



Wielofunkcyjna sonda pomiarowa

kit

3103

AVT

Miniaturowy, szybki i ułatwiający warsztatową codzienność instrument pomiarowy, który natychmiast rozpoznaje stan logiczny, mierzy częstotliwość oraz zdemaskuje krótkie impulsy. Wyposażony jest także w woltomierz napięć stałych.

5-woltowa elektronika cyfrowa jest bardzo popularna nie tylko wśród elektroników-hobbystów, ale i stosowana w wielu urządzeniach fabrycznych. Podczas szukania błędów w jednym ze swoich układów, wyjątkowo odczułem brak małej i funkcjonalnej sondy do inspekcji cyfrowki, dostosowanej do moich potrzeb. Wraz z nadejściem jednego z zadań Szkoły Konstruktorów, postanowiłem takowe narzędzie zbudować. Jest to „igłowa” sonda pomiarowa, która umożliwia natychmiastowe rozpoznanie stanu

logicznego (łącznie ze stanem zabronionym/wysokiej impedancji), wykryje krótkie impulsy (zera lub jedynki) o ułamku mikrosekundy, zmierzy częstotliwość do kilku megaherców.

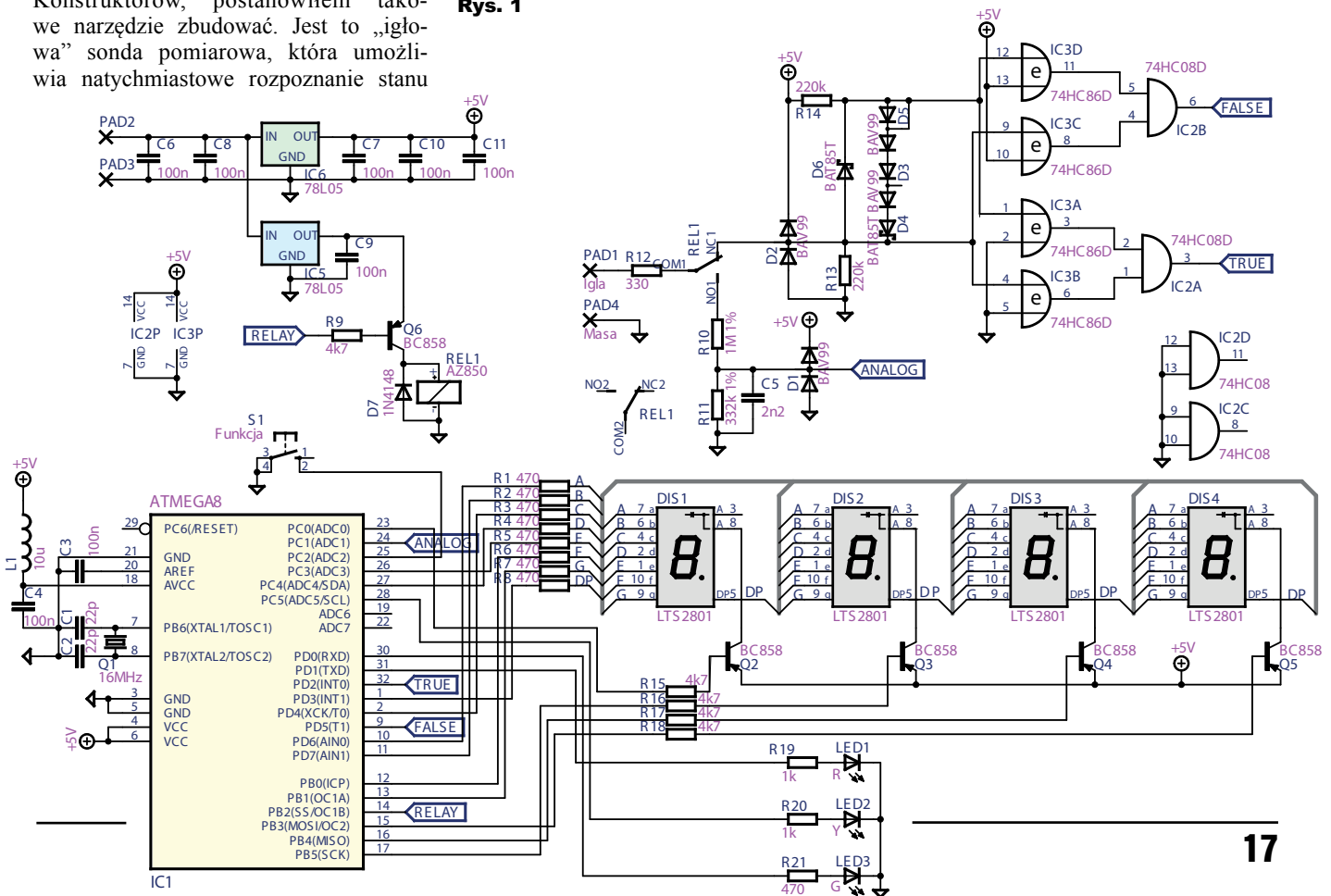
Grzechem byłoby zapomnieć o woltomierzu napięć stałych o przyzwoicie szerokim zakresie. Przynajmniej prezentuje wyniki na trzech diodach LED i czterech wyświetlaczach 7-segmentowych, a do wyboru funkcji służy jeden przycisk microswitch. Całość zamknięta w małej, podłużnej obudowie wygodnie leży w dłoni i stanowi świetne uzupełnienie wyposażenia warsztatu. Oczywiście nie zastąpi ona oscyloskopu, ale zwolni

