

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

До друку і в світ дозволяю

Проректор

Гладкий І.П.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи
«РОЗРАХУНОК DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ
СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ»
з дисципліни «Спец.практикум з електрообладнання АТЗ»

для студентів усіх форм навчання
за напрямом 6.050702, **7 050702**

Всі цитати, цифровий,
фактичний матеріал
і бібліографічні
відомості перевірені,
написання одиниць
відповідає стандартам

Затверджено
методичною радою
університету.
Протокол №
від . .2012

Укладачі:

В.Я. Двадненко
С.А. Серіков
О.А. Серікова

Відповідальний за випуск О.В. Бажинов

Харків 2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи
з дисципліни
«РОЗРАХУНОК DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ
СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ»

для студентів усіх форм навчання
за напрямом 6.050702, **7 050702**

Харків 2012

Укладачі: В.Я. Дзадненко
С.А. Серіков
О.А. Серікова

Кафедра автомобільної електроніки

Методичні вказівки складені для студентів спеціальності «Електричні системи та комплекси транспортних засобів» на пряму підготовки «Електромеханіка» денної та заочної форм навчання. Виконанням курсової роботи завершується вивчення дисципліни «Спец.практикум з електрообладнання АТЗ». Сучасні АТЗ мають широке застосування DC/DC перетворювачів, в першу чергу, як джерел струму для різноманітних світлодіодних джерел світла. Розробка DC/DC перетворювачів пов'язана з теоретичним обґрунтуванням, вибором та використанням методів розрахунку електричних пристроїв, підбором елементної бази, а також вимагає проводити пошук необхідних відомостей з науково-технічної літератури.

Мета виконання роботи – придбання студентами практичних навичок, щодо проектування та розрахунку електронних блоків, які використовуються на автомобілі, вивчення інженерних методів розрахунку DC/DC перетворювачів для потужних світлодіодів на основі мікросхеми MC34063.

Курсова робота охоплює питання основних тем теоретичного курсу і теоретичні основи розрахунку електричних пристроїв та систем. Зміст курсової роботи визначається завданням. Її обов'язкові розділи: аналіз початкових даних та визначення параметрів перетворювачів, синтез схеми електричної принципової; розрахунок елементів схеми та вибір елементної бази; оптимізація параметрів елементів схеми; розрахунок робочих характеристик перетворювача; енергетичний розрахунок.

Розрахунок та побудування робочих характеристик пропонується виконувати у програмі «MathCAD». Результати розрахунку характеристик додаються до пояснювальної записки.

Якщо проект виконується без застосування прикладних програм, графічний матеріал додається у вигляді креслень схеми електричної принципової, переліку елементів схеми та графіків робочих характеристик. Графічний матеріал оформлюється на окремих листах формату А4. Вимоги до оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу викладені в літературі [7].

Методичними вказівками передбачено варіанти завдань на роботу. Варіант до виконання визначається викладачем.

РОЗРАХУНОК DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Застосування світлодіодів за останні роки все більше схиляється у бік використання їх в освітленні. Якщо раніше світлодіоди використовувалися в основному для індикації в приладах, то зараз вони вже успішно застосовуються в автомобілях, де успішно пройшло впровадження в габаритні ліхтарі, сигнали гальмування та інші застосування. Прогрес у технології розробки потужних світлодіодів, дозволив світлодіодам потрапити в сферу інтересів світлотехніки, і, безсумнівно, потужні світлодіоди незабаром витіснять застарілі джерела світла .

Потужні світлодіоди для освітлення за такими параметрами як світловий потік (Лм), світлова віддача (Лм/Вт), індекс передачі кольору і надійність вже перевершують традиційні джерела світла, що використовуються в освітлювальних приладах. Серед їхніх переваг порівняно з лампами – термін служби при роботі в номінальному режимі не менше 50000 годин. Світлодіоди не містять ртуті, як більшість газорозрядних ламп, що істотно полегшує проблему утилізації. Крім того, час досягнення максимального значення світлового потоку після включення світлодіода становить наносекунди, чого не мають ні лампи накалювання, ні більшість газорозрядних ламп .

