



# Mikroprocesorowy miernik pojemności



W wielu pracowniach elektronicznych podczas montażu lub naprawy urządzenia elektronicznego zachodzi konieczność sprawdzenia pojemności kondensatora. Niestety, często w takim przypadku okazuje się, że nie ma na wyposażeniu miernika pojemności, a posiadany multimetr cyfrowy wyposażony w jej pomiar nie posiada dostatecznie szerokiego zakresu. W takich przypadkach pozostaje tylko wymiana danego kondensatora na nowy lub taki, który pozwoli mieć pewność, że jest dobry. W praktyce może to prowadzić do niepotrzebnej straty czasu lub pieniędzy. Dlatego, aby uniknąć takiej sytuacji, zachęcam do wykonania prostego i niedrogiego miernika pojemności z szerokim zakresem pomiarowym. Dodatkową jego cechą, której więk-

szość mierników pojemności tej klasy nie posiada jest to, że można go łatwo kalibrować nawet do kilkumetrowych przewodów pomiarowych. Ma to szczególnie istotne znaczenie w przypadku mierzenia małych pojemności oddalonych znacznie od miernika.

Poniższy miernik pojemności w ciągu rocznej eksploatacji sprawiał się bardzo dobrze w odszukiwaniu kondensatorów elektrolitycznych, które po latach pracy w urządzeniach wyschły.

Również ustalenie zakresów przestrajania trymerów oznaczonych słabo lub wcale przebiegało precyzyjnie i sprawnie, a określanie wartości kondensatorów typu SMD za pomocą przewodu pomiarowego było dokładne i szybkie.

zrzonego kondensatora, tzn. tak by dla poszczególnych zakresów wynosiły one  $\Delta t/Cx = 1\text{ms/nF}$  i  $\Delta t/Cx = 1\text{ms/1F}$ .

Na rysunku 2 został zamieszczony schemat ideowy miernika, który posłuży omówieniu wcześniej wspomnianych bloków.

## Generator

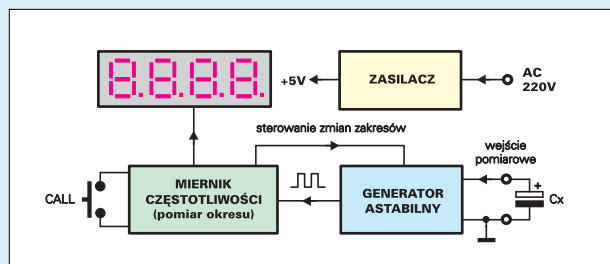
Jak widać, generator astabilny został zbudowany w oparciu o powszechnie znany timer CMOS TLC555, w którym wartość prądu ładującego kondensator Cx jest zmieniająca skokowo za pomocą małego przełącznika w dwóch podzakresach. Taka konstrukcja generatora w połączeniu z automatyczną zmianą zakresów umożliwia pomiar pojemności kondensatorów w przedziale wynoszącym od 0,0pF do 5mF (prawie 11 rzędów wielkości). Zmniejsza ona jednocześnie wpływ prądów upływu na pomiar kondensatorów o dużej pojemności. Fragment procedury sterowania przełącznika zakresów PK1 polegający na testowaniu wartości mierzonego kondensatora i czasu jego pomiaru przedstawia listing 1.

Również pewnych wyjaśnień może wymagać sposób pomiaru małych pojemności, przy którym należy uwzględnić pojemności montażowe i pasożytnicze układu U3, wynoszące zwykle kilka do kilkunastu pikofaradów. Ponieważ mogłyby być one przyczyną powstawania krótkich i niestabilnych przebiegów na wyjściu generatora, to dodano do wejścia pomiarowego niewielką pojemność C6. Jej zadaniem jest poprawienie kształtu i stabilności przebiegu mierzonego. Ostatecznie łączną wartość pojemności wejściowej miernika plus pojemność przewodów pomiarowych wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset pikofaradów i jest kompensowana programowo po każdym włączeniu miernika lub naciśnięciu

Podstawowe parametry miernika pojemności:	
Tryb pomiaru	- automatyczna zmiana zakresów
Zakres pomiarowy A	- 0,0pF - 1,22μF
Zakres pomiarowy B	- 1,00μF - 5,00mF
Czas zliczania zakresu A	- ok. 1,1s
Czas zliczania zakresu B	- od 1,1s do 13s
Średnia dokładność pomiaru	- ok. 3%
Wyświetlacz	- 3 cyfry wyniku + 1 cyfra zakresu
Kalibracja	- półautomatyczna