nas z konieczności zaprzęgnięcia ciężkiego sprzętu do najprostszych pomiarów, które powinny być wykonane szybko i sprawnie. Jestem pewien, że sonda pomiarowa nie tylko mnie ułatwi codzienne zmagania w warsztacie – zapraszam do lektury!

Opis układu

Na rysunku 1 przedstawiony jest schemat ideowy sondy pomiarowej. Konstrukcja została oparta na mikrokontrolerze ATmega8, rozpędzonym do maksymalnej dozwolonej prędkości 16 MHz. Ten układ zajmuje się zbieraniem informacji z odpowiednio przetworzonych sygnałów, zbieranych za pomocą igły pomiarowej,

Rys. 1



sterowaniem wszystkimi peryferiami i obustronną interakcją z użytkownikiem. Zaczę od omówienia obwodów wejściowych urządzenia.

Igła pomiarowa jest podłączona do gniazda PAD1. Rezystor R12 pełni tutaj funkcję ochronną, jego obecność jest normą w tego typu konstrukcjach. Po długich eksperymentach z półprzewodnikami i rozmyślaniach zdecydowałem, że w tym momencie najlepszym wyborem będzie... miniaturowy przełącznik. Wiadomo, że woltomierz musi mieć zakres większy niż 5V, część cyfrowa koniecznie ma być szybka, a do tego dobrze by było, gdyby przyrząd podczas pomiarów nie obciążał nadmiernie badanego układu i nie był narażony na uszkodzenia bez przekraczania zakresów. Stwierdziłem, że rozsądnym i chyba najwygodniejszym rozwiązaniem będzie „mechaniczne” rozseparowanie wejściowych obwodów cyfrowych i woltomierza właśnie przy użyciu przełącznika, sterowanego przez mikrokontroler.

W momencie, gdy styki przełącznika są zwolnione, sygnał z igły trafia na obwód do pomiaru sygnałów cyfrowych. Został on zrealizowany w taki sposób, aby szybko i bez drastycznego obciążania źródła wykryć wszystkie trzy stany logiczne. Jednym z takich rozwiązań jest zbudowanie dzielnika na diodach i rezystorach. Wybrałem popularne BAV99, które tak naprawdę zawierają dwie szybkie diody krzemowe o parametrach bardzo podobnych do 1N4148. Dwa rezystory R14 i R15 wraz z szeregiem diod tworzą wspomniany dzielnik włączony w obwód zasilania. W zależności od napięcia na igle, określany jest występujący tam stan logiczny poprzez zaburzenie rozkładu spadków napięć na szeregu elementów, rozpoznawane przez szybkie bramki działające w standardzie CMOS. Jeżeli w dzielniku zastosujemy cztery diody krzemowe p-n, sonda będzie rozpoznawała sygnały w standardzie TTL. Ja natomiast, po eksperymentach, zestawiałem 3 diody krzemowe i jedną Schottky’ego,

co zwiększyło nieco w górę zakres rozpoznawania zera do ok. 1V. Dodatkowa szybka dioda D6 przyspiesza przełączanie się szeregu diod podczas pracy (jej wpływ bardzo dobrze widać na oscyloskopie przy dużych częstotliwościach). Oczywiście Czytelnicy, którzy zechcieliby mieć standardowy TTL, mogą diodę D4 zastąpić

zwykłą krzemową lub dać w jej miejsce zworę i przeciąć ścieżkę zawierającą jedną z diod w D5.

Za dzielnikiem znajduje się wspomniany wcześniej układ cyfrowy, oparty na szybkich CMOSach. Na podstawie napięć na diodach rozpoznają one wszystkie trzy stany logiczne i przekazują dalej w postaci łatwej do interpretacji programowej dla mikrokontrolera, zgodnie z tabelą 1.

