

## ABC bezpieczeństwa multimetru

### Bezpieczeństwo multimetru i Ty

### Informacje praktyczne

#### Nie lekceważ bezpieczeństwa – od tego może zależeć Twoje życie

Tam gdzie ważne jest bezpieczeństwo, wybór multimetru jest równie ważny jak wybór kasku motocyklowego – jeśli masz głowę wartą 10 złotych, wybierz kask za 10 złotych. Jeśli cenisz swoją głowę, wybierasz bezpieczny kask. Niebezpieczeństwo towarzyszące jeździe na motorze jest oczywiste, lecz jak się to ma do multimetrów? Dopóki wybiera się multimetr o dostatecznie wysokim zakresie napięcia wszystko jest w porządku, prawda? Napięcie to napięcie, czyż nie?

Nie do końca. Inżynierowie, którzy analizują bezpieczeństwo pracy z multimetrami, często odkrywają, że uszkodzone urządzenia były poddane napięciom dużo wyższym niż te, które chciał mierzyć użytkownik. Czasem mają miejsce sytuacje, w których miernik przeznaczony dla niskiego napięcia (1000 V lub mniej) jest wykorzystywany do pomiarów napięć średnich, na przykład 4160 V. Tak samo często zniszczenie urządzenia nie ma nic wspólnego z nieprawidłowym jego użyciem – powodem był *skok napięcia lub stan nieustalony*, który pojawił się na wejściu multimetru nagle i bez ostrzeżenia.

#### Skoki napięcia - nieuniknione zagrożenie

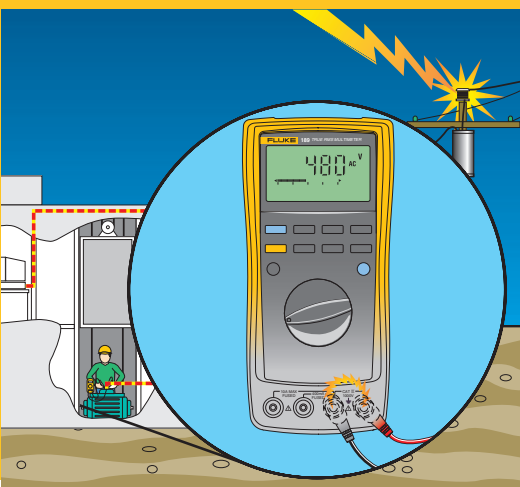
Wraz ze wzrostem złożoności systemów dystrybucji oraz dołączonych obciążeń, zwiększa się także prawdopodobieństwo wystąpienia nieustalonych stanów przepięciowych. Silniki, kondensatory oraz konwertery zasilania, jak np. regulatory prędkości silników, mogą być głównymi źródłami skoków napięcia. Pioruny uderzające w napowietrzne linie przesyłowe także mogą powodować niezwykle niebezpieczne, wysokonapięciowe stany nieustalone. Kiedy przeprowadzasz pomiary systemów elektrycznych, stany nieustalone stanowią „niewidoczne” i w dużej mierze niewykrywalne zagrożenie. Występują często w obwodach niskonapięciowych, a ich wartości szczytowe mogą sięgać kilku tysięcy woltów. W tych przypadkach Twoje bezpieczeństwo jest zależne od marginesu bezpieczeństwa, jaki zapewnia używany miernik. *Sam zakres pomiarowy napięcia nie pozwala określić jakości miernika pod względem zabezpieczenia przed silnymi impulsami stanów nieustalonych.*

Po raz pierwszy o zagrożeniach powodowanych przez skoki napięcia, zaczęto mówić przy okazji pomiarów na trakcjach elektrycznych kolei podmiejskich. Napięcie znamionowe, zasilające szyny, wynosiło jedynie 600 V, lecz multimetry z zakresem do 1000 V wytrzymały jedynie kilka minut w trakcie pomiaru, gdy pociąg znajdował się w trasie. Po dokładniejszym zbadaniu okazało się, że zatrzymywanie oraz ruszanie pociągu generowało szpilki napięcia o amplitudzie 10 000 V. Występujące tu stany nieustalone były bezwzględnie dla wczesnych wersji obwodów wejściowych multimetrów. Wnioski wyciągnięte z tej sytuacji dały efekt w postaci znaczącego ulepszenia układów zabezpieczających obwody wejściowe multimetrów.

#### Nowe standardy bezpieczeństwa

Aby chronić użytkownika przed skutkami występowania stanów nieustalonych, przyrządy testujące muszą mieć wbudowane odpowiednie zabezpieczenia. Jakich parametrów technicznych należy szukać w tego typu urządzeniach, zwłaszcza jeśli pracuje się z obwodami o wysokich mocach? Określenia nowych standardów bezpieczeństwa sprzętu pomiarowego podjęła się ostatnio Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (ang. IEC – International Electrotechnical Commission). Ta organizacja opracowuje międzynarodowe standardy bezpieczeństwa dla przyrządów testujących sieci elektryczne.

Przez ostatnie lata przy projektowaniu takiego sprzętu stosowana była norma IEC 384. Została on zastąpiona standardem IEC61010 (EN61010). Dobrze zaprojektowane mierniki zgodne z normą IEC 348 były z powodzeniem wykorzystywane przez lata przez techników oraz elektryków, lecz te spełniające normę EN61010 oferują znacznie wyższy stopień zabezpieczenia. Przyjrzyjmy się temu, jak to osiągnięto.



