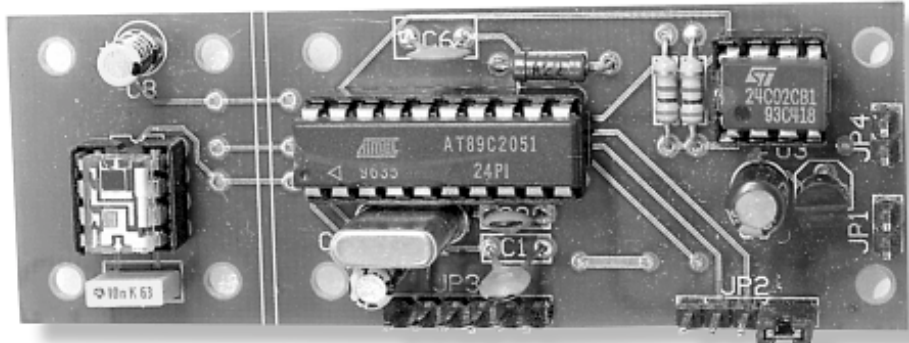


Inteligentny sterownik oświetlenia

kit AVT-445



Po raz pierwszy w projekcie publikowanym w EP sięgnęliśmy po bardzo praktyczne czujniki światła produkowane przez firmę Texas Instruments. Dzięki zastosowaniu w urządzeniu układu TSL220 i mikrokontrolera z rodziny MCS-51, jego możliwości są bardzo duże, a budowa bardzo prosta.

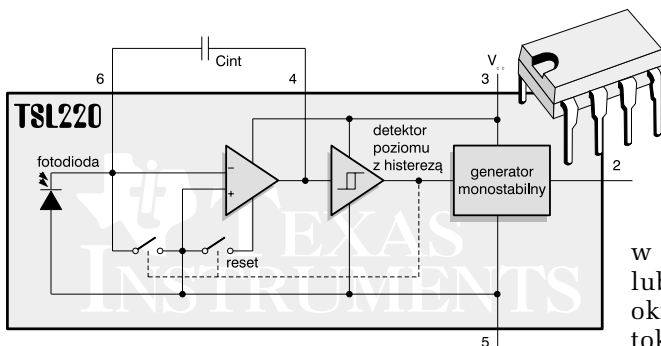
Dziękem firmy Texas Instruments jest cała seria układów scalonych przeznaczonych do zastosowań optoelektronicznych. W skład rodziny wchodzi różnego typu konwertery natężenia światła na łatwo mierzalne wielkości elektryczne. Są to zarówno konwertery światło-napięcie, światło-częstotliwość, jak i różnej wielkości optosensory w kształcie linijek, z szeregowo rozmieszczonymi, miniaturowymi fotodiodami.

Element oznaczony symbolem TSL220 przetwarza natężenie światła, w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni, na wyjściowy sygnał prostokątny o częstotliwości proporcjonalnej do natężenia światła. Układ może służyć jako prosty i wygodny konwerter dla systemu procesorowego. Aby procesor mógł współpracować z popularnymi elementami typu fotodiody, fototranzystor czy fotoopornik, w układzie trzeba jeszcze zastosować przetwornik sygnału analogowego na postać cyfrową. W przypadku TSL220 nie ma takiej konieczności. Procesor od razu uzyska informację o natężeniu padającego na fotelement światła, poprzez zliczanie impulsów wyjściowych

Jak na przyzwyczajenia elektroników, element wygląda trochę nietypowo. Standardowej wielkości obudowa DIP8 jest bowiem wykonana z przezroczystego materiału, dzięki czemu można zobaczyć jego wewnętrzną strukturę, składającą się z dużej krzemowej płytki fotodiody i małej struktury z pozostałą częścią układu. Widać także wyraźnie, dlaczego standardowe układy scalone są takie duże: najwięcej miejsca w obudowie zajmują wyprowadzenia układu.