Znacznie mniej skomplikowany jest obwód do pomiaru napięć stałych – jest on podłączany do igły pomiarowej, gdy styki przełącznika są przełączone. Pomiar napięcia analogowego zajmuje się oczywiście przetwornik analogowo-cyfrowy wbudowany w mikrokontroler ATmega8. Aby zwiększyć zakres do ok. 20V, konieczne było zastosowanie dzielnika napięcia 1:4 na precyzyjnych rezystorach, które łącznie obciążają mierzony układ impedancją 1,3MΩ, co jest w tym przypadku bardzo dobrym wynikiem. Dodatkowy kondensator o niewielkiej pojemności 2,2nF służy jako niezbędny w woltomierzach bufor. Tak obrobiony sygnał trafia na przetwornik zawarty w mikrokontrolerze.

Dodatkowe pary duodiod D1 i D2, zabezpieczają wejścia układów scalonych przed napięciami spoza zakresu napięć zasilania. Warto zauważyć, że obwód woltomierza znacznie lepiej zniesie przekraczanie zakresu pomiarowego, a to z uwagi na obecność opornika o wartości 1MΩ w dzielniku. W przypadku części cyfrowej jest już gorzej – przy przekroczeniu napięć przez układ popłynie prąd o znacznie większej wartości, wyznaczonej przez charakterystykę jednej z diod w D2 i opornik o małej wartości R12, dlatego warto o tym pamiętać podczas pomiarów.

Interesujący może być także obwód zasilania przełącznika – zastosowany został specjalnie do tego drugi stabilizator napięcia. Pobór prądu przez wyświetlacz, rozpędzony mikrokontroler i resztę potrafi momentami przekraczać 70mA (kiedy są wyświetlane same ósemki), więc dodatkowy przełącznik mógłby przeciążyć IC6 i uszkodzić go. Dodatkową zaletą takiego rozwiązania jest to, że podczas pracy sondy jako woltomierza, jego cewka nie wprowadza żadnych zakłóceń w obwód zasilania. Przełącznik jest stero-

wany tranzystorem bipolarnym PNP przez mikrokontroler.

Do pomiaru napięć analogowych z sensowną dokładnością i stabilnością należało odpowiednio wykonać obwody zasilania układu IC1. Zasilanie części analogowej mikrokontrolera jest filtrowane przez układ LC, standardowo zalecany przez producenta. Jako napięcie odniesienia służy właśnie to zasilanie (nóżka AVCC), dlatego też, zgodnie z kartą katalogową, między AREF a masę włączony został niezbędny kondensator 100nF. Oczywiście, aby maksymalnie poprawić warunki pracy układu ATmega8, napięcie zasilania jest dobrze odsprężane i filtrowane. Kilka kondensatorów 100nF umieszczonych zostało możliwie blisko nóżek VCC-GND tego mikrokontrolera.

Do uniwersalnych linii IC1 podłączone zostały wejścia pomiarowe ANALOG, TRUE i FALSE, przycisk do zmiany funkcji, anody i katody wyświetlaczy, sterowanie przełącznikiem RELAY i trzy diody LED do wskazywania stanu logicznego. Warto zauważyć, że wejście FALSE jest podłączone do linii wyzwalań licznika T1, co umożliwia łatwą realizację częstotściomierza. Wejście TRUE natomiast podłączyłem do wejścia wyzwalań przerwanienia zewnętrznego INTO, ale podczas pisania programu ostatecznie z tego nie skorzystałem (równie dobrze mogłem podłączyć gdzieś indziej). Może mieć to jednak znaczenie dla Czytelnika, który zechce coś pozmienić w programie czy też napisać swój od zera.

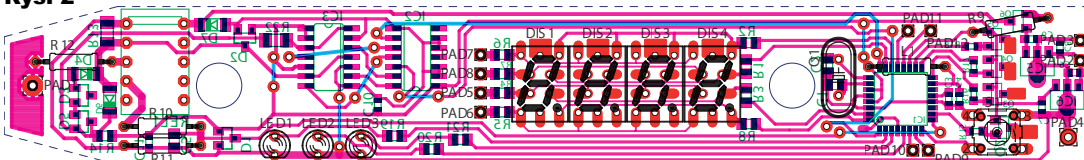
Montaż i uruchomienie

Do zmontowania sondy zaprojektowana została jednostronna płytka drukowana, pokazana na rysunku 2. Z racji mojego uporu i niechęci do płytek dwustronnych, musiałem pogodzić się z ciasnotą na płytce i koniecznością poprowadzenia znacznej liczby zworek z drutu i przewodów. Po wykonaniu i przygotowaniu płytki standardowo sprawdzamy, czy nie ma zwarć i przerw. Lutowanie zaczynamy od mikrokontrolera i układów scalonych. Następnie lutujemy kondensatory i rezystory SMD oprócz R16–R18, ponieważ pady pod nie posłużą później do zaprogramowania IC1. Następne w kolejności są diody. Jak wspomniałem wcześniej, możemy wybrać, czy chcemy standardowy TTL, czy z przesuniętym poziomem granicznym zera w górę, a to zależy od D4

