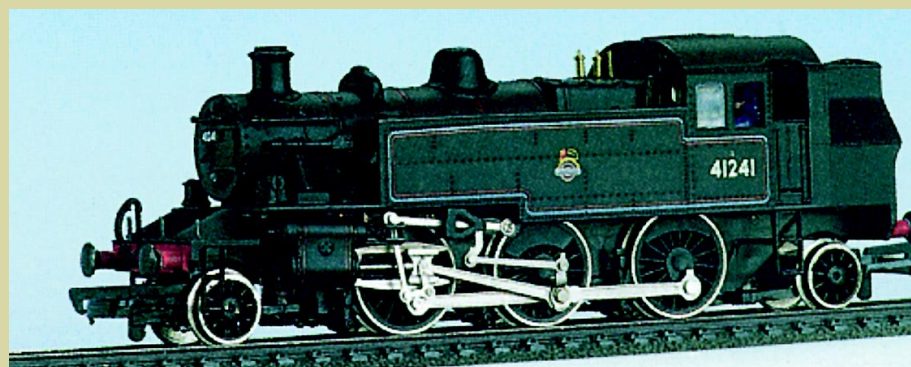


# Aplikacje układów LM3914/5/6 część 3

W drugim numerze *Elektroniki dla Wszystkich* przedstawiliśmy płytkę drukowaną PW-02, na której można zmontować jeden z wielu interesujących układów. Wspólną cechą wszystkich urządzeń montowanych na tej płytce jest obecność kostki sterującej z rodziny LM3914, 3915 lub 3916 oraz linijki świetlnej zbudowanej z dziesięciu diod LED.

Układy budowane na płytkach wielofunkcyjnych mają walor poznawczy, pokazują bowiem rozmaite sposoby wykorzystania tego samego układu scalonego, a oprócz tego niewątpliwie są przydatne w praktyce. Dotychczas opisaliśmy monitor stanu akumulatora samochodowego i wskaźnikysterowania audio; dziś prezentujemy następną przydatną urządzenie - miernik natężenia dźwięku.



## Miernik natężenia dźwięku

Pomimo swej wyjątkowej prostoty jest bardzo pożytecznym narzędziem w rękach każdego elektronika hobbysty. Pozwala sprawdzać właściwości wszelkich elementów i urządzeń elektroakustycznych.

Ponieważ płytka PW-02 przeznaczona jest do zmontowania wielu różnych układów, więc przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre są montowane w danym przypadku. Fotografie, rysunki i schematy w artykule przedstawiają tylko te podzespoły, które mają być zamontowane. Z tego powodu numeracja użytych elementów nie jest ciągła, ale za

to montaż jest wręcz dziecinnie prosty.

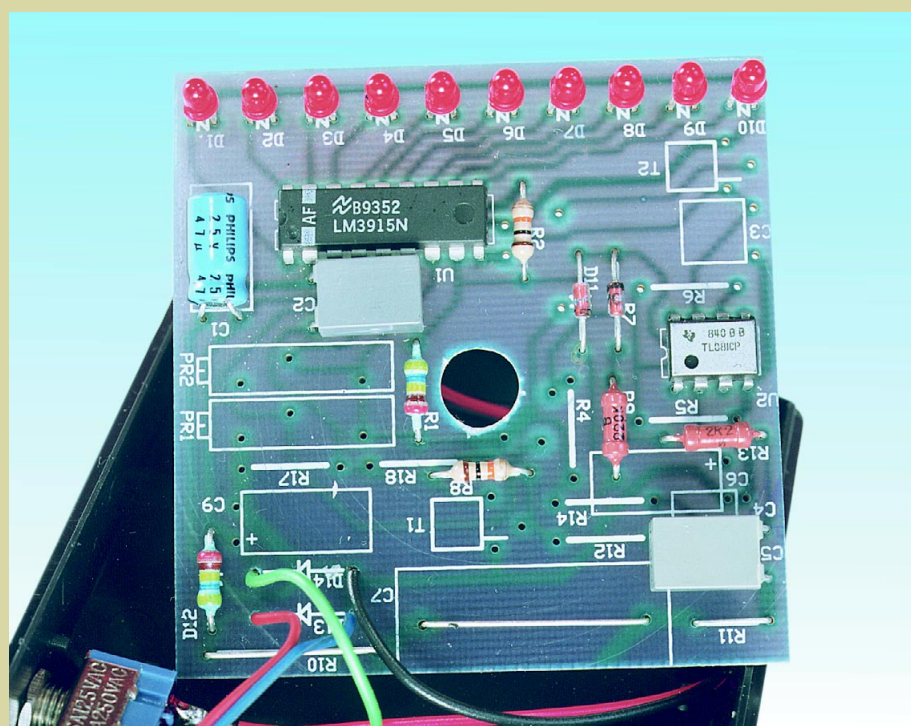
Przed zapoznaniem się z treścią artykułu warto powrócić do materiału w *EdW 2/96*, gdzie podano opis płytki i zwięźle omówienie podstawowych właściwości kostek LM3914...3916. Podane tam wiadomości mogą się okazać niezbędne do zrozumienia działania przedstawionego dziś układu.

