

Co ciekawe, w cewce można gromadzić energię. W pewnym sensie cewka jest przeciwieństwem kondensatora.

Hobbyści nie lubią cewek. Niektórzy wręcz się ich panicznie boją, nie mogąc zrozumieć zasady ich działania. Ty nie bój się cewek! Obecnie cewki są wykorzystywane stosunkowo rzadko. Nie musimy ani obliczać ani nawijać cewek. W razie potrzeby stosujemy gotowe, o znanych parametrach.

Działanie cewki niektórym wydaje się dziwne i niezwykłe. W rzeczywistości opiera się na bardzo prostej zasadzie: **cewka „nie lubi” gwałtownych zmian prądu**. Na próbę zmiany wartości prądu reaguje powstaniem „własnego” napięcia. Napięcie to niejako próbuje przeciwstawić się zmianom prądu. Powstające „własne” napięcie jest nazywane napięciem samoindukcji. Tę właściwość cewek badaliśmy w ćwiczeniach 8 oraz 9. W cewce, która zostanie dołączona do źródła napię-



Fot. 13

cia przez chwilę powstaje tzw. napięcie samoindukcji, które odejmuje się od napięcia zasilania. W rezultacie prąd w cewce narasta stopniowo. Z kolei przy przzerwaniu obwodu cewka, nie lubiąca zmian prądu, próbuje podtrzymać przepływ prądu. W tym celu wytwarza napięcie samoindukcji, które za wszelką cenę chce podtrzymać przepływ prądu. Jeśli wartość prądu gwałtownie zmieni się w krótkim czasie, to

powstający przy tym impuls napięcia może mieć setki woltów.

Ogólnie biorąc, zmiany prądu powodują powstanie w cewce napięcia samoindukcji, które próbuje powstrzymać te zmiany prądu. Mam nadzieję, że zrozumiesz sens przebiegów na **rysunku 14**. Zwróć uwagę, że napięcie samoindukcji (o różnej wartości i biegunowości) powstaje tylko wtedy, gdy prąd zmienia swą wartość.

zasilacza, prawdopodobnie spalisz wewnętrzny bezpiecznik. Trzeba go będzie wymienić. Gorzej, gdy omierz dołączysz do punktów o znacznym napięciu (100V lub więcej) – prawdopodobnie uszkodzisz miernik (lepsze mierniki mają obwody omierycza i woltomierza zabezpieczone i nie ulegną uszkodzeniu przy napięciach do 400V).

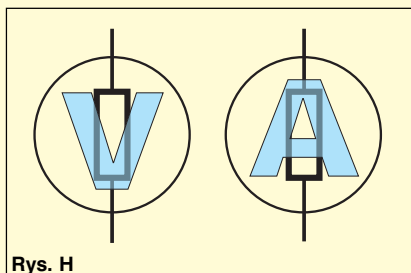
Ponieważ najwięcej uszkodzeń multimetrów wynika z niewłaściwego ich ustawienia, dlatego nie warto się śpieszyć, tylko od początku przestrzegać prostej zasady: **sprawdzić ustawienia multimetru przed każdym pomiarem**.

Spróbuj od początku stosować tę prostą zasadę.

A teraz kolejna ważna sprawa: jak myślisz, czy dołączając do pracującego układu miernik (woltomierz albo amperomierz) coś w tym układzie zaburzasz?

Pomyśl...

Słusznie! Wszystko zależy od te-



Rys. H

go, czym z „elektronicznego” punktu widzenia jest woltomierz i amperomierz.

Śpieszę z wyjaśnieniem: z elektronicznego punktu widzenia zarówno woltomierz jak i amperomierz przedstawiają sobą jakąś rezystancję – zobacz **rysunek H**. Ich włączenie w pracujący układ jest równoznaczne z dodaniem równoległego (woltomierz) bądź szeregowego (amperomierz) rezystora, czyli coś w układzie zmienia.

