

Tester elementów elektronicznych

AVT-5003

PROJEKT
Z OKŁADKI



Elektronik hobbysta do pielęgnowania swojej pasji najbardziej potrzebuje: nowych pomysłów, elementów elektronicznych oraz pieniędzy na realizację pomysłów i zakup elementów.

Pomysły można mieć własne lub pożyczone. Nasze pismo próbuje dostarczać je Czytelnikom. Kwoty na części mogą być spore, ale dzięki dobremu pomysłowi pieniądze można pomnożyć. Z elementami elektronicznymi bywa tak, że czasem trudno je zdobyć, a te, które są do dyspozycji mogą być uszkodzone. Tester może więc być pomocny do oceny sprawności posiadanych elementów.

Staram się wykorzystywać części z odzysku, trochę w tym oszczędności, a trochę troski o środowisko naturalne. Najczęściej problem polega na tym, że wiele elementów z odzysku ma często zamazane oznaczenia lub nie wiadomo, czy są sprawne i czy nadają się do powtórnego użycia. Opracowałem zatem przyrząd, dzięki któremu można określić, czy dany element jest sprawny, a nawet z wystarczającą dokładnością zmierzyć jego parametry.

Za pomocą testera można sprawdzić:

- dławiki i cewki o indukcyjności w zakresie 10 μ H..10mH,
- kondensatory o pojemności 10pF..10nF oraz 10nF..5mF
- tranzystory PNP i NPN,
- stabilizatory szeregowo napięć dodatnich i ujemnych,
- diody Zenera,
- diody LED.

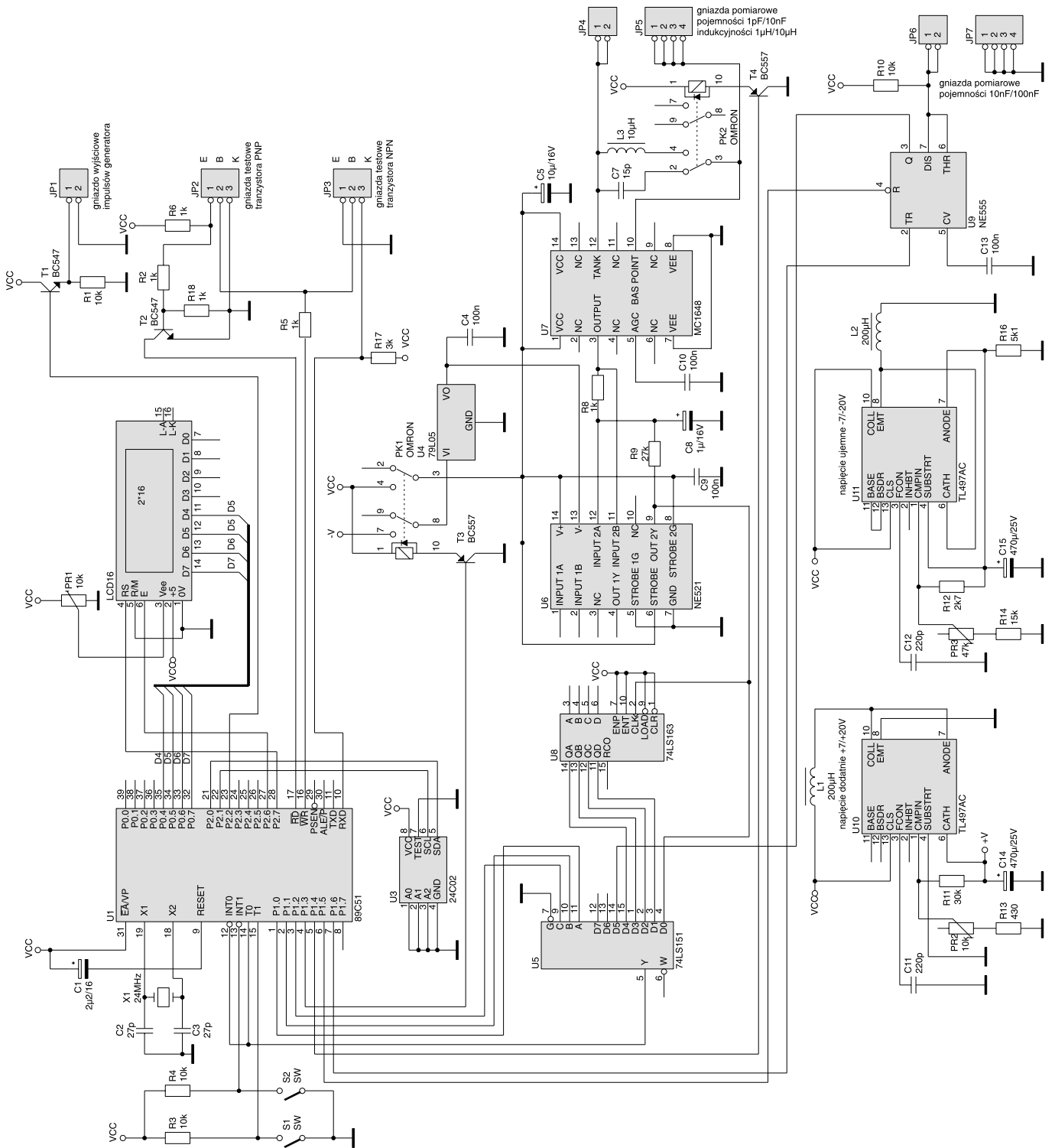
Przyrząd generuje także sygnał prostokątny w kilku podzakresach częstotliwości od 1Hz do 10kHz, może także dostarczyć napięcia

