Opole, dn. 21 maja 2005

Politechnika Opolska
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
Kierunek: **Informatyka**

Projekt Układów Logicznych

Temat:

Symulator obecności w domu

Autor: **Dawid Najgiebauer**
Piotr Nitner
Informatyka, rok 2004/05, sem. III,
grupa lab. 7 (Pt. g. 17.15)

Prowadzący: **prof. dr hab. inż. T. Skubis**

Ocena: .....

Uwagi: .....

O P O L E 2 0 0 4

1. Spisy

1.1. Spis treści

1. Spisy ... 2
1.1. Spis treści ... 2
1.2. Spis ilustracji i schematów ... 2
1.3. Spis tabel ... 3
1.4. Spis równań ... 3
1.5. Spis zawartości załączonej płyty CD ... 4
2. Temat projektu (temat nr 1) ... 5
3. Podstawy teoretyczne i przeznaczenie układu ... 6
4. Analiza problemów; założenia, obliczenia i projektowanie ... 7
4.1. Czujnik zmierzchowy ... 7
4.2. Zegar taktujący ... 8
4.3. Licznik ... 9
4.4. Część logiczna – realizacja funkcji ... 10
4.5. Pozostałe obliczenia ... 12
5. Schemat ideowy urządzenia oraz projekt płytek drukowanych i obudów ... 14
5.1. Schemat ideowy czujnika zmierzchowego ... 14
5.2. Projekt płytki drukowanej czujnika zmierzchowego ... 14
5.3. Projekt obudowy czujnika ... 15
5.4. Schemat ideowy urządzenia (część cyfrowa) ... 15
5.5. Projekt płytki drukowanej urządzenia (część cyfrowa) ... 18
5.6. Projekt obudowy urządzenia (część cyfrowa) ... 21
5.7. Symulacja działania urządzenia ... 22
6. Zastosowane elementy ... 25
7. Instrukcja obsługi dla użytkownika symulatora ... 26
7.1. Instalacja ... 26
7.2. Wysterowanie czujnika ... 26
7.3. Ustawienie czasów zmiany kombinacji ... 26
7.4. Użytkowanie symulatora ... 27
8. Wykaz literatury ... 28
8.1. Zasoby biblioteczne ... 28
8.2. Zasoby internetowe ... 28

1.2. Spis ilustracji i schematów

Rysunek 4.1.1. *Aplikacja wykorzystująca wzmacniacz operacyjny w roli komparatora z histerezą jako czujnika światła.* ... 7
Rysunek 4.2.1. *Aplikacja układu 555.* ... 8
Rysunek 4.2.2. *Aplikacja układu 555 umożliwiająca sterowanie częstotliwością.* ... 9
Rysunek 4.3.1. *Aplikacja licznika 7493 jako licznika 4-bitowego.* ... 10
Rysunek 4.4.1. *Siatka Karnaugha dla funkcji 1* ... 10
Rysunek 4.4.2. *Siatka Karnaugha dla funkcji 2* ... 11
Rysunek 4.4.3. *Siatka Karnaugha dla funkcji 3.* ... 11
Rysunek 4.4.4. *Siatka Karnaugha dla funkcji 4.* ... 11
Rysunek 4.4.5. *Schemat połączeń bramek logicznych do realizacji funkcji.* ... 12
Rysunek 5.1.1. *Schemat ideowy układu czujnika zmierzchowego.* ... 14

Rysunek 5.2.1. *Płytka drukowana czujnika zmierzchowego (skala 1:1).* 14
Rysunek 5.3.1. *Obudowa czujnika – front* 15
Rysunek 5.3.2. *Obudowa czujnika – tył* 15
Rysunek 5.3.3. *Obudowa czujnika – spód* 15
Rysunek 5.4.1. *Schemat ideowy części cyfrowej układu.* 17
Rysunek 5.5.1. *Poglądowy obraz płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia (skala nie jest zachowana).* 19
Rysunek 5.5.2. *Projekt płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia – część wierzchnia, skala 1:1.* 20
Rysunek 5.5.3. *Projekt płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia – część spodnia, skala 1:1.* 20
Rysunek 5.6.1. *Obudowa urządzenia – front* 21
Rysunek 5.6.2. *Obudowa urządzenia – lewy bok* 22
Rysunek 5.6.3. *Obudowa urządzenia – prawy bok* 22
Rysunek 5.7.1. *Schemat użyty do symulacji układu w programie Electronics Workbench.* 23
Rysunek 5.7.2. *Przebiegi z wirtualnego urządzenia „Logic Analizer" programu Electronics Workbench uzyskane podczas symulacji [1 clock/div].* 24

1.3. Spis tabel

Tabela 2.1. *Tabela sterowania.* 5
Tabela 4.1. *Możliwe do osiągnięcia czasy trwania okresu przy zastosowanym układzie i wartościach.* 9
Tabela 4.2. *Teoretyczne maksymalne prądy na elementach urządzenia.* 13
Tabela 6.1. *Spis elementów zastosowanych do wykonania urządzenia.* 25
Tabela 7.1. *Możliwe do osiągnięcia czasy, co jakie ma następować zmiana kombinacji stanów wyjść.* 26

1.4. Spis równań

Równanie 4.1. *Wzór na czas trwania okresu w generatorze 555.* 8
Równanie 4.2. *Równanie funkcji F_1.* 10
Równanie 4.3. *Równanie funkcji F_2.* 11
Równanie 4.4. *Równanie funkcji F_3.* 11
Równanie 4.5. *Równanie funkcji F_4.* 11
Równanie 4.6. *Równania funkcji optymalizujących.* 11
Równanie 4.7. *Równania funkcji po optymalizacji i wyłączeniu wspólnych czynników.* 12
Równanie 4.8. *Obliczanie oporu stosowanego do zasilania diod LED* 13

1.5. Spis zawartości załączonej płyty CD

Katalog/plik	*Opis*
`docs\`	Katalog z wersjami elektronicznymi w formacie Word i Adobe Aprobat (PDF) tego dokumentu
`projekty\symulator obecno.sch`	Schemat części cyfrowej symulatora w formacie programu Eagle
`projekty\symulator obecno.brd`	Projekt płytki części cyfrowej symulatora w formacie programu Eagle
`projekty\zmierzch.sch`	Schemat części czujnika zmierzchowego symulatora w formacie programu Eagle
`projekty\zmierzch.brd`	Projekt płytki części czujnika zmierzchowego symulatora w formacie programu Eagle
`projekty\symul.ewb`	Schemat całego symulatora wykorzystany do symulacji działania układu w formacie programu Electronics Workbench
`projekty\img\`	Katalog z obrazami w formacie PNG projektów płytek drukowanych oraz schematów do nich
`programy\eagle-4.01e.exe`	Program Eagle 4.01 wykorzystany do zaprojektowania schematów oraz płytek drukowanych dla układu (wersja instalacyjna)
`programy\license.key`	Plik z kluczem licencyjnym dla studenckiej wersji programu Eagle – zapewnia poprawne i pełne działanie programu
`programy\EWB.exe`	Program Electronics Workbench 5.12 wykorzystany do symulacji działania układu (wersja nieinstalacyjna – samorozpakowywujące się archiwum z programem)

2. Temat projektu (temat nr 1)

Zaprojektować układ do symulacji obecności w domu, przez sterowanie lampami w dwu pokojach i kuchni oraz wieżą Hi-Fi. Załączenie urządzenia sterującego ma następować automatycznie po nastaniu zmroku. Może to być sterowane fotoelementem. W układzie można zastosować generator o małej częstotliwości, np. 0,001 Hz, czyli o okresie ok. 15 min. Impulsy mogą być zliczane przez licznik, o wyjściach a, b, c, d.

Tabela sterowania przedstawiona poniżej:

Tabela 2.1. *Tabela sterowania.*

abcd	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Lampa pokój 1		×	×	×			×	×	×				×			
Lampa pokój 2					×	×			×	×	×				×	
Lampa kuchnia			×	×							×	×				
Wieża Hi-Fi				×				×	×	×			×	×		

3. Podstawy teoretyczne i przeznaczenie układu

Układ ma służyć do symulowania obecności w domu poprzez zapalanie i gaszenie świateł lub innych urządzeń w określonej kolejności. Ma to na celu odstraszenie potencjalnego złodzieja i zmyleniu wścibskich sąsiadów, którzy będą sądzić, że znajdujemy się w domu, podczas gdy jest on pusty i nikt w nim nie przebywa (wakacje).

