

# Tester poprawności przyłączenia przewodów L, N i PE



W starych domowych instalacjach energetycznych 230V mogą zdarzyć się i zdarzają różne błędy o przykrych skutkach. Do budynku często doprowadzona jest instalacja trójfazowa, ale w poszczególnych mieszkaniach jest już tylko jednofazowa. Z reguły takie mieszkaniowe instalacje są dwuprzewodowe, co oznacza brak przewodu ochronnego, który z definicji jest skutecznie uziemiany. Brak dobrego uziemienia może też powodować różne przykre skutki dla dołączonych do sieci urządzeń elektronicznych, między innymi elementów automatyki domowej. W takich starych instalacjach spotyka się też bezpieczniki zarówno w obwodzie fazowym, jak też w obwodzie neutralnym PEN.

Co najważniejsze, w takich starych instalacjach może zdarzyć się zamiana przewodu fazowego i neutralnego, a to jest śmiertelnie groźne dla użytkowników. Najlepiej byłoby zmodernizować instalację elektryczną na trójprzewodową, ale to kosztowne przedsięwzięcie. Aby w starych instalacjach zabezpieczyć się przed pomyłkami, które mogą być kosztowne lub niebezpieczne dla zdrowia i życia, warto instalację wyposażać w prosty tester.

## Do czego to służy?

Opisywane urządzenie ma być na stałe zamontowane w domowej sieci energetycznej i ma służyć do sygnalizacji zamiany przewodu fazowego z neutralnym w instalacjach elektrycznych podczas jakichś modyfikacji czy napraw. Zamiana taka jest bardziej prawdopodobna w starych instalacjach, gdzie przewody nie są rozróżnione i najczęściej oba mają kolor czarny. W takiej sytuacji, przy naprawach instalacji czy okresowej wymianie licznika energii, łatwo o błąd, który może być groźny dla życia lub zdrowia. Dotyczy to zwłaszcza instalacji w układzie TN-C i TN-CS, gdzie przewód N (neutralny) jest / może być równocześnie przewodem ochronnym (PE). W takim przypadku zamiana przewodu PEN (PE+N) z L (fazą) powoduje, że na obudowie urządzenia pojawi się napięcie sieciowe. Nie trzeba nikogo uświadamiać, że jest to sytuacja bardzo niebezpieczna. Zabezpieczenie różnicowo-prądowe prawdopodobnie spełniłoby

w takiej sytuacji swoje zadanie, ale w instalacjach z przewodem PEN najczęściej nie stosuje się zabezpieczenia różnicowego. Warto więc zbudować prosty sygnalizator informujący o zamianie przewodów L z N. W moim mieszkaniu wystąpił podobny problem, który byłby wykryty wcześniej, gdyby był tam zamontowany opisywany tester. Błąd elektryka wymieniającego licznik energii (nie należało przykręcić przewodu N, instalacja po części z zerowaniem „stara”, po części „nowa” z uziemieniem) spowodował straty finansowe, ponieważ napięcie sieciowe pojawiło się na elementach, które powinny mieć potencjał ziemi. W konsekwencji kilka urządzeń należało naprawić. Tego sylwestra nigdy nie zapomnę. Zanim nastąpiła awaria, zdarzały się chwilowe przerwy zasilania (brak przewodu N, jak można się domyślać). Tester w podobnych sytuacjach sygnalizowałby problem istnienia znacznego napięcia między przewodem neutralnym i uziemieniem.

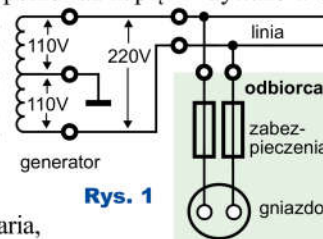
**Uwaga! Warunkiem prawidłowego działania przyrządu jest doprowadzenie do jego zacisku PE prawdziwego uziemienia, a nie przewodu PEN. W instalacjach dwuprzewodowych z przewodami L i PEN konieczne jest zrealizowanie w tym celu własnego obwodu prawdziwego, skutecznego uziemienia (może być o niewielkiej wydajności prądowej).**

*Urządzenie na pewno skutecznie wykryje zamianę „fazy i zera”. Nie zostało wprowadzone zaprojektowane, żeby wykrywać często występujące „upalenie zera”, ale zasygnalizuje fakt wystąpienia znacznego napięcia na przewodzie neutralnym (N lub PEN).*

Zanim napiszę, jak urządzenie jest zbudowane i jak działa, warto przyjrzeć się starym instalacjom elektrycznym. Można w nich spotkać bezpieczniki zarówno na przewodzie fazowym, jak i neutralnym. Wielu zapyta, po co zabezpieczenie na przewodzie neutralnym? Przecież to nie-

bezpieczne, gdy na przykład wyłączymy (zadziałą) zabezpieczenie na przewodzie N, a na L nie, to na wszystkich urządzeniach jest napięcie sieciowe. Gdy w gniazdkach jest zerowanie, to na obudowie urządzeń, przez kondensatory w ich filtrach, pojawi się napięcie sieciowe.