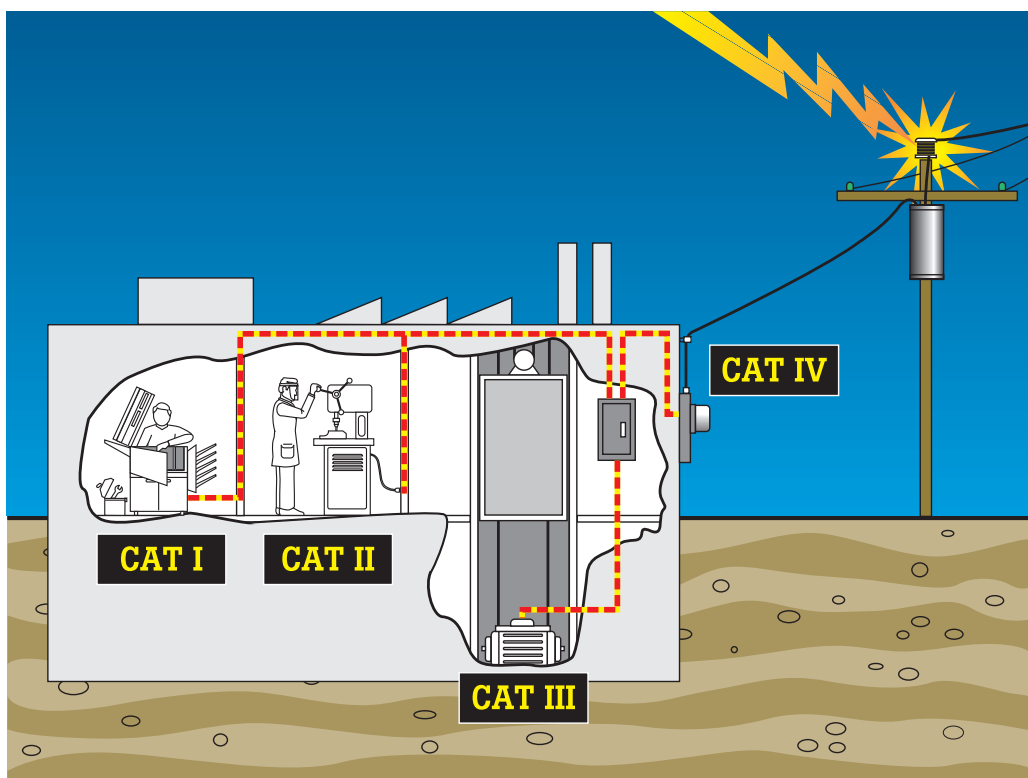
## Zabezpieczenie przed stanami nieustalonymi

Prawdziwym problemem przy ochronie obwodów jest nie tylko maksymalny zakres ustalonego stanu napięcia, lecz połączenie *stanu ustalonego z wytrzymałością na nieustalone przepięcia*. Zabezpieczenie przed stanami nieustalonymi jest rzeczą kluczową. Gdy stany nieustalone występują w obwodach dużych mocy, stają się one bardziej niebezpieczne, ponieważ mogą generować prądy o dużym natężeniu. Jeśli stan nieustalony wywoła łuk elektryczny, wysokie napięcie może podtrzymać łuk, co w rezultacie doprowadzi do przebiecia w plazmie lub eksplozji, która ma miejsce, gdy otaczające powietrze ulega jonizacji i nabiera właściwości przewodzących. Prowadzi to do wyładowania łukowego, nieszczęśliwego wypadku, który powoduje więcej obrażeń niż bardziej znane zagrożenie, czyli porażenie prądem. (Patrz: „Stany nieustalone - ukryte zagrożenie” na stronie 4.)

## Kategorie przepięciowe instalacji

Kategorie przepięciowe instalacji to najważniejsze pojęcie stanowiące część nowych standardów. Nowa norma definiuje kategorie od I do IV (często spotykane jako skróty: CAT I, CAT II itd. - patrz rys. 1). Podział systemów dystrybucji energii na kategorie jest spowodowany faktem, iż niebezpieczne wysokonapięciowe stany nieustalone, takie jak uderzenia pioruna, są tłumione lub wygaszane przez impedancję (rezystancja zmiennoprądowa) sieci elektrycznej. Wyższa wartość CAT oznacza środowisko elektryczne z zasilaniem o większej mocy oraz ze stanami nieustalonymi o wyższej energii. Multimetr o standardzie CAT III jest odporny na stany nieustalone o dużo większej energii, niż ten o standardzie CAT II.

W ramach kategorii wyższe napięcie oznacza wyższą odporność na stany nieustalone, np. miernik o standardzie CAT III-1000 V ma ochronę lepszą niż miernik o standardzie CAT III-600 V. Poważną pomyłką jest natomiast wybranie miernika o standardzie CAT II-1000 V z myślą, że jest bardziej wytrzymały od miernika o standardzie CAT III-600 V. (Patrz: „Kiedy 600 V to więcej niż 1000 V?” na stronie 7.)



