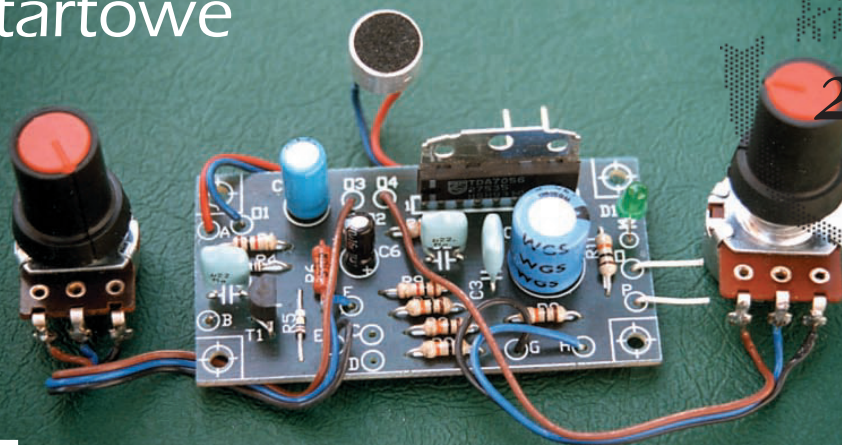


# Zestawy startowe



# Mój pierwszy wzmacniacz

## część II

Przedstawiamy drugą część artykułu przeznaczonego dla osób, które chcą dopiero zacząć swą przygodę z elektroniką.

W poprzednim numerze przedstawiony był schemat ideowy i wiele informacji o zasadach rysowania schematów.

Dzisiaj opis montażu i zasady identyfikowania elementów.

### Opis układu

Głównym podzespołem jest scalony wzmacniacz mocy – element oznaczony U1. Jest to znana już czytelnikom EdW kostka TDA7056. Dla początkującego elektronika szczegóły nie są ważne, powinieneś tylko wiedzieć, że kostka ta jest wyjątkowo łatwa do wykorzystania, i pozwala uzyskać moc wyjściową do 3W, a w pewnych warunkach nawet więcej.

Wyjściem kostki są nóżki 6 i 8 – do punktów oznaczonych J, K podłączysz głośnik. W zestawie AVT-2163B celowo nie przewidziano głośnika – przecież w każdym domu znajdzie się jakiś głośnik od starego radia czy telewizora.

Do wzmacniacza możesz też podłączyć kolumnę (tak potocznie nazywamy zestawy głośnikowe do lepszego sprzętu audio). Podłączenie kolumny wcale nie jest przesadą, bowiem wzmacniacz ma w sumie bardzo dobre parametry, i jakość dźwięku zależy nie od wzmacniacza, tylko od dołączonego głośnika. Dlatego dobrze jest podłączyć głośnik o możliwie dobrych parametrach, możliwie duży, o mocy nie mniejszej niż 1,5W i oporności 8W lub większej.

Krajowe głośniki oznaczane są następująco: oto przykład GD12/10 16W to Głośnik Dynamiczny o średnicy membrany 12cm, o mocy 10W i oporności 16W. Z kolei GD5/0,2 8W to Głośnik Dynamiczny o średnicy 5cm, mocy 0,2W i oporności 8W – taki mały głośniczek nie nadaje się do naszego wzmacniacza.

Każdy wzmacniacz wzmacnia sygnały elektryczne. Kostka TDA7056 ma wzmacnienie ustalone przez producenta wynoszące 40dB czyli 100 razy. Stukrotne wzmacnienie, to dość dużo, jak na wzmacniacz mocy (w innych wzmacniaczach wzmacnienie wynosi zazwyczaj 20...40 razy).

