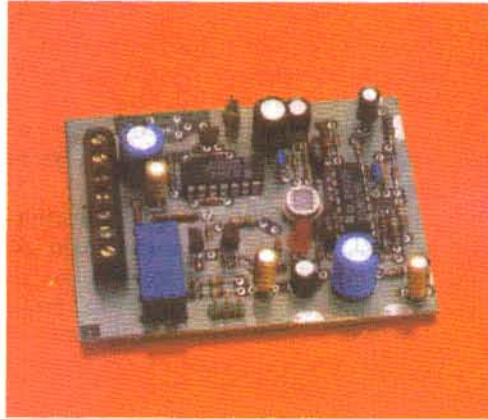


Pasywne detektory podczerwieni (PID - ang. Passive Infrared Detector) są stosowane zarówno w gospodarstwie domowym, np. do automatycznego włączania oświetlenia, jak i w systemach alarmowych - jako doskonałej jakości czujniki wykrywające ruch w chronionych pomieszczeniach. Przedstawiamy układ czujki przystosowanej do współpracy ze standardowymi systemami alarmowymi i jej aplikację w automatycznym włączniku oświetlenia. Jest to pierwsza w kraju publikacja zawierająca kompletny opis konstrukcji czujki typu PID.

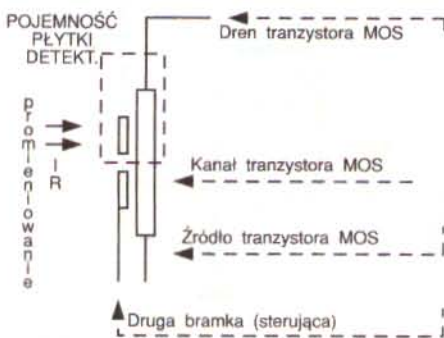
Czujka pasywna podczerwieni

kit AVT-54



Opis działania i konstrukcja

„Sercem” czujki jest detektor piroelektryczny PID typu LHI954, produkcji firmy Heimann. Jest to szczególny rodzaj detektora optycznego, czułego na promieniowanie podczerwone. Osobliwością tego detektora jest wbudowanie w jego strukturę dodatkowego wzmacniacza - transformatora impedancji, dzięki któremu na wyjściu uzyskuje się sygnał prądowy o natężeniu wystarczającym do wysterowania stopnia wzmacniającego. Zasadniczą częścią detektora PID jest płytka z materiału ceramicznego (ceramika ołowio-cyrkonowa), która pod wpływem padającego promieniowania podczerwonego (IR) gromadzi zmienne ilości ładunku w swojej objętości. Ponieważ płytka ta stanowi kondensator o stosunkowo małej pojemności, należy dołączyć dodatkowy przetwornik impedancji, stanowiący jednocześnie układ separujący, aby uniknąć upływu ładunku poprzez rezystancję obciążającą. Schemat takiego rozwiązania pokazano na rys. 1. Ze względu na niewielką powierzchnię płytki fotoczułej są stosowane specjalne techniki umożliwiające niemal dowolne kształtowanie czułości przestrzennej detektora. Typowym rozwiązaniem jest



Rys. 1. Budowa detektora PID

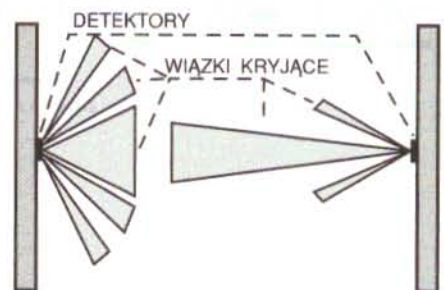
wyposażenie detektora w soczewkę optyczną Fresnela. Poprawia to znacznie zarówno czułość detektora, jak i jego odporność na przypadkowe zakłócenia.

Przykłady możliwych do otrzymania i w praktyce stosowanych kształtów wiązek przedstawia rys. 2.

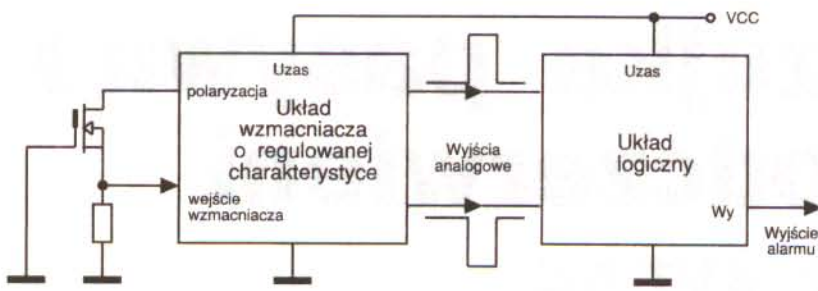
Ponieważ soczewki są trudno osiągalne, zmodyfikowano konstrukcję w taki sposób, aby zminimalizować uboczne zjawiska występujące w układzie bez soczewki.

