

AVT-765

Tester refleksu - kto szybszy

Tester dla dwóch graczy. Który z dwóch uczestników szybciej naciśnie przycisk po zaświeceniu diody LED? Zielona lampka wskaże zwycięzcę, mającego lepszy refleks. Układ bada czas reakcji na sygnał świetlny. Opcjonalnie można badać reakcję na sygnał dźwiękowy. Prosty układ zapewniający losowo zmienny czas oczekiwania. Zakres napięcia zasilania: 6...9V. Typowe zasilanie: bateria 9V. Pobór prądu (diody LED wygaszone) około 1mA. Pobór prądu (zaświecone dwie diody LED): ok. 12mA przy zasilaniu 9V.

w broszurze *Elektronika dla nieelektroników – Elementarz elektronika*, która została wydana przez AVT w roku 2006. Pomocą w montażu może też być trójwymiarowa **fotografia 3**, którą trzeba oglądać w okularach anaglifowych, jakie otrzymali w prezencie wszyscy prenumeratorzy EdW.

Układ prawidłowo zmontowany ze sprawnych elementów powinien od razu pracować i nie wymaga żadnego uruchamiania.

Zasadniczo układ można zasilać napięciem od 6V do 9V, a nawet do 15V, jednak najczęściej będzie zasilany napięciem 9V z baterii lub zasilacza. Niewielki pobór prądu pozwala na zasilanie z małego 9-woltowego bloczka 6F22. Gdy nie świeci żadna z diod LED, pobór prądu jest rzędu 1mA. Każda świecąca dioda zwiększa pobór prądu o 6...10mA, zależnie od napięcia zasilania.

Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Tester refleksu składa się z dwóch głównych bloków. Jeden zawiera dwa przerzutniki i służy do pokazywania za pomocą dwóch zielonych diod LED wyniku „kto szybszy?”. Drugi blok steruje pracą całości, daje sygnał startu i co istotne, zapewnia element przypadkowości.

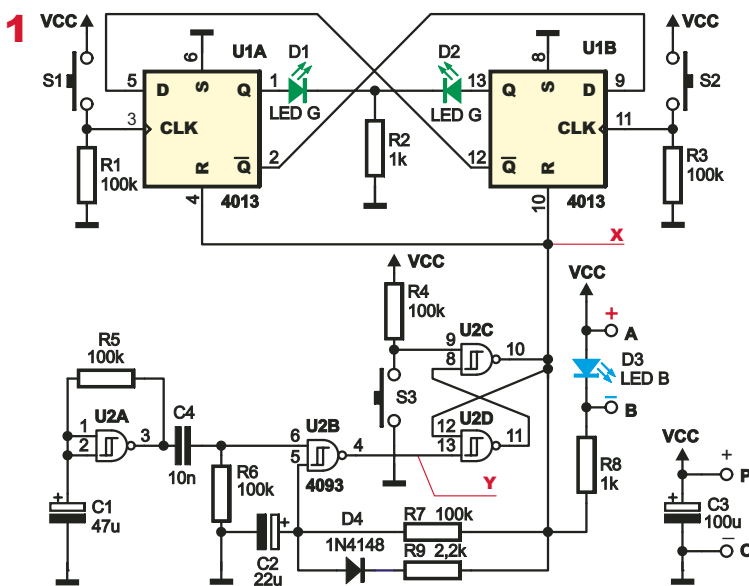
W spoczynku na głównym obwodzie sterującym, oznaczonym X, panuje stan wysoki, więc oba przerzutniki U1A i U1B na pewno są wyzerowane. Nie świeci żadna z zielonych diod D1, D2. Ponieważ stan wysoki z punktu X wymusza zerowanie przerzutników, nie da naciskanie w tym czasie przycisków S1, S2 – diody pozostaną wygaszone. Układ nie da się oszukać.

Pojawienie się stanu niskiego w punkcie X przede wszystkim spowoduje zaświecenie lampki D3.

Opisywany układ jest prostym testerem refleksu. Pozwala określić, który z dwóch uczestników ma lepszy refleks – kto po pojawieniu się bodźca świetlnego lub akustycznego szybciej naciśnie swój przycisk. Zwycięzcę wskaże zielona dioda LED.

W wersji podstawowej sygnałem startu dla uczestników jest zaświecenie żółtej lub niebieskiej diody LED. W prosty sposób można też wykorzystać bodziec akustyczny. Wystarczy zamiast diody LED, albo też równoległe do diody LED, dołączyć brzęczyk piezo z generatorem. Specjalnie w tym celu na płytce przewidziano dodatkowe otwory i punkty lutownicze.