Застосування потужних світлодіодів в системі освітлення автомобіля дозволить знизити витрати, пов'язані з обслуговуванням і витратами електроенергії. Економія електроенергії при заміні ламп накалювання на світлодіоди становить до 80 %, а люмінесцентних ламп – понад 40 %. Випромінювання світлодіодів спрямоване, і немає необхідності використовувати відбивачі, що вже дозволяє уникнути втрат на відбиття, що виникають в лампових приладах. Технологія виробництва світлодіодів розвивається дуже швидко, і за прогнозами, скоро світлова віддача білого світлодіода стане найвищою серед усіх штучних джерел світла.

Світлодіодні системи, як і всі системи освітлення, складаються з трьох основних частин: драйвера (DC/DC перетворювача), джерела світла – світлодіода, і корпусу. Ефективність драйвера пов'язана з витратами електроенергії. Потужні світлодіоди, які

використовуються для освітлення в автомобілі, не перегорають, як звичайні лампи. Вони продовжують випромінювати світло протягом тривалого часу, що підвищує надійність та безпечність автомобіля.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

МС34063 - це інтегральна мікросхема управління, що містить основні функції, необхідні для DC/DC конвертерів. Вона містить:

- внутрішнє джерело опорної напруги з температурною компенсацією;
- компаратор;
- генератор з керованою від схеми обмеження по струму скважністю;
- драйвер;
- потужний вихідний ключ.

Ця мікросхема була спеціально розроблена для роботи в понижуючих, підвищуючих і інвертуючих імпульсних джерелах напруги та джерелах струму з мінімальною кількістю зовнішніх компонентів.

Її особливостями є:

- робота від 3.0 В до 40 В;
- низький струм холостого ходу;
- обмеження по струму;
- вихідний струм ключа до 1,5 А;
- регульована вихідна напруга або струм;
- частотний діапазон до 100 кГц;
- точність внутрішнього джерела опорної напруги 2%.

МС34063 складається з джерела опорної напруги (температурно-компенсованої), компаратора, генератора з активним контуром обмеження пікового струму, вентиля (елемент "Г"), тригера і потужного вихідного ключа з драйвером (рис. 1). Генератор включає в себе схеми заряду і розряду зовнішнього часозадаючого конденсатора C_t , якій постійно заряджається і розряджається до певних рівнів напруги: 0,75 і 1,25 В. При цьому зарядний струм складає 35 мкА, а розрядний 200 мкА, тобто струм розряду приблизно в шість разів більше, ніж струм заряду, отже, заряд конденсатора відбувається приблизно в шість разів довше,

ніж розряд, а тривалості цих процесів (і тривалість усього циклу заряд-розряд) залежить від ємності конденсатора.