Rysunek 1. Lokalizacja, lokalizacja, lokalizacja.

| Kategoria przepięciowa | W skrócie  | Przykłady   |
|------------------------|--|---|
| CAT IV                 | Zasilanie trójfazowe w miejscu przyłącza elektrycznego, każdy przewód zewnętrzny | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dotyczy „źródła instalacji”, czyli na przykład miejsca styku niskiego napięcia do przyłącza elektrycznego.</li> <li>Liczniki energii elektrycznej, podstawowe zabezpieczenie przetężeniowe.</li> <li>Na zewnątrz i w punkcie odgałęzienia linii do użytkownika, przewód od słupa do budynku, odcinek pomiędzy licznikiem a tablicą rozdzielczą.</li> <li>Napowietrzne przewody do budynku wolnostojącego, podziemna linia do hydroforu.</li> </ul> |
| CAT III                | Zasilanie trójfazowe w tym jednofazowe oświetlenie komercyjne.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Wypożyczenie stałych instalacji, takie jak rozdzielnica lub silniki wielofazowe.</li> <li>Magistrale oraz linie zasilające w zakładach przemysłowych.</li> <li>Linie zasilające i obwody o małym rozgałęzieniu, szafy rozdzielcze.</li> <li>Systemy oświetleniowe w dużych budynkach.</li> <li>Gniazda urządzeń o krótkich przewodach do punktów przyłączy zewnętrznych.</li> </ul>  |
| CAT II                 | Jednofazowe obciążenia podłączone do gniazdek sieciowych.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sprzęt gospodarstwa domowego, przenośne narzędzia oraz inne obciążenia użytku domowego i inne podobne odbiorniki elektryczne.</li> <li>Gniazdko i długie obwody elektryczne.</li> <li>Gniazdko oddalone o więcej niż 10 metrów (30 stóp) od źródła CAT III.</li> <li>Gniazdko oddalone o więcej niż 20 metrów (60 stóp) od źródła CAT IV.</li> </ul>   |
| CAT I                  | Sprzęt elektroniczny   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zabezpieczony sprzęt elektroniczny.</li> <li>Sprzęt podłączony do (źródeł zasilania) obwodów, w których zastosowano zabezpieczenia tłumiące stany nieustalone i przepięcia do odpowiednio niskiego poziomu.</li> <li>Wszystkie źródła wysokonapięciowe i o niskiej mocy, odchodzące od uzwojeń o dużej rezystancji, takie jak np. wysokonapięciowe elementy kserokopiarki.</li> </ul>  |

Tabela 1. Kategorie przepięciowe instalacji. Norma EN61010 ma zastosowanie do niskonapięciowych (< 1000 V) przyrządów do pomiarów elektrycznych.

## Chodzi nie tylko o poziom napięcia

Na rysunku 1, technik pracujący przy sprzęcie biurowym w lokalizacji CAT I może napotkać napięcie prądu stałego znacznie wyższe, niż napięcie prądu zmiennego linii wysokiego napięcia mierzone przez elektryka na silniku w lokalizacji CAT III. Jednak stany nieustalone w układach elektronicznych CAT I, niezależnie od napięcia, są mniejszym zagrożeniem, ponieważ moc, mogąca wywołać łuk elektryczny jest dość ograniczona. Nie oznacza to jednak, że sprzęt CAT I i CAT II nie stanowi żadnego zagrożenia elektrycznego. Głównym zagrożeniem jest porażenie prądem a nie stany nieustalone i wyładowania łukowe. Porażenia, które zostaną omówione później, mogą być tak samo zabójcze jak wyładowania łukowe.

Innym przykładem może być linia napowietrzna poprowadzona od domu do wolnostojącej szopy, na której napięcie może wynosić jedynie 120 lub 240 V, lecz pod względem technicznym nadal należy do CAT IV. Dlaczego? Wszystkie przewodniki znajdujące się na zewnątrz narażone są na wysokonapięciowe stany nieustalone powodowane wyładowaniami atmosferycznymi. Nawet przewodniki zakopane pod ziemią zalicza się do CAT IV, ponieważ pomimo tego, że nie mogą zostać bezpośrednio uderzone przez piorun, jego uderzenie może zaindukować stan nieustalony powodowany obecnością silnych pól elektromagnetycznych.

W przypadku kategorii przepięciowych instalacji ważne są zasady stosowane w nieruchomościach: lokalizacja, lokalizacja, lokalizacja...

(Więcej informacji na temat kategorii instalacyjnych znajduje się na stronie 6, w części „Stosowanie kategorii przy pracy”)

## Testowanie niezależne

### Niezależne testowanie to klucz do zgodności z normami bezpieczeństwa

Poszukaj symbolu oraz numeru niezależnego laboratorium testującego, takiego jak UL, VDE, TÜV lub innej znanej instytucji testującej. Uważaj na zapisy w rodzaju „Zaprojektowany, by spełnić specyfikację...” Plany projektantów nigdy nie mogą zastąpić prawdziwego, niezależnego testu.

Skąd można mieć pewność, że otrzymuje się prawdziwy miernik CAT III lub CAT II? Niestety, nie zawsze jest to proste. Możliwe są sytuacje, w których producent sam zaświadcza o przynależności miernika do grupy CAT II lub CAT III, bez przeprowadzania żadnych niezależnych testów. Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (ang. IEC – International Electrotechnical Commission) opracowuje i proponuje standardy, lecz nie jest odpowiedzialna za ich wdrażanie.

Poszukaj symbolu oraz numeru niezależnego laboratorium testującego, takiego jak UL, VDE, TÜV lub innego znanego podmiotu certyfikującego. Taki symbol może zostać wykorzystany tylko, jeśli produkt pomyślnie przeszedł testy zgodności ze standardami tej instytucji. Testy te oparte są na normach krajowych/międzynarodowych. Na przykład, norma UL 3111 oparty jest na normie EN61010. W tym niedoskonałym świecie jest to najlepszy sposób na uzyskanie pewności, że wybrany multimetr naprawdę był testowany pod względem bezpieczeństwa.