Aby uzyskać na głośniku odpowiednio duży sygnał, na wejście kostki TDA7056 (nóżka nr 3) trzeba podać sygnał o amplitudzie rzędu 40...150 miliwoltów (0,04...0,15V). Umożliwia to bezpośrednią współpracę z różnymi źródłami sygnału, na przykład z wyjściem magnetofonu DECK, odtwarzacza kompaktowego, radia czy walkmana. Dla takiego celu przewidziano wejścia z punktami oznaczonymi C, D i O2. Dwa wejścia (C i D) są na wypadek, gdyby na wzmacniacz podawany był sygnał stereofoniczny – sygnały z obu kanałów stereo zostaną zsumowane. Do regulacji głośności tego toru służy potencjometr P2.

Czułość wzmacniacza mocy TDA7056 jest jednak za mała dla bezpośredniej współpracy z mikrofonem. Dlatego został dodany prosty wzmacniacz z tranzystorem T1. Dla początkujących szczegóły budowy tego wzmacniacza nie są ważne. Wystarczy wiedzieć, iż wzmacnienie tego stopnia jest wyznaczone stosunkiem rezystancji potencjometru P1 i rezystora R6.

Wzmacnienie stopnia =  $P1 / R6$

Przy podanych wartościach (10kΩ i 470Ω) wzmacnienie przedwzmacnia-

cza wynosi około 20 razy, co w zupełności wystarcza do współpracy zarówno z popularnymi mikrofonami elektretowymi, jak i z mikrofonami dynamicznymi. Na rysunku 1 pokazano sposoby podłączenia różnych mikrofonów. Wejściem mikrofonowym jest punkt oznaczony B. Punkt A jest potrzebny tylko przy współpracy z mikrofonem elektretowym trzykońcówkowym.

Kondensator C5 filtruje obwód zasilania i zapobiega samowzbudzeniu się wzmacniacza. Elementy R9 i C4 tworzą dodatkowy filtr zasilania dla przedwzmacniacza z tranzystorem T1.

Dioda świecąca D1 i rezystor ograniczający prąd stanowią tylko wskaźnik włączenia zasilania.

### Schemat montażowy

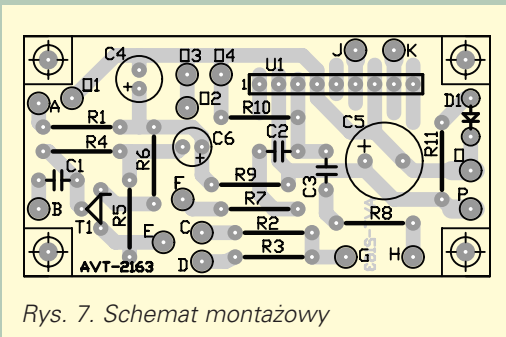
Ogromną większość układów elektronicznych wykonujemy z użyciem płytek drukowanych. Końcówki elementów umieszczone są w otworach płytki i następnie przylutowane do punktów lutowniczych (ścieżek).

Początkujący elektronicy często próbują zmontować układ lub zaprojektować płytkę drukowaną tak, by rozmieszczeniem elementów przypominał schemat ideowy. Może to być uzasadnione tylko w przypadku bardzo prostych układów. Ale ogólnie biorąc jest to przyzwyczajenie wręcz szkodliwe. Najczęściej wykonany układ rozmiesz-

# Pierwszy krok

czaniem elementów niewiele przypomina schemat ideowy.

Podobnie jest z płytką przeznaczoną do zmontowania naszego układu. Schemat montażowy znajdziesz na **rysunku 7**. O ile symbole elementów na schematach ideowych są ściśle określone przepisami zawartymi w normie, o tyle przy rysowaniu schematów montażowych i projektowaniu płytek występuje duża dowolność. Ja mam po prostu w swoim komputerze zaprojektowane przez siebie rysunki obudów poszczególnych elementów. Inni mają własne sposoby oznaczania elementów na płytkach drukowanych.



Rys. 7. Schemat montażowy

Choć na schemacie montażowym występują inne symbole, układ połączeń musi zgadzać się ze schematem ideowym.