Schemat blokowy proponowanego układu zamieszczono na rys. 3. Jak widać, czujkę można podzielić na cztery podstawowe bloki:

- stopień wejściowy - jest to omówiony już poprzednio detektor PID, zapewniający wykrywanie zmian temperatury otoczenia i generowa-



Rys. 2. Kształty wiązek możliwych do uzyskania dzięki zastosowaniu soczewek Fresnel'a



Rys. 3. Schemat blokowy czujki

nie sygnału prądowego na wyjściu wewnętrznego tranzystora MOS pracującego w układzie wtórnika źródłowego;

- wzmacniacz pasmowy - zapewniający wzmocnienie niewielkiego (rzędu mikrowoltów) sygnału z detektora. Aby uniknąć przypadkowych wzbudzeń czujki stosuje się ograniczenie wzmocnienia w zakresie wyższych częstotliwości. Dzięki temu czujka doskonale wychwytuje ruch w niewielkich pomieszczeniach, a nie grozi jej wzbudzenie od przypadkowych impulsów zakłócających (np. stacji CB);

- układ logiczny - którego zadaniem jest „podjęcie decyzji“, czy przy zadanym poziomie odbieranych sygnałów należy wywołać alarm, a także zapewnienie wywołania alarmu przy pojawieniu się sygnału dodatniego (ocieplenia tła) lub ujemnego (oziebnienie tła);

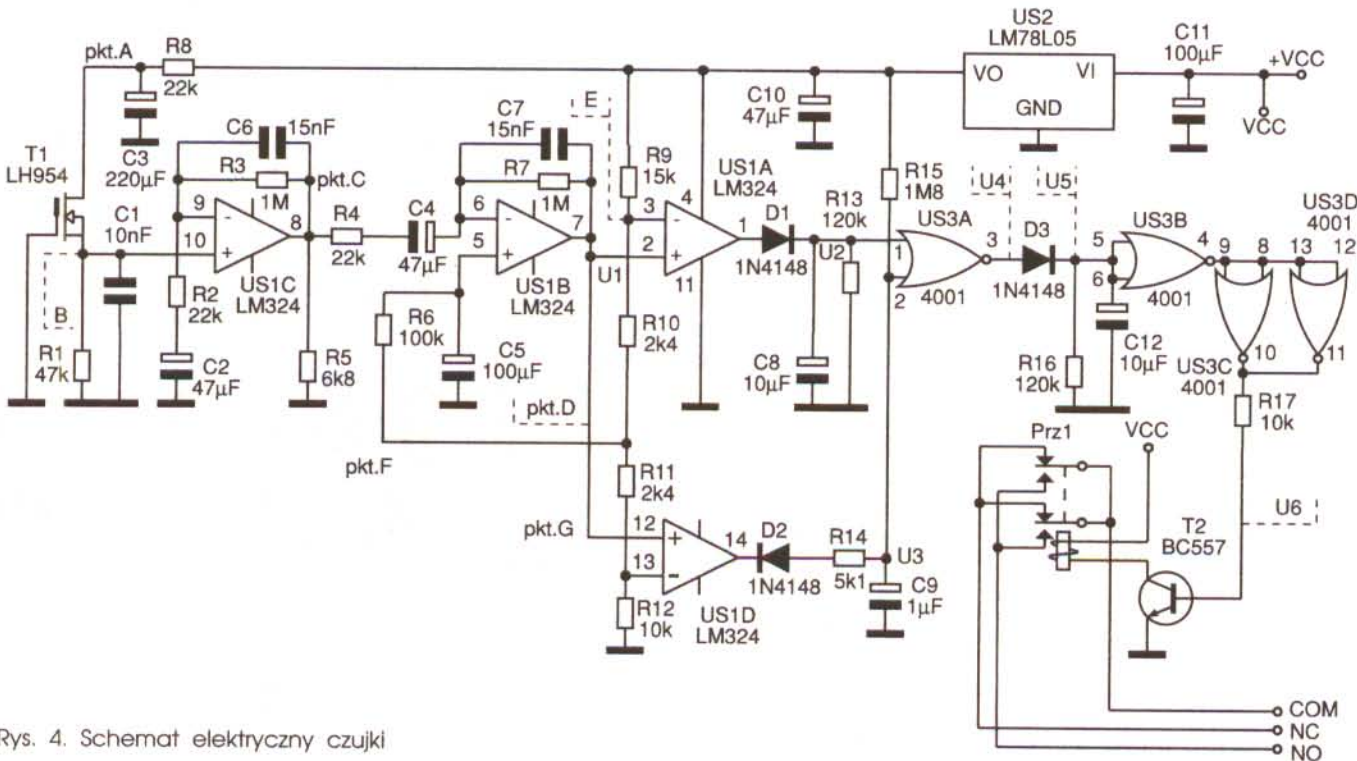
- zasilacz, będący najprostszym elementem czujki. Jako stabilizator