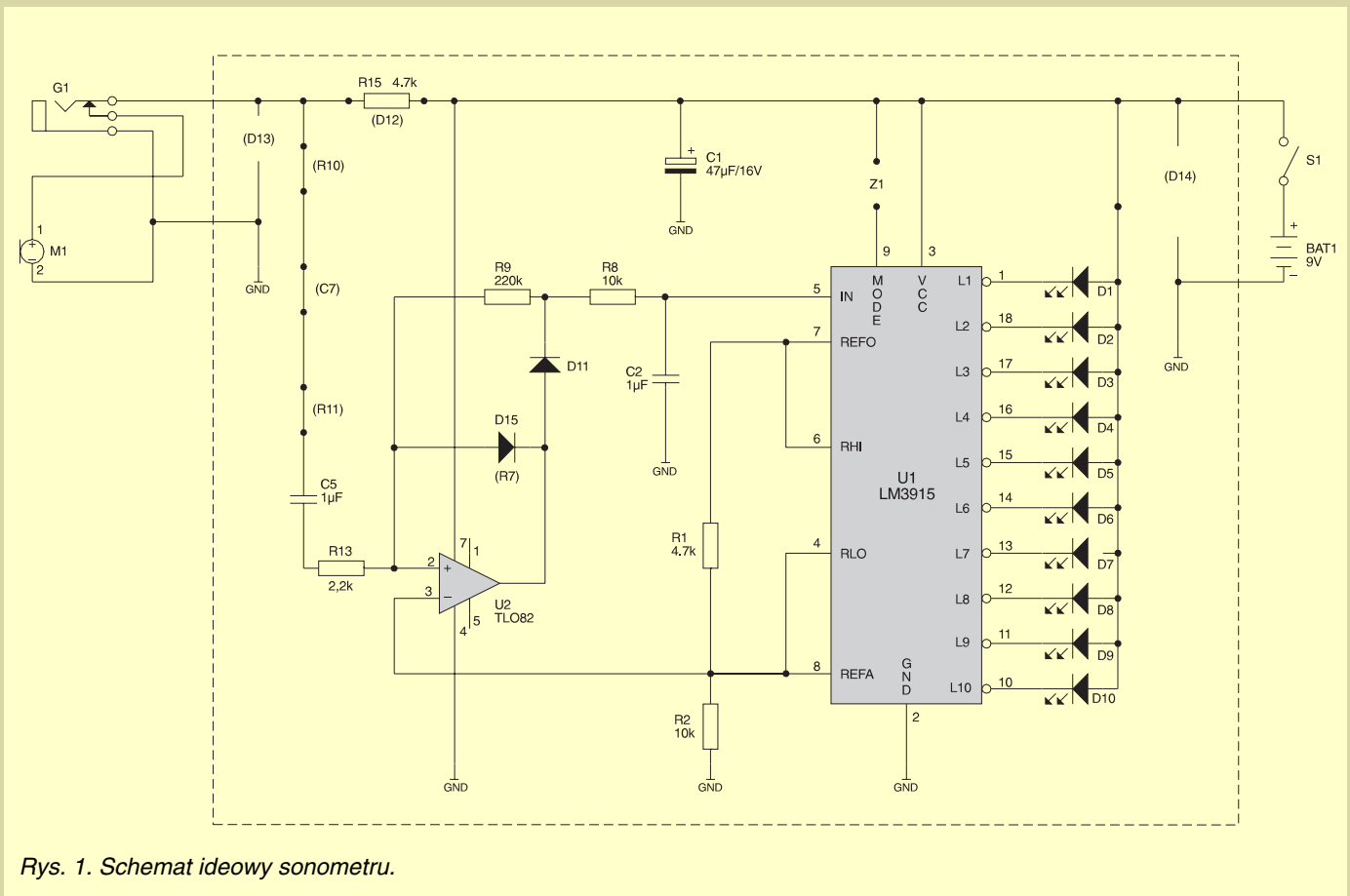
## Miernik natężenia dźwięku - sonometr

Miernik natężenia dźwięku jest podstawowym narzędziem elektroakustyka. Za jego pomocą można sprawdzić równomierność pokrycia dźwiękiem nagłaśnianego obiektu, ustawić właściwe poziomy głośności. Choć większość czytelników *Elektroniki dla Wszystkich* nie jest i nie będzie zawodowymi elektroakustykami, przyrząd ten zapewne im się przyda. Za jego pomocą można sprawdzać metodą porównawczą skuteczność mikrofonów, głośników, słuchawek, przetworników piezoelektrycznych itp. Przyrząd wspólnie z generatorem małej częstotliwości umożliwi nawet sprawdzenie przebiegu charakterystyki częstotliwościowej wymienionych przetworników.

### Opis układu

Schemat ideowy miernika pokazany jest na **rysunku 1**. Elementem pomiarowym jest dwukońcówkowy mikrofon elektretowy M1. Aby umożliwić sprawdzanie mikrofonów dodano gniazdo we-





Rys. 1. Schemat ideowy sonometru.

jęciowe G1. Włożenie wtyku odłącza wewnętrzny mikrofon.