Tab. 1

Rys. 1 Schemat blokowy miernika pojemności



## Opis układu

W celu łatwiejszego zrozumienia zasady działania miernika pojemności na rysunku 1 przedstawiono jego schemat blokowy, w którego skład wchodzi trzy podstawowe bloki: generator astabilny, miernik częstotliwości z wyświetlaczem LED i zasilacz. W uproszczeniu wynika z niego, że wartość badanego kondensatora decyduje o częstotliwości generatora, którego przebieg jest pomierzony i wyświetlany w jednostkach pojemności. Uściślając, generator astabilny jest tak skalibrowany, by generować przebiegi o okresie (czasie trwania) proporcjonalnym do wartości mie-

przycisku „CALL”. Kompensacja pojemności wejściowej (pasozytniczej) jest przeprowadzana tylko dla niskiego zakresu pomiarowego, podczas którego przełącznik zakresów PK1 jest wyłączony. Wynika to z tego, że błąd spowodowany pojemnością pasozytniczą dla zakresu wysokiego pozostaje daleko poza polem odczytowym miernika. Sam program pozwala przeprowadzać kompensację pojemności wejściowej do dwóch bajtów. W praktyce wynosi to ok. 6,55nF i oznacza, że do miernika można podłączać przewód pomiarowy (koncentryczny typu RG58) o długości ok. 65 metrów lub wykonywać pomiary względne w zakresie niskich pojemności.

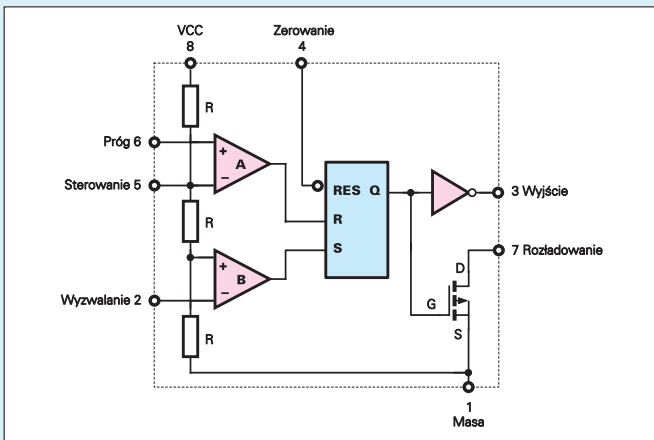
Wybór układu scalonego w wersji CMOS TLC555 do generatora pomiarowego jest podyktowany nie tylko szerokim zakresem napięć i większą częstotliwością jego pracy, ale głównie z powodu niewielkiego wpływu prądów wejściowych układu na dokładność

pomiaru. Można go zastąpić starszą wersją CMOS 7555 (bramka metalowa), nie powodując istotnego zwiększenia wartości błędu pomiaru lub użyć układu standardowego NE555, przy którym błąd wzrośnie o ok. 0,3-0,8%. Obie zmiany mogą jednak wymagać dobrania wartości rezystorów R16, R18 wpływających na wartość prądu ładowania kondensatora badanego. W przeprowadzonych próbach wynosiły one:

dla CMOS TLC555	- R16 = 820Ω, R18 = 820kΩ,
dla CMOS 7555	- R16 = 1kΩ, R18 = 1MΩ,
dla NE555	- R16 = 1kΩ, R18 = 1MΩ.

Zmiany te wynikają głównie z wartości rezystorów wewnętrznych widocznych na **rysunku 3**. Rysunek ten przedstawia schemat blokowy struktury układu TLC555, który składa się z dzielnika napięcia złożonego z trzech identycznych rezystorów, dwóch komparatorów, multiwibratora astabilnego,

bufora wyjściowego i tranzystora. Znając schemat wewnętrzny i zewnętrzny generatora, możemy przyjrzeć się metodzie pomiaru kondensatora. Dodatkowo posłuży w tym wykres przebiegu napięcia na kondensatorze z **rysunku 4**. Jak widać, na kształt tego przebiegu decydujący wpływ ma dzielnik napięcia składający się z trzech identycznych rezystorów, które dostarczają napięcie odniesienia dla dwóch komparatorów napięcia oraz prąd ładowania, który jest odwrotnie proporcjonalny do czasu ładowania kondensatora Cx. Z wykresu wynika, że od momentu włączenia do układu pojemności Cx do powstania na jej zaciskach napięcia 2/3 Vcc upływa czas t2, po czym następuje pierwsze rozładowanie kondensatora trwające do czasu t3. Jest to tak zwany pomiar nieznaczający, ponieważ kondensator Cx ładowany był od napięcia zerowego (nieokreślonego), nie zaś od 1/3Vcc. Dopiero kolejne pomiary są użytecznymi