Cały problem dzieli się zasadniczo na kilka części:

1. Układ musi działać wyłącznie po zmierzchu; podejrzanym byłoby, gdyby światła były zapalone w dzień. Za to odpowiedzialny musi być czujnik zmierzchowy, który będzie załączał i wyłączał pozostałą część układu.
2. Zmiana sekwencji musi odbywać się z jakimś interwałem czasowym o dość długim czasie trwania (aby np. lampa nie migała co minutę). Za to odpowiedzialny będzie układ zegara taktującego (dającego sygnał do zmiany kombinacji załączonych świateł) pozostałą część układu.
3. Aby można było zastosować kilkanaście różnych kombinacji następujących po sobie najlepiej posłużyć się licznikiem o liczbie wyjść równej n. W ten sposób można będzie uzyskać 2^n kombinacji. W tym projekcie zastosowano licznik 4-bitowy, dzięki czemu istnieje 16 różnych kombinacji.
4. Za określone sekwencje dla poszczególnych kanałów odpowiedzialna jest część logiczna układu. Na podstawie różnych stanów wejść (będących wyjściem licznika) należy przy użyciu algebry Bool'a stworzyć funkcje o określonym wzorze spełniającym zadaną sekwencję. W projektowanym układzie liczba funkcji wynosi 4 (4 linie sterujące). Realizowane są one za pomocą bramek logicznych będących odpowiednikami działań w algebrze Bool'a.
5. Układ można zastosować do sterowania różnych urządzeń, nie tylko takich, jak przedstawiono w temacie. Dlatego też cały układ będzie miał wyprowadzone jedynie 4 wyjścia ze stanami logicznymi zgodnymi ze zdefiniowanymi funkcjami. Dzięki temu układ można wykorzystać w różnych zastosowaniach i w zależności od potrzeby wykonać odpowiednie proste układy załączające (nie można bowiem podłączać bezpośrednio jakichkolwiek urządzeń wprost pod układ).

Jako, że czujnik zmierzchowy musi znajdować się na zewnątrz (lub przy oknie), zaś część sterująca powinna być umieszczona w miejscu umożliwiającym sterowaniem urządzeń, całe urządzenie fizycznie podzielone będzie na dwa połączone ze sobą przewodem.

Urządzenie powinno być zasilane w sposób ciągły, a więc najlepszym rozwiązaniem będzie wykorzystanie zewnętrznego zasilacza sieciowego. Jako, że układy cyfrowe są dość wrażliwe na zakłócenia z sieci energetycznej, dlatego zasilacz powinien być stabilizowany.

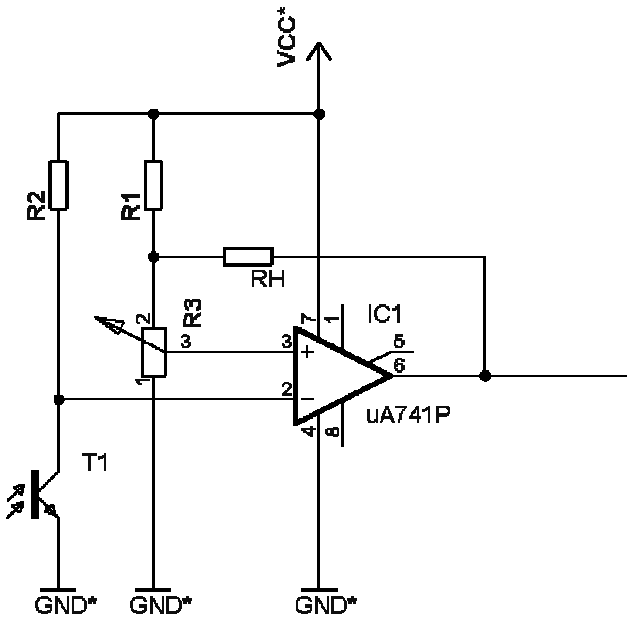
4. Analiza problemów; założenia, obliczenia i projektowanie

4.1. Czujnik zmierzchowy

Czujnik musi reagować na zmianę natężenia światła słonecznego. Dlatego musi być wyprowadzony na zewnątrz obiektu, gdzie ma działać urządzenie. Powinien też umożliwiać zmianę punktu (określonego natężenia światła) załączenia.

Do celu tego najlepiej wykorzystać prosty wzmacniacz operacyjny (jak µA741) pracujący w roli komparatora. Jedno z jego wejść będzie układem odniesienia i umożliwi sterowanie punktem przełączania, zaś drugie wejść będzie podłączone pod fototranzystor, który umożliwi przełączanie się wzmacniacza. Dodatkowo, aby nie następowało zjawisko skoków w momencie, gdy oświetlenie jest bliskie punktowi przełączenia (zmienia się ono w sposób mało dynamiczny, więc występuje pewien stan nieokreślony) należy zastosować tzw. histerezę – podpinając przez rezystor wyjście wzmacniacza z jego wejściem nieodwracającym.

Aplikacja wzmacniacza operacyjnego jako komparatora z histerezą w układzie mierzącym światło przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 4.1.1. *Aplikacja wykorzystująca wzmacniacz operacyjny w roli komparatora z histerezą jako czujnika światła.*

Wejście wzmacniacza oparte jest o klasyczny mostek napięciowy, gdzie jeden z rezystorów zastąpiono fototranzystorem. Aby w obwodzie mostka nie występował duży prąd, rezystory R1 i R2 powinny mieć stosunkowo duży opór. Jednak przekroczenie pewnej granicy spowoduje, że na elementach T1 i R3 (który musi w przybliżeniu odpowiadać opornością elementowi T1) wystąpiłby zbyt mały spadek napięcia, przez co regulacja byłaby niemożliwa, a układ zacząłby pracować niestabilnie.

Czujnik działa na następującej zasadzie: w momencie nastania zmierzchu tranzystor T1 przestanie przewodzić, tak więc napięcie na wejściu odwracającym wzmacniacza będzie maksymalne – stąd na wyjściu wzmacniacza pojawi się napięcie zerowe. Z kolei, gdy natężenie światła padającego na fototranzystor będzie duże – będzie on przewodził zwierając wejście odwracające wzmacniacza do zera, przez co na wyjściu jego pojawi się napięcie równe w przybliżeniu napięciu zasilania.

Jako, że układ µA741 nie pozwala na osiągniecie poziomu zera na wyjściu przewidziane jest, że wyjście sygnału zostanie odwrócone na bramce NOT znajdującej się we właściwej części urządzenia. Stąd noc sygnalizowana jest stanem niskim, gdyż do uruchomienia timera (por. p. 4.2) wymagane jest podanie stanu wysokiego na wejście resetujące. Z kolei po raz drugi odwrócony sygnał zostanie podany na wejścia resetujące licznika (por. p. 4.3). Dzięki

takiemu rozwiązaniu w momencie nastania dnia zegar przestanie pracować, a stan licznika zostanie wyzerowany, a więc zostaną wyłączone linie wyjściowe (a zatem i sterowane światła i/lub urządzenia).

Histereza zapobiega zjawisku szybkiego przełączania się układu w momencie, gdy oświetlenie jest bliskie punktowi przełączenia. Realizuje się to poprzez rezystor o dużej oporności (im większa oporność, tym histereza większa a więc bardziej zbliżony punk załączania i wyłączania układu). W ten sposób, gdy na wyjściu pojawi się napięcie – pojawi się ono również na wejściu nieodwracającym, co spowoduje efekt „załapania" układu. Dodatkowo wyeliminuje się w ten sposób sytuację, w której o zmierzchu chmura zmniejsza natężenie światła – układ by się załączył – a po jej przejściu spowodowałoby wyłączenie się układu. Histereza zapobiega takiemu zjawisku. Oporność rezystora RH powinna być stosunkowo duża, rzędu 0,1-5MΩ, aby zbytnio nie zróżnicować punktu przełączania układu. Właściwym wydaje się być opornik o rezystancji 470kΩ.

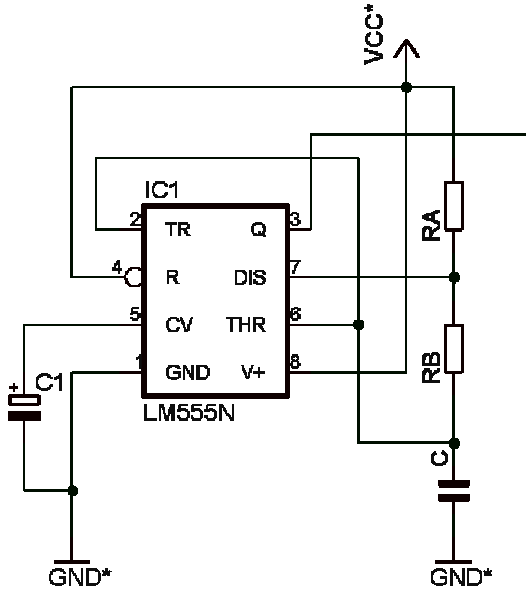
Rezystory R1, R2, R3 wraz z fototranzystorem tworzą mostek napięciowy. Wartości rezystorów powinny być odpowiednio dobrane oraz stosunkowo duże, aby układ nie pobierał zbyt wielkiego prądu. Za R1 wybrano opornik 4,7kΩ, R2 – 2,7kΩ, zaś R3 służący do regulacji punktu przełączania ma wartość 10kΩ, która dobrze powinna się dopasować z charakterystyką fototranzystora LPT80A.

4.2. Zegar taktujący

Urządzenie ma pracować z zadanym interwałem czasowym. Dobrym rozwiązaniem będzie zaprojektowanie go w taki sposób, aby umożliwiał zmianę tego czasu, dzięki czemu urządzenie będzie pracować ściśle wg wymagań użytkownika.

Do realizacji tego w sposób bardzo prosty najlepiej nadaje się popularny układ timera 555. Na nim to oparty będzie zegar taktujący.

Układ ten umożliwia pracę z interwałem zależnym od dobranych parametrów elementów wchodzących w skład aplikacji układu, która przedstawiona jest na rysunku poniżej.



