



BIULETYN



Październik 2018

59

Członkowie wspierający

TAURON DYSTRYBUCJA
ODDZIAŁ W TARNOWIE
ul. Lwowska 72-96b
33-100 Tarnów
tel. 14 631 10 00
www.tauron-dystrybucja.pl



HURTOWNIA MATERIAŁÓW ELEKTRYCZNYCH



HURTOWNIA:

33-100 Tarnów,
ul. Kryształowa 1/3
tel. 14 630 10 30
tel. 14 630 10 40

SPRZEDAŻ HURTOWA I DETALICZNA

Biuletyn Oddziału Tarnowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 59

Tarnów

Październik 2018

do użytku wewnętrznego



Wydawca:
Zarząd Oddziału
Tarnowskiego
SEP
Tarnów
Rynek 10
tel. 14 621-68-13

Kolegium redakcyjne:

Red. Naczelny
mgr inż.
A. Wojtanowski,

Red. działów:
mgr inż.
A. Liwo,
mgr inż..
Jerzy Zgłobica

Za treść ogłoszeń
Redakcja nie
ponosi żadnej
odpowiedzialności

Do czytelników

Z dużą satysfakcją oddajemy w Państwa ręce następny numer Naszego Biuletynu. Tradycyjnie Biuletyn rozpoczyna Antoni Maziarka v-ce Prezes Oddziału Tarnów SEP prezentując najważniejsze zdarzenia z życia Oddziału.

Jedną z podstawowych działalności SEP jest akcja propagująca nowe rozwiązania techniczne, której narzędziem są organizowane przez Stowarzyszenie konkursy. Na łamach Biuletynu zamieszczamy fragmenty prac konkursowych na najlepszą pracę dyplomową regionu tarnowskiego.

W konkursie zwyciężyła praca pt. „Opracowanie algorytmu i programu sterowania linią technologiczną z wykorzystaniem sterownika PLC” Jakuba Małka natomiast wyróżnioną w tym konkursie została praca pt. „Budowa modelu suwnicy przemysłowej wraz ze sterowaniem nadrzędnym” Gabriela Kułagi i Pawła Lisa. Laureatom konkursu gratulujemy. Jak corocznie Zarząd Koła nr 3 przy Grupie Azoty S.A. organizuje seminarium z zakresu Energetyki Przemysłowej.

Materiały z tego zakresu znajdują się wewnątrz Biuletynu. Kontynuujemy tematykę z zakresu instalacji elektrycznej w budownictwie mieszkaniowym oraz badań tejsze instalacji jak i najczęstszych błędów popełnianych w jej wykonywaniu. Na koniec prezentujemy informacje z działalności Naczelnej Organizacji Technicznej.

Zbliżają się Zaduszki. Praktyką lat poprzednich wg informacji docierających do redakcji planuje się uczczenie pamięci naszych zmarłych kolegów przez złożenie na Ich grobach wiązanek kwiatów i zapalenie zniczy.

Zapraszamy do lektury

Kolegium Redakcyjne
Andrzej Wojtanowski

Z życia Oddziału

29.05.2018 odbyło się kolejne zebranie Prezydium Zarządu SEP. Głównym punktem obrad było przyjęcie cennika usług realizowanych przez IR SEP oraz Ośrodek Szkolenia Oddziału. Zebrani przyjęli także regulamin wyjazdów technicznych i wycieczek.

15 i 17 maja 2018 zostały zorganizowane Tarnowskie Dni Elektryki

W pierwszym dniu w programie znalazły się tematy:

1. Zastosowanie fotowoltaiki w elektromobilności Dawid Szczygieł, Krzysztof Zamożny - Firma Corab.
2. Mobilne Urządzenie Zasilające Ryszard Stolarczyk, Wojciech Gałda - Tauron Dystrybucja S.A. Oddział w Krakowi
3. Innowacyjna oprawa oświetlenia ulicznego SCORPIO - dr inż. Łukasz Kołaszewski - MILOO-LIGHTING
4. Rozwiązania Ensto do poprawy Jakości Energii Elektrycznej - Krzysztof Słota
5. Stacje ładowania pojazdów elektrycznych - Marcin Zawisza
6. Klastry energii - Piotr Ordyna - Tauron Dystrybucja S.A.

W drugim dniu w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Tarnowie odbyła się TDE-2018 „Nie tylko dla inżynierów – elektromobilność”

1. Prof. Maurizio Fermeiglia - Università degli Studi di Trieste The planet in 2030 and beyond: the effect of digitalization and decarbonization (Nasza planeta po roku 2030: skutki cyfryzacji i odchodzenia od gospodarki opartej na węglu)
2. Osobliwość Hawkinga - dr Łukasz Lamża - Copernicus Center
3. Stacje ładowania pojazdów elektrycznych - Szymon Biel - PRE Edward Biel
4. Pojazd hybrydowy z perspektywy użytkownika - Andrzej Wojtanowski - OT SEP
5. Porsche Tarnów Volkswagen - Pojazdy elektryczne w ofercie firmy Volkswagen
6. Elektromobilność z perspektywy operatora systemu dystrybucyjnego - Andrzej Szyg - Tauron Dystrybucja S.A.

Poza tematami konferencyjnymi miało miejsce także rozdanie nagród w konkursie SEP na najlepszą pracę dyplomową oraz rozstrzygnięcie konkursu dla uczestników sesji.

5.07.2018 r. odbyło się kolejne posiedzenie Prezydium Zarządu SEP. Tematem spotkania była informacja o centralnych obchodach 100-lecia SEP. Zebrani chwalili, że wszyscy członkowie Komisji Kwalifikacyjnych winni przejść szkolenie podnoszące kwalifikacje zawodowe.

05.09.2018 r. na posiedzeniu Prezydium Zarządu SEP uchwalono że Tarnowski Oddział SEP wesprze Oddział Rzeszowski SEP w inicjatywie budowy w Rzeszowie pomnika ks. Józefa Hermana Osińskiego, który był autorem pierwszego podręcznika do elektrotechniki w języku polskim i zasłużonym naukowcem w dziedzinie elektryki.

24-29.09.2018 r. zorganizowana została dla członków SEP wycieczka do Rumuni. W programie m.in. „Żelazne Wrota” – Zapora na Dunaju i zapoznanie się z funkcjonowaniem zapory i hydroelektrowni. Z innych atrakcji tej wycieczki było m.in. zwiedzanie Timisoary, Sibiu, Sighișoary, Kluj-Napoki, przejazd trasą Transfogarską.

11-12.09.2018 r. Koło nr 1 przy Tauron Dystrybucja Oddział Tarnów zorganizowało wycieczkę techniczną na targi ENERGETAB połączoną ze zwiedzaniem Bielska Białej i Wisły gdzie m.in. odwiedzono rezydencję Prezydenta RP. W wycieczce wzięło udział 28 członków Koła.

Opracowanie algorytmu i programu sterowania linią technologiczną z wykorzystaniem sterownika PLC

We współczesnym przemyśle, ze względu na stale rosnącą konkurencję i rosnące wymagania stawiane tworzonemu produktowi oraz konieczność zminimalizowania kosztów wytwarzania bez zmniejszenia ich jakości, konieczne staje się zautomatyzowanie produkcji w jak największym stopniu. Dzięki temu staje się możliwe ograniczenie do minimum czynnika błędu ludzkiego, a co za tym idzie wytwarzane produkty zachowują stały poziom jakościowy. Automatyzacja pozwala również na zmniejszenie kosztów produkcji i zwiększenie ilości sztuk wytworzonego produktu w danym okresie czasu. Wszystkie te elementy sprzyjają rozwojowi przemysłu.

Wykorzystany w Pracy sterownik firmy *SIEMENS* należy do rodziny sterowników *SIMATIC*, która jest chętnie stosowana w polskim przemyśle. Dzieje się tak ze względu na prostotę i łatwość obsługi zarówno samych sterowników, jak i ich oprogramowania narzędziowego.

Celem Pracy było stworzenie algorytmu oraz programu sterowania istniejącym modelem linii technologicznej. Praca tej linii została zautomatyzowana przy pomocy sterownika *SIMATIC S7-300*. Cały program sterowania został stworzony w taki sposób, aby praca linii była możliwie jak najszybsza oraz ciągła. Wykonanie Pracy wymagało również zmian konstrukcyjnych w modelu linii.

Praca składa się z trzech rozdziałów:

Pierwszy obejmuje opis programu *Autocad*, w którym stworzone zostały modele 3D elementów usprawniających pracę całego układu oraz ogólny opis działania modelu linii.

Drugi rozdział zawiera opis wszystkich elementów, które zostały użyte w modelu linii technologicznej. Są nimi:

- Obwody drukowane, wraz z opisem programu *EAGLE*, który został użyty do ich stworzenia.
- Silniki *DC*
- Silniki krokowe wraz z ich sterownikami
- Elementy dyskretne
- Czujniki przerwania wiązki oraz czujniki krańcowe
- Wyświetlacz 7-segmentowy
- Czujnik koloru

W trzecim rozdziale zawarty został opis samego sterownika SIMATIC S7-300 oraz jego oprogramowania narzędziowego. Zawarty został tam również algorytm oraz program sterowania linią, zrealizowany w językach *STL* oraz *LAD*. Opisane w tym rozdziale zostało również *Arduino UNO R3*, użyte jako dodatkowe urządzenia sterowania funkcjami niemożliwymi do zrealizowania w prosty sposób na sterowniku *PLC*.

Założony cel pracy czyli stworzenie algorytmu oraz programu sterowania istniejącym modelem linii technologicznej został w całości zrealizowany. Jednakże podczas początkowej fazy przygotowania układu do pracy wykonano kilka zmian i poprawek.

Do najważniejszych czynności wykonanych przy modelu zaliczamy:

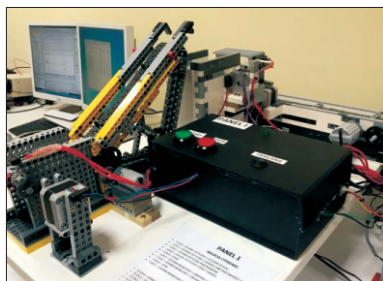
- Zmodyfikowanie zasilania całości układu – zamiast dwóch zasilaczy *ATX* został wykorzystany tylko jeden ze względu na brak zapotrzebowania układu na aż tak dużą moc (każdy z zasilaczy mógł dostarczyć około 400W energii)
- Wymiana zasilacza 24V zastosowanego do zasilania sterownika *PLC* i niektórych czujników. Niezbędne było wykonanie tego kroku ze względu na prawdopodobne jego uszkodzenie, które w momencie poprawnego podłączenia układu powodowało gubienie kroków silników krokowych.
- Połączenie dwóch osobnych części układu we wspólną z sobą całość (wspólna płyta, sklejenie poszczególnych elementów).
- Zamontowanie przycisku umożliwiającego sterowanie całością układu przy pomocy panelu sterującego znajdującego się na pierwszej części linii.
- Zaprojektowanie i wykonanie elementów estetycznych i zabezpieczających układ, w skład których wchodziły obudowy do *Arduino* oraz zabudowa wyprowadzeń zasilania zasilacza 24V.
- Wymodelowanie osłony dla czujnika koloru, dzięki której warunki zewnętrzne mają znikomy wpływ na wartość pomiaru.
- Zaprojektowanie oraz wykonanie płytek drukowanych służących obsłudze wszystkich elementów pomiarowych oraz wykonawczych układu. Krok ten był niezbędny ze względu na jakość wykonania poprzednich płytek w których poszczególne elementy przestawały poprawnie działać z powodu zwarć lub odlutowywania się przewodów.

Wykorzystanie sterownika *PLC* w stworzeniu programu sterującego praktycznie całym układem pokazuje, jak dużą rolę może on pełnić przy sterowaniu logicznym procesów przemysłowych. To dzięki sterownikom *PLC* zamiast budowania ogromnych układów przekaźnikowych można

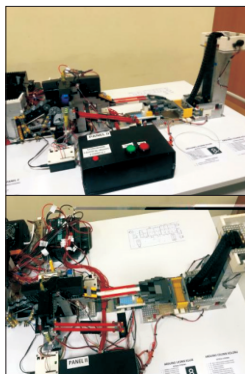
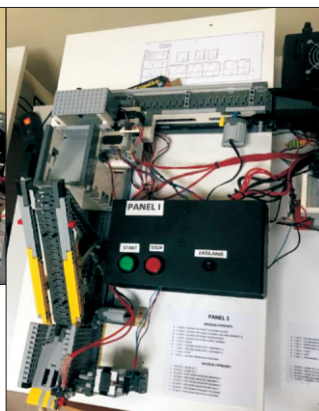
wykorzystać dużo prostsze w użyciu i mniejsze urządzenia. Skutkuje to minimalizacją kosztów produkcji a przede wszystkim jej zwiększeniem. Gdyby nie PLC w fabrykach w dalszym ciągu za szybkość i jakość produkcji odpowiedzialiby ludzie, którym należałoby zapewnić odpowiednie warunki pracy i płacy.

Samo napisanie pełnego algorytmu i programu sterowania wraz z przeprowadzeniem wielu testów jego działania zajęło tylko część czasu spędzonego przy całym układzie. Najbardziej czasochłonne okazały się zmiany sprzętowe w nim wykonane.

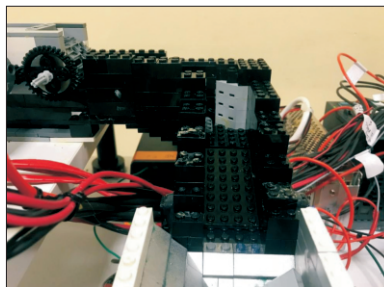
Cała linia produkcyjna, wraz ze sterownikiem, algorytmem i programem sterowania, będzie wykorzystywana podczas zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Sterowniki Przemysłowe. Z tego też powodu nie zdecydowano się na całkowite połączenie dwóch części modelu. W dalszym ciągu możliwe jest zaprogramowanie tylko jednej z sekcji układu. Widać to zarówno na fizycznej części linii, zawierającej dwa panele sterowania, jak i w warstwie programowej, gdzie bazowanie obu części, podobnie jak ich praca, zostały rozdzielone.



Sekcja 1 linii i jej widok od góry



Sekcja 2 linii i jej widok od góry



Łącznik obu sekcji

Budowa modelu suwnicy przemysłowej wraz ze sterowaniem nadrzędnym

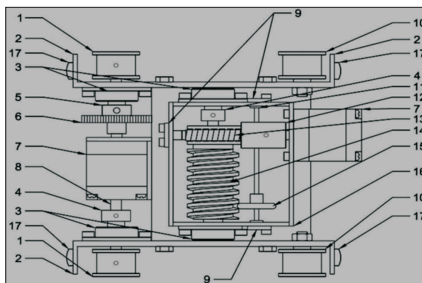
I. Wstęp

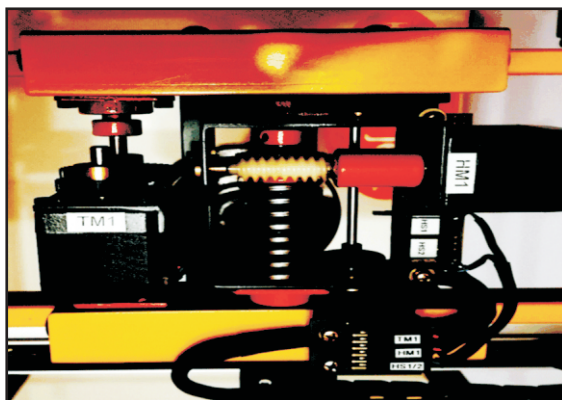
Praca w halach współczesnych zakładów produkcyjnych musi być efektywna, dobrze zorganizowana, sprawna i bezpieczna. Suwnice są nieodzownym wyposażeniem dużych zakładów produkcyjnych, magazynów, portów i przeładunkowych HUB-ów logistycznych. Celem Pracy było zbudowanie modelu suwnicy, jego układu elektrycznego, zaprogramowanie jego sterowania i uruchomienie całości układu. Głównym powodem wykonania przez nas modelu suwnicy był brak możliwości zakupu modelu gotowego. W obrocie konsumenckim co prawda znajdują się zbliżone do realnych dźwignic modele, które przypominają suwnice, ale ich niesatysfakcjonująca budowa całkowicie wyklucza je jako model prezentujący działanie rzeczywistych maszyn przemysłowych. Stworzony model przedstawia ideową budowę i działanie suwnicy natorowej, dwudźwigarowej, ogólnego przeznaczenia, sterowanej z poziomu roboczego. Zbudowany jest z wycinanych i frezowanych elementów stalowych, skróconych ze sobą za pomocą śrub lub zespawanych. Zadaniem modelu jest ukazanie stopnia skomplikowania budowy tych szeroko stosowanych urządzeń i przedstawienie problemów, przed którymi stają projektanci takich układów. Sterowanie modelu zbudowano w oparciu o moduły systemu mikroprocesorowego *Arduino*.

