

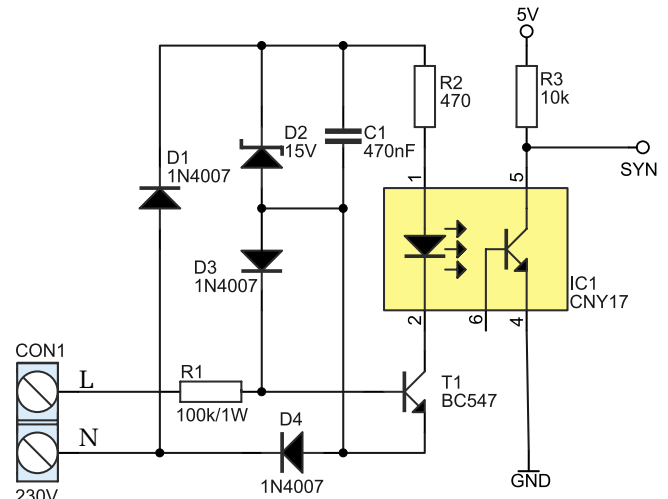
W rubryce „Analog Center” prezentujemy skrótowe opisy urządzeń charakteryzujących się interesującymi, często wręcz odkrywczymi, rozwiązaniami układowymi. Przypominamy także cieszące się największym powodzeniem, proste opracowania pochodzące z redakcyjnego laboratorium.

Do nadsyłania opisów niebanalnych rozwiązań (także wyszukanych w Internecie) zachęcamy także Czytelników. Za opracowania oryginalne wypłacamy honorarium w wysokości 300 zł brutto, za opublikowane w EP informacje o interesujących projektach z Internetu honorarium wynosi 150 zł brutto. Opisy, propozycje i sugestie prosimy przesyłać na adres: analog@ep.com.pl.

Detektor przejścia przez zero

W licznych układach synchronizowanych napięciem sieci synchronizacja odbywa się zazwyczaj w momencie przejścia tego napięcia przez zero. Do detekcji jest więc potrzebny układ pomocniczy, na przykład taki jak pokazany na rys. 1. W chwili, gdy napięcie sieci staje się dodatnie po przejściu przez zero zwiera on na moment wyjście do masy. Opiswany układ działa przy pełnym napięciu sieci, bez transformatora obniżającego, dzięki czemu przejście przez zero jest wykrywane znacznie dokładniej. Takie rozwiązanie jest szczególnie użyteczne w komputerach, w których nie jest dostępne obniżone napięcie sieci. Kondensator C1 jest ładowany do napięcia 15 V przez D1, D3 i R1 w czasie ujemnych półokresów napięcia sieci. Ładunek ten odpływa z C1 przez diodę LED optoizolato-

ra, gdy T1 zaczyna przewodzić. Dzieje się tak, gdy potencjał linii L staje się wyższy o około 1,4 V od potencjału linii N. Prąd kolektora jest znaczny, więc C1 rozładowuje się szybko, zatem dioda zaświeci się na krótko. Oznacza to, że T1 przewodzi tylko przez krótki czas. Przy podanej pojemności C1 wyjście będzie w stanie niskim przez 1 ms. Czas ten można zmieniać, przy C1=4,7 μF impuls będzie trwał 10 ms. Układ jest połączony bezpośrednio z siecią, trzeba go więc traktować z wielką



Rys. 1.

