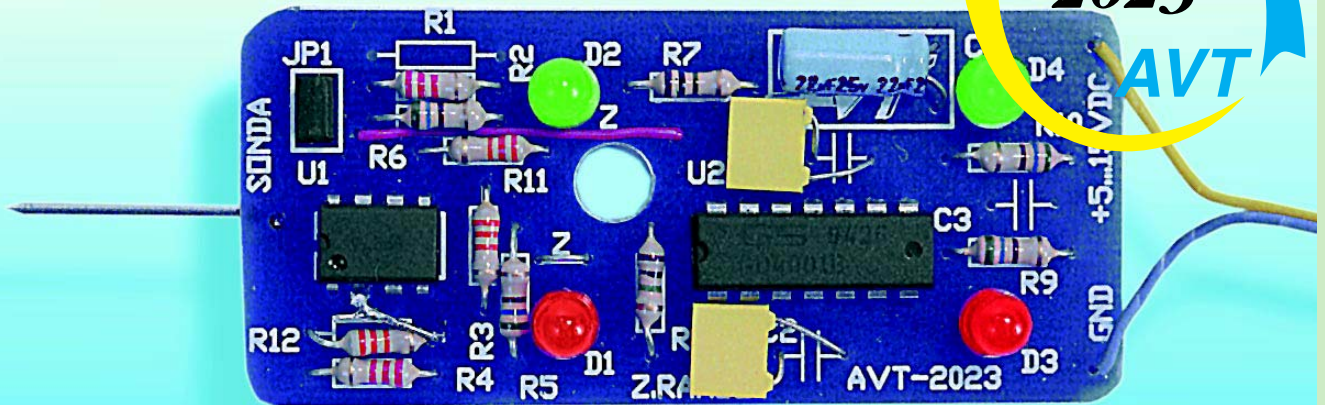


Próbnik stanów logicznych CMOS-TTL

kit
2023

AVT



Do czego to służy?

Jednym z podstawowych przyrządów w pracowni elektronika zajmującego się piękną techniką cyfrową jest niewątpliwie próbnik stanów logicznych. Jak bowiem wiadomo, napięcie występujące na wyjściach i wejściach układów cyfrowych najczęściej nas nie interesuje, a ważny jest jedynie ich stan logiczny: wysoki (1) lub niski (0). Kolejną funkcją spełnianą przez dobry próbnik stanów logicznych jest wykrywanie pojedynczych krótkich impulsów, które pojawiają się w badanym układzie. Impulsy takie są niekiedy tak krótkie, że wykrycie ich za pomocą dołączonego do badanego układu miernika jest niemożliwe. Takie krótkie impulsy mogą być generowane nie tylko zgodnie z zamiarami konstruktora, ale także

mogą powstawać na skutek błędu projektowego lub montażowego i ich zlokalizowanie może być sprawą bardzo ważną.

Próbniki stanów logicznych były wielokrotnie opisywane w literaturze przeznaczonej dla elektroników, w tym także w EP i EdW. Były to jednak zawsze próbniki dostosowane do badania układów TTL.

Opisywane wielokrotnie próbniki TTL nie nadają się do pracy z układami CMOS. Powody tego są następujące:

1. Układy TTL pracują jedynie przy napięciu 5V, a CMOS działają poprawnie od napięcia 3V (niekiedy nawet mniejszego) do różnie podawanego przez producentów napięcia maksymalnego - 15...22V. Tak więc próbnik zasilany wyłącznie napięciem 5V w wielu przypadkach okaże się nieprzydatny.

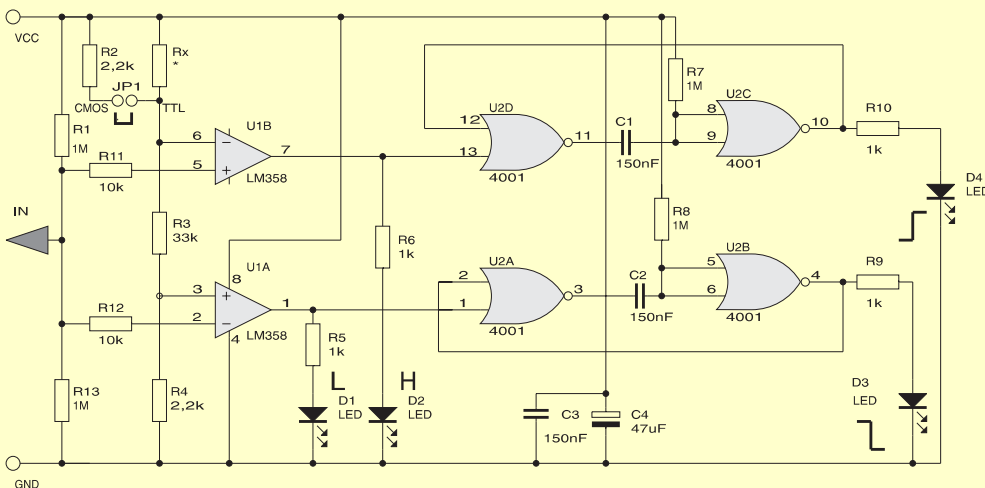
2. W standardzie TTL za poziom wysoki przyjmujemy napięcie ok. 3,6V a za niski ok. 0,2V. W technice CMOS stanem wysokim jest napięcie praktycznie równe napięciu zasilania, a stanem niskim 0V.