Aby rozwikłać zagadkę, należy cofnąć się do czasów powojennych i przedwojennych. Wtedy nie było jednolitej sieci elektrycznej. Małe miejscowości były zaopatrywane w energię elektryczną z lokalnych elektrowni (najczęściej kilka godzin dziennie). Napięcia były różne, 2×110, 2×127, 220V i inne. Bardzo często system oparty był o rozwiązania dwufazowe stosowane w USA. Taka sieć w wersji krajowej wyglądała jak na



Rys. 1

rysunku 1. Jak widać, napięcie międzyfazowe jest dwa razy większe, niż między dowolną fazą z ziemią. W takiej sytuacji, u odbiorcy należy zastosować dwa zabezpieczenia, aby ochronić instalację w przypadku zwarcia przewodu fazowego z ziemią. To tłumaczy, dlaczego wtedy nie trzeba było wyróżniać przewodów w instalacji i często stosowano żyły w jednym kolorze (czarnym). Takie systemy zasilania pracują nadal, np. w USA, co widać często na zagranicznych filmach i programach, gdzie do transformatora średniego napięcia dochodzą dwa przewody fazowe, a nie trzy. Sieć dwufazowa ma pewne zalety. Napięcie jest niższe, przez co bardziej bezpieczne. Odbiorniki o małym poborze prądu zasilane są z jednej z faz, te o dużym, bardziej niebezpiecznym napięciem międzyfazowym. Instalacje i sieć energetyczna są tańsze.



U nas, gdy krajowa sieć energetyczna została ujednoczona, jeden z przewodów stał się przewodem L, drugi N (PEN). Najczęściej do licznika (dawniej liczników nie było) doprowadzone zostały przewody: czerwony (faza) i czarny (neutralny). Po tej zmianie należałoby usunąć bezpiecznik na przewodzie N i zmostkować to połączenie. Najczęściej jednak tak się nie działo. Dodatkowo należałoby wyróżnić jednokolorowe przewody w instalacji, a to już nie jest łatwe zadanie. Aby zrobić to dobrze, należałoby wymienić całą instalację.

Od chwili ujednoczenia sieci energetycznej minęło kilkadziesiąt lat. Wydawać by się mogło, że instalacji z dwoma bezpiecznikami już nie ma. Nic bardziej mylnego! Nadal można spotkać takie instalacje i najprawdopodobniej w starych budynkach można będzie znaleźć takie instalacje jeszcze przez kilkadziesiąt lat.

### Jak to działa?

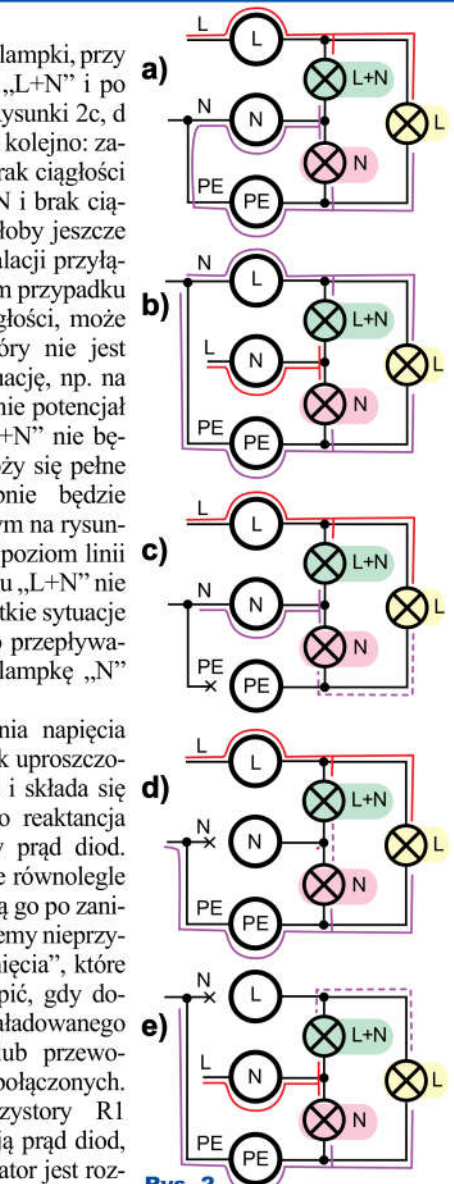
Dla lepszego zrozumienia budowy i działania warto przeanalizować uproszczony schemat, pokazany na rysunku 2. Obwód wykrywania i sygnalizacji napięcia symbolizuje żarówka. Na rysunku tym, aby ułatwić analizę, połączenie PE z N symbolizuje jedynie fakt, że uziemienie (PE) w prawidłowo zrealizowanej sieci zawsze gdzieś łączy się z N, przykładowo stacji transformatorowej.