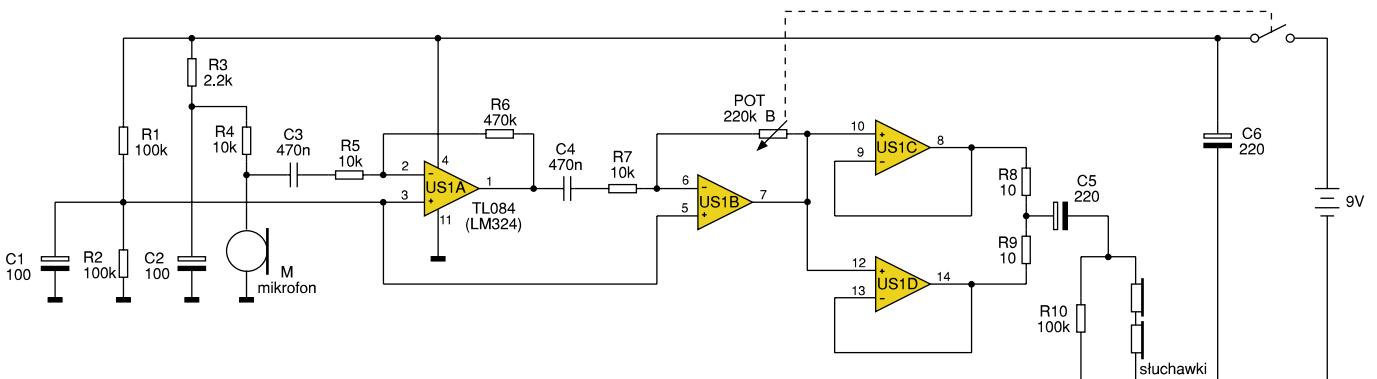
ostrożnością. Również optoizolator powinien być dostosowany do napięcia sieci. Typ podany na schemacie spełnia to wymaganie.

Whisper

Układ może służyć jako aparat słuchowy dla osób o niewielkim ubytku słuchu. Warto również zbudować taki układ, aby przekonać się jak ciekawe wrażenia uzyskuje się podsłuchując dźwięki przyrody w plenerze. W pomieszczeniach zamkniętych, z powodu odbić uzyskuje się nieco inny efekt, szybciej też dochodzi do sprzężenia akustycz-

nego (gwizdu). Sercem układu jest popularny poczwórny wzmacniacz operacyjny LM324. Dwukońcówkowy mikrofon jest zasilany przez rezystor R4. Koniecznie należy zastosować obwód R3-C2, który filtruje zasilanie mikrofonu i zapobiega wzbudzeniu układu na niskich częstotliwościach. Sygnał z mikrofonu jest wzmacniany w dwóch stop-

niach (US1A i US1B). Układ wzmacniacza odwracającego wymaga w takiej konfiguracji najmniejszej liczby elementów biernych. Wzmocniony sygnał jest podany na dwa bufory wyjściowe o wzmacnieniu 1. Jest to konieczne przy zastosowaniu słuchawek o niewielkiej rezystancji. Jeśli bufory nie będą użyte, to przy obciążeniu dość powolnego wzmac-



Rys. 1.

cd na str. 40

cd ze str. 39 niacza LM324 pojawia się duża zniekształcenia skrośne. Można również zastosować szybszy układ TL084. Wzmacniacze serii TL08X (a także TL07X i TL06X) mają jednak rezystancję wyjściową dla dużych sygnałów rzędu 200 Ω . Nie pozwoli to uzyskać dostatecznej amplitudy przy niskoomowym obciążeniu np. 2x8 Ω . Układ LM324 może dostarczyć większego prądu, ale jest wolniejszy – stąd większe zniekształcenia skrośne. Dla zmniejszenia poboru mocy należałoby połączyć słuchawki w szereg – co prawda połączone będą wtedy przeciwfazowo, ale w układzie whispera nie ma to istotnego znaczenia. W mo-

delu przy zasilaniu 9 V uzyskano na typowych, tanich słuchawkach o impedancji 2x32 Ω sygnał o napięciu 4,5 Vpp. Przy takim poziomie zniekształcenia sygnału o częstotliwości 100 Hz wyniosły 0,2%, przy 1000 Hz – 0,54%. Dla większych częstotliwości zniekształcenia rosną nawet do kilku procent na górnym krańcu pasma akustycznego.

Układ pobiera w spoczynku bardzo nieznaczny prąd rzędu 1,4 mA – mały pobór prądu jest tu podstawową zaletą. W szczytach występowania pobór prądu wzrasta do 15 mA. Pasma przenoszenia wynosi od około 50 Hz do ponad 20 kHz. Układ nie wymaga uruchamiania,

pierwsze próby najlepiej jest przeprowadzić na wolnym powietrzu (w pomieszczeniu szybciej nastąpi sprężenie – gwizd). W rzadkich przypadkach w związku z rozrzutem czułości mikrofonów może zająć potrzeba zmiany wzmocnienia układu. Należy wtedy skorygować wartość R5 i R7 – nie powinna ona jednak być mniejsza od 3,3 k Ω z uwagi na ograniczenie od dołu pasma przenoszenia. Największe wzmocnienie będzie można w praktyce wykorzystać tylko na otwartej przestrzeni przy oddaleniu mikrofonu od słuchawek na długość kabla połączeniowego.