### Identyfikacja elementów

W zestawach do samodzielnego montażu, spotykanych w handlu, wszystkie elementy są pakowane do jednej torebki lub pudełka – krótko mówiąc są pomieszane.

Poważnym problemem, jaki napotykają początkujący przy próbie złożenia układu elektronicznego, jest trafne zidentyfikowanie wszystkich elementów. Każda pomyłka może oznaczać niewłaściwą pracę układu, a nawet może spowodować nieodwracalne uszkodzenia elementów.

Poniższe wskazówki pozwolą uniknąć wielu stresów.

Rezystory zazwyczaj oznaczane są za pomocą barwnego kodu paskowego. Znakomitą pomocą w identyfikacji rezystorów jest prosty przyrząd opisany w rubryce Drobne rady MacGyvera w EdW 4/97. Każdy początkujący elektronik powinien wykonać sobie taki przyrząd i posługiwać

się nim do czasu nauczenia się kodu kolorów na pamięć. Szczegóły dotyczące oznaczania rezystorów podane są w EdW 2/96 str. 56, 57 (archiwalne numery są jeszcze do nabycia drogą przedpłaty).

Praktycznym problemem przy identyfikacji rezystorów jest ustalenie, który pasek oznacza pierwszą cyfrę, a który ostatnią. W zasadzie pierwszy pasek powinien być umieszczony blisko końca rezystora. Różnie to bywa w praktyce. Na pewno pasek srebrny lub złoty jest ostatni – oznacza tolerancję.

Pomocą w identyfikacji jest fakt, że dwie pierwsze cyfry znaczące wartości muszą pochodzić z tak zwanego szeregu E24, czyli muszą to być cyfry: 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82 albo 91. W skrajnie trudnym przypadku rezystor trzeba po prostu zmierzyć omomierzem.

Kondensatory elektrolityczne (zwane potocznie elektrolitami) można zidentyfikować bez trudu, bo zawsze mają one napis zawierający pojemność (w mikrofaradach) i napięcie pracy (np. 22/25 oznacza 22µF 25V; 47/100 – 47µF 100V; 100/6V3 – 100µF 6,3V). Zdecydowanie najpopularniejsze są „elektrolity stojące”. Dawniej często stosowano też „elektrolity leżące” czyli z wyprowadzeniami osiowymi. W przypadku „elektrolitów” należy zwrócić uwagę na właściwą biegunowość – odwrotne włączenie może spowodować wybuch i rozerwanie kondensatora. W „elektrolitach stojących” dłuższa końcówka zawsze jest elektrodą dodatnią. Biegunowość jest też zawsze wyraźnie zaznaczona na obudowie.

Dotyczy to także kondensatorów elektrolitycznych tantalowych.

Kondensatory foliowe też nie sprawiają kłopotów, bowiem mają zawsze podaną na obudowie pojemność, a dodatkowo literami kodowane są tolerancja i dopuszczalne napięcie pracy. Przykładowo napis na kondensatorze 4n7Jc oznacza: 4,7nF (litera n pełni rolę przecinka), tolerancja J = ±5%, napięcie c = 160V. 22nMb oznacza 22nF, tolerancja M=±20%, napięcie b=100V.

1µKa lub 1uK63 lub 1µOK63 oznacza 1µF, tolerancja K=±10%, napięcie 63V.

Inne przykłady oznaczeń to: u1 250 co odpowiada 0,1µF=100nF 250V. Z kolei napis 0,22 400 oznacza 0,22µF 400V

Kondensatory ceramiczne i niektóre zagraniczne foliowe miewają oznaczenia zawierające tylko trzy cyfry, np. 103, 222, 471, 105, 330. Sprawa jest bardzo prosta: pojemność podana jest w pikofaradach; dwie pierwsze cyfry są znaczące, trzecia oznacza ilość zer. Uwzględniając, że 1000pF = 1nF i 1000nF = 1µF otrzymujemy:

103 daje 10 000pF = 10nF

222 daje 22 00pF = 2,2nF

471 daje 47 0pF = 470pF

105 daje 10 00000pF = 1 000 000pF = 1µF

330 daje 33pF

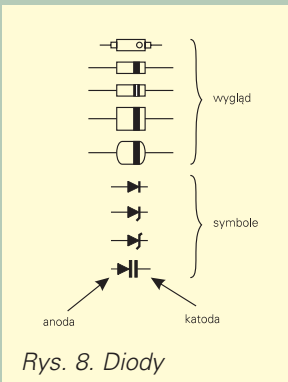
Szczegóły dotyczące oznaczania kondensatorów podane są w EdW 5/96 na str. 54, 55.

Diody. W przypadku ogromnej większości diod mniejszej mocy, pasek (lub paski) umieszczone na plastikowej lub szklanej obudowie wskazuje elektrodę ujemną, czyli katodę. Dotyczy to zarówno zwykłych, jak i szybkich diod prostowniczych, warikapów (czyli diod pojemnościowych), diod Schottky ego (szotkiego), jak i diod Zenera. Szczegóły podane są na **rysunku 8**.

**Uwaga!** W diodach produkcji byłego ZSRR pasek zwykle wskazywał anodę.

Diody LED (świejące). **Rysunek 9** pozwoli zidentyfikować wyprowadzenia większości diod świejących. Z reguły dłuższa końcówka to anoda, czyli elektroda dodatnia.

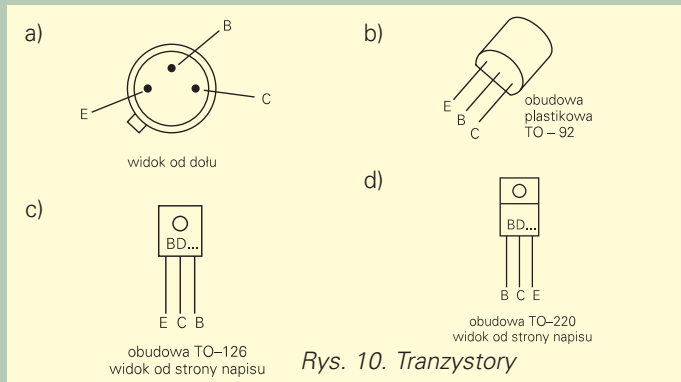
Tranzystory. W starych tranzystorach małej mocy w metalowej obudowie np. BC107, BC147, BC527 języczek umieszczony był obok wyprowadzenia emitera (może zauważyłeś, że na moich płytkach drukowanych zaznaczony jest taki języczek – jest to moje przyzwyczajenie sprzed lat). Dziś niemal wszystkie tranzystory małej mocy mają obudowy plastikowe typu TO-92. Układ wyprowadzeń jest taki sam dla tranzystorów NPN jak i PNP. Na **rysunku 10a i b** zobaczysz ich układ wyprowadzeń. Tranzystory średniej mocy w obu-



Rys. 8. Diody



Rys. 9. Diody LED



Rys. 10. Tranzystory

dowach TO-126 standardowo mają układ wyprowadzeń jak na **rysunku 10c**. Z kolei popularne tranzystory dużej mocy w obudowach TO-220 zawsze mają rozkład wyprowadzeń, jak na **rysunku 10d**. Tranzystory MOSFET z kanałem N i P mają zawsze wyprowadzenia jak na **rysunku 11**.

Układy scalone. W przypadku wszystkich układów scalonych w typowych obudowach dwurzędowych (tak zwanych DIP), numeracja końcówek jest standardowa. Obudowa zawsze ma wycięcie lub wgłębienie. Zasady numeracji takich układów podane są na **rysunku 12** i dotyczą wszelkich układów w obudowach DIP o dowolnej liczbie nóżek (taka sama zasada dotyczy miniaturowych układów scalonych do montażu powierzchniowego).