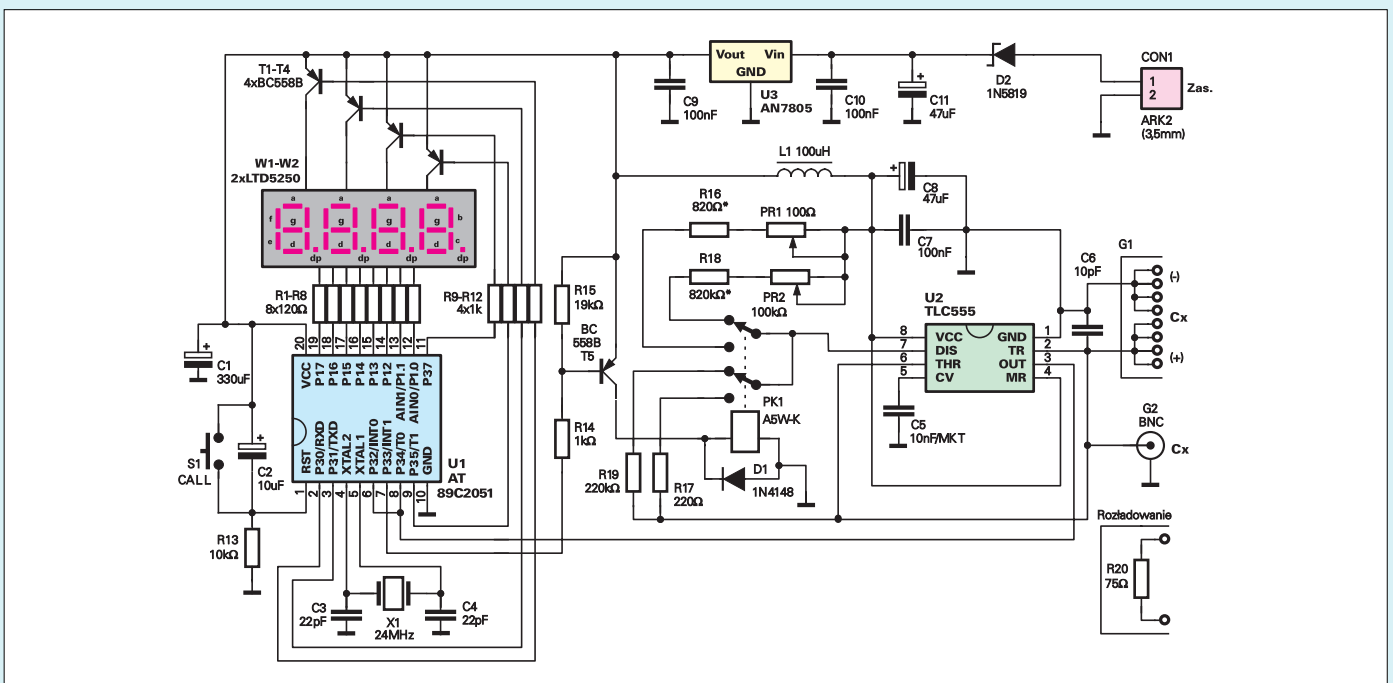
Rys. 3 Schemat blokowy wnętrza układu TLC555

List. 1 Procedura automatycznej zmiany zakresów

```

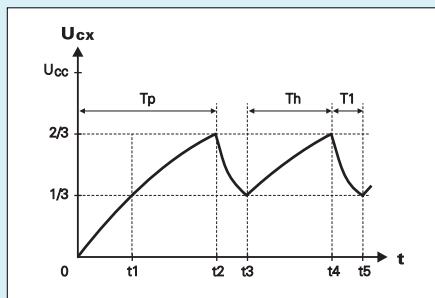
jnb RELAY,_range_high ; r7 -> rejestr przesuwania znaków
mov a,r7 ; ilość testowanych znaków niskiego zak.
div ab
jz _histereza ;testowanie
sjmp _on_low ;pozostań w niskim zakresie
_histereza:
sjmp _count_high
_range_high:
mov a,r7 ; ilość testowanych znaków wysokiego zak.
div ab
jz _on_high ;testowanie
sjmp _count_low
_count_high:
djnz time_range,_range_off
clr RELAY ;włączenie przełącznika
_on_high:
mov time_range,#3 ;odświeżanie czasu wysokiego zak.
sjmp _range_off
_count_low:
djnz time_range,_range_off
setb RELAY ;wylączenie przełącznika
_on_low:
mov time_range,#3 ;odświeżanie czasu niskiego zak.
_range_off:
    
```

