



Sygnalizator suchego kwiatka



Do czego to służy?

Tytuł projektu mówi sam za siebie. Prezentowany układ ma za zadanie poinformować dźwiękiem o konieczności podlania kwiatków. Przyrząd okaże się przydatny w wielu domach, gdzie problem suchych kwiatków często daje o sobie znać.

Aby zachować małe rozmiary płytki, wykorzystano technikę montażu powierzchniowego.

Zaletą jest prosta konstrukcja, niskie napięcie zasilania (3V z jednej baterii litowej) oraz znikomy pobór prądu.

Interesujące jest działanie urządzenia. Przez cały czas pozostaje ono w spoczynku. Budzi się do pracy tylko na chwilę w momencie, gdy robi się ciemno. I wtedy zawsze wydaje dźwięk: krótki, gdy ziemia w doniczce jest wilgotna i długi, gdy jest sucha.

Dźwięk pojawi się więc zawsze, gdy na dworze zapada zmrok, jest duża szansa, że w tym czasie w mieszkaniu będzie ktoś z domowników.

Zmierch to chwila znacznie lepsza do powiadomienia domowników niż świt, gdy wszyscy smacznie śpią.

W praktyce sygnalizator informuje domowników o stanie własnej baterii i wilgotności gleby nie w czasie zapadania zmroku, tylko później, w chwili gaszenia światła w pomieszczeniu. Właśnie taki

sposób gwarantuje skuteczność sygnalizacji – gdy ktoś gasi światło i nawet wychodzi z pokoju, na pewno usłyszy dźwięk sygnalizatora. Krótki dźwięk informuje, że wszystko jest w porządku, długi - że kwiatki należy podlać.

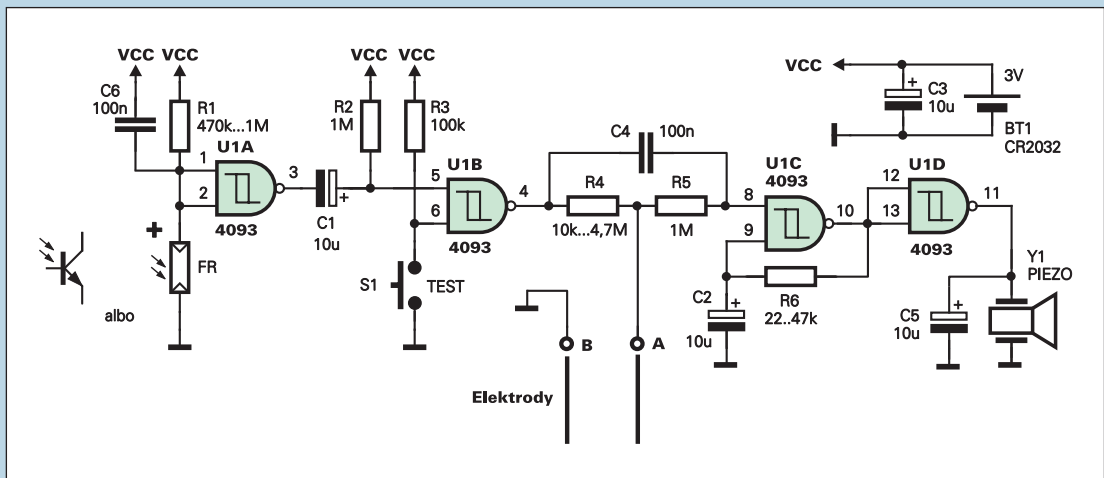
Krótki dźwięk wydawany wtedy, gdy wszystko jest w porządku może się wydawać niepotrzebny. Nie jest to jednak przypadek, że układ tak działa. Ten dźwięk informuje, że urządzenie czuwa i że bateria jest sprawna. Gdy bateria się wyczerpie, sygnalizator zamilknie, i domownicy, przez kilka miesięcy przyzwyczajeni do tych krótkich dźwięków

w chwili gaszenia światła, z łatwością zorientują się, że sygnalizator przestał pracować.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na rysunku 1. Pracą całości steruje fotelement FR. Na schemacie narysowano fotorezystor. Zamiast fotorezystora można wykorzystać dowolny fototranzystor. W modelu zastosowano fototranzystor firmy Kingbright o oznaczeniu L-932P3C.

Rys. 1 Schemat ideowy



Gdy zapada zmrok, napięcie na wejściach 1, 2 bramki U1A rośnie. Przy pewnej, niewielkiej ilości światła bramka U1A przełączy się. Na jej wyjściu pojawi się stan niski. Na nóżce 5 bramki U1B pojawi się impuls ujemny. Ponieważ drugie wejście bramki będzie w stanie wysokim, na wyjściu bramki U1B pojawi się impuls dodatni o czasie trwania około 10s, wyznaczonym przez wartości elementów R2, C1.

