

Sekwencyjny włącznik oświetlenia

Posiadając w pomieszczeniu kilka punktów świetlnych, warto mieć możliwość niezależnego sterowania nimi. Jednak duża liczba przełączników na ścianie powoduje, że korzystanie z nich będzie niewygodne. Prezentujemy układ, który pozwala na załączanie czterech wyjść w różnych kombinacjach – i to przy użyciu jednego przycisku.

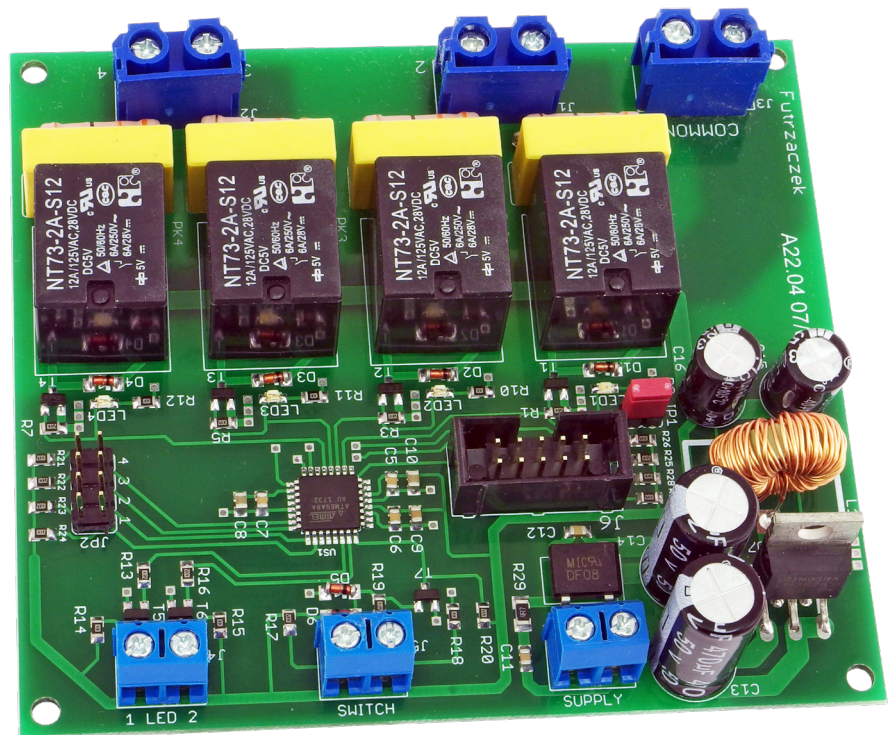
Układ znajdzie zastosowanie tam, gdzie zamontowane są różne rodzaje oświetlenia: kinkiet na suficie, kinkiet boczny, podświetlenie taśmą LED przy podłodze, oświetlenie przy lustrze itd. Gdybyśmy do każdego z nich chcieli zamontować oddzielny włącznik przy drzwiach wejściowych, ich liczba mogłaby być naprawdę imponująca. Można temu zaradzić, stosując tylko jeden przełącznik monostabilny, a to, które punkty świetlne będą aktywne, będziemy wybierać liczbą wciśnień. Można tak skonfigurować urządzenie, aby np. gdy wchodzi się tylko na chwilę, wystarczyło nacisnąć przełącznik raz, a w razie potrzeby oświetlenia czegoś dokładniej, nacisnąć go szybko dwa lub więcej razy. Wychodząc z pomieszczenia, zawsze wystarczy jednokrotne naciśnięcie, aby wyłączyć całe oświetlenie.

Budowa i działanie

Schemat układu znajduje się na rysunku 1. Jego zadaniem jest załączanie czterech odbiorników, do czego służą cztery przekaźniki. Ich cewki są przystosowane do zasilania napięciem stałym o wartości 5 V, takim jak reszta elektroniki. Między styki normalnie otwarte został włączony układ RC, pełniący funkcję gasika. Ogranicza on emisję zakłóceń elektromagnetycznych przez iskrzące (w momencie przełączania) styki, co znacząco zmniejsza prawdopodobieństwo zawieszenia się układu.

Wyprowadzenia styków środkowych przekaźników są przyłączone do jednego złącza J3, a wyjścia na poszczególne odbiorniki – do pojedynczych zacisków w złączach śrubowych J1 i J2. Zwiększa to wydajność prądową i powoduje, że wszystkie odbiorniki są zasilane jednym wspólnym napięciem. Może to być zarówno napięcie stałe, jak i przemienne.