Rysunek 4.2.1. *Aplikacja układu 555.*

Zasada działania tego układu jest następująca: W chwili dołączenia napięcia zasilającego, kondensator C jest rozładowany, więc zerowy poziom na wejściu *wyzwalanie* (*TR*, *2*) powoduje ustalenie się stanu wysokiego na wyjściu układu, co powoduje ładowanie tego kondensatora ze źródła napięcia zasilającego przez rezystory R_A i R_B. Gdy napięcie na kondensatorze osiągnie wartość równą 2/3 U_{CC}, uaktywni się wejście *próg* (*THR*, *6*), powodując przełączenie wyjścia układu w stan niski. Kondensator C rozładowuje się przez R_B, a napięcie na nim dąży do zera. Od tego momentu praca układu staje się cykliczna, napięcie na kondensatorze zmienia się od 1/3 U_{CC} do 2/3 U_{CC} i na odwrót, z okresem wyrażonym poniższym równaniem:

Równanie 4.1. *Wzór na czas trwania okresu w generatorze 555.*

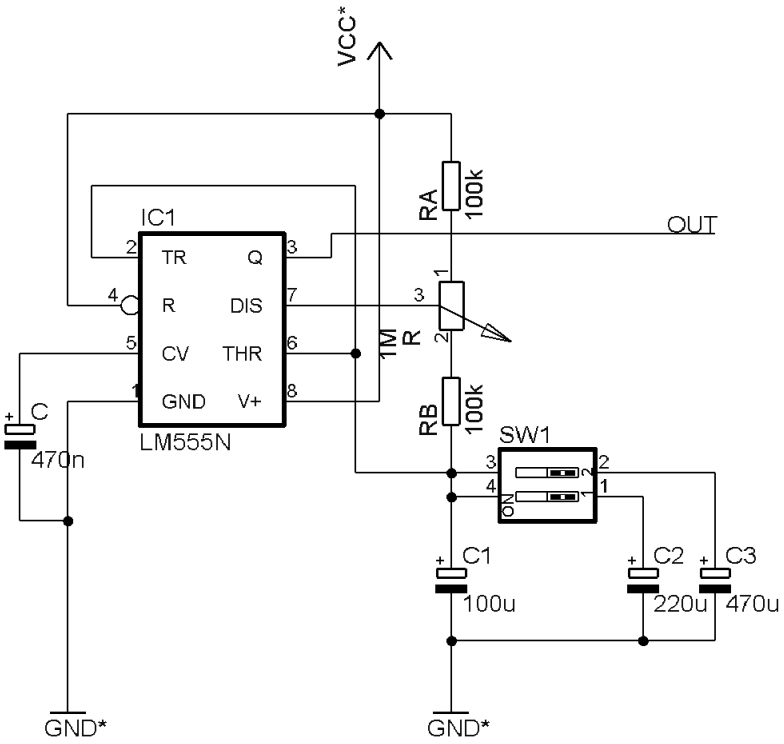
$$T = 0{,}693(R_A + 2R_B)C$$

Rezystory R_A i R_B określają dokładnie czas trwania stanu wysokiego i niskiego wyjścia, ale w analizowanym przypadku interesować nas będzie wyłącznie czas całego okresu.

Aby uzyskać odpowiednio długi czas oraz umożliwić ręczną zmianę czasu trwania impulsu w urządzeniu można zastosować przełącznik załączający kolejne kondensatory równolegle do C, a dodatkowo do płynnej regulacji czasu wykorzystać potencjometr w miejscu rezystorów R_A i R_B.

W urządzeniu wykorzystano 3 kondensatory o standardowych pojemnościach 100µF, 220µF oraz 470µF. Do płynnej regulacji wykorzystano potencjometr o oporności 1MΩ. Celem uniknięcia skrajnych wartości dodano jeszcze dwa rezystory po 100kΩ.

Schemat układu służącego do zmiany częstotliwości taktowania przedstawiono na rys. 4.2.2, zaś w tabeli 4.1 przedstawiono możliwe do uzyskania na układzie czasy trwania okresów.



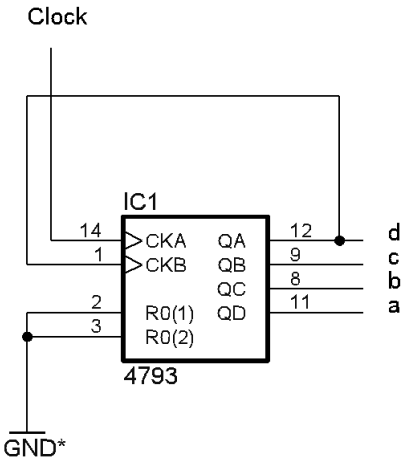
Rysunek 4.2.2. *Aplikacja układu 555 umożliwiająca sterowanie częstotliwością.*

Tabela 4.1. *Możliwe do osiągnięcia czasy trwania okresu przy zastosowanym układzie i wartościach.*

SW1		Czas [s]	
1	2	min	max
0	0	90	159
1	0	288	510
0	1	514	909
1	1	712	1259

4.3. Licznik

Jako licznik wystarczy wykorzystać dowolny licznik 4-bitowy. Najpopularniejszym układem tej serii jest 7493. Jest to dokładnie jednokierunkowy, dodający licznik 1-,3-bitowy, ale można w prosty sposób stworzyć z niego licznik 4-bitowy. Aplikacja tego układu jako licznika 4-bitowego znajduje się na rysunku poniżej.



Rysunek 4.3.1. *Aplikacja licznika 7493 jako licznika 4-bitowego.*

W momencie, gdy licznik ma odliczać, wejścia resetujące R0(1) i R0(2) muszą znajdować się w stanie niskim. Podanie stanu wysokiego na oba wejścia powoduje zresetowanie licznika i ustawienie stanów niskich na jego wyjściach. Wykorzystane to zostanie do wyłączania wszystkich sterowanych urządzeń (tak charakteryzuje tablica 2.1) wraz z nastaniem świtu.

4.4. Część logiczna – realizacja funkcji

Do zrealizowania są 4 funkcje oparte na 4 liniach sygnałowych:

1. $F_1=\Sigma(0001,0010,0011,0110,0111,1000,1100)_{abcd}$
2. $F_2=\Sigma(0100,0101,1000,1001,1010)_{abcd}$
3. $F_3=\Sigma(0010,0011,1010,1011)_{abcd}$
4. $F_4=\Sigma(0011,0111,1000,1001,1100,1101)_{abcd}$

Do realizacji tych funkcji najprościej posłużyć się metodą opartą o tzw. siatki (mapy) Karnaugha.

Funkcja 1:

cd \ ab	00	01	11	10
00			1	1
01	1			
11	1	1		
10	1	1		

Rysunek 4.4.1. *Siatka Karnaugha dla funkcji 1.*

Równanie 4.2. *Równanie funkcji F_1.*

$$F_1 = \overline{a}\overline{b}d + \overline{a}c + a\overline{c}\overline{d}$$

Funkcja 2:

cd \ ab	00	01	11	10
00		1		1
01		1		1
11				
10			1	1

Rysunek 4.4.2. *Siatka Karnaugha dla funkcji 2.*

Równanie 4.3. *Równanie funkcji F_2.*

$$F_2 = \bar{a}b\bar{c} + a\bar{b}\bar{c} + ac\bar{d}$$

Funkcja 3:

cd \ ab	00	01	11	10
00				
01				
11	1			1
10	1			1

Rysunek 4.4.3. *Siatka Karnaugha dla funkcji 3.*

Równanie 4.4. *Równanie funkcji F_3.*

$$F_3 = \bar{b}c$$

Funkcja 4:

cd \ ab	00	01	11	10
00			1	1
01			1	1
11	1	1		
10				

Rysunek 4.4.4. *Siatka Karnaugha dla funkcji 4.*

Równanie 4.5. *Równanie funkcji F_4.*

$$F_4 = \bar{a}cd + a\bar{c}$$

Optymalizacja

Jak można zauważyć w zaprezentowanych funkcjach występują pewne podobieństwa: symbol $\bar{a}c$ występuje zarówno w funkcji F_1 jak i F_4, zaś symbol $a\bar{c}$ w funkcji F_1, F_2 oraz F_4.

