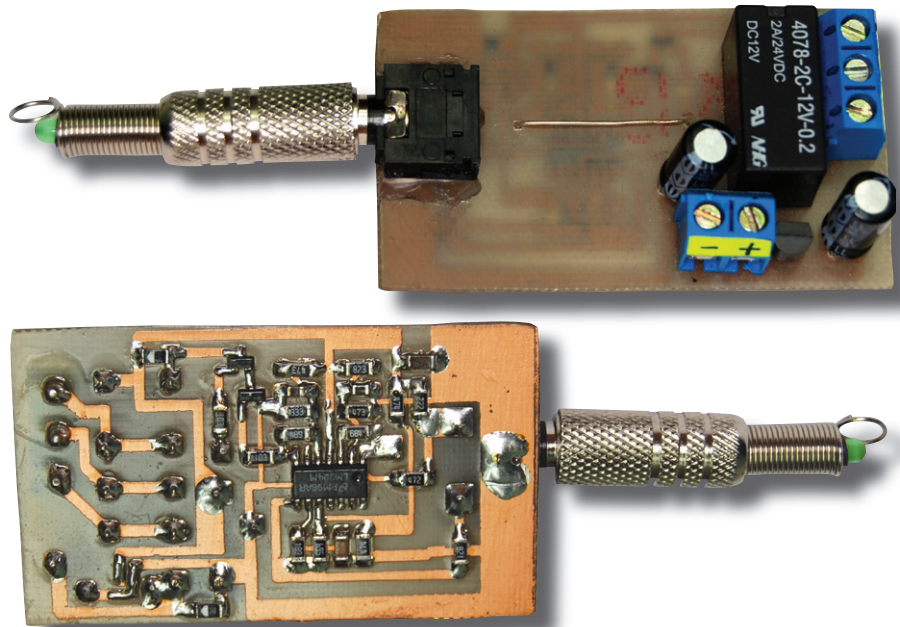


# Analogowy zamek szyfrowy

Kiedyś kolega poprosił mnie o zaprojektowanie układu, który w prosty sposób stanowiłby kontrolę dostępu. Układ ponadto miał mieć niewielkie rozmiary i jak najmniejszy koszt wykonania. Dzisiaj trudno sobie wyobrazić takie rozwiązanie bez zastosowania mikrokontrolera – a jednak. Przedstawiony układ można zastosować np. w samochodzie jako układ odcinający zapłon w przypadku braku właściwego klucza.

Projekt  
173

Dodatkowe  
materiały na CD



Układ zbudowany jest w oparciu o diodę Zenera i można stosować w nim tyle „kodów” ile dostępnych jest w szeregu napięć diod Zenera. Zasada działania jest banalna: układ mierzy napięcie na diodzie Zenera i włącza przełącznik (wolny dostęp), jeśli napięcie zmierzone jest zgodne z ustalonym. „Kluczem” umożliwiającym odblokowanie układu jest więc dioda Zenera – trudno wyobrazić sobie tańsze rozwiązanie. Może nie jest to kod nie do złamania, ale na pewno stanowi to barierę nie do pokonania przez laików.

Schemat ideowy pokazano na **rys. 1**. Układ pomiarowy zbudowano przy użyciu dwóch komparatorów napięcia: IC1 1/4 oraz IC2 2/4. Pierwszy sygnalizuje logiczną „1”, gdy napięcie mierzone jest mniejsze od zaprogramowanego, a drugi, gdy napięcie mierzone jest większe od zaprogramowanego. Mnożąc logicznie oba te warunki otrzymujemy logiczną „1” tylko wówczas, jeżeli napięcie mierzone znajduje się w ustalonym przedziale.

Napięcia ustala się poprzez dobór rezystancji dzielników napięć R1, R5 oraz R2, R6. Jeśli przez  $U_a$  oznaczymy napięcie dolne przedziału, a przez  $U_b$  górne, to:

$$U_a = 12 V R1 / (R1 + R5) \text{ (zgodnie ze schematem to } 4,37 V \text{)}$$

$$U_b = 12 V R2 / (R2 + R6) \text{ (zgodnie ze schematem to } 4,9 V \text{)}$$

Elementom ze schematu odpowiada dioda Zenera o napięciu 4,7 V.

Zakres  $U_a \dots U_b$  jest obszarem akceptacji kodu przez układ. Iloczyn stanów wyjść komparatorów wykonywany jest „na drucie”, dzięki szeregowemu połączeniu tranzystorów T1 i T2.

