруги, з покращеними частотними властивостями.

Параметри вихідного С-фільтра визначаються довжиною фронтів імпульсів напруги інвертора і можливою несиметрією випрямленої напруги, і як наслідок, для даної структури цей фільтр має незначний об'єм та масу. Наявність конденсатора на виході випрямляча дозволяє уникнути втрат на перемикання в транзисторах інвертора при умові нехтовно малої індуктивності розсіювання височастотного трансформатора, виконаного, наприклад, на кільцевому магнітопроводі з хорошим індуктивним зв'язком первинної і вторинної обмоток.

Через те, що LCD-фільтр ІРН працює при підвищеній напрузі, його маса і об'єм значно менші, ніж у фільтра, ввімкненого на виході регульованого інвертора, при одних і тих же рівнях вихідної напруги і струму. Порівняльна оцінка по к.к.д., масі і об'єму ДВЕЖ з безтрансформаторним входом, побудованих на основі нерегульованого інвертора при одних і тих же умовах, показала, що енергетичні можливості цих структур практично рівноцінні, а їх маси і об'єми відрізняються незначно.

1.3. Схемотехніка і принципи роботи перетворювачів DC/DC

Джерела вторинного електроживлення являються перетворювачами електричної енергії, яка призначена для електроживлення пристроїв, які виконують різноманітні функціональні задачі. З допомогою джерел вторинного живлення, в загальному випадку, енергія від систем енергопостачання промислової частоти або автономних первинних джерел живлення перетворюється в необхідні для роботи радіоелектронної апаратури напруги живлення з необхідними параметрами. Недивлячись на відносну простоту принципової реалізації вторинних джерел живлення, розробка пристроїв з високими енергетичною ефективністю, питомими

масогабаритними показниками, надійністю і відтворюваністю являється складним завданням.

Існує дві категорії імпульсних перетворювачів напруги:

- а) з трансформатором,
- б) з накопичуючим дроселем.

Будь-який перетворювач з цих двох категорій може бути як понижуючим, так і підвищуючим. В пристроях з накопичуючим дроселем це залежить від схеми включення, а в пристроях з трансформатором – від коефіцієнта трансформації.

На виході імпульсним перетворювачів напруги з накопичуючим дроселем завжди буде постійна або пульсуюча напруга, змінну ж напругу, в принципі, отримати неможливо.

На рисунку 1.3 зображені імпульсні перетворювачі з накопичуючим дроселем.

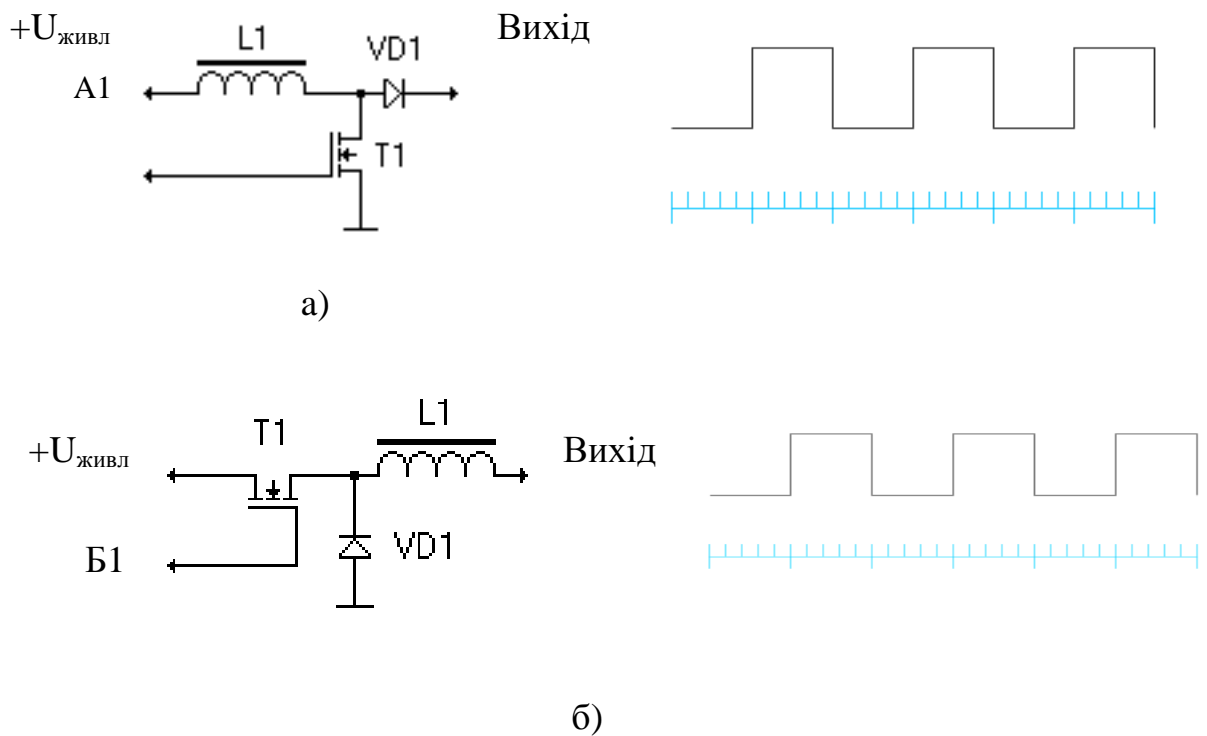


Рис. 1.3. Імпульсні перетворювачі з накопичуючим дроселем: а) з підвищенням напруги, б) з пониженням напруги

Сигнал в точку А1 подається по відношенню до загальної шини, а в точку Б1 – до витоку транзистора. Роботу імпульсного перетворювача з накопичуючим дроселем розглянемо на прикладі підвищуючого перетворювача (рис. 1.3.1 а).

Накопичуючий дросель L1 під'єднаний так, що при відкриванні транзистора T1 через них починає протікати струм від джерела "+U_{живл.}", при струм виростає в дроселі не миттєво, оскільки енергія накопичується в магнітному поля дроселя. Після того, як транзистор T1 закривається, накопиченій в дроселі енергії необхідно звільнитися, це впливає з фізики явищ, що відбуваються в дроселі, відповідно єдиний шлях цієї енергії пролягає через джерело "+U_{живл.}", діод VD1 і навантаження, під'єданого до виходу. При цьому максимальна напруга на виході залежить тільки від опору навантаження [3].

Якщо в нас ідеальний дросель і, якщо навантаження відсутнє, то напруга на виході була би необмежено великою. В реальному дроселі за рахунок втрат напруга буде дуже великою. Щоб регулювати напругу на виході таких перетворювачів необхідно накопичувати в дроселі стільки енергії, скільки необхідно, щоб отримати задану напругу на відомому опорі навантаження. Регулювання накопиченої енергії забезпечується тривалістю імпульсів, які відкривають транзистор.

В понижуючому перетворювачі в дроселі відбуваються талі ж самі процеси, Проте, в цьому випадку при відкриванні транзистора дросель L1 не дає напрузі на виході миттєво збільшитись, а після його закривання вивільнює накопичену енергію з одного боку через діод VD1, а з другого – через навантаження, під'єдане до "Вихід" підтримує напругу на клемі "Вихід".

В імпульсних перетворювачах напруги з трансформаторами саме перетворення відбувається в трансформаторі, при цьому не важливо виконаний він залізі – для низьких частот, чи на фериті – для високих частот. Суть процесів завжди однакова: якщо в першій обмотці трансформатора 10

витків, а в другій 20 і ми приклали змінну напругу 10 В до першої, то у другій ми отримаємо змінну напругу тієї ж частоти, але 20 В і відповідно з вдвічі меншим струмом, ніж той, що протікає в першій обмотці.

На рисунку 1.4 зображено перетворювач з відводом середньої точки первинної обмотки трансформатора.

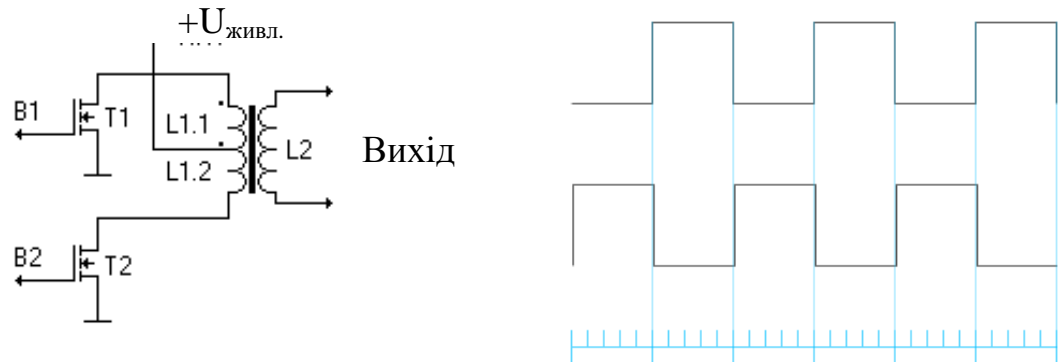


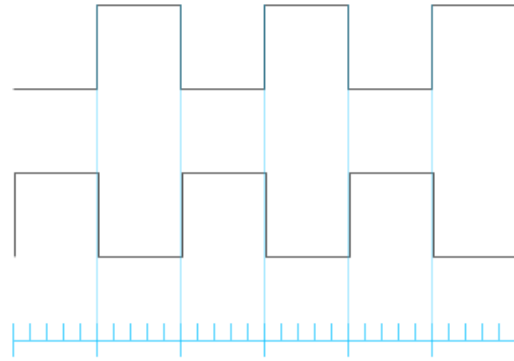
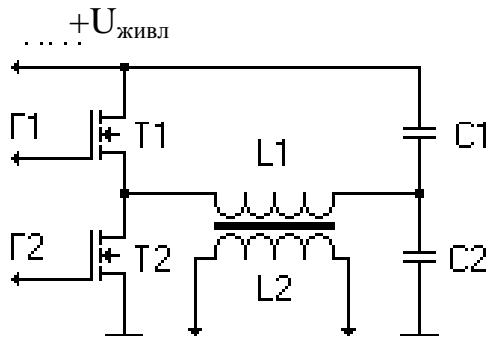
Рис. 1.4. Двохтактний перетворювач з відводом точки первинної обмотки трансформатора.

Управляючі сигнали на входи В1, В2 подаються по відношенню до загальної шини.

Схема працює наступним чином. Коли транзистор Т1 відкритий, струм протікає через верхню половину обмотки L1.1, потім транзистор Т1 закривається і відкривається транзистор Т2, струм починає протікати через нижню половину обмотки L1.2, оскільки верхня половина обмотки L1 підключена своїм кінцем до "+U_{живл.}", а нижня – початком, то магнітне поле в осерді трансформатора при відкриванні Т1 напрямлене в одну сторону, а при відкриванні Т2 – в другу, відповідно на вторинних обмотках L2 створюється змінна напруга. L1.1 і L1.2 виконуються ідентичними одна одній.

Дана схема забезпечує високу ефективність при роботі від низької напруги живлення. До недоліків схеми відноситься наявність викидів напруги на стоках транзисторів, що дорівнює подвоєній напрузі живлення.

Перетворювач, виконаний по напівмостовій схемі показаний на рисунку 1.5



Вихід

Рис. 1.5. Перетворювач, виконаний по напівмостовій схемі

Сигнали на вхід Г1 подаються відносно витоку транзистора Т1, сигнали на вхід Г2 – відносно шини.