II Budowa modelu.

1. Budowa wózka wraz z wciągarką

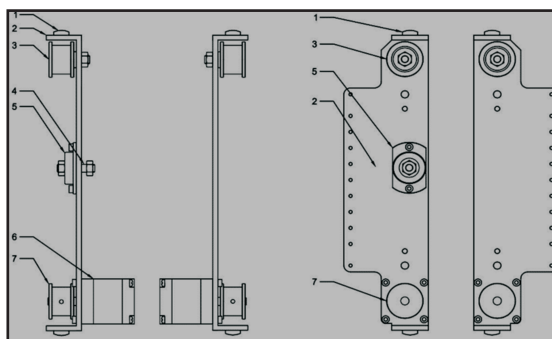
1. Koło napędowe
2. Czołownica wózka
3. Obudowa łożyska koła
4. Czop oporowy
5. Tuleja redukcyjna
6. Przekładnia zębata napędu wózka
7. Silnik krokowy
8. Wał napędowy wózka
9. Tuleja łożyskowa
10. Koło wlezione
11. Wał prowadnik rolki wyłącznika krańcowego
12. Sprzęgło
13. Przekładnia ślimakowa
14. Bęben linowy
15. Rolka wyłącznika krańcowego
16. Stelaż wciągarki
17. Odbojnik





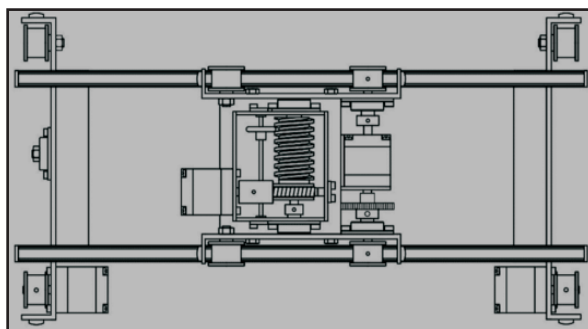
2. Budowa mostu jezdnego

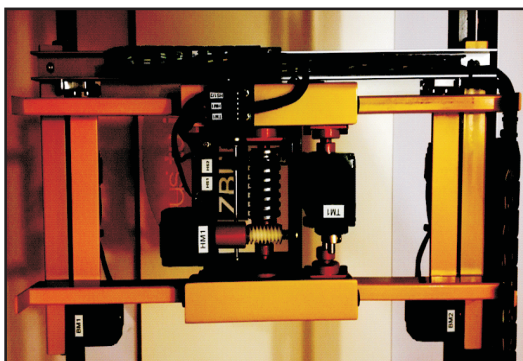
1. Odbojnik
2. Czołownica
3. Koło wleczone
4. Oś wahacza
5. Obudowa łożyska wahacza czołownicy
6. Silnik krokowy
7. Koło napędowe



3. Wózek z wciągarką wraz z mostem suwnicy.

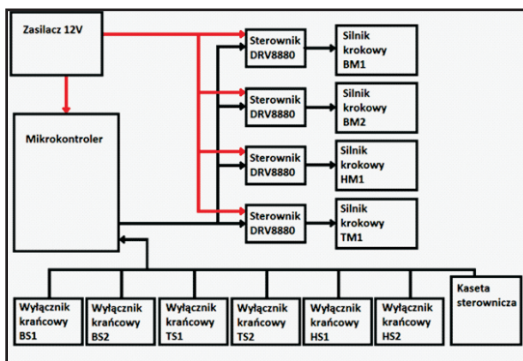
Na modelu zamontowane są osłony czołownic. Na projektach ten element nie jest zamontowany ponieważ zakrywałby ważne elementy i rozwiązania modelu.





III. Układ elektryczny modelu i jego elementy.

1. Schemat blokowy układu elektrycznego



2. Sterowniki silników krokowych.

Sterowniki silników krokowych, które zostały zastosowane w modelu, są oparte na układzie *drivera* mocy DRV8880, wyprodukowanym przez firmę *Texas Instruments*. Parametry tych sterowników pozwalają na efektywną i sprawną pracę silników modelu.

3. Silniki krokowe.

Napęd modelu stanowią 4 silniki krokowe JK28HS32-0674. Dwa użyto do napędzania mostu, jeden do napędu wózka i jeden do napędu wciągarki. Silniki te zostały zastosowane ze względu na ich duży moment i małe wymiary oraz łatwość zaimplementowania w modelu.

4. Zasilacz modułowy Delta Electronics PMT-12V150W1AA.

5. Wyłączniki krańcowe.

W modelu zostały zastosowane wyłączniki krańcowe Wk625 z rolką. Posiadają one 3 wyprowadzenia. Aby wyłącznik działał prawidłowo, do jednego wyprowadzenia podłączona została masa (GND), a drugie podłączone jest jako wejście mikrokontrolera.

Po zwarceniu wyłącznika krańcowego mikrokontroler otrzymuje stan niski na danym wejściu.

6. Kasetka sterownicza.

Kasetka umożliwia sterowanie kierunkiem jazdy mostu i wózka oraz podnoszeniem i opuszczaniem wciągarki. Na kasecie znajduje się przycisk STOP. Jest to wyłącznik bezpieczeństwa, którego wciśnięcie zatrzymuje ruch wszystkich silników.

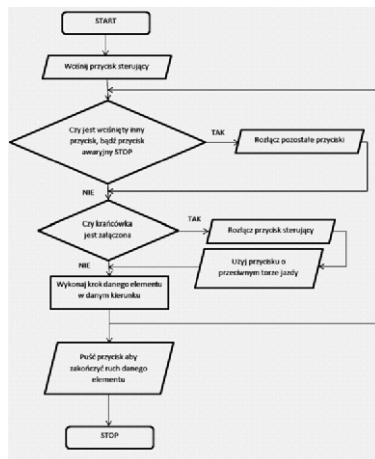
7. Mikrokontroler.

Zestaw mikroprocesorowy, który steruje wszystkimi elementami suwnicy, to **Arduino MEGA2560 R3**. Jego sercem jest mikrokontroler ATmega2560 z rodziny AVR. Jest to jedna z najlepiej wyposażonych wersji tego typu zestawów. Posiada on 54 wejść/wyjść cyfrowych, z których 15 można wykorzystać jako wyjścia *PWM*. Dodatkowo wyposażony jest w 16 wejść analogowych. Całość taktowana jest zegarem 16 MHz. Zestaw posiada 256kB pamięci *flash*, 4kB pamięci EPROM oraz 8kB pamięci operacyjnej SRAM. Ważną zaletą *Arduino* jest to, że posiada kilka interfejsów komunikacyjnych, w tym USB.

IV. Sterowanie modelu.

Do sterowania całego układu suwnicy, a przede wszystkim jej napędów elektrycznych, użyto systemu mikrokomputerowego *Arduino*. Skorzystano tu z producentckiego oprogramowania narzędziowego, dostępnego jako *freeware*, programując sam mikrokontroler w języku systemu *Arduino*, bardzo zbliżonym do języka C.

8. Schemat blokowy sterowania.



V. Podsumowanie

Największą trudnością w zaprojektowaniu modelu, a następnie w jego budowie były jego rozmiary. Odpowiedni projekt części składowych i rady specjalistów pracujących przy budowie suwnic pozwoliło skonstruować funkcjonalny wózek z wciągarką. Wiele rozwiązań modelu wynika z problemów związanych z jego projektowaniem.

W modelu zastosowano podobne do rzeczywistych środki bezpieczeństwa pracy przy suwnicach. Wyłączniki krańcowe i przycisk STOP są bezpośrednio odwzorowane z zabezpieczeń maszyn przemysłowych. Dodatkowym zabezpieczeniem jest uniemożliwienie wciśnięcia kilku przycisków na raz. W takiej sytuacji model zatrzymuje się. Jest to zabezpieczenie uniemożliwiające przede wszystkim uszkodzenie układu sterowania.

Piotr Żerdzicki

Norma ANSI/FL1 jako kryterium doboru oświetlenia.

111National Electrical Manufacturers Assoc oraz reprezentantów 14 wiodących firm z zakresu oświetlenia z całego świata norma, jest jedyną rzetelną skalą porównawczą sprzętu oświetleniowego dostępną na rynku.

Dzięki normie użytkownik może zestawić sprzęt produkowany przez kilku producentów, których parametry zostały zmierzone w ustandaryzowany sposób a przez to nie występuje przekłamanie (mogące sięgać 300% w wybranych parametrach) spowodowane różnymi standardami pomiarowymi.

Parametry mierzone przez normę:



Maksymalna moc światła mierzona między 30 sekundą a 2 minutą czasy pracy latarki w momencie osiągnięcia stabilizacji temperaturowej. Mierzona w lumenach (lm). (producenci nie korzystający z normy podają moc „gołej” diody nie uwzględniając odbłyśnika oraz soczewki przez co moc może być zawyżona do ok.30%)



Maksymalna intensywność wiązki - intensywność wiązki, której szczytem jest maksymalne natężenie, zazwyczaj wzdłuż osi centralnej stożka światła. Mierzona w kandelach (cd)



Zasięg światła – maksymalna odległość, w której natężenie wiązki spada do 0,25 luksa co odpowiada światłu księżyca. Mierzony w metrach.



Zasięg światła – maksymalna odległość, w której natężenie wiązki spada do 0,25 luksa co odpowiada światłu księżyca. Mierzony w metrach.

Zdolność na upadki - oceniana na podstawie testu polegającego na upuszczaniu urządzenia z określonej wysokości na betonowe podłoże (w kilku najbardziej typowych pozycjach). Urządzenie "zalicza" test, jeśli po upadku działa poprawnie (ew. po złożeniu – ale bez wykorzystywania dodatkowych narzędzi).



Wodoodporność - ocena odporności latarki na działanie czynników zewnętrznych (zachłapanie, zanurzenie itp.)



Czas pracy jest mierzony do 10% nominalnej wartości naświetlenia czyli dla latarki 100 lm czas mierzony jest do momentu kiedy siła światła spadnie do 10 lm. (producenci nie korzystający z normy podają czas do zgaśnięcia, gdzie czas może być kilku krotnie dłuższy).

Zasilanie dla każdego budynku

Sto lat temu zaczynaliśmy naszą działalność jako dostawca lamp dla przemysłu wydobywczego. Dziś, jako ogniwo korporacji EATON jesteśmy największym producentem systemów centralnego zasilania oświetlenia awaryjnego w Europie, a nasza marka jest rozpoznawana w ponad 40 krajach na świecie



Systemy centralnego zasilania oferowane są w kilku wariantach. Produkujemy zarówno pojedyncze urządzenia typu LOW POWER, przeznaczone do zasilania małych budynków, jak również duże systemy bez ograniczenia mocy. Mogą się one składać z wielu stacji głównych i podstacji, zaś urządzenia, niezależnie od mocy, mogą być podłączone do sieci LON lub LAN i automatycznie monitorowane przez oprogramowanie CG Vision.

Wybierz odpowiedni model – technikę świetlną otrzymasz w komplecie

Wystarczy spojrzeć, aby zorientować się, że nasze oprawy są dopracowane we wszystkich detalach. Świadczy o tym jakość użytych do ich produkcji materiałów oraz perfekcyjne wykonanie.



Wszystkie modele opraw opracowujemy w naszych laboratoriach przy pomocy specjalistycznych programów obliczeniowych. Tutaj tworzy się nie tylko nowoczesny design, ale przede wszystkim doskonałe parametry rozsyłu światła i zaawansowaną elektronikę. Oprawy, zanim trafią do produkcji, testowane są w ekstremalnych warunkach klimatycznych przez ponad 2000 godzin. Bez względu na to, który model wybierzesz, po latach użytkowania poczujesz satysfakcję, że dokonałeś właściwego wyboru.

1. Oświetlenie ewakuacyjne

W celu zapewnienia odpowiedniego rozmieszczenia opraw oświetlenia ewakuacyjnego zgodnie z normą PN-EN 1838 oraz PN-EN 50172, powinny być one usytuowane:

- a) przy każdych drzwiach wyjściowych przeznaczonych do wyjścia ewakuacyjnego;
- b) w pobliżu schodów, tak aby każdy stopień był bezpośrednio oświetlony;
- c) w pobliżu zamiany poziomu;
- d) obowiązkowo przy wyjściach ewakuacyjnych z budynku;
- e) przy każdej zmianie kierunku;
- f) przy każdym skrzyżowaniu dróg ewakuacyjnych;
- g) na zewnątrz i w pobliżu każdego wyjścia końcowego;
- h) w pobliżu każdego punktu medycznego pierwszej pomocy, apteczki;
- i) w pobliżu każdego urządzenia i przycisku przeciwpożarowego.

Oświetlenie awaryjne musi spełniać szereg funkcji, a w szczególności:
- powinno gwarantować natężenie oświetlenia awaryjnego na drogach ewakuacyjnych nie mniejsze niż 1lx w osi drogi z zachowaniem równomierności (1) oraz postanowień normy PN-EN 1838 dla bezpiecznego ruchu ewakuowanych w kierunku wyjść.

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{40}{1} \quad (1)$$



Rys. 1. Oprawa awaryjna STYLE LED 40011 CG-S, IP 54, zasięg rozpoznawalny znaku 32m.

- zapewniać natężenie oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniach przekraczających 60 m², traktowanych jako strefy otwarte, na poziomie nie mniejszym niż 0,5lx z zachowaniem równomierności jw. oraz dla bezpiecznego wyprowadzenia ewakuowanych z pomieszczenia na drogę ewakuacyjną,

- zapewniać natężenie oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniach traktowanych jako strefy wysokiego ryzyka na poziomie minimum 15lx lecz nie mniejszej niż 10% oświetlenia podstawowego dla bezpiecznego ukończenia czynności zagrażającej życiu lub zdrowiu ludzi znajdujących się w danym pomieszczeniu z zachowaniem równomierności (2)



Rys. 2 Ekskluzywny znak kierunku ewakuacji, podświetlany źródłem światła LED – CRYSTALWAY

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{40}{1} \quad (2)$$

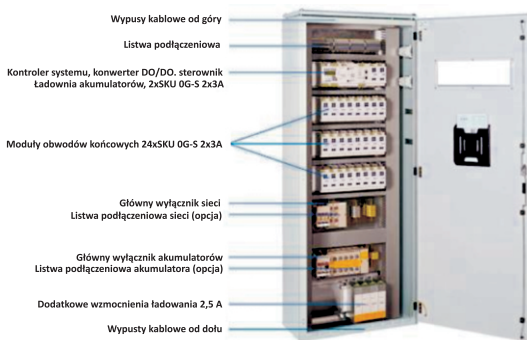
- zapewnić natężenie oświetlenia awaryjnego min. 5lx dla punktów alarmu pożarowego, sprzętu przeciw pożarowego, medycznego, apteczki, dla łatwego zlokalizowania,

- dla dróg ewakuacyjnych szerszych niż 2m powinny być zastosowane obliczenia natężenia i rozmieszczenie oprawy jak dla dwóch osobnych dróg ewakuacyjnych.