Schemat i płytka drukowana pokazane są na rysunkach 1 i 2. Elementy warto montować w kolejności podanej w wykazie na końcu artykułu. Szereg cennych wskazówek praktycznych dotyczących identyfikacji elementów oraz ich lutowania zawartych jest



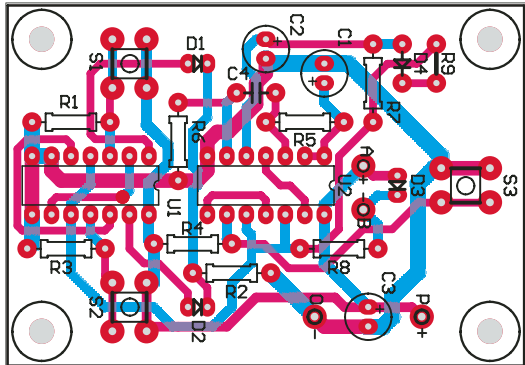
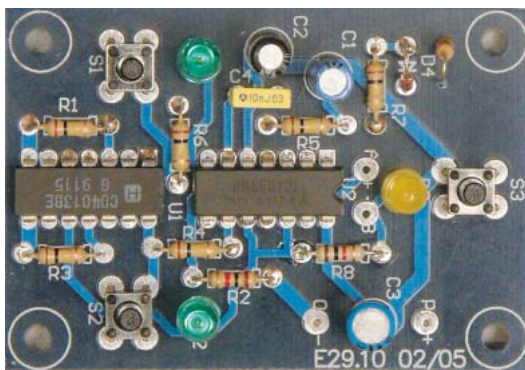
nie lampki D3. I to jest sygnał dla graczy, żeby każdy z nich jak najszybciej nacisnął swój przycisk (S1, S2). Stan niski w punkcie X nie wymusza już wtedy zerowania przerzutników, ale po zaświeceniu lampki D3 pozostają one w poprzednim stanie i lampki D1, D2 nie świecą. Na wejściach D obu przerzutników U1A, U1B

panuje stan wysoki, pobierany z wyjścia Q1 przerzutnika „przeciwnika”. W takiej sytuacji naciśnięcie jednego z przycisków S1, S2 spowoduje pojawienie się dodatniego zbocza na wejściu CL i wpisanie na wyjście Q1 stanu wysokiego (z wejścia D). Ten z graczy, który wcześniej naciśnie swój przycisk, zmieni więc stan swojego przerzutnika i zaświeci swoją lampkę. Na wyjściu Q1 „zwycięskiego” przerzutnika pojawi się więc stan wysoki, powodujący zaświecenie lampki (D1 lub D2), natomiast na jego zanegowanym wyjściu Q1 pojawi się stan niski. I ten stan niski podany na wejście D drugiego przerzutnika uniemożliwi konkurentowi zmianę swojego przerzutnika.

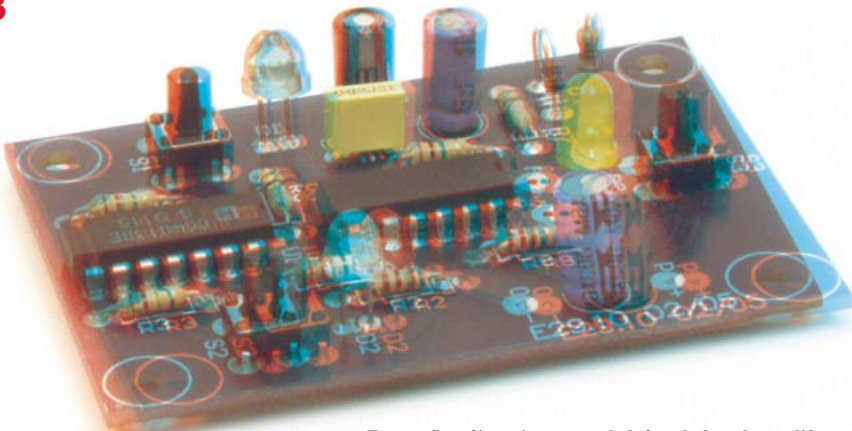
Teoretycznie jest możliwe, że uczestnicy naciśną przyciski idealnie w tym samym momencie – wtedy zaświecą obie zielone lampki i obwieszczą remis. Jednak szanse na taki remis są znikome, ponieważ czasy reakcji przerzutników są rzędu kilkunastu, najwyżej kilkudziesięciu nanosekund, czyli miliardowych części sekundy, natomiast przeciętny czas reakcji niewytrenowanego uczestnika to około 0,2 sekundy. Prawdopodobieństwo jednoczesnego naciśnięcia dwóch przycisków z dokładnością miliardowych części sekundy jest znikome.

