

ELEKTRONICZNY „MLECZARZ”

W technice konstruowania układów elektronicznych cyfrowych bardzo ważną rolę odgrywają przerzutniki mające dwa stabilne stany na wyjściu. Oznacza to, że wyjście może przyjmować wartość zera logicznego (stan niski) lub jedynki logicznej (stan wysoki). Przerzutnik taki może zatem pełnić funkcję elementu pamięciowego. Najprostszym elementem pamięciowym jest przerzutnik zbudowany z dwóch bramek NAND (rys. 1). Jak widać ma on dwa wejścia: wejście ustawiające S (ang. „set”) i zerujące R (ang. „reset”), dlatego też jest on nazywany przerzutnikiem R-S. Ponieważ jest zbudowany z bramek NAND, ustawianie i zerowanie następuje przez podanie sygnału (zero) na odpowiednie wejście.

Zasadę pracy przerzutnika R-S można wyjaśnić za pomocą tzw. tabeli wartości.

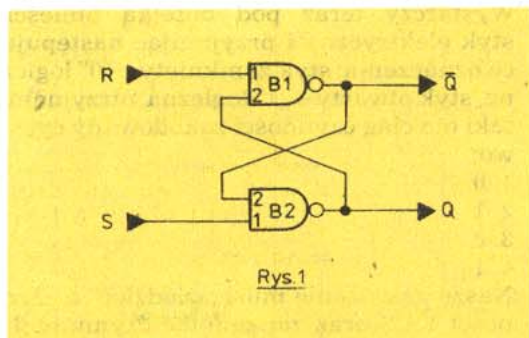
Tabela wartości

R	S	Q	\bar{Q}
0	0	stan niestabilny	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	q	\bar{q}

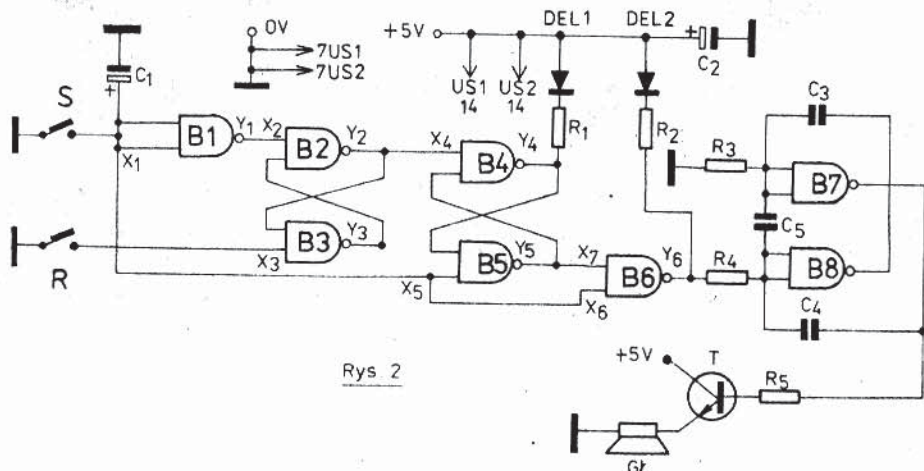
W kolumnach R i S podane są stany logiczne, jakie mogą występować na wejściach, a w kolumnach Q i \bar{Q} (\bar{Q} zanegowane) stany wyjściowe, które wynikają bezpośrednio z zasady pracy bramki NAND. Tak więc jeśli na wejściu S panuje poziom

wysoki a na R niski, to wyjście Q ma poziom niski i taki sam przykładowy jest na drugie wejście bramki B1. Na obydwu wejściach bramki B1 jest więc „0” logiczne. Taka sytuacja „gwarantuje”, że jeśli usuniemy stan „0” z wejścia R, to układ pozostanie nadal w stanie równowagi i stan wyjść nie ulegnie zmianie. Będzie to sytuacja, którą opisuje druga linijka tabeli. (Litera q reprezentuje poprzedni stan wyjścia). Również ponowne przyłożenie do wejścia R „0” nic nie zmieni. Możemy więc powiedzieć, że nasz przerzutnik „zapamiętał” określony stan wyjść. Dopiero podanie „0” na wejście S zmieni stany wyjść Q i \bar{Q} na przeciwne i znowu sytuacja z „zapamiętaniem” się powtórzy.

Dysponując opisaną powyżej elementarną „komórką pamięci” możemy jak z cegiełek układać dowolne konstrukcje funkcjonalne, pracujące w systemie cyfrowym, tam posługujące się tylko dwoma sygnałami: niskim – „0” ($U \leq 0,4V$) i wysokim – „1” ($U \geq 2,4V$). Zespoły wielu tysięcy takich „komórek” tworzą tzw. pamięć statyczną stosowaną np. w komputerach. Po



Rys.1



Rys 2

tym nieodzownym dla zrozumienia zasady działania przerzutników wstępie, proponujemy zapoznanie się z przykładem praktycznego wykorzystania poznanego cyfrowego elementu pamięciowego.