2. Opis i charakterystyka systemu centralnego sterowania ZB-S prod. Eaton

Zasilanie oświetlenia awaryjnego w obiektach jest realizowane przy zastosowaniu systemu centralnego zasilania ZB-S produkcji EATON CEAG z pakietem akumulatorów zasilających oprawy oświetlenia awaryjnego napięciem 230V/216V AC/DC, z technologią (STAR CG-S). Urządzenie jest zdalnie programowane z dodatkową kontrolą opraw po przewodzie zasilającym (bez dodatkowego przewodu komunikacyjnego) oraz parametrów akumulatorów wg normy *PN-EN 50172*. Obwody są przystosowane do pracy z oprawami w różnych trybach pracy (awaryjnym, awaryjno-sieciowym, awaryjno - sieciowym

awaryjno-sieciowym przełączalnym). Do zapisu historii zdarzeń (okres przechowywania do 4 lat) i konfiguracji systemu używa się pamięci wewnętrznej kontrolera oraz kartę SD, która jest umieszczona w sterowniku w celu tworzenia kopii zapasowej ustawień systemu oraz historii zdarzeń. Kontroler przystosowany jest do komunikacji z BMS przez fabryczne złącze w sterowniku oraz sieć w technologii LONWORKS® do dalszej rozbudowy systemu o kolejne stacje centralnych baterii na budynku lub układ kontroli opraw z inwerterami z programem sterująco-wizualizacyjnym CG-Vision. Sterowanie końcowymi obwodami opraw oświetlenia awaryjnego realizowane jest przez zastosowanie modułów zabezpieczająco-sterujących typu SKU CG-S z odpowiednio dobranym natężeniem prądowym, z technologią CEWA GUARD i z niezależnym przełączaniem obwodów. Komunikacja opraw z modułami (SKU CG-S) w szafie odbywa się przez przewody zasilające.



Rys. 4. Szafa CB ZB-S

Moduły SKU CG-S posiadają podwójne zabezpieczenie- obwodu przy pracy DC – bezpiecznik na biegun „+”, bezpiecznik na biegun „-”. Dodatkowo zabezpieczone jest bezpiecznikami od strony zasilania AC wartościami dopasowane do użytego modułu SKU CG-S. Każdy moduł posiada izolującą obudowę zewnętrzną, umożliwiającą bezpieczną wymianę w trakcie pracy systemu. Każdy z obwodów jest zasilany i kontrolowany z poziomu modułu SKU o dowolnej możliwości programowania. Sterowanie oprawami w opatentowanej technologii STAR odbywa się za pośrednictwem przewodów zasilających poprzez silne impulsy prądowe o niskiej częstotliwości, zsynchronizowane z przebiegiem sinusoidy zasilania sieciowego. Dzięki temu protokół przesyłu danych STAR, w przeciwieństwie do protokołów o wysokiej częstotliwości nakładanych na zasilanie sieciowe, jest stabilny i odporny

nawet na bardzo silne zakłócenia elektromagnetyczne. Każda oprawa posiada możliwość zmiany trybu pracy z poziomu sterownika, komputera lub oprogramowania wizualizacyjnego CG-Vision, bez konieczności mechanicznej ingerencji w oprawę. Adresy nadawane są bezpośrednio na module adresowalnym, bez użycia dodatkowego zewnętrznego programatora. Monitorowanie poprawności pracy oprawy jest realizowane poprzez pomiar wartości prądu pobieranego przez moduł elektroniczny zasilający oprawę.

3. Oprawy i zasilanie

Oprawy oświetlenia dozoru/nocnego pracujące w trybie ciągłym wyposażone są w zasilacze elektroniczne lub stateczniki adresowalne. Wszystkie oprawy wykonane są w wersji zasilania AC/DC według VDE 0108 w zakresie zasilania 176-275V. Oprawy awaryjne/dozoru dostarczane są ze świadectwami dopuszczenia CNBOP oraz kartami katalogowymi, określającymi parametry techniczne pracy ciągłej i awaryjnej. Oprawy z podświetlanym znakiem ewakuacyjnym posiadają świadectwo dopuszczenia CNBOP gdzie przeprowadzone było badanie poprawności znaku oraz jego luminancji. Z uwagi na postęp technologiczny oraz standardy ekologiczne wszystkie oprawy fluoroscencyjne posiadają możliwość wymiany świetlówkowego źródła światła na moduł ze źródłem światła LED z zachowaniem świadectwa dopuszczenia CNBOP i bez konieczności wymiany samej oprawy. Przewody zasilania opraw oświetlenia awaryjnego dobiera się ze względu na maksymalny spadek napięcia wynoszący maksymalnie 3% oraz dla warunków pożaru (temp. 850°C). W przypadku zmiany trasy przewodów należy dokonać ponownych obliczeń. Stosowanie opraw oświetleniowych odmiennych niż przyjęte w dokumentacji projektowej, wykonawca powinien:

- zapewnić użytkownika o poziomie jakości nie gorszym od opraw przyjętych w dokumentacji
- przedłożyć obliczenia oświetlenia dla proponowanych opraw, potwierdzające zgodność z natężeniami przyjętymi w dokumentacji projektowej,
- uzyskać akceptację inwestora, projektanta branży elektrycznej, architekta wnętrz,
- przedstawić równoważne systemowe rozwiązanie oświetlenia awaryjnego, obejmujące centralę zasilającą i monitorującą z oprawami oświetleniowymi.

W przypadku zmiany parametrów opraw, układu zasilania centralnego oraz układów stateczników świetlówek i zasilaczy LED należy

przeprowadzić ponownie całościowe obliczenia dla systemu zasilania opraw awaryjnych oraz akumulatorów, z uwzględnieniem kalkulacji prądów i mocy w stanie załączania opraw oraz w stanie ustalonym dla zapewnienia prawidłowej pracy układu i doboru parametrów zabezpieczeń, przekroju przewodów. Dodatkowo dla każdego obwodu należy przeprowadzić kalkulację spadków napięć. Uzyskane parametry doboru akumulatorów należy uwzględnić w zmianach obliczeń branży wentylacyjnej na wymianę powietrza w pomieszczeniu oraz konstrukcyjnej dla zapewnienia odpowiedniej odporności na nacisk.

4. Ochrona od porażen

Ochrona przed dotykiem pośrednim stosowana w instalacji oświetlenia awaryjnego, zasilanego z baterii centralnej przy zasilaniu AC jest realizowany w układzie sieci TN-S oraz przy zasilaniu DC w układzie sieci IT. Systemy zasilania bateryjnego EATON CEAG wyposażone są również w pomiar stanu izolacji. Dodatkowo można zastosować panel kontrolny F3 z dla blokady systemu podczas prac remontowych na obwodach gdzie znajdują się oprawy oświetlenia awaryjnego.

5. Wytyczne dla branży wentylacyjnej

Dla zachowania wytycznych Normy *PN-EN 50272-2* należy zapewnić 0,30 m³/h wymiany powietrza oraz minimalną powierzchnię wentylacji – 10 cm² podczas ładowania akumulatorów. Temperatura otoczenia akumulatorów powinna zawierać w przedziale od 20 do 25°C i nie powinna w dłuższym okresie czasowym przekraczać powyższych zaleceń. Sugeruje się stosowanie klimatyzacji w pomieszczeniu dla zachowania optymalnej temperatury pracy akumulatorów.

Nowa generacja rozłączników bezpiecznikowych oraz innowacje w zakresie kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w zakładach przemysłowych.

Nowa generacja rozłączników **SASILplus** produkcji **JEAN MUELLER** charakteryzuje się dużą różnorodnością wykonań gwarantujących bezpieczeństwo obsługi i niezawodność pracy rozdzielnic nN.

Rozłącznik 3-biegunowy typu **SASILplus**, gdzie jakość idzie w parze z niezawodnością i innowacją, stwarza wiele różnych możliwości zastosowań. Wysoką wytrzymałość zwarciovą (do 120kA) i zdolność łączeniową (do AC23B) uzyskuje się m.in. dzięki podwójnemu rozłączaniu poprzez opatentowany system styków. Dzięki temu zapewnione jest również duże bezpieczeństwo obsługi i możliwość manewrowania aparatem bez uprawnień. Uzupełnieniem wysokich parametrów rozłącznika jest szeroki wachlarz akcesoriów, począwszy od mikrowyłączników sygnalizujących stan pracy aparatu poprzez elektroniczną kontrolę stanu wkładek topikowych, a skończywszy na rejestracji danych pomiarowych i zarządzania energią w rozdzielnic nN za pośrednictwem modułu komunikującego się w protokole CANbus. W typoszeregu rozłączników **SASILplus** znajdują się także aparaty 2 lub 4-biegunowe, a przyłącza kablowe mogą być realizowane z prawej lub lewej strony. Aparaty przeznaczone są dla wkładek topikowych NH o wielkości 000-3, a także w specjalnym wykonaniu dla wkładek na napięcie 1000V oraz wkładek wg British Standard. Dzięki wariantom rozłączników: pojedynczym, podwójnym, sprzęgłowym, jak również ich napędowi: ręcznemu lub silnikowemu (umożliwia zdalne załączanie) możliwe jest wiele różnych wykonań i zastosowań rozdzielnic nN. Typoszereg rozłączników uzupełnia szeroka gama akcesoriów dodatkowych, które można wykorzystać nawet w późniejszym czasie w celu rozbudowy aparatów lub rozdzielnic.

Niezawodność kondensatorów ma decydujące znaczenie przy kompensacji mocy biernej i pracy jako filtry pasywne. Kondensatory **FRAKO** są do tego przystosowane poprzez **4-poziomowy innowacyjny system bezpieczeństwa**. Budowane są zazwyczaj z metalizowanej folii polipropylenowej (dielektryk). Właściwością jej jest **samoregeneracja** w momencie przebicia pod wpływem przeciążenia. Jeśli dojdzie do dużej ilości przebiegów na małej powierzchni, funkcja **samoregeneracji** może

nie wystarczyć. W najgorszym razie mogłoby się to skończyć całkowitym uszkodzeniem kondensatora. Wtedy działa kolejne zabezpieczenie - **metalizowanie segmentowe**. Trzecią cechą kondensatorów FRAKO poprawiającą ich bezpieczeństwo pracy jest opatentowany **bezpiecznik nadciśnieniowy**. Przy ekstremalnym przeciążeniu lub końcowej eksploatacji kondensatora, bezpiecznik nadciśnieniowy jest odpowiedzialny za bezpieczne odłączenie kondensatora od sieci (wszystkie fazy). W 2015 r. firma FRAKO zintegrowała opatentowany **pierścień stykowy** z początkowym systemem bezpieczeństwa. Zaleta bezlutowego połączenia: niebezpieczeństwo uszkodzenia zwojów kondensatora przez przegrzanie w momencie lutowania jest całkowicie wyeliminowane. Jakość połączeń uzwojeń dzięki pierścieniowi stykowemu znacząco rośnie.

Firma **FRAKO** jest czołową firmą niemiecką w zakresie produkcji kondensatorów i kompensacji mocy biernej. Sprzedaje swoje produkty do ok. 80 krajów świata, wśród jej klientów są m.in.: ABB, EATON, SIEMENS, SAMSUNG czy SOCOMEC, jak też zakłady MERCEDES BENZ, VOLKSWAGEN, BAYER i BASF. Od września 2018 roku firma **JEAN MUELLER POLSKA** jest wyłącznym przedstawicielem FRAKO w Polsce.

Francuska firma **CITEL** w 2000 roku opatentowała i wprowadziła na rynek ogranicznik kombinowany w technologii VG. Jest to szeregowo połączenie iskiernika gazowego z wysokowydajnym warystorem. Dzięki temu połączeniu nie występują prądy upływu oraz prądy następcze, osiągany jest wyjątkowo krótki czas zadziałania <20 ns, oraz bardzo dobry poziom ochrony napięciowej. Technologia ta umożliwia wytwarzanie ograniczników typu 1+2+3 dla prądu udarowego $10/350\mu\text{s}$ o wartości 25kA i prądu wyładowczego $8/20$ ms o wartości 30kA na biegun osiągając poziom ochrony 1,1 kV. Aparat ten w wykonaniu 4 polowym TNS wytrzymuje prąd udarowy ($10/350\mu\text{s}$) o wartości 100kA, maksymalny prąd wyładowczy $8/20\mu\text{s}$ o wartości 280kA i prąd zwarciovowy do 50kA. Inne zalety ograniczników w technologii VG to podwyższona odporność na prądy dorywcze TOV (do 450V AC), standardowe wyposażenie w sygnalizację uszkodzenia miejscową i zdalną, brak konieczności stosowania cewek odsprężających. CITEL udziela 10 letniej gwarancji na ograniczniki wykonane w technologii VG. Firma CITEL oferuje ponad tysiąc typów i wykonań ograniczników przepięć do przeróżnych zastosowań oraz kilkaset typów iskierników gazowych do ochrony przeciwprzepięciowej. Oprócz ograniczników przepięć (zwanymi zgodnie z normami SPD) dla typowych zastosowań w energetyce lub instalacjach elektrycznych AC i DC w ofercie znajdują się także zabezpieczenia dla fotowoltaiki, sieci komputerowych, sieci przysyłania danych i telefonicznych, sieci radiowych GSM,

UMTS, TETRA, anten i urządzeń satelitarnych, kamer telewizyjnych, szaf sterowniczych, oświetlenia LED.

CITEL działa na rynku od ponad 80 lat, jest pod względem obrotów największym we Francji i trzecim w Europie producentem ograniczników przepięć, jak też największym europejskim eksporterem tego typu produktów do USA. Ponadto jest 2 na świecie producentem iskierników gazowych o rocznym wolumenie ponad 100 milionów sztuk. Firma ma swoje zakłady we Francji, USA i w Chinach, sprzedaje bezpośrednio swoje produkty w ok. 60 krajach świata. Od 2012 roku firma **JEAN MUELLER POLSKA** jest wyłącznym przedstawicielem CITEL w Polsce.

Sebastian Mania
Hubix Sp. z o.o.

ŚOI chroniące przed termicznym działaniem łuku elektrycznego. Sprzęt i narzędzia umożliwiające przeprowadzenie prac pod napięciem

Polski producent narzędzi i sprzętu do bezpiecznej obsługi urządzeń elektroenergetycznych oraz środków ochrony indywidualnej chroniących przed termicznym działaniem łuku elektrycznego. Najnowszym osiągnięciem firmy jest wyprodukowanie hełmów ze zintegrowaną osłoną twarzy 20kV oraz osłoną 24cal/cm².



Fot.1. Stanowisko prób



Fot 2. Czyszczenie pod napięciem do 36kV



Fot 3. Zabezpieczenie złącza na nN

Lepsze zarządzanie żywotnością instalacji dzięki cyfrowej ochronie w wyłącznikach kompaktowych

Zapobiegawcza ochrona instalacji

Ważną wartością dodaną połączonych w sieć fabryk jest rewolucja w procedurach konserwacyjnych i serwisowych. Zastosowanie cyfrowych komponentów komunikacyjnych pozwala na realizację konserwacji zapobiegawczej, co zwiększa dyspozycyjność maszyn, a tym samym ogólną produktywność. Te inteligentne komponenty mogą pomóc w określeniu ich własnych cykli konserwacji i czasu wymiany elementów instalacji, jak również tych komponentów systemu, które są przez nie chronione. Tego oczekują dziś operatorzy maszyn i urządzeń: możliwości wymiany komponentów istotnych dla procesu we właściwym czasie, najlepiej w momencie, gdy jest to konieczne z technicznego punktu widzenia. Wynika to z faktu, że ekonomiczny wpływ przestoju w produkcji jest często znacznie większy niż koszt samego elementu i jego wymiany. Dlatego dzisiejsze potrzeby to: wychwycenie, ocena i przewidywanie! Parametry, które mogą prowadzić do nieprawidłowego działania układu napędowego, na przykład stale zwiększający się prąd silnika po dłuższym okresie eksploatacji, są zazwyczaj znane z wyprzedzeniem, zarówno opierając się na doświadczeniu, jak i na dostępnych danych. Te wszystkie informacje umożliwiają przewidywanie ewentualnych awarii podzespołów. Uszkodzone komponenty mogą być wymieniane we właściwym czasie, na przykład podczas planowanych przerw w produkcji. Jedno nie ma prawa się wydarzyć: nieoczekiwane zatrzymanie całego procesu produkcyjnego z powodu nagłej awarii pojedynczego komponentu. W badaniach zaprezentowanych na targach w Hanowerze w 2017 roku przez VDMA (Niemieckie Stowarzyszenie Przemysłu Mechanicznego) i firmę konsultingową Roland Berger stwierdzono, że konserwacja zapobiegawcza występuje w przedsiębiorstwach i zakładach produkcyjnych coraz częściej. Autorzy publikacji twierdzą, że co druga firma spodziewa się przełomu w zakresie konserwacji zapobiegawczej w najbliższej przyszłości. „Konserwacja zapobiegawcza nie powinna być jednak postrzegana jako panaceum, które zrekompensuje istniejące niedobory w ofercie usług” - ostrzega Sebastian Feldmann z firmy Roland Berger. „Firmy nadal powinny analizować i optymalizować swoją ofertę usług w ramach całościowego podejścia biznesowego”.