Jeśli zapiszemy te wyrażenia jako:

Równanie 4.6. *Równania funkcji optymalizujących.*

$$F_A = \bar{a}c$$

$$F_B = a\bar{c}$$

To otrzymamy takie uproszczone zapisy funkcji:

Równanie 4.7. *Równania funkcji po optymalizacji i wyłączeniu wspólnych czynników.*

$$F_1 = \overline{a}\overline{b}d + F_A + F_B\overline{d}$$

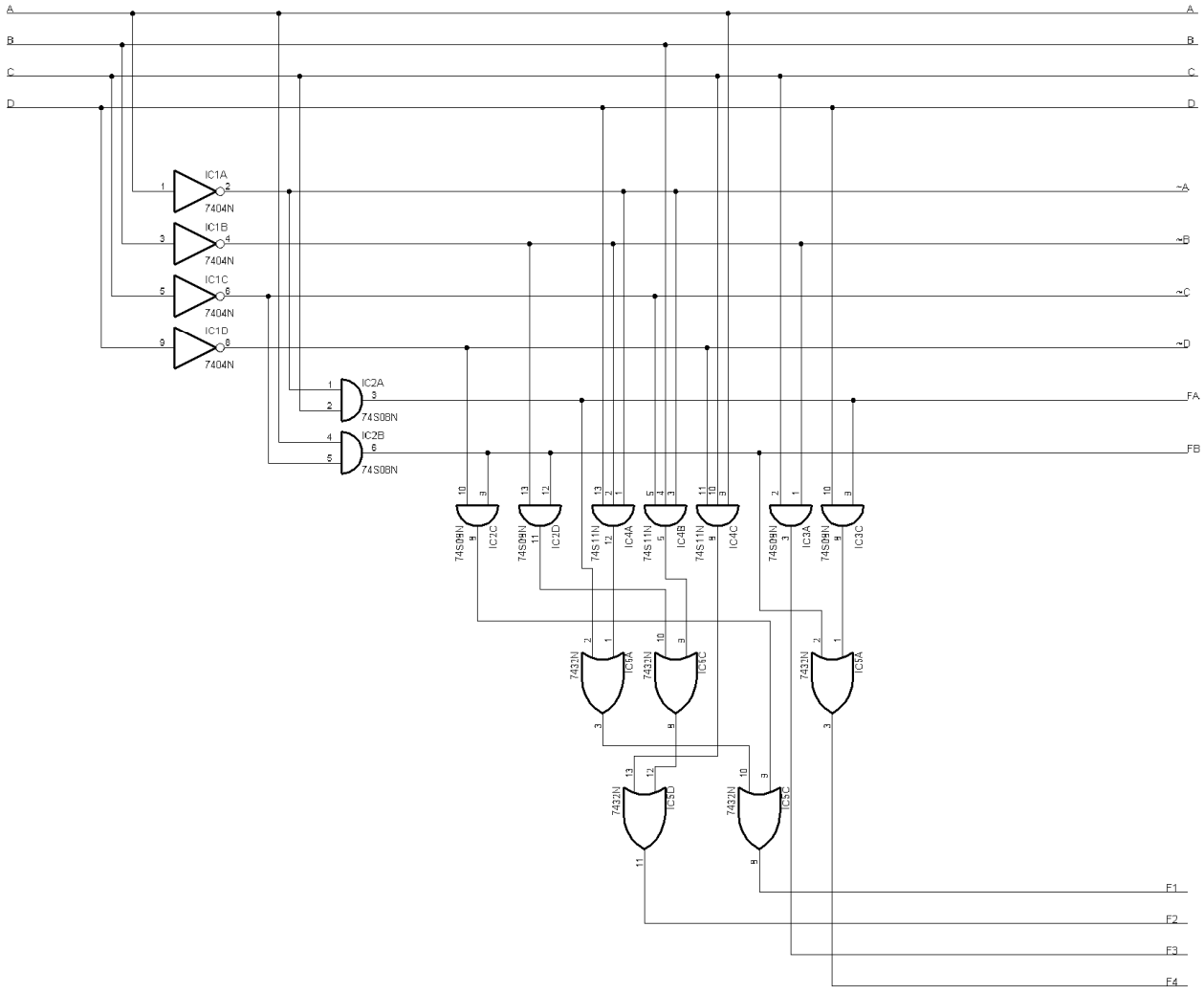
$$F_2 = \overline{a}b\overline{c} + F_B\overline{b} + ac\overline{d}$$

$$F_3 = \overline{b}c$$

$$F_4 = F_A d + F_B$$

Realizacja wszystkich funkcji na bramkach

Realizację wszystkich opisanych funkcji na bramkach logicznych z uwzględnieniem rzeczywistych układów, jakie zostaną zastosowane przedstawiono na rysunku poniżej.



Rysunek 4.4.5. *Schemat połączeń bramek logicznych do realizacji funkcji.*

4.5. Pozostałe obliczenia

Diody LED

W układzie do sygnalizacji stanu pracy urządzenia zastosowano 5mm diody LED koloru zielonego i czerwonego. Prąd tych diod powinien wynosić ok. 15-20mA. Zakładając, że urządzenie będzie pracować w zakresie napięć zasilania 4-6V, a diody będą podłączane pod takie też napięcie należy zastosować rezystor ograniczający prąd wg wzoru:

Równanie 4.8. *Obliczanie oporu stosowanego do zasilania diod LED*

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4 \div 6V}{0{,}015 \div 0{,}02A} = 200 \div 400\Omega$$

Rozsądnym wyborem wydaje się zastosowanie oporników o standardowej wartości 270Ω, co spowoduje przepływ prądu na poziomie 15-22mA i zagwarantuje poprawną pracę diod elektroluminescencyjnych.

Prąd pobierany przez urządzenie

Jako, że docelowo układ jest przewidziany do zasilania z zasilacza sieciowego istotnym parametrem jest to, jak duży prąd będzie pobierany przez układ.

Dane takie można odczytać albo z parametrów zastosowanego układu, albo na podstawie Prawa Ohma znając oporności poszczególnych obwodów.

Teoretyczne maksymalne prądy w obwodach zostały przedstawione w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. *Teoretyczne maksymalne prądy na elementach urządzenia.*

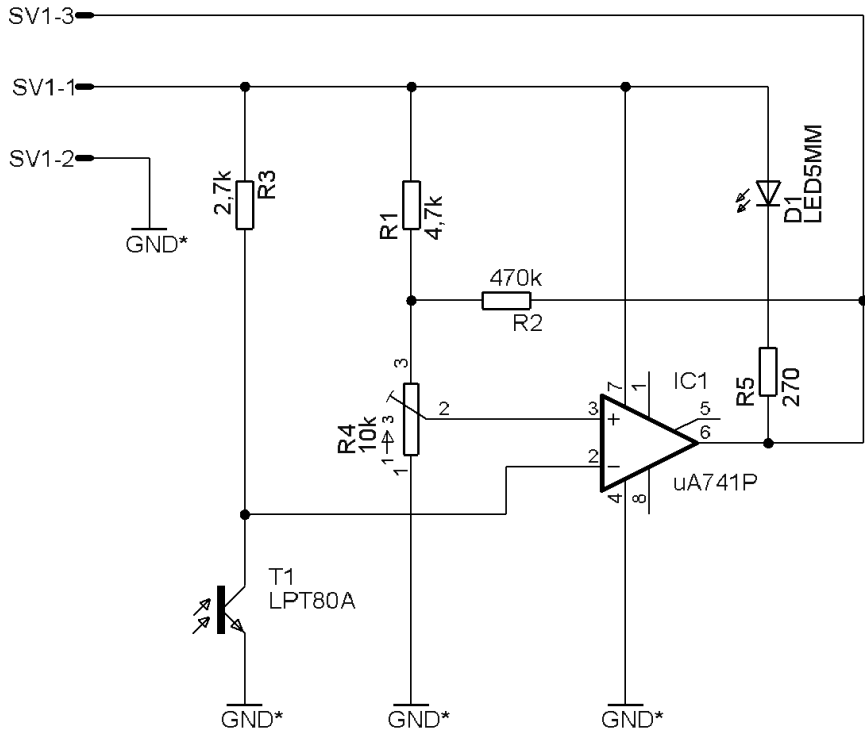
Element / obwód	***Prąd zasilania [mA]***
Mostek z fototranzystorem	3
IC1 (µA741)	55
UC1 (NE555)	36
UC2 (7493)	55
U1-U6 (bramki logiczne)	6 x 33
D1-D7 (kontrolki diodowe)	7 x 22
Ew. prąd na wyjściach logicznych pobierany przez urządzenie zewnętrzne	4 x 30
RAZEM:	**621**

Wyliczony prąd jest szacunkowym prądem maksymalnym, który tak naprawdę nigdy nie będzie pobierany przez układ. Dlatego wystarczającym zasilaczem sieciowym, który posłuży do zasilenia układu, będzie zasilacz o maksymalnym prądzie wyjściowym równym 600mA.

5. Schemat ideowy urządzenia oraz projekt płytek drukowanych i obudów

5.1. Schemat ideowy czujnika zmierzchowego

Schemat ideowy czujnika zmierzchowego przedstawiono na rys. 5.1.1.



Rysunek 5.1.1. *Schemat ideowy układu czujnika zmierzchowego.*

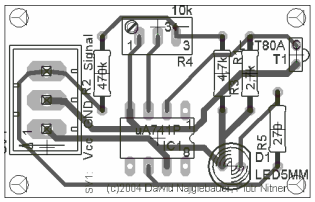
Układ jest zasilany z gniazda SV1 oraz tym samym gniazdem wyprowadzony jest sygnał z układu. Połączony jest przez to gniazdo z pozostałą częścią urządzenia przez jego gniazdo SV1 (por. rys. 5.4.1).

Zastosowanie diody D1 (zielona) pomaga w regulacji i doboru punktu przełączania.

Tranzystor T1 powinien być wyprowadzony w taki sposób względem obudowy, aby padało na niego światło z otoczenia. Na zewnątrz obudowy powinny być wyprowadzone także złącze SV1, potencjometr R4 oraz diodę D1.

