



IR - светорегулатор

(контрол на осветлението от всякакъв тип модули за IR-дистанционно управление)

В брой 2/2001 г. на списанието ви предложихме схема на плавен светорегулатор, изпълнена със специализирана за такива приложения интеграла. В същата статия ви обещахме да разработим и публикуваме схема на такъв регулатор, осъществена с микроконтролер, и сега изпълняваме своето обещание, като ви предлагаме изпитана в редакцията схема на последователен фазов регулатор за осветление, реализиран с малкия PIC12C509, който може да се монтира на мястото на обикновения ключ за осветление. Освен че е по-евтино от варианта, предложен в брой 2/2001, устройството има по-малки размери и значително по-надеждна работа. Схемата осигурява както възможност за местно управление с бутон, така и дистанционно управление посредством произволен модул за инфрачервено управление (в това число от телевизор, аудиоуредба, климатик и т. н.). В устройството е предвидена светодиодна индикация за различните състояния (включено или изключено), както и индикация за преминаване през максимална и минимална яркост. Осигурена е също времезадръжка на дистанционното управление, като по този начин са избегнати неприятните промени на осветлението при управление на самия уред, от който е използвания модул за дистанционно управление.

В схемата са реализирани два независими режима на работа:

- включване/изключване на осветлението, което се осъществява плавно и по този начин осигурява по-дълъг живот на управляваните лампи.
- регулиране яркостта на светене, което също става плавно в диапазон от 40 до 200 V.

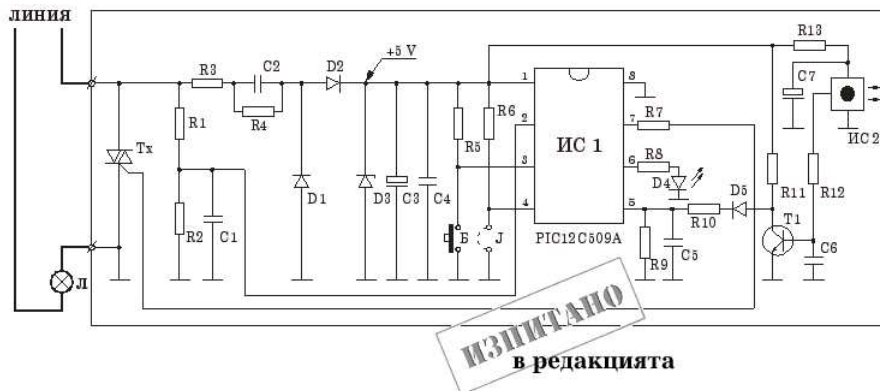
Скоростта на изменение на яркостта при тези два режима е различна, като при първия е по-бърза, а при втория – по-бавна. Предвидени са също два режима на включване, които се избират посредством джъмпера (мостчето) J на платката. При първия от тях (без джъмпер) се започва на какво положение е била загасена лампата и при следващото включване тя светва отново до тази яркост, а при втория (поставен на платката джъмпер) след включване лампата светва до максимална яркост.

Устройството е реализирано с леснодостъпни елементи. Използвали сме микроконтролер PIC12C509A, който се намира лесно и не е скъп. Друг важен елемент в схемата е инфрачервения приемник TSOP с работна честота 38kHz, какъвто вече нееднократно сме използвали в нашите схеми. За тези от вас, които не са чели статиите в предните ни броеве ще напомним само, че TSOP не е обикновен фототранзистор. На практика той представлява интегрална схема с вграден в нея усилвател и логически блок. Действието и се състои в това, че при прекъсване на носещата 38 kHz честота на инфрачервения сигнал, подаван към приемника, тя изработва краткотраен импулс с ниско ниво на своя изход. Забележете, че логическата част на TSOP е направена така, че изходен сигнал "0" се получава при прекъсване, а не при появяване на високочестотното инфрачервено излъчване. Важно е да се отбележи, че изпитвахме схемата и с други подобни IR-приемници от този тип (има разпространени няколко вида, които са със същата форма и малко по-малък размер), но схемата не работи надеждно с тях и се случва да се самовъзбужда. При TSOP-приемниците този проблем не съществува и устройството работи много надеждно.