Cewki przekaźników są załączane przez niewielkie tranzystory MOSFET typu



BSS123, które do tego zadania są całkowicie wystarczające. Rezystory między bramkami a źródłami utrzymują te tranzystory w stanie zatkania, kiedy nie dociera do nich sygnał sterujący.

Na płytce przewidziano niewielkie diody LED, sygnalizujące stan każdego przekaźnika. Jeżeli przekaźnik został załączony, co dzieje się, gdy odpowiednia linia OUT1... OUT4 przyjmie wysoki stan logiczny, zworka JP1 umożliwia wyłączenie wszystkich diod – w sytuacji, kiedy płytka ma być dyskretnie zabudowana gdzieś w niewidocznym miejscu, a przebijająca się poświata mogłaby niepotrzebnie zwracać uwagę.

Dwukolorowa dioda LED, podłączona na przewodach do złącza J4 sygnalizuje stan pracy układu. Dioda musi mieć odwracalną polaryzację, co oznacza, że przy przepływie prądu w jedną stronę świeci jedna z jej struktur, a po zmianie kierunku prądu – druga. Nie jest to realizowane wprost z wyjść mikrokontrolera, ponieważ indukujące się w potencjalnie długim przewodzie zakłócenia mogłyby zaburzyć jego pracę lub zniszczyć go.

W tym celu użyto dwóch tranzystorów typu BSS123 jako elementy pośredniczące. Potencjały ich bramek mikrokontroler ustala poprzez rezystory R13 i R16, o wartości aż 10 kΩ, a do tego, na drodze ewentualnego

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5835

Podstawowe parametry:

- sterowanie włącz/wyłącz czterema odbiornikami,
- sterowanie jednym przyciskiem,
- możliwość wyboru jednej z czterech sekwencji,
- sygnalizacja stanu układu dwukolorową diodą LED,
- wyjścia przekaźnikowe z gasikami RC,
- zasilanie napięciem stałym lub przemiennym,
- napięcie zasilania 12..40 V.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

- AVT-5789 Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED z czujnikiem zbliżeniowym (EP 8/2020)
- AVT-5788 Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED sterowany włącznikiem (EP 8/2020)
- AVT-5784 Woltzmierny sterownik taśmy RGB (EP 8/2020)
- AVT-5571 Sterownik taśm LED RGB zgodny z HomeKit (EP 7/2020)

Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętności lutownic! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występują w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

