

Przed miesiącem rozważaliśmy  
możliwości zmiany wartości  
elementów, proponowanych  
w publikowanych schematach.

Dziś omówię dwie pokrewne  
sprawy: stosowanie typów  
elementów innych niż podane na  
schemacie, oraz nieodłącznie z tym  
związaną sprawę przydatności  
elementów pochodzących  
z "wykopalisk".

# Gdy się nie ma, co się lubi,

# TO SIĘ LUBI, CO SIĘ MA!

## część 2

W poprzednim liście pisałem Ci, że wśród wielu elektroników występuje obawa przed wprowadzeniem w układy jakichkolwiek zmian. Schemat narysowany na papierze traktowany jest niemalże jak świętość. Zasada taka może być i słuszna w przypadku skomplikowanych, profesjonalnych urządzeń o wyrafinowanych parametrach. Ale w układach, z jakimi Ty masz do czynienia, śmiało można wprowadzić wiele zmian. Wiesz już, jak można zmieniać wartości rezystorów i kondensatorów. Dziś zajmiemy się szczegółowo innymi elementami.

Mój drogi, jeśli nie wszystko z tego listu będzie dla Ciebie jasne, nadmiernie się nie przejmuj! Resztę zrozumiesz z czasem - staraj się natomiast przyswoić sobie podane rady i próbuj zrozumieć kluczowe sprawy. Ja chciałbym Cię

niejako ukierunkować, żebyś w przyszłości dowiadując się o nowych elementach i podzespołach potrafił ocenić, które parametry są istotne dla danego zastosowania, a które mają znaczenie marginalne. Dzięki temu będziesz potrafił bez wahania dobrać odpowiednie elementy zastępcze. Ale to przyjdzie z czasem. Na razie zachęcam Cię do zachowania równowagi. W miarę możliwości podstawą Twoich konstrukcji powinny być nowoczesne podzespoły, w szczególności układy scalone. Układów scalonych niczym innym nie zastąpisz, nie ma też najmniejszego sensu próba budowania ich odpowiedników z pojedynczych elementów. Z drugiej strony, wiele elementów pochodzących z demontażu można z powodzeniem stosować w amatorskich konstrukcjach. Ale nie warto zbierać

elementów bardzo starych, mających naprawdę słabe parametry.

Mam nadzieję, że podane dalej wskazówki przydadzą Ci się w praktyce.

Zaczynamy, być może trochę nietypowo, od rezystorów, tranzystorów i układów scalonych. Za miesiąc wskazówki dotyczące innych podzespołów.

### Rezystory, potencjometry i kondensatory

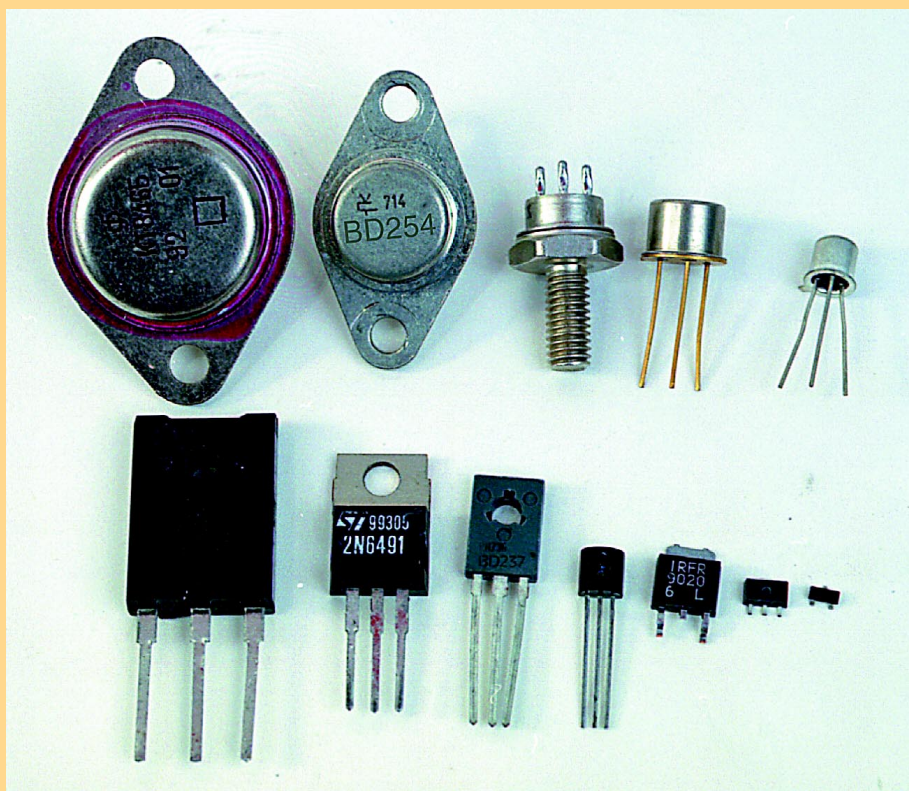
Dziś standardem wśród amatorów są niewielkie rezystory o mocy 0,1...0,25W (wśród profesjonalistów standardem są elementy do montażu powierzchniowego - SMD). Najczęściej używane kondensatory to aluminiowe elektrolity oraz kondensatory foliowe i ceramiczne. O tym pisałem Ci w pierwszych numerach EdW (numery archiwalne są do nabycia drogą przedpłaty).