Sygnał na wejściu	Wyjście FALSE	Wyjście TRUE
zero	1	0
stan „trzeci”	0	0
jedynka	0	1

Tab. 1

Rys. 2

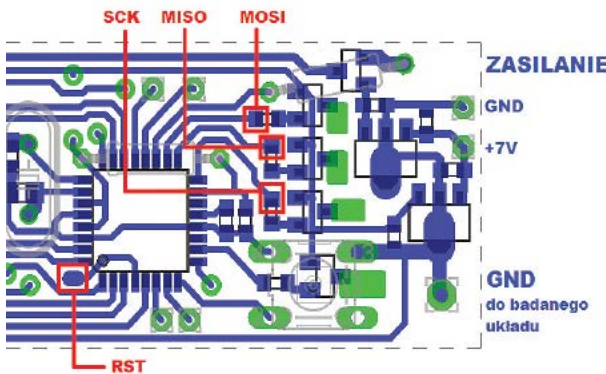


(zwykła krzemowa czy Schottky’ego). Ja wybrałem tę drugą opcję, ponieważ urządzenie staje się również świetnym narzędziem do badania CMOS’ów. Współczesne układy cyfrowe (TTL oraz CMOS) mają już tak dobre parametry, że śmiało można używać tej sondy do inspekcji dowolnego urządzenia 5-woltowego.

Ostatnimi elementami powierzchnionymi są tranzystory bipolarne. Po ich montażu trzeba przylutować przełącznik. Montujemy go nietypowo, bo po stronie ścieżek. Dobrze jest położyć płytkę płasko na stole i włożyć wyprowadzenia przełącznika do otworów i tak je przylutować. Teraz zabieramy się do elementów przewlekanych (tych po stronie elementów) – oczywiście zwoerek, ale teraz lutujemy tylko te proste. Zanim zabierzemy się do tych „giętych”, trzeba przylutować rezonator kwarcowy (używamy podkładki izolującej) i dławik L1. Tę zwoję krótszą prowadzimy nad L1 w taki sposób, aby jej wysokość nie przekraczała wysokości kwarcu. Obie te nietypowe zworki najlepiej jest wykonać grubym, sztywniejszym drutem np. 0,6 mm średnicy.

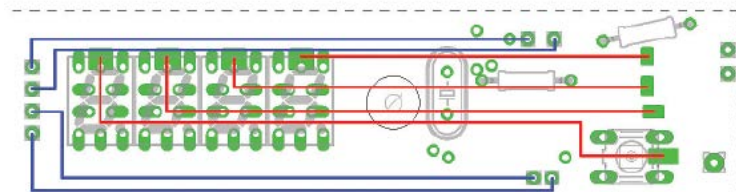
Następnie lutujemy cztery przewlekane rezystory. Warto kupić kilka (np. po dziesięć) rezystorów precyzyjnych 1% 1MΩ i 332kΩ i wybrać po jednym o „najlepszej” wartości, przy czym ten drugi wybieramy najbardziej zbliżony do 333kΩ. Matematycznie taka wartość jest nam potrzebna, a w handlu jest tylko 332kΩ. Dokładne dobranie ich wartości ma widoczny wpływ (cyfra po przecinku) na błędy pomiarów przy pomiarze wyższych napięć, bliskich zakresowemu.

Teraz lutujemy wyświetlacze i przycisk microswitch (wysokość oski 6mm).



Rys. 3

Rys. 4



Diody będziemy montować na końcu, podczas obrabiania obudowy, aby odpowiednio dobrać wysokość.

Teraz trzeba zaprogramować mikrokontroler. Przewody ISP należy podłączyć do padów pod rezystory R16–R18 i specjalnie wykonaną ścieżkę pod sygnał RST, zgodnie z opisami na **rysunku 3**. Zachowajmy delikatność podczas lutowania kabli do tych małych padów, ponieważ można je bardzo łatwo zerwać! Listing (.bas) i skompilowane programy (.bin oraz .hex) można pobrać z Elportalu. Kod jest bogaty w komentarze, a czasy opóźnień (np. między pomiarami) można łatwo zmieniać, ponieważ są one zadeklarowane jako stałe początku programu. Włączamy zasilanie (ok. 7–9V) i ładujemy program na IC1. Należy też przestawić jedno z ustawień fuse-bit, mianowicie jako źródło sygnału taktującego wybrać zewnętrzny rezonator kwarcowy o wysokiej częstotliwości.