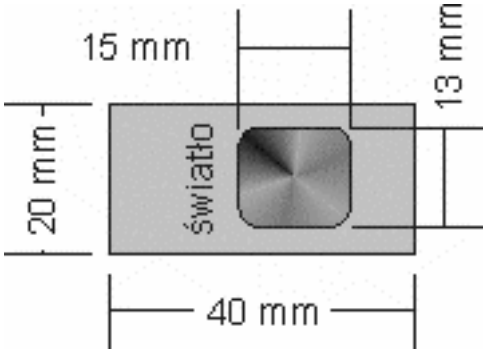
5.2. Projekt płytki drukowanej czujnika zmierzchowego

Płytka (w skali 1:1) dla układu przedstawionego na rysunku 5.1.1 znajduje się na rysunku 5.2.1. Płytka jest wykonana jednostronnie.

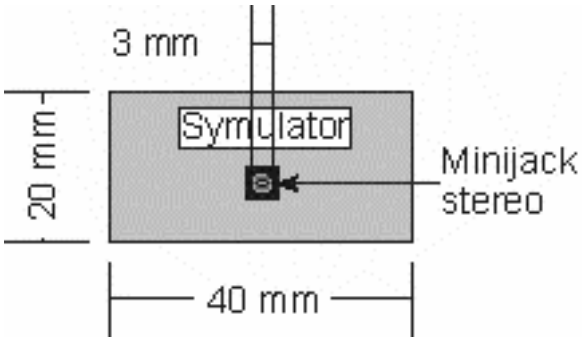


Rysunek 5.2.1. *Płytka drukowana czujnika zmierzchowego (skala 1:1).*

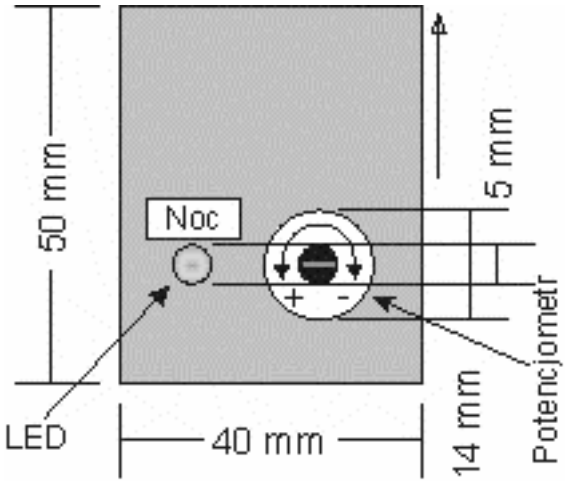
5.3. Projekt obudowy czujnika



Rysunek 5.3.1. *Obudowa czujnika – front*



Rysunek 5.3.2. *Obudowa czujnika – tył*



Rysunek 5.3.3. *Obudowa czujnika – spód*

5.4. Schemat ideowy urządzenia (część cyfrowa)

Schemat obejmujący część cyfrową (zegar, licznik oraz bramki i wyprowadzenia logiczne, a także zasilanie układu) przedstawiono na rysunku 5.4.1.

Układ powinien być zasilany z zasilacza stabilizowanego 6V.

Zasilanie należy podłączyć pod złącza X1-1 (+) i X1-2 (-).

Złącze SV1 służy do podłączenia pod nie czujnika zmierzchowego (por. rys. 5.1.1). Wyprowadzone jest nim zasilanie dla czujnika oraz odbierany jest sygnał.

Złącze SV2 jest wyprowadzeniem sygnałów logicznych. Na złączach 1-4 wyprowadzone są sygnały logiczne (złącze 1 – 4 sygnał, 2 – 3 sygnał, 3 – 2 sygnał, 1 – 4 sygnał). Dodatkowo złącze 5 jest podłączone pod masę stanowiąc tym samym poziom odniesienia dla sygnałów logicznych.

Przełącznik S1 służy do „blokowania" i resetowania układu. Przełączając go w stan, jak na schemacie możliwe jest łatwe ustawienie czujnika zmierzchowego (diody sygnalizacyjne działają) oraz resetowanie cyklu. W pozycji drugiej – układ pracuje normalnie zmieniając stany logicznie zgodnie z założeniem oraz z częstotliwością ustawioną.

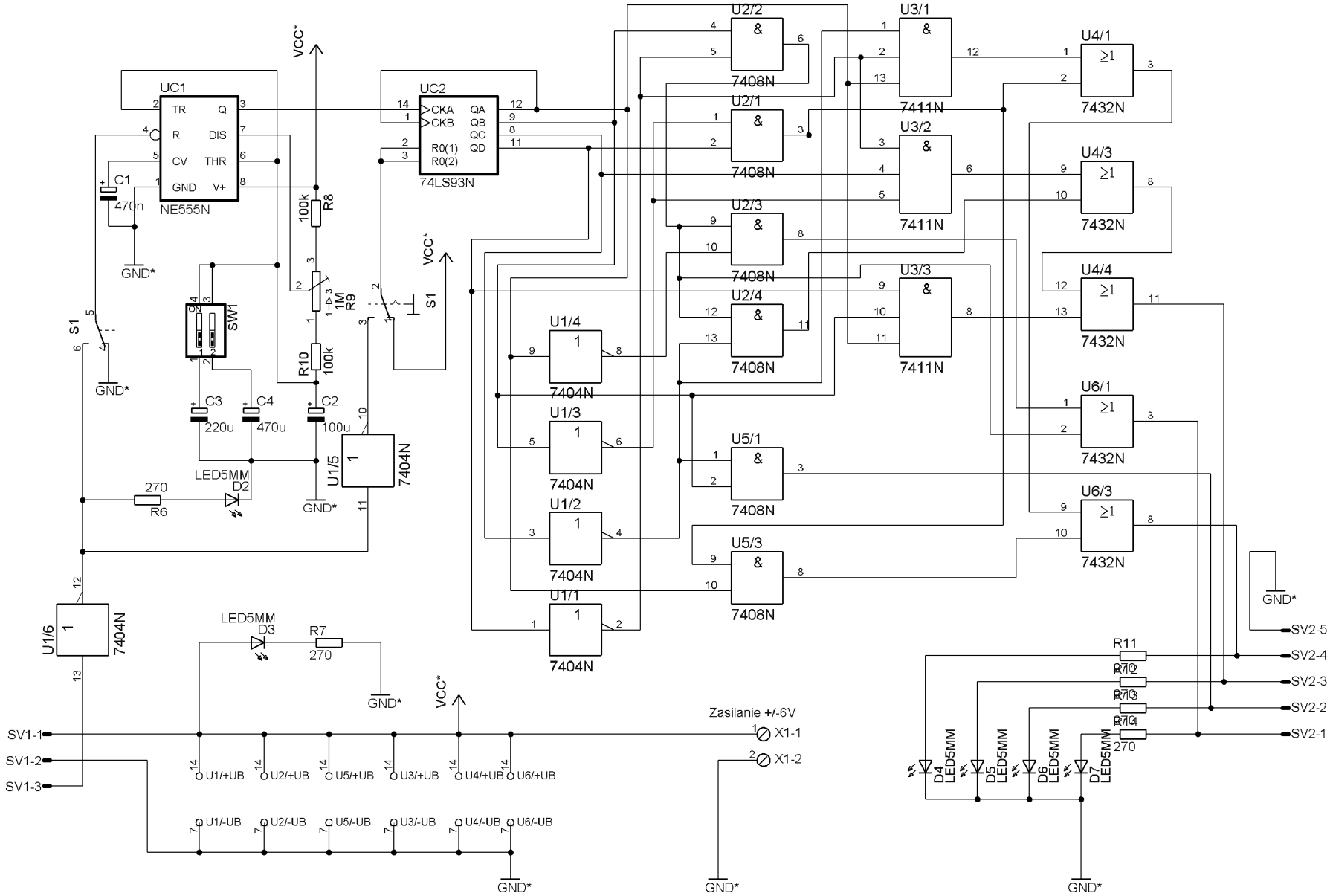
Przełącznik SW1 wraz z potencjometrem R9 służą do regulacji czasu trwania okresu (częstotliwości zmian) do przejść do kolejnych kombinacji aktywnych stanów na wyjściach logicznych (por. rozdział 4.2).

Dioda D3 sygnalizuje poprawne zasilanie urządzenia. Dioda zielona.

Dioda D2 sygnalizuje noc, a więc stan, kiedy czujnik zmierzchowy znajduje się w ciemnym otoczeniu, a układ jest aktywny (por. z funkcją przełącznika S1). Dioda zielona.

Diody D4-D7 sygnalizują aktywny stan wyjść logicznych (jeśli dioda się pali – wyjście znajduje się w stanie wysokim). D4 odpowiada za sygnał 1, D5 – sygnał 2, D6 – sygnał 3, D7 – sygnał 4. Diody czerwone.

Na zewnątrz obudowy urządzenia należy wyprowadzić złącza X1, SV1, SV2, przełączniki S1 i SW1 oraz diody D2-D7.