Należy podkreślić, że układ jest odporny na oszukiwanie. Nic nie da naciskanie przycisku przed zaświeceniem diody D3, ponieważ wtedy oba przerzutniki U1A, U1B są skutecznie zerowane stanem wysokim z punktu X. Z kolei po zaświeceniu lampki D3 szybszy uczestnik konkursu, naciskając swój przycisk, zaświeca swoją lampkę i jednocześnie blokuje

2



3



Fotografia trójwymiarowa - oglądać w okularach anaglifikowych.
 Nieporównanie lepszy efekt: www.elportal.pl/3d

przerzutnik konkurenta, podając na jego wejście D stan niski.

Po rozstrzygnięciu konkursu będzie świecić się dioda D3 oraz jedna z lampek D1, D2. Jeśli żaden z przycisków S1, S2 nie zostanie naciśnięty, świecić się będzie tylko dioda D3.

Układ pozostałby w takim stanie na stałe. Aby przeprowadzić następną próbę reflexu, należy nacisnąć środkowy przycisk S3 umieszczony koło diody D3. Naciśnięcie tego przycisku wyzeruje przerzutnik RS, zbudowany na bramkach U2C, U2D. Przerzutnik ten reaguje na stan niski na nóżkach 9 i 13. Naciśnięcie przycisku S3 oznacza podanie stanu niskiego na nóżkę 9, co wymusi stan wysoki na nóżce 10, czyli w punkcie X. Na nóżkach 11 i 8 pojawi się stan niski, co spowoduje pozostanie przerzutnika U2C, U2D w takim stanie. W każdym razie naciśnięcie S3 powoduje wygaszenie świejących diod LED i rozpoczyna nowy cykl rozgrywek.

Po pewnym czasie zaświeci się dioda D3, dając zawodnikom sygnał do naciśnięcia przycisków S1, S2. Co ważne, czas zwłoki między naciśnięciem przycisku zerującego S3 a zaświeceniem diody D3 nie powinien być zawsze taki sam. Powinien za każdym razem być inny, by zawodnicy nie mogli przyzwyczaić się do jednakowego czasu zwłoki.

W prezentowanym układzie zastosowany jest prosty sposób losowej zmiany czasu opóźnienia. Kluczową rolę odgrywa tutaj generator z bramką U2A. Każdy cykl pracy tego generatora powoduje wystąpienie na rezystorze R6 krótkiego dodatniego impulsu. Generator U2A cały czas pracuje, a tym samym czas między naciśnięciem przycisku S3 a pojawieniem się na R6 dodatniego impulsu jest przypadkowy i zmienia się w zakresie od zera do jednego okresu generatora U2A. Nie byłoby jednak dobrze, gdyby lampka D3 zaświeciła się tuż po naciśnięciu

S3. Problem w tym, że zapewne przycisk S3 naciśnie jeden z uczestników i gdyby dioda D3 zaświeciła się niemal natychmiast, oznaczałoby to nierówne szanse uczestników. Nie tylko z tego względu trzeba zwiększyć czas opóźnienia, żeby nie mógł on być bliski zera. Realizuje to dodatkowo obwód z elementami C2, R7, R9, D4. Mianowicie gdy w punkcie X pojawi się stan niski i gdy zaświeci się dioda D3, kondensator C2 szybko rozładuje się przez D4 i R9. Jeśli zostanie naciśnięty przycisk S3, to stan wysoki w punkcie X spowoduje powolne ładowanie C2 przez rezystor R7. I właśnie stała czasowa R7C2 określa minimalny czas opóźnienia. Gdy na kondensatorze C1 napięcie jest niskie, impulsy z rezystora R6 nie powodują reakcji bramki U2B, ponieważ na jej nóżce 5 panuje stan niski. Przez prawie cały czas na wyjściu bramki U2B panuje stan wysoki. Dopiero gdy napięcie na C2 i na nóżce 5 wzrośnie powyżej progu przełączania bramki, najbliższy dodatni impuls z R6 spowoduje reakcję bramki U2B, czyli pojawienie się na nóżkach 4, 13 (w punkcie Y) krótkiego impulsu ujemnego, który powoduje zmianę stanu przerzutnika U2C, U2D – pojawienie się stanu niskiego w punkcie X i zaświecenie D3.

Warto dodać, że rezystor R9 jest niezbędny – bez niego krótki impuls w punkcie Y nie jest w stanie zmienić stanu przerzutnika U2C, U2D, ponieważ ograniczona wydajność prądowa bramki U2C nie może tak szybko rozładować C2.

A oto inny szczegół: dociekliwi Czytelnicy wiedzą, że naciśnięcie przycisku S1 czy S2, zamiast „ładkiego” narastającego zbocza na wejściu zegarowym D, może dać „paczkę śmieci”. Dlatego być może będą się zastanawiać nad brakiem obwodów odłączających przy przyciskach S1, S2. Otóż w tym przypadku takie obwody odłączające celowo zostały pominięte, ponieważ „paczka śmieci” nie jest w tym wypadku żadnym problemem. Okres drgań styków i takich „śmieci” jest rzędu milisekundy lub więcej. Tymczasem czas reakcji przerzutnika jest około 10 tysięcy razy krótszy.