Po umieszczeniu klucza w gnieździe zaczyna pulsować dioda LED umieszczona w kluczu. Diodą steruje generator zbudowany na bazie wzmacniacza operacyjnego IC1 3/4. Częstotliwość pracy generatora to około 2,5 Hz.

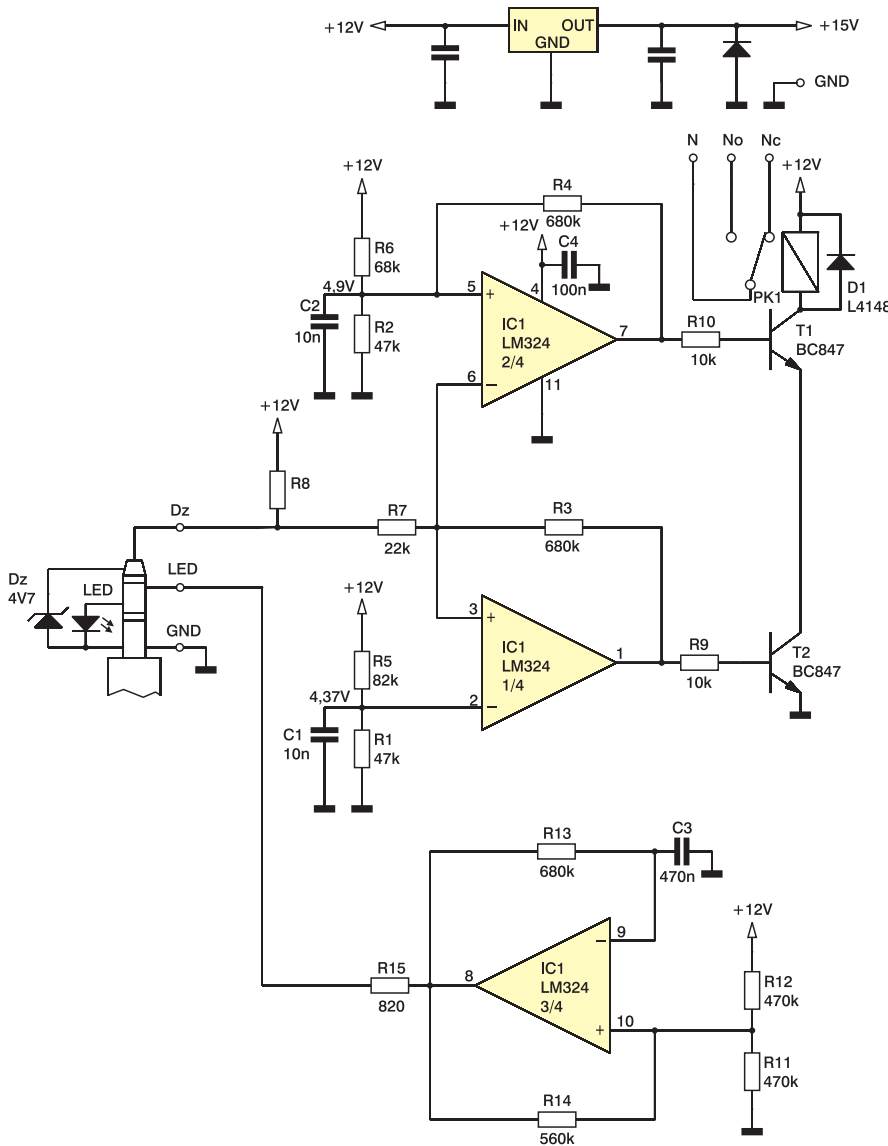
## Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 60×36 mm. W celu uzyskania jak najmniejszych gabarytów układu zastosowano elementy SMD. Wykonanie płytki pod elementy SMD nie stanowi problemu przy zastosowaniu metody „żelazkowej” opisywanej już na łamach EP. Projekt płytki umieszczono na płycie CD.

Montaż należy zacząć od układu scalonego LM324D, następnie pozostałych elementów smd. Później należy przyłutować zworę i pozostałe elementy przewlekane.

Klucz wykonano w metalowej obudowie wtyku stereofonicznego mini jack, co gwarantuje jego trwałość. Odginając jedno oczko sprężynki można w wygodny sposób przypinać klucz do pęku innych używanych kluczy. Aby utrudnić kopiowanie można skleić klucz smarując klejem przed skręceniem wewnątrz i gwint wtyczki jack. Próba rozkręcenia powinna skończyć się pokruszeniem szklanej obudowy diody Zenera.