Rys. 2 Schemat ideowy miernika pojemności



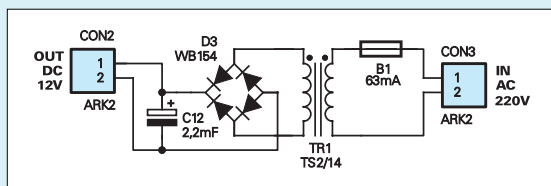
(dokładnymi). Wygląda to w ten sposób, że kondensator Cx jest ładowany od napięcia  $1/3 V_{cc}$  poprzez rezystory PR2, R18, R19 (PR1, R16, R17) do napięcia  $2/3 V_{cc}$ , a rozładowywany wyprowadzeniem 7 układu U2 przez R19 (R17). Cykle o czasie równym  $T_h + T_l$  powtarzają się z dużą stabilnością do czasu zmiany wartości pojemności Cx, a ich efektem jest przebieg cyfrowy (nóżka 3 układu U2) o okresie proporcjonalnym do wartości pojemności Cx.

Warto też wspomnieć, że elementy otaczające układ generatora powinny być dobrej jakości, tzn. rezystory metalizowane o małej tolerancji, potencjometry wieloobrotowe (helitrimy), a kondensatory o małym współczynnikiem temperaturowym. Również przewody łączące gniazda pomiarowe z płytką powinny być wysokiej jakości, tzn. koncentryczne z dobrym izolatorem wewnętrznym np. RG174/U o średnicy 3 milimetrów.



**Rys. 4 Wykres czasowy poziomu napięcia na Cx**

**Rys. 5 Schemat ideowy zasilacza**



**List. 2**

*Fragment programu odpowiedzialnego za wyświetlanie najbardziej znaczącej części wyniku*

```

_ski_4:
mov a,@r0          ;kod aktualnego wyświetlacza
inc r0            ;adres pobierania kodu następnego wyświetlacza
jb DISPLAY_4,_zero2 ;skocz dalej jeśli wyświetlacz 4 wyłączony
cjne a,#0,_zero_piko ;czy liczba ma wartość " 0 "
mov r5,#1        ;wpisz do R5 liczbę " 1 "
inc r7
jmp _ski_4       ;skocz do pobrania następnjej liczby
_zero_piko:
cjne r7,#9,_zero5 ;WYJĄTEK DLA PIERWSZEGO WYŚWIETLACZA
dec r0            ;poprawka tylko dla 9 znaku ( 0,1pF - 0,9pF )
dec r0            ;modyfikacja wskaźnika adresowego
mov a,@r0        ;adres pobrania kodu " 0 " do wyświetlenia
_zero2:
jb DISPLAY_3,_zero3
cjne a,#0,_zero5
cjne r5,#1,_zero5
mov r5,#1
jmp _ski_4
_zero3:
jb DISPLAY_2,_zero_on
cjne a,#0,_zero5
cjne r5,#1,_zero5
mov r5,#1
jmp _ski_4
_zero5:
mov r5,#0
_zero_on:
movc a,@a+dptr   ;pobranie kodu znaku
    
```

Wszystko to w końcowym etapie ułatwi uruchamianie układu i ostatecznie poprawi stabilność temperaturową całego miernika.