dodatniego i ujemnego o prądzie kilkunastu, kilkudziesięciu miliamperów. Może się okazać przydatny także dla tych, którzy w swojej pracy używają jedynie nowych elementów (czasami i one mogą być wadliwe) oraz dla elektroników amatorów, którzy chcieliby sprawdzić przed powtórnym użyciem stare części. W czasie niektórych testów przyrząd współpracuje ze zwykłym miernikiem uniwersalnym.

Opis układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat ideowy testera elementów. Może wygląda na nieco zagmatwany, ale zaraz okaże się, że sposób realizacji poszczególnych funkcji układu jest całkiem prosty.

Omówienie jego działania zaczynam od zasilaczy, które dostarczając napięć o różnych polaryzacjach umożliwiają realizację kilku prostych, ale pożytecznych funkcji. Cały układ można zasilć zarówno napięciem zmiennym, jak i stałym



Rys. 1. Schemat elektryczny testera.

niestabilizowanym. Napięcie po wyprostowaniu jest stabilizowane przez układ U12. Napięcie to, o wartości +5V, dostępne jest w gnieździe JP14 i dzięki temu tester może także pełnić rolę podręcznego zasilacza. Napięcie 5V oznaczone na schemacie symbolem VCC zasila także dwie przetwornice impulsowe U10 i U11 wytwarzające napięcia do-

datnie i ujemne o regulowanych wartościach. W obydwu przypadkach zastosowany został ten sam układ typu TL497, który w przypadku U10 wytwarza napięcie dodatnie o poziomie regulowanym potencjometrem PR2. Poziom napięcia ujemnego wytwarzanego przez układ U11 reguluje się potencjometrem PR3. Napięcia te używane są głównie do testowa-

nia stabilizatorów szeregowych typu 79xx i 79Lxx oraz 78xx i 78Lxx a także diod Zenera i LED.

Napięcie ujemne, poprzez styki przełącznika PK1 i stabilizator U4, używane jest także do zasilania szybkiego komparatora U6. Układ U6 pracuje w jednej gałęzi z układami U7, U8 i U5, które biorą udział w pomiarach małych wartości pojemności i indukcyjności.