### Co oznacza symbol CE?

Produkt oznaczany jest symbolem CE (Conformité Européenne) w celu wykazania jego zgodności z pewnymi podstawowymi wymaganiami dotyczącymi zdrowia, bezpieczeństwa, ochrony środowiska oraz ochrony praw konsumenta. Wymogi te zostały opracowane przez Komisję Europejską i są wprowadzane w życie za pomocą „dyrektyw”. Istnieją dyrektywy, które mają wpływ na wiele typów produktów, a produkty spoza Unii Europejskiej nie mogą być sprzedawane na jej terenie, jeśli nie są zgodne z odpowiednimi dyrektywami. Zgodność z dyrektywą można osiągnąć przez udowodnienie zgodności z odpowiednim standardem technicznym, na przykład EN61010 w przypadku produktów niskonapięciowych. Producentom zezwala się na *samodzielną certyfikację*, że ich wyrób spełnia normy. Mogą oni wydawać własne Deklaracje zgodności oraz oznaczać produkty symbolem „CE.” Symbol CE nie jest więc gwarantem przeprowadzenia niezależnych testów.



## Stany nieustalone - ukryte zagrożenie

Przyjrzyjmy się najgorszemu scenariuszowi: co może się wydarzyć, gdy technik wykonuje pomiary podłączonego do prądu sterownika silnika trójfazowego i robi to za pomocą miernika, bez odpowiednich zabezpieczeń.

Oto, co może się stać:

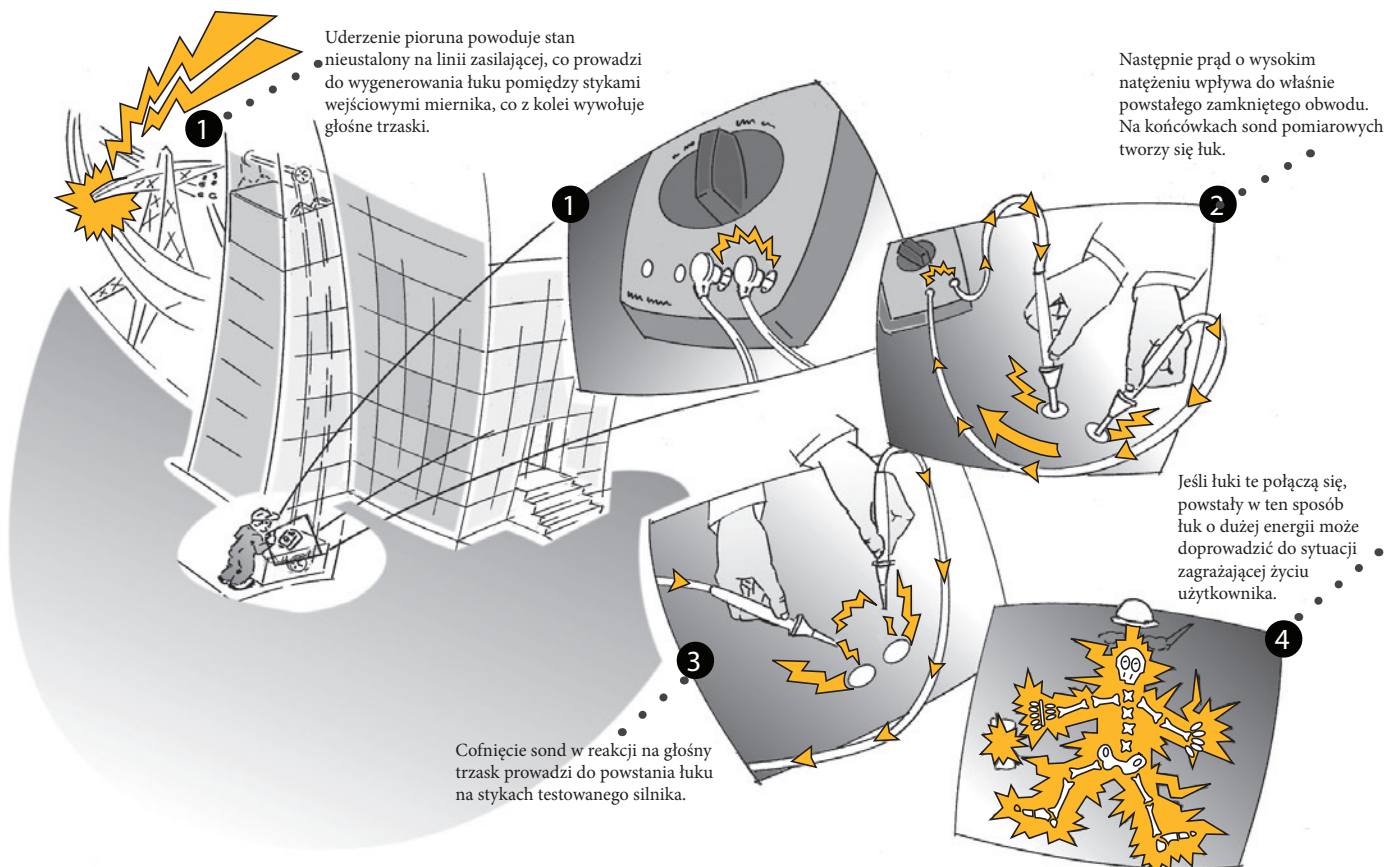
- 1 Uderzenie pioruna wywołuje stan nieustalony na linii zasilającej, które następnie prowadzi do wygenerowania łuku pomiędzy stykami wejściowymi *wewnątrz miernika*. Obwody i elementy, które miały temu zapobiec zawiodły lub w ogóle ich nie było. Może to nie był miernik dla kategorii CAT III. W wyniku tego dochodzi do *bezpośredniego zwarcia* pomiędzy dwoma końcówkami pomiarowymi, które przechodzi poprzez miernik oraz przewody pomiarowe.
- 2 Wynikiem powstałego właśnie zwarcia jest prąd o wysokim natężeniu (nawet do kilku tysięcy amperów). Dzieje się to w przeciągu kilku tysięcznych sekundy. Gdy łuk tworzy się w środku miernika, fala uderzeniowa o wysokim ciśnieniu może wywołać głośny *huk*, bardzo podobny