Inne układy scalone, w tym wzmacniacze mocy, mają różne obudowy. Choć liczba wyprowadzeń bywa różna, wszystkie wyprowadzenia znajdują się z jednej strony obudowy, a generalna zasada jest wspólna: jeśli patrzy się na układ od strony napisu, a nóżki zwrócone są w dół, wtedy nóżki należy liczyć od strony lewej do prawej. Pokazuje to **rysunek 13**. Dotyczy to także naszego układu TDA7056.

Cewki i dławiki. W przypadku cewek zwłaszcza w obudowie ekranującej podaje się typ, a nie parametry. Parametry należy odczytać z odpowiedniego katalogu.

Proste jest tylko odczytanie wartości (indukcyjności) dławików. Oznaczane są one kodem barwnym, podobnie jak rezystory: dwie cyfry znaczące oraz liczba zer. Odczytana wartość wyrażona jest w mikrohenrach. Ponieważ dławiki takie produkowane są zazwyczaj z tolerancją  $\pm 20\%$ , w oznaczeniu występują tylko trzy paski (kropki). Nietrudno też zorientować się, które dwie kropki przedstawiają cyfry znaczące – w 20-procentowym szeregu E6 mogą występować jedynie wartości mające pierwsze cyfry równe 10, 15, 22, 33, 47 albo 68. Uwzględniając, że  $1000\mu\text{H} = 1\text{mH}$  ( $1000\text{mH} = 1\text{H}$ ) otrzymujemy:

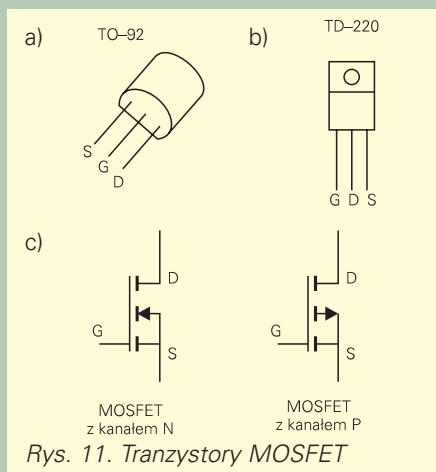
czerwony-czerwony-brązowy to 221 czyli  $22\ 0\mu\text{H} = 220\mu\text{H}$   
 żółty-fioletowy-czerwony to 472 czyli  $47\ 00\mu\text{H} = 4700\mu\text{H} = 4,7\text{mH}$   
 brązowy-czarny-czarny to 100 czyli  $10\mu\text{H}$

## Biegunowość

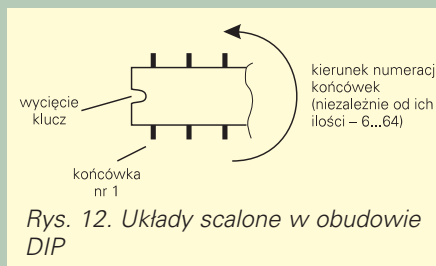
Przy montowaniu elementów w układzie należy mieć na uwadze, że niektóre muszą być odpowiednio spolaryzowane. Nie można ich montować odwrotnie, a zawsze zgodnie z oznaczeniami na schematach ideowym i montażowym.

Do takich elementów należą:

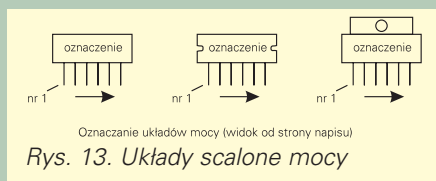
wszelkie diody, kondensatory elektrolityczne (zwykłe i tantalowe), tranzystory, tyrystory, triaki, baterie, akumulatory oraz układy scalone.



Rys. 11. Tranzystory MOSFET



Rys. 12. Układy scalone w obudowie DIP



Rys. 13. Układy scalone mocy

Praktyka wykazuje, że początkujący najczęściej odwrotnie wlotowują diody, kondensatory elektrolityczne, układy scalone i tranzystory mocy w obudowie TO-220.