Schemat ideowy proponowanego testera pokazany jest na rysunku 3. Na rysunku 2 przedstawiono najczęstsze sytuacje, jakie można spotkać. Przypadek na rysunku 2a to normalna praca. Prąd płynie przez zieloną lampkę „L+N” i żółtą „L”, co zaznaczono fioletową linią (N – potencjał neutralny) i czerwoną (L – potencjał fazy). W rzeczywistym układzie, dioda L nie świeci tylko dlatego, że jest blokowana przez U2, ale transpotor U3 przewodzi, dlatego na rysunku zaznaczono pracę obwodu (symbol żarówki zamalowany na żółto, sygnalizując jej świecenie).

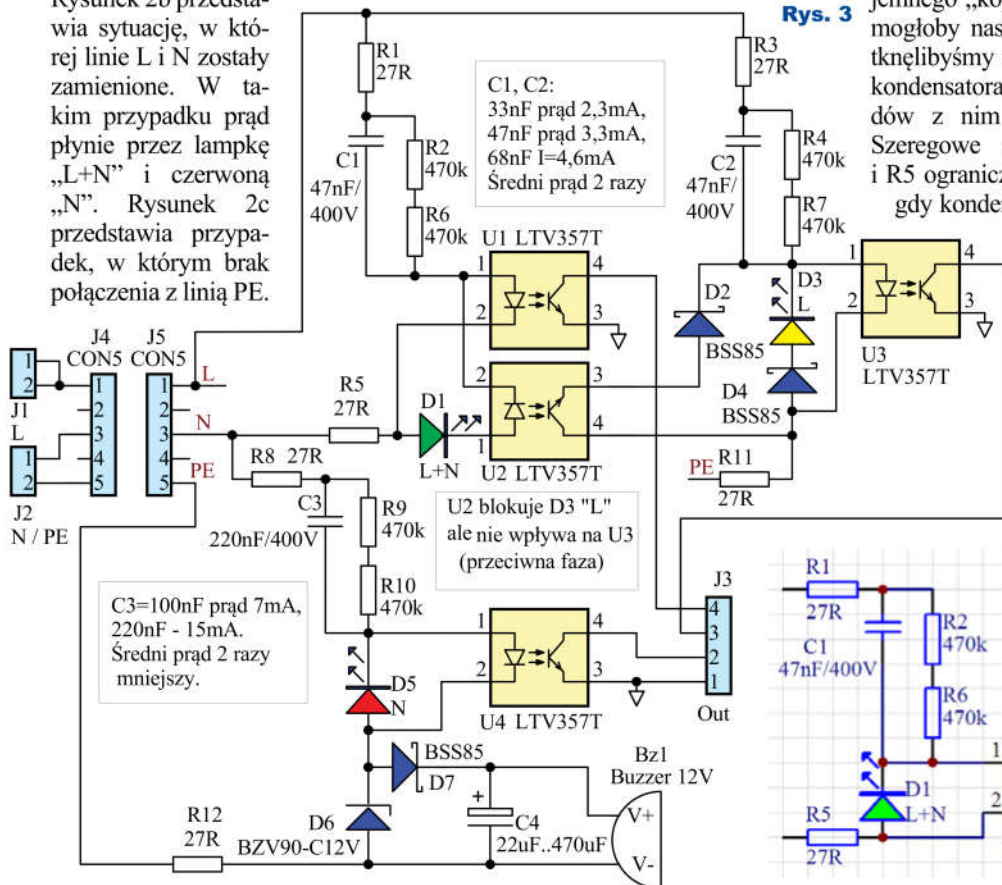
Rysunek 2b przedstawia sytuację, w której linii L i N zostały zamienione. W takim przypadku prąd płynie przez lampkę „L+N” i czerwoną „N”. Rysunek 2c przedstawia przypadek, w którym brak połączenia z linią PE.