Dalsze działanie zależy od rezystancji między elektrodami pomiarowymi. Należy zauważyć, że rezystancja R4 i rezystancja między elektrodami (punktami A, B) tworzą dzielnik napięcia. Napięcie z tego dzielnika jest podawane na nóżkę 8 bramki U1C przez rezystor R5. Napięcie na nóżce 8 bramki U1C steruje pracą generatora zbudowanego na tej bramce z wykorzystaniem elementów R6, C2. Bramka U1D pełni jedynie rolę bufora i bezpośrednio steruje prącą brzęczyka z generatorem U1.

Jeśli ziemia w doniczce jest wilgotna, rezystancja między elektrodami A, B jest mała. W rezultacie punkt połączenia rezystorów R4, R5 jest praktycznie zwarty do masy. Choć na wyjściu bramki U1B pojawi się dodatni impuls na czas około 10 sekund, dzięki małej rezystancji między elektrodami, nie przejdzie on na wejście bramki U1C. Pojawi

się tam jedynie krótki impuls o czasie trwania wyznaczonym przez wartości C4, R5. Ten krótki impuls uruchomi na chwilę generator U1C. Na chwilę zostanie włączony brzęczyk Y1 sygnalizując, że układ czuwa i że wszystko jest w porządku.

Jeśli natomiast rezystancja między elektrodami czujnika będzie bardzo duża (sucha ziemia w doniczce), wtedy dziesięciosekundowy dodatni impuls z wyjścia bramki U1B przejdzie przez dzielnik i rezystor R5 na nóżkę 8 bramki U1C. Generator zostanie włączony na całe 10 sekund. Brzęczyk zasygnalizuje konieczność podlania kwiatka długim przerywanym sygnałem.

Brak jakiegokolwiek sygnału w chwili gąszenia światła w pokoju świadczy o wyczerpaniu baterii. Dodatkowy przycisk S1 umożliwia w dowolnym momencie sprawdzenie stanu wilgotności ziemi oraz stanu baterii zasilającej. Naciśnięcie go powinno uruchomić generator U1C i brzęczyk. Długotrwały dźwięk wskazuje, że w doniczce jest sucho. Krótki sygnał wskazuje, że wilgotność jest dostateczna. Brak jakiegokolwiek sygnału świadczy, że bateria uległa wyczerpaniu.

O ile zasada działania jest jasna i oczywista, o tyle praktyczne testy pokazały, iż potrzebne są pewne modyfikacje prototypu. Po pierwsze okazało się, że typowy brzęczyk piezo z generatorem nie chce poprawnie pracować, jeśli jest zasilany bezpośrednio z wyjścia bramki (U1D). Aby dawał prawidłowy sygnał konieczne okazało się dodanie kondensatora C5.

Okres prób praktycznych wykazał także wrażliwość na oświetlenie o charakterze impulsowym. Jak wiadomo, oko ludzkie ma znaczną bezwładność i nie rejestruje drgań o częstotliwościach większych niż 15...25Hz. Tymczasem świetlówki, w tym nowoczesne energooszczędne żarówki (będące w istocie świetłówkami) pomimo znacznej poświaty zastosowanego luminoforu dają strumień świetlny o dużej składowej zmiennej (o częstotliwości 100Hz).

Podobnie ekran odbiornika telewizyjnego również jest źródłem światła o charakterze wybitnie impulsowym. Okazało się, że w pewnych warunkach stosunkowo szybki fotoelement reaguje na wspomnianą składową zmienną. Efekt taki nie występuje przy dużym natężeniu oświetlenia jarzeniowego. Nie występuje także podczas oglądania telewizji w pomieszczeniu oświetlonym przynajmniej jedną silną żarówką. Wystąpił jedynie podczas oglądania telewizji w pokoju oświetlonym dodatkowo jedynie małą lampką. Rezultatem był cichy pisk z głośnika. Wynikało to z faktu, że fotoelement FR przełączał bramkę U1A z częstotliwością 100Hz. Szpilkowy przebieg o takiej częstotliwości pojawiał się w układzie i powodował cichą pracę brzęczyka. Dalsze próby z oświetleniem jarzeniowym potwierdziły wrażliwość na przebiegi impulsowe. W rezultacie trzeba było dodać kondensator C6, który wyeliminował problem.

Próby pokazały także, że nominały rezystorów R1 i R4 można, a nawet trzeba zmieniać. Wartość R1 wyznacza progową wartość jasności, przy której następuje reakcja układu. Ale wartość tę wyznacza także czułość fotoelementu, która będzie różna nawet dla poszczególnych egzemplarzy tego samego typu. Dla zastosowanego fototranzystora Kingbright L-932P3C optymalna okazała się wartość R1 w granicach 470kΩ...1MΩ.