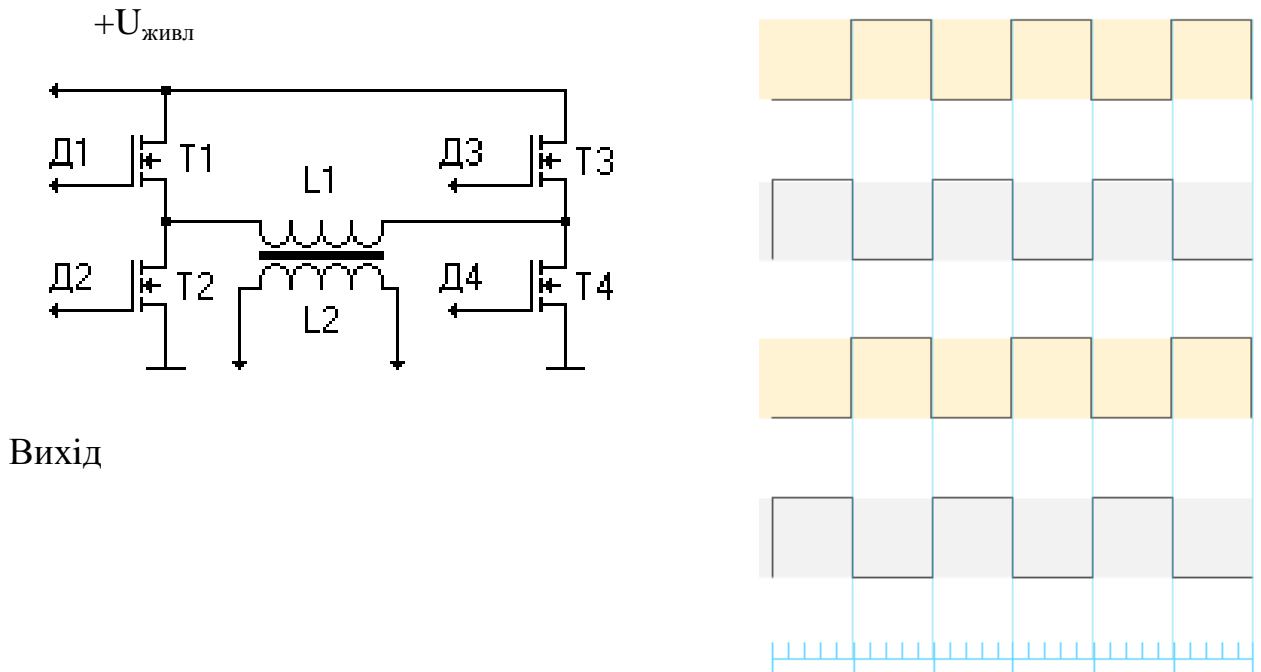
Схема працює наступним чином. Коли транзистор Т1 відкритий, струм протікає через первинну обмотку трансформатора L1 заряджаючи конденсатор C2, потім він закривається і відкривається Т2, відповідно тепер струм тече через L1 у зворотному напрямі, розряджаючи C2 і заряджаючи C1.

Перевагою даної схеми є відсутність викидів подвоєної напруги. Недоліком є те, що напруга, яка підводиться до первинної обмотки трансформатора у два рази нижча, ніж напруга живлення.

Перетворювач, виконаний по мостовій схемі показаний на рисунку 1.6. Сигнали на входи Д1, Д3 подаються по відношенню до витоків транзисторів Т1, Т3 відповідно, а на входи Д2, Д4 – до загальної шини.

Схема працює наступним чином. Коли транзистори Т1 і Т4 відкриті, струм протікає через первинну обмотку трансформатора в одному напрямі, потім закриваються і відкриваються Т2 і Т3, струм через первинну обмотку починає протікати у зворотному напрямі.

До переваг даної схеми належать: наявність повної напруги живлення на первинній обмотці трансформатора, відсутність викидів подвоєної напруги живлення.



Вихід

Рис. 1.6. Перетворювач, виконаний по мостовій схемі

Недоліками даної схеми є необхідність використання чотирьох потужних транзисторів, подвійне падіння напруги на транзисторах (падіння на суміжних транзисторах T1, T4/ T3, T4 додаються).

Прямоходовий та зворотньоходовий імпульсні перетворювачі напруги відносяться до одноктактних схем. Вони реалізуються по схемі, зображеній на рисунку 1.7.

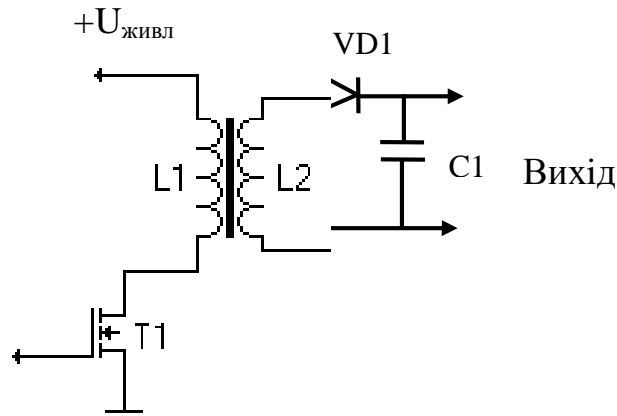


Рис. 1.7. Схема реалізації прямо ходових та зворотньоходових перетворювачів

Однотактними вони називаються тому, що електрична енергія передається на вихід перетворювача під час однієї частини періоду перетворення. Якщо енергія передається в той момент коли силовий ключ замкнений, такий перетворювач називають прямоходовим. Якщо енергія передається коли ключ розімкнений, перетворювач називається зворотньоходовим [4].

Зворотньоходовий та прямоходовий імпульсний перетворювач напруги – це "гібриди" перетворювача на базі накопичуючого дроселя і трансформатора, хоча по суті своїй це перетворювач на базі накопичуючого дроселя і про це ніколи не варто забувати.

Принцип роботи такого перетворювача подібний до підвищуючого перетворювача на накопичувальному дроселі, з тою лише різницею, що навантаження включене не безпосередньо до дроселя, а ще до однієї обмотки, намотаної на сам дросель. Як і в підвищуючому перетворювачі, у випадку включення його без навантаження, його вихідна напруга буде прямувати до максимуму.

Зворотньоходова схема відрізняється від прямоходової лише тим, що початки та кінці вторинних обмоток трансформатора увімкнені з зворотнім фазуванням.

До переваг належать гальванічна ізоляція кіл живлення та навантаження, відсутність втрат пов'язаних з перемагнічуванням сердечника.

Недоліками даної схеми є викиди напруги на ключовому транзисторі, які створюють необхідність використання транзисторів на напругу, що значно перевищує напругу живлення, висока напруга на виході при відсутності навантаження.

При конструюванні перетворювачів напруги необхідно враховувати ряд негативних моментів, які можуть виникнути в процесі роботи. Потрібно зважати на можливе насичення магнітопроводу, коли магнітопровідний матеріал сердечника дроселя або трансформатора уже настільки намагнічений, що більше вже не впливає на процеси, що протікають в дроселі або трансформаторі.

При насиченні сердечника індуктивність обмоток, розташованих на ньому, стрімко падає, струм через первинні обмотки починає збільшуватися, при цьому максимальний струм обмежений тільки опором дроту обмотки, що приводить до нагрівання обмоток дроселя силового транзистора та можливого їх руйнування.

Також не прийнятним є робота силових транзисторів в лінійному режимі, коли генератор сигналів для управління транзисторами видає не прямокутні імпульси, а імпульси з повільним наростанням і спадом напруги. Це може бути, коли ємність затвора силових транзисторів велика, а драйвер не здатний видавати значний струм для зарядки цієї ємності, тоді появляються моменти, коли транзистор знаходиться в лінійному режимі, тобто, має опір відмінний від нульового або безкінечно великого, у зв'язку з чим на ньому виділяється тепло, зменшуючи коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) перетворювача.

Перетворювачі виконані за топологією SEPIC (singl-ended primary-inductor converter або перетворювач з несиметрично навантаженої первинною індуктивністю) застосовуються в основному, коли навантаження має

порівняно невелику потужність, а вхідна напруга змінюється відносно вихідної в більшу або меншу сторону (рис.1.8).

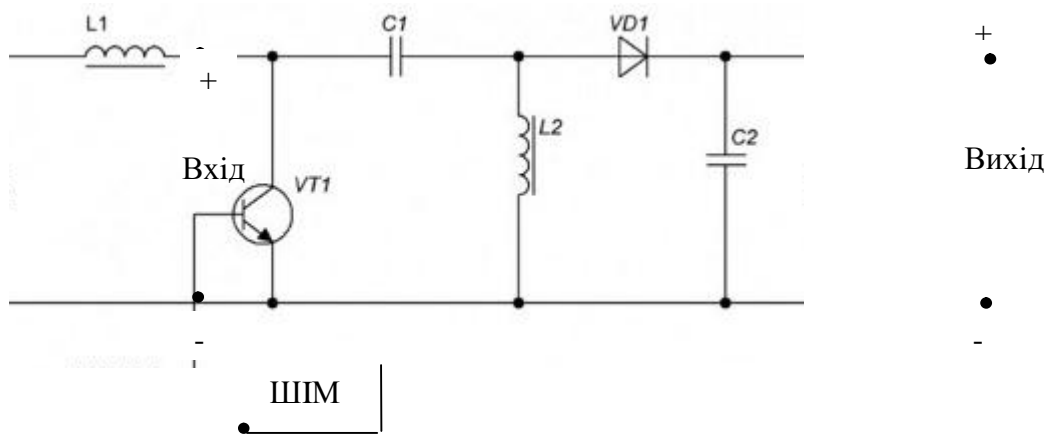


Рис. 1.8. Схема перетворювача реалізованого по топології SEPIC

На рисунку 1.8 у випадку, коли силовий ключ VT1 замкнутий, вхідна індуктивність L1 заряджається від джерела напруги, а інша індуктивність L2 заряджається від конденсатора C1. Індуктивність L2 приймає енергію з першого конденсатора, вихідний конденсатор C2 забезпечує струм навантаження.

В цей час енергія в навантаження не поступає. Так що обидві індуктивності L1 і L2 від'єднанні від навантаження. Коли ключ VT1 розімкнутий, індуктивність L1 заряджає конденсатор C1, а також підтримує струм у навантаженні. Індуктивність L2 в цей час також під'єднана до навантаження.

При розмиканні ключа у вихідному конденсаторі виникає імпульс струму. Він викликає специфічну заваду із-за якої SEPIC породжує більший струм, ніж підвищувальний перетворювач. Схема працює за рахунок взаємного перекачування енергії між компонентами, що дозволяє як підвищувати напругу, так і її знижувати.

2. Проектна частина

2.1. Опис структурної схеми електронного драйвера LED світильника

При створенні джерела живлення одним із перших вирішується завдання вибору архітектури пристрою. Оскільки перед розробником стоїть відразу декілька задач, логічно вибрати архітектуру з декількома етапами перетворення енергії і розподілити задачі, які вирішуються по окремих каскадах. Одним із найбільш розповсюджених підходів пропонується використання двох силових контурів (рисунок 2.1).

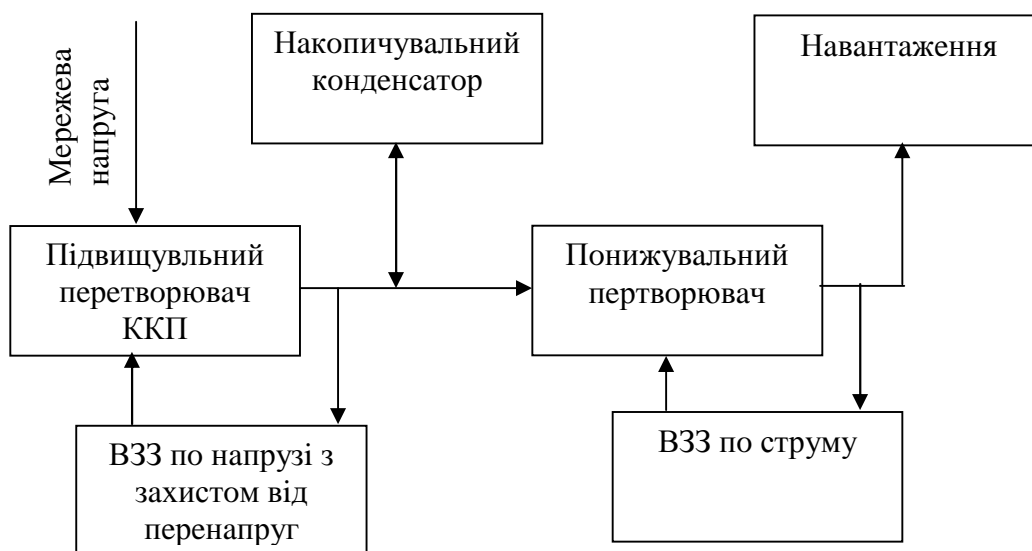


Рис. 2.1. Структура двохкаскадного перетворювача.