napięcia zasilającego zastosowano układ LM78L05 (wersja 7805 o zmniejszonej wydajności prądowej). Gwarantuje on dobrą stabilizację napięcia, dzięki czemu znacznie lepsze warunki pracy ma wtórnik detektora i oczywiście wzmacniacz.

Na **rysunku 4** przedstawiono schemat elektryczny omawianego układu. Detektor oznaczony jako T1 pracuje w układzie wtórnika źródłowego z uziemioną jedną bramką (układ pracy charakterystyczny dla tetrody MOSFET). Dren T1 jest dołączony do plusa zasilania poprzez rezystor R8, co tworzy warunki zasilania ze źródła prądowego. Kondensator C3 zwiiera składową zmienną do masy. Jego obciążeniem jest rezystor R1 i kondensator C1. Elementy te stanowią pierwszy stopień filtrowania dolnoprzepustowego - wszystkie sygnały o dużej częstotliwości są zwierane do masy przez C1. Sygnały o niskich częstotliwościach są wzmocniane w pierwszym stopniu

wzmocnienia z układem US1. Jest to standardowy układ pracy nieodwracającego wzmacniacza m.c. ze wzmacniaczem operacyjnym. Zastosowany został bardzo popularny układ typu LM324 (czterokrotny W.O. z kompensacją wewnętrzną). Pomimo jego niezbyt „zachwycających“ parametrów doskonale spisuje się w proponowanym układzie pracy, zwłaszcza że wymagana częstotliwość górna jest mała - rzędu kilku Hz. W pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego zastosowano kondensator C6, który powoduje dość radykalne zmniejszenie górnej częstotliwości granicznej. Polaryzację spoczynkową pierwszego stopnia wzmocnienia zapewnia wyjście detektora T1. Pomiedzy nim, a wejściem wzmacniacza operacyjnego występuje sprzężenie stałoprądowe, dzięki czemu nie ma żadnych strat sygnału, które mogłyby się pojawić ze względu na minimalną jego częstotliwość. Wzmocnienie tego stopnia określają rezystory R3 i R2 (wynosi ono ok. 50). Kondensator C2 powoduje włączenie pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego dla składowej zmiennej przebiegu wejściowego, dla składowej stałej sprzężenie ma charakter wtórnikowy - wzmacniacz zachowuje się jak wtórnik napięciowy - powiela na wyjściu napięcie z wejścia „+“.

Wzmocniony sygnał jest podawany poprzez obwód R4, C4 na wejście odwracające drugiego stopnia



Rys. 4. Schemat elektryczny czujki

wzmocnienia. Tutaj - podobnie jak w poprzednim stopniu - wzmocnienie jest „zaprogramowane” za pomocą dzielnika rezystorowego R7, R4 ($K_u=50V/V$). Tak więc sygnał zostaje wzmocniony w dwóch stopniach ok. 2500 razy (pierwszy stopień $\times 50$ i drugi stopień $\times 50$). Kondensator C4 ma zadanie podobne jak C2 - separuje składową stałą sygnału wyjściowego od masy zasilania. Polaryzacja drugiego stopnia odbywa się za pomocą dzielnika rezystorowego R9, R10, R11, R12. Kondensator C5 filtruje składową zmienną mogącą pojawić się na wejściu „+” wzmacniacza.