Wiele elementów dwukońcówkowych można montować dowolnie. Kierunek włączenia nie gra wtedy żadnej roli. Do takich niebiegunowych elementów należą między innymi:

rezystory (oporniki), kondensatory stałe, dławiki, rezonatory kwarcowe, bezpieczniki, warystory

## Montaż i uruchomienie

Po zidentyfikowaniu i przygotowaniu elementów należy zmontować je na płytce drukowanej. Niektórzy wkładają wszystkie elementy w otwory płytki, a następnie po kolei lutują wszelkie wyprowadzenia do punktów lutowniczych i ścieżek. Sam często stosuje ten sposób.

Ale początkującym należy raczej polecić stopniowe lutowanie kolejnych elementów. Na pewno na początek na płytce trzeba wykonać zwory, czyli połączenia przewodem (o ile takie zwory występują). Następnie można lutować kolejne elementy, zaczynając od najniższych, czyli leżących rezystorów. Rozpoczęcie montażu od elementów najniższych daje pewność, że nie wysuną się one z otworów płytki przez

wlotowaniem. Jednak układy scalone (zwłaszcza wykonane w technologii CMOS) warto lutować na samym końcu, ze względu na możliwość ich uszkodzenia. Dobrym przyzwyczajeniem jest lutowanie najpierw końcówek zasilania, a potem pozostałych nóżek układów scalonych. W wielu zestawach dla amatorów układów scalonych się nie lutuje, bowiem stosowane są pod nie podstawki. Układy scalone należy wkładać do podstawek po zmontowaniu wszystkich innych elementów.

Po zmontowaniu całości należy dokładnie skontrolować poprawność montażu. Ponieważ błąd może słoń kosztować, warto zawsze przed pierwszym włączeniem zasilania dać komuś układ do sprawdzenia poprawności montażu – inna osoba może znaleźć błędy, które my przegapimy, bo czymś się zasugerujemy. Innym dobrym sposobem jest odłożenie układu na jeden dzień i sprawdzenie go „świeżym okiem”. Często wychodzą wtedy na jaw ewidentne pomyłki.

Do lutowania potrzebna jest lutownica o mocy 15...40W. Przy małej mocy lutownicy nie spiesz się z lutowaniem, bo lutując szybko kolejne końcówki możesz doprowadzić do zbyt szybkiego wychłodzenia grotu i do powstania lutów słabej jakości. Temperatura grotu powinna być rzędu 300°C.

Zaopatrzyć się we właściwy lut. To co potocznie nazywamy cyną jest w rzeczywistości stopem cyny z ołowiem, a zawiera dodatkowo tak zwany topnik. Ze względu na zawartość trującego ołowiu, jak najmniej miej do czynienia z lutem (dawniej zawodowe lutowaczki pracowały w rękawiczkach właśnie ze względu na ołów).

Choć tak zwana cyna ma w środku topnik, zaopatrzyć się w kawałek kalafonii – ten topnik znakomicie pomoże ci pobiec cyną końcówki przewodów. Nie wdychaj oparów kalafonii podczas lutowania – działają zdecydowanie drażniąco na drogi oddechowe.

Oprócz kalafonii używa się w elektronice różnych aktywniejszych topników. Jeśli miałbyś kłopoty z pobiciem jakiegoś zaśniedziałego przewodu miedzianego lub końcówki drutu nawojowego, wykorzystaj znany nie tylko wśród amatorów bardzo aktywny topnik w postaci... tabletki aspiryny. Nie wdychaj tylko powstających oparów.