Перший силовий контур забезпечує підвищення напруги вищої, ніж миттєва вхідна напруга. При цьому на нього покладена функція коректора коефіцієнта потужності (ККП). ККП охоплений від'ємним зворотним зв'язком (ВЗЗ) по напрузі. Додатково реалізований захист від перевантаження, який відключає підвищувальний перетворювач, якщо напруга на його виході досягла максимального допустимого рівня. Напруга

після ККП фільтрується на головному і практично єдиному накопичувальному конденсаторі великої ємності. Після цього висока напруга подається на понижувальний перетворювач. Особливість цього перетворювача – його зворотний зв'язок. Завдяки ВЗЗ по струму, а не по напрузі, як у більшості перетворювачів, він стабілізує на своєму виході струм, яким живляться світлодіоди.

Така архітектура двохкаскадного джерела живлення з ККП і струмовим виходом добре відома, часто і успішно використовується. При низці позитивних властивостей вона має і відносну складність, оскільки містить два силових каскади. Другий її недолік – відносно низький коефіцієнт корисної дії. Так при типовому к.к.д. кожного каскаду 90 % результуючий к.к.д. пристрою складе тільки 81 %, що не завжди прийнятно.

В розробленому джерелі живлення відбуваються перетворення мережевої напруги (220 В, 50 Гц) в прямокутні імпульси з частотою 100 кілогерц. При такій частоті подальша трансформація напруги здійснюється імпульсним трансформатором невеликих розмірів та маси. Імпульси напруги, які знімаються з трансформатора, випрямляються, згладжуються фільтром, причому, завдяки високій частоті перетворення потрібні невеликі індуктивності та ємності елементів фільтра. Структурна схема імпульсного блоку живлення зображена на рис. 2.2.

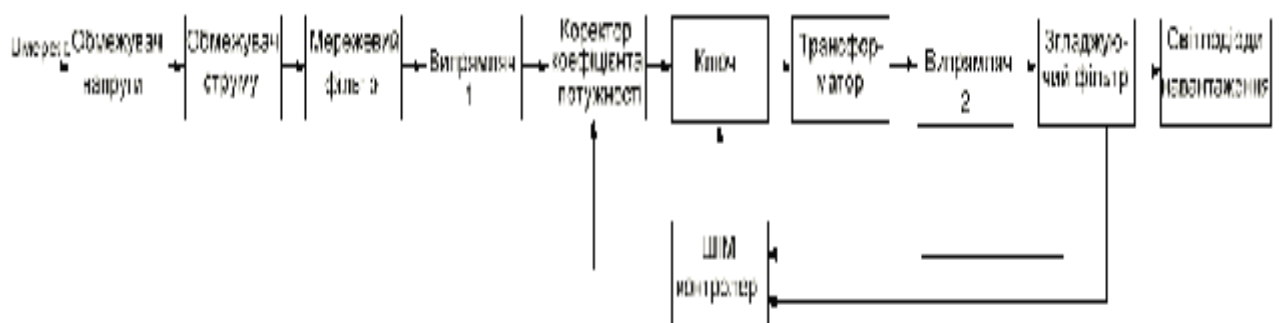


Рис. 2.2. Структурна схема імпульсного блоку живлення.

Через обмежувач напруги мережева напруга поступає на обмежувач струму, а з нього на мережевий фільтр. Фільтр зменшує рівень

високочастотних перешкод, які потрапляють в мережу живлення. З мережевого фільтра напруга подається на випрямляч 1, а з нього на коректор коефіцієнта потужності. З виходу коректора потужності постійна напруга подається через ключ на високочастотний трансформатор. ШІМ-контролер комутує через ключ первинну обмотку трансформатора і на вторинній з'являються прямокутні імпульси високої частоти. Які поступають на випрямляч 2, а з його виходу на згладжуючий фільтр. Відфільтрована постійна напруга живить світлодіоди навантаження. Для стабілізації вихідного струму перетворювача з його виходу сигнал від'ємного зворотного зв'язку по струму подається на керуючий вхід ШІМ-контролера. На інший керуючий вхід поступає сигнал від'ємного зворотного зв'язку по напрузі, який забезпечує захист від перевищення напруги на виході при обриві навантаження.

2.2. Вибір вихідних параметрів електронного драйвера LED світильника

Електронний драйвер повинен задовільняти низку вимог:

1. Безпосереднє живлення світлодіодів. Для джерела живлення корисним навантаженням є масив світлодіодів. Як відомо, світлодіоди володіють відносно низьким диференціальним опором, або, як іноді кажуть, жорсткою вольт-амперною характеристикою. Живити їх рекомендується від джерела постійного струму. Струм повинен бути стабільний, і джерело повинно мати відповідну максимальну потужність або максимальну вихідну напругу. Таке джерело може живити світлодіоди при безпосередньому підключенні без використання якого-небудь пасивного, активного або реактивного баласту.

2. Мінімальна собівартість джерела. Ця вимога очевидна. Відмітимо, що однією із слабких сторін сучасних світлодіодних світильників являється їх відносно велика собівартість, тому, виробники намагаються знизити її всіма доступними способами, в тому числі, знижуючи вартість джерела живлення.

3. Сумісність з живильними мережами. Як відомо, наявні електричні мережі найефективніші при використанні з резистивним навантаженням. Одною із основних характеристик джерела, поряд з максимальною вихідною потужністю і ККД, являється коефіцієнт потужності. Фактично цей коефіцієнт показує ступінь подібності споживача до звичайного резистора з точки зору постачальника електроенергії. Коефіцієнт потужності, рівний одиниці, означає, що постачальник енергії не відрізнити даного споживача від звичайного резистивного навантаження, наприклад, лампи розжарювання.

4. Захист від аварійних режимів. Така вимога ставиться до будь-яких джерел живлення. Проте, в нашому випадку вона має певну специфіку. Зазвичай припускається, що джерело живлення може працювати на холостому ході і на навантаження, включно до максимального допустимого струму. Джерело потрібно захищати тими чи іншими засобами від роботи на низькоомне навантаження і від роботи на коротке замикання. Особливість джерела з струмовим виходом полягає в тому, що воно може працювати без негативних наслідків на коротке замикання та на навантаження з імпедансом до максимального допустимого значення. Від роботи на високоомне навантаження і від обриву навантаження таке джерело також потрібно захищати. Дійсно, джерело струму з обривом в колі навантаження повинно виробити нескінченно велику потужність, щоб підтримувати заданий струм при необмежено високій напрузі на виході. Це, очевидно, неможливо і приведе до тої чи іншої аварії в системі живлення, якщо тільки не застосовані

спеціальні засоби захисту, які обмежать вихідну напругу джерела , а, отже, і його напругу в аварійному режимі.

Розроблюване джерело живлення призначене для використання у складі вуличного світильника.

Вихідні параметри джерела живлення:

Мінімальна напруга в мережі, $U_{min} = 150 \text{ B}$.

Максимальна напруга в мережі, $U_{max} = 265 \text{ B}$.

Максимальна вихідна потужність, $P = 80 \text{ Вт}$.

Стабільний вихідний струм, $I = 350 \text{ мА}$.

Захист від перенапруг на виході.

К.к.д. $\approx 0,9$.

Коефіцієнт потужності, КП $\approx 0,9$.

2.3. Корекція коефіцієнта потужності

Форма струму, споживаного від мережі випрямлячем з фільтруючим конденсатором, відрізняється від синусоїдальної. Це пов'язано з тим, що струм випрямляча тече тільки у випадку, коли напруга в мережі більша, ніж напруга на конденсаторі. На практиці зона провідності випрямляча обмежена приблизно 15° в області піку напруги. Наслідком цього є великі імпульси споживаного струму з амплітудою, що у кілька разів перевищує номінальне значення струму.

Наявність піків споживаного від мережі струму означає генерацію непарних гармонік, з'являється реактивна складова потужності.

Низький коефіцієнт потужності при роботі такого пристрою є свідченням додаткового завантаження мережі живлення, збільшеного вмісту гармонік у споживаному струмі, збільшеного рівня перешкод як на вході перетворювача, так і на його виході. Відомо, що оптимальне навантаження для мережі створюється при коефіцієнті потужності a , рівному 1.

Коефіцієнт потужності (Power Factor) – параметр, що характеризує спотворення, створювані навантаження (у нашому випадку – джерелом вторинного електроспоживання) в мережі змінного струму. Коефіцієнт потужності виражається у вигляді десяткового дробу, значення якої лежить в межах від 0 до 1. Його ідеальне значення – одиниця (для порівняння, типове імпульсне джерело живлення без корекції має значення коефіцієнта потужності близько 0,65), 0,95 – гарний показник; 0,9 – задовільний; 0,8 – незадовільний. Застосування корекції коефіцієнта потужності може збільшити коефіцієнт потужності пристрою з 0,65 до 0,95. Цілком реальні і значення в межах 0,97 – 0,99.

Щоб задовольнити вимогам стандартів щодо рівня нелінійних спотворень і підтримувати високе значення коефіцієнта потужності, в модулях електронних драйверів, що живлять електронні пристрої зі споживанням понад 50 Вт, необхідно використовувати корекцію коефіцієнта потужності (PFC – power-factor correction). Впровадження коректора дозволяє забезпечити високе значення коефіцієнта потужності і гарантує зниження гармонік в мережі змінного струму.

Основне завдання коректора коефіцієнта потужності (ККП) – зведення до нуля запізнювання споживаного струму відносно напруги мережі при збереженні його синусоїдальної форми. Для цього необхідно відбирати від мережі струм не короткими інтервалами, а на всьому періоді роботи. Потужність, що споживається від джерела, повинна залишатися постійною навіть у разі зміни напруги мережі. Це означає, що при зниженні напруги мережі струм навантаження повинен бути збільшений, і навпаки.

ККП діляться на два основні типи – пасивні і активні. Пасивний метод корекції найчастіше застосовується в недорогих малоспоживальних пристроях (де не пред'являється строгих вимог до інтенсивності малих гармонік струму). Пасивна корекція дозволяє досягти значення коефіцієнта потужності близько 0,9. Пасивна корекція коефіцієнта потужності полягає в фільтрації споживаного струму за допомогою смугового LC-фільтра. Цей метод має кілька обмежень. LC-фільтр може бути ефективний як коректор коефіцієнта потужності тільки у випадку, якщо напруга, частота і навантаження змінюються у вузькому інтервалі значень. Так як фільтр повинен працювати в області низьких частот (50/60 Гц), його компоненти мають великі габарити, масу і малу добротність (що не завжди прийнятно).

Активний метод корекції передбачає наявність комутаційного елемента, що перемикається з високою частотою (50-200 кГц), який у купі з додатковими елементами забезпечує необхідну форму кривої споживаного струму. Даний метод корекції дозволяє досягати максимального значення коефіцієнта потужності близько 0,99 для пристроїв малої та середньої потужності.

Найбільш популярна в даний час схема активного коректора – схема «перетворювача з підвищенням» (boost converter). Ця схема задовольняє всім вимогам, що пред'являються до сучасних джерел живлення. Вона дозволяє працювати в мережах з різними значеннями напруги живлення (від 85 до 270 В) без обмежень і яких-небудь додаткових регулювань.

2.4. Засоби і системи захисту джерел живлення

До найважливішої вимоги, що висувається технічним завданням до джерела живлення, є наявність системи захисту від перевантажень. Навіть короточасне перевантаження по струму або коротке замикання шин навантаження здатне привести до аварії, перегріву, загорянню і, зрештою, –

до пожежі. Якщо у ключовому каскаді струм колектора IGBT або стоку MOSFET перевищить граничне значення або, якщо напруга колектор-емітер або стік-витік перевищить максимально допустиме в конкретному випадку, робоча точка транзистора покине ділянку всередині області безпечної роботи транзистора, і відбудеться його вихід з ладу.

У випадку відсутності системи захисту від аварійного режиму при насиченні магнітопроводу трансформатора різко падає індуктивність обмоток, струм через які зростає у багато разів. В результаті перемикаючий компонент і пристрої, увімкнені послідовно з шиною живлення (коректор коефіцієнта потужності, фільтр перешкод та ін.), імовірно вийдуть з ладу. Аварійний режим виникне при «защелкиванні» IGBT, при надмірному підвищенні мережевої напруги і в багатьох інших випадках. Отже, системи захисту від перевантажень являються важливими атрибутами сучасних джерел живлення. Вони необов'язкові лише в деяких випадках.