do strzału z broni lub wystrzału tłumika samochodowego. W tym samym momencie technik dostrzega jasnoniebieski łuk przy końcówkach przewodów pomiarowych – prąd powoduje przegrzanie końcówek, które zaczynają się spalać, tworząc łuk od punktu kontaktowego do sondy.

3. Naturalną reakcją jest cofnięcie się, aby przerwać kontakt z gorącym obwodem. Lecz cofnięcie rąk przez technika powoduje powstanie łuku od styków silnika do obu sond. Jeśli te dwa łuki połączą się w jeden, dochodzi do *następnego bezpośredniego, międzyfazowego zwarcia*, tym razem *bezpośrednio pomiędzy stykami silnika*.
4. Temperatura tego łuku może dojść do 6000°C (10 000°F), czyli jest wyższa niż temperatura płomienia palnika

acetyleno-tlenowego. Powiększanie się łuku, powodowane prądem zwarcia, powoduje błyskawiczne nagrzanie powietrza. Prowadzi to do wybuchu oraz powstania kuli plazmy. Jeśli technik ma szczęście, siła uderzeniowa odrzuci go od łuku i pomimo obrażeń, jego życiu nie będzie zagrażało niebezpieczeństwo. W najgorszym przypadku dochodzi do poważnych poparzeń ofiary spowodowanych przez ciepło generowane przez łuk lub wybuch plazmy.

Poza korzystaniem z multimetru przeznaczonego dla odpowiedniej Kategorii Przepięciowej Instalacji, osoby pracujące z obwodami zasilania powinny być chronione ognioodporną odzieżą, okularami ochronnymi (a najlepiej osłoną zabezpieczającą twarz) oraz powinny korzystać z izolowanych rękawic.

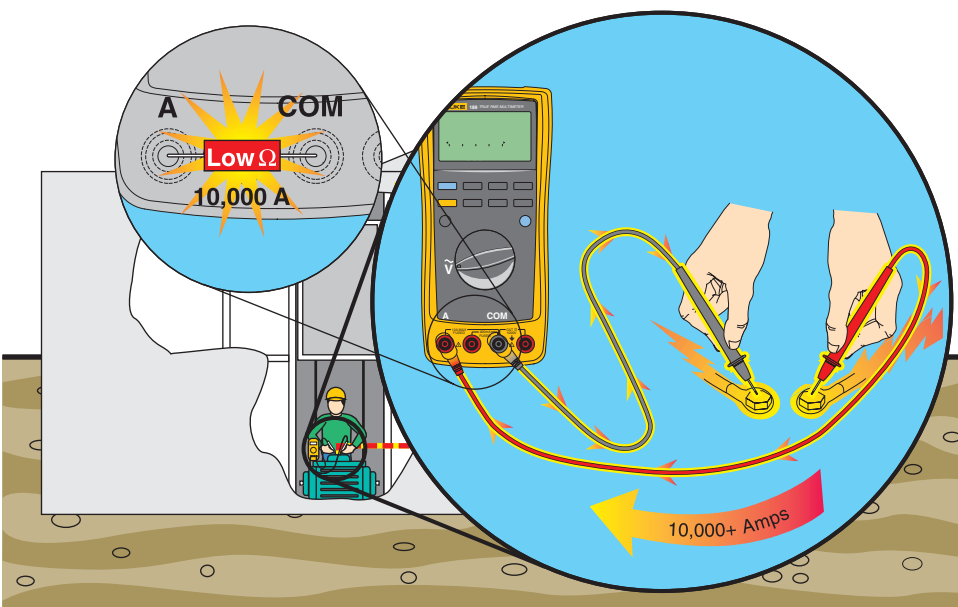


Rysunek 2. Najgorszy ze scenariuszy—potencjalna kolejność zdarzeń przy wystąpieniu wyładowania łukowego.



# Wyladowanie łukowe i porażenie prądem

Stosuj wyłącznie odpowiednie bezpieczniki wysokich mocy



Rysunek 3. Nieprawidłowe użycie multimetru cyfrowego w trybie amperomierza.

Stany nieustalone nie są jedynymi źródłami zwarć oraz zagrożeń powodowanych wyladowaniem łukowym. Jeden z najczęstszych przypadków *nieprawidłowego korzystania* z ręcznych multimetrów może doprowadzić do podobnego łańcucha wydarzeń. Załóżmy, że użytkownik wykonuje pomiary prądu w obwodach sygnałowych. Procedura w tym przypadku polega na wybraniu funkcji pomiaru natężenia, podłączeniu przewodów do wejścia mA lub amperów, a następnie otwarciu obwodu i wykonaniu pomiarów szeregowych. W obwodzie szeregowym natężenie prądu zawsze jest takie samo. Impedancja wejściowa obwodu pomiaru natężenia musi być tak niska, aby nie miała ona wpływu na prąd płynący w obwodzie szeregowym. Impedancja wejściowa gniazda 10 A miernika firmy Fluke wynosi 0,01 Ω. Można to porównać z impedancją wejściową gniazd pomiaru napięcia o wartości 10 MΩ (10 000 000 Ω).