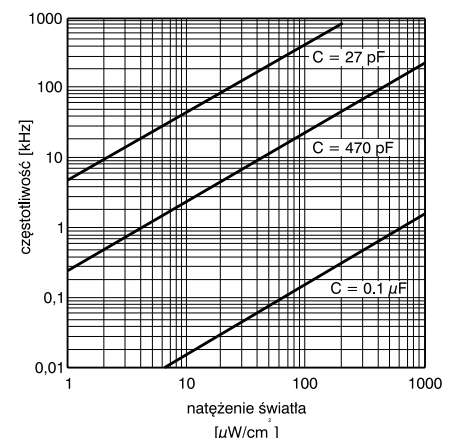
Na rys. 1 pokazana została uproszczona struktura wewnętrzna TSL220. Składa się on z fotodiody, wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie integratora, obwodu histerezy i generatora monostabilnego impulsów wyjściowych. Układ zasilany jest napięciem o wartości od 4V do 10V.

Na rys. 2, 3 i 4 pokazane zostały najważniejsze charakterys-



Rys. 1. Schemat blokowy układu TSL220.

ty w jednostce czasu lub poprzez pomiar okresu sygnału prostokątnego generowanego przez czujnik.



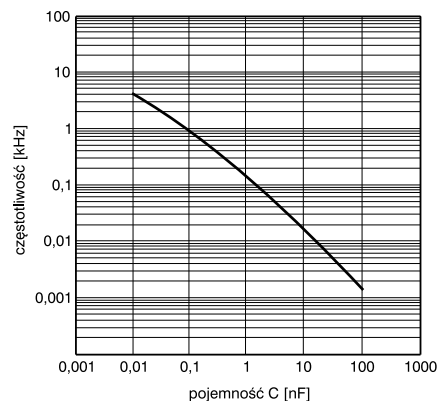
Rys. 2. Zależność pomiędzy natężeniem oświetlenia i częstotliwością wyjściową.

tyki elementu podawane przez producenta. Wynikają z nich dwa wnioski:

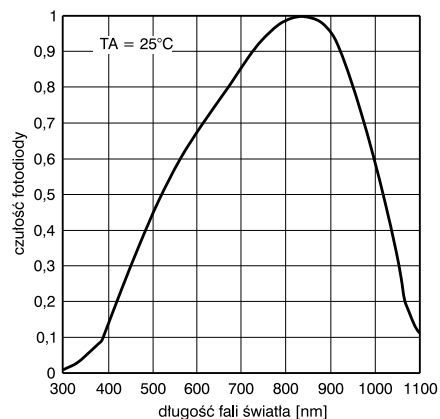
- Częstotliwość impulsów wyjściowych zależy od pojemności dołączonego do układu zewnętrznego kondensatora oraz od natężenia światła. Przy silniejszym oświetleniu częstotliwość impulsów się zwiększa, a zależność ta jest liniowa w szerokim zakresie natężenia światła.
- Fotodioda „widzi” w znacznie szerszym zakresie widma niż oko ludzkie. Oznacza to, że układ będzie sygnalizował większe natężenie światła niż może to wynikać z subiektywnych doznań człowieka.

Opisany układ można wykorzystać rozmaicie, m. in. w inteligentnym sterowniku reagującym na zmianę oświetlenia. Określenie „inteligentny” jest nieco na wyrost, układ można jednak nauczyć określonej reakcji, w zależności od natężenia padającego na fotelement światła.