Теплові інерції працюючих ІДЖ діодів і транзисторів малі, і руйнування напівпровідникових кристалів можуть відбутися протягом мікросекунд, а в окремих випадках – навіть скоріше. З цієї причини при використанні самоблокуючих реле, герконів, плавких запобіжників або напівпровідникових самовідновлюваних запобіжників руйнування компонентів може пройти раніше, ніж спрацює система захисту завдяки неспіврозмірності швидкодії засобів захисту і теплової інерційності компонентів, які треба захистити.

Іншими словами, розробник повинен застосовувати таку систему захисту, яка відповідає поставленій задачі. Будь-яка система захисту повинна відпрацьовувати всяке перевантаження, поки експлуатують джерело живлення, повинна володіти потрібною швидкістю, в неактивному стані не повинна впливати на якість електроенергії, яку споживає навантаження. Вона також, по можливості, не повинна споживати багато енергії на власні потреби і повинна містити мінімальну кількість компонентів. До того ж,

якщо це необхідно, система після спрацювання і усунення перевантаження повинна автоматично повертатися в початковий стан.

Розглянемо класифікацію систем електричного захисту. Різноманітні варіанти захисту поділяють по принципу реалізації на три типи:

- пасивні системи, компоненти яких одержують енергію від дії збурення;
- активні системи, що виробляють сигнал про перевантаження, який відпрацьовує система захисту, яка живиться від допоміжного джерела живлення;
- схемотехнічні системи, при застосуванні яких компоненти пристрою автоматично регулюють свій стан, самостійно запобігаючи руйнуванню.

Аварійний режим може бути пов'язаний з відмовою компонентів всередині джерела живлення або викликаний зовнішніми факторами, такими як нештатна зміна напруги живлення.

До компонентів, які здійснюють захисну функцію, відносять стабілітрони, транзистори, тиристори, IGBT, MOSFET, біполярні транзистори, варистори, термістори, баретери, різноманітні запобіжники і автомати з біметалевими пластинками, реле, геркони, газові розрядники та ін..

Контактні захисні пристрої (наприклад, контактори, реле, запобіжники) мають низьку надійність, і їх швидкодія залишає бажати кращого, проте на замкнутих контактних пристроях захисту падає незначна напруга, а значить в них виділяється мало тепла.

Безконтактні пристрої захисту, виконані на напівпровідникових компонентах, мають, як правило, високу надійність і швидкодією, але на них падає підвищена напруга відносно контактних пристроїв, і як наслідок, виділяється суттєва потужність, що часто змушує застосовувати охолоджувачі.

Для захисту від пробую управління електрода недопустимо збільшеною напругою паралельно виводам затвор-витік MOSFET або затвор-

емітер IGBT, працюючим у ключовому режимі, вмикають стабілітрони і transil.

Для захисту ключових IGBT і біполярних транзисторів від пробою зворотною напругою, викликаною, наприклад, дією е.р.с. самоіндукції намотувальних компонентів, паралельно виводам колектор-емітер також вмикають transil або стабілітрони.

Для зменшення швидкості наростання напруги на MOSFET, надто велика величина dU/dt , яка здатна привести до псування транзистора, між виводами стік-витік включають більш швидкодіючий опозитний діод, ніж паразитний p-n перехід цього транзистора, або послідовно з виводами стік-витік MOSFET вмикають зовнішній діод. При цьому спад напруги на опозитному діоді в прямому вмиканні повинен бути обов'язково меншим, ніж на паразитному діоді.

Паралельно обмотці трансформатора імпульсного одноктного ІДЖ вмикають діод або стабілітрон, щоб «зрізати» індуктивний викид напруги. Під час вмикання безтрансформаторного джерела живлення для захисту діодів мережевого випрямляча від імпульса струму заряду конденсатора, який розміщений у ємнісному згладжуючому фільтрі, послідовно з мережею встановлюють термістор, опір якого високий в холодному стані і низький у розігрітому.

Для захисту компонентів перетворювача імпульсного джерела живлення від пробою при аварійному підвищенні напруги мережі живлення послідовно з мережевим проводом монтують плавкий запобіжник або автомат захисту по струму, а після запобіжника паралельно провідним мережевим провідникам встановлюють варистор. Опір варистора нелінійний.

Варистор – це спеціальний резистор, опір якого різко зменшується при збільшенні прикладеної до нього напруги вище лімітованого значення. Вольт-амперна характеристика варистора симетрична. У випадку короткочасного підвищення мережевої напруги внутрішній опір варистора

різко і багатократно зменшується, і він шунтує вхідні шини джерела живлення, підтримуючи напругу на заданому рівні. Якщо перенапруга буде тривалою, то варистор дуже швидко перегріється і вийде з ладу. При цьому струм, що суттєво зріс, протікаючи через варистор, ініціює спрацювання запобіжника, який розімкне коло живлення апарата.

В якості датчиків трансформаторів використовують пояс Роговського, параметричні трансформатори або датчики Холла. Датчики Холла надсилають сигнал в задаючий генератор на вивід обмеження шпаруватості або заборони генерування імпульсів мікросхеми.

Якщо необхідно виміряти струм через ключовий транзистор однотактного ІДЖ малої і середньої потужності, послідовно з виводом емітера IGBT або біполярного транзистора, або джерела MOSFET часто вмикають низькоомний постійний резистор, опір якого 0,05-2 Ом, який служить вимірювачем величини струму. При протіканні струму через транзистор на резисторі буде падати напруга, яку знімають і подають на пристрій управління. В резисторі виділяється потужність втрат, тому частіше використовують трансформатор струму.

Послідовно з імпульсним трансформатором перетворювача ІДЖ з метою захисту від перевантаження по струму встановлюють трансформатор струму, який служить датчиком. Він виконаний на феритовому осерді. Імпульсну напругу сигналу перевантаження з вторинної обмотки трансформатора струму випрямляють, фільтрують і подають на вивід відключення керуючої мікросхеми задаючого генератора.

Для сповільнення перемикання транзисторів, тиристорів та інших компонентів паралельно до їх виводів анод-катод, стік-витік, колектор-емітер та ін. вмикають RC-кола із резистора і конденсаторів, ввімкнених послідовно. При цьому RC-кола знижують швидкість наростання напруги, захищають компоненти від імпульсів навантаження при перемиканнях, зменшують затухаючі коливальні процеси.

Системи захисту різноманітні, і рішення про застосування певних варіантів пристроїв захисту потрібно приймати відповідно до конкретних задач.

2.5. Опис блок-схеми контролера UCC28810

Відмінними рисами мікросхеми UCC28810 є:

- Дворівнева система захисту від перевищення напруги;
- Наднизький струм запуску;
- Низький робочий струм;

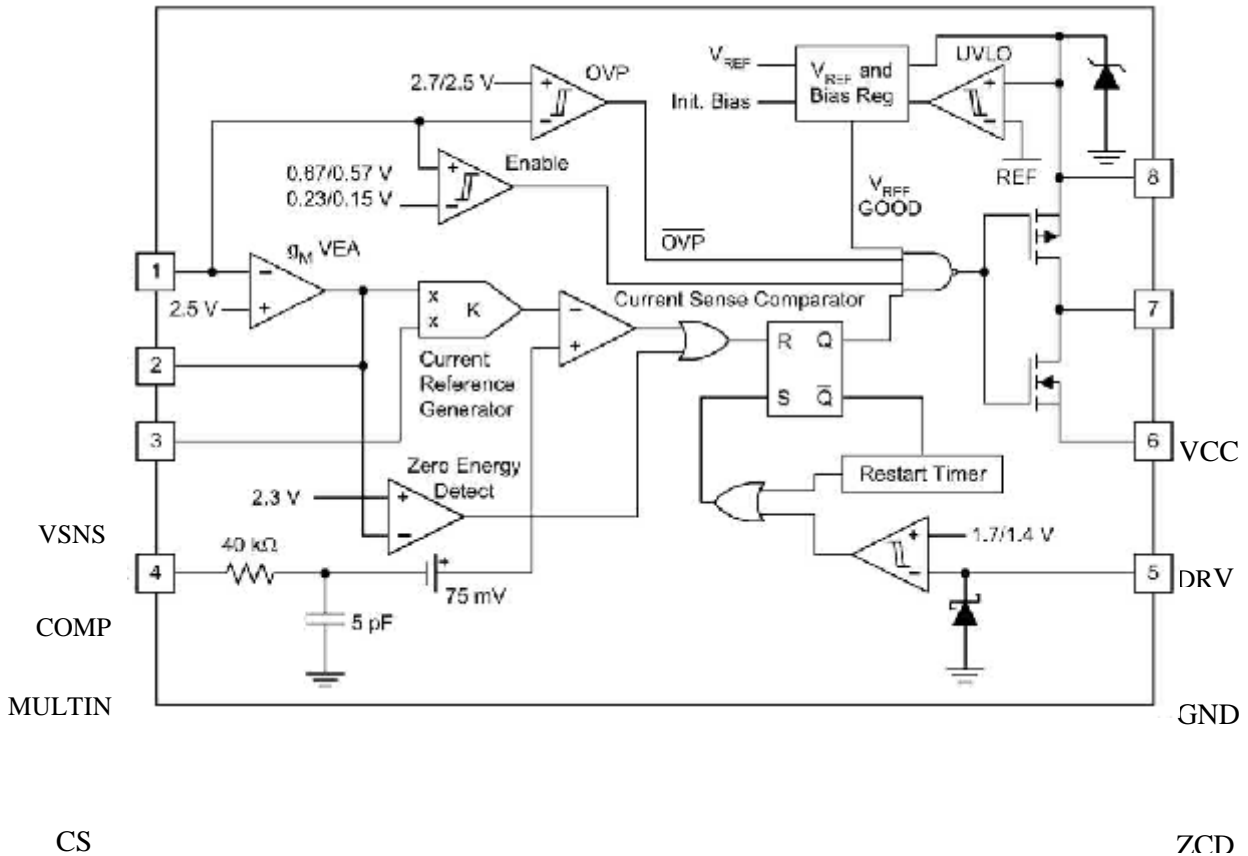


Рис. 2.3 Блок-схема мікросхеми UCC28810

До виводу 1 (VSNS) підключений інвертуючий вхід підсилювача неузгодженості і два компаратори захисту. До цього виводу підключається сигнал зворотного зв'язку через резистивний дільник, до неінвертуючого входу підсилювача неузгодженості підключено джерело опорного навантаження з рівнем 2,5 В. Компаратор «OVP» захищає навантаження від перевищення напруги. Якщо рівень напруги на його неінвертуючому вході збільшується до величини 2,7 В, він блокує вихід ШІМа, другий компаратор «Enable» контролює наявність вихідної напруги, при пониженні напруги на його вході нижче 0,57 В проходження ШІМа також блокується.

До виводу 2 (COMP) мікросхеми підключений вихід підсилювача неузгодженості. Підключаючи відповідні компоненти між «землею» і виводом 2 або виводом 2 і виводом 1 можна задати необхідний коефіцієнт підсилення петлі зворотного зв'язку і частотну характеристику.

До виводу 3 (VULTIN) підключений струмовий опорний генератор, і він, управляє величиною опорної напруги на компараторі струму силового ключа, підключеного до виводу 4 (CS); величиною напруги на виводі 3 задається величина опорної напруги на компараторі струму і, відповідно, максимальний струм через ключ. До цього виводу підключається зовнішній резистор ний дільник, в свою чергу включений до вхідного випрямляча. Таким чином, струм через силовий струм змінюється пропорційно вхідній напрузі і співпадає з нею по фазі.

До виводу 5 (ZCD) мікросхеми підключений компаратор, який контролює закінчення робочого циклу, цей вивід повинен бути підключений до обмотки трансформатора, по закінченні циклу віддачі передачі енергії із індуктивності в навантаження він ініціює початок нового етапу накопичення.

Вивід 7 (DRV) мікросхеми, вихід ШІМ, дозволяє віддавати піковий струм до 750 мА.