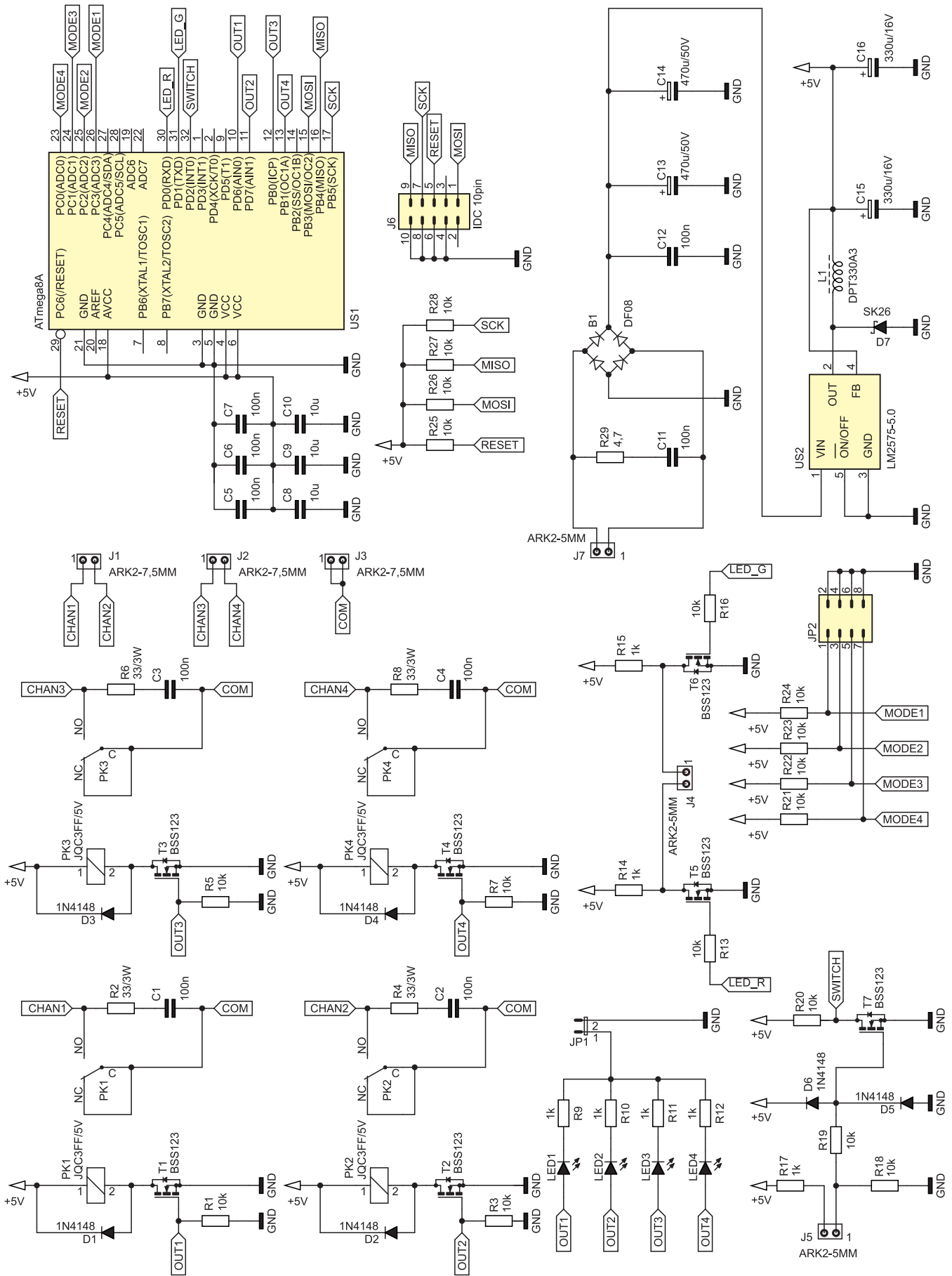
- wersja [C] – zamontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw
- [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji
- wersja [A+] – płytkę drukowaną z zestawem elementów i dokumentacją, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>. W przypadku braku dostępności na <http://sklep.avt.pl>, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

zakłócenia stoi jeszcze dielektryk podbramkowy. Załączenie odpowiedniego koloru diody LED odbywa się poprzez załączenie

jednego z tranzystorów, przez co potencjał jego drenu spada niemal do zera. Ta prostota powoduje zwiększony pobór prądu, przez

prąd płynący w tym czasie przez R14 lub R15, ale w układzie zasilanym z sieci dodatkowe 5 mA nie będzie odczuwalne.



Rysunek 1. Schemat ideowy sekwencyjnego włącznika oświetlenia

Wejście przycisku (J7) również zostało zabezpieczone przed potencjalnymi zakłóceniami i wyładowaniami elektrostatycznymi. Między wyprowadzeniem wejściowym mikrokontrolera a przyciskiem znajduje się tranzystor MOSFET, również typu BSS123. Jego bramka jest zabezpieczona przed uszkodzeniem przez dwie diody D5 i D6, które pełnią funkcję ogranicznika napięcia. Ich prąd z kolei ogranicza rezystor R19. Rezystor R18 utrzymuje T7 w stanie zatkania. R17 ogranicza natężenie prądu płynącego przez przewód podłączony do złącza J7, w sytuacji gdyby z niewyjaśnionych względów zwarił się on z masą układu.

Wybór trybu pracy odbywa się poprzez nałożenie zworki na jedną z czterech par wyprowadzeń złącza szpilkowego JP2. Wewnętrzne rezystory podciągające mikrokontrolera zostały uzupełnione zewnętrznymi, o wartości 10 kΩ każdy. Potencjał wybranej przez użytkownika linii MODE1...MODE4 stanie się niski.

Sam mikrokontroler to dobrze znany i popularny układ ATmega8A w obudowie TQFP32. Jego wyprowadzenia zasilania zostały odsprężnione przy użyciu aż sześciu kondensatorów, by działanie układu było możliwe niezawodne. Nie realizuje on zadań wymagających ściśle ustalonej częstotliwości zegara, więc jest taktowany z wbudowanego generatora RC.