3. Wiele próbników TTL przystosowanych jest do relatywnie dużych prądów, jakie możemy pobierać z wyjść tych układów. Próbniki takie nie zostałyby prawidłowo wysterowane z wyjść układów CMOS.

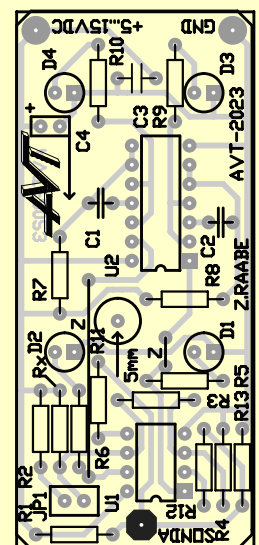
Tak więc koniecznością chwili stało się opracowanie próbnika stanów logicznych kompatybilnego ze standardem CMOS.

Jak to działa?

Schemat elektryczny próbnika przedstawiony został na rysunku 1. Układ został zaprojektowany z wykorzystaniem



Rys. 1. Schemat ideowy próbnika.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce.

zaledwie dwóch układów scalonych: podwójnego wzmacniacza operacyjnego LM358 i kostki 4001 CMOS zawierającej w swojej strukturze cztery bramki logiczne NOR.

Fragment układu ze wzmacniaczem operacyjnym pełni w urządzeniu najważniejszą rolę: jest detektorem poziomu napięcia na wejściu WE, natomiast dwa generatory monostabilne zbudowane z bramek U2A...U2D pełnią rolę pomocniczą, "przedłużając" krótkie impulsy występujące w układzie, a tym samym pozwalając na ich wizualizację za pomocą diod LED.

Wzmacniacze operacyjne pracują w naszym próbniku jako komparatory napięcia, z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego. Ich wejścia zostały połączone ze sobą w taki sposób, że jeden wzmacniacz sygnalizuje przekroczenie pewnego poziomu napięcia, a drugi spadek napięcia poniżej zadanego poziomu. Napięcia odniesienia wyznaczane są przez układ z rezystorami R2, R3, R4.

Z wartościami tych rezystorów podanymi na schemacie poziomy napięcie odniesienia wynoszą 0,58V (n. 3) oraz 9,41V (n. 6). Jak widać, nasz układ spełnia "z zapasem" normy standardu CMOS, jako stan 0 przyjmując napięcie niższe od ok. 0,6 V (oczywiście przy zasilaniu 10V), a za stan wysoki napięcie wyższe od ok. 9,4V. Ściśle biorąc, dla układów CMOS serii 4000 częściej przyjmuje się progi 30% i 70%. Próbnik powinien być zasilany z badanego układu, aby przyjęte poziomy logiczne zgadzały się z rzeczywistością. Poziomy tych napięć możemy zupełnie dowolnie kształtować dobierając wartości rezystorów R2...R4.

Tak więc, jeżeli w badanym punkcie układu występuje stan logiczny 0 to na wyjściu komparatora U1A pojawi się stan wysoki. Z kolei, jeżeli na wejściu próbnika pojawi się stan wysoki, to taki sam stan zaobserwujemy na wyjściu wzmacniacza operacyjnego U1B. W każdym innym wypadku na wyjściach komparatorów jest stan niski i dołączone do nich diody LED nie palą się. Także w przypadku kiedy wejście próbnika nie jest do niczego dołączone nie świeci się żadna z diod. Spowodowane jest to dołączeniem do wejścia układu rezystorów R1 i R13, ustawiających w takim wypadku na wejściu próbnika napięcie równe połowie napięcia zasilania. Tu na marginesie jedna uwaga: w przypadku dołączenia do wyjścia układu CMOS większego obciążenia, napięcie wyjściowe może się radykalnie zmienić. Np. przy obciążeniu bramki CMOS diodą LED bez rezystora szeregowego (co w układach zbudowanych na CMOSach jest całkowicie dopusz-

czalne), napięcie na wyjściu takiej bramki będzie dokładnie równe napięciu przewodzenia zastosowanej diody.