Po pomyślnym zaprogramowaniu mikrokontrolera ostrożnie usuwamy przewody i lutujemy brakujące rezystorki. Teraz trzeba będzie zamontować osiem przewodów uzupełniających brakujące połączenia wyświetlaczy, które nie zmieściły się na wąskiej płytce drukowanej. Do montażu czterech z nich przewidziałem przewlekane pady (PAD5–PAD12), przewody prowadzone po stronie elementów. Kable te podłączają katody wyświetlaczy do mikrokontrolera. Pozostałe cztery przewody mają łączyć ich anody z kolektorami tranzystorów Q2–Q5. Przewidziałem, że zrezygnuję z przewlekanych padów z uwagi na brak miejsca i wykonam połączenia po dolnej stronie płytki. Po wytrawieniu zmieniłem jednak zdanie i wywierciłem dodatkowe otwory, a wszystkie osiem kabli zamontowałem po stronie elementów. Polecam takie rozwiązanie, trzeba tylko uważać przy przewiercaniu, aby nie uszkodzić niczego po drugiej stronie. Wszystkie wymienione połączenia należy wykonać według schematu na **rysunku 4** (widok od strony elementów, różne kolory dla ułatwienia orientacji). Do wykonania połączeń trzeba użyć cienkich przewodów,

np. pozyskanych z płaskich taśm (choćby komputerowych) i ucinąć

je możliwie krótkie, aby nie zwijały się i nie zajmowały miejsca. Pamiętajmy, żeby nie wychodził ponad wysokość kwarcu!

Przychodzi kolej na obróbkę obudowy. Całość została tak zaprojektowana, aby zmieściła się w popularnej i łatwo dostępnej obudowie próbnika. Najpierw trzeba wyciąć w niej otwory na wyświetlacze, diody LED i przycisk. Ja poradziłem sobie tak, że wydrukowałem z edytora płytek EAGLE’a odpowiednie warstwy w odbiciu lustrzanym, które zawierały kontury elementów i otwory na kołki do skręcenia obudowy, nałożyłem to na górną część obudowy (tzn. tę gdzie nie ma otworów na wkręty i wgłębienia na nalepkę) od wewnątrz, zaznaczyłem i wyciąłem zgodnie z konturami. Warto się przyłożyć, aby całość wykonana została solidnie i estetycznie.

Kiedy wszystkie elementy na płycie będą pasowały do otworów, wymierzamy odległość i lutujemy diody LED (zadbajmy, aby miały trochę luzu i nie wyrwały ścieżek). Powinniśmy uzyskać efekt podobny do tego na **fotografii 1** (u mnie były jeszcze wtedy przewody do programowania).

Teraz trzeba zamocować na obudowie z tyłu dwa gniazda – zasilania i bananowe do połączenia z masą układu mierzonego. Miejsce na nie zostało przewidziane z tyłu obudowy, tak jak na fotografiach. Do podłączenia zasilania postanowiłem zastosować gniazdo żeńskie DC-Jack 5,5/2,5mm i umieściłem je na małej ścianie z tyłu urządzenia, przysunięte jak najbliżej do jednej ze ścian bocznych, aby zaoszczędzić miejsce. Jest ono niezbędne, aby zamontować drugie wspomniane gniazdo. Umieściłem je na ścianie bocznej, co łącznie okazało się bardzo ergonomicznym rozwiązaniem.

Kiedy już wszystko jest spasowane, najwyższy czas pomyśleć o igle pomiarowej! Świetnie nadają się do tego końcówki od tanich multimetrów, które z reguły bardzo szybko odpadają od kabli. Wystarczy zmiażdżyć plastik obcęgi, aby uzyskać bardzo dobrze nadający się pręcik. Możemy też kupić za kilka złotych zestaw dwóch długich końcówek pomiarowych (igieł), takich jak na **fotografii 2**, uciąć obcęgi odpowiednio długi (3–4 cm) kawałek i usunąć z pręcika izolującą koszulkę termokurczliwą (wystarczy paznokcie). Igiełkę zamocowałem do PAD1 przy użyciu długiej szpilki z goldpina. Jeśli pręcik nie będzie chciał się lutować, wystarczy trochę przypalić go lutownicą i kropelką cyny w wybranym miejscu – szybko zmieni zdanie. Tak wykonaną elektronikę umieszczamy w obudowie.