Do programowania pamięci Flash zostało przewidziane złącze J6, na które doprowadzono linie wymagane dla przeprowadzenia ISP. Układ sygnałów w 10-szpilekowym złączu odpowiada standardowi KANDA ISP, jaki można znaleźć w wielu programatorach mikrokontrolerów AVR. Nieużywane na co dzień linie mikrokontrolera zostały podciągnięte do potencjału 5 V przy użyciu dodatkowych rezystorów.

Wykaz elementów:

Rezystory:

R1, R3, R5, R7, R13, R16, R18..R28: 10 kΩ SMD0805
 R2, R4, R6, R8: 33 Ω 3 W THT
 R9..R12, R14, R15, R17: 1 kΩ SMD0805
 R29: 4,7 Ω SMD1206

Kondensatory:

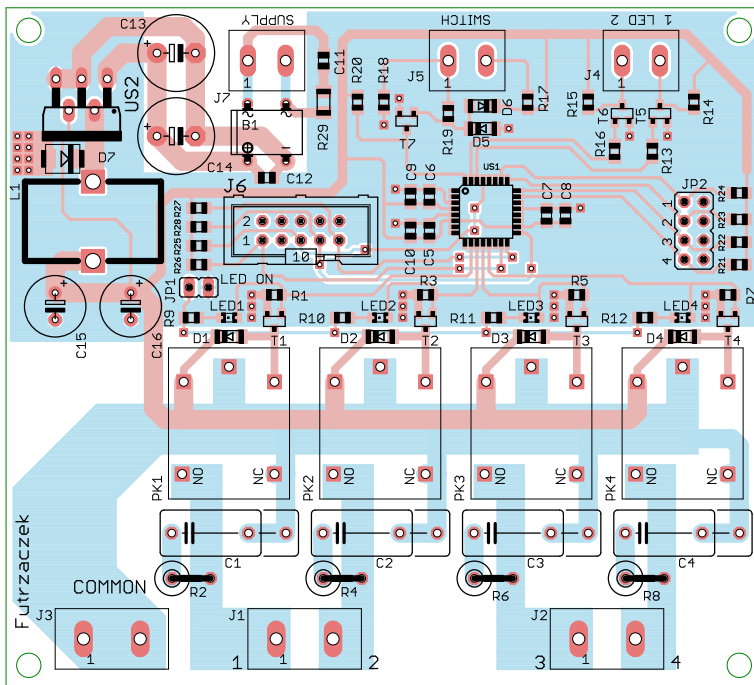
C1..C4: 100 nF MKP X2 310 V AC 15 mm
 C5..C7, C11, C12: 100 nF SMD0805
 C8..C10: 10 μF/16 V SMD0805
 C13, C14: 470 μF/50 V
 C15, C16: 330 μF/16 V

Półprzewodniki:

B1: DF08
 D1..D6: 1N4148 MiniMELF
 D8: SK26
 LED1..LED4: zielona SMD0805
 T1..T7: BSS123
 U1: ATmega8A TQFP32
 U2: LM2575-5.0 T0220-5
 LED dwukolorowa czerwony/zielony (opis w tekście)

Pozostałe:

J1..J3: ARK2/750
 J4, J5, J7: ARK2/500
 J6: IDC 10 pin pionowy THT 2,54 mm
 JP1: goldpin 2 pin męski 2,54 mm THT
 JP2: goldpin 2x4 pin męski 2,54 mm THT
 L1: 330 μH 3 A np. DPT330A3
 PK1..PK4: JQC3FF 5 V
 dwie zworki 2,54 mm



Rysunek 2. Schemat płytki PCB z rozmieszczeniem elementów

Napięcie zasilające wszystkie obwody układu powinno wynosić 5 V. Niestety w obwodach oświetlenia łatwiej można znaleźć 12 V lub 24 V, które może być stałe lub przemienne. Dlatego w urządzenie wbudowano prostą przetwornicę impulsową, która zapewni jego prawidłowe działanie w szerokim zakresie napięć zasilających.