Zaczynając od wyłączników elektromechanicznych, aż po inteligentne urządzenia

Od maszyn kompaktowych po duże instalacje wyłączniki kompaktowe spełniają szeroki zakres funkcji ochronnych w zastosowaniach przemysłowych, niezależnie od tego, czy jest to zwykły napęd silnikowy, czy wielostopniowy system dystrybucji energii. Przy projektowaniu koncepcji cyfryzacji wyłączniki dostarczają cennych informacji na dwa sposoby: o zachodzących procesach na aparatach a także o ich stanie i pozostałym okresie użytkowania. W przeciwieństwie do rozłączników, wyłączniki są w stanie nie tylko przerywać prądy robocze, ale w przypadku awarii bezpiecznie wyłączają również prądy przeciążeniowe i zwarciove. Tylko w ten sposób można zapobiec uszkodzeniom podzespołów w instalacjach przemysłowych.

Przy wyłączonym dużym obciążeniu lub nawet zwarcium, przerwaniu prądu spowoduje krótkotrwałe miganie napięcia pomiędzy stykami, ponieważ odległość pomiędzy nimi podczas procesu rozłączania jest niewystarczająca do celów izolacyjnych. Wynikiem tego jest zwarcie łukowe, które w zależności od natężenia prądu powoduje zapalenie się styków, a tym samym ich zniszczenie. Zbyt duża utrata materiału styku może uniemożliwić zamknięcie obwodu. Oprócz przestojów w produkcji spowodowanych samym zwarcium, będzie to nieuchronnie prowadzić do długotrwałych zakłóceń w działaniu usług, ponieważ wyłącznik będzie musiał zostać wymieniony. A jeśli w magazynie nie ma odpowiedniego aparatu, należy go również zamówić i dostarczyć. W najgorszym przypadku produkcja może zostać przerwana na kilka dni ze względu na czas dostawy nowego elementu oraz jego instalację i uruchomienie. Dlatego powszechną praktyką przemysłową jest wymiana wyłączników tylko po jednym zwarcium, często niezależnie od ich pozostałej wytrzymałości pomimo faktu, że norma IEC wymaga od producentów zapewnienia bezpiecznego przełączania nawet po trzech zwarcich przy maksymalnej wartości znamionowej zwarcia podanej w karcie charakterystyki. Przyczyną przedwczesnych wymian wyłączników jest często niepewność co do dokładnego zużycia styków. Zastosowanie wyłączników cyfrowych ułatwia zwiększenie dostępności systemu, ponieważ można wtedy niezawodnie przewidzieć pozostałą zdolność użytkową styków wyłącznika. Złożone pomiary, ręczne liczenie lub dokumentowanie zdarzeń lub przestojów spowodowanych nieplanowanymi (i niepotrzebnymi) wymianami wyłączników to już przeszłość. Dzisiejsza aparatura cyfrowa może rejestrować każde zdarzenie, od ręcznego wyłączenia do poważnych zwarc, a także samodzielnie obliczać wpływ takiego zdarzenia na styki.



Rysunek 1: Konserwacja zapobiegawcza jest możliwa dzięki wskazaniu pozostałej zdolności użytkowej wyłącznika.

Natychmiast po zdarzeniu operatorzy maszyn mogą uzyskać dostęp do wyników tych obliczeń, na miejscu w urządzeniu lub bezpośrednio z centrum sterowania produkcją poprzez zintegrowany interfejs komunikacyjny przełącznika. Oprócz informacji o pozostałej zdolności użytkowej, wyłączniki cyfrowe umożliwiają operatorom uzyskanie kompleksowego obrazu awarii: Jaka była przyczyna zadziałania wyłącznika, zwarcie czy przeciążenie? Jaki był maksymalny przepływ prądu? Dane zarejestrowane w okresie poprzedzającym zadziałanie są przechowywane w przełączniku i mogą być pobierane zdalnie. Po usunięciu problemu można wznowić bezpieczną eksploatację systemu. W zależności od pozostałej zdolności użytkowej urządzenia, operator może zdecydować o zamówieniu nowego wyłącznika kompaktowego. Może on zostać wymieniony po kolejnej awarii lub jako środek ostrożności podczas planowanej przerwy w świadczeniu usług. Obliczanie pozostałej zdolności użytkowej wyłącznika na podstawie aktualnych danych ma jeszcze jedną ważną zaletę: Nawet jeśli wyłącznik jest zainstalowany bezpośrednio za transformatorem, którego maksymalna znamionowa wartość zwarciova jest równa znamionowej rezystancji zwarciowej tego wyłącznika, to w praktyce te maksymalne wartości są rzadko osiągane. Podczas pracy tłumienie spowodowane przez przewody lub przejścia między zaciskami zmniejszy znamionowe wartości zwarciove, zwłaszcza przy większych odległościach. W szczególności w tym przypadku obliczenie i wskazanie pozostałej zdolności użytkowej urządzenia prowadzi do dokładniejszej oceny sytuacji. Jest dość prawdopodobne, że wyłącznik będzie w stanie wyłączyć nawet więcej niż trzy zwarcia określone w normie, biorąc pod uwagę, że rzeczywiste wartości energii często znacznie odbiegają od dopuszczalnych progów. Rezultaty: znaczna redukcja kosztów serwisowania i wyposażenia dzięki konserwacji zapobiegawczej, a także dłuższe czasy eksploatacji urządzeń.

Zwiększenie dostępności zastosowań w późniejszych etapach produkcji

Jednocześnie wyłączniki cyfrowe dostarczają cennych informacji znacznie wykraczających poza informacje o ich pozostałej zdolności użytkowej. Na przykład, istnieją różne opcje zwiększenia niezawodności i dostępności zastosowań w dalszych fazach procesu produkcji, z jednej strony poprzez wstępne obliczenie wartości wydajności elektrycznej, a z drugiej strony poprzez analizę danych dostarczonych przez wyłącznik.

Power Xpert Protection Manager - Real Time Data für Eaton PXR 10/20/25 Ausloseinheiten	
System PSC und Status	
Strome, Spannungen, Lastungen	
Energie	
Leistungsbedarf	
Spitzenleistungsbedarf	
Min./Max. Strom	
Min./Max. Leiterspannung	
Min./Max. Phasenspannung	
Ein Zyklusstrom	
Diagnose, extern	
Parameter	Werte
Zähler, kurzzeitverzögerte Kurzschlussauslosungen	
Zähler, unverzögerte Kurzschlussauslosungen	1
Zähler, Überstromauslösung	6
Zähler, Überstromauslösung	2
Zähler, Kurzschlussauslosungen	3
Zähler, Überlastauslösung	4
Zähler, Erdschlussauslösung	0
Schaltspielzähler, gesamt	1560
Zähler, Auslosungen	9
Zähler, Tests	2
Zähler, Öffnungen	1500
Zähler, manuelle Schaltspiele	60
Zeitpunkt der letzten Schaltung	2018/04/20 08:04:34
Max. Temperatur	56,7°C
Zeitpunkt, Übertemperatur	2018/04/19 17:45:55
Laufzeit in Minuten	20
Laufzeit in Stunden	12
Laufzeit in Tagen	456
Lebenspunkte	87 %

Rysunek 2: Program Power Xpert Protection Manager umożliwia szybką diagnostykę szerokiego zakresu danychróżnych kluczowych parametrów.

Pamięć termiczna

Jeśli przeciążenie ma charakter tymczasowy, wyłącznik nie powinien zadziałać. Wyłącznik powinien zadziałać tylko wtedy, gdy przeciążenie występuje przez dłuższy czas. Niektóre wyłączniki cyfrowe mogą również wysyłać ostrzeżenia o przeciążeniu jako uzupełnienie informacji ze standardowego wskaźnika przeciążenia. Ale jaka jest różnica między nimi? Wskaźnik przeciążenia przedstawia migawkę sytuacji: Biejący prąd w tym momencie przekracza ustaloną wartość nominalną. To, czy na tym etapie konieczna jest jakakolwiek interwencja w procesie, zależy od danego zastosowania. Jednak to przeciążenie może być jedynie krótkotrwałym odstępstwem od normy i wartości powrócą do normalnego stanu w krótkim czasie.

W takim przypadku ostrzeżenie z wyprzedzeniem umożliwi lepszą ocenę sytuacji związanej z przeciążeniem. Wstępne ostrzeżenie opiera się na zasadzie termicznej taśmy bimetalicznej, która w przypadku przeciążenia się nagrzewa. W wyniku ogrzewania pasek zacznie powoli się wyginać, ale wyłącznik nie zadziała i gdy nie występuje już przeciążenie, pasek ponownie się ochłodzi. Efekt ten jest porównywalny do wiadra, które się stopniowo napełnia wodą, ale gdy ma dojść do przepełnienia, zaczyna się ono opróżniać. Jeżeli jednak przeciążenie wystąpi wielokrotnie i w jednym z tych przypadków zadziałanie wyłącznika stanie się bardzo prawdopodobne, cyfrowy obraz pamięci termicznej może być wyświetlany jako komunikat ostrzegawczy, w formie wykresu słupkowego lub jako wartość procentowa. Informacja ta pozwala użytkownikowi na określenie, kiedy należy spodziewać się zadziałania wyłącznika, jeżeli sytuacja obciążenia nie ulegnie zmianie. W ten sposób użytkownik może zdecydować, czy konieczne jest podjęcie jakichkolwiek środków zaradczych w celu zmniejszenia obciążenia, a tym samym zapewnienia ciągłej dostępności systemu. Niektóre zastosowania wymagają uruchamiania w bardzo krótkim czasie wydajności, na przykład w celu ochrony dużych silników. W tym trybie pracy częste zadziałania skracają zdolność użytkową wyłącznika, a także tracą cenny czas, ponieważ po każdym wyzwoleniu musi on być na nowo lokalnie uaktywniony. Można to naprawić za pomocą napędu zdalnego, co umożliwi ponowne uaktywnienie wyłącznika bezpośrednio z centrum sterowania. Alternatywnie można zastosować wyłącznik z funkcją wyzwalań stycznika. Wówczas przeciążenie nie powoduje zadziałania wyłącznika, lecz zrzut obciążenia poprzez stycznik. Po ponownym uruchomieniu systemu, stycznik może być po prostu ponownie aktywowany poprzez zintegrowany interfejs komunikacyjny wyłącznika. Stanowi to nie tylko dodatkowy sposób na wydłużenie zdolności użytkowej podzespołów, ale w przypadku awarii zapewnia również możliwie najszybsze ponowne uruchomienie systemu.

Konserwacja zapobiegawcza dzięki analizie danych

Oprócz wyżej wymienionych ostrzeżeń, obliczeń i analiz, dzisiejsze wyłączniki cyfrowe mogą również rejestrować praktycznie wszystkie dane elektryczne obwodów, które chronią. Poza prądem i napięciem, obejmują one teraz również wartości wydajności i energii, jak również cosinus ϕ i inne dodatkowe dane. Jeżeli wyłącznik zabezpiecza układ napędowy, tzn. silnik elektryczny, to już same pojedyncze wartości prądu lub termiczny obraz silnika mogą dostarczyć ważnych informacji o każdej zmianie parametrów. Jak opisano powyżej, może to zapobiec przerwaniu

pracy w wyniku zadziałania wyłącznika w wyniku przeciążenia. Jeśli natomiast zmiana parametrów ma charakter bardziej trwały, np. z powodu ciągłego przyrostowego wzrostu prądu silnika, jeden z elementów na który ten prąd oddziałuje, prawdopodobnie ulega zużyciu. Elementem, o którym mowa, może być łożysko, taśma transportowa lub jakakolwiek podobna część. Przy dostępności odpowiednich wartości doświadczalnych, użytkownik może zdecydować, czy dany komponent powinien zostać wymieniony natychmiast, czy tylko wtedy, gdy aktualna wartość przekroczy określoną wartość progową. Można nawet przewidzieć, jak długo dany podzespoł będzie działał i czy wystarczy jego wymiana w ramach regularnych przeglądów. Niezależnie od tego, sytuacja już do tego stopnia uległa poprawie, że operatorzy systemu mogą teraz działać z wyprzedzeniem, zamiast reagować na awarię podzespołu po fakcie. Innymi słowy, mogą przećwiczyć konserwację zapobiegawczą.

Bardziej złożone zastosowania wymagają również większej ilości danych

Wykorzystywanie jako urządzenia zabezpieczające silniki jest tylko jednym z możliwych zastosowań wyłączników. Na przykład urządzenia o większych klasach wydajności są często używane do ochrony rozdzielnic z wieloma oddzielnymi obciążeniami. W takich przypadkach przyporządkowanie poszczególnych wartości do konkretnego obciążenia staje się trudniejsze, gdy w trakcie eksploatacji wystąpi jakiegokolwiek odstępstwo od normy. Niemniej jednak jest stosowana ta sama zasada. Im więcej wartości elektrycznych jest rejestrowanych i porównywanych, tym łatwiej jest wyciągnąć wnioski na temat danego zastosowania: W pierwszej kolejności podczas normalnej pracy rejestrowane są wartości elektryczne danej maszyny. W ten sposób na tej maszynie zostanie wygenerowany „elektryczny odcisk palca”. W przypadku znormalizowanych maszyn producenci często dysponują wymaganymi danymi. W przypadku systemów dostosowanych do indywidualnych potrzeb, odpowiednie wartości mogą zostać zarejestrowane podczas instalacji, przy założeniu, że wszystkie podłączone aplikacje działają prawidłowo. Jeśli maszyna lub system ma kilka różnych trybów pracy, tzw. „elektryczny odcisk palca” będzie różny dla każdego trybu. Następnie te same dane referencyjne są rejestrowane podczas normalnej pracy, w regularnych odstępach czasu lub nawet stale. Dane są porównywane lokalnie lub w chmurze przy użyciu zarejestrowanego „elektrycznego odcisku palca”. Po wykryciu jakichkolwiek anomalii, tj. odstępstw od „elektrycznego odcisku palca”, można wywnioskować jak rzeczywiście postępuje proces starzenia się systemu. Czy należy podjąć

jakieś środki w odpowiedzi na anomalię (a jeśli tak, to jakie), zależy od konkretnego zastosowania. W związku z tym producent systemu i użytkownik powinni uprzednio wspólnie uzgodnić tę kwestię. Wynikiem tych konsultacji, jest zwykle określony zestaw zasad konserwacji zapobiegawczej dla danego typu maszyny lub instalacji. Ze względu na ich znaczenie dla dystrybucji energii i w świetle wielu zarejestrowanych wartości, opcji komunikacji, algorytmów obliczeniowych i możliwości wyświetlania, wyłączniki cyfrowe odgrywają kluczową rolę we wdrażaniu strategii cyfryzacji, ponieważ pozwalają operatorom na przygotowanie swoich maszyn i systemów do pracy w inteligentnej fabryce.