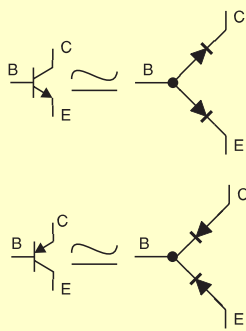
Zbieraj rezystory drutowe dużej mocy; nie przeocz dużych drutowych potencjometrów o mocy kilku...kilkudziesięciu watów (tzw. reostaty).

Zwróć też uwagę na starsze krajowe potencjometry węglowe typu SP1 i SP2. W odróżnieniu od innych, te typy są hermetyzowane i mogą wiele lat pracować bez trzasków w zakurzonej i wilgotnym środowisku. Cennym wykopaliskiem są wszelkie potencjometry wieloobrotowe, zwłaszcza zagraniczne.

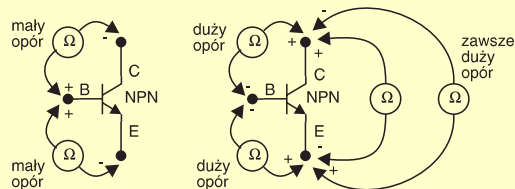
### Tranzystory

Pomimo że na rynku występuje wiele typów tranzystorów, w większości układów amatorskich można bez obaw stosować najróżniejsze zamienniki. W kraju przed laty standardem były bipolarne tranzystory BC107...109, BC147...149, BC237...239 (wszystkie NPN), oraz BC177...179, BC157...159, BC307...308 (PNP). Wcześniej popularne były tranzystory BC527 oraz BF519...521. Za granicą za Wielką wodą standardem był tranzystor NPN o oznaczeniu 2N2222, a w Europie BC547...549. Generalnie rzecz bio-

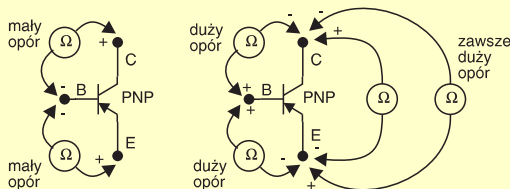




Rys. 7a. Tranzystor jako połączenie dwóch diod.



Rys. 7b. Sprawdzanie omomierzem tranzystora NPN.



Rys. 7c. Sprawdzanie omomierzem tranzystora PNP.

jąc, w układach amatorskich, w obwodach sygnałowych m.cz. i impulsowych można stosować dowolne tranzystory małej mocy (wyjątek stanowią tu układy w.cz. - dla uzyskania dobrych parametrów szumowych, wzmocnienia i pasma zazwyczaj trzeba stosować podany typ tranzystora lub jego ścisły odpowiednik.)

Oczywiście mówimy cały czas o tranzystorach krzemowych - jeśli masz jakieś tranzystory germanowe (TG, ASY, AC, OC...), możesz je spokojnie wyrzucić na śmietnik albo oddać do muzeum. Przed ich wyrzuceniem spróbuj jednak otworzyć obudowę i zobacz jak są zbudowane. Warto!

Według oznaczeń międzynarodowych, oznaczenie typu tranzystora powinno składać się z dwóch lub trzech liter i trzech cyfr.

Pierwsza litera wskazuje na materiał, z którego wykonano tranzystor. I tak: A oznacza german, B - krzem, C - arsenek galu. Druga litera wskazuje główny obszar zastosowań tranzystora: C - tranzystor m.cz. małej mocy,

D - tranzystor m.cz. dużej mocy, F - tranzystor w.cz. małej mocy, L - tranzystor w.cz. dużej mocy, S - tranzystor impulsowy małej mocy, U - tranzystor impulsowy dużej mocy.