2.6. Опис принципової електричної схеми електронного драйвера для LED світильника та розрахунок його елементів

Принципова електрична схема створена на основі універсального ШІМ-контролера UCC28810 з використанням топології SEPIC. Таким чином, на одній мікросхемі реалізуються два пристрої: силовий перетворювач та коректор потужності. Нажаль, платою за таке спрощення схеми є високий рівень пульсацій на виході перетворювача, внаслідок чого на виході необхідно використовувати конденсатори відносно великої ємності. Однак, така схема має право на існування, коли рівень пульсацій немає вирішального значення, а саме, у світлодіодних вуличних світильниках. Принципова схема електронного драйвера представлена в графічній частині.

У перетворювачах з топологією SEPIC (Single Ended Primary Inductance Converter, перетворювач з несиметричною первинною обмоткою) вихідна напруга може бути як нижча, так і вища від вхідної. В такому перетворювачі використовуються дві індуктивності. Ці індуктивності можуть бути намотані на одному сердечнику, так як до них протягом циклу перемикання прикладається одна і та ж напруга. Здвоєна котушка індуктивності займає менше місця на платі, крім того коштує менше, ніж дві окремі котушки. Конденсатор C11 ізолює вхід від виходу та забезпечує захист від короткого замикання на виході.

Напруга через мережевий фільтр на елементах C1, L2, C2 та випрямляч на VD1 заживлює одну з обмоток трансформатора T, яку комутує транзистор VT1. Варистор на вході мережевого фільтра RU захищає перетворювач від імпульсних перевищень напруги, а терморезистор RK обмежує пусковий струм при вмиканні перетворювача. Запобіжник FU у звичайних низькочастотних трансформаторних схемах захищає первинну обмотку трансформатора від перегорання. В імпульсних силових схемах запобіжник внаслідок інерційності свого спрацювання не може захистити джерело живлення, оскільки аварійні процеси в ньому відбуваються дуже швидко.

Однак цей запобіжник у випадку пробою силового транзистора запобігає запалюванню трансформатора.

Ключові перетворювачі є джерелом електромагнітних радіочастотних перешкод, які мережеві дроти випромінюють в навколишній простір як антени. Тому схеми імпульсних мережевих джерел електроживлення мають у своєму складі фільтри електромагнітної сумісності (мережеві фільтри).

Живлення мікросхеми DA2 в момент вмикання здійснюється через резистори R9, R10. Надалі мікросхема живиться від додаткової обмотки трансформатора T через випрямляч на діоді VD2. Ця ж обмотка через резистор R16 підключена до входу ZCO (вивід 5) DA2, який служить для контролю моменту нульової енергії трансформатора T, що необхідно для визначення моменту чергового відкриття транзистора VT1. Елементи R6, C5, C6 під'єднані до виводу 2 (COMP) задають необхідний коефіцієнт підсилення петлі зворотного зв'язку та частотну характеристику.

Падіння напруги на резисторі R24, через який протікає вихідний струм перетворювача, через резистори R23, R4 поступають на вхід 1 (VSNS). На цей же вхід поступає опорна напруга з мікросхеми DA1. Будь-які зміни вихідного струму перетворювача змінюють шпаруватість імпульсів на виході 7 (DRV) таким чином, щоб вихідний струм повертався до попередньої величини.

Даний перетворювач обладнаний схемою захисту, побудованій на транзисторах VT2, VT3. Ця схема розпізнає підвищену напругу на виході перетворювача, яка може виникнути, наприклад, при обриві або від'єднанні навантаження. Надалі відбувається примусове вимкнення перетворювача і його наступний перезапуск. Оскільки перезапуск перетворювача відбувається достатньо повільно і займає декілька секунд у вихідного конденсатора C13 є час, щоб частково розрядитися через резистивне навантаження холостого ходу R19, R19.

Для розрахунку елементів перетворювача, створеного по топології SEPIC використовуємо методику розроблену фірмою National Semiconductor і подану в апноті 1484.

1. Розраховується величина робочого циклу ШІМ (коефіцієнт заповнення – величина, зворотна шпаруватості):

$$D=(V_{OUT}+V_D)/(V_{IN}+V_{OUT}+V_D), \text{ відповідно } D_{MAX}=(V_{OUT}+V_D)/(V_{IN MIN}+V_{OUT}+V_D),$$

V_{OUT} — вихідна напруга, V_{IN} — вхідна напруга, $V_{IN MIN}$ — мінімальна вхідна напруга, V_D - спад напруги на діоді D_1 .

2. Визначаються параметри котушок індуктивності:

$L_1=L_2=V_{IN MIN} * D_{MAX} / (\Delta I_L * f_{SW})$, де ΔI_L — размах пульсацій струму в котушках, f_{SW} — робоча частота ШІМ.

Зазвичай при розрахунках беруть размах пульсацій струму рівний 40 % від максимального вхідного струму, $\Delta I_L=0,4 * I_{IN}$. Оскільки максимальний вхідний струм буде при мінімальній вхідній напрузі, то цю формулу можна переписати у наступному вигляді: $\Delta I_L=0,4 * I_{OUT} * V_{OUT} / V_{IN MIN}$.

Пікові значення струмів в котушках визначаються по формулах:

$$I_{L1(PEAK)}=I_{OUT} * (V_{OUT}+V_D) / V_{IN MIN} * (1+0,4/2)$$

$$I_{L2(PEAK)}=I_{OUT} * (1+0,4/2)$$

3. Вибирається польовий транзистор *MOSFET*:

Максимальна напруга, на яку розрахований транзистор повинна бути більша або рівна сумі вихідної і максимальної вхідної напруг $V_{DS(MAX)} > V_{IN(MAX)} + V_{OUT}$ (краще просто більше, щоб був запас).

Приблизне значення потужності, яка розсіюється транзистором, визначається по формулі:

$$P=(I_{RMS})^2 * R_{DS(ON)} * D_{MAX} + (V_{IN(MIN)} + V_{OUT}) * I_{PEAK} * Q_{GD} * F_{SW} / I_G,$$

де $(I_{RMS})^2 = (I_{OUT})^2 * (V_{OUT} + V_{IN(MIN)} + V_D) * (V_{OUT} + V_D) / (V_{IN(MIN)})^2$ — квадрат середньоквадратичного значення струму через відкритий транзистор.

$R_{DS(ON)}$ — опір каналу у відкритому стані.

$I_{PEAK} = I_{L1(PEAK)} + I_{L2(PEAK)}$ — піковий переключає мий струм транзистора.

Q_{GD} — максимальний заряд затвор-сток.

I_G — струм, який видає управляюча мікросхема для того, щоб зарядити ємність затвора.

4. Вибирається діод D_1 .

Зрозуміло, що краще брати діод Шоттки – буде менше втрат потужності, менше нагрівання і вищий коефіцієнт корисної дії. Діод повинен бути розрахований на номінальний струм, більший або рівний вихідному струму, при цьому він повинен витримувати зворотну напругу більшу, ніж $V_{IN(MAX)} + V_{OUT}$ і піковий прямий струм більший, ніж піковий переключає мий струм $I_{L1(PEAK)} + I_{L2(PEAK)}$.

5. Вибір прохідного конденсатора (C_s).

Ємність прохідного конденсатора визначається з умови, що пульсації напруги на конденсаторі не можуть бути більші, ніж мінімальна вхідна напруга:

$$\Delta V_{Cs} = I_{OUT} * D_{MAX} / (Cs * f_{SW}) < V_{IN(MIN)},$$

крім того прохідний конденсатор повинен бути розрахований на відповідний середньоквадратичний (RMS) струм:

$$I_{Cs(RMS)} = I_{OUT} * \sqrt{(V_{out} + V_d) / V_{in(min)}}.$$

6. Вибір конденсатора вихідного фільтра.

Конденсатор вихідного фільтра, по-перше, повинен бути здатний витримати такий же RMS струм, як і прохідний конденсатор:

$$I_{Cout(RMS)}=I_{OUT}*\sqrt{(V_{out}+V_d)/V_{in(min)}},$$

I, по-друге, він визначає величину вихідних пульсацій напруги, тому повинен задовольняти наступні умови:

$$ESR < 0,5 * V_{RIPPLE} / I_{PEAK} \text{ и } C_{OUT} > I_{OUT} * D_{MAX} / (0,5 * V_{RIPPLE} * f_{SW}).$$

7. Вибір конденсатора вхідного фільтра.

Оскільки на вхідному фільтрі немає великих пульсацій (струм неперервний. На вході – котушка L_1), то конденсатора на 10 мкФ достатньо практично для будь-яких варіантів.

Розрахунок параметрів елементів перетворювача SEPIC проведений за допомогою онлайн-калькулятора фірми National Semiconductor і подано в апноті 1484. Згідно розрахункових даних вибрані відповідні компоненти принципової схеми перетворювача.

2.7. Розрахунок надійності електронного блоку живлення

Надійністю називають властивість виробів виконувати задані функції, зберігаючи на протязі часу значення заданих експлуатаційних показників в заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам експлуатації, технічного обслуговування і зберігання [5].

Відмова елемента являється випадковим явищем, оскільки вона проходить під впливом багатьох випадкових факторів. Кількісні показники випадкових явищ будуються на основі ймовірної оцінки, яка має зміст тільки тоді, коли існує достатньо велика сукупність досліджуваних явищ. А тому

показники надійності елементів на практиці визначають у відповідних умовах достатньо великої партії однотипних елементів.

При обробці результатів випробувань час їх проведення розбивають на однакові інтервали Dt . Для кожного інтервалу Dt визначають: $n_k(Dt)$ – число несправних елементів в k -му інтервалі Dt ; $N(t_k)$ – число справних елементів, що залишилися до початку k -інтервалу Dt , тобто до $t_k = (k - 1)Dt$, де $k=1,2,3,\dots$; $n(t_k)$ – число несправних елементів за час t_k .

Показники безвідмовності елементів визначаються за такими формулами:

ймовірність відмови елементів за час t_k

$$g(t_k) = \frac{n(t_k)}{N(0)} \quad (2.1)$$

ймовірність безвідмовної роботи елементів за час t_k

$$p(t_k) = \frac{N(t_k)}{N(0)} \quad (2.2)$$

інтенсивність відмови елементів в момент t_k

$$l(t_k) = \frac{n_k(Dt)}{N(t_k)Dt} \quad (2.3)$$

середнє напрацювання до відмови

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_i + \dots + t_{N(0)}}{N(0)} = \frac{1}{N(0)} \sum_{i=1}^{N_0} t_i \quad (2.4)$$

Для періоду нормальної експлуатації елементів, коли можна прийняти $l(t) = l = \text{const}$, показники безвідмовності можна вирахувати за формулами:

$$p(t) = e^{-lt} \quad (2.5)$$

$$g(t) = 1 - e^{-lt} \quad (2.6)$$

$$t_{cp} = \frac{1}{l} \quad (2.7)$$

де e – основа натурального логарифму.