## Mikrokontroler

Zastosowanie w układzie mikrokontrolera pozwoliło znacznie uprościć całą konstrukcję miernika i podnieść jego walory użytkowe. Ta niepozorna „kostka” przejęła takie funkcje jak: pełna obsługa 4 wyświetlaczy siedmio-segmentowych typu LED, sterowanie przełącznika, pomiar okresu oraz proste przeliczenia związane z obsługą i kalibracją. Bardziej dociekliwych zachęcam do przejrzania programu źródłowego miernika pod nazwą **cx2aedw.asm**. Program źródłowy miernika (asm) i program wynikowy dla programatora (asm) można ściągnąć ze strony internetowej EdW z działu FTP. Pomijając część elektryczną mikrokontrolera, która jest klasyczna w przypadku sterowania sekwencyjnego wyświetlaczy z jednoczesnym pomiarem częstotliwości zewnętrznej, przejdę od razu do jego działania wynikającego z wpisanego w układ programu. Otóż mikrokontroler po każdym włączeniu zasilania inicjalizuje proces kalibracji sygnalizowany na wyświetlaczu napisem „-CA-”. Trwa on ok. 7 sekund. Następnie przez 2 sekundy na wyświetlaczu wyświetlana jest pojemność wejściowa miernika, która poddana zostanie kompensacji. Proces ten kończy się wyświetleniem na wyświetlaczu napisu „—c” oznaczającego prawidłowo ukończoną kalibrację oraz gotowość miernika do przeprowadzania pomiarów. Każdy z wykonanych pomiarów jest

wyświetlony na wyświetlaczu w postaci najbardziej znaczącej części wyniku. Jest to konieczne ze względu na małą liczbę wyświetlaczy. Za tę część programu odpowiada prostutki program pokazany na **listingu 2**.

Czwarty, ostatni z wyświetlaczy miernika pełni dwie funkcje: wyświetla jednostkę pojemności mierzonego kondensatora zgodnie z **tabelą 1** i za pomocą kropki dziesiętnej sygnalizuje o dokonaniu kolejnego wpisu na wyświetlacz.

ZAKRES	Cx min.	Cx max.	JEDNOSTKA POJEMNOŚCI	CZAS POMIARU max.
A - 1	0.1 - P	0.9 - P	pikofarady - pF	1,1s
A - 2	1.0 0 P	9.9 9 P	pikofarady - pF	1,1s
A - 3	1.0 0 P	9.9 9 P	pikofarady - pF	1,1s
A - 4	1.0 0 P	9.9 9 P	pikofarady - pF	1,1s
A - 5	1.0 0 n	9.9 9 n	nanoFarady - nF	1,1s
A - 6	1.0 0 n	9.9 9 n	nanoFarady - nF	1,1s
A - 7	1.0 0 n	9.9 9 n	nanoFarady - nF	1,1s
B - 8	1.0 0 u	9.9 9 u	mikrofarady - μF	1,1s+2s
B - 9	1.0 0 u	9.9 9 u	mikrofarady - μF	2,2s+2s
B - 10	1.0 0 u	9.9 9 u	mikrofarady - μF	5,5s+2s
B - 11	1.0 0 o	5.0 0 o	miliFarady - mF	11s+2s

**Tab. 1 Podzakresy pomiarowe miernika pojemności**

Przekroczenie zakresu akceptowanego przez program mikrokontrolera lub podłączenie kondensatora przebitego (takiego, który posiada zwarcie) zostanie zasygnalizowane komunikatem „-Er-”.

Gdyby miernik pozostawał przez dłuższy czas włączony i rozjechał się temperaturowo lub dokonano by zmiany przewodów pomiarowych, to należy przeprowadzić jego powtórny kalibrację przez przyciśnięcie przycisku „CALL”. Jest to przycisk okresowego przeprowadzania kalibracji, którego każdorazowe uaktywnienie jest faktycznym restartem programowym niepowodującym wyłączenia zasilania całego miernika. Lista wszystkich komunikatów mogących pojawić się na wyświetlaczu została przedstawiona w **tabeli 2**.

WYŚWIETLANY KOMUNIKAT	OBJAŚNIENIA
-CA-	Kalibracja rozpoczęta - proszę czekać
—c	Kalibracja zakończona - gotów do pomiarów
-Er-	Zakres przekroczony lub element uszkodzony (zwarty)
xxxx	Błąd chwilowy
xx-P lub 429P	Rozkalibrowanie - przeprowadź kalibrację
Ostatnia kropka dziesiętna	Moment zapalenia kropki oznacza wpisanie kolejnego pomiaru na wyświetlacz

**Tab. 2 Lista wyświetlanych komunikatów**

## Zasilacz

Miernik pojemności zasilany jest ze standardowego zasilacza stabilizowanego, którego schemat ideowy zgodnie ze schematem montażowym podzielony jest na dwie części. Część pierwsza, wpleciona w układ miernika, to scalony stabilizator U3 utrzymujący napięcie zasilania na poziomie 5V. Druga część to przedstawiony na **rysunku 5** zasilacz niestabilizowany dostarczający napięcie do stabilizatora o wartości 12V/200mA.