Това на практика са двата елемента, формират крайната цена на готовото устройство, която не надхвърля 10-15 лв (за сравнение, готовите светорегулатори от този тип, които се предлагат в магазинната мрежа струват около 35-40 лв).

За захранване на устройството се използва пада на напрежение върху самия симистор, поради което е необходимо схемата да има ниска собствена консумация, особено при максимално светнала лампа. За да се запази стабилно захранването, е необходимо върху лампата да не се подава пълното 220 V напрежение на мрежата, което е общ недостатък на схемите с последователно регулиране, но нека все пак не забравяме, че тук става въпрос за 20-25V (в първоначалния вариант на схемата това напрежение беше 10V, но впоследствие, софтуерно го повишихме за да бъде гарантирано захранването на процесора при всички режими на работа).

Използвали сме стандартна схема на захранване, осъществена с кондензатора C2, резистора R3, диодите D1 и D2 и ценовия диод за 5,1V - D3. Резисторът R4 служи за разреждане на кондензатора C2, а R3 ограничава зарядно-разрядния ток през него. Мощността на този резистор не трябва да е по-малка от 1W, тъй като при непълно светнала лампа, той трябва да е способен да разсейва отделената върху него мощност.



Отрицателната полуълна на захранването преминава през диода D1 и разрежда кондензатора C2, който през положителната полуълна се е заредил през диода D2 и ценовия диод D3. Полученото върху ценовия диод 5V-ово напрежение за захранване на схемата се филтрира от кондензаторите C3 и C4.

В схемата не е използван външен кварц, а вътрешният RC-генератор на микроконтролера. При това, за да се поддържа честота точно 4 MHz, и за да работи устройството надеждно, се извършва калибрация на честотата.

Изходният сигнал от инфрачервения приемник представява пакети от импулси с различна ширина. Тези пакети не постъпват директно в контролера, а се инвертират от транзистора T1 и се подават на интегриращата група от резистора R10 и кондензатора C5. R9 осигурява по-бавното разреждане на C5, а диодът D5 не позволява на C5 да се разрежда през T1. Посредством кондензатора C6 се филтрират случайно проникналите през TSOP паразитни смущаващи импулси.

Схемата беше изпитана с различни дистанционни управления и показа надеждна работа при всички модели. Ако все пак устройството не приема сигналите от вашето дистанционно, можете да подобрите стойността на кондензатора C5, като започнете от 22 nF и увеличавате постепенно докато командите започнат да се приемат. Преоразмеряването на този кондензатор обаче не е желателно, тъй като при излишно голяма стойност, след отпускане на бутон, кондензаторът ще се разрежда по-бавно и регулирането ще продължи още малко, въпреки че бутонът е вече отпуснат.

Резисторите R1, R2 и кондензаторът C1 се използват за синхронизация с мрежовото напрежение, при която се следи кога напрежението преминава през нула. В нашата схема е използван само един синхронизиращ вход, който "улавя" само положителния полупериод, а момента за управление в отрицателния полупериод се изработва от самия микроконтролер.

За да не се натоварва излишно порта на контролера, е добре симисторът да бъде с малък управляващ ток (15-20 mA). Нашата схема е изпитана с три вида симистори – KT207/400, TIC206M и BT136 (или BT139). Съобразно типа на използвания симистор, стойността на резистора R7 може да бъде различна, като за KT207/400 тя е най-малка – 47Ω (най-голям управляващ ток), за BT136 е средна – 100Ω, а за TIC206M е най-голяма – 750Ω (най-малък управляващ ток). Подаваните към симистора импулси са с продължителност 60 микросекунди, така че този резистор определя само пиковата стойност на тока, докато ефективната е чувствително по-ниска.

Тук ще разгледаме накратко алгоритъма на работа на устройството, като ще обърнем внимание и на това как този алгоритъм е реализиран софтуерно.

Начин на работа с ключа.