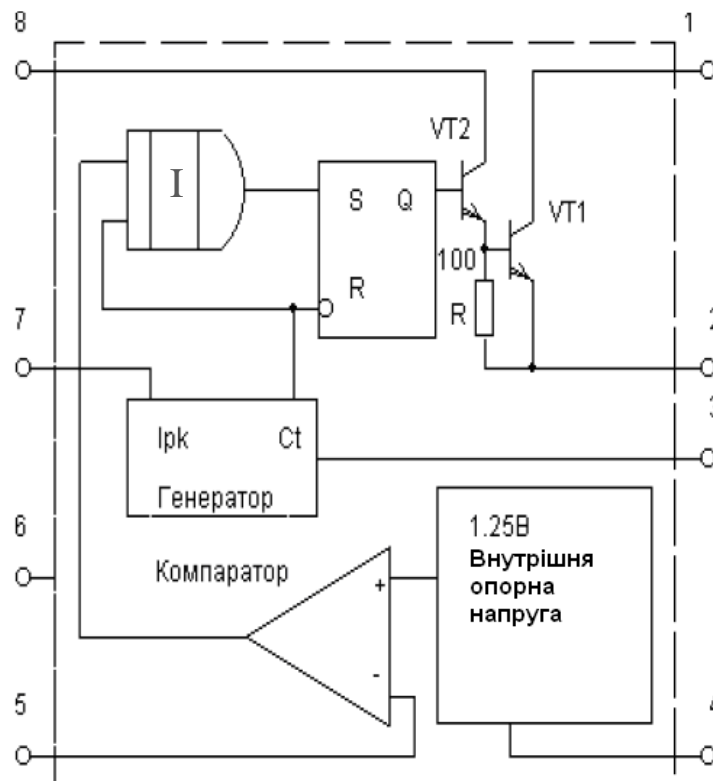


Рисунок 1 – Блок-схема мікросхеми MC34063

У той час, коли конденсатор C_t заряджається, на виході генератора, і, таким чином, на вході вентиля, встановлюється логічна одиниця. На вході скидання (R) тригера встановлюється логічний нуль, тобто тригер не знаходиться в стані скидання. Якщо в цей час напруга на інвертуючому вході компаратора менше опорної напруги (яка подається на неінвертуючий вхід компаратора), то на виході компаратора, а отже і на вході вентиля, так само буде логічна одиниця. Тоді логічна одиниця з'явиться і на виході вентиля і, отже, на встановлюючому вході (S) тригера. Це викличе перемикання виходу тригера в стан "1", що, в свою чергу, викличе перемикання драйвера ключа і самого силового ключа в відкритий стан.

Коли конденсатор C_t розряджається, на виході генератора, а отже і на вході вентиля, встановлюється логічний нуль. На вході скидання (R) тригера встановлюється логічна 1, що викликає

скидання виходу тригера в нуль і закриття вентиля, тобто схемою в цьому стані ігноруються сигнали, що надходять з компаратора, а драйвер і вихідний ключ однозначно закриті. Тобто, вихід компаратора може встановлюватися тригером тільки під час зарядки конденсатора C_T , ініціювавши повний або частковий цикл відкриття силового ключа. Скинути тригер і закрити ключ компаратор не може. Скидання тригера, незалежно від виходу компаратора, відбувається під час розряду конденсатора C_T .

Схема обмеження струму працює таким чином: в силовий ланцюг послідовно включається спеціальний резистор, який називається струмообмежуючим, падіння напруги на якому відстежується входом мікросхеми I_{pk} . Як тільки це падіння напруги стає більше 330 мВ, схема забезпечує різке збільшення зарядного струму конденсатора C_T , різко скорочуючи, таким чином, час заряду і викликаючи якнайшвидший перехід до розряду і вимикання вихідного ключа. На осцилограмі (рис. 2) можна спостерігати спрацювання схеми обмеження струму, у вигляді збільшення нахилу графіка напруги на конденсаторі C_T . Крім того, робота регулятора в режимі перевантаження може привести до збільшення часу розряду, оскільки зарядка великим струмом може призводити до перезаряду конденсатора C_T вище верхнього порогу.



Рисунок 2 - Осцилограма роботи схеми обмеження струму

Типова схема понижуючого стабілізатора представлена на рис.3.