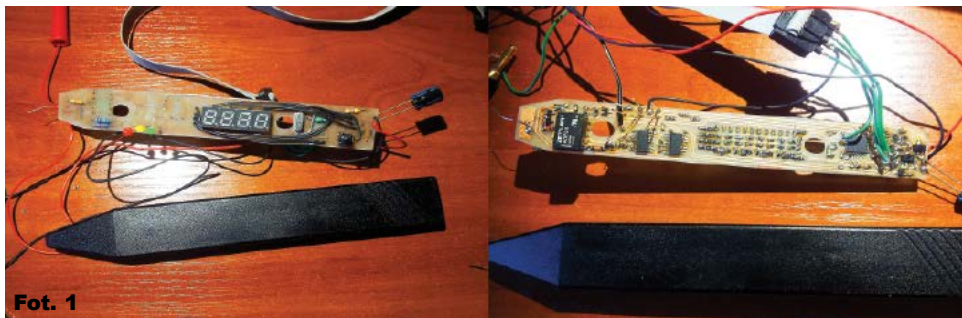
Do padów PAD2 i PAD3 podłączamy gniazdo zasilania (odpowiednio + i -), zaś do znajdującego się obok PAD4 żeńskie gniazdo bananowe. Znowu używamy możliwie krótkich przewodów. Kiedy już wszystko rozmieścimy, do wyprowadzeń gniazda zasilania trzeba jeszcze koniecz- nie dolutować filtrujący kondensator elektrolityczny 220uF/16V. W tym momencie będzie można sprawdzić, czy urządzenie działa.

Jeśli wszystko gra, mocujemy płytkę sztywno w obudowie, np. przy użyciu kleju termoplastycznego. Uważamy, aby rezonator kwarcowy nie był dociśnięty, bezwzględnie ważne, aby stabilizatory mogły oddać ciepło, i wewnętrzna część igły była solidnie przymocowana do obudowy. Klej musi wystygnąć, w międzyczasie trzeba też odpowiednio przygotować dolną część obudowy, a mianowicie włożyć do niej coś, co uniemożliwi uginanie/zerwanie się płytki drukowanej w dół pod wpływem upadku lub nacisku na wyświetlacze. Ja wykorzystałem tekturkę z pudełka po herbacie, zwinąłem ją, aby była odpowiednio gruba i okleiłem taśmą izolacyjną. Tą samą taśmą przytwierdziłem ją do plastiku, aby nie latała na boki. Efekt tych działań można zobaczyć na **fotografii 3**. Zamknąłem obudowę i skręciłem znalezionej gdzieś wkrętami, które wcześniej musiałem skrócić obcęgami (do długości gwintu ok. 7 mm). Niestety, to jedna z niewielu obudów, do których nie dodają wkrętów.

W tym momencie prace nad tym pożytecznym przyrządem pomiarowym dobiegły końca! Wystarczy włączyć zasilanie i urządzenie jest gotowe do działania. Po uruchomieniu na wyświetlaczach pojawi się napis *LOG*, czyli analiza stanu logicznego w czasie rzeczywistym. Naciskając przycisk, zmieniamy kolejno funkcje urządzenia. Mamy do wyboru:

- **LOG** – analiza stanu logicznego. Na diodach LED wyświetlony jest stan logiczny w badanym punkcie w czasie rzeczywistym. Czerwony oznacza „zero”, zielony to „jedyńka”, a żółty to stan wysokiej impedancji (brak połączenia) lub stan zabroniony. Wyświetlacze 7-seg są wyłączone.

- **FREQ** – pomiar częstotliwości. Urządzenie rozróżnia wówczas sygnały zera od pozostałych, czyli może zmierzyć zarówno częstotliwość „normalnego” sygnału prostokątnego zero-jedynkowego, jak i sygnału zero-wysokoimpedancyjnego, które występuje czasem na nóżkach niektórych układów scalonych z obwodami typu open-collector, dzięki czemu jesteśmy zwolnieni z konieczności doczepiania



Fot. 1

rezystorów pull-up do plusa zasilania. Jeśli po pomiarze na wyświetlaczach nie ma przecinka, oznacza to, że wynik wyświetlony jest w **hercach**. Pojawienie się gdzieś kropki oznacza jednostkę **kHz**. Urządzenie automatycznie wybiera czas otwarcia bramki (czas pomiaru) częstotliczomierza na podstawie pomiaru poprzedniego – jeśli zmierzono więcej niż 9999