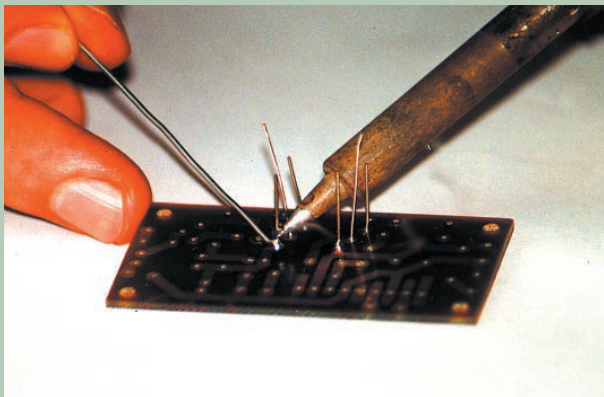
Do lutowania nie używaj grubej cyny. Nie chodzi tu tylko o średnicę, ale i fakt, że często gruba cyna jest przeznaczona do „nieelektronicznych” zastosowań i nie zawiera topnika, albo zawiera niewłaściwy topnik.

Odzałuj parę złotych i zaopatrzyć się w „elektroniczną” cynę o średnicy 0,5...1mm.

Przy lutowaniu płytka powinna leżeć elementami do dołu. Zapamiętaj raz na za-

## Pierwszy krok

wsze, że należy grzać lutownicą nie ścieżki, nie cynę, tylko końcówkę lutowanego elementu. Po jej rozgrzaniu (czyli po 1...2 sekundach grzania nóżki) należy dotknąć końcówki elementu lutem cynowym – kawałek lutu stopi się i spłynie po końcówce na punkt lutowniczy, tworząc pewne połączenie. Pokazuje to fotografia.



Niedopuszczalne jest lutowanie przez roztapianie cyny na grocie i przenoszenie tej płynnej cyny na miejsce połączenia. Przecież ty nie lutujesz rynien, tylko delikatne elementy elektroniczne. Właśnie w taki sposób powstają tak zwane „zimne luty”, czyli miejsca niepewnego kontaktu, które z czasem powodują przerwy w pracy urządzenia.

Dużym błędem jest także lutowanie polegające na grzaniu lutownicą cyny w miejscu połączenia.

Jeszcze raz ci powtarzam – masz grzać końcówkę elementu, po nagraniu dotknąć końcówki cyną i stopić tyle lutu, żeby powstało połączenie o wklęsłych ściankach. Właściwe i niewłaściwe luty zobaczysz na **rysunku 14**.

Zwróć uwagę, żeby raczej nie wykorzystywać starej, przegrzanej cyny, odzyskanej z odsysacza. Taka przegrzana cyna zwykle nie zawiera już topnika i nie gwarantuje mocnego połączenia.

Postaraj się też o rodzaj odpornej gąbki do czyszczenia grota lutownicy (gąbka powinna być stale wilgotna). Często taką gąbkę można dostać w sklepach gospodarstwa domowego.

Z czasem wykonasz lub kupisz sobie wygodną podstawkę pod lutownicę.

Nie bój się panicznie przegrzania elementów. Jeśli wykonanie jednego lutu będzie trwało 2...4 sekund, niczego nie przegrzejesz.

Podane wskazówki pozwolą ci poprawnie zmontować płytkę.

Każdy układ elektroniczny musi być zasilany. Twój wzmacniacz będzie zasilany z baterii, akumulatorów lub zasilacza sieciowego. Źródło zasilania dołączysz do punktów oznaczonych O, P

Musisz bardzo uważać przy podłączeniu źródła zasilania – plus baterii (zasilacza) dołączysz do punktu oznaczonego P.

Jeśli się pomylisz, a źródło zasilania będzie mieć dużą wydajność prądową, wzmacniacz scalony U1 może ulec uszkodzeniu.

Do punktów J, K dołącz przewodami głośnik. Przewody powinny być jak najdłuższe – kilka metrów, żebyś potem mógł umieścić głośnik w innym pomieszczeniu i nie miał kłopotów z samowzbudzeniem.

Jeśli zakupisz zestaw AVT-2163, otrzymasz w nim

dwukońcówkowy mikrofon elektretowy. Wykonaj na płytce zworę X-Y i dołącz mikrofon do punktów B i O1. Końcówka połączona z metalową obudową mikrofonu powinna być dołączona do punktu O1.