Komparator U6 służy do przekształcenia sygnału z generatora U7 do postaci fali prostokątnej o poziomach TTL. Z wyjścia U7-9 sygnał fali podawany jest na licznik U8 i przełącznik U5, a z jego wyjścia na wejście zliczające procesora U1-14. Procesor zliczając impulsy i odpowiednio przekształcając otrzymaną informację o częstotliwości sygnału, oblicza wartość mierzonej indukcyjności lub pojemności. Ponieważ przedział otrzymywanych w wyniku pomiaru wartości częstotliwości jest duży (zawiera się od 300kHz do 16MHz), to częstotliwość sygnału jest wstępnie dzielona w dzielniku U8 tak, aby wewnętrzne układy procesora były w stanie zliczyć impulsy.

Pomiar większych wartości pojemności dokonywany jest na zasadzie pomiaru nie częstotliwości, a długości impulsu generowanego przez układ U9, do którego dołączany jest mierzony kondensator. Do wyprowadzeń procesora U1-17, 16, 10 dołączone są linie służące do testowania tranzystorów. Z kolei na wyprowadzeniu procesora U1-23 pojawia się generowany sygnał prostokątny, który poprzez wtórnik emiterowy T1 podawany jest na wyjście JP1.

Oprócz tego, do zadań procesora należy obsługa wyświetlacza LCD 2x16 znaków, na którym wyświetlane są informacje o rodzaju pomiaru i jego wyniku. Do sterowania testerem służą jedynie dwa przyciski S1 i S2. Przyciskiem S2 wybiera się rodzaj testu, a S1 służy do ustawiania korekcji pomiaru (offsetu). Pamięć EEPROM U3 przechowuje parametry wcześniej zaprogramowanej korekcji.

Procesor w testerze, oprócz sterowania jego pracą, musi także wykonywać wyjątkowo dużo obliczeń. Jest nie tylko sterownikiem, ale także wyspecjalizowanym kalkulatorem i znacznie ułatwia pracę z przyrządem.

Pomiar małych wartości pojemności i indukcyjności

Zarówno kondensator, jak i cewka są elementami, które gromadzą energię w różnej postaci pola elektromagnetycznego. Zdolność do gromadzenia tej energii

w przypadku kondensatora określana jest w jednostce pojemności czyli faradzie (F), a jednostką miary dla indukcyjności jest henr (H). Zarówno pojemność, jak i indukcyjność używanych na co dzień elementów elektronicznych są dużo mniejsze i są zaledwie ułamkami jednostek podstawowych. Dla określania tych wartości ułamkowych przyjęto używać przedrostków. Dla pojemności lista używanych przedrostków jest trochę dłuższa niż dla indukcyjności, a obie przedstawiają się następująco:

1F (1 farad)

1mF = 10^{-3} F

1μF = 10^{-6} F

1nF = 10^{-9} F

1pF = 10^{-12} F

1H (1 henr)

1mH = 10^{-3} H

1μH = 10^{-6} H

1nH = 10^{-9} H

Pomiar parametrów kondensatorów i cewek w oparciu o definicję ich jednostek podstawowych byłby kłopotliwy (np. 1F jest pojemnością, która przy napięciu 1V gromadzi na okładkach kondensatora ładunek 1C - trochę to skomplikowane). Na szczęście parametry kondensatorów i cewek można zmierzyć pośrednio, poprzez wykorzystanie ich jako elementy rezonansowe w generatorach. Generator wytwarza impulsy elektryczne, a ich zliczanie przez procesor to już prosta sprawa. Zależność pomiędzy pojemnością i indukcyjnością a częstotliwością układu rezonansowego określa wzór:

$$f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

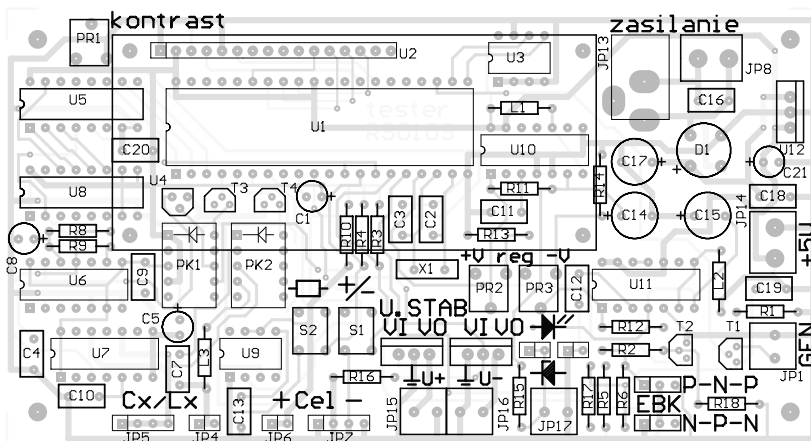
Znając wartość jednego z elementów układu rezonansowego generatora (kondensatora lub cewki) oraz mierząc częstotliwość wytworzonych przez generator impulsów, można obliczyć wartość drugiego elementu układu rezonansowego, czyli dokonać jego pomiaru. W testerze generatorem jest układ U7 (MC1648), a rolę elementu o znanej wartości pełni albo kondensator C7, albo dławik L3. Mierzony element dołączany jest do gniazda JP4, JP5. Zależnie od typu pomiaru, przekaźnik PK2 dołącza do mierzonego elementu jako drugi składnik układu rezonansowego dławik lub kondensa-

tor. Użycie układu scalonego jako generatora jest spowodowane jego bardzo dobrymi właściwościami. MC1648 działa z elementami o wartościach z bardzo dużego przedziału zarówno pojemności, jak i indukcyjności, a w przypadku przyrządu pomiarowego to niezwykle ważna cecha. Ponadto wykazuje się dobrą stabilnością termiczną. Impulsy z wyjścia generatora, tak jak to było wcześniej opisane, są kształtowane przez komparator U6 a ich częstotliwość dzielona w układzie U8. Pomiar elementów w tak szerokim zakresie powoduje, że generowane impulsy nie mogą być zliczane bezpośrednio przez procesor pomimo zastosowania kwarcu o możliwie maksymalnej częstotliwości (24MHz) w zegarze taktującym. Z tego powodu procesor poprzez multiplexer U5 wybiera do pomiaru częstotliwość generatora wstępnie podzieloną. Procesor, dokonujący obliczeń na podstawie odpowiednio przekształconego wzoru podanego wcześniej, przedstawia do niego rzeczywistą wartość zmierzonej częstotliwości ponieważ zna zastosowany wcześniej stopień podziału.

Tester z niezłym przybliżeniem określa wartości elementów, jednak nie może być traktowany jako przyrząd pomiarowy. Na wynik pomiaru wpływa bowiem szereg czynników, na które ze względu na prostotę jego budowy nie ma wpływu np. temperatura zewnętrzna, napięcie zasilania generatora itp. Dokładność obliczeń zależy także od znajomości wartości drugiego elementu użytego w układzie rezonansowym. Do budowy testera można użyć ogólnie dostępnych elementów, jednak zastosowanie elementów lepszej jakości, np. kondensatorów niewrażliwych na temperaturę oraz wcześniejsze dobranie ich wartości zgodnie z podaną na schemacie, tylko polepszy parametry testera. Dodatkowo wprowadzony układ offsetu pozwala skompensować rozrzut wartości elementów użytych do budowy testera.

Pomiar dużych wartości pojemności

Pomimo doskonałych parametrów układu MC1648, przy jego pomocy nie można mierzyć po-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

jemności kondensatorów o wartościach znacznie przekraczających 10nF. Do tego celu wykorzystany został dobrze znany większości Czytelników układ NE555 oznaczony na schemacie jako U9. Układ ten pracuje jak generator pojedynczego impulsu o czasie trwania zależnym od wartości pojemności mierzonego kondensatora dołączanego do gniazd JP6 i JP7 oraz od oporności rezystora R10. Zależność pomiędzy czasem trwania impulsu a wartościami obydwu elementów określa z kolei następujący wzór: $T = 1,1(RC)$.