Prosta przystawka do pomiaru temperatury

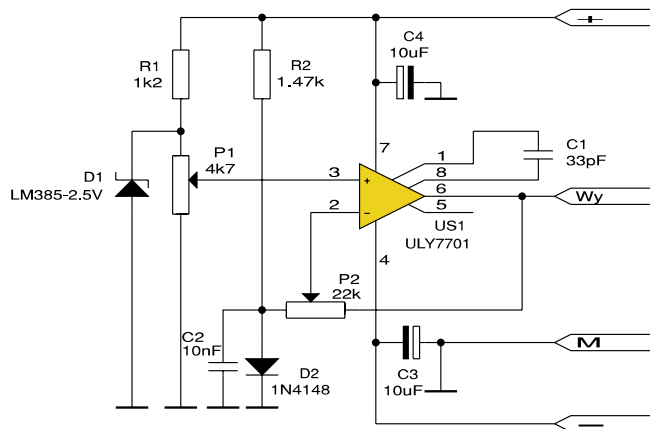
Czujnikiem pomiarowym jest zwykła dioda krzemowa 1N4148. Jak wiadomo, złącze półprzewodnikowe spolaryzowane w kierunku przewodzenia zmienia poziom napięcia przewodzenia w funkcji temperatury o ok. -2 mV/°C. Zjawisko to zostało wykorzystane w przystawce. Jak wykazały przeprowadzone pomiary, liniowość zmiany tego napięcia jest bardzo dobra, co wyklucza konieczność linearyzowania charakterystyki przetwarzania wzmacniacza pomiarowego. Dioda D2 jest zasilana przez rezystor R1 czujnikiem temperatury. Rezystor dobrano tak, aby prąd płynący przez diodę miał wartość ok. 1...2 mA; przy większych prądach na temperaturę złącza zaczyna wpływać wydzielająca się w nim moc.

Dioda D1 (jest to w zasadzie układ scalony) pełni rolę napięciowego źródła odniesienia o wartości napięcia 1,2 V lub 2,5 V. Dzięki takiemu rozwiązaniu otrzymujemy klasyczny mostek pomiarowy, z którego napięcie różnicowe jest wzmacniane we wzmacniaczu operacyjnym US1 i podawane na wyjście. Wartość wzmocnienia jest ustalana za pomocą potencjometru P2, natomiast „0” pomiaru za pomocą potencjometru P1. Powinny to być potencjometry wieloobrotowe, o dobrej stabilności rezystancji w funkcji temperatury. Po-

nieważ justowanie odbywa się bardzo rzadko, zastosowano tu potencjometry montażowe.

Kondensator C1 kompensuje charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza operacyjnego, zapobiegając wzbudzeniu się układu pomiarowego. Kondensatory C3 i C4 blokują napięcie zasilania dla przebiegów zmiennych. Czujnik D2 jest połączony równolegle z kondensatorem C2. Zastosowanie tego kondensatora ma duże znaczenie, zwłaszcza wtedy, gdy czujnik pomiarowy jest znacznie oddalony od płytki wzmacniacza. W takich sytuacjach, jako dodatkowe zabezpieczenie przed zakłóceniami (choćby przydzwiękiem sieciowym) można zastosować ekranowanie przewodu łączącego diodę z płytką i dodatkowo ekranowanie samej płytki.

Układ jest zasilany napięciem symetrycznym ± 15 V, które powinno być w miarę możliwości stabilizowane (uwaga ta dotyczy głównie napięcia dodatniego). Można wartość tego napięcia nieco zmniejszyć,



Rys. 1.

przy czym należy pamiętać o takim dobraniu wartości rezystorów, aby prądy zasilające źródło odniesienia i czujnik pomiarowy miały odpowiednie wartości.

Justowanie przystawki najlepiej jest przeprowadzić dla dwóch temperatur z krańca zakresu pomiarowego (np. 0°C – temperatura topnienia lodu i 100°C – temperatura wrzenia wody). Pomiar za pomocą diody jest dopuszczalny w szerszym zakresie od -55°C aż do ok. +125°C, ale praca w tak ekstremalnych warunkach może znacznie skrócić czas jej poprawnej pracy. Podczas regulacji należy pamiętać o tym, że przystawka w całym zakresie utrzymuje liniowy charakter pomiaru.