При местно управление. Краткотрайно натискане и отпускане на бутон въвежда схемата в първия режим - включване/изключване (в зависимост от предишното състояние на ключа). Времето за натискане, дефинирано в програмата за този режим е от 50ms до 500ms, като ако бутонът е натиснат за време по-малко от 50ms, това се приема от микроконтролера като смущаващ импулс и не се изпълнява включване (изключване). Ако продължителността на натискане на бутон е в горните граници, и предишното състояние е било "изключено", след отпускането на бутон лампата ще светне плавно, като напрежението върху нея ще започне да се увеличава от 20V и в зависимост от положението на джъмпера J ще спре до зададената яркост или ще отиде до максималното напрежение (210V).

За да премине устройството във втория режим - регулиране на яркостта, бутонът трябва да се задържи натиснат за време по-голямо от 500ms. При това яркостта на лампата започва плавно да се изменя, като бутонът продължава да се натиска до достигане на желаната яркост. При отпускане на бутон, лампата остава да свети с яркостта в момента на отпускане. При всяко следващо включване със задържане за време по-голямо от 500ms се извършва операция, обратна на предходната, т. е. ако първоначално сте увеличавали яркостта, при следващо активиране тя ще се намалява, при следващото отново ще се увеличава и т. н. В процеса на регулиране, сигналният светодиод индицира всяко преминаване през максимална и минимална яркост на светене посредством еднократно светване с продължителност една секунда. Индицирането на двете гранични стойности (особено на максималната) дава на потребителя възможност да спре точно в максимална или минимална стойност, без да е необходимо да преченява момента според яркостта на светене. Минималното напрежение при режим регулиране е 40V, а при включване - 20V. Максималното и за двата режима е 210V.

При работа с IR-дистанционно управление логиката е същата, но има по-големи времезадръжки при активирането на двата режима. За да се активира 1-ви режим (включване/изключване) се натиска произволен бутон от дистанционното и се задържа за време 1,55 секунди. Изтичането на това време се индицира с мигане на светодиода (100ms свети и 400ms не свети), което е индикация, че ключът приема командите и дистанционното работи. След изтичането на това време, светодиодът светва постоянно – което е сигнал, че ако до изтичане на една секунда бутонът се отпусне, схемата ще заработи в първи режим, и след отпускане на бутон осветлението ще се включи (или изключи). Ако вместо това, продължите да задържате бутон в натиснато състояние, схемата ще влезе във 2-ри режим – регулиране на яркостта и напрежението върху лампата ще започне плавно да се увеличава (или намалява) до отпускане на бутон при желаната яркост на светене. Този режим се запазва още 4 секунди, така че ако желаете да донастройте силата на светене, не е необходимо отново да изчаквате първоначалното време за влизане в режим на

регулиране.

Схемата е тествана за продължителен период от време и показва устойчива работа без разсинхронизиране и произволно саморегулиране. В случай че устройството не е монтирано в непосредствена близост до телевизора, предвидените времезадръжки са напълно достатъчни. Когато лампата е изключена, светодиодът свети постоянно. Ако схемата приеме IR сигнал от дистанционното, светодиодът ще започне да мига, но ако бутонът не бъде задържан за време повече от 1.55 секунди, устройството няма да промени състоянието си, а светодиодът отново ще светне постоянно, показвайки че лампата все още е в състояние "изключено".

Програмата за микроконтролера е съставена от две основни програми - "намаляване" и "увеличаване", като във всяка една от тях се извършва синхронизация с мрежовото напрежение. Добавена е също и една сканираща програма за бутона, дистанционното управление и режима на светене на светодиода.

В началото на програмата естествено се запазват регистри с общо предназначение, дефинират се портовете и системните регистри, след което се изпълнява и инициализиращата програма. Следва двукратно тестово мигане на светодиода и първоначално синхронизиране в първата програма за намаляване/изключване. След детектирането на положителния полупериод се започва прехода и се проверява дали лампата е включена или изключена. При изключена лампа се изпълнява сканиращата програма, а при включена - микроконтролерът започва да следи кога трябва да бъде изработен запалващ импулс за симистора. За тази цел се използва TMRO-регистъра с деление 1:64, чрез въвеждане в него на 99 (десетичната бройна система). След претъпяване на TMRO е изминало време от 10ms, колкото е широчината на един полупериод на мрежовото напрежение. По този начин се определя кога завършва полупериода и кога точно да бъде генериран стартовия импулс. Така на практика се осъществява синхронизацията за отрицателния полупериод, която е проблемна при последователното фазово регулиране (когато лампата е светнала на максимална стойност синхронизиращите импулси подавани на краче 2 на PIC се променят и широчината на положителните импулси силно намалява).