В теорії надійності показано, що ймовірність $p(t, t + Dt)$ безвідмовної роботи елемента з моменту t до $t + Dt$ визначається:

$$p(t, t + Dt) = \frac{p(t + Dt)}{p(t)} = \frac{e^{-\lambda(t+Dt)}}{e^{-\lambda t}} = e^{-\lambda Dt} \quad (2.8)$$

Складемо таблицю інтенсивності відмов безтрансформаторного блоку живлення (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Найменування 1	$l \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ 2	N 3	$l \cdot N \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ 4
Конденсатори			
K73-17	0,15	3	0,45
KM6-H90	0,15	10	1,5
K50-35	0,235	1	0,235
K50-16	0,0235	1	0,235
Запобіжник			
H520PT-1A/250B	0,5	1	0,5
Резистори			
OMJT-0,25	0,05	21	1,05
OMJT-0,5	0,05	2	0,1
OMJT-1	0,05	1	0,05
Трансформатор			
SCK-105	0,11	1	0,11
Діоди			
KBP06G	0,162	1	0,162
MMSD914	0,162	2	0,324
MUR100E	0,162	1	0,162
Транзистори			
SPP06N80C3	0,5	1	0,5
MMBT3904	0,5	1	0,5
MMBT2907	0,5	1	0,5
Мікросхеми			
TL431	0,01	1	0,01
UCC28810D	0,01	1	0,01
Варистор			
V471U	0,162	1	0,162
Терморезистор			
SCK-105	0,162	1	0,162
Трансформатор			
Custom PQ3220 750 μ H	0,05	1	0,05
Дросель			
Custom Inductor Differential 4mH,2A	0,12	1	0,12
З'єднання пайкою	0,004	59	0,236

Виходячи з даних таблиці 2.1, визначаємо

$$\lambda_{\text{а}} = 7,128 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

$$P(0) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 0} = 1$$

$$P(500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 500} = 0,994$$

$$P(5500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 5500} = 0,933$$

$$P(1000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 1000} = 0,988$$

$$P(6000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 6000} = 0,927$$

$$P(1500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 1500} = 0,981$$

$$P(6500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 6500} = 0,922$$

$$P(2000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 2000} = 0,975$$

$$P(7000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 7000} = 0,916$$

$$P(2500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 2500} = 0,969$$

$$P(7500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 7500} = 0,910$$

$$P(3000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 3000} = 0,963$$

$$P(8000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 8000} = 0,904$$

$$P(3500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 3500} = 0,957$$

$$P(8500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 8500} = 0,899$$

$$P(4000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 4000} = 0,951$$

$$P(9000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 9000} = 0,893$$

$$P(4500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 4500} = 0,945$$

$$P(9500) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 9500} = 0,887$$

$$P(5000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 5000} = 0,939$$

$$P(10000) = e^{-7,128 \times 10^{-6} \times 10000} = 0,882$$

Визначаю середній час напрацювання на відмову за формулою:

$$T_{\text{сер}} = \frac{1}{\lambda_{\text{а}}};$$

$$T_{\text{сер}} = 1 / 7,128 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1} = 140292 \text{ год}.$$

За розрахованими даними будемо графік ймовірності безвідмовної роботи пристрою – рис 2.4.

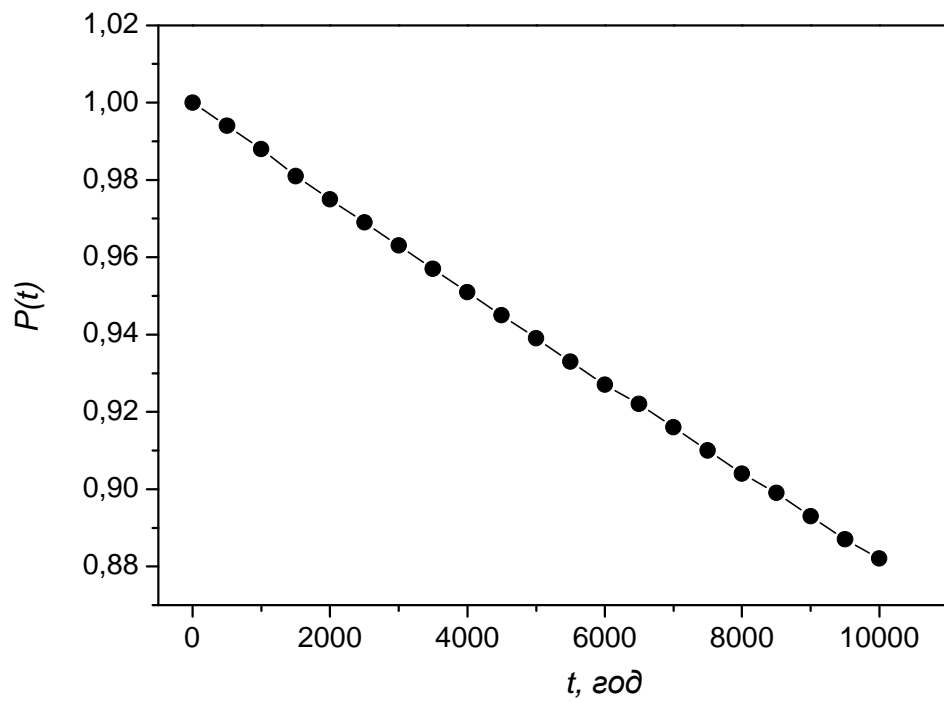


Рис. 2.4. Графік ймовірності безвідмовної роботи пристрою

5 Спеціальна частина

Використання пакету КОМПАС-ГРАФІК

Загальна характеристика

1. Панель селектування переведена в розряд звичайних панелей (включається по натисканню відповідної кнопки на Панелі переключення).

2. Реалізовано режим запуску допомоги на діалозі по натисканню F1.

3. У діалозі налаштування визначеного тексту (Налаштування системи - Текстовий редактор - Визначений текст) з'явилася можливість вибрати шрифт, яким текст буде відображатися в діалозі вибору визначеного тексту.

4. З'явилася можливість налаштування відображення імені документа в заголовку вікна - Повне ім'я (зі шляхом) або Скорочене ім'я (без шляху).

Якщо ім'я документа має стандартне розширення КОМПАС-ГРАФІК, то при скороченні імені розширення не показується. Зазначене налаштування знаходиться в розділі Екран - Ім'я в заголовку вікна діалогу налаштування системи.

5. Вставка фрагмента підкоряється команді Операції - Зруйнувати із системного меню.

6. У режимі Без команди при натисканні правої кнопки миші на селекторній вставці фрагмента видається контекстне меню, що містить крім звичайних ще і команди Редагувати джерело і Зруйнувати.

7. З'явився новий об'єкт - Позначення центра. Його можна поставити на окружність, дугу окружності, еліпс, дугу еліпса, прямокутник і багатокутник, а також окремо від яких-небудь об'єктів. Позначення центра має три форми: дві осі, одна вісь і умовна позначка («хрестик»).

Можливі два способи простановки позначення центра:

а) включити кнопку З осями при введенні/редагуванні кривих (у тих командах, де ця кнопка є);

б) викликати нову команду Позначення центра на Інструментальній панелі розмірів і технологічних позначень. Якщо під час запиту кривій активізувати параметр-центр або кут (або ввести в них значення), то відбудеться перехід у режим проставлення позначення центра без базової кривої.

Параметричні можливості

1. Додалася можливість параметризації операції дзеркальної симетрії. Вона набудовується в тому ж діалозі, що й інші можливості параметричного режиму (торкання, паралельність, перпендикулярність, прив'язки). Параметризація виробляється тільки в тому випадку, якщо вісь симетрії задана шляхом явної вказівки відрізка (але не прямій і не двох крапок, через які проходить вісь). При видаленні відрізка, що був віссю симетрії, параметричний зв'язок зникає.

2. На Інструментальній панелі параметризації з'явилася команда Симетрія крапок, за допомогою якої можна встановити симетрію характерних крапок об'єктів щодо відрізка.

3. Вилучено рядок Параметризація з меню Операції. Команди, список яких вона викликала, розподілилися в такий спосіб.

Керування рішеннями. Діалог настроювання параметричного режиму в поточному документі, що викликала ця команда, тепер знаходиться в настроюваннях параметрів поточного документа (Параметризація).

Параметризувати об'єкти. Цю команду викликаються кнопкою на інструментальній панелі параметризації.

4. З'явилася можливість настроювання параметричного режиму для знову створюваних документів (Настроювання нових документів - Графічний документ - Параметризація).

5. Змінився зовнішній вигляд діалогу настроювання параметричного режиму. У ньому замість окремих опцій зроблено два списки - які об'єкти робити є асоційованими, а які побудови автоматично параметризувати.

6. Позначення центра може бути асоціативним. При зміні параметрів базової кривої відбувається автоматичне перебудування асоціативних осей таким чином, щоб вони проходили через центр кривої і виступали за базову криву на 2 мм. Включити асоціативність осей, що проставляються, можна в тому ж діалозі, де набудовується простановка інших асоціативних об'єктів (розмірів, позначень шорсткості і баз і т.д.)

7. З'явилася можливість привласнити асоціативному розміру ім'я змінної. Ім'я вводиться в діалозі зміни значення розміру.

8. З'явилася можливість задати аналітичні залежності (рівняння і нерівності) між змінними документа. Для виклику діалогу роботи з рівняннями і нерівностями служить кнопка Рівняння і нерівності на інструментальній панелі параметризації. Синтаксис припустимих виражень описаний у Допомозі до діалогу роботи з рівняннями і нерівностями.

9. Можна переглянути імена і значення існуючих у поточному документі змінних, ввести коментар до кожної з них. Для виклику діалогу перегляду служить кнопка Перемінні на Інструментальній панелі параметризації.

10. З'явилася можливість вставки параметричного фрагмента в інший документ КОМПАС-ГРАФІК. Якщо у фрагменті є перемінні (зв'язані з розмірами або виниклі в результаті введення рівнянь і нерівностей), будь-які з них можна зробити зовнішніми. Тоді при вставці цього фрагмента в інший документ КОМПАС-ГРАФІК буде виданий діалог, у якому можна змінити значення зовнішніх перемінних. Об'єкти вставленого фрагмента переходять відповідно до нових значень зовнішніх перемінних. Якщо фрагмент вставлений посиланням, то зберігається можливість надалі по подвійному клацанні на ньому знову викликати діалог редагування значень зовнішніх

змінних. Таким чином, зовнішні змінні є механізмом керування параметрами вставленого фрагмента без редагування його "зсередини".

11. У командах Інструментальної панелі параметризації з'явилися кнопки Запам'ятати стан і Вказати заново. Порядок їхнього застосування - такий же, як в інших командах.

Специфікація

1. З'явився новий тип документа КОМПАС-ГРАФІК - специфікація (розширення файлу - *.spw).

2. Оформлення двох типів специфікацій, що поставляються в складі системи - простого і групового і правила їхнього заповнення (склад бланка, нумерація позицій і сортування рядків, назви розділів і т.д.) відповідають ДСТ 2.108-68 і ДСТ 2.113-75.

3. Передбачено режим ручного і напівавтоматичного заповнення специфікації. У ручному режимі усі графи специфікації заповнюються з клавіатури. У напівавтоматичному режимі ряд граф заповнюється завдяки вказівці джерела даних (наприклад, користувач може вказати, що в стовпчик Позначення вводиться текст із графи Позначення штампа креслення відповідної деталі.).

4. Специфікація може створюватися незалежно від складального креслення (наприклад, паралельно кресленню зборки).

Прив'язки

1. Реалізовано команду Заборонити/дозволити дію глобальних прив'язок. Кнопка-перемикач для її швидкого виклику розміщується в Рядку поточного стану. Акселератор - <Ctrl> + d.

2. Замість прив'язки Ортогональність введена Кутова прив'язка з можливістю настроювання кроку від 0,1 до 180 градусів. При включеному в діалозі настроюванні глобальних прив'язок динамічному відображенні тексту

поруч з курсором у момент спрацьовування кутової прив'язки з'являється числове значення величини кута.

3. У зв'язку з зазначеними в пп. 1 і 2 удосконаленнями змінився зовнішній вигляд діалогу настроювання глобальних прив'язок, викликаного кнопкою Прив'язки в Рядку поточного стану. У ньому з'явилася опція, що дублює кнопку-перемикач у Рядку поточного стану, і поле редагування кроку кутової прив'язки.

4. Змінено роботу клавіатурних сполучень <Ctrl> + стрілки (у тому числі на цифровій клавіатурі). Тепер вони позиціонують курсор не на найближчу криву, а на першу криву, що зустрілася в заданому напрямку, (у межах видимості на екрані). При цьому не враховуються об'єкти оформлення.

5. Додано обробку клавіш <Ctrl>+<1>, <Ctrl>+<7>, <Ctrl>+<9>, <Ctrl>+<3> цифрові клавіатури (NumLock включена). Тепер ці комбінації викликають прив'язку в локальній СК по кутах, рівних 45гр.

6. Прив'язка Найближча крапка враховує кутові крапки таблиці основного напису.

7. Прив'язка Середина враховує середини сторін внутрішньої рамки.

Друк і перегляд документів

1. У діалозі настроювання системи з'явився розділ Графічний редактор - Фільтри висновку на друк, у якому можна включити фільтри відображення (вибрати типи об'єктів і стилі ліній, що потрібно виводити на друк і показувати в режимі попереднього перегляду КОМПАС-ГРАФІК). Цей же діалог виводиться на екран по команді Фільтри висновку на друк в режимі попереднього перегляду.