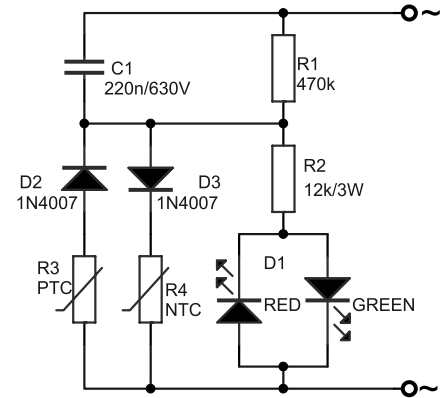
Prosty wskaźnik temperatury

Do pomiaru temperatury bezwzględnej niezbędny jest termometr. Zdarza się jednak wiele sytuacji, w których nie jest potrzebna znajomość bezwzględnej wartości temperatury – zupełnie wystarczy względna. Nagrzewanie się wiertarki elektrycznej czy odkurzacza może być sygnalizowane użytkownikowi przez prosty wskaźnik zapaleniem się światełka lub zmianą koloru świecenia. Dodatkową zaletą mogłaby być sygnalizacja zielonym światłem, że temperatura jest w normie. Gdy temperatura wzrasta, światło zmieniłoby powoli kolor sygnalizując, że urządzenie nagrzewa się. Proponowany układ działa w ten właśnie sposób i ma jeszcze tę dodatkową zaletę, że nie wymaga osobnego zasilacza niskiego napięcia, gdyż jest zasilany wprost napięciem sieci. Właściwym sygnalizatorem jest dwukolorowa LED D1, a czujnik stanowi kombinacja dwóch rezystorów zależ-

nych od temperatury. Współczynnik temperaturowy jednego z nich (R4) jest ujemny – NTC, a drugiego (R3) dodatni – PTC.

W stosunkowo niskiej temperaturze oporność R3 jest niska, zaś R4 wysoka. W trakcie dodatniego półokresu napięcia sieci napięcie na R3–D2 jest dostatecznie wysokie, aby świeciła zielona sekcja D1. Oporność R3 została tak dobrana, aby w trakcie ujemnego półokresu napięcia sieci napięcie na R3–D2 było zbyt niskie, aby mogła świecić czerwona sekcja D1. Gdy temperatura wzrasta, oporność R4 maleje a R3 rośnie. Wskutek tego świecenie zielonej sekcji D1 słabnie, a czerwona sekcja zaczyna słabo świecić. W końcu świeci wyłącznie czerwona.

Rezystor R2 i kondensator C1 zabezpieczają układ przed zbyt dużym wzrostem prądu pobieranego przez LED, pobór mocy pozostaje więc



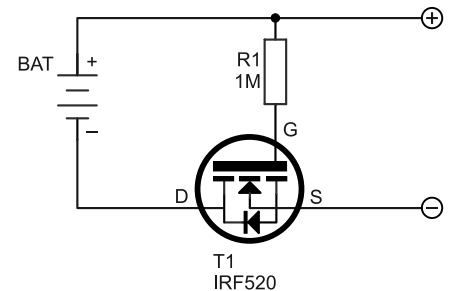
Rys. 1.

stosunkowo niski. Rozmiary R3 i R4 powinny być racjonalne, nie mniej niż około 6 mm średnicy. W temperaturze 25°C rezystor NTC powinien mieć oporność 22...25 kΩ, a PTC 25...33 Ω. Z układem należy obchodzić się bardzo ostrożnie, panuje bowiem na nim pełne napięcie sieci.