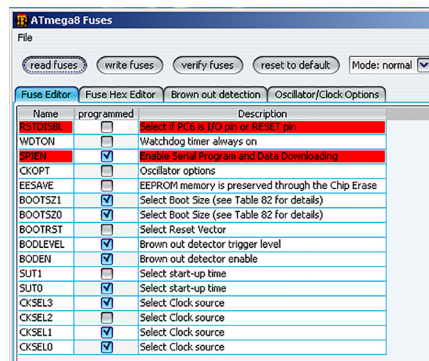
Mostek B1 ustala polaryzację napięcia zasilającego lub prostuje je, jeżeli ma ono charakter sinusoidalnie zmienny. Kondensator C11 i rezystor R29 tworzą układ tłumiący zakłócenia wysokiej częstotliwości, które przedostawałyby się ze źródła zasilania na wejście przetwornicy i w drugą stronę. Do filtracji tętnień niskiej częstotliwości użyto dwóch połączonych równolegle kondensatorów, aby zmniejszyć ich wypadkową rezystancję szeregową (ESR) i indukcyjność szeregową (ESL).

Do obniżenia napięcia zastosowano przetwornicę bazującą na układzie typu LM2575. Zarówno sam kontroler z wbudowanym tranzystorem kluczującym, jak i współpracujący z nim dławik zostały dobrane ze sporym nadstatkiem – po to, aby nie było konieczności przejmowania się wydzielanym ciepłem, gdyż wzrost temperatury elementów jest minimalny.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 90×100 mm, której wzór ścieżek oraz schemat montażowy pokazuje rysunek 2. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe o średnicy 3,2 mm.

Montaż rozpoczynamy od elementów lutowanych powierzchniowo, które znajdują się na wierzchniej stronie płytki. Potem można



Rysunek 3. Widok okna konfiguracji bitów zabezpieczających w programie AVR Burn-O-Mat

wlutować elementy THT, według ich rosnącej wysokości. Ścieżki przewodzące prądy o wysokim natężeniu zostały odsłonięte spod maski lutowniczej, aby ułatwić ich pogrubienie np. spoiwem lutowniczym.

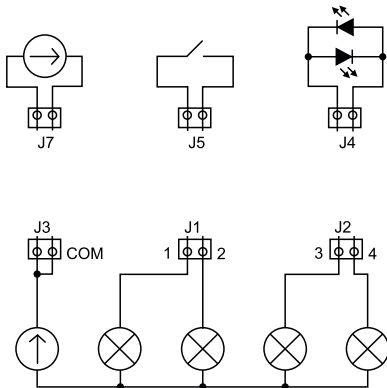
Jeżeli montaż przebiegł bez problemów, można przejść do zaprogramowania mikrokontrolera. W tym celu należy podłączyć napięcie, najlepiej stałe, o wartości z zakresu 12...40 V, do zacisków złącza J7. Wymagane dla układu wartości bitów zabezpieczających wynoszą: High Fuse: 0xD9, Low Fuse: 0x24. Szczegóły znajdują się na rysunku 3, zawierającym widok z okna konfiguracji bitów zabezpieczających w programie AVR Burn-O-Mat. Takie ustawienie spowoduje uruchomienie wewnętrznego generatora RC o częstotliwości 8 MHz i BOD (Brown-Out Detector) na wartość ok. 4 V. Na koniec wystarczy zaprogramować pamięć Flash dostarczoną wsadem i możemy cieszyć się w pełni działającym układem.

Schemat połączeń płytki sekwencyjnego włącznika oświetlenia z pozostałym

Tabela 1. Konfiguracja załączonych przełączników w każdej sekwencji

Liczba naciśnięć	Tryb pracy: 1				Tryb pracy: 2				Tryb pracy: 3				Tryb pracy: 4			
	Numer wyjścia				Numer wyjścia				Numer wyjścia				Numer wyjścia			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
3	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1

Legenda:
0 – przełącznik wyłączony
1 – przełącznik załączony



Rysunek 4. Schemat połączeń układu z pozostałymi podzespołami

osprzętem pokazuje rysunek 4. Przycisk podłączony do złącza J5 powinien mieć charakter monostabilny, normalnie otwarty. Może to być np. wyłącznik dzwonkowy, zwierający styki tylko w chwili wciskania. Napięcie stałe zasilające układ powinno się zawierać w przedziale 12...40 V, a przemienne (z transformatora sieciowego) 12...27 V. Chodzi o to, by jego wartość skuteczna wynosiła min. 12 V, żeby przetwornica pracowała prawidłowo. Wartość szczytowa nie powinna przekraczać 40 V, aby nie uszkodzić kontrolera przetwornicy i kondensatorów elektrolitycznych.