Jak już wspomniano, w próbniku zastosowano dwa generatory monostabilne, umożliwiające obserwację bardzo krótkich impulsów. Pojawienie się, choćby na krótki moment stanu wysokiego na wejściu tych generatorów spowoduje wygenerowanie na ich wyjściach dodatniego impulsu o czasie trwania określonym rezystancjami R7 i R8 i pojemnościami C1 i C2. Z wartościami tych elementów podanymi na schemacie czas trwania tych impulsów będzie wynosił ok. 0,5 sek, co wydaje się być czasem zupełnie wystarczającym do ich zauważenia. Zwróćmy jednak uwagę, że zastosowanie w stropniu wyjściowy, stosunkowo wolnych kostek LM358 powoduje, że układ reaguje na impulsy o czasach trwania minimum 1...3µs, a ignoruje impulsy krótsze.

Pozostała jeszcze do omówienia sprawa widocznego na schemacie jumpera i tajemniczego rezystora Rx. Są to elementy opcjonalne, mogące nieco rozszerzyć zastosowania urządzenia. Otóż, próbnik nasz możemy wykonać także w wersji uniwersalnej CMOS - TTL. W wersji wyłącznie CMOS, jumper JP1 jest na stałe zwarty i żadnego rezystora Rx nie musimy używać. Jeżeli jednak będziemy chcieli mieć urządzenie uniwersalne, to musimy odpowiednio dobrać rezystor Rx i zmienić wartość R2, a potem jumperem zmieniać standardy pracy z CMOS na TTL. Obliczenie rezystora Rx pozostawiamy Czytelnikom.

Montaż i uruchomienie

Montaż tak prostego układu nie nastręczy chyba nikomu większych trudności. Rozmieszczenie elementów na płytce przedstawia **rysunek 3**.

Płytką została bardzo dokładnie zwymiarowana pod określony typ obudowy przeznaczonej w zasadzie do pilotów alarmów, jednak nadającej się idealnie także do naszego celu. Aby płytkę dokładnie dopasować do obudowy musimy ukośnie spiłować jej rogi, zgodnie z obrysem zaznaczonym na stronie opisowej. Wielu Czytelników zauważyło już dziwnie umieszczone i mogłoby się wydawać że do niczego nie potrzebne otworki pomiędzy nóżkami diod LED i jumpera. Nie, to nie pomyłka projektanta: za chwilę okaże się, jak bardzo te otworki okażą się potrzebne. Bez nich wywiercenie otworów w obudowie tak, aby pasowały idealnie do wlutowanych w płytkę diod LED byłoby bardzo trudne. A tak sprawa jest banalnie prosta: przed wlutowaniem czegokolwiek w płytkę wkładamy ją do obudowy, oczywiście "twarzą w dół", tak aby wi-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R7, R8, R13: 1Mw
R2, R4: 2,2kw
R3: 33kw
R5, R6, R9, R10: 560w...1kw
R11, R12: 10kw

Kondensatory

C1, C2, C3: 150nF
C4: 47µF/16V

Półprzewodniki

D1, D3: diody LED f5 zielone
D2, D4: diody LED f5 czerwone
U1: LM358
U2: CMOS 4001

Różne

JP1: podwójny goldpin z jumperem
Obudowa typu KM 14

doczna była strona lutownicza. Następnie poprzez dodatkowe otworki w płytce przewiercamy obudowę wiertłem 0.8mm. Jeżeli takiego wiertła nie posiadamy, to możemy napunktować otwory w obudowie przy pomocy igły krawieckiej lub innego podobnego narzędzia. Po wyjęciu płytki rozwiercamy wykonane otwory do wymaganej średnicy: 5mm dla diod i ok. 6...7 mm dla jumpera. Jeżeli nasz próbnik będziemy wykorzystywali tylko do badania układów CMOS, to otworu pod jumper nie musimy wykonywać. Wykorzystaną jako matrycę płytkę montujemy następnie zgodnie z przyjętymi zasadami, rozpoczynając od wlutowania zworek zaznaczonych na stronie opisowej kreską i literą Z.

Jeszcze jedno: diody LED musimy wlutować w płytkę "na styk" i jest to kolejne małe odstępstwo od reguł montażu. Jeżeli jednak diody wlutowujemy szybko i pewnie, dobrze nagrzaną i uprzednio oczyszczoną lutownicą, to elementy te na pewno nie ulegną przegrzaniu.

Grot sondy wykonujemy z odcinka drutu o średnicy ok. 1,5...2mm, zaostroszonego na końcu. Możemy do tego celu wykorzystać także grubą igłę krawiecką. Ostatnią czynnością przed zamontowaniem płytki w obudowie będzie przylutowanie do niej przewodów zasilających. Dobrym rozwiązaniem może być zakończenie tych przewodów tzw. chwytakami teletechnicznymi, co pozwoli na łatwe dołączanie zasilania z badanego układu.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2023.