Zabezpieczenie przed zmianą biegunowości

Urządzenia zasilane z baterii wyposażone są na ogół w element zapobiegający skutkom błędnego jej podłączenia. Jest to najczęściej dioda. Ze względu na wielkość spadku napięcia na diodzie nie zawsze jest on do pominięcia, zwłaszcza gdy zależy nam na każdych kilkudziesięciu miliwoltach. W takiej sytuacji należy skorzystać z propozycji pokazanej na rys. 1. MOSFET z kanałem typu N jest włączony w obwód ujemnego

bieguna zasilania. Transzystor przewodzi tylko wtedy, gdy na jego bramce panuje dodatnie napięcie względem źródła (S). Warunek ten jest zapewniony przez R1. FET-y z kanałem N wykazują istotne zalety w stosunku do FET-ów z kanałem P. Ich rezystancja przewodzenia jest znacznie mniejsza – w efekcie straty są mniejsze, co jest szczególnie istotne, zwłaszcza przy dużych prądach. Jeśli nie jest możliwe zastosowanie FET-a z kanałem N, można zastosować FET z kanałem P – powinien być on włączony w dodatni przewód obwodu zasilania. W tym wypadku musimy się liczyć z większymi stratami mocy. Zastosowany tu IRF520 jest tylko przykładem, można z powodzeniem użyć także IRF540 lub BUZ11. Całkiem świadomie włączono go „fałszywie”: prąd płynie w odwrotnym (do nominalnego) kierunku (od źródła do drenu). Uzasadnione jest to faktem istnienia „zabezpieczającej” diody, która mogłaby przewodzić przy fałszywie podłączonym zasilaniu. Dio-



Rys. 1.

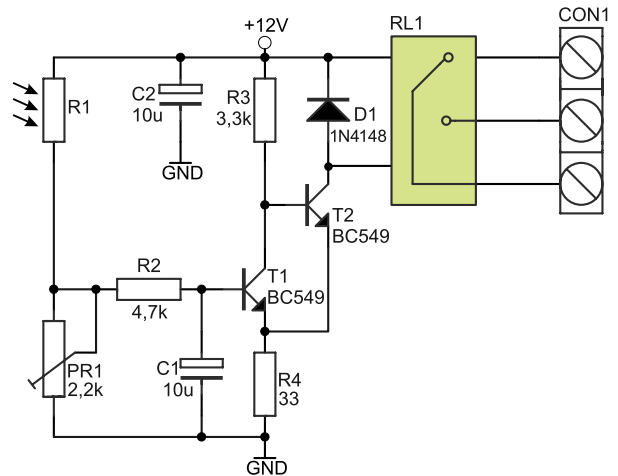
da ta, zgodnie z danymi katalogowymi, może być tak samo obciążana jak kanał źródło/dren. Dla IRF520 prąd ten wynosi 9,2 A, zaś dla IRF540 – 28 A. W tabelce pokazano, z jakim spadkiem napięcia powinniśmy liczyć przy danym prądzie i jaki wpływ ma zastosowanie radiatora. Przy dużych prądach spadek napięcia na chłodzonym tranzystorze jest znacznie mniejszy niż bez chłodzenia. Dane w tabelce sporządzono dla 12 V przy mniejszym napięciu należy się liczyć z większą rezystancją przewodzenia.

Prąd	Spadek napięcia bez chłodzenia	Spadek napięcia z chłodzeniem 21 K/W
12 mA	2,2 mV	2,4 mV
0,12 A	21,9 mV	26 mV
0,24 A	43,3 mV	0 mV
0,45 A	87,3 mV	90 mV
0,98 A	223 mV	210 mV
1,87 A	0,5 V	0,42 V
2,61 A	1,1 V	–
2,74 A	–	0,64 V

Automatyczny włącznik zmierzchowy

Bardzo prosty układ włącznika zmierzchowego. Gdy robi się ciemno, rośnie oporność światłoczułego rezystora R1, T1 przestaje przewodzić, T2 zostaje włączony i przekaźnik RL1 zwiiera styki. Spadek napięcia na rezystorze R4 tworzy histerezę przełącznika. Kondensator C1 chroni układ przed krótkotrwałymi zmianami oświetlenia, wywoływanych na przykład przez reflektory przejeżdżających samochodów. Od tranzystorów wymagane jest przede wszystkim duże wzmocnienie prądowe, trzeba zatem użyć tranzystorów typu C. W prototypie zastosowano nowy rodzaj światłoczułego rezystora (LDR), nie zawierającego kadmu (Piher), zalecanego więc ze względu na ochronę środowiska. Jest bardzo mały, ma rozmiary mniej więcej dwóch

gółek zapałki. W razie użycia innego, jego oporność przy świetle dziennym powinna wynosić kilkaset omów a po zmroku wzrastać do około 10 kΩ. W razie potrzeby można zwiększyć oporność P1 (w granicach rozsądku). W czasie kalibracji trzeba odlutować C1, aby układ szybciej reagował. Prąd wzbudzenia przekaźnika przy 12 V nie powinien przekraczać 50 mA. Przy dopuszczalnym obciążeniu styków 8 A prąd obciążenia nie powinien być większy od 4 A. Większość żarówek, a zwłaszcza halogenowe, po-



Rys. 1.