2. При висновку на векторний пристрій документів, що містять True Type шрифти, видається повідомлення про те, у яких саме типах об'єктів утримуються ці шрифти.

3. З'явилася можливість виводити документи на печатку з КОМПАС Viewer.

4. КОМПАС Viewer тепер має власний діалог настроювання. У ньому можна керувати фільтрами висновку на друк, системними лініями і системними символами. Ці настроювання записуються у власний файл конфігурації k5view.cfg.

Текстовий процесор

1. Додано можливість настроювання складу користувальницьких контекстних меню. Їхній вміст зберігається у файлі Graphic.pmn (знаходиться в підкаталозі \SYS). Можливе настроювання наступних меню:

Номер	Призначення
1	Алфавіт
2	Параметр шорсткості
3	Вид обробки поверхні
4	Базова довжина для визначення шорсткості
5	Напрямок нерівностей шорсткості
6	Позначення знаку допуску
7	Позначення баз
8	Масштаби
9	Стадії проектування для конструкторської документації
10	Стадії проектування для будівельної документації
11	Стандартний ряд довжин
12	Прізвища посадових осіб

Формат файлу:

MENU num - новий розділ номер "num"

BEGIN - розділ повинен починатися з BEGIN і закінчуватися END

MENUITEM "name" flags - рядок меню name

POPUP "name" - вкладений розділ меню з ім'ям name, повинний починатися з **BEGIN** і закінчуватися **END**, може містити рядок меню(**MENUITEM**) і вкладені підменю(**POPUP**)

END - кінець розділу

' - із символу ' починається коментар

Порядок формування імені в рядку меню:

"name_1|name_2" де name_1: рядок, що з'явиться в меню.

Може містити **&** - символ, що впливає за ним підкреслюється і буде працювати як акселератор **\t** - частина рядка, що впливає за ним, буде розташовуватися в правій частині меню

name_2: рядок, що буде вставлений в текст

Може містити **@num** - замість нього в текст буде вставлений спецсимвол номера num (див. **Graphic.sss**)

Якщо ім'я складається з однієї підстроки (не розділеної символом |), то ця підстрока з'явиться в меню і буде замінена в тексті.

Припустимі прапори для **MENUITEM**

SEPARATOR - Малюється горизонтальна лінія. Будь-які прапори ігноруються.

MENUBREAK - Елемент меню міститься в новому стовпчику. Стовпчики не розділяються лініями.

MENUBARBREAK - Ті ж самі, що і **MENUBREAK**, але стовпчики розділяються вертикальними лініями.

CHECKED - Елемент меню маркірований.

DISABLED - Елемент меню недоступний для виконання.

GRAYED - Елемент меню недоступний для виконання і відображається сірим кольором.

Допускається комбінація прапорів, розділених пробелами або комами.

Для прив'язки кожного (існуючого або створеного користувачем) рорир-меню до осередку штампа необхідно в діалозі "Розширений стиль осередку" додати (через роздільник "|") номер цього рорир-меню до рядка-підказки.

Припустимі номери для користувальницьких рорир-меню (інтервал, що рекомендується.): 1000..4000.

2. Додано діалог редагування параметрів осередку таблиці при настроюванні штампа. При створенні штампа всі осередки доступні для редагування. При заповненні штампа доступні для заповнення тільки ті осередки, у які при створенні штампа не був внесений текст.

3. Команда "Авторозміщення ТТ" додана в контекстне меню, викликуване над ТТ.

4. Додано діалог настроювання визначеного тексту "Настроювання системи/Текстовий редактор/Визначений текст". Текст, введений при заповненні штампа, попадає у відповідний розділ файлу визначеного тексту.

5. Змінено діалог "Розширений формат осередку". Тип осередку "унікальний" перейменований "Для таблиці специфікації" (з урахуванням номера рядка в таблиці специфікації). Додано можливість автоматичного створення ідентифікаторів стовпця таблиці специфікації за зразком.

Режим попереднього перегляду для друку

1. Реалізовано контекстне меню по правій кнопці миші.

2. З'явилася можливість прив'язки кутів документів до вузлових крапок аркушів пристрою висновку.

3. У діалозі настроювання параметрів висновку з'явилися додаткові керуючі елементи для настроювання прив'язки документів до аркушів пристрою висновку.

4. З'явилася можливість приписування масштабу документа для його розміщення на заданій кількості аркушів.

Імпорт і експорт

1. При читанні з DXF розмірів їхня обробка ведеться за наступними правилами: якщо розміри читаються в поточний вигляд, і стиль тексту відрізняється від тексту по замовчуванню, то створюється користувальницький стиль тексту, і розміри пишуться цим текстом.

Якщо читання ведеться в нове креслення, і стиль тексту відрізняється від тексту по замовчуванню, то змінюється системний стиль розмірних написів. Необхідно підкреслити, що регулювання розмірів з користувальницьким стилем буде здійснюватися зміною параметрів цього користувальницького стилю.

Настроювання системи

1. У настроюваннях нових графічних або текстових документів, а також у настроюваннях поточного вікна з'явилися настроювання автоскролювання.

2. Додано настроювання довжини лінії розрізу.

3. У настроюванні нових розмірів доданий тип стрілки "Зовні" і поле "Довжина виносних ліній для лінійних розмірів".

4. В усіх діалогах параметрів розмірів доданий перемикач "Використовувати по замовчуванню". Їм перекриваються глобальні настроювання нових розмірів, але включені тут (у "локальних настроюваннях") значення будуть діяти тільки на НАСТУПНИЙ розмір. Локальні настроювання запам'ятовуються на наступні сімейства розмірів:

- лінійні
- діаметральні
- радіальні (крім зламу - у нього немає керування параметрами)
- кутові

На розміри висоти дані настроювання не діють.

5. Реалізовано режим "Великі кнопки". Керування знаходиться в діалозі "Настроювання системи"- "Екран"- "Розміщення". Змінюються

розміри кнопок тільки на керуючих панелях - Панелі керування й Інструментальної панелі.

6. У діалозі настроювання прив'язок реалізована установка "З урахуванням фонових шарів".

7. Додано настроювання "Настроювання систем-графічний редактор-пошук об'єкта" для керування динамічним пошуком об'єктів у процесах побудов.

8. Вилучено настроювання заборони читання файлів.

9. Вилучено настроювання часу відображення ярличків-підказок.

10. Реалізовано настроювання глобальних прив'язок для нового документа.

11. Реалізовано діалог настроювання запису конфігурації системи: "Настроювання системи - Файли - Збереження конфігурації".

12. Введено настроювання складу панелі керування для режиму "Створення основного напису". Режим "Основний напис" перейменований у "Заповнення основного напису".

13. Реалізовано діалог настроювання параметризації по замовчувані: "Настроювання системи - Графічний редактор - Параметризація". Знову створювані документи, що відкриваються, використовують це настроювання. При подальшій роботі настроювання може бути змінено через команду "Операції" - "Параметризація" - "Керування рішеннями".

14. Реалізовано настроювання автоматичного вивантаження бібліотек, підключених до системи в "сліпому" режимі (наприклад, бібліотек експорту/імпорту, редагування створених бібліотеками об'єктів і т.п.), після завершення їхньої роботи.

Таке вивантаження може знадобитися, наприклад, для автоматичного звільнення ліцензії даної бібліотеки при роботі з мережним ключем апаратного захисту. Діалог настроювання - "Настроювання-Настроювання систем-прикладні бібліотеки".

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Дія електромагнітних полів та надвисоких частот на організм людини.

Джерелом електромагнітних полів промислової частоти являються струмоведучі частини діючих електроустановок. Тривалий вплив електромагнітного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцевосудинної систем. Це проявляється в підвищенні втомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, сильних болях в області серця, змінах кров'яного тиску і пульсу.

Оцінка небезпеки електромагнітного впливу поля на людину проводиться в величині електромагнітної енергії, сприйнятої тілом людини. Шкідливі впливи струмів промислової частоти проявляються тільки при напрузі магнітного поля порядку $160-200\text{A/м}$.

Основними видами засобів колективного захисту від впливу електричного поля струмів підвищеної частоти являються екрануючі пристрої. Вони виготовляються стаціонарними і переносними.

Електромагнітні поля мають діапазон хвиль від 3км до 1мм : високі частоти (ВЧ) – довжина хвиль від 3км до 10м ; ультрависокі частоти (УВЧ) – від 10м до 1м ; надвисокі частоти (НВЧ) – від 1м до 1мм .

По суб'єктивних відчуттях і об'єктивних реакціях організму людини не спостерігається особливої різниці при впливі всього діапазону всього діапазону радіохвиль ВЧ, УВЧ, НВЧ, але більш характерні прояви і несприятливі наслідки впливу НВЧ електромагнітних хвиль.

Захист персоналу від переопромінення може бути досягнуто за рахунок розміщення генераторів ВЧ, УВЧ, НВЧ, а також радіопередатчиків в спеціально призначених приміщеннях. В ряді випадків допускають відхилення від цього правила.

Розміщення в одному приміщенні декількох джерел ВЧ, УВЧ, НВЧ, повинна передаватись оцінка сумарної енергії випромінювання в робочій зоні і її відповідальність допустимим нормам.

На рис. 4.1 показаний метод захисту від електромагнітних хвиль і шкідливого опромінення, а саме метод екранування.

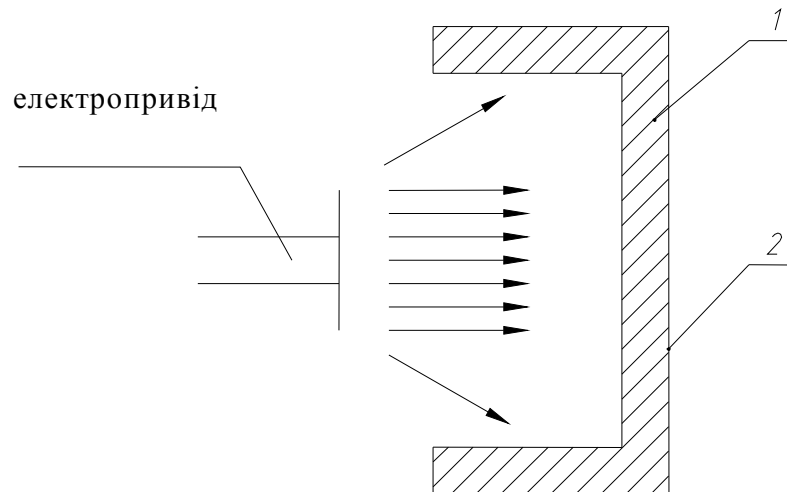


Рис. 4.1 - Метод екранування.

(1 – поглинаюче покриття; 2 – екран)

Працюючі електроприводи випромінюють електромагнітну енергію в робочу зону, яка шкідливо діє на організм людини, якщо не прийняти певних мір безпеки. Тому при встановленні і експлуатації даних об'єктів промислової електроенергії, а також при монтажі і наладці важливо дотримуватись основних вимог техніки безпеки.

Відомо, що навколо провідника з струмом виникають одночасно і електричне, і магнітне поле. При змінному струмі електричне і магнітне поле пов'язане між собою і тому їх розглядають, як єдине електромагнітне поле. Електромагнітне поле високих і надвисоких частот може самостійно поширюватись в просторі, в якому нема провідників електричного струму, з швидкістю, близькою до швидкості світла. При цьому поширюючись у просторі, електромагнітне поле несе з собою енергію.

Електромагнітне поле змінюється з тією ж частотою, що і струм, який утворив дане поле.

Частота коливань f і період коливань поля T величини обернено пропорційні

$$f = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{f}$$

Відстань, на яку поширюється поле за один період – довжина електромагнітної хвилі l можна знайти за формулою

$$l = cT = \frac{v}{f}$$

де v - швидкість поширення електромагнітної хвилі в даному середовищі.

Швидкість поширення електромагнітної енергії залежить від діелектричної сталої ϵ і магнітної проникливості середовища μ . Для повітря $\epsilon = 1$ і $\mu = 1$, а швидкість поширення електромагнітної енергії в порожнині $c = 3 \times 10^{10}$ см/сек. Тому для порівняння (в повітрі) $v = c = 3 \times 10^{10}$ см/сек., або 300000 км/сек.

В таблиці приведено прийнята в теперішній час класифікація електромагнітних полів діапазону радіохвиль.