Jeśli przewody pomiarowe zostaną pozostawione w gniazdach amperowych i przypadkowo połączą się przez źródło napięcia, niska impedancja wejściowa spowoduje zwarcie. Nie ma znaczenia, że przełącznik zakresów jest ustawiony na wolty, przewody nadal są fizycznie połączone z obwodem o niskiej impedancji. Dlatego też styki amperowe *muszą być chronione przez bezpieczniki*. Te bezpieczniki są jedyną rzeczą, która sprawia, że mamy do czynienia z drobną niewygodą (przepalonym bezpiecznikiem) a nie z potencjalnym wypadkiem.

Dlatego należy korzystać wyłącznie z miernika, którego wejście prądowe chronione jest przez bezpieczniki wysokiej mocy. Nigdy nie wymieniaj przepalonego bezpiecznika na bezpiecznik o niewłaściwej wartości. *Stosuj wyłącznie bezpieczniki wysokiej mocy, wskazane przez producenta*. Bezpieczniki te są przeznaczone dla konkretnego napięcia oraz posiadają zdolność przerywania krótkich spięć przewidzianą w projekcie z myślą o bezpieczeństwie użytkownika.

## Ochrona przed przeciążeniem

Bezpieczniki chronią przed *przetężeniami*. Wysoka impedancja wejściowa styków napięciowych/omowych zapewnia, że przetężenie jest mało prawdopodobne, więc korzystanie z bezpieczników nie jest konieczne.

Z drugiej strony niezbędne jest natomiast zabezpieczenie przed *przebiegami*. Zapewnia je obwód zabezpieczający, który ogranicza napięcie do dopuszczalnego poziomu. Dodatkowo, termiczny obwód ochronny wykrywa warunki przecięciowe, chroni czujnik do czasu ich usunięcia, a następnie automatycznie przywraca przyrząd do normalnego trybu działania. Najbardziej powszechną zaletą tego rozwiązania jest ochrona multimetru przed przeciążeniem, gdy pracuje on w trybie pomiaru omów. W ten sposób ochrona przed przeciążeniami z automatycznym przywracaniem jest zapewniana dla wszystkich funkcji pomiarowych, pod warunkiem że przewody pomiarowe znajdują się w gniazdach do pomiaru napięcia.

## Porażenie prądem

Podczas, gdy większość ludzi ma wiedzę na temat porażenia prądem, bardzo mało osób zdaje sobie sprawę z tego, jak niskie natężenie i napięcie wystarczy do śmiertelnego porażenia. Już prąd o natężeniu 30 mA może być zabójczy ( $1 \text{ mA} = 1/1000 \text{ A}$ ). Przyjrzyjmy się efektom jakie prąd wywiera na „typowego” mężczyznę ważącego 68 kilogramów:

- Przy natężeniu wynoszącym 10 mA dochodzi do paraliżu mięśni rąk, więc nie można rozluźnić zaciśniętych dłoni.
- Przy 30 mA dochodzi do paraliżu mięśni oddechowych. Człowiek przestaje oddychać, co często ma skutki śmiertelne.
- Przy narażeniu na działanie natężenia o wartości od 75 do 250 mA przez dłuższą niż pięć sekund dochodzi do migotania komórek, co prowadzi do zaniku koordynacji pracy mięśni serca, więc serce przestaje pracować. Prąd o wyższym natężeniu powoduje fibrylację serca w mniej niż 5 sekund. Często ma to skutki śmiertelne.

Wyliczmy teraz progi

„niebezpiecznego” napięcia.

Przybliżona rezystancja podskórna ciała, od ręki do ręki, wynosi 1000 Ω. Napięcie 30 V przy rezystancji 1000 Ω powoduje przepływ prądu o natężeniu 30 mA. Na całe szczęście rezystancja skóry jest znacznie wyższa. To właśnie rezystancja skóry, a zwłaszcza warstwa martwych komórek nazywanych warstwą zrogowaciałą, chroni ciało. Przy dużej wilgoci lub rozcięciu skóry jej rezystancja znacznie się zmniejsza. Przy napięciu rzędu 600 V rezystancja skóry przestaje mieć znaczenie. Skóra zostaje przebita przez wysokie napięcie.

Dla producentów oraz użytkowników multimetrów celem jest zapobieżenie za wszelką cenę przypadkowym kontaktom z obwodami pod napięciem.

Zawsze stosuj:

- Mierniki oraz przewody pomiarowe z podwójną izolacją.
- Mierniki z gniazdami typu jack we wgłębieniach oraz z osłoniętymi złączami wejściowymi.
- Przewody pomiarowe z osłonami na palce oraz z powierzchnią antypoślizgową.
- Mierniki oraz przewody pomiarowe wykonane z wysokiej jakości, trwałych oraz nieprzewodzących materiałów.

\* Niektóre multimetry, na przykład z serii Fluke 180, wyposażone są w Alarm na ich wejściu, który za pomocą sygnału dźwiękowego informuje, że urządzenie znajduje się w tym trybie.

## Pracuj bezpiecznie

*Za bezpieczeństwo odpowiedzialny jest każdy, lecz ostatecznie jest ono w **Twójch** rękach.*

Żaden sprzęt, sam z siebie, nie zagwarantuje bezpieczeństwa. Jedynie połączenie właściwych przyrządów z odpowiednią praktyką zawodową w zakresie bezpiecznej pracy, zapewnia maksymalną ochronę. Oto kilka wskazówek, które pomogą Ci w pracy.