Cyfrowe wyłączniki kompaktowe NZM firmy Eaton

Wyłączniki mają spójną konstrukcję i są wyposażone w identyczne pod względem funkcjonalności, montażu i obsługi akcesoria. Różne rodzaje wyzwoleń, zarówno oparte na bimetalach termicznych, jak i elektronice z funkcjami komunikacji, pełnią różne funkcje ochronne: od ochrony przewodów do ochrony silnika/ generatora, zarówno w sieciach AC, jak i DC. Rozłączniki do 1600 A nadają się do zastosowań takich jak wyłączniki główne, wyłączniki bezpieczeństwa i łączniki sprzęgłowe. Kompaktowe wyłączniki NZM1 i NZM2 mogą pracować przy obciążeniu prądem znamionowym do 160 A/300 A i niezawodnie wyłączają prąd zwarciovowy do 150 kA. System styków podwójnych jest nie tylko szybki, ale w przypadku zwarcia specjalny kształt i materiał styków generuje odpychające siły magnetyczne, które we frakcji fali sinusoidalnej otwierają styki. Dzięki temu urządzenia mogą pracować w zakresie mocy przełączania do 150 kA i napięć roboczych do 690 V. Niski stopień rozpraszanej mocy pozwala na lepsze wykorzystanie przestrzeni wewnątrz rozdzielnic. Wersja 2-biegunowa rozłącznika może przełączać napięcie stałe do 1500 V przy prądach znamionowych do 1600 A i temperaturach otoczenia do 70 °C. Wyłączniki serii NZM są dostępne w czterech rozmiarach. Ważną cechą nowego cyfrowego NZM jest zintegrowany interfejs komunikacyjny, który jest dostępny od wielkości NZM o rozmiarze 2 wwyż. Dzięki różnym modułom komunikacyjnym przesyłanie danych z wyłącznika do nadrzędnej struktury raportowania nie stanowi żadnego problemu. Zintegrowany moduł Modbus RTU jest dostępny w standardzie. Za pomocą zacisków można również dodawać moduły dodatkowe, zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne. Obejmują one wszystkie popularne typy systemów magistrali komunikacyjnej (field bus), takie jak Modbus lub Profinet. Ta elastyczna łączność znacznie upraszcza integrację wyłączników z istniejącą infrastrukturą.

Technologia wyzwalaćnia wyłączników, składająca się ze znanych modułów wyzwalaćnia podnapięćowego i bocznikowego, jest obecnie uzupełniona o dwa przekaźniki, które mogą być wykorzystywane do przekazywania komunikatów ostrzegawczych, sygnalizacji lub sterowania zdalnymi napędami. W ten sposób mechanizm termomagnetyczny został zastąpiony mechanizmem elektronicznym. Tryb pracy tego ostatniego jest znacznie bardziej precyzyjny, dzięki zastosowaniu przekładników mierzących prąd oraz cyfrowego wskazywania charakterystyk wyzwalaćnia. Zastosowanie cewki Rogowskiego bez żelaznego rdzenia w połączeniu z transformatorem prądowym umożliwia bardzo precyzyjne pomiary (w Klasie dokładności 1 zgodnie z IEC 61557-12). Dzięki temu urządzenia te nadają się również do zarządzania energią w inteligentnych fabrykach. Zarejestrowane dane i informacje o statusie można wygodnie przeglądać na miejscu za pomocą wyświetlacza o wysokiej rozdzielczości lub przesyłać do centrum sterowania wyższego poziomu za pośrednictwem interfejsu komunikacyjnego. Wbudowany interfejs USB umożliwia operatorowi sprawdzanie pracy wyłącznika, tworzenie wpisów do dziennika lub regulację ustawień bezpośrednio na urządzeniu.

wyzwalaćnia podnapięćowego i bocznikowego, jest obecnie uzupełniona o dwa przekaźniki, które mogą być wykorzystywane do przekazywania komunikatów ostrzegawczych, sygnalizacji lub sterowania zdalnymi napędami. W ten sposób mechanizm termomagnetyczny został zastąpiony mechanizmem elektronicznym. Tryb pracy tego ostatniego jest znacznie bardziej precyzyjny, dzięki zastosowaniu przekładników mierzących prąd oraz cyfrowego wskazywania charakterystyk wyzwalaćnia. Zastosowanie cewki Rogowskiego bez żelaznego rdzenia w połączeniu z transformatorem prądowym umożliwia bardzo precyzyjne pomiary (w Klasie dokładności 1 zgodnie z IEC 61557-12). Dzięki temu urządzenia te nadają się również do zarządzania energią w inteligentnych fabrykach. Zarejestrowane dane i informacje o statusie można wygodnie przeglądać na miejscu za pomocą wyświetlacza o wysokiej rozdzielczości lub przesyłać do centrum sterowania wyższego poziomu za pośrednictwem interfejsu komunikacyjnego. Wbudowany interfejs USB umożliwia operatorowi sprawdzanie pracy wyłącznika, tworzenie wpisów do dziennika lub regulację ustawień bezpośrednio na urządzeniu.



Rysunek 3:
Nowe wyłączniki
firmy Eaton











Zarząd Koła SEP nr 3 przy Grupie Azoty S.A. zaprasza na konferencję:

„ENERGETYKA PRZEMYSŁOWA”

Spotkanie odbędzie się dnia 25 października 2018 r. w Restauracji „KASYNO”
w Tarnowie – Mościcach, ul. Kwiatkowskiego 20

Program konferencji:

- | | | |
|---|--------------------|--|
|  | x 9 ⁰⁰ | Otwarcie konferencji, przywitanie przybyłych gości, przedstawienie planu spotkania.
<i>Prezes Koła SEP przy Grupie Azoty S.A., Roman Kuczek</i> |
|  | x 9 ¹⁵ | Referat nt. „Wpływ mikro instalacji fotowoltaicznej typu on-grid na bilans energii elektrycznej budynku jednorodzinnego”.
<i>Grupa Azoty S.A., Janusz Fudalej</i> |
|  | x 10 ⁰⁰ | Referat nt. „Nowa generacja elektronicznych zabezpieczeń w wyłącznikach kompaktowych firmy EATON”.
Referat nt. „Zastosowanie oświetlenia awaryjnego w przemyśle”.
<i>Eaton Electric Sp. z o.o., Krzysztof Chwała</i> |
| | x 11 ⁰⁰ | Przerwa kawowa. |
|  | x 11 ¹⁵ | Referat nt. „ŚOI chroniące przed termicznym działaniem luku elektrycznego. Sprzęt i narzędzia umożliwiające przeprowadzenie prac pod napięciem”.
<i>Hubix Sp. z o.o., Sebastian Mania</i> |
|  | x 12 ⁰⁰ | Referat nt. „Kocioł grzewczy jonowo-elektrodoowy zasilany energią elektryczną przeznaczony do ogrzewania cieczy w instalacjach centralnego ogrzewania”.
<i>Zakład Budowy Aparatury Chemicznej „ZBACH” Sp. z o.o., Roman Nowak</i> |
|  | x 12 ³⁰ | Referat nt. „Profesjonalne systemy oświetlenia mobilnego do zastosowań przemysłowych”.
<i>MACTRONIC Sp. z o.o. Sp. k., Piotr Żerdzicki</i> |
|  | x 13 ⁰⁰ | Referat nt.: „Nowa generacja rozłączników bezpiecznikowych oraz innowacje w zakresie kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w zakładach przemysłowych”.
<i>Jean Müller Polska Sp. z o.o., Michał Kowol</i> |
|  | x 13 ⁴⁵ | Zakończenie konferencji. Zaproszenie przybyłych gości na uroczysty obiad. |

ELZAT



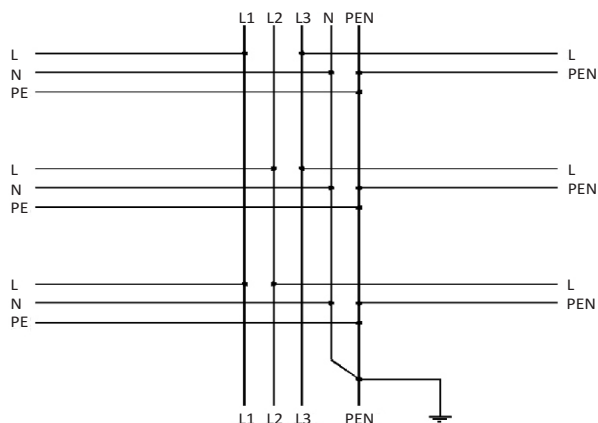
Modernizacja Instalacji elektrycznych w budownictwie mieszkaniowym cz. 3/3

8. Rozwiązania wewnętrznych linii zasilających

Zadaniem wewnętrznych linii zasilających jest połączenie instalacji odbiorczej ze złączem bezpośrednio lub za pośrednictwem rozdzielnic głównej. W komentarzu przytoczono przykłady rozwiązań w/z dla budynku wielorodzinnego (rys. 8.1) i dla budynków mieszkalnych o dużej liczbie mieszkań lub o znacznym obciążeniu. W budynkach wysokich oraz w budynkach, w których występuje znaczne zapotrzebowanie mocy przez poszczególne mieszkania, wykonuje się więcej niż jedną linię zasilającą w klatce schodowej. W budynkach o wysokim standardzie wykonania mieszkań stosowane jest niekiedy indywidualne zasilanie poszczególnych mieszkań bezpośrednio z głównej rozdzielnic.

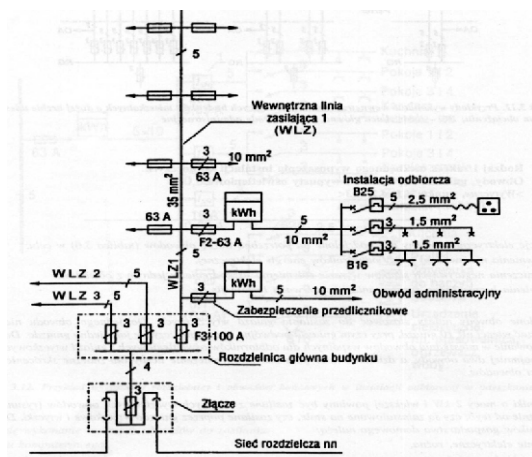
- W przypadku złączy napowietrznych lokalizacja licznika energii elektrycznej i prowadzenie WLZ powinno być tak wykonane, aby możliwa była łatwa przebudowa na złącze kablowe.
- Zabezpieczenia w złączu, jak i wszystkie inne zabezpieczenia przetężeniowe plombowane przez dostawcę energii nie mogą być traktowane jako zabezpieczenie od przeciążeń lub zwarc dla któregośkolwiek obwodu instalacji odbiorczej w mieszkaniu.
- Norma określa miejsca budynku, w jakich należy prowadzić wewnętrzne linie zasilające i układy sieci w jakich należy wykonywać w/z-ty. Przewody WLZ należy prowadzić wewnątrz budynku w miejscach ogólnie i łatwo dostępnych, np. w klatkach schodowych lub korytarzach piwnic, z wyłączeniem klatek schodowych przeznaczonych wyłącznie do ewakuacji,
- WLZ należy prowadzić w kanałach instalacyjnych, rurach instalacyjnych lub jako instalację podtynkową,
- WLZ należy prowadzić jako trójfazowe w układzie TN-S lub TN-C-S (w szczególnych przypadkach jako TT lub IT). Obciążalność długotrwała WLZ nie może być mniejsza niż 50 A, a w przypadku przewodów miedzianych przekrój nie może być mniejszy niż 10 mm²,
- Zabezpieczenia (od przeciążeń i zwarc) znajdujące się w obwodzie powinny wzajemnie spełniać warunek selektywnego działania,

W starych instalacjach wewnętrzne linie zasilające wykonywano w układzie sieci TN-C. w przypadku modernizacji instalacji, zachodzą przypadki modernizacji w/wz podczas gdy instalacje w niektórych mieszkaniach zasilane z tego w/wz-tu nie są modernizowane. W tej sytuacji należy przyłączać instalacje poszczególnych mieszkań tak jak pokazano to na rys. 8.1.



Rys. 8.1. Zasady przyłączenia obwodów odbiorczych, wykonanych w układzie TN-S (po modernizacji) oraz w układzie TN-C (jeszcze przed modernizacją), do zmodernizowanej wewnętrznej linii zasilającej

Na rysunku 8.2. przedstawiono schemat zasilania elektrycznej w wielorodzinnym budynku mieszkalnym poprzez zestaw przyłączeniowo-pomiarowy, usytuowany w linii ogrodzenia zewnętrznego posesji. Zestaw ten mieści się w zamkniętej oraz zabezpieczonej przez wpływy atmosferyczne i niepowołanymi osobami skrzynce. Składa się z dwóch modułów, z których jeden pełni funkcję zakończenia przyłącza, drugi pełni funkcję złącza końcowego. Zestaw umożliwia zainstalowanie listwy zaciskowej do podłączenia przewodów przyłącza sieci zasilającej i przewodów instalacji, zabezpieczenia przedlicznikowego w postaci rozłącznika bezpiecznikowego lub wyłącznika nadprądowego selektywnego – zapewniających selektywność w działaniu środków ochrony, licznika energii elektrycznej oraz ochrony przed przepięciami pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych i łączy w sieci zasilającej. W złączu należy stosować odgromniki jako ograniczniki przepięć stanowiące pierwszy stopień ochrony przeciwprzebieciowej.



Rys. 8.2 Przykład instalacji elektrycznej w wielorodzinnym budynku mieszkalnym z zaznaczeniem charakterystycznych elementów instalacji

9. Rodzaj i zakres niezbędnego wyposażenia instalacji odbiorczych

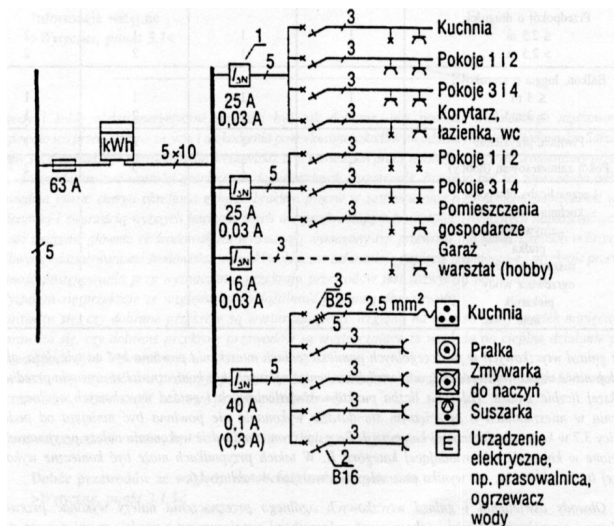
Instalacje elektryczne powinny być podzielone na potrzebną liczbę obwodów dla:

- zapewnienia niezawodnej pracy odbiorników energii elektrycznej,
- ograniczenia negatywnych skutków podczas uszkodzeń w którymś z obwodów,
- ułatwienia bezpiecznego sprawdzania i konserwacji instalacji.

Wydzielone obwody należy stosować do zasilania gniazd wtyczkowych. Z jednego obwodu nie należy zasilac więcej niż 10 gniazd, przy czym gniazda podwójne i potrójne liczy się jako jedno gniazdo. Dopuszcza się stosowanie w mieszkaniu wspólnych obwodów dla oświetlenia i gniazd wtyczkowych, jeżeli są co najwyżej dwa obwody, a rozwiązanie takie pozwala na ograniczenie liczby lub znaczne skrócenie długości obwodów. Odbiorniki o mocy 2 kW i większej powinny być zasilane z osobnych obwodów, niezależnie od tego, czy są zainstalowane na stałe, czy zasilane poprzez gniazda wtyczkowe i wtyczki.