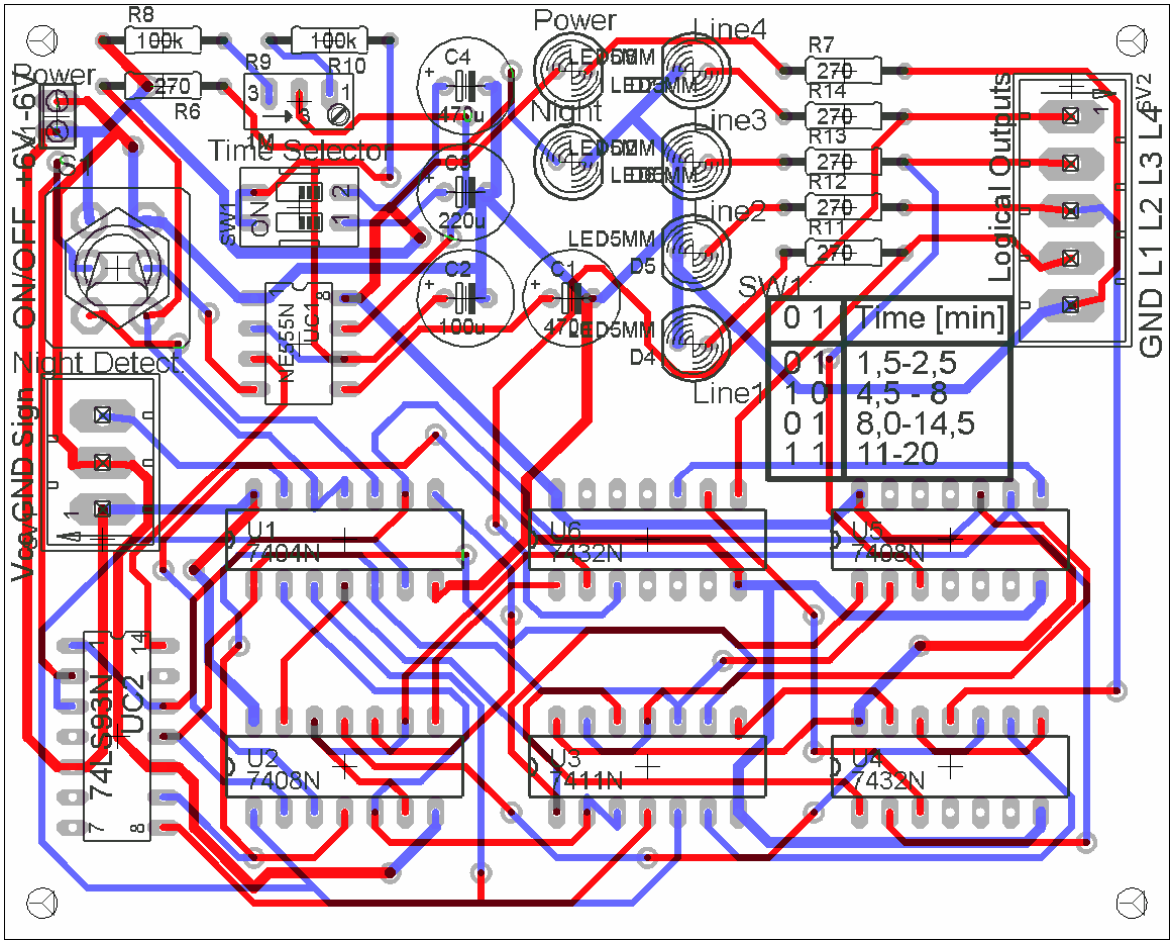


Rysunek 5.4.1. *Schemat ideowy części cyfrowej układu.*

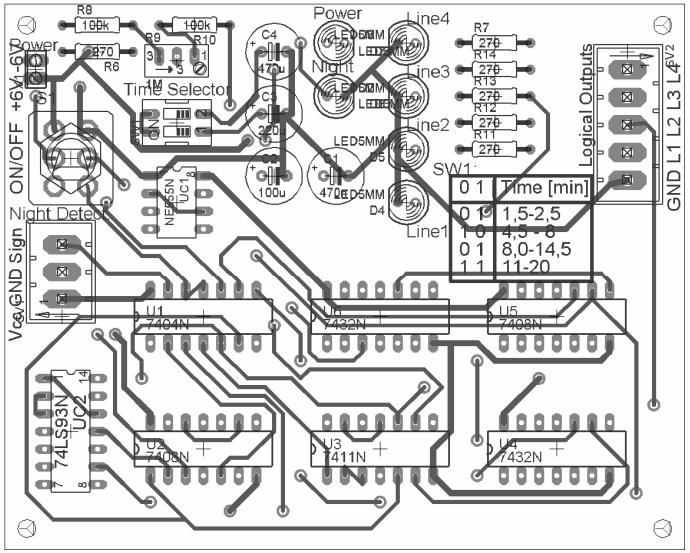
5.5. Projekt płytki drukowanej urządzenia (część cyfrowa)

Płytka drukowana dla tej części urządzenia jest dwuwarstwowa. Poglądowy obraz płytki przedstawiający obie jej warstwy znajduje się na rysunku 5.5.1 (bez zachowania skali).

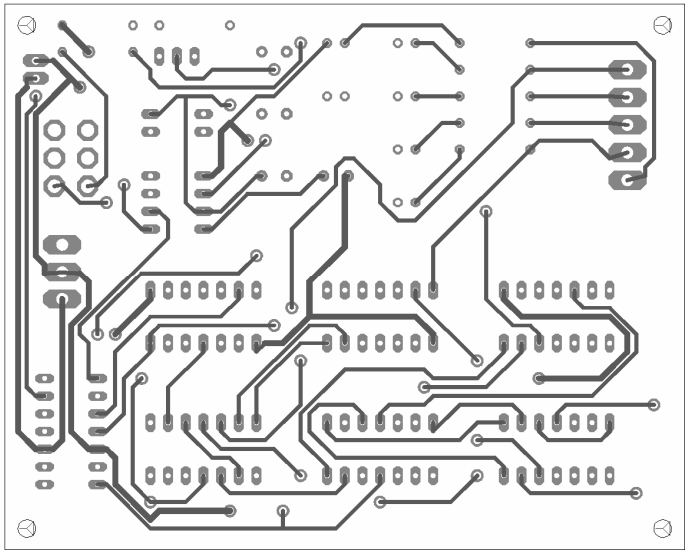
Projekt płytki w skali 1:1 przedstawiają rysunki 5.5.2 (część wierzchnia) oraz 5.5.3 (cześć spodnia).



Rysunek 5.5.1. *Poglądowy obraz płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia (skala nie jest zachowana).*

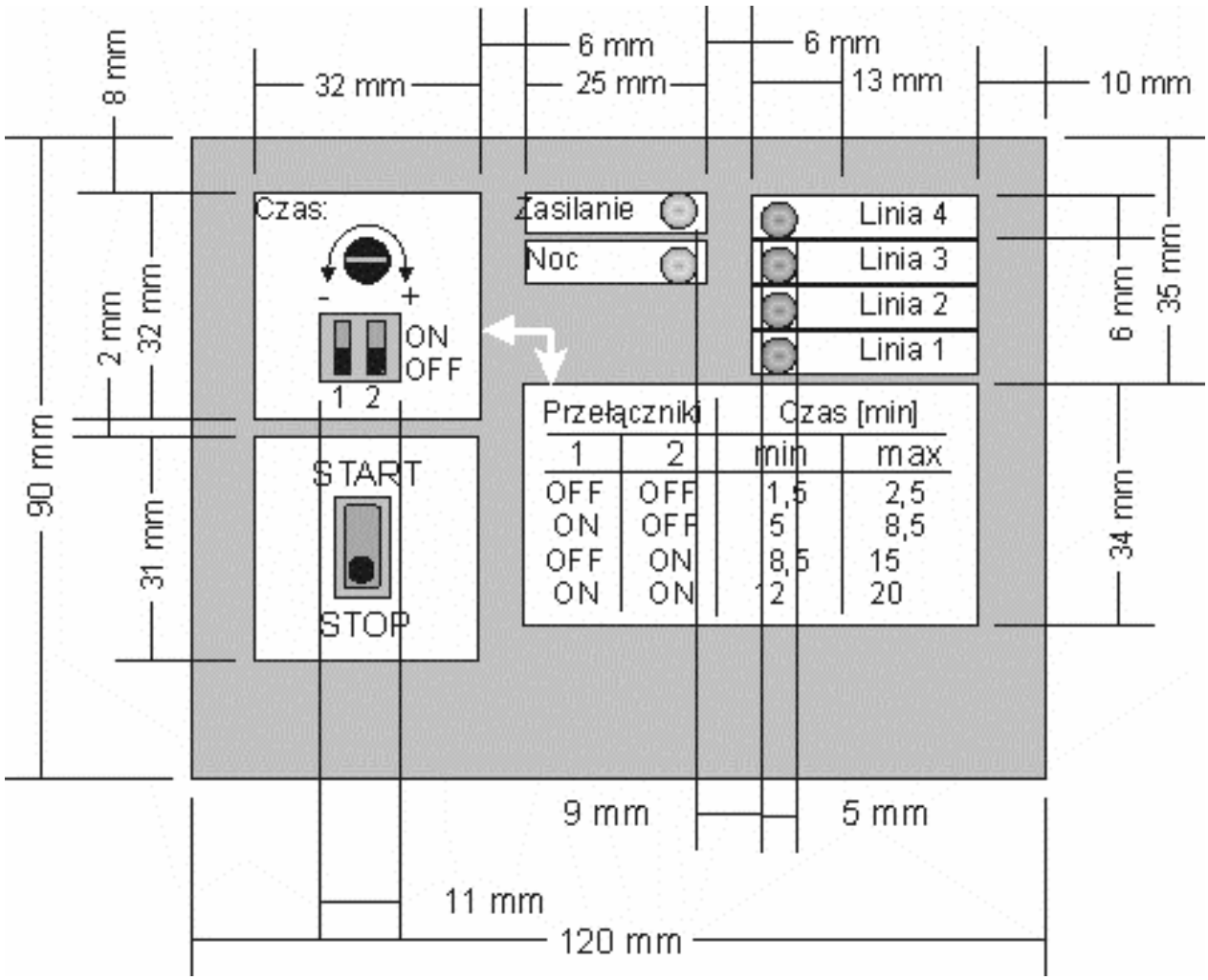


Rysunek 5.5.2. *Projekt płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia – część wierzchnia, skala 1:1.*