След изработването на импулса програмата проверява дали не е достигната граничната стойност и следи за правилна работа при промяната на времето за възникване на импулса, така че да не се излезе от установените граници (20V, 40V и 210V). При достигане на минимална или максимална стойност се запалва светодиода, като времето на светене се отчита в сканиращата програма. За по-голямо удобство при отчитане на различните времена се използва броене през 10 ms (на всеки полупериод).

Печатната платка на готовия светорегулатор е кръгла и има диаметър 45 mm, благодарение на което устройството може да бъде монтирано в стандартното гнездо на ключа за осветление. С цел спестяване на място, инфрачервеният фотоприемник е монтиран върху кондензатора C2 (виж снимката). По този начин е постигнато още нещо – чувствителната област на приемника е изнесена напред така, че при монтаж в гнездото на ключа тя да бъде близо до лицевата част. По същите съображения е желателно да използвате бутон с дълъг щок, а крачетата на индициращия светодиод да не се режат прекалено къси при монтажа му върху платката. При необходимост симисторът може да бъде монтиран и от задната страна на платката, а ако управляваното осветително тяло е с мощност по-голяма от 100W, на корпусът му да се постави малък радиатор (със симистор BT136 можете да управлявате до 800W товар, а със симистор BT139 - до 3000W).

В случай, че желаете да използвате схемата само с дистанционно управление, можете да монтирате платката и в самото осветително тяло, като естествено се погрижите IR-приемника да бъде разположен зад отвор или прозрачна част от тялото.

Забележка: При малка мощност на управляваната лампа, вследствие по-бавното загряване на симистора е възможно в първите няколко секунди на работа на регулатора (докато симисторът все още не е загрял до работна температура), да се получи примигване или неустойчива работа при положение на максимално светене. Проблемът може да бъде отстранен като се намали стойността на резистора в управляващия електрод (R7) или като се увеличи стойността на кондензатора C2. При управление на по-мощни лампи загряването на симистора става бързо и допълнителни промени не са необходими.

Готова за употреба **печатна платка** можете да поръчате от нашия електронен магазин, а ако желаете, можете да получите **пълен комплект** елементи за схемата (включително програмиран микроконтролер) или напълно завършена, **тествана платка** на устройството.

За бърза препратка към съответния раздел на електронния магазин можете да използвате бутоните в горната част на тази страница.

Инж. Митко АТАНАСОВ
"Млад конструктор", 2002

Използвани елементи:

Интегрални схеми: IC1 - PIC12C509A, IC2 - TSOP1138 (1136, 1236, 1238, 1736, 1738)

Транзистор и диоди: T1 - BC546,

D1, D2 - 1N4001, D3 - ценов 5.1 V, D4 - светодиод, D5 - 1N4148.

Резистори и кондензатори: R1 - 2.7 M Ω , R2 - 560 k Ω , R3 - 47k Ω до 1 k Ω /1 W, R4 - 1 M Ω ,

R5 и R6 - 100 k Ω , R7 - според използвания симистор:

- за KT207/400 - 47 Ω ,

- за BT136 - 100 Ω ,

- за TIC 206M - 750 Ω ,

R8 - според използвания светодиод от 910 Ω до 2 k Ω , R9 - 4.7 M Ω , R10 и R11 - 10 k Ω ,

R12 - 1.2 M Ω , R13 - от 100 до 330 Ω , C1 - 100 pF, C2 - 220 nF/400 V,

C3 - 330 μ F, C4 - 100 nF, C5 - 22 до 47 nF, C6 - 10 до 15 nF, C7 - 100 μ F.

Печатна платка на устройството -  (63KB, PDF)

Списание "Млад конструктор" брой 1/2002 год.
Всички права запазени.