Z kolei R4 wyznacza, przy jakiej wilgotności układ zacznie sygnalizować niedobór wody. Rezystancja ziemi w doniczce będzie jednak zależeć nie tylko od wilgotności, ale przede wszystkim od zawartości różnych soli (chemicznie czysta woda nie przewodzi przeciw prądu). Ponadto różne gatunki roślin wymagają różnej wilgotności. Spore znaczenie będzie też mieć długość i średnica elektrod. Dlatego nie można z góry przewidzieć potrzebnej wartości R4. Podana w wykazie wartość, równa 1MΩ okazała się potrzebna w modelu pokazanym na fotografii, umieszczonym w doniczce figusa lirolistnego.

Układ jest zasilany z jednej baterii litowej o napięciu 3V. Z brzęczykiem piezo na napięcie 1,5V układ pracuje już od 2,2V, jednak przy takim napięciu dźwięk jest cichy. Użyteczny zakres napięcia zasilania zaczyna się od 2,6V – dźwięk jest wtedy dodatkowo modulowany ze względu na znaczną rezystancję wyjściową bramek. Przy napięciach powyżej 2,8V układ nie wykazuje oznak takiej modulacji.

Wypróbowano także współpracę układu z brzęczykiem piezo na napięcie nominalne 6V. Okazało się, że układ już przy napięciu 2,42V daje znośny sygnał.

Wartość R1 decyduje też o poborze prądu z baterii. W ciągu dnia układ pobiera prąd o wartości $U_{bat}/R1$. Gdy R1 ma wartość 470kΩ, pobór prądu wynosi wtedy niecałe 7 mikroamperów, gdy 1MΩ - około 3 mikro-

amperów. Gdy jest ciemno, układ praktycznie nie pobiera prądu (poniżej 1 mikroampera). Tym samym przy rezystorze R1 równym 1MΩ średni dzienny pobór prądu w stanie czuwania nie przekroczy 2 mikroamperów. Przez rok pracy w stanie czuwania zostanie zużyte niecałe 20mAh energii. Do tego dojdzie pewna ilość energii związanej z jednolub kilkukrotnym krótkim sygnałem wytwarzanym w czasie każdorazowego gaszenia światła w pomieszczeniu, ale ze względu na krótki czas nie jest to duża ilość energii (sam brzęczyk pobiera w czasie pracy około 1mA prądu). Tym samym bateria litowa o pojemności 200mAh powinna wystarczyć na ponad rok pracy. Pojemność baterii litowych wynosi wg danych firmy Varta:

CR2016 – 80mAh

CR2025 – 150mAh

CR2032 – 200mAh.

W praktyce o czasie służby baterii zdecydować samorozładowanie oraz ewentualne wypadki, na przykład przypadkowe zalanie sygnalizatora wodą.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na **rysunku 2**. Pomocą w montażu będą też fotografie. Ze względu na wspomniane wcześniej próby i modyfikacje model pokazany na fotografii różni się kilkoma szczegółami od układu i płytki z rysunków 1 i 2.

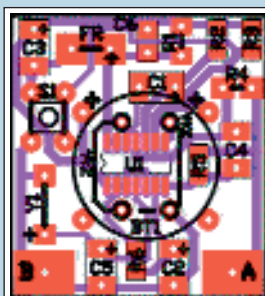
Montaż układu nie jest specjalnie skomplikowany, jednak początkujący mogą mieć trochę kłopotów z miniaturowymi elementami SMD. Wiele praktycznych wskazówek dotyczących ręcznego montażu elementów SMD było podanych w EdW 8/99 w artykule głównym. Na wszelki wypadek zestaw AVT-2419 zawiera dwie płytki drukowane i dwa komplety elementów SMD. Kto mimo wszystko bałby się tych miniaturowych elementów, może zakupić sygnalizator w wersji C, czyli zmontowany i uruchomiony.

Podczas montażu płytka powinna być umocowana, by nie przesuwała się po stole. Najpierw należy wlutować elementy najmniejsze: rezystory i kondensatory SMD oraz obowiązkowo dwie zwory w okolicach układu scalonego – kontakty ujemnego bieguna baterii (oznaczone **zw.**). Przy montażu układu scalonego zaleca się najpierw przylutować jedną z nóżek zasilających (nr 7 lub 14), a dopiero potem, gdy układ jest umieszczony poprawnie, lutować pozostałe wprowadzenia. Należy zwrócić uwagę, by wszystkie cztery nożki przycisku S1 były wlutowane. Rzecz w tym, że jedna para nóżek jest wykorzystywana jako zwora.