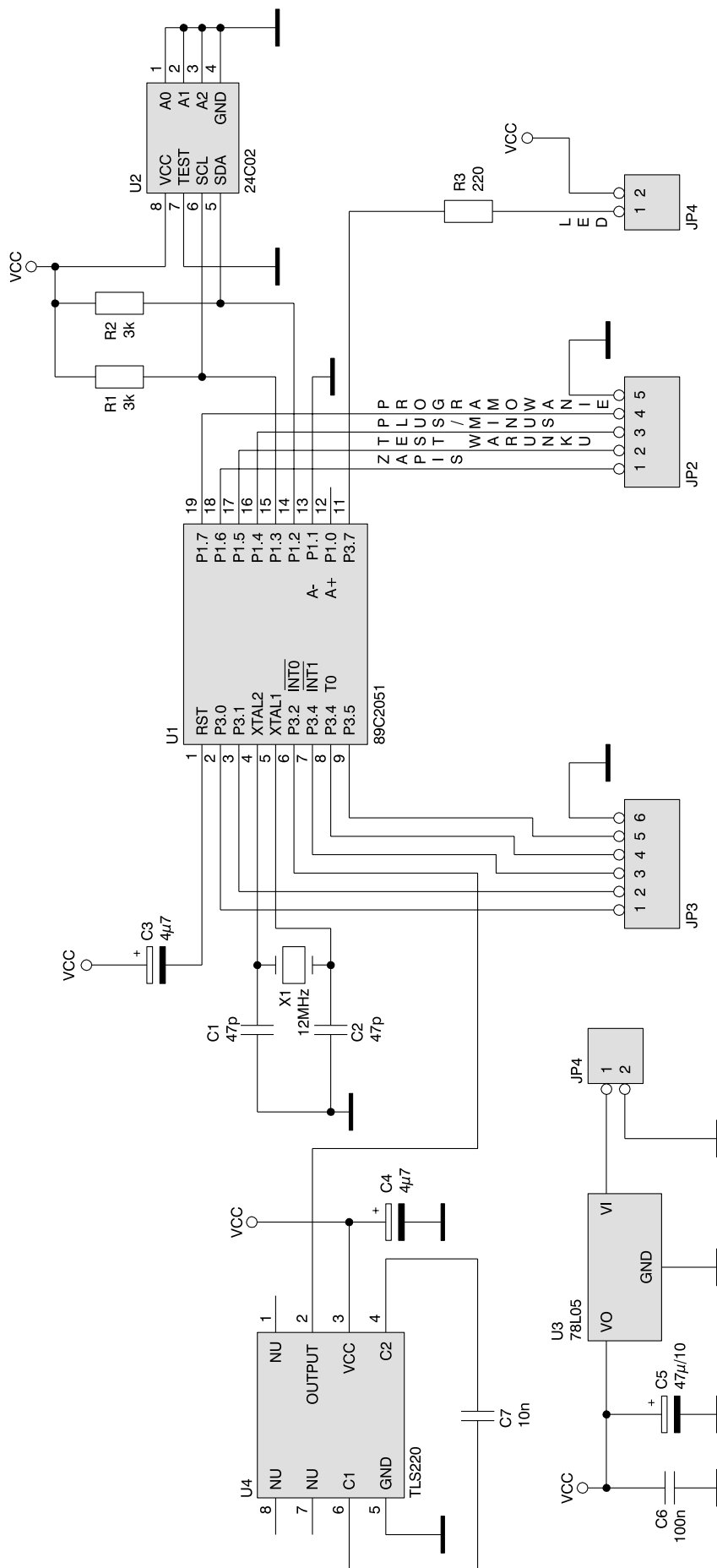
Jeżeli steruje się tylko jednym urządzeniem, np. lampą, która ma



Rys. 3. Zależność pomiędzy pojemnością Cx i częstotliwością wyjściową.



Rys. 4. Czulość widmowa przetwornika TSL220.



Rys. 5. Schemat elektryczny układu.

się automatycznie włączać, gdy zrobi się ciemno, sprawa nie jest skomplikowana. Najłatwiej użyć do realizacji takiego zadania fotodiody i komparator, który poprzez urządzenia wykonawcze będzie włączał i wyłączał lampę. Sprawa się jednak komplikuje, jeżeli trzeba sterować kilkoma urządzeniami, które mają się włączać i wyłączać przy kilku różnych poziomach oświetlenia. Np. wraz z zapadającym zmierzchem powinna automatycznie włączyć się lampa nad stołem, gdy zrobi się jeszcze ciemniej powinno zapalić się światło nad akwariem, a z nadejściem nocy oba źródła mają się wyłączyć, a zapali się łagodne boczne oświetlenie. Opisany sterownik można zaprogramować do obsługi sekwencji takich sytuacji.

Schemat urządzenia pokazuje rys. 5. Jak widać jest ono bardzo proste w budowie, gdyż składa się tylko z procesora, konwertera TSL220 i pamięci EEPROM do zapamiętania sekwencji działań, które ma wykonać sterownik. Konwerter pełni oczywiście rolę „oka” dostarczającego procesorowi informacji o panujących warunkach oświetlenia. W zależności od sytuacji, procesor może niezależnie sterować 5 wyjściami dołączonymi do JP3. Wyjścia te, poprzez układy pośredniczące, mogą włączać i wyłączać urządzenia zewnętrzne. Działaniem procesora sterują wejścia jego portów P1.4..7 połączone z gniazdem JP2. Dołączona do JP4 dioda LED swoim świeceniem będzie sygnalizować stan pracy sterownika.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 3kΩ