## Montaż i uruchomienie

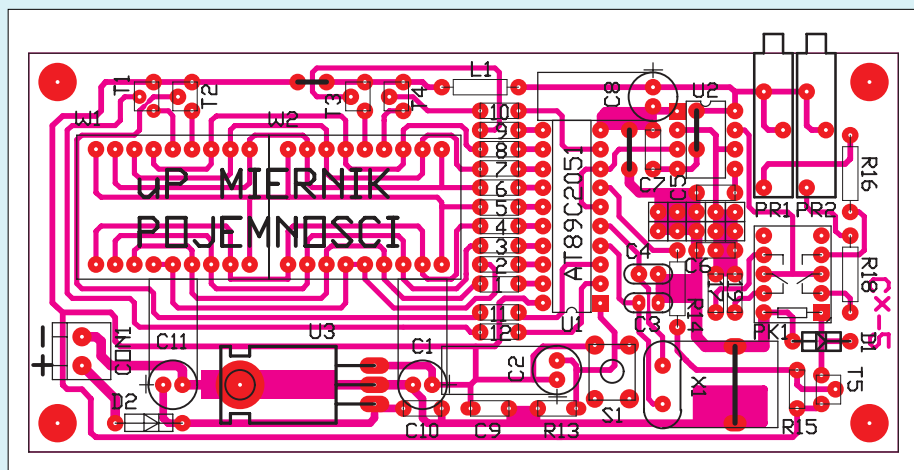
Montaż należy rozpocząć od zmontowania dwóch głównych płytek: płytki miernika i płytki zasilacza, przedstawionych na rysunkach 6 i 7. Oczywiście należy go wykonać zgodnie z obowiązującymi regulami sztuki elektronicznej, tzn. rozpocząć od najniższych elementów (zworek), a zakończyć na najwyższych. Zwrócić przy tym należy uwagę na elementy X1, U3, C1, C2, C8, C11, które powinny być montowane w pozycji poziomej, kwarc X1 ściągnięty zworką do płytki, a stabilizator U3 bezpośrednio przykręcony do płytki. Zalecane jest również zamontowanie podstawek pod mikrokontroler, generator i wyświetlacz. Pewnych wyjaśnień wymaga zaprojektowany na płycie przycisk S1. Otóż w przypadku montowania jego odpowiednika na płycie przedniej obudowy zalecane jest w jego miejsce wlutowanie gniazda pośredniczącego (np. typu listwowego), które w połączeniu z wtykiem będzie umożliwiać rozłączanie płyty przedniej obudowy od płytki miernika, co w konsekwencji przełoży się na większą swobodę podczas montażu i ewentualnej naprawy. Dotyczy to również wejścia pomiarowego na płycie miernika, w którym zamontowane gniazdo 2x5 oczek pośredniczy w połączeniu z gniazdami pomiarowymi