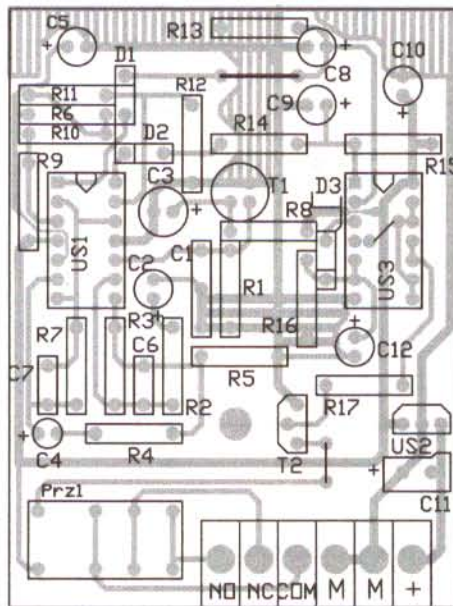
Jako układ pośredniczący pomiędzy częścią czysto analogową i częścią cyfrową zastosowano dwuprogowy komparator napięcia. Jest on zrealizowany na dwóch wzmacniaczach operacyjnych (US1A i US1D). Układy R, C obciążające wyjścia wzmacniaczy operacyjnych zapobiegają przypadkowym wzbudzeniom układu. Sygnał z wyjść komparatorów jest sumowany logicznie w bramce NOR US3A, typu 4001 i poprzez diodę D3 i kolejny układ R, C (R16, C12) jest podawany na inwerter US3B. Bramki US3C i US3D są połączone równolegle i stanowią bufor prądowy pomiędzy wyjściem bramki a tranzystorem T2. Jako zasilacz zastosowano stabilizator scalony US2. Kondensatory C10 i C11 filtrują napięcie zasilające na wejściu i na wyjściu stabilizatora.

Montaż i uruchomienie

Rysunek ścieżek płytki drukowanej znajduje się na wkładce.

Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej przedstawiono na rys. 5. Przed rozpoczęciem montażu należy przeanalizować dokładnie obydwie rysunki (Uwaga: fotografia na pierwszej stronie artykułu przedstawia inny model urządzenia, o identycznym schemacie elektrycznym, lecz nieco innym rozmieszczeniu elementów).

Montaż powinien przebiegać podobnie jak dla większości układów. Rozpocząć należy od zamontowania rezystorów i diod impulsowych. Kondensatory elektrolityczne i ceramiczne (należy stosować elementy o dobrych, stabilnych parametrach w funkcji temperatury) montujemy w dalszej kolejności. Układy scalone i detektor T1 należy zostawić na koniec - mogłyby one ulec uszko-



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce czujki

dzeniu od ładunku elektrostatycznego. Uwaga ta nie dotyczy układów US1 i US2 gdyż są to układy bipolarne. Przy montażu T1 i US3 należy zachować maksymalną ostrożność. T1 nie posiada zabezpieczenia diodowego elektrod wejściowych i może łatwo ulec uszkodzeniu. Warto zwrócić uwagę na ten element, gdyż jego cena wynosi ok. 6-10DM.

Ostatnią czynnością montażową jest wlutowanie łączówek ARK (z zaciskiem śrubowym) i ekranu elektromagnetycznego.

Uruchomienie należy rozpocząć od kontroli napięcia wyjściowego stabilizatora US2. Powinno ono wynosić z dużą dokładnością (ok. 5%) 5V. Jeżeli uzyskamy inną wartość, należy poszukać przyczyny - może nią być zwarcie lub odwrotne wlutowanie stabilizatora. Jeżeli napięcie zasilania ma prawidłową wartość, a układ nie działa prawidłowo, to należy sprawdzić wartości napięć w pozostałych punktach urządzenia. Dla uproszczenia analizy na schemacie zaznaczono punkty pomiarowe (oznaczone literami), a w tab. 1 wartości napięcia odpowiadające poszczególnym punktom.

Jeżeli wartości napięć pokrywają się z zamieszczonymi w tab. 1 lub różnią się o ok. $\pm 10\%$, to przyczyny niepoprawnej pracy układu należy szukać w części cyfrowej czujki - tzn. w otoczeniu układu US3. W celu ułatwienia analizy działania tej części czujki na rys. 6 przedsta-

Tab. 1. Wartości napięcia w charakterystycznych punktach

Punkt	Wartość napięcia [V]
A	4,7
B	0,84
C	0,84
D	2,0
E	2,5
F	2
G	1,6

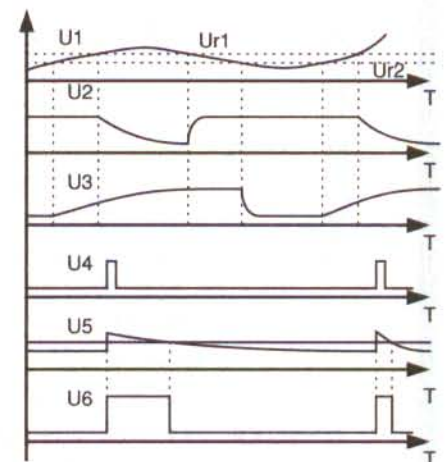
wiono przebiegi charakterystyczne dla różnych faz pracy układu.