Sygnal wejściowy jest podawany na układ prostownika aktywnego zbudowanego z układem scalonym U2. Prostownik aktywny, opisany szczegółowo w EdW 2/96 jednocześnie wzmacnia sygnał. O wartości wzmacnienia decyduje stosunek rezystancji R9 do rezystancji R13 (i ewentualnie R15). Wzmocniony i wyprostowany jednopółkowo sygnał jest podawany na wejście wskaźnika LM3915 o logarytmicznej charakterystyce wskaźnika. "Po drodze" umieszczono filtr o niewielkiej stałej czasowej ładowania  $R8 \times C2$  i dużej stałej rozładowania  $(R8+R9) \times C2$ , dzięki czemu miernik pokazuje wartości szczytowe, a nie średnie. Jeśli potrzebny byłby miernik o powolnej charakterystyce, pokazujący wartość średnią, można zwiększyć rezystancję R8 nawet do 1M $\Omega$ .

Wskaźnik LM3915 pracuje w najprostszym układzie aplikacyjnym. Napięcie na rezystorze R1 wynosi około 1,25V - wynika to z zasady działania układu. Prąd wypływający z końcówki 7 (czyli w praktyce wartość R1) decyduje o prądzie diod świecących. Z kolei rezystancja R2 ustala napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego U2 i nóżce 8 układu U1. Napięcie to wynosi około 2,5V i pełni rolę sztucznej masy dla prostownika aktywnego ze wzmacniaczem U2.