W dalszej części artykułu opisany został prosty układ elektroniczny, mający za zadanie informowanie i sygnalizowanie co dzieje się z ... butelką od mleka pozostawioną za drzwiami. Problem jest błahy, ale chodzi przecież o wykazanie jakie pożyteczne funkcje może wykonywać prosty cyfrowy układ scalony. Cały przyrząd może oczywiście służyć zupełnie innym celom o ile wymagać się będzie od niego spełnienia podobnych czynności.

Na wstępie rozważmy, co dzieje się z butelką za drzwiami. Czynności będą następujące:

1. stawiamy pustą butelkę,
 2. mleczarz podnosi pustą butelkę,
 3. mleczarz stawia pełną butelkę,
 4. butelkę podnosi właściciel lub złodziej.
- Wystarczy teraz pod butelką umieścić styk elektryczny i przyjmując następujące oznaczenia: styk zamknięty – „0” logiczne, styk otwarty – „1” logiczna, otrzymamy taki oto ciąg czynności zakodowany cyfrowo:

1. 0
2. 1
3. 0
4. 1

Nasze urządzenie musi „wiedzieć” o czynności 1 i 2 oraz zapamiętać czynność 3 i 4.

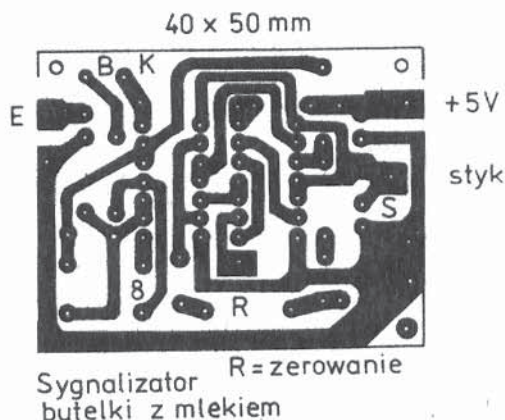
Znając zasadę działania przerzutnika R-S widzimy, że potrzebne będą dwa przerzutniki. Jeden z nich ujawni bowiem czynności 1 i 2 i przekaże o tym informację do drugiego, który z kolei zapamięta czynności 3 i 4.

Schemat ideowy omawianego urządzenia przedstawiony został na rys. 2. Pierwszy przerzutnik zbudowany jest z bramek B2 i B3, a drugi z bramek B4 i B5. Bramka B1 jest elementem pośrednim pomiędzy stykiem czujnika, a wejściem pierwszego przerzutnika, dostarczając do wejścia X₂ zawsze odwrócony sygnał. Znaczy to, że jeśli styk S jest zwarty, to wejście X₂ ma poziom „1” i odwrotnie. Bramka B6 stanowi ważny węzeł układu, gdyż określa moment wykonywania czynności 4. Wtedy bowiem na wejściu X₆ i X₇ jest „1”, a więc na wyjściu Y₆ oczywiście „0”. Ten niski poziom powoduje włączenie diody elektroluminescencyjnej DEL2 (poprzez rezystor ograniczający R₂) oraz zadziałanie multiwibratora alarmowego zbudowanego z bramek B7 i B8. Sygnał alarmowy steruje przez rezystor R₅ bazę tranzystora T. W obwodzie emiterowym znajduje się głośnik odtwarzający sygnał alarmowy. Częstotliwość tego sygnału można zmienić stosując inne pojemności kondensatorów C₃ i C₄, lub zmieniając wartość rezystorów R₃ i R₄ (np. zwiększenie wartości tych elementów powoduje obniżenie częstotliwości sygnału). Nie należy jednak zmniejszać rezystorów poniżej 1 kiloma-

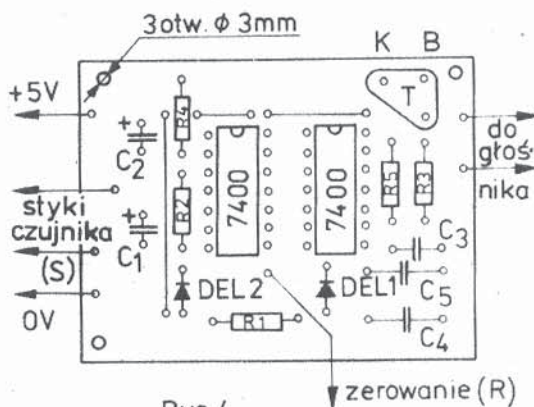
Dla lepszego zrozumienia współdziałania przerytników, a jednocześnie aby nie zanudzać czytelników długim opisem, poniżej zamieszczamy tabelę stanów logicznych panujących na ważniejszych wejściach i wyjściach bramek. Przyjęte symbole oznaczają odpowiednio: Z - styk zamknięty, O - styk otwarty (nie mylić ze stanem niskim - \emptyset), Y - wyjście, X - wejście. Analizując tę tabelkę dochodzimy do wniosku, że diodę czerwoną można dołączyć np. do wyjścia Y₁, a wtedy będzie sygnalizować każde rozłączenie styków czujnika.