Pozostałe czynności konieczne przy uruchamianiu to kontrola odporności czujki na zakłócenia radiowe, a zwłaszcza na CB-radio, ostatnio dość popularne i mogące powodować znaczne zakłócenia w pracy systemu alarmowego. W wypadku występowania wzbudzeń czujki można spróbować zwiększyć wartości pojemności kondensatorów C1, C6, C7. Drugą możliwością jest „szczelniejsze” obudowanie wzmacniacza ekranem metalowym. W modelowym egzemplarzu tego typu problemy nie występowały przy podanych w wykazie wartościach elementów.

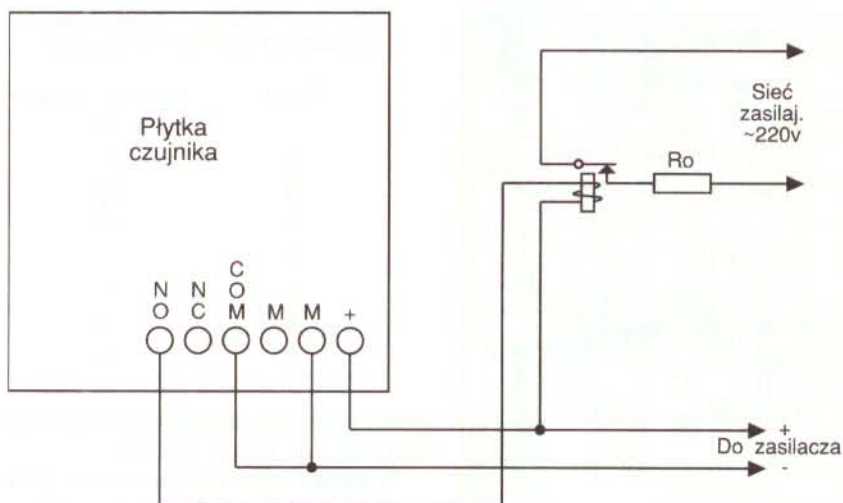
Uwagi końcowe

Jedną z najważniejszych uwag dla uruchamiających tę czujkę jest konieczność wyposażenia stopnia wejściowego detektora w ekran pól elektromagnetycznych. Można go wykonać z dowolnej blachy o grubości ok. 0,2mm - jedynym warunkiem jest, aby dała się ona lutować.

Wartości elementów powinny być utrzymane w granicach ok. 5%. Bardzo ważne jest aby były one



Rys. 6. Przebiegi w charakterystycznych punktach układu



Rys. 7. Włacznik oświetlenia wykonany na bazie detektora PID

stabilne w możliwie szerokim zakresie temperatur. Kondensatory elektrolityczne powinny mieć małą upływność - w związku z tym najlepsze byłyby kondensatory tantalowe.

Jeżeli czujka będzie pracowała w obszarach, gdzie występuje duży poziom zakłóceń elektromagnetycznych, zalecana jest pewna modyfikacja płytki drukowanej - należy ją wykonać jako dwustronną, bez metalizacji, przy czym strona lutownia pozostaje taka jak na rysunku (wkładka), natomiast strona elementów jest cała pokryta miedzią (najlepiej pocynowaną), z wyjątkiem otworów do przewlekania końcówek podzespół. Uzyskany w ten sposób dodat-

kowy ekran zmniejszy ryzyko wystąpienia zakłóceń.

Model takiego wariantu konstrukcji czujki przedstawia fotografia na pierwszej stronie artykułu.

Czujkę w podstawowej wersji można stosować w systemach alarmowych jako detektor ruchu. Istnieje ponadto możliwość jej wykorzystania jako automatycznego włącznika oświetlenia, który działa po wykryciu poruszającego się obiektu (osoby) i bez dodatkowego sterowania powoduje oświetlenie terenu - np. schodów czy też wejścia domu. Niezbędne modyfikacje układu zamieszczono na rys. 7.

AVT, Piotr Zbysiński

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 47k Ω
 R2, R4, R8: 22k Ω
 R3, R7: 1M Ω
 R5: 6,8k Ω
 R6: 100k Ω
 R9: 15k Ω
 R10, R11: 2,4k Ω
 R12, R17: 10k Ω
 R13, R16: 120k Ω
 R14: 5,1k Ω
 R15: 1,8M Ω

Kondensatory

C1: 10nF
 C2, C4, C10: 47 μ F
 C3: 220 μ F
 C5, C11: 100 μ F
 C6, C7: 15nF
 C8, C12: 10 μ F
 C9: 1 μ F

Półprzewodniki

D1, D2, D3: 1N4148
 T1: LH954
 T2: BC557

Układy scalone

US1: LM324
 US2: LM78L05
 US3: 4001

Różne

Prz1: miniaturowy