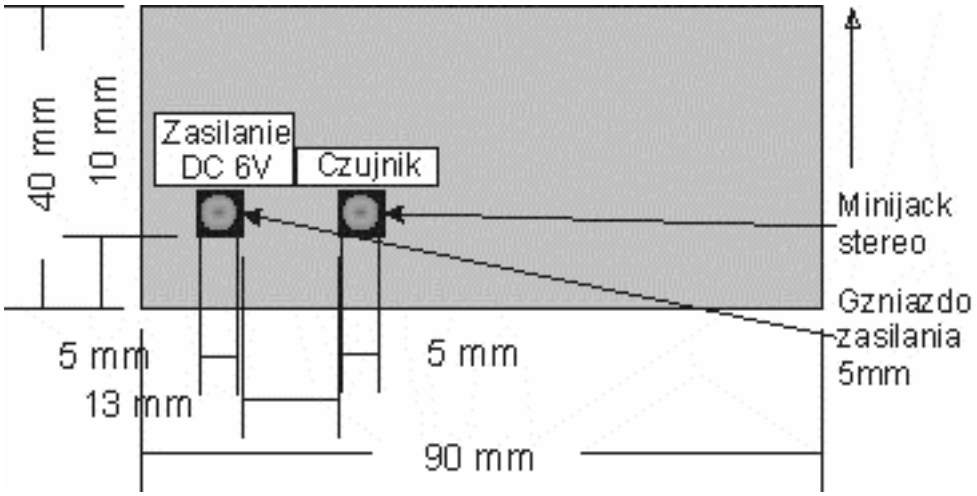


Rysunek 5.5.3. *Projekt płytki drukowanej części cyfrowej urządzenia – część spodnia, skala 1:1.*

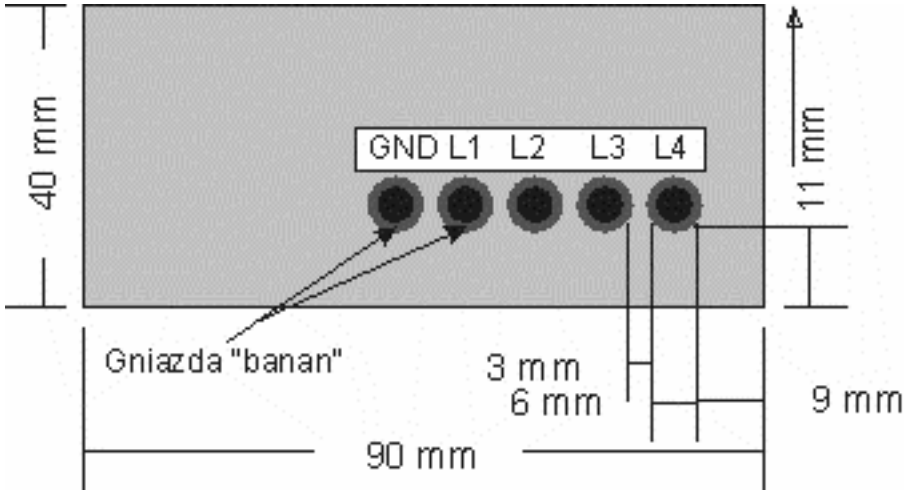
5.6. Projekt obudowy urządzenia (część cyfrowa)



Rysunek 5.6.1. *Obudowa urządzenia – front*



Rysunek 5.6.2. *Obudowa urządzenia – lewy bok*



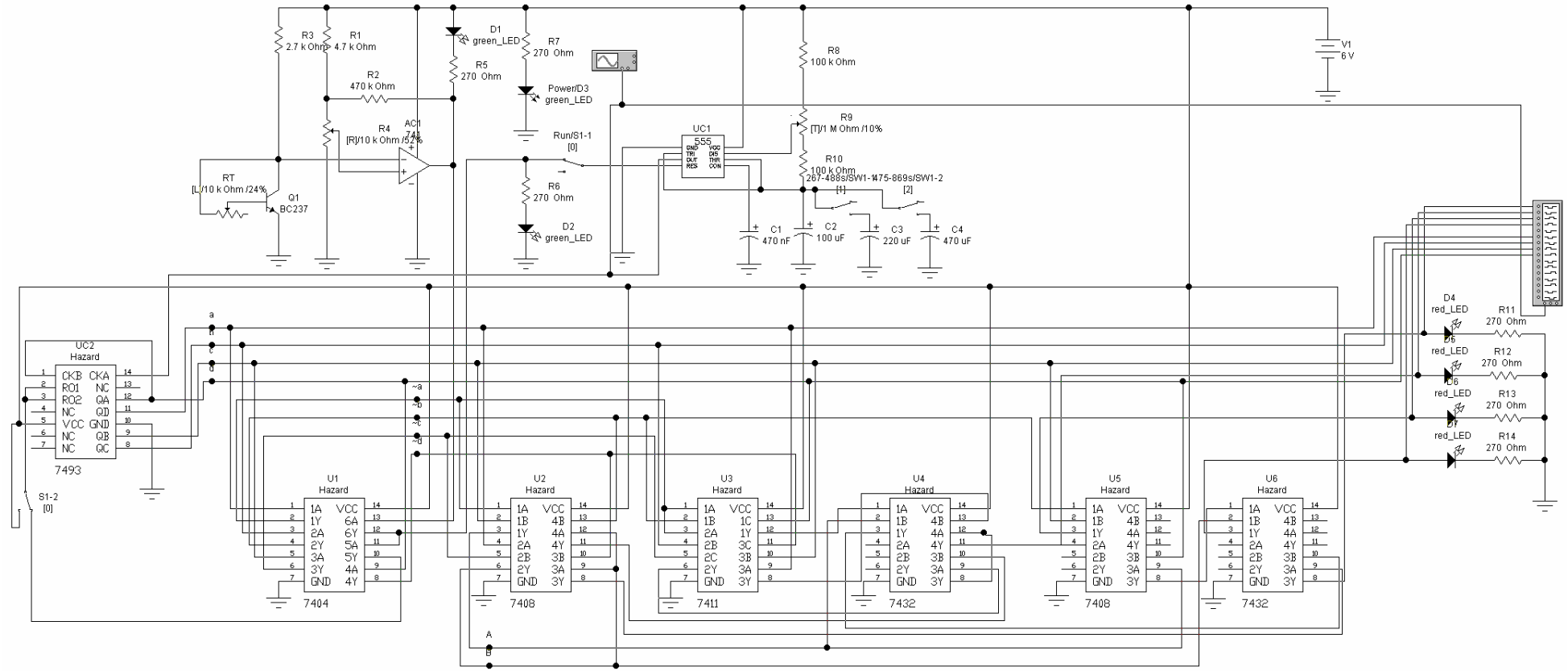
Rysunek 5.6.3. *Obudowa urządzenia – prawy bok*

5.7. Symulacja działania urządzenia

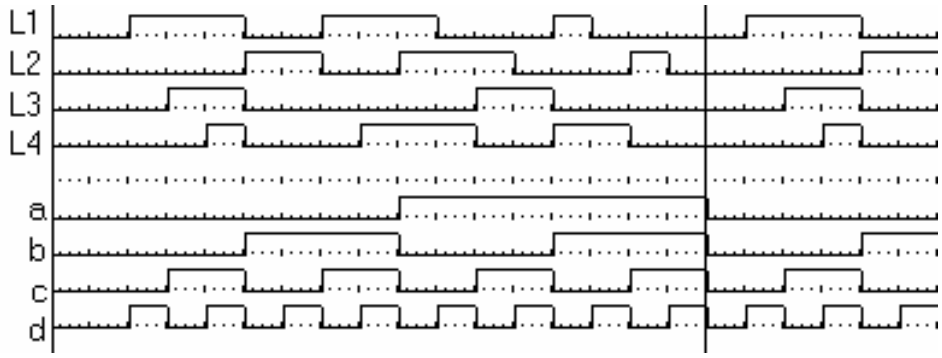
Schemat wykorzystany do przeprowadzenia symulacji przedstawiono na rysunku 5.7.1. Symulacji dokonano w programie Electronics Workbench 5.12.

Na potrzeby symulacji fototranzystor został zastąpiony przez układ tranzystor (Q1; BC237) + potencjometr (RT; 10kΩ).

Na rysunku 5.7.2 przedstawiono przebiegi logiczne układu – zegar, wyjścia licznika oraz wyjścia logiczne.



Rysunek 5.7.1. *Schemat użyty do symulacji układu w programie Electronics Workbench.*



Rysunek 5.7.2. *Przebiegi z wirtualnego urządzenia „Logic Analizer" programu Electronics Workbench uzyskane podczas symulacji [1 clock/div].*

Jak widać urządzenie zachowywało się poprawnie (por. tab. 2.1). Także czasy trwania impulsu były zbliżone do obliczonych.