Zapamiętaj następujące informacje: **Najtańsze cyfrowe multimetry pracujące w roli woltomierza mają na wszystkich zakresach rezystancję**

**wewnętrzną równą 1MΩ. Lepsze mają rezystancję 10MΩ.**

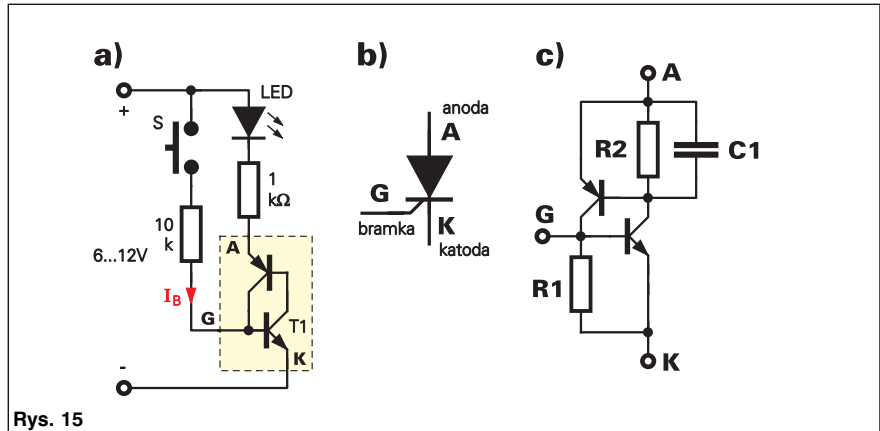
Większe problemy występują w przypadku mierników wskazówkowych. Rezystancja takiego woltomierza na każdym zakresie jest inna, a wielkością charakterystyczną jest rezystancja przypadająca na wolt (w praktyce 1kΩ/V...100kΩ/V – czym więcej, tym lepiej). Na przykład miernik o stałej 20kΩ/V na zakresie 100V ma rezystancję wewnętrzną równą 2MΩ (2000kΩ), ale na zakresie 0,3V tylko 6kΩ.

Czym mniejsza rezystancja woltomierza, tym bardziej zmienia on warunki pracy sprawdzanego układu, a *odczytany wynik jest mniejszy niż napięcie występujące tam w normalnych warunkach*. W skrajnych przypadkach dołączenie kiepskiego analogowego woltomierza o małej oporności może spowodować błędne działanie mierzonego urządzenia. W przypadku woltomierza cyfrowego sytuacja jest znacznie lepsza, bo

zwrotnie. Wystarczy więc choć na krótką chwilę podać na „bramkę” impuls dodatni, by oba tranzystory otworzyły się na stałe. Zaznaczony kolorowo dwuz tranzystorowy układ niejako się zatrzaśnie i będzie przewodził aż do wyłączenia zasilania.

Dziwny i nieprzydatny wynalazek?

Wcale nie – omówiliśmy właśnie działanie **tyrystora** – jego symbol jest pokazany na **rysunku 15b**. Jeśli jednak chcielibyśmy zbudować zastępczy tyrystor z dwóch tranzystorów, to w celu uniknięcia niespodzianek trzeba będzie dodać elementy R1, R2 i C1 według **rysunku 15c**. Tranzystory mają wielkie



Rys. 15

wzmocnienie i bez tych elementów układ byłby po prostu zbyt czuły i reagowałby błędnie.

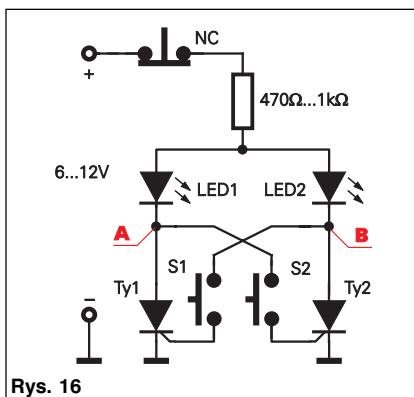
Więcej o tyrystorach dowiesz się z części ELEMENTarz.