- Zawsze, gdy to możliwe, pracuj z obwodami odłączonymi od zasilania. Korzystaj z prawidłowych procedur zapobiegania przypadkowemu włączeniu urządzeń i informowania o pracach serwisowych. Jeśli te procedury nie są odpowiednie lub nie są wdrażane, *należy założyć, że mierzony obwód jest pod napięciem.*
- Przy pracy z obwodami pod napięciem, należy korzystać ze sprzętu ochronnego:
  - Korzystać z izolowanych narzędzi.
  - Nosić okulary ochronne lub osłonę twarzy.
  - Nosić izolowane rękawice; zdejmować zegarki oraz biżuterię.
  - Stać na izolowanej macie.
  - Nosić ognioodporną odzież, a nie zwyczajną odzież roboczą.
- Przy wykonywaniu pomiarów obwodów pod napięciem należy:
  - Najpierw zamocować przewód uziemiający, a następnie wykonać połączenie z przewodem gorącym. Jako pierwszy odłączyć przewód gorący, a na końcu przewód uziemiający.
  - Odwieszać lub odkładać miernik, gdy jest to możliwe. Starać się unikać trzymania go w rękach, aby zminimalizować narażenie na efekty stanów nieustalonych.
  - Korzystać z trzypunktowej metody testowej, zwłaszcza przy sprawdzaniu tego, czy obwód nie jest pod napięciem. Najpierw przetestować znany obwód *pod napięciem*. Następnie testować obwód docelowy. Na koniec *ponownie* przetestować obwód pod napięciem. Potwierdza to poprawne działanie miernika przed i po wykonaniu pomiaru.
  - Korzystać ze starej metody elektryków, czyli trzymać jedną rękę w kieszeni podczas pomiarów. Zmniejsza to ryzyko utworzenia zamkniętego obwodu przez klatkę piersiową, którego częścią byłoby serce.



## Zastosowanie kategorii w pracy

### Sposoby na szybkie zrozumienie kategorii

Oto kilka sposobów pozwalających na szybkie zastosowanie koncepcji kategorii w codziennej pracy:

- Praktyczną zasadą jest to, że im bliżej źródła zasilania ktoś się znajduje, tym wyższa jest kategoria oraz większe zagrożenie spowodowane stanami nieustalonymi.
- Wynika z tego także, że im wyższa jest wartość *prądu ze zwarcia*, tym wyższa kategoria CAT.
- Innym sposobem na powiedzenie tego samego jest stwierdzenie, że im wyższa *impedancja źródła*, tym *niższa* kategoria CAT. Impedancja źródła to po prostu impedancja łączna, w tym: impedancja przewodów od punktu pomiaru do źródła zasilania. Ta impedancja odpowiada za tłumienie stanów nieustalonych.
- Jeśli użytkownik ma jakiegokolwiek doświadczenie w stosowaniu urządzeń tłumiących przepięcia (ang. Transient Voltage Surge Suppression, TVSS), rozumie on, że urządzenie TVSS zamontowane na tablicy zasilającej musi mieć możliwość przyjęcia większej ilości energii niż to zamontowane przy samym komputerze. W terminologii CAT, tablica zasilająca TVSS to kategoria CAT III, a komputer - to obciążenie podłączone do gniazdka sieciowego, czyli instalacja CAT II.

Jak więc widać, koncepcja kategorii nie jest wcale nowa i niemożliwa do zrozumienia. Jest to po prostu rozwinięcie zdroworozsądkowych koncepcji, które każdego dnia są stosowane przez osoby działające w branży elektrycznej.

### Wiele kategorii

Istnieje taka ewentualność, zawsze myląca osoby, które próbują stosować kategorie w rzeczywistych sytuacjach. Dane urządzenie może jednocześnie mieć kilka kategorii. Na przykład, w przypadku sprzętu biurowego, odcinek od gniazdka 120 V/240 V do odbiornika to kategoria CAT II. Natomiast, obwody elektroniczne tego sprzętu to kategoria CAT I. W systemach sterujących budynkiem, takich jak panele sterowania oświetleniem, lub w przemysłowych urządzeniach sterujących, takich jak sterowniki programowalne, często spotyka się obwody elektroniczne (CAT I) oraz obwody zasilające (CAT III) w niewielkiej odległości od siebie.

Co można zrobić w takich sytuacjach? Zupełnie jak w życiu codziennym, należy skorzystać ze zdrowego rozsądku. W tym wypadku oznacza to konieczność użycia miernika przeznaczonego dla wyższej kategorii. Ciężko jest oczekiwać, że za każdym razem dana osoba będzie przeprowadzała procedurę określania kategorii. Realistycznym i zalecanym rozwiązaniem jest *wybranie multimetru przeznaczonego dla najwyższej kategorii, z jaką będzie pracował*. Innymi słowy, bezpieczniej jest pomylić się zawyżając kategorię.

Należy także korzystać ze sprzętu ochronnego, takiego jak: okulary ochronne i izolowane rękawice.

# Jak ocenić klasę bezpieczeństwa multimetru

## Zrozumienie kategorii wytrzymałości na napięcie

Procedury testowe EN61010 biorą pod uwagę trzy główne kryteria: ustalony stan napięcia, napięcie szczytowe impulsu stanu nieustalonego oraz impedancja źródła. Wyłącznie zsumowanie tych kryteriów pozwala określić *prawdziwą wartość wytrzymałości na napięcie*.