Trzecia litera może mieć różne znaczenia, nieistotne dla amatora. Z oznaczenia cyfrowego nie można bezpośrednio uzyskać informacji, trzeba odszukać w katalogu niezbędne parametry.

Podany sposób oznaczania nie pozwala jednak uniknąć wszelkich pułapek. Na przykład BF245...247 to tranzystory polowe złączowe, a BS107 czy BS170 to tranzystory typu MOSFET. Jeszcze gorzej wygląda sprawa z dość często spotykanymi oznaczeniami typu 2N... Generalnie, nie wszystkie elementy, których oznaczenie zaczyna się od 2N, są tranzystorami. W tym przypadku również należy odszukać w katalogu bliższe informacje. Podobnie ma się rzecz z tranzystorami japońskimi 2SA..., 2SD..., 2SK... itd.

W praktyce ten nieporządek nie jest większym problemem, bo wielu sprzedawców ma katalogi zawierające skróco-

ne dane wieluset lub wielu tysięcy tranzystorów z całego świata.

W układach publikowanych w EdW, w obwodach małej mocy możesz stosować dowolne tranzystory krzemowe NPN i PNP - chyba, że w tekście wyraźnie podano, że musi to być konkretny typ. Uwaga ta dotyczy także tranzystorów mocy (w tym tranzystorów Darlingтона i tranzystorów MOSFET), ale wtedy trzeba wiedzieć, czy dany tranzystor ma wystarczająco duże napięcie pracy, prąd kolektora (drenu) i moc strat.

Możesz więc przygotować dwa pudełka: na "uniwersalne" tranzystory małej mocy i oznaczyć je NPN oraz PNP (ale zidentyfikowane tranzystory w.cz. np. typu BF... umieść oddzielnie). Ja kiedyś miałem takie pudełka, ale teraz stosuję wyłącznie tranzystory NPN typu BC547...549 grupy B lub C i PNP typu BC557...559 z grupy B. Żeby było taniej, uzupełniam co jakiś czas ich zapas, kupując "na perskim" w paczkach po 100 lub więcej sztuk.

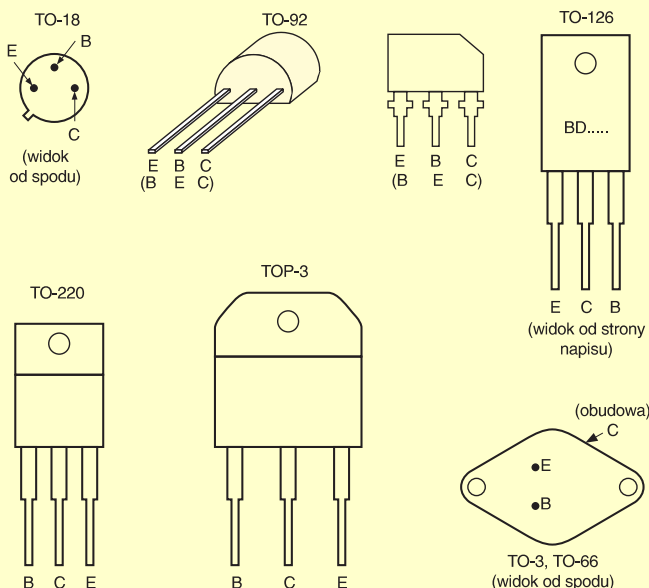
Gdy nie będziesz znał rozkładu wyprowadzeń posiadanych tranzystorów, do identyfikacji możesz wykorzystać wskazówki zawarte na **rysunku 7**. Przy sprawdzaniu omomierzem, tranzystor zachowuje się jak dwie połączone diody - porównaj rysunek 7a (ale tranzystora nie da się wykorzystać do zastąpienia dwóch diod). Za pomocą omomierza, możesz więc przez porównanie ze znanym egzemplarzem określić typ tranzystora (NPN lub PNP).

Jeśli wynik pomiaru będzie inny niż na rysunku 7b i 7c, to albo tranzystor jest uszkodzony, albo mierzysz inny element np. tranzystor JFET, MOSFET, jednozłączowy lub jeszcze inny wynalazek. Ponadto, sprawdzając bipolarny tranzystor dużej mocy możesz trafić na typy z wbudowanym rezystorem (między bazą a emiterem), lub diodą (między bazą a emiterem, albo emiterem i kolektorem).