W efekcie nawet gdyby na wejściu D pojawiła się „paczka śmieci”, przerzutnik szybciej zareaguje na pierwsze narastające zbocze i błyskawicznie zmieni stan wyjść. Ani przychodzące potem „śmieci” z tego samego przycisku, ani przebiegi z drugiego przycisku nie są w stanie zmienić stanu przerzutników U1A, U1B. Brak obwodów kształtowania sygnału zegarowego nie jest więc w tym przypadku żadnym błędem. Wprost przeciwnie, takie obwody skomplikowałyby układ, a może nawet wprowadziłyby niejednakowe opóźnienia reakcji obu przycisków, co nie byłoby sprawiedliwe dla uczestników.

Dociekliwi Czytelnicy zauważą też inne nietypowe rozwiązanie – wspólny rezystor ograniczający prąd diod D1, D2. Takie rozwiązanie powoduje, że po zaświeceniu jednej diody na drugiej pojawia się dość duże napięcie wsteczne. W przypadku zasilania napięciem 9V nie stanowi to żadnego problemu z uwagi na spadek napięcia na diodzie LED i wewnętrznej oporności wyjścia Q przerzutnika. Według katalogu diody LED mają dopuszczalne napięcie wsteczne co najmniej 5V.

Wykaz elementów (w kolejności lutowania)

1	<input checked="" type="checkbox"/>	R1 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
2	<input type="checkbox"/>	R3 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
3	<input type="checkbox"/>	R4 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
4	<input type="checkbox"/>	R5 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
5	<input type="checkbox"/>	R6 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
6	<input type="checkbox"/>	R7 – 100kΩ (brąz.-czar.-żółty-złoty)
7	<input type="checkbox"/>	R2 – 1kΩ (brąz.-czar.-czerw.-złoty)
8	<input type="checkbox"/>	R8 – 1kΩ (brąz.-czar.-czerw.-złoty)
9	<input type="checkbox"/>	podstawka 14-pin pod U1
10	<input type="checkbox"/>	podstawka 14-pin pod U2
11	<input type="checkbox"/>	C4 – 10nF (może być oznaczony 103)
12	<input type="checkbox"/>	D4 – 1N4148
13	<input type="checkbox"/>	R9 – 2,2kΩ (czerw.-czerw.-czerw.-złoty)
14	<input type="checkbox"/>	S1 – przycisk (uswitch)
15	<input type="checkbox"/>	S2 – przycisk (uswitch)
16	<input type="checkbox"/>	S3 – przycisk (uswitch)
17	<input type="checkbox"/>	C2 – 22uF/16V
18	<input type="checkbox"/>	C1 – 47uF/16V
19	<input type="checkbox"/>	C3 – 100uF/16V
20	<input type="checkbox"/>	D1 – LED 3 lub 5mm, zielona
21	<input type="checkbox"/>	D2 – LED 3 lub 5mm, zielona
22	<input type="checkbox"/>	D3 – LED 3 lub 5mm, niebieska lub żółta
23	<input type="checkbox"/>	złączka baterii (kijanka) – do punktów P, O
24	<input type="checkbox"/>	włożyć do podstawki U1 – CMOS 4013
25	<input type="checkbox"/>	włożyć do podstawki U2 – CMOS 4093

Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-765.

Praktyka pokazuje, że wytrzymują one dużo więcej. Model był sprawdzany także przy zasilaniu 12V i pobierał wtedy około 18mA przy zaświeceniu dwóch diod LED.

Możliwości zmian

Przed wszystkim można dowolnie zmieniać kolory diod LED.

Kto chciałby sprawdzić refleks przy sygnale akustycznym, może dołączyć 12-woltowy brzęczyk piezo z generatorem do specjalnie w tym celu dodanych punktów A, B. Diodę D3 można pozostawić i taki dodatkowy brzęczyk może być odłączany przełącznikiem. Można też usunąć diodę D3, co da dużo wyższą głośność brzęczyka.

Kto chce, może w szerokim zakresie zmieniać wartość elementów C1, R5 oraz C2, R7 (4,7uF...470uF, 10kΩ...470kΩ). Kto chciałby, by czas opóźnienia zmienił się w szerokim zakresie, może zwiększyć stałą czasową C1R5 i zmniejszyć C2R7. Jeśli z kolei ktoś chciałby, żeby czas opóźnienia zmienił się niewiele, to ustawił pożądaną czas za pomocą C2R7 i zmniejszy C1R5.

Piotr Górecki

R E K L A M A