Dołącz przewodami potencjometri. Przy pokręcaniu pokrętką potencjometru w prawo głośność powinna wzrastać. Jeśli jest odwrotnie zamień skrajne przewody.

Układ nie wymaga uruchomienia, od razu powinien pracować. Przy pierwszym włączeniu (jeszcze bez głośnika), między dodatni biegun baterii, a punkt P. możesz włączyć amperomierz – pobór prądu nie powinien przekraczać 10mA – typowo wynosi on 6mA. Jeśli coś byłoby nie w porządku, możesz sprawdzić napięcia stałe (DC – Direct Current) podane na rysunku 1 i szukać błędu „w okolicach” gdzie napięcie jest niewłaściwe.

Wzmacniacz możesz wykorzystać w dowolny sposób – zarówno przy wykorzystaniu mikrofonu jak i do współpracy z walkmanem, radiem czy magnetofonem.

Proponuję ci przeprowadzenie kilku eksperymentów z różnymi przetwornikami – zamiast mikrofonu włącz (drugi) głośnik i sprawdź, jak zachowa się on w roli mikrofonu. Jeśli masz pod ręką, podłącz do wejścia (punkty B, O1) słuchawkę telefoniczną, wkładkę gramofonową, membranę piezo, cewkę i sprawdź, jak zachowują się one w roli mikrofonu lub czujnika.

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1: 2,2Ω  
R2, R3, R7, R8, R10, R11: 10kΩ  
R4, R5: 100kΩ  
R6: 470Ω  
R9: 1kΩ  
P1, P2: 10kΩ

### Kondensatory:

C1, C2, C3: 220nF  
C4: 100μF/16V  
C5: 470μF/16V  
C6: 10μF/16V

### Półprzewodniki:

D1: LED ziel. 3mm  
T1: dowolny pnp np. BC 558  
U1: TDA 7056

### Pozostałe:

M1 – mikrofon elektretowy

## Zestaw startowy

Ponieważ w naszym pięknym kraju należałoby wiele osób „zarazić elektroniką”, dział handlowy AVT przygotował zestaw startowy dla elektroników hobbystów (AVT-700).

### Skład zestawu AVT-700

Miernik cyfrowy (z osprzętem)  
Lutownica amatorska 40W/220V  
Odsysacz cyny+zapasowa końcówka odsysacza  
Cążki boczne  
Fiolka cyny  
Srebrzanka około 1m  
Przewód montażowy około 1m  
*Cena zakupu zestawu około 49,50 PLN*

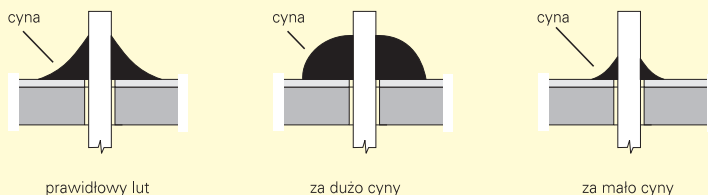
Blankiet wydrukowany na stronie 89 umożliwi łatwe zamówienie zestawu startowego i (lub) kompletu elementów wzmacniacza dla siebie albo w formie miłego prezentu dla przyjaciół.

**Piotr Górecki**

## Konkurs

Ogłaszam też konkurs – do czego wykorzystam (wykorzystałem) wzmacniacz AVT-2163

Przez dwa miesiące czasu po ukazaniu się tego numeru EdW możesz przystać do redakcji pomysł ciekawego i praktycznego wykorzystania wzmacniacza. List o objętości co najwyżej jednej strony powinien być skierowany na adres: Redakcja EdW skr. poczt. 134 Warszawa. Na kopercie koniecznie powinien znaleźć się dopisek „Mój pierwszy wzmacniacz”. Najciekawsze pomysły zostaną nagrodzone interesującymi książkami.



Rys. 14. Prawidłowe i nieprawidłowe luty