Zastosowanie "logarytmicznego" układu LM3915 daje miernik o rozpiętości skali 30dB (co 3dB) co jest wystarczające do większości proponowanych zastosowań. W razie potrzeby można zastosować przełącznik zmieniający wzmacnienie, dołączający równolegle do rezystora R9 rezystor o wartości około 7,5k $\Omega$ . Rozszerzy to całkowity zakres pomiarowy do prawie 60dB.

### Montaż

Schemat montażowy zawierający wszystkie użyte elementy pokazany jest na **rysunku 2**. Pomocą będą też fotografie.

Aby umieścić płytkę w typowej obudowie KM-33 należy ją nieco skrócić obcinając fragment zawierający otwory mocujące i kondensator C8. Część tę oddzielono na rysunku 6 ciągłą linią. Podczas montażu należy najpierw włutować zwory w miejsce R10, C7 i R11, a następnie rezystory, diody D11 i D15, wreszcie kondensatory i podstawki pod układy scalone. Diodę D15 należy montować w miejsce rezystora R7 paskiem w stronę diod świecących, a rezystor R15 w miejsce diody D12.

Przygotowanie, sprawdzenie i montaż diod świecących D1 - D10 należy przeprowadzić według wskazówek podanych w pierwszym artykule o płytkach wielofunkcyjnych zamieszczonym

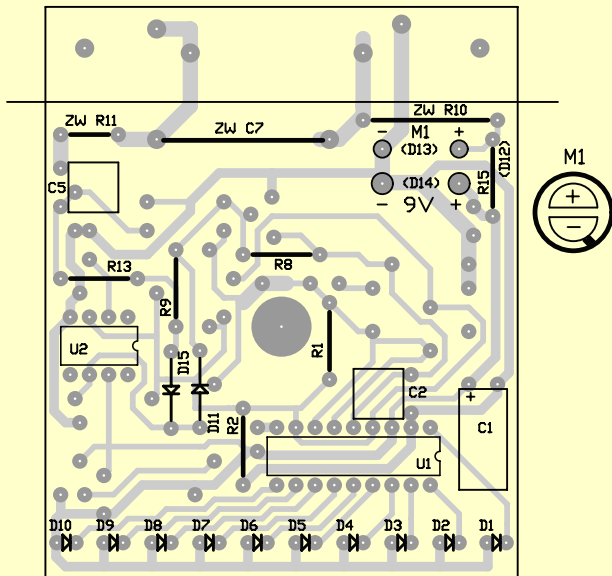
w EdW 2/96. Tym razem diody powinny być zmontowane "na stojąco", około 6mm nad płytką drukowaną. Dłuższa końcówka diody świecącej to anoda - czyli "plus".

Przewody zasilające można włutować w wolne otwory diody D14, a mikrofon w miejsce diody D13. Dla ułatwienia na rysunku 6 pokazano biegunowość typowego mikrofonu - jak widać obudowa mikrofonu jest połączona z końcówką ujemną.

Po zmontowaniu wszystkich elementów i włożeniu układów w podstawki należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu, w szczególności czy podczas lutowania nie powstały jakieś zwarcia.

Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu powinien pracować poprawnie. W tak prostym układzie nie przewiduje się kalibracji.

Większość Czytelników miałaby duże trudności z wykalibrowaniem przyrządu, bowiem potrzebny byłby do tego wzorcowy miernik natężenia dźwięku. Ponadto w przyrządzie zastosowano tani popularny mikrofon elektretowy, którego charakterystyka częstotliwościowa może nie być równomierna. Na szczęście kalibracja wcale nie jest niezbędna! W ogromnej większości przypadków nie jest potrzebna znajomość bezwzględnego poziomu dźwięku, a tylko *różnice poziomów*.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej PW-02.



Rys. 3. Skala sonometru.