Sprawdzono także działanie części czujnika zmierzchowego – załączanie się urządzenia następowało w sposób prawidłowy.

6. Zastosowane elementy

Tabela 6.1. *Spis elementów zastosowanych do wykonania urządzenia.*

Oznaczenie[1]	*Element*	*Wartość*	*Cena*[2]
C1	Kondensator elektrolityczny	470nF/50V	0,15
C2	Kondensator elektrolityczny	100µF/10V	0,20
C3	Kondensator elektrolityczny	220µF/16V	0,40
C4	Kondensator elektrolityczny	470µF/16V	0,40
D1, D2, D3	Dioda elektroluminescencyjna	Zielona 5mm	3 x 0,20
D4, D5, D6, D7	Dioda elektroluminescencyjna	Czerwona 5mm	4 x 0,20
R1	Rezystor	4,7kΩ/0,125W/5%	0,15
R2	Rezystor	470kΩ/0,125W/5%	0,15
R3	Rezystor	2,7kΩ/0,125W/5%	0,15
R4	Potencjometr (charakterystyka liniowa)	10kΩ/0,25W	3,20
R5, R6, R7, R11, R12, R13, R14	Rezystor	270Ω/0,125W/5%	7 x 0,15
R8, R10	Rezystor	100kΩ/0,125W/5%	2 x 0,15
R9	Potencjometr (charakterystyka liniowa)	1MΩ/0,25W	3,20
S1	Dwa przełączniki 1-kanałowe	3A/125V 1-obwód	2 x 1,00
SW1	Wyłącznik dwukanałowy	3A/125V 2-obwody	1,30
2 x SV1	Gniazdo 3-złączeniowe		2 x 3,20
X1	Złącze 2-złączeniowe		3,20
T1	Fototranzystor	LPT80A	2,60
U1	Bramka logiczna TTL	7404N	1,00
U2, U5	Bramka logiczna TTL	7408N	2 x 1,00
U3	Bramka logiczna TTL	7411N	1,00
U4, U6	Bramka logiczna TTL	7432N	2 x 1,00
UC1	Układ timer'a	NE555N	1,00
UC2	Licznik 4-bitowy	74LS93N	2,60
IC1	Wzmacniacz operacyjny	µA741P	1,00
		RAZEM:	**36,85 PLN**

[1] Zgodne z tym, które zastosowano na schematach przedstawionych na rysunkach 5.1.1 i 5.3.1.

[2] Na podstawie sklepu http://www.nikomp.com.pl/

7. Instrukcja obsługi dla użytkownika symulatora

7.1. Instalacja

Urządzenie składa się z dwóch części: czujnika oraz właściwego urządzenia. Czujnik należy umieścić na zewnątrz pomieszczenia w sposób taki, aby nie był umieszczony w miejscu silnie zacienionym (np. pod dachem) ani nie był wystawiony na bezpośrednie działanie promieni słonecznych. Nie należy go też używać w pobliżu oświetlenia (np. lampy). Dobrym rozwiązaniem jest skierować go z pewnej odległości w kierunku ściany lub umieszczać go po stronie północnej.

Czujnik łączymy za pomocą kabla z właściwym urządzeniem z gniazdem opisanym „czujnik".

Do gniazd z wyjściami logicznymi (opisane jako „Linia 1" do „Linia 4" oraz gniazdo opisane jako „0") podłączamy urządzenie sterujące (niewchodzące w skład symulatora), które może się różnić w zależności od tego, czym ma sterować.

Przełącznik „START/STOP" należy ustawić w pozycji „STOP", co sprawi, że urządzenie nie będzie pracować. Dopiero, gdy ustawimy czujnik przełączymy przełącznik w pozycję „START".

Do urządzenia do gniazda oznaczonego jako „Zasilanie" podłączamy zasilacz 6V/600mA. W tym momencie na urządzeniu powinna zaświecić się zielona dioda oznaczona jako „Zasilanie".

7.2. Wysterowanie czujnika

Kiedy uznamy, że na dworze jest odpowiednio ciemno, aby urządzenie zaczynało działać należy wysterować czujnik. Najpierw upewniamy się, że przełącznik „START/STOP" na urządzeniu znajduje się w stanie „STOP". Następnie należy ustawić czujnik. W tym celu przekręcamy powoli w tym celu pokrętło znajdujące się na nim do końca w jedną stronę tak, aby zielona dioda na czujniku zgasła. Następnie powoli przekręcamy pokrętło w drugą stronę do momentu, aż dioda się zaświeci.

Należy przy tym uważać, aby nie zasłaniać czujnika, ani nie oświetlić go źródłem światła.

Trzeba pamiętać, że po przekręceniu regulatora na czujniku i zapaleniu się lampki, może nie zgasnąć ona idealnie w tym samym położeniu pokrętła, kiedy przekręcaliśmy regulator czujnika w przeciwną stronę.

7.3. Ustawienie czasów zmiany kombinacji

Urządzenie pozwala na zmianę kombinacji aktywnych linii z różnym interwałem czasowym. Zmiany czasu dokonujemy za pomocą dwóch przełączników oraz pokrętła. W zależności od tego, w jakim położeniu znajdują się przełączniki pokrętło umożliwia ustawienie następujących czasów (w przybliżeniu):

Tabela 7.1. *Możliwe do osiągnięcia czasy, co jakie ma następować zmiana kombinacji stanów wyjść.*

Przełączniki		Czas [min]	
1	2	min	max
OFF	OFF	1,5	2,5
ON	OFF	5	8,5
OFF	ON	8,5	15
ON	ON	12	20

7.4. Użytkowanie symulatora

Jeśli urządzenie jest podłączone pod zasilanie, na obudowie powinna świecić się dioda „Zasilanie". Gdy na dworze jest odpowiednio ciemno, na urządzeniu (a także na czujniku) świeci się zielona dioda „Noc". Sygnalizuje ona, że symulacja może być aktywna. Aby urządzenie pracowało należy się upewnić, czy przełącznik „START/STOP" znajduje się w pozycji „START".

Gdy palą się obie zielone diody, a przełącznik znajduje się w pozycji „START", co pewien czas – ustawiony za pomocą przełączników i pokrętła z grupy „czas" – powinna zapalać się inna konfiguracja czerwonych diod, które sygnalizują aktywność odpowiednich linii.

Urządzenie działa, aż do momentu, gdy na dworze zrobi się odpowiednio jasno – wtedy gaśnie dioda „Noc" oraz wszystkie czerwone diody. Poszczególne konfiguracje aktywnych linii nie zmieniają się i zawsze pozostają w tej samej kolejności i powtarzają się w sposób cykliczny.

Jeśli urządzenie zostało odłączone od prądu, to przed każdym jego włączeniem powinnyśmy się upewnić, że przełącznik „START/STOP" znajduje się w pozycji „STOP".

Jeśli urządzenie przestanie zmieniać konfiguracje, mimo że obie zielone diody „Zasilanie" i „Noc" się świecą, należy przełączyć przełącznik w pozycję „STOP" a następnie ponownie na „START".

Podobnie należy postąpić, jeśli chcemy chwilowo wyłączyć wszystkie linie lub zacząć sekwencje kombinacji od początku.

Czujnik do symulatora należy podłączać tylko wtedy, gdy urządzenie nie jest podpięte pod zasilanie! Układ sterujący należy podłączać pod symulator tylko wtedy, gdy urządzenie nie jest zasilane lub, gdy przełącznik znajduje się w pozycji „STOP".

8. Wykaz literatury

8.1. Zasoby biblioteczne i czasopiśmiennicze

[1] P. Horowitz, W. Hill: *Sztuka elektroniki Część 1 i 2*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1996.

[2] O. Limann, H. Pelka: *Elektronika bez wielkich problemów – Wzmacniacze operacyjne*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1991.

[3] O. Limann, H. Pelka: *Elektronika bez wielkich problemów – Technika Cyfrowa*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1991.

[4] J. Pieńkos, J. Turczyński: *Układy scalone TTL w systemach cyfrowych*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1986.

[5] W. Traczyk: *Układy cyfrowe. Podstawy teoretyczne i metody syntezy*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986.

[6] H. Kamionka-Mikuła, H. Małysiak, B. Pochopień: *Układy cyfrowe*, Wyd. Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2002.

[7] *Elektronika dla Wszystkich* 2/1996, 4/1996, 6/1996.

8.2. Zasoby internetowe

[8] http://bc107.republika.pl/html/wylzm.html

[9] http://elektronika.gery.pl/

[10] http://www.elb.vectranet.pl/~krzysztofg/projekty/timer_ne555.htm

[11] http://alfa.iele.polsl.gliwice.pl/elenota/CEMI/docs/ucy74_uca64_r84.pdf

[12] http://matel.p.lodz.pl/wee/k23/instrukcje_doc/CWICZENIE_28.DOC

[13] http://elektronika.fasthost.tv/

[14] http://stud.wsi.edu.pl/~sikrolb/schematy-gen-funkcyjny.html

[15] http://pl.wikipedia.org/wiki/Dioda_LED

[16] http://www.elektronika.sirius.pl/

[17] http://www.eres.w3.alpha.pl/