Hz, czyli musimy stracić ostatnią cyfrę wskutek małej liczby wyświetlaczy, następny pomiar zostanie skrócony do pół sekundy (standardowo jest sekunda), a wynik pomnożony będzie przez dwa. Dodatkowym udogodnieniem jest świecenie czerwonej diody, gdy na igle panuje stan „zero”, co może być pomocne podczas badania przebiegów o bardzo małej (kilka Hz) częstotliwości. Testowałem urządzenie na generatorze prostokąta o wypełnieniu 50%, zbudowanym na rezonatorze kwarcowym. 4 MHz zmierzyl bardzo dobrze, ale przy 8 MHz już „gubił” impulsy, co było do przewidzenia z uwagi na taktowanie procesora. Na **fotografii 4** można zobaczyć częstotliczomierz w praktyce, gdzie mierzona jest częstotliwość 2 MHz, jeszcze w trakcie pisania programu. Po późniejszej optymalizacji dokładność jest jeszcze lepsza.

- **LONG** – tryb wykrywania i przedłużania krótkich impulsów („szpilek”). Specjalnie dla tego trybu zoptymalizowane zostało oprogramowanie mikrokontrolera, zwalniające go od wszelkich innych zadań i zbędnych zajęć. Dlatego teraz wyświetlacze nie są multipleksowane i obsługiwane, na pierwszym z lewej stale świeci się kropka, aby było wiadomo, że urządzenie działa. Każde zero i jedynka są na

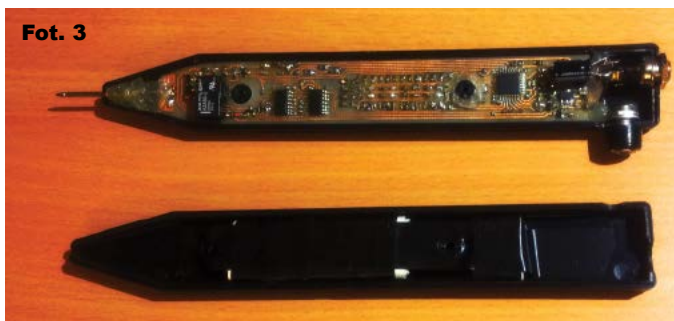


Fot. 2

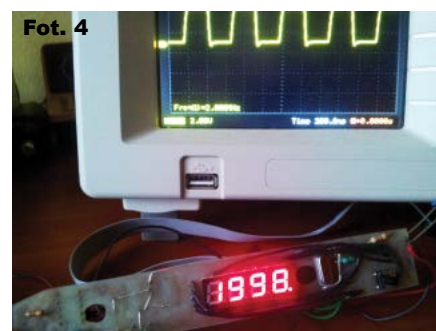
bieżaco wyświetlane na odpowiednich diodach, ale wyłączone z opóźnieniem ok. 50ms. Jest to wystarczająco długo, aby człowiek zauważył impuls. Stan trzeci jest tutaj ignorowany.

- **VOLT** – tryb woltomierza napięć stałych z zakresu 0–19,0V, dokładność do jednego miejsca po przecinku i sygnalizacja prze-

kroczenia zakresu w górę. To co bardzo sobie w nim cenię, to szybkość wykonania pomiaru. Mikrokontroler mierzy napięcie przetwornikiem ADC co ok. 50ms, więc wynik dostajemy natychmiast po dotknięciu igłą, w przeciwieństwie do multimetrów, które do dokonania pomiaru potrzebują jednak tych trzech sekund (za czym oczywiście stoi precyzja i dokładność). Opisywana sonda doskonale nadaje się zatem do wykonywania szybkich pomiarów orientacyjnych. Ujęcie z pomiarów napięcia na zasilaczu uwieczniłem na **fotografii 5**.



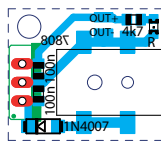
Fot. 3



Fot. 4

Zewnętrzny moduł zasilający

Jak wspomniałem wcześniej, urządzenie należy zasilac napięciem 7,5–9V. Wynika to z faktu, że wbudowane stabilizatory obniżają napięcie do 5V, a nadmiar jest wytracany w postaci ciepła. Chłodzenie ich wewnątrz ciasnej obudowy nie jest zbyt wydajne, dlatego nie należy zasilac przyrządu wyższymi napięciami. Śmiało można użyć baterii 9V lub pakietu sześciu „paluszków”. Problem pojawia się, gdy chcemy użyć któregoś z powszechnie dostępnych, 12-woltowych zasilaczy impulsowego. Aby nie uszkodzić urządzenia i zapewnić wygodną eksploatację w warsztacie, zaprojektowałem miniaturowy stabilizator zewnętrzny, który obniża napięcie do 8V. Jest to prosty moduł oparty na stabilizatorze 7808, z zamontowanym standardowym gniazdem zasilania. Na krótkim przewodzie wyprowadziłem wtyk, do którego podłączamy sondę. Dodatkowo zastosowałem zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją na wejściu i diodę LED sygnalizującą pracę. Płytkę, ukaza-