-21	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0dB	+3	+6
-----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	----	----

Dlatego na skali przyrządu nie zaznaczono wartości poziomu dźwięku (SPL - Sound Pressure Level), a umieszczono tylko skalę decybelową pomocną przy dokonywaniu pomiarów porównaw-

czych. Punkt 0dB mógłby być umieszczony w dowolnym miejscu skali. Układ nie wymaga żadnej regulacji i powinien pracować od razu bez problemów. W razie trudności należy prze-

de wszystkim sprawdzić pobór prądu. W ciszy, gdy żadna dioda nie jest zaświecona, układ zasilany z baterii 9V pobiera około 5mA prądu, gdy świeci jedna z diod - 9...10mA. Najczęstszą przyczyną kłopotów są zwarcia i pomyłki w montażu - i to należy sprawdzić w pierwszej kolejności. Następnie należy zmierzyć napięcie na rezystorze R2 - powinno wynosić 2,4...3V, a na rezystorze R1 - około 1,25V. Napięcie na nóżce 5 kostki U1 powinno rosnać przy zwiększaniu głośności dźwięku.

## Fala stojąca i pogłos

Fala stojąca to zma electroakustyków. Najprościej rzecz ujmując w słabo wylumionym pomieszczeniu dźwięk wielokrotnie odbija się od ścian, sufitu i podłogi. Fala odbita dodaje się lub odejmuje od fali głównej, zależnie od długości fali (czyli częstotliwości) i wymiarów pomieszczenia. Fala dźwiękowa w powietrzu ma długość w zakresie od kilku centymetrów do kilku metrów. W efekcie w niektórych miejscach pomieszczenia dźwięk jest cichszy, w innych głośniejszy.

Czym słabiej wylumionym pomieszczenie (czyli jeśli zawiera mało miękkich, pochłaniających dźwięk przedmiotów), tym większa fala stojąca i większa nierównomierność nagłośnienia.

Zjawisko fali stojącej można łatwo zaobserwować w pustych (i nie tylko) pomieszczeniach i to zarówno "na ucho" jak i przy pomocy opisywanego przyrządu. Wystarczy włączyć ton o częstotliwości rzędu kilkuset herców i pomału przemieszczać się wraz z przyrządem wewnątrz pomieszczenia.

Oczywiście wystąpienie fali stojącej może wręcz uniemożliwić interpretację wyników pomiarów z wykorzystaniem sonometru. Jeśli pomiary wykonywane będą w źle wylumionym pomieszczeniu, to wyniki zależą od miejsca ustawienia mikrofonu, a nie tylko od odległości od źródła dźwięku.

Zjawiskiem pokrewnym, również wynikającym z odbić dźwięku jest pogłos. Wskutek wielokrotnych odbić, po wyłączeniu źródła dźwięku dźwięk nie zanika natychmiast, tylko utrzymuje się przez pewien czas, zwany czasem pogłosu. Zjawisko to najlepiej można zaobserwować w dużych kościołach i katedrach. Tam jest pożądane, bowiem dźwięk muzyki czy chóru jest bardziej majestatyczny, pełniejszy i silniej oddziałuje na słuchaczy. Jednak w większości przypadków pogłos jest niekorzystny, zmniejsza bowiem zrozumiałość mowy i fałszuje obraz dźwiękowy. Dlatego w studiach, salach konferencyjnych, aulach stosuje się różnorodne materiały pochłaniające dźwięk, czyli zmniejszające odbicia.

Osoby niezorientowane często uważają wystąpienie pogłosu jako dowód na dobrą akustykę pomieszczenia. W rzeczywistości jest odwrotnie - wierny obraz dźwięku można uzyskać tylko w dobrze wylumionym pomieszczeniu. Ale z gustami się nie dyskutuje - jeśli ktoś lubi pomieszczenia słabo wylumione - ma do tego pełne prawo.