FABRYCZNE OZNACZENIE Cx	ESCORD ELC-131D 120Hz/Q	ESCORD ELC-131D 1kHz/Q	MASTECH M890C+ do 20µF	METEX M-3860M do 400µF	OPISANY MODEL U2=7555
1,8pF/cer. czar.		1,7pF Q=183	1pF		1,9pF
6,8pF/cer. czar.		7,4pF Q=132	6pF		7,4pF
82pF/K(5%)		81,1pF Q=600	78pF	84pF	82,7pF
270pF/G(2%)		279,2pF Q=---	274pF	281pF	281pF
470pF/J(5%)		471,8pF Q=520	466pF	473pF	474pF
820pF/cer. żółt.		785pF Q=597	786pF	770pF	786pF
1000pF/J(5%)	1,006nF Q=122	1,014nF Q=143	1008pF	1022pF	1,01nF
1500pF/(2,5%)	1,521nF Q=564	1,519nF Q=303	1511pF	1523pF	1,52nF
4700pF/D(2%)	4,728nF Q=695	4,729nF Q=244	4,70nF	4,71nF	4,71nF
4700pF/(1%)	4,708nF Q=706	4,708nF Q=245	4,68nF	4,70nF	4,70nF
10nF/(5%)	9,637nF Q=---	9,644nF Q=231	9,65nF	9,60nF	9,59nF
47nF/KSF	48,85nF Q=317	48,61nF Q=222	48,1nF	49,1nF	48,7nF
100nF/J(5%)	103,2nF Q=696	102,7nF Q=279	102,1nF	103,1nF	102nF
150nF/K(10%)	148,4nF Q=439	147,9nF Q=238	147,1nF	149,0nF	147nF
220nF/K(10%)	224,2nF Q=551	223,7nF Q=236	222nF	224,1nF	222nF
470nF/K(10%)	462,4nF Q=451	461,3nF Q=219	462nF	465nF	459nF
680nF/J(5%)	683,7nF Q=431	681,2nF Q=167	0,685µF	685nF	678nF
1µF/MKT(5%)	1,012µF Q=517	1,012µF Q=187	1,012µF	1,014µF	1,01µF
4,7µF	4,768µF Q=250	4,408µF Q=8,99	4,57µF	4,81µF	4,68µF
22µF/tantal	21,91µF Q=24,9	20,41µF Q=4,67		21,77µF	21,9µF
220µF/tantal	215,9µF Q=10,3	0,158mF Q=1,92		219,4µF	220µF
470µF	459,4µF Q=14,5	0,402mF Q=3,29			505µF
1000µF	900,1µF Q=10,8	0,667mF Q=1,84			978µF
1800µF = (A)	01,68mF Q=15,6	1,449mF Q=2,95			1,94mF
4700µF = (B)	04,39mF Q=8,99	1,176mF Q=6,34			4,67mF
6800µF	05,57mF Q=5,25	1,750mF Q=7,14			6,78mF*
A+B = 6500µF	06,06mF Q=8,48				6,68mF*

umieszczonymi na obudowie. Gniazdami tymi są: gniazdo G1, do którego została wykonana płytka pomocnicza zgodnie z rysunkiem 8 i gniazdo BNC oznaczone jako G2. Poprawnie zamontowany miernik po

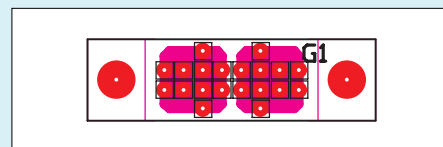
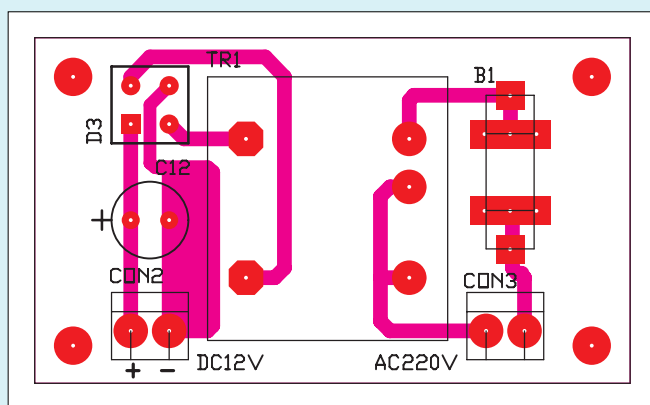
**Tab. 3** Tabela przeprowadzonych pomiarów z użyciem kilku mierników

**Rys. 8** Rysunek płytki drukowanej gniazda G1



**Rys. 6** Schemat montażowy miernika

**Rys. 7** Schemat montażowy zasilacza



w przy bardzo małych stratach. Ich pojemność dla niskiego zakresu powinna wynosić ok. 1nF i dla wysokiego ok. 10µF. W ostateczności możemy się posłużyć innymi kondensatorami (stabilnymi temperaturowo), ale dopiero po wcześniejszym ich pomiarze dokładnym miernikiem pojemności. Strojenie, podzielone na dwa etapy, rozpocząć należy od niskiego zakresu, w kilka minut po tym, jak miernik zakończy kalibrację i wyświetli napis „,—c”. Po czym wkładamy do gniazda G1 kondensator wzorcowy 1nF i potencjometrem PR2 ustawiamy wskazanie miernika odpowiadające faktycznej jego pojemności. Następnie w drugim etapie (po wyciągnięciu kondensatora 1nF i odczytaniu z wyświetlacza napisu „,—c”) wkładamy do gniazda G1 kondensator wzorcowy 10µF i potencjometrem PR1 ustawiamy na wyświetlaczu odpowiadającą mu wartość. Gdyby z jakichś powodów zakres regulacji potencjometrów okazał się zbyt mały, to należy zmienić wartość odpowiedniego rezystora szeregowego R16 lub R18. Tak zestrojony miernik jest gotowy do pomiarów, których dokładność w praktyce okazała się nie najgorsza. Dowodem na to są przeprowadzone testy porównawcze z innymi miernikami przestawionymi w tabeli 3. Nie należy przy tym wyciągać