Do takich odbiorników należą:

- kuchnie elektryczne, rożna,
- zmywarki do naczyń,
- pralki,
- przepływowe ogrzewacze wody,
- zbiornikowe ogrzewacze wody o znacznych mocach i pojemnościach.



Rys. 9.1. Przykład rozdzielnic i obwodów końcowych w instalacji w mieszkaniu wieloizbowym

Tabela 9.1. Zalecana liczba gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia i obwodów oświetleniowych w mieszkaniach w zależności od ich powierzchni

Powierzchnia mieszkania w m ²	Zalecana minimalna liczba obwodów gniazd wtyczkowych i oświetleniowych
do 50	2
od 50 do 75	3
od 75 do 100	4
od 100 do 125	5
powyżej 125	6

Zaleca się wykonanie osobnych obwodów do zasilania:

- sprzętu komputerowego,
- warsztatów podręcznych, pracowni,
- oświetlenia zewnętrznego, garaży,
- innych pomieszczeń gospodarczych.

Komentarz normy podaje (tabela 8) zalecane ilości obwodów odbiorczych w mieszkaniu w zależności od ich powierzchni.

Liczba gniazd wtyczkowych w poszczególnych pomieszczeniach powinna być na tyle duża, aby nie było kłopotliwe użytkowanie różnych odbiorników, bez konieczności stosowania przedłużaczy.

Obwody oświetlenia i należy wykonywać przewodami miedzianymi o przekroju 1,5 mm² a obwody gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia należy wykonywać przewodami miedzianymi

o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$ i zabezpieczać wyłącznikami instalacyjnymi B16. Obwody zasilające wydzielone, odbiorniki o większej mocy powinny być wykonane przewodami o obciążalności odpowiedniej do ich prądu znamionowego, jednak o przekroju nie mniejszym niż $1,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

W komentarzu normy znajduje się tabela 4.1, która podaje długostrwałą obciążalność prądową przewodów w izolacji PVC ułożonych w różny sposób wg. niemieckiej normy DIN VDE 0298-4 oraz zalecane prądy znamionowe bezpieczników jako zabezpieczeń przetężeniowych, dla obliczeniowej temperatury otoczenia 25°C .

10. Sprawdzanie przewodów na dopuszczalne spadki napięcia

Odbiorniki energii elektrycznej pracują poprawnie przy zasilaniu ich napięciem zbliżonym do wartości znamionowej. Niekiedy wymagane jest zastosowanie przewodów o większym przekroju żył niż wynika to z warunku długostrwałej obciążalności prądowej, aby odchylenia napięcia nie przekraczały w żadnym fragmencie instalacji nie przekraczały wartości granicznych dopuszczalnych ustalonych przez odpowiednie normy, przy założeniu, że występujące odchylenia napięcia spowodowane spadkami napięć nie spowodują zakłóceń w pracy odbiorników. Tabela 10.1. podaje graniczne dopuszczalne spadki napięcia w WLZ.

Tabela 10.1. Graniczne dopuszczalne spadki napięcia w WLZ- atch budynków mieszkalnych.

L p.	Moc przesyłana linią WLZ w kW	$\Delta U_{\text{WLZ}} \%$
1	Do 100	0,5
2	od 100 do 250	1,0
3	od 250 do 400	1,25
4	powyżej 400	1,50

Obowiązująca obecnie w Polsce norma PN-IEC 60364-5-52:2002 podaje dopuszczalną wartość spadku napięcia w budynkach nieprzemysłowych na odcinku od złącza do końca dowolnego obwodu odbiorczego jako 4 % napięcia znamionowego. Norma nie precyzuje jednak spadków napięć w liniach wlz.

Normy niemieckie DIN VDE 0100 ustalają dopuszczalny spadek napięcia od licznika energii elektrycznej w obwodzie odbiorczym do końca tego odbioru do 3 %.

Przy założeniu znamionowej wartości napięcia w złączu, wg. norm niemieckich maksymalne odchylenia napięcia na tablicy odbiorczej mogą wynosić od 0,5 do 1,5 %, podczas gdy wg. normy polskiej mogą dochodzić do 4 %.

Komentarz normy podaje, że w obliczeniach należy przyjmować długości w m, przekroje przewodów w mm² a konduktywność g w mW/m (56 dla żył Cu i 33 dla Al). Jednostkowe reaktancje wynoszą ok. 0,07 – 0,08 mW/m dla linii kablowych; 0,10 mW/m dla instalacji w rurkach oraz 0,25 – 0,30 mW/m dla linii napowietrznych niskiego napięcia.

Dla linii kablowych lub instalacji elektrycznych wykonanych kablami, przewodami wielożyłowymi lub jednożyłowymi ułożonymi w rurkach, o przekroju nie większym niż 50 mm² Cu lub 70 mm² Al., rezystancje przewodów są ponad czterokrotnie większe od ich reaktancji.

11. Sprawdzanie przekroju przewodu ze względu na zabezpieczenie przed skutkami przetężeń

Prądy przetężeniowe to prądy przekraczające długotrwałą obciążalność przewodów lub prądy zwarciove. Prądy przetężeniowe powodują zwiększenie temperatury żył przewodów i uzwojeń urządzeń elektrycznych, co przyspiesza starzenie się izolacji, a niekiedy może być przyczyną jej zniszczenia, powstania pożaru lub wybuchu.

Zasady sprawdzania przekroju przewodów ze względu na zabezpieczenie przed skutkami przepływu prądów przetężeniowych określa PN-IEC 60364-4-43:1999.

11.1. Zabezpieczenie przewodów instalacyjnych przed skutkami przeciążeń

Zabezpieczenie przed skutkami przeciążeń jest skuteczne, jeżeli przy przepływie prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej I_z nastąpi zadziałanie zabezpieczeń o prądzie znamionowym lub nastawionym I_n przy prądzie I_2 , a prąd I_B to prąd obliczeniowy lub znamionowy odbiornika, czyli jeżeli spełnione są zależności:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{i} \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

Jako prąd zadziałania bezpieczników w wymaganym czasie należy przyjmować wartości z górnej krzywej czasowo-prądowej charakterystyki pasmowej danego bezpiecznika.

Zabezpieczenia przeciążeniowe powinny być instalowane na początku obwodu oraz w miejscach, poza którymi następuje zmniejszenie się obciążalności przewodów, a zastosowane zabezpieczenia nie chronią już tych odcinków obwodu. Dotyczy to:

- zmniejszenia przekroju przewodów lub zmiany rodzaju przewodów,
- pogorszenia się warunków chłodzenia w wyniku zmiany sposobu ułożenia przewodów, istnienia innych instalacji lub podwyższonej temperatury otoczenia.

Można nie stosować dodatkowych zabezpieczeń, jeżeli długość chronionej części obwodu nie przekracza 3 m i nie zawiera rozgałęzień i gniazd wtyczkowych, oraz jest skutecznie zabezpieczona przed prądami zwarciovymi, a instalacja wykonana jest w sposób ograniczający do minimum niebezpieczeństwo powstania zwarcia, np. przez dodatkowe zabezpieczenie przed wpływami zewnętrznymi i nie znajduje się w pobliżu materiałów łatwopalnych.

11.2. Zabezpieczenie przed skutkami zwarc

Skuteczne zabezpieczenie przed cieplnymi skutkami prądów zwarciovych powinno zapewniać przerwanie prądu zwarciovego wcześniej niż wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach oraz ich połączeniach. Zabezpieczenia zwarciove powinny być wykonywane z zastosowaniem bezpieczników lub wyłączników z wyzwaczami zwarciovymi.

Czas do przerwania prądu zwarciovego powinien być tak krótki, aby temperatura żył przewodów nie przekroczyła wartości granicznej dopuszczalnej dla danego typu przewodów.

Wartość graniczną tego czasu w sekundach wyznacza się ze wzoru:

$$t = \left(k \frac{s}{I_k} \right)^2$$

Gdzie: s – przekrój przewodu w mm^2 , k – współczynnik zależny od właściwości materiałów przewodzących i izolacyjnych zamieszczony w normie PN-IEC 60364-4-43:1999, I_k - prąd zwarciovy (wartość skuteczna składowej okresowej początkowej prądu zwarciovego).

Dla bezpieczników rzeczywisty czas trwania zwarcia t_k wyznacza się z ich charakterystyk pasmowych czasowo-prądowych i jest on zależny od wartości prądu zwarcia. Dla wyłączników czas ten zwykle nie przekracza 0,1 s, jeżeli prąd zwarciovy jest większy od prądu wyzwającego wyzwaczny zwarciovych. W wielu przypadkach czas ten jest znacznie krótszy w zakresie 20 do 40 ms.

Jako prąd zadziałania bezpieczników w wymaganym czasie należy przyjmować wartości z górnej krzywej charakterystyki pasmowej czasowo - prądowej bezpiecznika.

12. Warunki selektywnego działania zabezpieczeń przetężeniowych w instalacjach elektrycznych

W sieciach i instalacjach elektrycznych stosuje się zazwyczaj co najmniej kilka zabezpieczeń przetężeniowych połączonych szeregowo. W przypadku zwarcia w dalszej części obwodu prąd zwarciovowy o takim samym natężeniu przepływa przez kilka urządzeń zabezpieczających. Zgodnie z wymaganiem rozporządzenia urządzenia zabezpieczające powinny działać selektywnie, tzn. w przypadku zakłóceń wywołujących przetężenie powinno zadziałać tylko jedno zabezpieczenie, zainstalowane najbliżej miejsca uszkodzenia. Działanie zabezpieczenia powinno wyeliminować uszkodzone urządzenie lub fragment obwodu przy zachowaniu ciągłości zasilania urządzeń i obwodów nieszkodzonych.

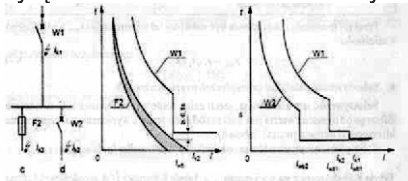
Zabezpieczenia przetężeniowe działają selektywnie, jeżeli ich pasmowe charakterystyki prądowo-czasowe nie przecinają się ani nie mają wspólnych obszarów działania.

W odniesieniu do bezpieczników sprowadza się to do warunku, aby prądy znamionowe wkładek bezpiecznikowych kolejnych bezpieczników różniły się co najmniej o 2 stopnie, np. 25 i 50 A lub 63 i 100 A. stosowanie bezpieczników różniących się o jeden stopień przeważnie nie zapewnia selektywności działania. Jedynie firma Siemens twierdzi, iż bezpieczniki ich produkcji różniące się o jeden stopień zapewniają selektywność działania.

Selektywność działania zabezpieczeń przeciążeniowych, przy zastosowaniu przekaźników i wyzwalaczy przeciążeniowych, termobimetalowych lub innych jest przeważnie łatwa do spełnienia, gdyż charakterystyki pasmowe tych urządzeń są stosunkowo wąskie. Wystarczy aby prądy nastawień zabezpieczeń były dostatecznie różne.

Szczególnie trudne są sytuacje dla zabezpieczeń zwarciovych, wykonanych z zastosowaniem samoczynnych wyłączników instalacyjnych i silnikowych, gdyż w tym przypadku selektywność działania nie jest zachowana.

W przypadku wyłączników z wyzwalaczami zwarciovymi selektywność jest zachowana tylko w przypadku szeregowego połączenia bezpiecznika z wyłącznikiem o działaniu szybkim, lub wyłącznika o działaniu zwłocznym z wyłącznikiem o działaniu szybkim.



Rys. 12.1 Układ połączeń i charakterystyki czasowo-prądowe zabezpieczeń przetężeniowych przy których są spełnione warunki selektywności zabezpieczeń.

13. Bezpieczeństwo użytkowania instalacji elektrycznych

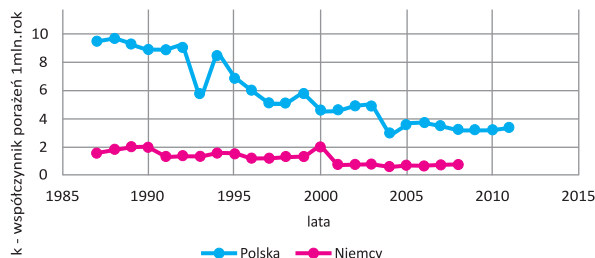
Bezpieczeństwo użytkowania instalacji elektrycznych sprowadza się do zapewnienia ochrony przed następującymi podstawowymi zagrożeniami:

- porażeniem prądem elektrycznym,
- prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi,
- przepięciami łączeniowymi i pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych,
- skutkami cieplnymi.

Skuteczność ochrony przed wyżej wymienionymi zagrożeniami zależy od zastosowanych, w instalacjach elektrycznych, rozwiązań oraz środków technicznych.

Miarą skuteczności tej ochrony w kraju jest liczba śmiertelnych wypadków porażen prądem elektrycznym oraz liczba pożarów, będących następstwem wad lub nieprawidłowej eksploatacji instalacji elektrycznych.

Z otrzymywanych danych statystycznych z lat 1980 - : - 1985 wynikało ,że w Polsce ginęło rocznie od porażenia prądem elektrycznym około 350 osób, co daje wskaźnik około 9,5 wypadków na milion mieszkańców porażen prądem elektrycznym w ciągu roku. Liczba porażen przypadająca na jeden milion mieszkańców w Polsce zmniejszyła się z 9,5 w latach 1980 - 1985 do 6,7 w latach 1991 - 1998 i do 4,6 do 4,9 w latach 2000 - 2003 z tendencją dalszego zmniejszania się i w 2011 roku wynosiła 3,3, w tym w miastach 2,19 a na wsiach 4,9. Trend zmniejszania ilości śmiertelnych porażen w Polsce i w Niemczech przedstawia rysunek 13.1. Jednak nadal liczba śmiertelnych wypadków porażen prądem elektrycznym jest w Polsce 3 - 4 krotnie większa niż w krajach Zachodniej Europy. Liczba śmiertelnych wypadków przy pracy spowodowana porażeniem prądem zmniejszyła się z 20 w 2000 roku do 10 w 2004 roku. Liczba śmiertelnych wypadków poza statystycznym miejscem pracy, spowodowanych porażeniem prądem elektrycznym, w stosunku do ogółu śmiertelnych wypadków porażen prądem



Rys. 13.1. Ilość śmiertelnych wypadków w Polsce i Niemczech na przestrzeni lat 1987 - 2011

Wynika z tego, że niebezpieczeństwo śmiertelnych porażeń prądem elektrycznym występuje przede wszystkim w mieszkaniach i budynkach mieszkalnych oraz w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych. Nadal najwięcej wypadków odnotowuje się na wsi, prawie dwukrotnie większy wskaźnik śmiertelnych wypadków (4,0) w stosunku do wypadków w mieście (2,5). Równie częste są przypadki powstania pożarów, spowodowane niesprawną instalacją elektryczną. Procentowy udział w ogólnej liczbie pożarów w budynkach, spowodowanych niesprawnością instalacji elektrycznych, jest na poziomie 12 %.