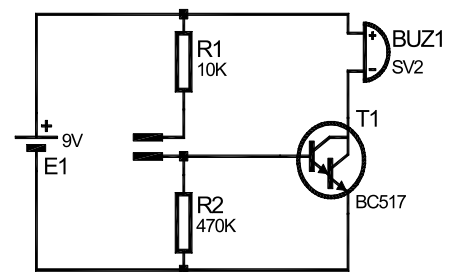
biera bardzo duży prąd przy włączaniu. Mały prąd przedłuża żywotność styków.

Detektor wody

Zadziwiająco prosty układ elektroniczny po wykryciu wody wytwarza sygnał akustyczny. Może być stosowany wszędzie tam, gdzie trzeba sygnalizować fakt pojawienia się wody. Zestaw zawiera sygnalizator piezoelektryczny, pojemnik-gniazdo baterii i czujnik. Elektrody czujnika są częścią płytki drukowanej. W razie potrzeby, część płytki z czujni-

kiem można odciąć i dołączyć do układu za pomocą dwuzyłowego przewodu. Układ jest zasilany z popularnej baterii 9 V.

Dodatkowe informacje:
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć na stronie <http://www.sklep.avt.pl> pod nazwą MK108.



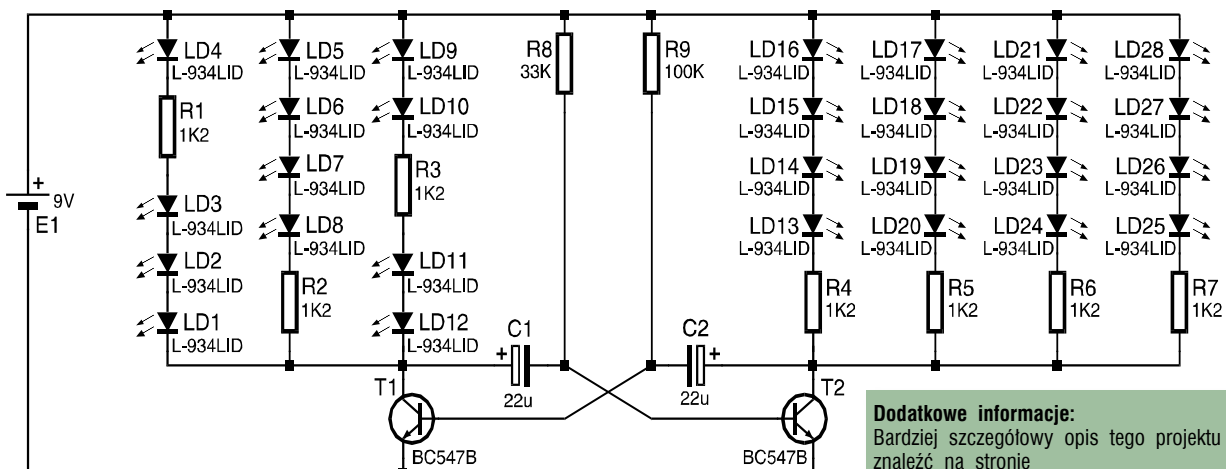
Rys. 1.

Migające serduszko

Znakomita dekoracja do domu i nie tylko. 28 czerwonych, migających diod LED tworzy obraz bijącego serca. Szereg diod LED ułożony

jest w kształcie dwóch serc – mniejszego w większym. Układ sterujący przełącza je wytwarzając efektowne pulsowanie. Niewielki pobór prądu,

około 8 mA, pozwala zasilać układ z baterii 9-woltowej albo z dowolnego źródła o napięciu 8...15 VDC.



Rys. 1.

Dodatkowe informacje:
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć na stronie <http://www.sklep.avt.pl> pod nazwą MK101.