Układ elektroniczny całego urządzenia (z wyjątkiem zasilacza) zmontowany jest na płytce drukowanej o wymiarach 40 × 50 mm. Schemat połączeń płytki widać na rys. 3. Rys. 4 pokazuje rozmieszczenie elementów na płycie oraz końcówki do podłączeń z zewnątrz. Jak widać z tego rysunku do płytki wystarczy dołączyć zasilanie, styk czujnika, włącznik zerowania oraz głośnik i urządzenie jest gotowe do pracy.

Konstrukcja czujnika może być zupełnie dowolna, pod warunkiem, że zostanie zapewniona poprawna praca styków. Styki powinny być odpowiednio sprężyste i charakteryzować się dobrym kontaktem elektrycznym. Można wykorzystać w tym celu styki z niepotrzebnych przełączników, wyłączników lub przekaźników albo wykonać je z blaszki kontaktowej zużytej baterii płaskiej. Na rys. 5 widać przekrój przykładowego czujnika wykonanego z drewna i składającego się z trzech podstawowych części: pierścienia zewnętrznego (1), pierścienia wewnętrznego (2), oraz podstawy (3). Pomiędzy pierścieniami znajduje się napięty materiał elastyczny



Rys. 3

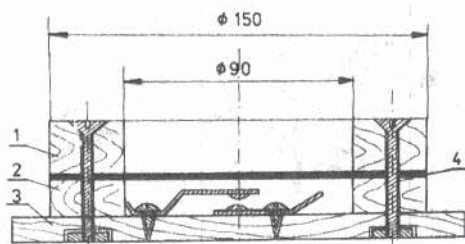


Rys. 4

(4) np. folia polietylenowa lub guma, stanowiąca osłonę styków przed korozją i zanieczyszczeniem. Wszystkie trzy części można połączyć ze sobą trzema lub czterema wkrętami, albo skleić butaprenem.

Czujnik połączony jest z układem elektronicznym przewodem dwużyłowym o długości nawet kilkunastu metrów. Kon-

Czynność	Styki		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₇	Uwagi				Prąd zasilania [mA]
	S	R	X ₅ X ₆	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆			
↓ 1	Z	0	\emptyset	1	1	1	\emptyset	\emptyset	1	1	Świeci dioda zielona DEL1	40
Zerowanie	Z	Z	\emptyset	1	\emptyset	\emptyset	1	1	1	1	Gaśnie dioda zielona	25
↑ 2	0	0	1	\emptyset	1	1	\emptyset	1	\emptyset	1	—	30
↓ 3	Z	0	\emptyset	1	1	1	\emptyset	\emptyset	1	1	Świeci dioda zielona	40
↑ 4	0	0	1	\emptyset	1	1	\emptyset	\emptyset	1	\emptyset	Świeci dioda zielona Świeci dioda czerwona DEL2	70



Rys 5

densator C_1 połączony równolegle do styku S przeciwdziała pojawieniu się fałszywych impulsów na skutek wadliwego działania kontaktu.

Po zmontowaniu płytki można wypróbować jej działanie. W tym celu podłączamy do niej głośnik i zasilanie. W obwód zasilania można włączyć miliamperomierz. Wejście czujnika zwieramy do masy cztery razy, obserwując diody i prąd. Działanie układu powinno być zgodne z opisem zawartym w tabelce.

Urządzenie może być zasilane z dowolnego prostownika sieciowego dającego napięcie stabilizowane od 4,75 do 5,25 V (np. wg opisu z nr 2/1980 „MT”). Sygnał akustyczny nie jest konieczny dla prawidłowej pracy układu i może być wyłączony przez przerwanie obwodu głośnika. Jeżeli elektroniczny „mleczarz” ma stale pracować „cicho” to nie wluwujemy do płytki elementów: R_3 , R_4 , R_5 , C_3 , C_4 , C_5 , T. W tym przypadku pobór prądu jest mniejszy i można próbować zasilać urządzenie z baterii płaskiej 4,5 V.

Jacek Sawicki

Spis elementów

US1	: UCY 7400 (B4, B5, B7, B8).
US2	: UCY 7400 (B1, B2, B3, B6).
T	: BC211, BD 135.
DEL 1	: CQP432 lub CQP442 (zielona).
DEL2	: CQP441 lub CQP431 (czerwona).
C_1, C_2	: 4,7–10 μ F/10 V.
C_3, C_4	: 0,22 μ F/63 V.
C_5	: 47 nF/63 V.
R_1, R_2	: 130 omów /0,25 W.
R_3, R_4	: 2,2 kilooma /0,25 W.
R_5	: 1 kiloom /0,25 W.
GT	: GD 5/0,2 lub inny o $R \geq 8$ omów.