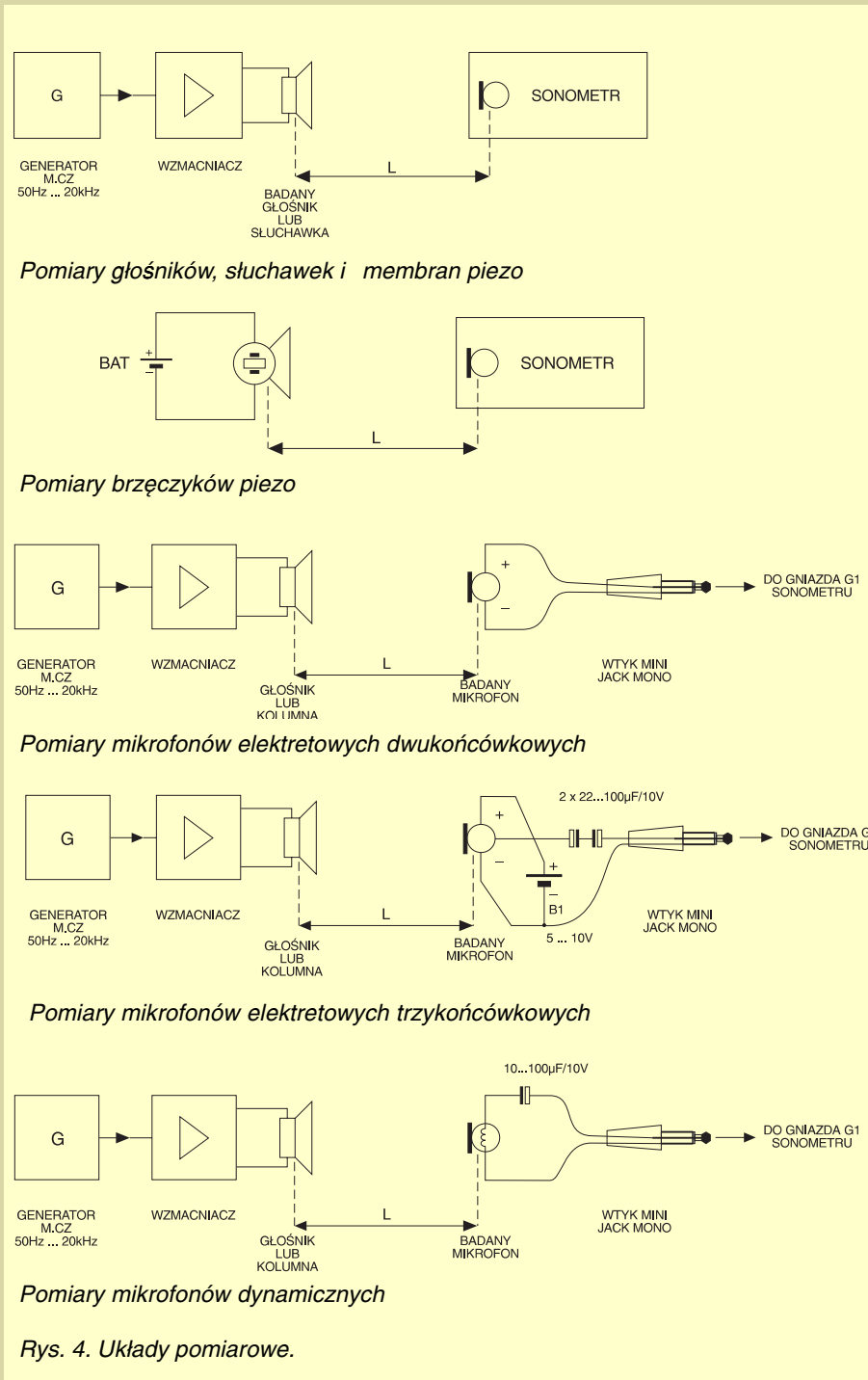
Układ modelowy umieszczono w obudowie KM-33B. W górnej pokrywie wywiercono otwory na diody wiertłem o średnicy 3,2mm. Wykonano też otwory na mikrofon, gniazdo i wyłącznik. Do równego zaznaczenia otworów na diody warto wykorzystać płytkę drukowaną *przed jej zmontowaniem*. W płytce tej są przecież otwory do wlotowania diod - wystarczy przyłożyć płytkę do obudowy i zaznaczyć cienkim wiertłem lub igłą miejsca wiercenia wykorzystując co drugi otwór.