R3: 220Ω

Kondensatory

C1, C2: 47pF

C3, C4: 4,7μF/16V

C5: 47μF/10V

C6: 100nF

C7: 10nF

Półprzewodniki

U1: 89C2051 zaprogramowany

U2: 24C08

U3: 78L05

U4: TSL220

Różne

X1: 12MHz

Na początku układ trzeba nauczyć, jak ma reagować w określonych sytuacjach, czyli po prostu zaprogramować. Wprowadzenie sterownika w tryb programowania następuje wówczas, gdy po włączeniu zasilania złącze gniazda JP2-4 pozostanie niepodłączone. Od tego momentu procesor obserwuje stan linii JP2-1. Jeżeli do tego wyprowadzenia podłączymy przycisk i naciskając go zwrzemy wyprowadzenie z masą, dla procesora będzie to sygnałem rozpoczęcia programowania kolejnego warunku.

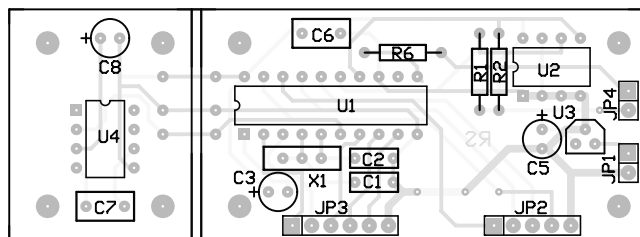
Najpierw odczytywany jest okres impulsów generowanych przez przetwornik. Dla poprawienia stabilności wskazań, odczyt przeprowadzany jest 4 razy, a wynik uśredniany. Następnie procesor bada stan wyprowadzeń na gnieździe JP3, a wszystkie odczytane parametry zapamiętuje w pamięci EEPROM. Zapis do EEPROM sygnalizowany jest zapaleniem na 2s diody LED dołączonej do JP4. Od tej chwili, w czasie normalnej pracy, ilekroć poziom oświetlenia będzie zbliżony do zapamiętanego, procesor ustawi stan wyjść gniazda JP3 tak, jak został tego nauczony w trybie programowania. Np. jeżeli w czasie pracy, przy określonym poziomie oświetlenia wszystkie wyjścia JP3, z wyjątkiem 1, mają znaleźć się w stanie niskim, należy podczas programowania wymusić na nich taki stan. Najłatwiej to zrobić odłączając na czas programowania układy wykonawcze, a w to miejsce do JP3 dołączając 5 przełączników, które zależnie od sytuacji zwrą dane wyprowadzenie z masą lub pozostawią je w stanie wysokim.

Oprócz prostego powiązania wartości oświetlenia ze stanem wyjść sterujących, istnieje także drugi tryb programowania. Wyobraźmy sobie sytuację, gdy sterownik ma włączać oświetlenie nad wejściem do budynku, gdy zrobi się ciemniej. Jednak na poziomie naturalnego oświetlenia ma wpływ nie tylko pora dnia ale i zjawiska krótkotrwałe, np. chmury. Nie byłoby dobrze gdyby światło zapalało się zawsze, gdy słońce zostanie na chwilę przyśłonięte przez przesuwającą się chmurę. Aby tego uniknąć należy

zastosować programowanie z dyskryminacją czasową warunku. Mówiąc inaczej, chodzi o ponowne sprawdzenie poziomu oświetlenia po pewnym czasie i zmianę ustawień wyjść sterujących tylko wtedy, gdy oświetlenie np. trwale się zmniejsza. Taki sposób programowania jest możliwy wtedy, gdy w czasie naciskania klawisza zapisu dołączonego do JP2-1 wyjście 2 tego złącza będzie zwarte do masy. Rozpoczęte zostanie odliczanie czasu aż do momentu, kiedy klawisz zapisu naciśnięty zostanie ponownie. W tym momencie do pamięci EEPROM zapisane zostaną parametry oświetlenia, stan wyjść sterujących jakie mają zostać ustawione przy danym oświetleniu, a także czas, po którym nastąpić ma powtórna kontrola poziomu oświetlenia. Oprócz tego zapamiętany zostanie parametr, który informuje procesor, czy podczas powtórnej kontroli oświetlenia jego intensywność ma rosnąć, czy też maleć w stosunku do pierwszego pomiaru. Decyduje o tym poziom linii JP2-3 badany w czasie pierwszego naciśnięcia klawisza zapisu, gdy aktywna jest opcja programowania z dyskryminacją czasu. Jeżeli JP2-3 będzie zwarte z masą, sterownik w trybie pracy zmieni stan wyjść sterujących tylko wtedy, jeśli oświetlenie będzie się zmniejszało, sytuacja odwrotna nastąpi w przypadku pozostawienia JP2-3 na poziomie wysokim. Czas określający okienko dyskryminacji może mieć wartość od 2 s do ponad 8 minut. W trybie programowania, gdy odliczany jest czas, dioda LED będzie migotała.