Prąd płynie przez wszystkie lampki, przy czym pełne napięcie przez „L+N” i po połowie przez „L” i „N”. Rysunki 2c, d i e przedstawiają przypadki, kolejno: zamiany przewodów L z N, brak ciągłości przewodu N, zamianę L z N i brak ciągłości L. W analizie należałoby jeszcze uwzględnić fakt, że do instalacji przyłączone są odbiorniki. W takim przypadku przewód, który nie ma ciągłości, może przyjąć potencjał tego, który nie jest przerywany. To zmienia sytuację, np. na rysunku 2d zacisk N przyjmie potencjał L. W rezultacie lampka „L+N” nie będzie świecić, a na „L” odłoży się pełne napięcie sieciowe. Podobnie będzie w przypadku przedstawionym na rysunku 2e, zacisk „L” przyjmie poziom linii „L”, i także w tym przypadku „L+N” nie zaświeci. To co łączy wszystkie sytuacje (poza brakiem obu linii), to przepływający prąd przez czerwoną lampkę „N” i dźwięk buzera.

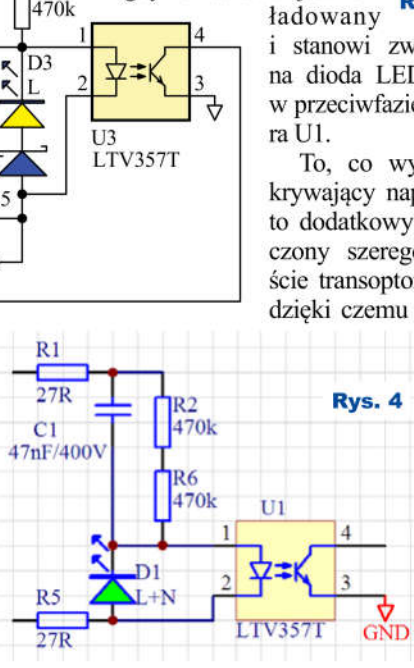
Każdy moduł wykrywania napięcia zbudowany jest podobnie jak uproszczony pokazany na rysunku 4 i składa się z kondensatora C1, którego reaktancja stanowi opór ograniczający prąd diod. Rezystory R2 i R6 włączone równoległe do kondensatora rozładują go po zaniku zasilania, przez co unikniemy nieprzyjemnego „kopnięcia”, które mogłoby nastąpić, gdy dotknęlibyśmy naładowanego kondensatora lub przewodów z nim połączonych. Szeregowe rezystory R1 i R5 ograniczają prąd diod, gdy kondensator jest rozładowany i stanowi zwarcie. Sygnalizacyjna dioda LED D1 jest włączona w przeciwfazie do diody transpatora U1.



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

To, co wyróżnia obwód wykrywający napięcie na zacisku L, to dodatkowy transpotor U2 włączony szeregowo z LED. Wyjście transpatora zwiiera diodę D3, dzięki czemu nie świeci ona, gdy wszystkie przewody połączone są prawidłowo. Należy zauważyć, że U2 nie wpływa na diodę transpatora, bo świeci ona w przeciwnej fazie niż D1, a tym samym, gdy przewodzi U2.

D2 gwarantuje przepływ prądu w jednym kierunku. Bez D2 transpator mógłby przewodzić w obu kierunkach, bo tranzystory potrafią pracować w trybie inwersyjnym.

Spadek napięcia na D6 przez D7 ładuje kondensator C4 zasilający buzzer, jednocześnie D6 zapewnia przepływ prądu w przeciwnej fazie napięcia, umożliwiając przeładowanie C3 oraz zaświecenie diody w U4.

## Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 5**. Układ montujemy, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Od pojemności C4 zależy, czy dźwięk buzzera będzie ciągły (duża pojemność), czy modulowany częstotliwością sieci 50Hz. Od pojemności zależy też głębokość modulacji sygnału.

Fotografia wstępna oraz **fotografie 1, 2** pokazują model. Układ nie wymaga uruchomienia. Zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Płytki zaprojektowano do obudowy Z-105. Model w obudowie pokazano na **fotografii 3**.