Aby wykonać estetyczną skalę wystarczy wykonać kserokopię **rysunku 3** na papierze samoprzylepnym, a następnie polakierować bezbarwnym lakierem w spraju i nakleić.

## Zastosowanie

Pomimo swej prostoty miernik jest cennym przyrządem w pracowni każdego elektronika-hobbysty.

Elektronik często musi dobrać dwa jednakowe przetworniki: mikrofony, słuchawki, brzęczki piezo. Opisywany przyrząd znakomicie to ułatwi i pozwoli określić różnice skuteczności wprost



Rys. 4. Układy pomiarowe.

w decybelach. Na **rysunku 4** pokazano odpowiednie układy pomiarowe.

Co więcej, przyrząd umożliwi porównanie skuteczności mikrofonów, głośników, kolumn itp. różnego typu, a nawet określenie ich charakterystyki częstotliwościowej! A to już jest zagadnienie bardzo często spotykane w życiu. Czy nie miałeś nigdy wrażenia, drogi Czytelniku, że niektóre głośniki przy tej samej dostarczonej mocy elektrycznej grają znacznie ciszej niż inne. Szczególnie dotyczy to tanich kolumniek samochodowych produkcji dalekowschodniej. Nabywca jest oczarowany podanymi na opakowaniu parametrami, szczególnie

mocą. Później po dołączeniu do wzmacniacza okazuje się, że głośniki grają jaśniej cicho i lepszy efekt uzyskuje się dołączając choćby jakieś stare krajowe głośniki o mniejszej mocy nominalnej.

Podobnie rzecz się ma z mikrofonami. Przykładowo tanie mikrofony elektretowe mogą mieć bardzo duży rozrzut skuteczności nawet jeśli pochodzą z tej samej serii produkcyjnej. Mikrofony elektretowe mają znacznie większą skuteczność od mikrofonów dynamicznych. Występują także spore różnice w szerokości przeniesionego pasma częstotliwości.

Wszelkie takie różnice można określić używając opisywanego przyrządu.

W stosownym układzie z rysunku 4 można zmierzyć i zanotować wskazania miernika dla różnych egzemplarzy przetworników przy kilku różnych częstotliwościach w zakresie 50Hz...20kHz. Oczywiście nie można w ten sposób precyzyjnie określić przebiegu charakterystyki częstotliwościowej, ale na pewno można dość dokładnie porównać właściwości różnych przetworników - i o to w praktyce chodzi.

Głośność dźwięku i odległość między źródłem dźwięku i mikrofonem można dobrać, aby miernik wskazywał umowne 0dB na swej skali, ale równie dobrze pomiary można przeprowadzić w innym miejscu skali.

Podczas pomiarów kolejnych przetworników należy koniecznie zachować stałą odległość między źródłem dźwięku i mikrofonem (na rysunku 4 oznaczona literą L), a pomiary przeprowadzać w warunkach wykluczających powstanie fali stojącej, czyli najlepiej na wolnym powietrzu lub w bardzo dobrze wytłumionych pomieszczeniach.

Dobrym rozwiązaniem może się okazać użycie generatora szumu różowego - wtedy jednak należy zwiększyć w przyrządzie wartość R8, aby uzyskać miernik wartości średniej, a nie szczytowej.

**Piotr Górecki**

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R15: 4,7kΩ

R2, R8: 10kΩ

R9: 220kΩ

R13: 2,2kΩ

### Kondensatory

C1: 47μF/16V

C2, C5: 1μF stały

### Półprzewodniki

D1...D10: LED 3mm

D11, D15: 1N4148

U1: LM3915

U2: TL082

### Różne

M1: mikrofon elektretowy

podstawki pod układy scalone

płytką drukowaną PW-02

obudowa KM33B kpl.

złączka baterii

gniazdo mini jack mono

wyłącznik

przewody

Płytkę wielofunkcyjną PW-02 oraz komplet elementów sonometru można otrzymać na warunkach podanych na stronie 60.