## Ćwiczenie 7. Tester refleksu

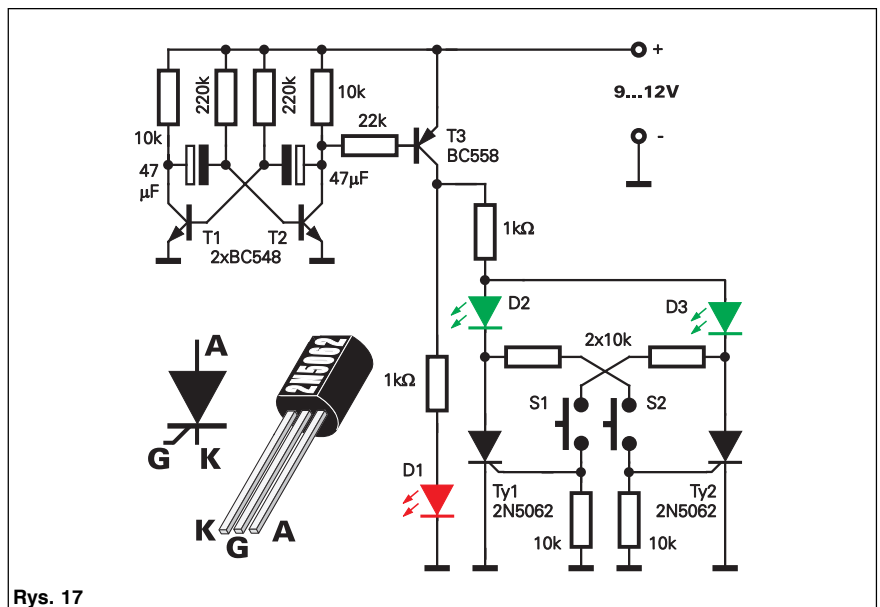
Teoretycznie najprostszy tester refleksu można byłoby zrealizować za pomocą dwóch małych tyrystorów na zasadzie pokazanej na **rysunku 16**. Na sygnał dany przez sędziego, każdy z dwóch zawodników stara się jak najszybciej wcisnąć „swoją” przycisk. Dioda LED pokaże, kto był szybszy.

W spoczynku, po włączeniu zasilania oba tyrystory nie przewodzą. Naciśnięcie dowolnego przycisku powoduje trwałe przewodzenie współpracującego tyrystora. Napięcie na tym tyrystorze (w punkcie A albo B) błyskawicznie spadnie. Tak małe napięcie powinno umożliwić otwarcie drugiego tyrystora, gdy za chwilę zostanie naciśnięty drugi przycisk.

I to jest zasada działania układu,



Rys. 16



Rys. 17

który wraca do stanu spoczynku po wyłączeniu zasilania.

Zamiast układu najprostszego, zbuduj tester refleksu według **rysunku 17** i **fotografii 5**.

W obwodach bramek tyrystorów konieczne trzeba dodać dzielniki napięcia (10kΩ+10kΩ), ponieważ napięcie na anodzie otwartego tyrystora nie spada do zera, tylko wynosi około 0,7V, co bez dzielnika wystarczyłoby do otwarcia drugiego tyrystora. Generator z tranzystorami T1, T2 wyznacza rytm pracy – za

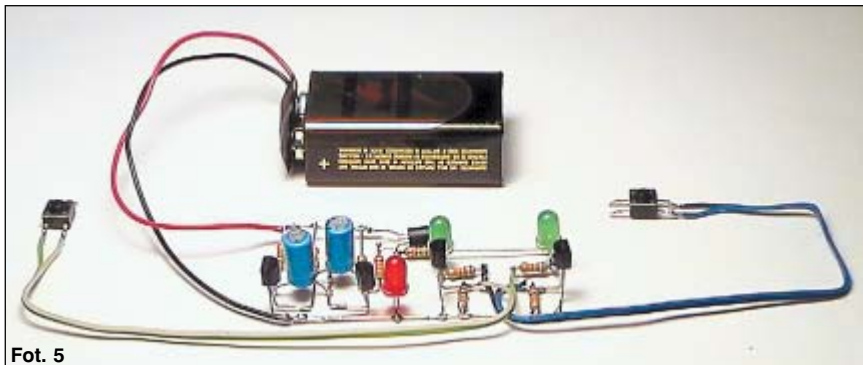
pośrednictwem T3 zaświeca czerwoną diodę LED D1 i wtedy zawodnicy powinni jak najwcześniej nacisnąć przyciski. Zwycięzcę wskaże

### Czy pamiętasz, że...

elementy układu zawsze muszą być połączone ze sobą dokładnie tak, jak pokazuje schemat ideowy (elektryczny). Przestrzenne rozmieszczenie elementów nie musi wcale przypominać schematu ideowego.

zielona dioda LED D2 lub D3. Po kilkudziesięciu sekundach diody zgasną i po dalszych kilkudziesięciu sekundach oczekiwania cykl się powtórzy.

Uwaga! Małe tyrystory w obudowach TO-92, potrzebne do tego ćwiczenia, są mało popularne. Zestaw elementów do wyprawy (A03) zawiera dwa takie tyrystory. W ostateczności można zastosować układ zastępczy tyrystora z poprzedniego ćwiczenia. Natomiast z dużymi, częściej spotykanymi tyrystorami w obudowach TO-220 układ praw-



dopodobnie nie będzie działał ze względu na dużą wartość tzw. prądu podtrzymania, który dla takich tyrys-

torów typowo wynosi kilkadziesiąt miliamperów, czyli więcej, niż prąd płynący przez diody LED D2, D3.