Tym razem w czasie pomiaru procesor nie będzie zliczał impulsów, lecz za pomocą wejścia INT0 będzie mierzył czas jego trwania i na tej podstawie wyliczał pojemność badanego kondensatora. Pomiar rozpoczyna podanie na wejście wyzwalające U9-2 krótkiego dodatniego impulsu. Od tego momentu na wyjściu układu U9-3 rozpoczyna się generacja pojedynczego dodatniego impulsu o czasie trwania określonym przez zależnośći podanego wcześniej wzoru. Impuls poprzez wejście INT0 uruchamia wewnętrzne liczniki procesora zliczające impulsy jego własnego zegara taktującego. Po zakończeniu generacji impulsu procesor odczytując zawartość swoich liczników określa czas trwania impulsu. Następnie podstawiając do wzoru znane wartości: długości impulsu (T) oraz oporności (R) oblicza się pojemność (C) badanego kondensatora.

Testowanie tranzystorów

Wykorzystując tranzystory w najprostszyc zastosowaniach jako przełączniki lub proste

wzmacniacze, nie musimy się za bardzo przejmować ich parametrami. Ważniejsza od informacji o wzmacnieniu lub prądzie bazy jest pewność, że dany egzemplarz jest sprawny i ewentualnie jakiego jest typu. Przyrząd umożliwia przeprowadzenie takich prostych testów. Tranzystor, zależnie od polaryzacji umieszczony w odpowiednim złączu JP2 lub JP3, dołączany jest do portów procesora. Na wyjściu portu P3.6 (WR) pojawia się kolejno stan niski i wysoki i podawany jest na bazę badanego tranzystora. W przypadku sprawnego tranzystora n-p-n stan wysoki będzie go otwierał a stan niski zatykał, tranzystory p-n-p będą zachowywały się przeciwnie. Procesor testuje stan tranzystorów za pośrednictwem portów P3.7 (RD) i P3.0 (Rx/D). Elementy uszkodzone lub o pomyłonej polaryzacji nie będą się otwierały i zatykały w takt sygnału na bazie. W tak prosty, ale skuteczny sposób można zbadać tranzystory, co do których nie ma pewności czy są sprawne.

Testowanie stabilizatorów

Szeregowe stabilizatory, zarówno dużej, jak i małej mocy, można sprawdzić korzystając z gniazd JP9 i JP10 (na schemacie oznaczonych właśnie symbolem stabilizatora). Tak jak w przypadku tranzystorów, także stabilizatory dodatnie i ujemne powinny w czasie testu znaleźć się we właściwych gniazdach pomiarowych. Do wyprowadzenia V_i sprawdzanego stabilizatora należy doprowadzić napięcie o wartości co najmniej 2, 3V większej od napięcia stabilizacji układu. Na-

pięcie to, zależnie od polaryzacji, ustawia się potencjometrami PR2 lub PR3. Następnie, zależnie od rodzaju badanego stabilizatora, należy podłączyć woltomierz do gniazda JP15 lub JP16 i sprawdzić, czy napięcie na jego wyjściu V_o odpowiada wartości znamionowej.

Testowanie diod Zenera i LED

Okazuje się, że najbardziej podatne na zatarcie są napisy na małych obudowach diod Zenera. Tester umożliwia szybką identyfikację ich napięcia znamionowego, należy tylko wcześniej, za pomocą omomierza, zidentyfikować, które z wyprowadzeń elementu jest katodą, a które anodą. Następnie badany element należy umieścić w gniazdach JP11 i JP12 z anodą dołączoną do masy. Do gniazda JP17 należy dołączyć woltomierz, którym będzie można zmierzyć napięcie Zenera badanej diody. Napięcie +V, przykładane do testowanej diody poprzez opornik R15, powinno być o kilka woltów większe od napięcia Zenera badanej diody. Zwiększanie jego wartości za pomocą potencjometru PR2 nie powinno w znaczący sposób wpływać na wskazania dołączonego do testera woltomierza.