## Kiedy 600 V to więcej niż 1000 V?

Tabela 2 pomoże w zrozumieniu tego, czym jest prawdziwa wartość wytrzymałości multimetru na napięcie:

1. W ramach tej samej kategorii wyższe „napięcie robocze” (ustalony stan napięcia) jest związane z wyższym stanem nieustalonym. Na przykład, mierniki kategorii CAT III-600 V są testowane dla stanów nieustalonych o napięciu 6000 V, a mierniki kategorii CAT III-1000 V są testowane dla stanów nieustalonych o napięciu 8000 V. Jak dotąd wszystko jasne.
2. To co nieoczywiste, to różnica pomiędzy stanem nieustalonym o napięciu 6000 V dla kategorii CAT III-600 V, a stanem nieustalonym o napięciu 6000 V dla kategorii CAT II-1000 V.  
To nie to samo. Kluczowym elementem jest tu impedancja źródła. Prawo Ohma (amper = wolt/om) mówi, że przez źródło testowe kategorii CAT III o impedancji 2  $\Omega$  płynnie prąd o natężeniu sześć razy silniejszym niż przez źródło testowe kategorii CAT II o impedancji 12  $\Omega$ .

Oczywiste jest więc, że miernik kategorii CAT III-600 V zapewnia lepsze zabezpieczenie przed stanami nieustalonymi, niż miernik kategorii CAT II-1000 V, nawet jeśli jego „zakres pomiarowy napięcia” wydaje się być niższy. *Całkowite dopuszczalne przez miernik napięcie (łącznie z kluczową wytrzymałością na stany nieustalone) jest określane przez połączenie ustalonego stanu napięcia (nazywanego napięciem roboczym) oraz określonej kategorii.*

Uwaga dotycząca kategorii CAT IV: Wartości testowe oraz standardy projektowania urządzeń mierzących napięcie kategorii IV opisane są w drugim wydaniu normy EN61010.

| Kategoria przepięciowa instalacji | Napięcie robocze (napięcie skuteczne prądu stałego lub zmiennego względem uziemienia) | Szczytowy impuls stanu nieustalonego (20 powtórzeń) | Źródło testowe ( $\Omega = V/A$ ) |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| CAT I                             | 600 V   | 2500 V  | Źródło: 30 $\Omega$               |
| CAT I                             | 1000 V  | 4000 V  | Źródło: 30 $\Omega$               |
| CAT II                            | 600 V   | 4000 V  | Źródło: 12 $\Omega$               |
| CAT II                            | 1000 V  | 6000 V  | Źródło: 12 $\Omega$               |
| CAT III                           | 600 V   | 6000 V  | Źródło: 2 $\Omega$                |
| CAT III                           | 1000 V  | 8000 V  | Źródło: 2 $\Omega$                |
| CAT IV                            | 600 V   | 8000 V  | Źródło: 2 $\Omega$                |

**Tabela 2:** Testowe wartości stanów nieustalonych dla kategorii przepięciowych instalacji. (nie podano wartości 50 V/150 V/300 V)

## Odległość upływu i przeskoku iskry

Norma EN61010 wymaga także, poza testowaniem rzeczywistego poziomu przepięciowego stanu nieustalonego, aby multimetry miały zachowane minimalne odległości upływu oraz przeskoku iskry pomiędzy wewnętrznymi elementami oraz węzłami obwodów.

Odległość upływu to odległość mierzona po powierzchni. Odległość przeskoku iskry to odległość mierzona przez powietrze. Im wyższa kategoria i poziom napięcia roboczego, tym większe wymagania dotyczące odległości. Jedną z głównych różnic pomiędzy starą normą IEC 348 a EN61010, są zwiększone odległości wymagane przez ten drugi.

## I co w związku z tym?

Jeśli stajesz przed zadaniem wymiany multimetru, przed wybraniem się na zakupy wykonaj jedną prostą czynność: przeanalizuj najgorsze możliwe scenariusze w miejscu pracy i określ konieczną kategorię urządzenia.

Najpierw należy wybrać miernik z najwyższej kategorii, z którą możesz zetknąć się w pracy. Następnie należy poszukać miernika z tej kategorii przeznaczonego dla napięcia, które zgodne jest z potrzebami. W międzyczasie nie należy zapomnieć o przewodach pomiarowych. Norma EN61010 odnosi się także do nich: powinny one posiadać certyfikat odpowiedni dla kategorii oraz napięcia równego lub wyższego niż miernik. Nie pozwól, aby przewody testowe stały się słabym ogniwem, gdyż chodzi o Twoje bezpieczeństwo.



Dopasuj kategorie oraz napięcia przewodów pomiarowych i multimetrów.

**Fluke. Keeping your world up and running.**

### Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA USA 98206

Fluke Europe B.V., PO Box 1186, 5602 BD, Eindhoven, Holandia

Więcej informacji można uzyskać pod następującymi numerami:

USA (800) 443-5853 lub

Faks (425) 446-5116

Europa/Bliski Wschód (31 40) 2 675 200 lub

Faks (31 40) 2 675 222

Kanada (800) 36-FLUKE lub

Faks (905) 890-6866

Inne państwa +1 (425) 446-5500 lub

Faks +1 (425) 446-5116

Internet: <http://www.fluke.com>

©2002 Fluke Corporation. FlukeView jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy Fluke Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone.  
Wydrukowano w USA 5/2002 Pub\_ID 10046-pol Rev. 02