Napięcie podawane na źródła światła może wynosić nawet 230 V, z sieci. Najważniejsze, aby nie przekroczyć wytrzymałości prądowej styków przełącznika typu JQC3FF przy danym napięciu zasilającym. Nie ma też przeciwwskazań, aby tym samym napięciem nie zasilac samego układu, o ile spełnia ono wcześniejsze kryteria. Charakterystyka obrazująca zależność między maksymalnym przełączanym prądem a napięciem została pokazana na rysunku 5. Ponieważ używane są styki NO (normalnie otwarte), trzeba patrzeć na krzywe opisane indeksem „1H”. Dla napięcia stałego przewodzony prąd może być znacząco niższy niż dla napięcia przemiennego.

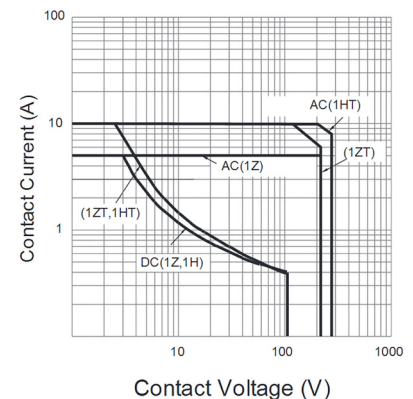
Dwukolorowa dioda LED, zawierająca dwie połączone, antyrównoległe struktury świecące powinna zostać podłączona według schematu z rysunku 6 tak, aby katoda struktury świecącej w kolorze czerwonym była podłączona do zacisku opisanego na płytce jako „1” (chodzi o opis „1 LED 2”, znajdujący się przed złączem). Mogą to również być dwie oddzielne diody lub świecące w innych kolorach. Zastosowanie tylko dwóch przewodów do jej podłączenia bardzo upraszcza montaż, gdyż przewód dwużyłowy łatwiej jest dobrać i zamontować niż trójżyłowy.

Eksploatacja

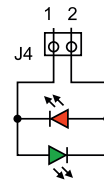
Prawidłowo zmontowany i zaprogramowany układ jest od razu gotowy do działania. Po włączeniu zasilania dwukolorowa dioda LED może migać naprzemiennie, co jest skutkiem braku zworki na wyprowadzeniach JP2 lub błędnym jej położeniu. Zworka służy do wyboru jednego z czterech trybów pracy, a dokładniej sekwencji przełączających przełączniki – co szczegółowo pokazano w tabeli 1.

Aby układ „zrozumiał” serię wciśnień klawisza, odstęp między kolejnymi nie powinien być większy niż 2 s. Po każdym wykrytym wciśnięciu czeka przez 250 ms w celu ustabilizowania się styków przycisku. Dlatego następne impulsy nie mogą pojawiać się zbyt szybko.

Po pierwszym wciśnięciu dwukolorowa dioda LED zaczyna świecić na zielono. Jeżeli w czasie mniejszym niż 2 s nadejdzie kolejny impuls, kolor ten jest podtrzymywany. Dopiero po upływie 2 s od ostatniego wciśnięcia przycisku przez użytkownika kolor świecenia diody staje się czerwony. Od tego momentu wciśnięcie przycisku spowoduje wyłączenie wszystkich czterech przełączników, niezależnie od tego, w jakiej konfiguracji były załączone. Dioda gaśnie po wyłączeniu przełączników.



Rysunek 5. Zależność między maksymalnym prądem styków a napięciem między nimi



Rysunek 6. Szczegóły podłączenia dwukolorowej diody LED

Każdorazowe włączenie zasilania układu powoduje, że uruchamia się on z wyłączonymi przełącznikami.

Dla dociekliwych

Skompilowany kod programu zajmuje tylko 866 bajtów pamięci Flash mikrokontrolera, co daje duże możliwości jego rozbudowy, np. dłuższe sekwencje lub większą ich liczbę. Kod znajduje się w całości na liście 1 dostępnym w materiałach dodatkowych do projektu. Zawiera komentarze oraz definicję stałych, które ułatwią jego zrozumienie. Został napisany w języku C, w środowisku WinAVR i skompilowany przy użyciu standardowego kompilatora AVR-GCC. Nie używa przerwań, ponieważ nie realizuje zadań krytycznych czasowo, więc jego zrozumienie nie powinno być trudne.

Michał Kurzela, EP