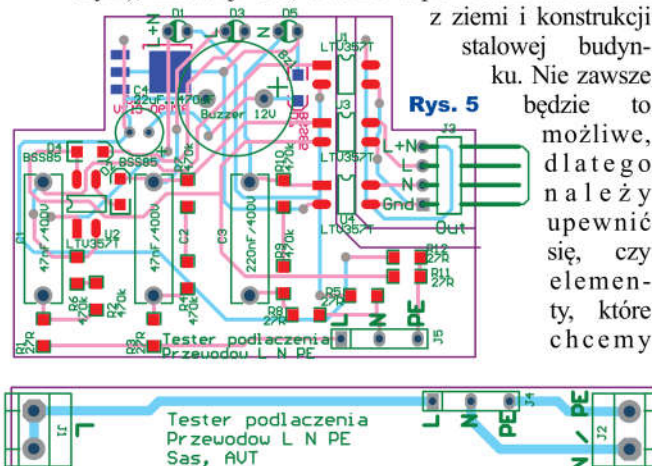
Do złączy ARK należy doprowadzić przewody L, N i PE zgodnie z opisem na płytce.

**Uwaga! Uziemienie doprowadzone do testera (PE) musi być pewne – gwarantowane. Nie można do tego celu wykorzystać przewodu PEN, bo nie ma gwarancji,**

**że nie zostanie on przypadkowo zamieniony z L.** Kiedyś dobrym uziemieniem były rury wody zimnej, teraz takiej gwarancji nie ma, bo mimo że w domu mamy rury stalowe, nie można wykluczyć, że na jakimś odcinku nie zostały zamienione na plastikowe. W miarę możliwości należałoby zrealizować uziemienie według obowiązujących przepisów, łącząc razem stalowe rury wody zimnej, ciepłej, gazowe (z wstawką izolacyjną i przewodem wyrównawczym), instalacji CO, a także

### Wykaz elementów

Rezystory SMD 1206	
R1 R3 R5 R8 R11 R12	.....27Ω
R2 R4 R6 R7 R9 R10	.....470kΩ
C1 C2	.....47nF/400V THT
C3	.....220nF/400V THT
C4	.....22uF..470uF THT
U1 U2 U3 U4	.....LTV357T
D1	.....Dioda LED Zielona THT 3mm
D2 D4 D7	.....BAS85
D3	.....Dioda LED Żółta THT 3mm
D5	.....Dioda LED Czerwona THT 3mm
D6	.....BZV90-C12V
J1 J2	.....ARK2
J3	.....NS25-W4K
Bz1	.....Buzzer 12V
J4 J5	.....Kątowa listwa goldpin 1×5 z usuniętymi pinami 2 i 4.



wykorzystać w roli uziemienia (na przykład stalowe rury kanalizacyjne lub CO), faktycznie są dobrym uziemieniem.

**Podczas uruchamiania testera należy zachować szczególną ostrożność ze względu na występowanie napięcia sieci 230V niebezpiecznego dla zdrowia lub życia!**

Złącze J3 służy do podłączenia testera ze sterownikiem. Wyjście sygnałów jest izolowane galwanicznie od sieci 230V. Badając obecność sygnałów na poszczególnych liniach, można stwierdzić, czy linie L i N nie zostały zamienione lub czy nie jest brak którejs z nich. Wykrywane jest także brak uziemienia (PE). Oscylogramy przedstawiają sytuacje odpowiadające kolejno przypadkom z rysunku 2. Kanał pierwszy to wyjście U1, drugi U3, trzeci U4. **Rysunek 6** pokazuje poprawną pracę. **Uwaga!** – **oryginały rysunków 6–10 dostępne są w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru.** **Rysunek 7** to zamiana L z N. **Rysunek 8** to brak PE: widać, że faza sygnału na U4 (kanał 3 oscyloskopu) nie jest zgodna z fazą pozostałych sygnałów. **Rysunek 9** to brak, przerwa w linii N, tu widać, że faza sygnału na U4 nie jest zgodna z fazą pozostałych sygnałów. **Rysunek 10** to zamiana N z L i brak L. W tym przypadku fazy sygnałów na U3 i U4 są przeciwne niż na U1.

Także w przypadku wyjść transpatorów trzeba uwzględnić przypadki zamykania się obwodu przez przyłączone odbiorniki, gdy jeden z przewodów nie ma ciągłości i także w tym przypadku jest wspólna cecha występowania sygnału na U4, gdy tester wykryje jakąś nieprawidłowość. Analizując stan wyjść U1, U3 i U4 10ms

po wystąpieniu zbo-  
cza sygnału (narastające-  
go lub opadającego) na  
wyjściu któregośkolwiek  
transpatora, można stwier-  
dzić, z którym przypad-  
kiem mamy do czynienia.  
W prostszym rozwiąza-  
niu, **wykrycie impulsów  
na wyjściu U4 świadczy  
o awarii.** Gdy tester połą-  
czony jest ze sterownikiem  
(np. PLC) może on zasym-  
nalizować fakt awarii, wy-  
syłając e-mail lub SMS.

SaS  
sas@elportal.pl