Te same gniazda pomiarowe można wykorzystać do sprawdzania diod LED, ale wówczas anoda diody LED powinna być umieszczona w gnieździe JP11.

Generator impulsów prostokątnych

Tester został wyposażony w podręczny generator przebiegów prostokątnych o wypełnieniu 50%. Generowane są przebiegi o następujących częstotliwościach: 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1kHz i 10kHz. Impulsy prostokątne podawane są z portu P2.2 procesora na wtórnik emiterowy T1, a stamtąd na wyjście JP1. Ponieważ wyjście nie jest zabezpieczone, należy unikać jego zwarcia do masy, gdyż grozi uszkodzeniem wtórnika.

Posługiwanie się testerem

Po dołączeniu do testera napięcia zasilającego na wyświetlaczu LCD pojawia się napis „Tester elementów“, a poniżej

symbol przycisku S2 i napis „rodzaj“, a obok symbol przycisku S1 i napis „offset“. Naciskanie przycisku S2 powoduje wybór rodzaju testów. W przypadku testowania kondensatorów i dławików są one przeprowadzane cyklicznie. Pojawiający się na pierwszej pozycji, w dolnej linii wyświetlacza, symbol wykrzyknika (!) oznacza, że przyrząd jest w fazie pomiaru. Znak nawiasu trójkątnego (>) oznacza, że wyświetlany jest wynik pomiaru. Niekiedy pomiar dokonywany jest tak szybko, że znak (!) praktycznie się nie pojawia. Z kolei podczas testowania kondensatorów elektrolitycznych o dużej pojemności pomiar może trwać nawet ponad minutę. Pojawienie się jako wyniku pomiaru słowa „HIGH“ lub „LOW“ oznacza, że uzyskany wynik wykracza poza dostępny zakres pomiarowy. Może to także oznaczać, że badany element jest uszkodzony.

W czasie testowania tranzystorów, przyciskiem S1 (offset) wybiera się polaryzację tranzystora. Napis w dolnej linii „sprawny“ oznacza, że tranzystor przeszedł pomyślnie test.

Po wybraniu funkcji generatora, częstotliwość generowanych impulsów wynosi 1Hz. Jej zmiana następuje po naciśnięciu przycisku S1 (offset). Wartość wybranej częstotliwości można odczytać na dolnej linii wyświetlacza.

Ustawianie offsetu

Możliwość ustawienia offsetu pozwala skorygować rozrzuty wartości parametrów elementów użytych do budowy testera i zwiększyć dokładność pomiaru. W przypadku pomiaru małych wartości pojemności i indukcyjności, wartość offsetu zapamiętana w pamięci EEPROM uwzględnia poprawkę wartości parametru drugiego elementu obwodu rezonansowego. Dla pomiaru dużych wartości pojemności w offsecie zawarta jest poprawka rzeczywistej wartości oporności opornika R10. Funkcja pomiaru małych pojemności i indukcyjności pozwala ustawić i zapamiętać offset oddzielnie dla 5 podzakresów pomiarowych, które przyrząd automatycznie wybiera podczas testowania danego elementu. Wartości poszczególnych

podzakresów pomiarowych są następujące:

1 podzakres	10pF..170pF	10μH..69μH
2 podzakres	170pF..687pF	69μH..274μH
3 podzakres	687pF..2,7nF	274μH..1mH
4 podzakres	2,7nF..11nF	1mH..4,4mH
5 podzakres	11nF..43nF	4,4mH..17,6mH

Ustawienie offsetu przebiega następująco:

1. Należy przygotować po jednym kondensatorze i dławiku o wartości pojemności i indukcyjności z podanych przedziałów. Najlepiej jeżeli wartości tych elementów zostaną wcześniej zmierzone za pomocą mostka lub innego przyrządu pomiarowego.