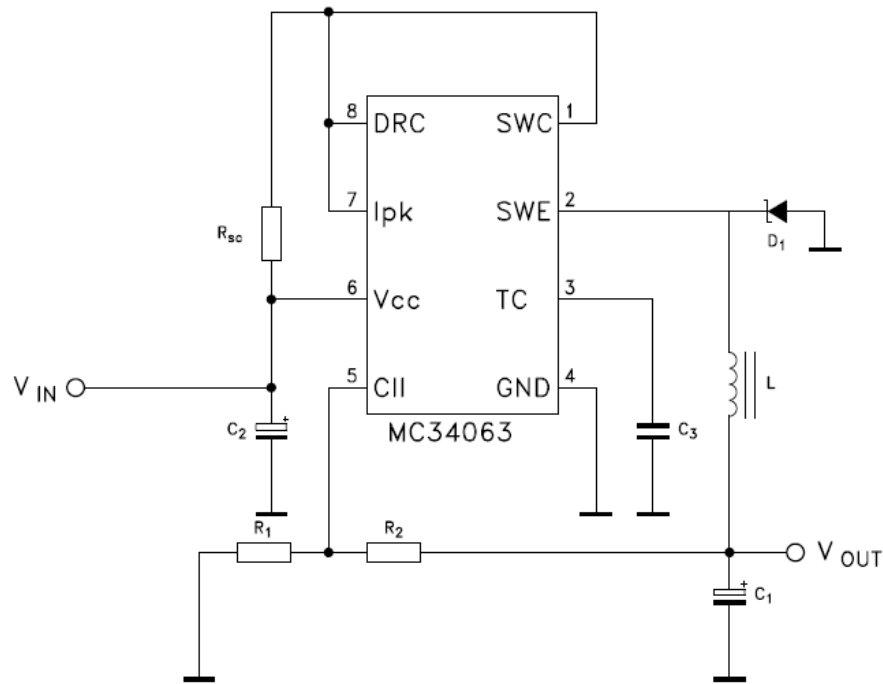


Рисунок 3 – Понижуючий стабілізатор на основі MC34063

Схема, що представлена на рис. 3, складається, крім мікросхеми MC34063, з дроселя L і часозадаючого конденсатора C_3 , який визначає частоту перетворення. Максимальна частота перетворення для MC34063 складає близько 100 кГц. Задача ділника напруги на резисторах R_2 , R_1 – створити напругу для схеми компаратора. На неінвертуючий вхід компаратора подається напруга 1,25 В від внутрішнього регулятора, а на інвертуючий вхід – з ділника напруги. Коли напруга з ділника стає рівною напрузі від внутрішнього регулятора, компаратор перемикає вихідний транзистор.

Ємності C_1 і C_2 на рис. 3 є вхідним і вихідним фільтрами відповідно. Ємність вихідного фільтра визначає величину пульсацій вихідної напруги. Якщо в результаті розрахунків виходить, що для заданої величини пульсацій потрібна дуже велика ємність, тоді додатково використовується LC-фільтр. Ємність C_1 зазвичай беруть 100...470 мкФ.

Струмовідчувачий резистор R_{sc} потрібен для схеми обмеження струму. Максимальний струм вихідного транзистора для MC34063 складає 1,5 А. Якщо піковий перемикаючий струм буде перевищувати ці значення, то мікросхема може згоріти. Якщо точно

відомо, що піковий струм навіть близько не підходить до максимальних значень, то цей резистор можна не ставити.

ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

Розрахувати понижуючий DC/DC перетворювач (рис. 3) відповідно до індивідуального завданням (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні параметри DC/DC перетворювача

№	Номінальна вхідна напруга, В	Мінімальна вхідна напруга, В	Номінальна вихідна напруга, В	Вихідний струм, А	Мінімальна робоча частота, кГц
1	14	10	6	0,50	60
2	13	10	6	0,25	55
3	17	15	6	0,35	40
4	24	20	12	0,60	50
5	18	15	6	0,35	60
6	10	8	6	0,15	55
7	14	12	6	0,25	45
8	14	12	6	0,45	60
9	16	12	6	0,60	45
10	28	24	12	0,50	55

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ DC/DC ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Розрахуємо значення $t_{on\max} + t_{off\max}$

$$t_{on\max} + t_{off\max} = \frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{6 \cdot 10^4}, \quad (1)$$

де $t_{on\max}$ – максимальний час, коли вихідний транзистор відкритий;

$t_{off\max}$ – максимальний час, коли вихідний транзистор закритий.

Розрахуємо відношення $\frac{t_{on\max}}{t_{off\max}}$:

$$\frac{t_{on\max}}{t_{off\max}} = \frac{U_{out} + U_F}{U_{in\min} - U_{sat} - U_{out}}, \quad (2)$$

де U_F – падіння напруги на вихідному фільтрі; U_{sat} – падіння напруги на вихідному транзисторі (коли він знаходиться в повністю відкритому стані) при заданому струмі.

З виразу (2) видно, що чим більше U_{in} та U_{out} , і чим більше вони відрізняються один від одного, тим менший вплив на кінцевий результат надають U_F і U_{sat} . Падіння U_F дуже мале, і ним сміливо можна знехтувати. U_{sat} визначається за графіками, наведеними в документації до мікросхеми (рис.4).