Zasadniczy wpływ na dużą liczbę śmiertelnych porażeń prądem elektrycznym oraz pożarów w Polsce ma na ogół zły stan techniczny instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych, w tym w mieszkaniach i budynkach mieszkalnych oraz w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych, a także stosowanie niedoskonałych i niewystarczających środków ochrony przed zagrożeniami w tych instalacjach, a mianowicie:

- powszechne stosowanie układu sieci TN-C w instalacjach elektrycznych z przewodami o małych przekrojach (1,5-10 mm²) przeważnie aluminiowymi, zwiększającymi możliwość uszkodzeń mechanicznych i przerw, szczególnie w przewodach ochronno-neutralnych PEN występujących w tym układzie sieci. Stąd wynikające często przypadki pojawiania się na obudowach metalowych odbiorników napięć dotykowych znacznie wyższych od dopuszczalnych długostrawnie. Również pojawianie się na przewodzie PEN napięcia niekorzystnego dla użytkowanych odbiorników, wywołanego przepływem przez ten przewód prądu wyrównawczego, spowodowanego zaistnieniem asymetrii prądowej w instalacji,

- stosowanie układu sieci TT, nie zawsze gwarantującego skuteczność ochrony przeciw - porażeniowej, głównie z uwagi na dość często występujące trudności w zapewnieniu wymaganych rezystancji uziemień oraz przypadki przerw w przewodach uziemiających,
- powszechne użytkowanie bezpieczników topikowych (często „naprawianych”), jako urządzeń samoczynnego wyłączenia. Stosowanie wyłączników nadprądowych było znikomo małe. Przy doborze bezpieczników topikowych, korzystanie z współczynników „k” (podawanych przez stare przepisy), zamiast z charakterystyk czasowo-prądowych, powodujących rzeczywiste czasy samoczynnego wyłączenia, wielokrotnie dłuższe od czasów wymaganych,
- niestosowanie połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych), a także bardzo często połączeń wyrównawczych głównych,
- niestosowanie ochrony przed uszkodzeniem w pomieszczeniach

o podłodze źle przewodzącej, przeznaczonych na stały pobyt ludzi, pomimo występowania w tych pomieszczeniach uziemionych metalowych rur i grzejników centralnego ogrzewania oraz metalowych rur wodociągowych i gazowych. Dopuszczenie możliwości stosowania w wyżej wymienionych pomieszczeniach odbiorników klasy ochronności "0",

- niestosowanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych,
- niestosowanie ograniczników przepięć,
- w rozwiązaniach instalacji elektrycznych prowadzenie przewodów w sposób wykluczający ich wymienialność,
- stosowanie zbyt małej liczby obwodów odbiorczych oraz gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych oraz korzystanie z przedłużaczy bez przewodów ochronnych.

W Polsce, w miastach i na wsi, istnieje ponad 11 milionów mieszkań oraz ponad 2 miliony gospodarstw rolniczych i ogrodniczych. Instalacje elektryczne w tych obiektach, z wyjątkiem budowanych w ostatnich latach, nie odpowiadają postanowieniom obowiązującej Polskiej Normy PN-HD 60364 Instalacje elektryczne niskiego napięcia, oraz postanowieniom Warunków Technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Są to instalacje elektryczne nie w pełni sprawne, będące źródłem wyżej wymienionych zagrożeń. Istnieje w związku z tym konieczność modernizacji instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych, w tym szczególnie w mieszkaniach i budynkach mieszkalnych oraz w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych.

W instalacjach modernizowanych lub nowo budowanych należy zapewnić konieczność realizacji nowych, preferowanych rozwiązań, które są objęte wymaganiami normy N SEP-E-002.

Dotychczas w kraju najczęściej stosowany był układ sieci TN-C. W układzie tym występuje przewód ochronno-neutralny PEN. Zgodnie z postanowieniami nowej normy, w instalacjach elektrycznych ułożonych na stałe, przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć przekrój żyły nie mniejszy niż 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al.

W związku z niewłaściwą relacją pomiędzy przekrojami przewodu PEN i przewodów fazowych L, w odniesieniu do instalacji elektrycznej w budynkach (przekrój przewodu PEN w większości przypadków może kilkakrotnie przewyższać przekroje przewodów fazowych L) oraz dążeniem do poprawy stanu bezpieczeństwa przeciwporażenio-wego użytkowników, koniecznością staje się stosowanie układu sieci TN-S lub TN-C-S.

Układy te zapewniają rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N oraz likwidują

szereg niepożądanych zjawisk, takich jak:

- pojawienie się napięcia fazowego na obudowach metalowych odbiorników, wywołane przerwą ciągłości przewodu PEN,
- pojawienie się na przewodzie PEN napięcia niekorzystnego dla użytkowanych odbiorników, wywołanego przepływem przez ten przewód prądu wyrównawczego, spowodowanego istnieniem asymetrii prądowej w instalacji.

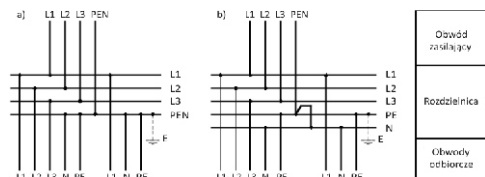
Rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N, w przypadku układu sieci TN-C-S, powinno następować w złączu, w tablicy głównej lub rozdzielniczy głównej budynku, a punkt rozdziału powinien być uziemiony. Zapewnia to utrzymanie potencjału ziemi na przewodzie ochronnym PE przyłączonym do części przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej. Możliwie często uziemiane powinny być przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN. Wielokrotne uziemianie przewodu ochronnego PE i ochronno-neutralnego PEN w układzie sieci TN, w którym stosowane jest samoczynne wyłączenie zasilania, jako ochrona przed dotykiem pośrednim, powoduje:

- obniżenie napięcia na nieuszkodzonym przewodzie ochronnym PE połączonym z miejscem zwarcia,
- utworzenie drogi zastępczej prądu zwarciovego w przypadku przerwania przewodu ochronnego PE lub ochronno - neutralnego PEN,
- obniżenie napięcia na przewodzie ochronnym PE lub ochronno-neutralnym PEN, który został przerwany (odłączony od punktu neutralnego sieci) i który jest jednocześnie połączony z miejscem zwarcia.

Instalacja elektryczna w budynkach powinna być realizowana w układzie sieci TN-S (przewody L1; L2; L3; N; PE). Nie wyklucza to stosowania w szczególnie uzasadnionych przypadkach układu sieci TT lub IT. Możliwe są dwa rozwiązania rozdzielnic (złącze, tablica główna, rozdzielnicza główna) w układzie TN-C-S:

- z zastosowaniem czterech szyn zbiorczych,
- z zastosowaniem pięciu szyn zbiorczych.

Rozwiązania te przedstawiono na rysunku 12.2.



Rys. 13.2. Rozdzielnicze w układzie TN-C-S

Rozdzielnica przedstawiona na rysunku nr 13.2. a może pracować w układzie TN-C lub TN-C-S, natomiast rozdzielnica przedstawiona na rysunku nr 13.2. b może pracować we wszystkich układach TN, a także w układach TT lub IT po odpowiednim, dla danego układu sieci, połączeniu lub rozłączeniu szyny PE z szyną N.

mgr inż. Fryderyk Łasak

Badania instalacji elektrycznych i najczęściej popełniane błędy przy ich wykonywaniu

cz. 3

6. Wykonywanie poszczególnych rodzajów badań

6.1. Ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych oraz pomiar rezystancji przewodów ochronnych.

6.1.1. Próba ciągłości przewodów

Norma PN-HD 60364-6 2008 nie wymaga wykonania pomiarów rezystancji przewodów ochronnych, a jedynie wykonania próby ciągłości elektrycznej:

- przewodów ochronnych, łącznie z przewodami wyrównawczymi głównymi i dodatkowymi,
- przewodów czynnych – w przypadku pierścieniowych obwodów odbiorczych.

Podczas sprawdzenia ciągłości przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych należy pamiętać, że zgodnie ze znowelizowanymi przepisami], nie ma obowiązku obejmowania połączeniami wyrównawczymi metalowej armatury sanitarnej w obiektach wyposażonych w instalację wodociągową, ogrzewczą wodną, kanalizacyjną itp. wykonaną przewodami niemetalowymi. Natomiast w nowej normie PN-HD 60364-62016-07 jest dodatkowy załącznik przedstawiający tabelę oszacowanych wartości oporu, które mogą być uzyskane w trakcie badania ciągłości przewodów. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 roku zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie połączeniami wyrównawczymi należy obejmować:

- instalację wodociągową wykonaną z przewodów metalowych,

- metalowe elementy instalacji kanalizacyjnej,
- instalację ogrzewczą wodną wykonaną z przewodów metalowych,
- metalowe elementy instalacji gazowej,
- metalowe elementy szybów i maszynownię dźwigów,
- kominowych,
- metalowe elementy przewodów i urządzeń do wentylacji i klimatyzacji,
- metalowe elementy obudowy urządzeń instalacji telekomunikacyjnej.

Sprawdzenie może być wykonane przy użyciu mostka lub omomierza z wbudowanym źródłem napięcia pomiarowego, przeprowadzone miernikiem z opcją małych oporności lub przeprowadzone metodą techniczną.

1.1.2. Pomiar rezystancji przewodów ochronnych

a) Norma PN-IEC 60364-6-61 [17.19] wymagała, aby pomiar rezystancji przewodów wykonywać przy użyciu źródła prądu stałego lub przemiennego o niskim napięciu 4 do 24 V w stanie bezobciążeniowym (U_1) i po obciążeniu prądem co najmniej 0,2 A (U_2). Prąd stosowany podczas próby powinien być tak mały, aby nie stwarzał ryzyka powstania pożaru lub wybuchu.

Sprawdzenie może być wykonane przy użyciu mostka Thompsona lub omomierza z wbudowanym źródłem napięcia pomiarowego, miernika małych rezystancji albo przeprowadzone metodą techniczną. Norma PN-HD 60364-6 [17.20] wymaga sprawdzenia poprawności połączeń przewodów, aby zbadać czy zaciski są odpowiednio dobrane do przewodów, które mają być połączone i czy połączenia są wykonane poprawnie.

W razie wątpliwości zaleca się pomiar rezystancji tych połączeń. Rezystancja połączenia nie powinna być większa niż rezystancja przewodu o długości 1 m i o przekroju równym najmniejszemu przekrojowi łączonych przewodów.

b) Pomiar rezystancji przewodów ochronnych polega na przeprowadzeniu pomiaru rezystancji R między każdą częścią przewodzącą dostępną a najbliższym punktem głównego przewodu wyrównawczego, który ma zachowaną ciągłość z uziomem. Według PN-IEC 60364-6-61 zmierzona rezystancja R powinna spełniać następujący warunek:

$$R \leq \frac{U_c}{I_a} \quad (6.1)$$

gdzie: U_c - spodziewane napięcie dotykowe podane w tabeli 6.1, określone na podstawie IEC 479 -1, a I_a - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie 0,2; 0,4 lub 5 s.

Tabela 6.1. Spodziewane napięcie dotykowe

Czas wyłączenia [s]	Spodziewane napięcie dotykowe U_c [V]
0,1	350
0,2	210
0,4	105
0,8	68
5	50

Warunek ten dotyczy przypadków, gdy zapewnione jest samoczynne wyłączenie w czasie podanym w tabeli, lecz nie dotyczy połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych).

Dla połączeń wyrównawczych dodatkowych oraz we wszystkich przypadkach budzących wątpliwość, o zapewnieniu wymaganej wartości napięcia dopuszczalnego długotrwałe, należy sprawdzać czy rezystancja połączeń wyrównawczych R , między jednocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi, spełnia warunek (6.2)

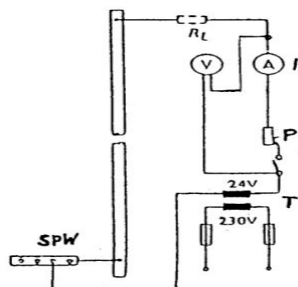
$$R \leq \frac{U_L}{I_a} \quad (6.2)$$

gdzie: U_L - dopuszczalne długotrwałe napięcie dotyku 50 V - warunki normalne,

25 V – warunki o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia

Pnp. plac budowy

I_a - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie.



$$R = \frac{U_1 U_2}{I} - R_L \quad (6.3)$$

U_1 - napięcie w stanie bezprądowym

U_2 - napięcie pod obciążeniem

I - prąd o bciążenia

R_L - rezystancja przewodów pomiarowych

T - transformator zasilający 150 VA

P - potencjometr regulacyjny

Rys. 6.1. Układ do pomiaru rezystancji przewodów ochronnych

Normy DIN/VDE zalecają układ pomiarowy metodą techniczną (rys.6.1. - łącznia napięciowa) zasilany z obcego źródła o napięciu przemiennym do 24 V. Rezystancje połączeń ochronnych obliczamy ze wzoru (6.3). Pomiar rezystancji przewodów można również wykonać przy użyciu mostka Thompsona (rys. 6.3 i 6.4.) albo z wykorzystaniem miernika do pomiaru małych rezystancji.

Dodatkowe wymaganie normy PN-HD 60364-62016-07E w sprawie sprawdzania rezystancji przewodów ochronnych

W nowej normie PN-HD 60364-62016-07 jest dodatkowy załącznik przedstawiający tabelę oszacowanych wartości oporu, które mogą być uzyskane w trakcie badania ciągłości przewodów.

Tabela 6.2. Rezystancja przewodu R dla przewodów miedzianych w 30°C w zależności od nominalnego pola powierzchni przekroju poprzecznego S dla przybliżonych obliczeń rezystancji przewodów

Nominalna powierzchnia przekroju S mm^2	Rezystancja przewodu R w 30°C $\text{m}\Omega/\text{m}$
1,5	12,575 5
2,5	7,566 1
4	4,739 2
6	3,149 1
10	1,881 1
16	1,185 8
25	0,752 5
35	0,546 7
50	0,404 3
70	0,281 7
95	0,204 7
120	0,163 2
150	0,134 1
185	0,109 1

Konkretne wartości rezystancji przewodu są związane z przewodem temperaturze 30°C . Przy innych temperaturach θ rezystancja przewodów R_{θ} może być obliczona przy zastosowaniu następującego wzoru:

$$R_{\theta} = R_{30^{\circ}\text{C}}[1 + \alpha(\theta - 30^{\circ}\text{C})]$$

Gdzie α to współczynnik temperaturowy (dla miedzi $\alpha = 0,003\ 93\ \text{k}^{-1}$)

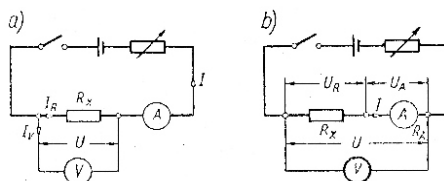
6.1.3. Błędy przy wykonywaniu pomiarów małych rezystancji

Pomiary małych rezystancji mogą być wykonywane metodą techniczną, mostkiem technicznym Thomsona lub przyrządem do pomiaru małych rezystancji.

Przy pomiarze małej rezystancji metodą techniczną należy stosować tzw. „łącznię napięciową”. (poprawny pomiar napięcia, rys. 6.2.a), wtedy amperomierz mierzy sumę prądu płynącego przez rezystor i woltomierz. Prąd płynący przez woltomierz o dużej rezystancji jest wielokrotnie mniejszy o prądu płynącego przez mierzony rezystor, co nie powoduje dużego błędu pomiaru.

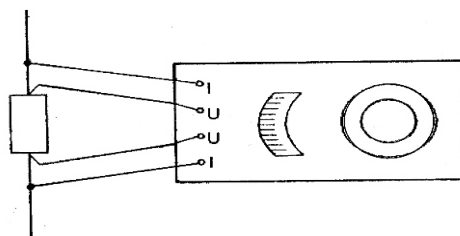
W przypadku zastosowania tzw. „łączni prądowej” (poprawny pomiar prądu rys. 6.2.b), gdy woltomierz mierzy łączny spadek napięcia na rezystorze połączonym szeregowo z amperomierzem występuje duży błąd pomiaru, gdyż spadek napięcia na amperomierzu jest porównywalny ze spadkiem na mierzonym małym rezystorze.

Przy pomiarze przyrządem do pomiaru małych rezystancji należy zwrócić uwagę na rezystancję przewodów łączących, które przez niektóre przyrządy mogą być skompensowane, lub należy zmierzyć je oddzielnie i odjąć od uzyskanego wyniku.



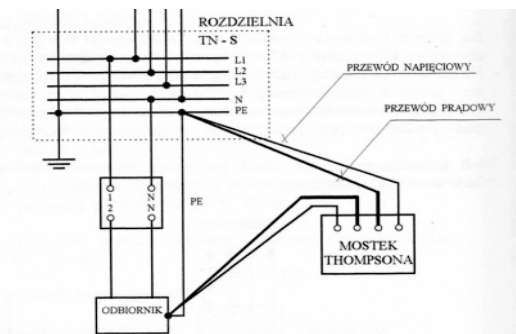
Rys. 6.2. Układy do pomiaru rezystancji metodą techniczną

Przy pomiarze mostkiem technicznym Thomsona należy stosować cztery przewody pomiarowe, odpowiednio połączone, jak przedstawiono na rys 6.3., uzyskany wynik jest dokładny i poprawny. Rezystancja przewodów łączących nie wpływa na wynik pomiaru.