2. Kondensator o znanej wartości pojemności, np. 100pF, należy włożyć do gniazda pomiarowego i ustawić tester na pomiar małych pojemności.

3. Kiedy w dolnej linii wyświetlacza pojawi się znak (>), należy jednocześnie nacisnąć przyciski S2 i S1. Powinien pojawić się napis „kor.“ Oznacza to włączenie trybu offsetu.

4. Naciskając przyciski S2 i S1 należy skorygować wyświetlaną wartość pojemności mierzonego kondensatora tak, aby była najbliższa wartości rzeczywistej.

5. Ponowne jednoczesne naciśnięcie przycisków S2 i S1 kończy tryb ustawiania offsetu dla tego zakresu pojemności. Wartość nowego offsetu zostanie zapamiętana w pamięci EEPROM.

W ten sam sposób należy wprowadzić poprawkę dla pozostałych podzakresów pojemności i indukcyjności.

Dla kondensatorów o dużych wartościach pojemności ustawia się jeden offset dla całego zakresu pomiarowego. Należy wówczas wykonać czynności analogiczne do opisanych powyżej, oczywiście wybierając wcześniej test pomiaru kondensatorów o dużych pojemnościach.

Istnieje także możliwość wyzerowania wszystkich offsetów. Jeżeli w momencie włączenia zasilania będziemy naciskali przycisk S1, na wyświetlaczu pojawi się napis „offset=0“. Jeżeli teraz naciśnięty zostanie przycisk SW2,

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3, R4, R10, PR1, PR2: 10kΩ
 PR3: 47kΩ
 R2, R5, R6, R8, R18: 1kΩ
 R9: 27kΩ
 R11: 30kΩ
 R12: 2,7kΩ
 R13: 430Ω
 R14: 15kΩ
 R15: 4,7kΩ
 R16: 5,1kΩ
 R17: 3kΩ

Kondensatory

C1: 2,2μF/16V
 C2, C3: 27pF
 C4, C9, C10, C13, C16, C18, C19, C20: 100nF
 C5: 10μF/16V
 C7: 15pF
 C8: 1μ/16V
 C11, C12: 220pF
 C14, C15: 220μF/50V
 C17: 1000μF/25V
 C21: 100μF/16V

Półprzewodniki

D1: mostek prostowniczy
 T1, T2: BC547
 T3, T4: BC557
 U1: 89C51/24MHz
 U2: LCD 2x16
 U3: 24C02 EEPROM
 U4: 79L05
 U5: 74LS151
 U6: NE521
 U7: MC1648
 U8: 74LS163
 U9: NE555
 U10, U11: TL497AC
 U12: 7805

Różne

JP1, JP15..JP17: gniazda typu ARK2 małe
 JP2..JP7, JP9..JP12: listwa gniazd „precyzyjnych“
 JP8, JP14: gniazda typu ARK2 duże
 JP13: gniazdo zasilania
 L1, L2: 200μH
 L3: 10μH
 PK2, PK1: przekaźnik typu OMRON 5V
 S1, S2: SW miniaturowe przyciski astabilne
 X1: 24MHz
 podstawka DIP40
 podstawka DIP16
 podstawka DIP14
 podstawka DIP8

wszystkie ustawione wcześniej „offsety“ zostaną wyzerowane. Naciśnięcie przycisku SW1 oznacza rezygnację z wykonania tej funkcji.