Układ po zmontowaniu nie wymaga żadnych regulacji i od razu powinien działać poprawnie. W razie problemów najpierw należy sprawdzić napięcie zasilania, które (IC2) być równe 12 V. Następnie należy zmierzyć napięcie na nóżce 2 układu IC1 – powinno być równe ok. 4,37 V oraz napięcie na nóżce 5 IC1, które powinno być równe ok. 4,9 V.



Rys. 1.

Po włożeniu klucza do gniazda napięcie w punkcie Dz być równe około 4,7 V. Wówczas na wyprowadzeniach nr 1 i 7 IC1 powinno być napięcie około 11 V i przełącznik Pk1 powinien być załączony.

„Kod” układu można zmienić poprzez zmianę wartości rezystorów R1, R2, R5, R6, R8 oraz zmianę diody Zenera w kluczu. War-

tości elementów dla poszczególnych diod Zenera pokazano w tab. 1.

Jeżeli chcemy zasilać układ napięciem niższym niż 15 V, np. w aucie, należy zmienić stabilizator napięcia IC2 np. na 5 V (LM78L05), diodę zenera na np. 3,3 V i przeliczyć jeszcze raz wartości rezystancji R1, R5 (R5=33 kΩ) tak aby napięcie Ua < Udz, rezy-

Dioda Zenera [V]	R6 [kΩ]	R2 [kΩ]	Napięcie Ub [V]	R5 [kΩ]	R1 [kΩ]	Napięcie Ua [V]	R8 [kΩ]
2,7	47	15	2,9	47	12	2,44	2,7
3,3	82	33	3,44	47	15	2,9	2,7
3,6	47	22	3,82	82	33	3,44	2,2
3,9	75	39	4,1	75	33	3,66	2,2
4,3	75	47	4,62	75	39	4,1	2,2
4,7	68	47	4,9	82	47	4,37	2,2
5,1	75	62	4,43	68	47	4,9	1,2
5,6	68	62	3,72	75	62	5,43	1,8
6,2	68	82	6,56	68	62	5,72	1,8
6,8	47	75	7,38	68	82	6,56	1,5
7,5	39	75	7,9	47	75	7,38	1,2
8,2	33	82	8,56	39	75	7,9	1,1
9,1	22	82	9,46	33	82	8,56	0,82
10	12	82	10,47	22	82	9,46	0,56

**WYKAZ ELEMENTÓW:**

**Rezystory (SMD, 1206)**

- R1, R2: 47 kΩ
- R3, R4: 680 kΩ
- R5: 82 kΩ
- R6: 68 kΩ
- R7: 22 kΩ
- R8: 2,2 kΩ
- R9, R10: 10 kΩ
- R11, R12: 470 kΩ
- R13: 680 kΩ
- R14: 560 kΩ
- R15: 820 Ω

**Kondensatory (SMD 1206)**

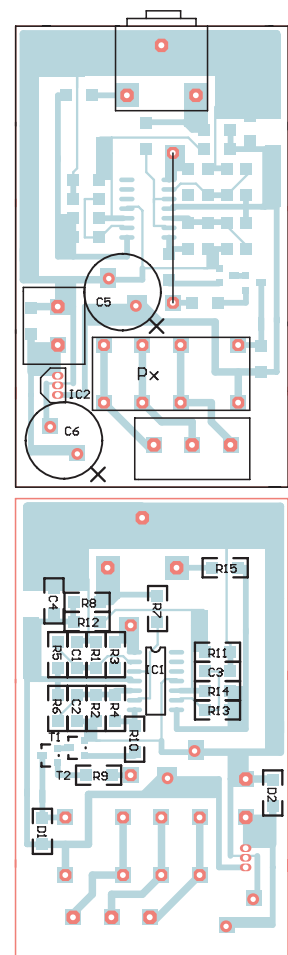
- C1, C2: 10 nF
- C3: 470 nF
- C4: 100 nF
- C5: 100 μ/35 V

**Półprzewodniki**

- IC1: LM324D (SO-14)
- IC2: LM78L12
- T1, T2: BC817
- D1, D2: L4148
- Dz: BZX611C4V7
- LED: Zielona dioda LED 3 mm
- Inne
- PK1: 4078-2C-12V lub podobny wtyk – mini jack stereo + gniazdo

stacji R2, R6 (R2=150 kΩ) tak aby napięcie  $U_b > U_{dz}$  oraz R8 (0,51 kΩ) aby uzyskać znamionowe napięcie diody Zenera. Przy obniżeniu napięcia zasilania należy pamiętać o zmianie przełącznika, aby jego cewka była przystosowana na wybrane napięcie.

Grzegorz Mazur



Rys. 2.