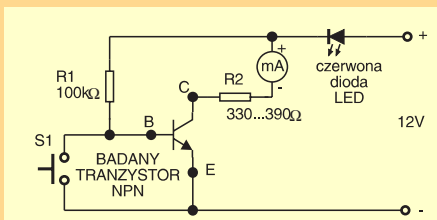
Sposobem podanym na rysunku 7 możesz jedynie określić, gdzie jest baza nieznanego tranzystora. Żeby rozróżnić emiter i kolektor, wykorzystaj **rysunek 8** i następujące uwagi:

- tranzystory w metalowej obudowie mają zazwyczaj kolektor połączony z obudową - dotyczy to tranzystorów małej i dużej mocy.
- w tranzystorach małej mocy w metalowej obudowie, języczek umieszczony jest przy emiterze. Zwykle baza jest umieszczona pomiędzy wyprowadzeniami emitera i kolektora. Ale w niektórych tranzystorach w.cz. środkową elektrodą jest emiter.

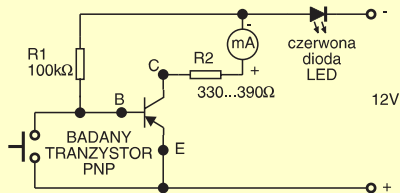
Gdy ze sterty wylutowanych skądś elementów wybierzesz już tranzystory małej mocy NPN i PNP, powinieneś jesz-



Rys. 8. Typowa kolejność wyprowadzeń tranzystorów.



Rys. 9a. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego małych tranzystorów NPN.



Rys. 9b. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego małych tranzystorów PNP.

cze sprawdzić ich wzmocnienie. Napięcia pracy nie musisz sprawdzać - każdy tranzystor krzemowy m.cz. na pewno będzie pracował przy napięciach kolektora do 20...25V. Nie sprawdzaj prądu zerowego kolektora - jeśli krzemowy tranzystor nie jest definitywnie uszkodzony - prąd ten ma znikomą wartość rzędu nanoamperów. Nie sprawdzisz też dopuszczalnego prądu kolektora (musiałbyś zajrzeć do katalogu), ale na pewno prąd ten jest większy niż 50mA.

Ważny parametr - wzmocnienie stałoprądowe sprawdzisz w bardzo prostym układzie z rysunku 9. Najlepiej byłoby zastosować amperomierz z cyfrowego miernika uniwersalnego, pracujący na zakresie 20mA (lub przy tranzystorach większej mocy - 200mA). Prąd kolektora (mierzony amperomierzem) jest wprost proporcjonalny do wzmocnienia stałoprądowego tranzystora (tak zwana  $\beta$ ). Przy podanym napięciu zasilania (12V) i wartości rezystora R1 (100k $\Omega$ ), prąd bazy tranzystora wynosi około 10 $\mu$ A. Mierząc prąd kolektora można łatwo określić współczynnik wzmocnienia jako stosunek prądu kolektora do prądu bazy:

$$\beta = I_C / I_B$$

Ponieważ prąd bazy wynosi 1/100 miliampera, odczytany z miernika prąd wyrażony w miliamperach należy pomnożyć przez 100 - da to wartość współczynnika wzmocnienia prądowego.

Rezystor R2 ograniczy prąd w przypadku, gdyby mierzony tranzystor był uszkodzony (przebity). Gdyby mierzony prąd był większy niż 20mA, to tranzystor prawdopodobnie jest uszkodzony - niezmiernie rzadko spotyka się tranzystory o wzmocnieniu powyżej 2000. Chyba, że jest to tzw. tranzystor Darlingtona, czyli połączenie dwóch tranzystorów w jednej

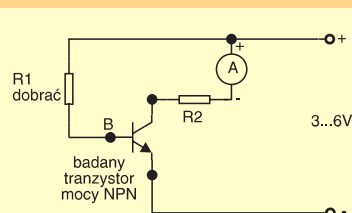
obudowie. Darlingtony poznasz po tym, że napięcie między emiterem a bazą wynosi podczas pracy około 1,2...1,2V, a nie, jak w zwykłych tranzystorach, 0,6...0,7V. Spotykane na rynku darlingtony to tranzystory większej mocy, umieszczone w obudowach typowych dla tranzystorów mocy.

Aby przekonać się, czy tranzystor jest sprawny, możesz zewrzeć jego złącze baza-emiter (stąd przycisk S1 na rys. 9) - w sprawnym tranzystorze krzemowym prąd kolektora spadnie wtedy do wartości poniżej 0,1 $\mu$ A.

Z grubsza współczynnik wzmocnienia możesz też określić bez miliamperomierza - obserwując jasność świecenia diody LED.