Таблиця 4.1 - Класифікація електромагнітних полів.

Спектр хвиль	Частота хвиль	Довжина хвиль м
Довгі	3×10^4 , 3×10^5 високі	100000 – 1000
середні	3×10^5 , 3×10^6 частоти	1000 – 100
Короткі	3×10^6 , 3×10^7 ультрависокі	100 – 10
ультракороткі	3×10^7 , 3×10^8	10 – 1
Дециметрові		
сантиметрові		
міліметрові		

Вплив електромагнітних полів різних частот на організм людини залежить від характеру поля, створеного сепаратором на робочому місці.

Простір робочої ділянки біля джерела високо частотних полів може бути як зоною індукції, так і зоною випромінювання, в залежності від частоти сепаратора і відстані від джерела випромінювання до робочого місця. Встановлено, що на відстані від джерела не більше $1/6$ довжини хвилі переважають поле індукції, і цей простір умовно рахується зоною індукції, а на більш далеких відстанях поле випромінювання, і цей простір називають зоною випромінювання.

Джерела створення полів високої і ультрависокої частоти є

- елементи коливного контуру;
- високочастотний трансформатор;
- лінії передач;
- робочий контур.

Розподіл інтенсивності електромагнітного поля в приміщенні може змінюватись в результаті багаторазових відбивань хвиль від стін, стелі, підлоги і предметів. Інтенсивність електромагнітного поля коливається в залежності від потужності сепаратора, відстані робочого місця від джерела випромінювання і відбивань від різних поверхонь. Степінь впливу електромагнітних полів на людину залежить в першу чергу від інтенсивності опромінення. З інших факторів потрібно враховувати такі, як тривалість дії і діапазон частот.

При впливі електромагнітних полів на організм людини проходить часткове поглинання їх енергії тканинами тіла. Під дією високочастотних електромагнітних полів іони тканини проходять в рух, тобто в тканинах виникають високочастотні струми, які супроводжуються тепловим ефектом. Довгий і систематичний вплив на організм людини електромагнітних полів різних частот великої інтенсивності може викликати підвищену втомленість, головну біль, сонливість, порушення сну, гіпертонію і біль в серці. Під впливом електромагнітних полів надвисоких частот спостерігаються зміни в крові,

погіршення зору, а окремих людей – нервово психічні захворювання, випадання волосся, ломкість нігтів.

Для попередження професійних захворювань українським законодавством встановлені попередні і періодичні медичні огляди, а також медичний огляд при відборі осіб, які направляються на роботу з високочастотними приладами.

Для вимірювання інтенсивності опромінення на робочих місцях користуються приладами, спеціально розробленими для гігієнічної оцінки умов праці, а саме ИНЕП-50; ИНЕП-2; ИЕМП-2; ПО-2.

Для пристроїв високої частоти, санітарні норми допускають напруженість електричного поля середніх і довгих хвиль в розмірі не більше 5 В/м, за виключенням індукційних складових.

Для діапазону сантиметрових і дециметрових хвиль допустимі величини інтенсивності опромінення диференційовані з врахуванням фактора часу.

- при опроміненні на протязі усього робочого дня, не більше 0,01 мВт/см² (10 мкВт/см²);
- при опроміненні не більше 2 год за робочий день не більше 0,1 мВт/см² (100 мкВт/см²)
- при опроміненні не більше 15-20 хв за робочий день – не більше 1 мВт/см² (1000 мкВт/см²)

Основними принципами розробки засобів захисту від впливу електромагнітних хвиль при роботі високочастотних пристроїв є:

- 1) зменшення випромінювання в самому джерелі;
- 2) екранування джерела випромінювання;
- 3) екранування робочого місця;
- 4) застосування індивідуальних засобів захисту.

В залежності від діапазону частот, типу джерела випромінювання, його потужності і характеру роботи, може використовуватись один із вказаних видів захисту або інша його комбінація.

В діапазоні великих частот для зменшення напруженості електромагнітного поля на робочих місцях рекомендується два типи захисту:

- 1) окреме екранування джерел електромагнітних полів.
- 2) повне екранування джерел електромагнітних полів.

Екранування високочастотних частин сепаратора здійснюється листами алюмінію, або заліза товщиною не менше 0,5 мм.

Високочастотний пристрій в загальному приміщенні, екранується разом з усіма огороженнями загальним кожухом. Якщо пристрій розміщений в окремому приміщенні, можна екранувати все приміщення. В цьому випадку панель керування пристрою повинна бути винесена за межі екранування. Кожний екран повинен заземлюватись.

Для запобігання опромінення працюючих потрібно забезпечити індивідуальні засоби захисту: халати, або комбінезони з тканини, відбиваючих електромагнітних хвиль, спеціальними захисними окулярами.

Для зменшення відбивання електромагнітних хвиль в приміщенні стіни і стелю покривають крейдовою фарбою, або спеціальними поглинаючими матеріалами (резиновими ковбиками, магнітодіелектричними пластинами).

Для стійкості роботи об'єкту при дії електромагнітного поля потрібно належним чином забезпечити захисні елементи. Покращити стійкість будівель до опромінення згаданими вище методами. Дотримуватись всіх правил і норм встановлених законодавством по дотриманню техніки безпеки, охорони праці і індивідуального захисту, а також підтримування сил цивільної оборони в постійній готовності.

4.2 Протипожежні вимоги до електроустановок і освітлення.

Найбільш розповсюдженим джерелом загоряння є електрообладнання. Вибір електроустановок згідно ПУЕ відбувається в залежності від прийнятого класу вибухопожежонебезпеки приміщення або установки.

До вибухозахищеного відносяться такі електрообладнання:

- 1) вибухонепроникне, коли електрообладнання може витримати найбільший тиск вибуху при попаданні в середину горючих газів пару і пилу, а також не допускає передачі вибуху назовні;
- 2) підвищеної надійності проти вибуху, коли виключається можливість іскріння, виникнення електричної дуги, небезпечних температур нагріву;
- 3) маслонаповнене, коли частини, які іскряться і не іскряться занурені в масло таким чином, щоб не було дотику між цими частинами, а також дотику цих частин із вибухонебезпечним середовищем;
- 4) продуваюче під надлишковим тиском, коли електрообладнання поміщається в міцно закриту оболонку, яка продувається чистим повітрям, причому в оболонці підтримується надлишковий тиск, який запобігає попаданню в неї вибухонебезпечних сумішей з приміщення;
- 5) іскробезпечне, коли іскри, які виникають, не здатні запалити вибухонебезпечну суміш, при неможливості забезпечення такого виконання для всіх частин можуть окремі частини розміщатись у вибухонепроникній оболонці;
- б) спеціальне, коли використовуються нові принципи, які відрізняються від перелічених; наприклад, застосування надлишкового тиску або інертного газу без продування, заповнення оболонки для струмопровідних частин епоксидними смолами, піском.

У вибухонебезпечних приміщеннях і зонах зовнішніх установок застосовується спеціальне електроосвітлювальне обладнання в вибухозахищеному виконанні. В приміщеннях класу В-І застосовують стаціонарні світильники у вибухонепроникну, іскробезпечному або спеціальному виконанні, в приміщеннях класу В-Іа, В-ІІ – в будь-якому вибухозахищеному виконанні, в приміщеннях класу В-Іб, В-ІІа – пилонепроникні.

На ділянці де розташована проектована система керування використовуються світильники у вибухонепроникному іскробезпечному

виконанні і підвищеної надійності типів НОБ-300 і ЗБ-150.

4.3 Розрахунок блискавкозахисту для проектованої установки.

Струм блискавки виробляє електромагнітну, теплову і механічну дію на ті споруди, по яких проходить в час удару блискавки. При прямому ударі блискавки в об'єкт через нього проходить короткочасний струм блискавки. Блискавкою називають розряд між електрично-зарядженою хмарою і землею або між різнойменно зарядженими областями двох хмар.

Захисна дія блискавковідводів основана на явищі блискавки уражати найбільш високі і добре заземлені металічні споруди. Зоною захисту блискавковідводу називають частину простору, який прикріплений до блискавковідводу і забезпечує захист споруди від прямих ударів блискавки з достатнім ступенем надійності (99%). Радіус зони захисту розраховується по конкретних параметрах для того або іншого блискавковідводу. Так, для одиночного стержневого блискавковідводу зона захисту являє собою конус з основою радіусом $r = 15 \cdot h$ (h – висота блискавковідводу, м). Радіус зони захисту на висоті споруди, яка захищається h_x (м) визначається з виразу:

$$R_x = 1,5 \cdot (h - 1,25 \cdot h_x).$$

Очікувана кількість уражень в рік (N) будівель і споруд визначається за формулою:

$$N = (b - 6 \cdot h_x) \cdot (L + 6 \cdot h_x) \cdot n \cdot 10^{-6},$$

де L , b – довжина і ширина будівлі,

$$L = 100 \text{ м},$$

$$b = 30 \text{ м}.$$

n – середнє число уражень блискавкою 1 км² поверхні землі в місці розміщення споруди, застосовується в залежності від грозової діяльності A .

$$A = 40 \div 60,$$

$$n = 6,$$

$$N = (30 - 6 \cdot 20) \cdot (100 + 6 \cdot 20) \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 0,18,$$

Отже $N < 2$.

Звідси бачимо, що зона захисту типу Б.

Для одночасного стержневого блискавковідводу:

- висота зони захисту h_0 над землею:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,9 \cdot 60 = 55 \text{ м},$$

- радіус зони захисту r_0 на рівні землі:

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ м},$$

- радіус зони захисту r_x на висоті h_x над землею:

$$r_x = 1,5 \cdot (h - (h_x / 0,92)),$$

$$r_x = 1,5 \cdot (60 - (20 / 0,92)) = 57 \text{ м}.$$

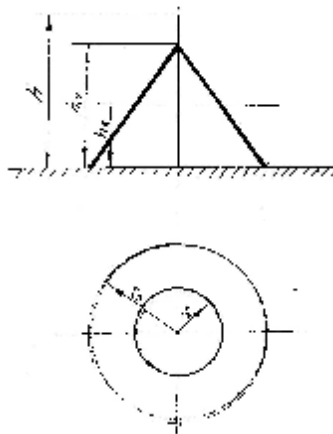


Рис. 4.2 - Схема стержневого блискавковідводу

(h -висота блискавковідводу, h_0 -висота зони захисту над землею, r_0 - радіус зони захисту на рівні землі, r_x - радіус зони захисту на висоті h_x над землею).

ВИСНОВОК

Розроблений імпульсний електронний драйвер задовольняє умови довготривалої і стабільної роботи світлодіодів, які використовуються як навантаження даного блоку. Він забезпечує максимальну вихідну потужність 80 Вт і виробляє стабільний вихідний струм 350 мА.

Електронний драйвер розроблений з використанням сучасних схем технічних рішень та новітньої елементної бази. В якості ШІМ контролера розробленого перетворювача використана мікросхема з вбудованою функцією корекції коефіцієнта потужності, що дало змогу уникнути використання додаткового коректора. Дане схемотехнічне рішення дало змогу спростити принципову схему та здешевити пристрій. Передбачено захист перетворювача від коротких замикань на виході, перенапруги та обриву навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ромаш Э. Н. Источники вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1981.
2. Максатов Е. А. Источники питания. – Киев. «МК - Преса», 2012.
3. Костиков В.Г., Парфёнов Е. М. Источники электропитания электронных устройств. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
4. Бас А. А. Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом. – М.: Радио и связь, 1987.
5. Кауфман М., Сидман А. Практическое руководство по расчетам схем в электронике. В 2-х томах, т 1. – М. Энергоатомиздат, 1991.
6. Гейтенко Е. Н. Источники вторичного электропитания. – М. СОЛОН-ПРЕСС, 2008.
7. Ефимов И. П.. Источники питания РЭА. Учебное пособие. – 2-е изд. искр.. Ульяновск: Ул.ГТУ, 2002.
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. – М.: Мир, 1984.
9. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982.
10. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / Бокуняев А.А., Борисов Н. М. и др. – М.: Радио и связь, 1990.
11. Фрункин Г. Д. Расчет и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Высшая школа, 1977.
12. LED Lighting Power Controller. – URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ucc28810.pdt> (15.05.16).