Montaż i uruchomienie

Tester zaprojektowano jako przyrząd podręczny, w postaci płytki drukowanej z zamontowanymi elementami lecz bez obudowy. W takiej postaci, jako gniazda pomiarowe elementów wykorzystane zostały listwy gniazd precyzyjnych, w których łatwo można umieścić badane elementy o różnej długości i grubości wyprowadzeń. Zastosowane listwy powinny mieć otwory o nieco większej średnicy niż te używane do mocowania np. układów scalonych. Dzięki temu można w nich umieścić zarówno elementy o cienkich wyprowadzeniach, jak i te z grubymi końcówkami, np. kondensatory elektrolityczne czy stabilizatory. Listwy o odpowiedniej liczbie styków należy wlutować do gniazd JP4, JP5, JP6, JP7, JP9, JP10, JP11, JP12, JP2, JP3. W pozostałych przypadkach zastosowano małe i większe gniazda typu ARK wlutowywane do druku. Jeżeli przyrząd miałby posiadać obudowę, wszystkie gniazda trzeba oczywiście wyprowadzić na zewnątrz, a także zapewnić dostęp do przycisków, potencjometrów i wyświetlacza.

Układ można montować w dowolnej kolejności, chociaż oczywiście najwygodniej zacząć od najmniejszych elementów. W przypadku, gdy wyświetlacz montowany jest bezpośrednio na płytce, to

konieczne okaże się położenie kondensatora C1 (na płytce przewidziano w tym celu wystarczająco dużo wolnego miejsca). W prototypie wyświetlacz zamontowałem za pomocą 16-stykowego złącza. Dzięki temu może on być odłączany od testera i wymiennie używany w innych urządzeniach.

Dodatkowo, w górnej części płytki drukowanej znajdują się opisy funkcji poszczególnych gniazd i elementów regulacyjnych, aby ułatwić posługiwanie się testerem.

Uruchomienie należy rozpocząć od sprawdzenia, czy napięcie Vcc ma wartość +5V. Można to bezpośrednio sprawdzić na gnieździe JP14. Następnie należy przystąpić do kontroli przetwornic napięcia dodatniego i ujemnego. Wartości elementów zostały dobrane tak, aby przetwornice w skrajnych położeniach potencjometrów dostarczały napięć wyjściowych z przedziału 7-25V (analogicznie dla napięcia ujemnego). Pomiaru obydwu napięć można dokonać na styku Vi gniazd JP9 i JP10. Zakres otrzymywanych napięć można zmienić dobierając oporniki R11, R13 oraz R12, R14. W przypadku napięcia ujemnego nie należy ustawiać jego minimalnej wartości poniżej -7V. Napięcie ujemne jest bowiem wykorzystywane w pracy układu przy pomiarze małych wartości pojemności i indukcyjności. Jeśli to napięcie, regulowane potencjometrem PR3, będzie miało mniejszą wartość, komparator U6 nie będzie działał poprawnie i pomiar wartości parametrów elementów nie będzie możliwy.

Po uruchomieniu zasilaczy można zamontować pozostałe układy scalone i wyświetlacz. Po ustawieniu kontrastu potencjometrem PR1, na wyświetlaczu powinny pojawiać się wszystkie opisane wcześniej informacje. Ostatnim krokiem uruchomienia będzie sprawdzenie poprawności wszystkich testów oraz ewentualnie ustawienie offsetu. Ponieważ w pamięci EEPROM mogą być zapisane przypadkowe wartości, należy uprzednio ją wyzerować w sposób wcześniej opisany.

Wskazówki eksploatacyjne

W przypadku wyświetlacza z podświetleniem przyrząd pobiera dosyć dużo prądu (ok. 400mA) i stabilizator U12 może się przegrzewać. Jeśli tester zasilany jest napięciem o wartości większej od 9V, należy zastosować radiator.

W czasie pracy z testerem stwierdziłem, że niektóre stabilizatory szeregowo, szczególnie napięcia ujemnego, sprawdzane w opisany sposób mogą sprawiać wrażenie uszkodzonych. Do prawidłowej pracy wymagają bowiem niewielkiego obciążenia. Dołączenie opornika 5,1k Ω do wyjścia pomiarowego JP16 rozwiązało ten problem.

Ryszard Szymaniak, AVT
ryszard.szymaniak@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/marzec01.htm> oraz na płycie CD-EP03/2001B w katalogu PCB.