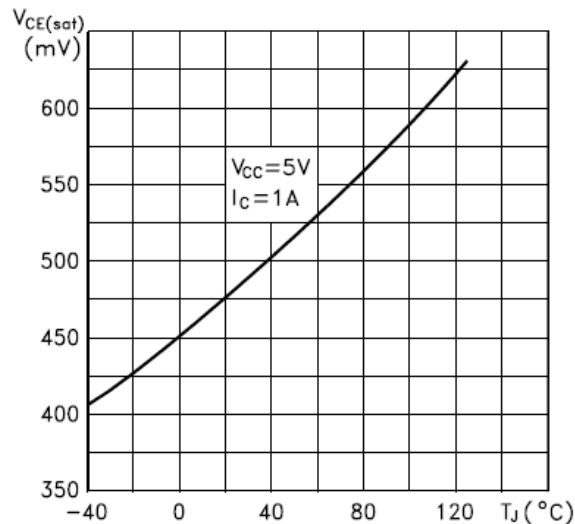


Рисунок 4 – Залежність падіння напруги на колекторі вихідного транзистора від температури

Знаючи значення $\frac{t_{on\max}}{t_{off\max}}$ і $t_{on\max} + t_{off\max}$, виразимо $t_{on\max}$.

Знайдемо ємність часозадаючого конденсатора C_3

$$C_C = 4,5 \cdot 10^{-5} \cdot t_{on\max}. \quad (3)$$

Знайдемо піковий струм через вихідний транзистор:

$$I_{PK} = 2 \cdot I_{out} \quad (4)$$

Цей струм має бути менше максимального струму вихідного транзистора (1,5...1,6 А). Якщо він більше, то перетворювач з такими параметрами неможливий, або необхідно використати схему із зовнішнім транзистором.

Розрахуємо R_{SC} за формулою

$$R_{SC} = \frac{0,3}{I_{PK}} \quad (5)$$

Розрахуємо мінімальну ємність конденсатора вихідного фільтра

$$C_1 = \frac{I_{PK} \cdot (t_{on\max} + t_{off\max})}{8 \cdot U_{ripple}} \quad (6)$$

де U_{ripple} – максимальна величина пульсацій вихідної напруги.

В якості кількісної характеристики пульсації освітленості у вітчизняних нормах прийнятий коефіцієнт пульсації. Він дорівнює відношенню половини максимальної різниці освітленості за період до середньої освітленості за період, виражений у відсотках. Розрахуємо максимальні пульсації вихідної напруги так, щоб коефіцієнт пульсації не перевищував 1% при мінімальній напрузі:

$$K_i = \frac{U_{ripple}}{2 \cdot U} \cdot 100\%$$

звідки

$$U_{ripple} = \frac{2 \cdot U K_i}{100} \quad (7)$$

Розрахуємо мінімальну індуктивність дроселя за виразом:

$$L_{1\min} = \frac{t_{on\max} \cdot (U_{in\min} - U_{sat} - U_{out})}{I}. \quad (8)$$

В цілому, чим вище частота перетворення, тим нижче мінімальна ємність вихідного конденсатора і мінімальна індуктивність дроселя.

Опір діляника розраховується із співвідношення

$$U_{out} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right),$$

тоді

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_{out} - 1,25}{1,25}. \quad (9)$$

На сам кінець виберемо конкретні типи резисторів, номінальні параметри яких задовольняють отриманим значенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.
2. DATASHEET [Электронный ресурс]: Документація виробника мікросхеми МС34063. – Режим доступу до вид. : <http://www.intusoft.com/onsemipdfs/mc34063a-d.pdf>
3. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для вузов / И.П. Степаненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с.: ил.
4. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл: пер. с англ. – 6-е изд. – М.: Мир, 2003. – 704 с., ил.
5. Довгун, В. П. Электротехника и электроника: учеб. пособие: в 2-х ч. Ч. 2 / В. П. Довгун. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 252 с.
6. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. пособие/Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. – М.: Высш. шк., 2002. – 384 с.: ил.
7. Усатенко С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник/С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехова. - М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

До виконання курсових робіт
з дисципліни
«Розрахунок DC/DC перетворювача для світлодіодного
освітлення»

для студентів усіх форм навчання
за напрямом 6.050702, 7 050702

Укладачі:

Володимир Якович Двадненко
Сергій Анатолійович Серіков
Олена Андріївна Серікова

Відповідальний за випуск

О.В. Бажинов

Редактор

План 2012, поз.
Підп. до друк.
Бумага газетна
Умовн.друк.л.
Тир. екз.

Формат
Віддруковано на різнографі
Уч.-вид.л.
Зак.

ХНАДУ, 310078, Харків, вул. Петровського, 25

Харківський автомобільно-дорожній університет, РІВ.