Rys. 5

na rysunku 5, zaprojektowałem pod kątem minimalizacji jej gabarytów, dlatego zastosowałem gniazdo zasilania do montażu powierzchniowego, a po przeciwnej stronie umieściłem stabilizator 7808 w obudowie TO-220. Dioda znajduje się przy krawędzi, zaraz obok gniazda. Na spodzie gniazda są dwa kołki usztywniające, pod które należy wywiercić otwory w płytce. Przewód wyjściowy przewinałem przez otwór w płytce, aby zabezpieczyć go przed wyrwaniem. Lutujemy go do dwóch prostokątnych padów. Funkcję obudowy spełnia kawałek rurki termokurczliwej o średnicy 20mm, która

dotychczas trzymany poziomo bez śruby 7808. Moduł jest zatem „prześciówką napięciową”, która, dzięki niewielkim wymiarom i masie, nie zwraca na siebie uwagi podczas pomiarów, a umożliwia bezpieczne zasilanie przyrządu wyższymi napięciami. Na fotografii 6 można zobaczyć wykonany przeze mnie minizasilacz.

Przedstawione urządzenie pomiarowe nie zastąpi wprawdzie oscyloskopu i porządnego multimetru, jednak świetnie nadaje się do szybkich i orientacyjnych inspekcji w badanym obwodzie. Jak wspomniałem wcześniej, sonda świetnie sprawdza się podczas wyszukiwania błędów i zwarć w swoich konstrukcjach. Naprawdę warto zbudować sobie to urządzenie – oszczędzi nam ono konieczności zaprzęgnięcia do najprostszycych zadań masywnych sprzętów pomiarowych. Zachęcam również do eksperymentów z oprogramowaniem – ATmega8 ma jeszcze wolne miejsce w pamięci!



Michał Pędzimaz
mpedzimaz@gmail.com



Fot. 6



Fot. 5

Wykaz elementów

R1-R8, R21	470Ω SMD 0805
R9	4,7kΩ THT
R10	1MΩ metalizowany 1% THT
R11	332kΩ metalizowany 1% THT
R12	330Ω THT
R13	220kΩ SMD 1206
R14	220kΩ SMD 0805
R15-R18	4,7kΩ SMD 0603
R19, R20	1kΩ SMD 0805
R22	„zwora” 0Ω SMD 1206 (nie ma na schemacie ideowym)
C1, C2	22pF SMD 0805
C3, C4, C6-C11	100nF SMD 0603
C5	2,2nF SMD 0805
D1-D3, D5	BAV99
D4, D6	BAT85 SMD
D7	1N4148 SMD
LED1	3mm, czerwona
LED2	3mm, żółta
LED3	3mm zielona
DIS1-DIS4	wyśw. RED 7mm wsp. anoda
Q2-Q6	BC858 SOT23
IC1	ATmega8 TQFP32
IC2	74HC08 SOP14
IC3	74HC86 SOP14

IC5, IC6	stabilizator 78L05 SOT89
Q1	kwarc 16 MHz niski
REL1	przełącznik ZETTLER AZ850 5V
S1	microswitch, wysokość 6 mm
L1	dławik 10μH
Igła pomiarowa	
Podkładka silikonowa pod rezonator HC-49	
Obudowa sondy pomiarowej	
Gniazdo bananowe czarne przykręcane	
Gniazdo DC Jack 5.5/2.5mm przykręcane	

Zewnętrzny moduł zasilający:

Rezystor 4,7 kΩ SMD 0805	1 szt.
Kondensatory 100 nF SMD 0805	2 szt.
Stabilizator 7808 TO-220	1 szt.
Dioda 1N4007 M7 SMD	1 szt.
Dioda LED czerwona SMD 0805	1 szt.
Gniazdo żeńskie zasilania do druku SMD 2,5/5,5 mm	1 szt.
Wtyk męski na kabel 2,5/5,5 mm	1 szt.
Przewód zasilania, niskonapięciowy, dwużyłowy	ok. 30 cm
Rurka termokurczliwa, średnica 20mm	odcinek ok. 3 cm

Komplet podzespołów z płytka jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3103.