Zachęcam Cię do takiego przetestowania wszystkich tranzystorów małej mocy pochodzących z odzysku. Tranzystory o wzmocnieniu poniżej 50 wyrzuc lub oddziel od pozostałych - przy tak małym wzmocnieniu w niektórych układach możesz nadziać się na kłopoty. Tranzystory ze wzmocnieniem powyżej 50 możesz stosować bez obaw, chyba że w wykazie elementów zaleca się użycie tranzystora o dużym wzmocnieniu (np. BC548 grupy B). Możesz się przygotować i na taką okoliczność: oddzielnie odłóż tranzystory o bardzo dużym wzmocnieniu (powyżej 200).

Na rysunku 10 znajdziesz schemat układu, który pomoże Ci zmierzyć tranzystory większej mocy. Tym razem dla zmniejszenia mocy strat, napięcie zasilania powinno być znacznie niższe (3...6V), powinieneś też samodzielnie dobrać rezystor R1, aby uzyskać prąd bazy 0,1 lub 1mA i rezystor ograniczający prąd kolektora R2 do wartości bezpiecznej dla amperomierza. Nie powinieneś sprawdzać tych dużych tranzystorów przy prądzie bazy równym 10 $\mu$ A, jak w układzie z rysunku 10. Powinieneś mierzyć tranzystor przy prądach bazy i kolektora zbliżonych do prądów w rzeczywistych warunkach pracy. Przy małych prądach możesz otrzymać przerażająco słabe wyniki - na przykład niektóre krajowe tranzystory rodziny BD135...140 przy małych prądach wykazują wzmocnienie stałoprądowe rzędu 2...5, a przy większych prądach wzmocnienie wzrasta do kilkudziesięciu.



Rys. 10. Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystorów NPN większej mocy.

Co prawda obecnie w sprzęcie powszechnego użytku nie używa się już tranzystorów mocy w metalowych obudowach TO-3 lub TO-66, ale jeśli masz takie tranzystory, nie wyrzucaj ich - przydadzą się w niektórych eksperymentalnych układach. Spróbuj jednak zmierzyć ich wzmocnienie i od razu oddziel tranzystory ze wzmocnieniem poniżej 30.

Jeśli chodzi o tranzystory wysokonapięciowe, to musisz wiedzieć, że współczesne typy mają parametry nieporównanie lepsze niż elementy sprzed lat. Dlatego nie warto zbierać takich starych, wysokonapięciowych tranzystorów - chyba, że zdarza Ci się naprawiać stare czarno-białe telewizory. Zapomnij też o pomysłach na łączenie szeregowo kilku niskonapięciowych tranzystorów dla uzyskania wyższego napięcia pracy - w ogromnej większości przypadków w takich wysokonapięciowych obwodach możesz zastosować tanie MOSFETy o napięciu pracy do 600V.

W tym liście nie opowiem Ci szczegółowo o tranzystorach polowych JFET i MOSFET; zostawimy to na inną okazję.

Sprawą dyskusyjną jest, czy warto kupować za kilkaset tysięcy złotych katalog ze skróconymi danymi kilkuset lub kilku tysięcy typów tranzystorów. Ja takiego katalogu nie mam, bo skrócone dane otrzymam od sprzedawcy, a po pełne informacje, potrzebne przy opracowaniu nowego projektu, i tak muszę sięgnąć do katalogu producenta.

## Układy scalone

Jak Cię znam, na pewno nie wyrzucisz żadnych układów scalonych, nawet jeśli nie wiesz, do czego służą.

Zbieraj je; z czasem prawdopodobnie zdobędziesz informacje, jaką pełnią funkcję. Gwarantuję Ci jednak, że i tak wykorzystasz tylko małą część tak odzyskanych skarbów. I mam do Ciebie małą prośbę: jeśli wylutujesz skądś nieznaną układ, nie pisz do redakcji EdW z prośbą o wyjaśnienie, do czego można go zastosować. Mamy aż nadto takich pytań, a nie ma sensu na nie odpowiadać szczegółowo, bo zwykle są to specjalizowane układy automatyki przemysłowej, komputerowe czy telekomunikacyjne. Lepiej znajdź dostęp do dobrego katalogu typu Master (w sklepie z częściami, w klubie, w bibliotece szkolnej), gdzie znajdziesz przynajmniej podstawową informację o funkcjach takiego układu.

Natomiast jeśli posiadasz jakieś kostki produkcji krajowej (CEMI), a nie wiesz do czego służą, napisz do mnie - mogę zająć się tym tematem w jednym z następnych listów.

Piotr Górecki