włączeniu zasilania na pewno „ożyje” i na wyświetlaczu zobaczymy napis „,—c”. Będzie on oznaczał, że wszystkie czynności związane z budową miernika wykonaliśmy dobrze i pozostało nam tylko jego zestrojenie. Będą nam do tego potrzebne dwa kondensatory wzorcowe. Najlepiej do tego celu nadają się kondensatory MKP, MKC lub MKT wykazujące doskonale parametry temperaturowe

pochopnych wniosków z porównania pomiarów dużych pojemności, które mogłyby sugerować, że miernik „ELC-131D” znacznie zaniża ich wartości. Powodem tych rozbieżności jest częstotliwość pomiarowa, o której możemy się dużo dowiedzieć z publikacji zamieszczonych w EdW 3-6/96.

Przedstawiony model miernika został umieszczony w obudowie plastikowej typu Z-33. Przykładowa płyta czołowa obudowy jest przedstawiona na **rysunku 9**. Zamontowane na płycie dwie śruby połączone rezystorem R20 służą do rozładowywania kondensatorów mogących posiadać ładunek o wysokim napięciu niebezpiecznym dla wejścia miernika. Podczas pomiarów należy pamiętać o tym, że wejścia miernika mają polaryzację, której należy szczególnie przestrzegać w przypadku mierzenia kondensatorów elektrolitycznych lub tantalowych.

**Roman Biadalski**

*roman.biadalski@edw.com.pl*

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1-R8	.....120Ω
R9-R12,R14	.....1kΩ
R13,R15	.....10kΩ
R16*	.....820Ω
R17	.....220Ω
R18*	.....820kΩ
R19	.....220kΩ
R20	.....75Ω/0,5W
PR1	.....100Ω (helitrim)
PR2	.....100kΩ (helitrim)

### Kondensatory

C1	.....330μF
C2	.....10μF
C3,C4	.....22pF
C5	.....10nF
C6	.....10pF
C7,C9,C10	.....100nF ceramiczne
C8,C11	.....47μF/25V
C12	.....2,2μF

### Półprzewodniki

D1	.....1N4148
D2	.....1N5819
D3	.....WB154 (mostek 1A)

T1-T5	.....BC558B
U1	.....AT89C2051
U2*	.....TLC555
U3	.....AN7805
W1,W2	.....LTD5250 lub TOD5263

### Inne


X1	.....24,000MHz
PK1	.....A5W-K (TAKAMISAWA, 5V)
L1	.....100μH
TR1	.....TS2/14
B1	.....63mA
CON1	.....ARK2 (3,5mm)
CON2,CON3	.....ARK2 (5mm)
S1	.....mikroswitch 10mm
Podstawka	.....40pin
Podstawka	.....20pin
Podstawka	.....8pin
G1	.....Ilistwa gniazd goldpin 6x2
G2	.....BNC-50
Obudowa	.....Z-33
	Oprawki bezpiecznika do druku

**Rys. 9 Rysunek płyty czołowej miernika (skala 100%)**

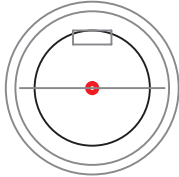
Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2725

## MIKROPROCESOROWY MIERNIK POJEMNOŚCI Cx-2

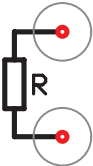
(0,1pF - 5mF)



**CALL**




**POWER**



**UWAGA !**  
przed pomiarem  
element mierzony  
należy rozładować

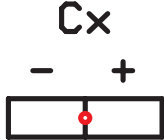
P - pF - pikofarady  
n - nF - nanofarady  
u - uF - mikrofarady  
o - mF - milifarady

**Cx**



-CA- kalibracja rozpoczęta - proszę czekać  
---c kalibracja zakończona - gotów do pracy  
429P rozkalibrowanie - przeprowadź kalibrację  
xxxxr błąd chwilowy  
-Er- błąd - przekroczony zakres  
lub element uszkodzony

**Cx**



⚠ DC 5V MAX