Sterownik potrafi zapamiętać maksymalnie 32 warunki i związane z nimi ustawienia wyjść sterujących. Jeżeli po włączeniu zasilania wyprowadzenie JP2-3 będzie na poziomie wysokim, w czasie programowania kolejne warunki będą dopisywane do już zapamiętanych w pamięci EEPROM. Zwarcie do masy tego wyprowadzenia podczas włączenia zasilania spowoduje wykasowanie już zapamiętanych warunków i programowanie od początku.

Sterownik wchodzi w tryb pracy, jeżeli w czasie włączania zasilania wyprowadzenie JP2-4 ozna-



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

czony na schemacie napisem PROGRAMOWANIE pozostanie zwarte do masy. Od tego momentu sterownik cyklicznie co 2s mierzy natężenie światła padającego na przetwornik. Następnie otrzymany wynik porównywany jest z wszystkimi aktualnie zapisanymi w pamięci warunkami. Uaktywniany jest stan portów związany z tym warunkiem, który jest najbliższy odczytanej ostatnio wartości oświetlenia. W przypadku, gdy z warunkiem związana jest dyskryminacja czasowa, odliczana jest zapamiętana w pamięci liczba sekund i ponownie przeprowadzane jest porównanie, czy aktualne oświetlenie jest mniejsze, czy też większe od wartości zapisanej w pamięci. Jeżeli wynik porównania wypada pomyślnie, stan wyjść zostaje zmieniony.

jące JP3 powinny być połączone z układami wykonawczymi przy pomocy rozłączanego złącza. Wyprowadzenia procesora 89C2051 użytego do budowy sterownika, w stanie niskim potrafią przyjąć prąd do 20mA i mogą sterować diodami LED, transoptorem lub małym przekaźnikiem. Jednak łączny prąd dla wszystkich wyprowadzeń znajdujących się w stanie niskim nie może przekroczyć 80mA. Jeżeli kondensator C7 będzie miał wartość proponowaną na schemacie (10nF), czas trwania impulsów na wyjściu przetwornika będzie wynosił ok. 3µs. Okres będzie oczywiście zależny od intensywności oświetlenia. Dla konwertera przysłoniętego jest on dłuższy od 200ms, zaś przy zbliżeniu fotoelementu do zapalanej żarówki 75W okres zmniejsza się do 10µs.

Montaż sterownika sprowadza się do wlotowania elementów do płytki drukowanej. Układy scalone powinny mieć podstawki. Ze względu na sposób programowania, wyprowadzenia steru-

W układzie można także zastosować kwarc o mniejszej częstotliwości, jednak nie mniejszej niż 6MHz. Wszystkie podane w tekście czasy ulegną wtedy proporcjonalnie wydłużeniu.

Dla wygody montażu, układ konwertera wraz z fragmentem płytki drukowanej można zamontować pod kątem lub w innym miejscu obudowy niż reszta układu. W tym celu należy przeciąć płytkę drukowaną wzdłuż linii zaznaczonych na jej górnej stronie i trzema przewodami połączyć odpowiadające sobie otwory na obydwu częściach.

Jeżeli po uruchomieniu układu w trybie pracy, w podstawce nie będzie EEPROM-u, będzie on uszkodzony lub nie będą w nim zapisane żadne warunki, ciągle świecenie diody zasygnalizuje błąd. Także w trybie programowania sygnalizowany jest błąd jeżeli z powodu uszkodzenia EEPROM-u zapamiętanie warunków będzie niemożliwe lub jeśli użytkownik będzie próbował zaprogramować większą niż 32 liczbę warunków.

Ryszard Szymaniak, AVT