Podczas montażu fototranzystora należy zwrócić uwagę na biegunowość. Podobnie jak w wielu innych przypadkach, końcówka dodatnia jest dłuższa – należy ją umieścić w otworze płytki oznaczonym znakiem +.

Biegunowość nie ma znaczenia, gdy elementem światłoczułym będzie fotorezystor.

W modelu zastosowano najprostszy sposób mocowania baterii za pomocą kawałków drutu wlutowanych w otwory płytki – szczegóły są widoczne na fotografii. Elektrody wykonano z odcinków izolowanego drutu miedzianego (przewód instalacyjny), a na końcach dolutowano złączone szpilki z rozebranego komputerowego złącza typu DB-9.



Rys. 2 Schemat montażowy

Stosowanie złożonych sond nie jest konieczne, ale na pewno nie zaszkodzi. Nie ma potrzeby obawiać się o trwałość elektrod miedzianych, ponieważ napięcie na elektrodzie jest podawane tylko na 10 sekund co najwyżej kilka razy dziennie. Przepływ tak niskich prądów nie zaszkodzi też roślinom.

Układ poprawnie zmontowany ze sprawnych elementów, zasilony jedną świeżą baterią litową o napięciu 3V, będzie od razu pracował. Po zmontowaniu należy sprawdzić jego działanie naciskając przycisk S1 – powinien się odezwać brzęczyk. Jeśli tak jest, układ należy umieścić w ciemnym miejscu, na przykład włożyć do ciemnej szuflady. Po zamknięciu szuflady brzęczyk powinien odezwać się na czas około 10 sekund. Podobna próba przy zwarciu elektrod czujnika powinna dać sygnał o czasie trwania poniżej sekundy.

Jeśli sygnalizator nie działa według tego opisu, należy sprawdzić, czy układ w ogóle reaguje na światło. W tym celu należy w trwały sposób dołączyć woltomierz lub oscyloskop między masę (minus zasilania) i wyjście bramki U1A oraz sprawdzić, czy przy świetle napięcie tam wynosi około 3V i czy spada do zera w całkowitej ciemności. Jeśli tak jest, trzeba skontrolować działanie poszczególnych stopni według podanego wcześniej opisu.

W znakomitej większości przypadków układ będzie pracował od razu. Należy wtedy sprawdzić jego czułość, umieszczając w doniczce i naciskając przycisk S1. Być może okaże się, że czułość jest nieodpowiednia do potrzeb. Należy wtedy zmienić wartość rezystora R4.

Na płytce przewidziano możliwość wlutowania w roli R1, R4 zarówno elementów

SMD, jak i zwykłych rezystorów. W zestawie AVT-2419 oprócz podanych w wykazie rezystorów R1, R4, w wersji SMD o nominalnie 1MΩ, dostarczone zostaną także dodatkowe klasyczne rezystory (47kΩ...4,7MΩ), umożliwiające dobranie czułości do własnych potrzeb.

Podczas podlewania może dojść do nieumyślnego zalania układu wodą. Układ można wprawdzie umieścić w jakiejś obudowie albo po prostu polakierować, jednak na pewno nie uda się zapewnić całkowitej szczelności, choćby ze względu na przycisk microswitch i brzęczyk. Poza tym woda może spowodować rozładowanie baterii. Dlatego choć na wszelki wypadek warto zaizolować płytkę lakierem lub choćby kałafonia rozpuszczoną w denaturacie, to jednak należy stanowczo chronić sygnalizator przed zalaniem wodą, wyjmując go z doniczki na czas podlewania. Można też przedłużyć elektrody lub nawet dołączyć je za pomocą dłuższych przewodów, umieszczając układ elektroniczny poza doniczką. Można też połączyć w szereg kilka czujników umieszczonych w doniczkach z jednakowymi roślinami.

Te szczegóły użytkownik może zmienić we własnym zakresie.

Piotr Górecki

Wykaz elementów

C1, C2, C3, C5	.....	10µF/9V SMD	8szt.
C4, C6	.....	100nF SMD	4szt.
FR	.....	fotoelement np. Kingbright L-932P3C	1szt.
R1, R2, R4, R5	.....	1MΩ SMD	8szt.
R3	.....	100kΩ SMD	2szt.
R6	.....	.22kΩ lub 47kΩ SMD	2szt.
S1	.....	microswitch	1szt.
U1	.....	4093 SMD	2szt.
Y1	.....	.piezo z gen. 1,5V do druku (HCM1201X)	
Płytki drukowane – 2szt			
BT1	.....	bateria CR2032	
Rezystory dodatkowe (zwykłe, nie SMD) 47kΩ, 100kΩ, 220kΩ, 470kΩ, 2,2MΩ, 4,7MΩ			

Uwaga! Bateria nie wchodzi w skład kitu AVT-2419

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2419