Rys. 6.3. Połączenie przewodów przy pomiarze mostkiem Thomsona

Na rysunku 6.4. przedstawiono sposób połączenia przewodów przy pomiarze rezystancji przewodu ochronnego PE.



Rys. 6.4. Pomiar rezystancji przewodu ochronnego PE mostkiem Thompsona

6.2. Pomiar rezystancji izolacji

Podstawowym pomiarem, który powinien być wykonany podczas badań instalacji jest pomiar rezystancji izolacji i ewentualnie wskaźników syntetycznych z nią związanych. W uzasadnionych przypadkach, gdy urządzeń nie można wyłączyć spod napięcia na czas pomiarów lub izolacja urządzenia nie jest dostępna, ponieważ urządzenie jest zabudowane lub pracuje pod wodą bądź pod ziemią, zamiast pomiaru rezystancji izolacji można wykonać pomiar prądu upływowego, który również wiele może mówić o stanie izolacji urządzenia. W tabeli 6.2 przedstawiono metody oceny stanu izolacji.

Stan izolacji ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo obsługi i prawidłowe funkcjonowanie wszelkiego rodzaju urządzeń elektrycznych. Dobry stan izolacji to obok innych środków ochrony, również gwarancja ochrony podstawowej, czyli ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, jakim grożą urządzenia elektryczne oraz zabezpieczenie przed powstaniem pożaru. Tabela 6.3. poniżej podaje metody oceny stanu izolacji.

Tabela. 6.3. Metody oceny stanu izolacji

Metoda	Możliwe do wykrycia	Miara oceny dla sprawdzającego
ogłędziny	uszkodzenia, błędy montażu	widoczne uchybienia
pomiar rezystancji izolacji	uszkodzenia, zawilgocenia zanieczyszczenia	wartości graniczne rezystancji
pomiar prądu upływowego	zawilgocenia, zanieczyszczenia pojemność	wartości graniczne prądu upływowego

Mierząc rezystancję izolacji sprawdzamy stan ochrony podstawowej. Pomiary rezystancji izolacji wykonywane są w instalacji odłączonej od zasilania. Rezystancję izolacji należy mierzyć pomiędzy kolejnymi parami przewodów czynnych oraz pomiędzy każdym przewodem czynnym i ziemią. Przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN traktować należy jako ziemię, a przewód neutralny N jako przewód czynny. Norma PN-HD 60364-6:2008 zezwala do pomiaru rezystancji izolacji przewody czynne połączyć razem.

Przy urządzeniach z układami elektronicznymi pomiar rezystancji izolacji należy wykonywać pomiędzy przewodami czynnymi połączonymi razem a ziemią, celem uniknięcia uszkodzenia elementów elektroniki. Bloki zawierające elementy elektroniczne, o ile to możliwe należy na czas pomiaru wyjąć z obudowy. Podczas pomiaru rezystancji izolacji kabli w obwodach z przemiennikami częstotliwości i falownikami, przed pomiarem należy kable odłączyć od urządzenia energoelektronicznego a po pomiarze połączyć z zachowaniem kolejności faz. Urządzenia nagrzewające się w czasie pracy powinny być mierzone w stanie nagrzanym.

6.2.1. Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji instalacji

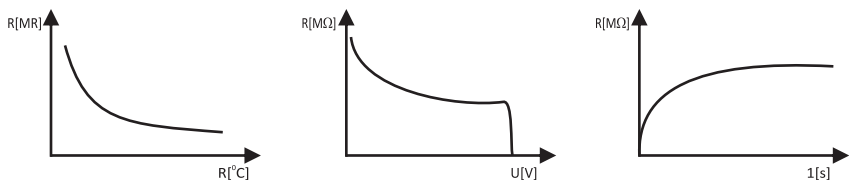
Rezystancja izolacji zależy od wielu czynników:

1 - wilgotności atmosfery,

2 - temperatury (rys 6.5.a) - Przy pomiarze rezystancji izolacji w temperaturze innej niż 20 °C należy wyniki przeliczyć do temperatury odniesienia 20 °C. Wartości współczynnika przeliczeniowego K_{20} podaje tabela 6.3.

3 - napięcia przy, jakim przeprowadzany jest pomiar (rys 6.5.b), Prąd upływu przez izolację nie jest proporcjonalny do napięcia w całym jego zakresie. Ze wzrostem napięcia rezystancja maleje początkowo szybciej, potem wolniej, po czym ustala się. Po przekroczeniu granicy wytrzymałości następuje przebicie izolacji i rezystancja spada do małych wartości lub zera. Pomiar należy wykonywać napięciem wyższym od nominalnego zgodnie z wymaganiami przepisów podanymi w tabeli 6.5.

4 - czasu pomiaru (rys 6.5.c). Przy utrzymywaniu przez pewien czas napięcia podczas pomiaru rezystancji izolacji, jej wartość nie jest stała, lecz stopniowo wzrasta, co spowodowane jest zmianami fizycznymi i chemicznymi zachodzącymi w materiale izolacyjnym pod wpływem pola elektrycznego i przepływającego prądu. Izolowane części metalowe (kabel) stanowią kondensator i początkowo płynie prąd pojemnościowy - (ładowanie kondensatora) większy od docelowego prądu upływowego.



Rys. 6.5. Zależność rezystancji izolacji od temperatury, napięcia i czasu pomiaru

Tabela 6.4. Wartości współczynnika przeliczeniowego K_{20}

Temperatura °C	4	8	10	12	16	20	24	26	28
Współczynnik K_{20} - dla uzwojeń silnika	0,63	0,67	0,7	0,77	0,87	1	1,13	1,21	1,30
Izolacja papierowa kabla	0,21	0,30	0,37	0,42	0,61	1	1,57	2,07	2,51
Izolacja gumowa kabla	0,47	0,57	0,62	0,68	0,83	1	1,18	1,26	1,38
izolacja polwinitowa kabla	0,11	0,19	0,25	0,33	0,625	1	1,85	2,38	3,125

Dla kabli o izolacji polietylenowej z uwagi na wysoką wartość rezystancji izolacji nie stosuje się współczynnika przeliczeniowego K_{20} .

5 - czystości powierzchni materiału izolacyjnego.

Rezystancja izolacji to połączona równolegle rezystancja skrośna - zależna od rodzaju materiału izolacyjnego i rezystancja powierzchniowa - zależna od czystości powierzchni. Pomiar rezystancji izolacji powinien być przeprowadzany w odpowiednich warunkach: temperatura 10 do 25°C, wilgotność 40% do 70%, urządzenie badane powinno być czyste i nie zawilgocone.⁷

Pomiar rezystancji izolacji wykonujemy prądem stałym, aby wyeliminować wpływ pojemności na wynik pomiaru. Odczyt wyniku pomiaru następuje po ustaleniu się wskazania (po ok. 0,5 do 1 min). Odczytujemy wtedy natężenie prądu płynącego przez izolację pod wpływem przyłożonego napięcia na skali przyrządu wyskalowanej w $M\Omega$. Pomiar rezystancji izolacji wykonujemy prądem stałym, aby wyeliminować wpływ pojemności na wynik pomiaru. Odczyt wyniku pomiaru następuje po ustaleniu się wskazania (po ok. 0,5 do 1 min). Odczytujemy wtedy natężenie prądu płynącego przez izolację pod wpływem przyłożonego napięcia na skali przyrządu wyskalowanej w $M\Omega$. Graniczny błąd pomiaru rezystancji izolacji wynosi 30%.

Miernikami rezystancji izolacji są induktry o napięciu 250, 500, 1000 i 2500 V. Sposób wykonywania pomiaru i wymagane wartości napięć probierczych i minimalnej rezystancji izolacji dla instalacji elektrycznej podczas badań odbiorczych i okresowych podaje norma PN-HD 60364-6. Wymagane wartości napięć probierczych i minimalnych wartości rezystancji izolacji zamieszczone są w tabeli 6.4.

Rezystancja izolacji zmierzona napięciem probierczym podanym w tabeli 6.4. jest zadowalająca, jeżeli jej wartość jest nie mniejsza od wartości minimalnych podanych w tej tabeli.

Jeżeli zmierzona rezystancja jest mniejsza od podanej w tabeli 6.4 to instalacja powinna być podzielona na szereg grup obwodów i zmierzona rezystancja izolacji dla każdej grupy, celem ustalenia obwodu o obniżonej wartości rezystancji izolacji i usunięcia przyczyny tego obniżenia.

Wymagania z tabeli 6.4 należy również stosować do sprawdzania rezystancji izolacji między nieuziemiającymi przewodami ochronnymi a ziemią.

Jeżeli w badanej instalacji zastosowano ochronniki przeciwprzepięciowe, co powinno być codzienną praktyką, przed przystąpieniem do pomiarów należy przerwać połączenie ochronnika z fazami L1, L2, L3 i przewodem N a po pomiarze ponownie je połączyć. Jeżeli ich odłączenie jest niewykonalne to napięcie probiercze może być obniżone do 250 V, ale rezystancja powinna wynosić co najmniej 1 MW. W pomieszczeniach z zagrożeniem pożarowym, pomiar rezystancji izolacji powinien być również wykonany między przewodami czynnymi. Może być konieczne wykonanie tego pomiaru podczas montażu, przed przyłączeniem wyposażenia.

W przypadku wystąpienia ewidentnych różnic między uzyskanymi wartościami konieczne są dalsze badania dla zidentyfikowania przyczyn tych różnic.

Wg. Starych przepisów wymagana wartość rezystancji izolacji instalacji przez normy PN-E wynosiła 1 kW na 1 V w całym zakresie napięcia znamionowego.

Tabela 6.4. Wartości współczynnika przeliczeniowego K_{20}

Napięcie znamionowe badanego obwodu [V]	Napięcie probiercze prądu stałego [V]	Minimalna wartość rezystancji izolacji [$M\Omega$]
do 50 SELV i PELV	250	$\geq 0,5$
$50 < U \leq 500$	500	$\geq 1,0$
> 500	1000	$\geq 1,0$

6.2.2. Pomiar rezystancji izolacji obwodów oświetleniowych

Instalację oświetleniową należy odpowiednio przygotować do pomiaru rezystancji izolacji. Przygotowanie badanych obwodów oświetleniowych do pomiaru polega na złączeniu wszystkich wyłączników oświetleniowych i wyłączeniu zabezpieczenia obwodu, aby pomiar obejmował całą

instalację łącznie z częścią sufitową obwodu oświetleniowego. W układzie sieciowym TN-S jeżeli zabezpieczenie występuje tylko w przewodzie fazowym, należy wykonać przerwę również w przewodzie neutralnym N. W układzie sieciowym TN-C należy wykonać przerwę w przewodzie ochronno-neutralnym PEN, aby przerwać połączenie obwodu przez źródła światła z ziemią. Taki sposób wykonania pomiaru rezystancji izolacji powoduje sprawdzenie całej instalacji oświetleniowej łącznie z jej częścią sufitową, która stanowi największe zagrożenie pożarowe. Prawidłowe wykonanie pomiaru rezystancji izolacji instalacji oświetleniowej podczas pomiarów okresowych jest utrudnione, z uwagi na zaplombowany licznik energii elektrycznej i aby spełnić wymaganie poprawnego pomiaru, konieczne jest rozplombowanie licznika. Takie zerwanie plomby na liczniku, pociąga za sobą dodatkową opłatę wymaganą przez Zakłady Energetyczne za ponowne plombowanie licznika energii elektrycznej. Celowym byłoby przyjęcie zasady, że zerwanie plomby przy okresowym sprawdzaniu instalacji mieszkaniowej nie powoduje konieczności ponoszenia opłaty za ponowne plombowanie licznika przez Zakłady Energetyczne lub ustalenie tej opłaty na niewielkim poziomie.

6.2.3. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatorów

Podczas pomiaru rezystancji izolacji uzwojeń transformatora odczytujemy wartość rezystancji po 15 s.- R_{15} i po 60 s.- R_{60} następnie obliczany jest współczynnik absorpcji $K = R_{60}/R_{15}$, określający stan oleju transformatorowego, którego wartość powinna być nie mniejsza niż:

- 1,15 dla transformatorów III grupy, - o mocy 1,6 MVA i mniejszej
- 1,2 dla rezystancji uzwojeń do ziemi i 1,4 dla rezystancji między uzwojeniami dla transformatorów II grupy, - o mocy większej od 1,6 MVA a nie należących do grupy I
- 1,3 dla rezystancji uzwojeń do ziemi i 2,0 dla rezystancji między uzwojeniami dla transformatorów I grupy, - 220 kV i o mocy 100 MVA i większej.

Zgodnie z wymaganiem normy PN-E-04700: czerwiec 2000 [17-27], pomiar rezystancji uzwojeń transformatora należy wykonać miernikiem izolacji o napięciu, co najmniej 2,5 kV, przy czystych i suchych izolatorach w temperaturze powietrza od 5 do 35 °C. Uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury w jakiej wykonano pomiar u wytwórcy według zasady: obniżenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotny wzrost rezystancji i przeciwnie podwyższenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotne zmniejszenie rezystancji izolacji. Wymaganie dotyczące obliczania wskaźnika zmiany rezystancji (dla transformatorów nowych),

tw. współczynnika absorpcji $K = R_{60}/R_{15}$, zostało usunięte z normy w 2000 roku. Rezystancja izolacji uzwojeń transformatora olejowego nie powinna być mniejsza niż 70% wartości zmierzonej w wytwórni, przy temperaturze oleju 20°C. Rezystancja izolacji uzwojeń transformatora suchego zmierzona w temperaturze 20 °C po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza niż 25 MΩ w przypadku napięć znamionowych powyżej 10 kV oraz 15 MΩ w przypadku napięć znamionowych 10 kV i niższych, przy wilgotności względnej powietrza do 65%.

6.2.4. Pomiar rezystancji izolacji kabli

Pomiar rezystancji izolacji kabli sterowniczych o napięciu znamionowym izolacji 250 V wykonuje się induktorem o napięciu 1000 V, a kabli energetycznych niezależnie od napięcia znamionowego badanego kabla, wykonuje się induktorem o napięciu 2500 V. Pomiarowi podlega rezystancja izolacji każdej żyły kabla względem pozostałych żył zwartych i uziemionych. Rezystancja izolacji kabla podawana jest w MΩ/km dla temperatury 20°C. Rezystancja izolacji żył roboczych i powrotnych powinna być zgodna z danymi wytwórcy. Zgodnie z PN-E-04700:2000 r. [17-27] rezystancja izolacji kabli o długości do 1 km i kabli dłuższych, przeliczona na 1 km długości kabla, powinna ona wynosić, co najmniej:

- kable do 1 kV - 75 MΩ/km - dla kabli z izolacją gumową,
- 20 MΩ/km - dla kabli z izolacją papierową,
- 20 MΩ/km - dla kabli z izolacją polwinitową,
- 100 MΩ/km - dla kabli z izolacją polietylenową.
- kable powyżej - 50 MΩ/km - dla kabli z izolacją papierową,
- 1 kV - 40 MΩ/km - dla kabli z izolacją polwinitową,
- 100 MΩ/km - dla kabli z izolacją polietylenową (o napięciu do 30kV),
- 1000 MΩ/km - kable do zasilania elektrofiltrów, kable olejowe oraz kable z izolacją polietylenową o napięciu powyżej 30 kV.

Aby obliczyć rezystancję kabla o długości 1 km w temperaturze 20 °C: - rezystancję zmierzoną R_{zm} należy pomnożyć przez długość kabla w km, np. gdy kabel o długości 2,7 km ma rezystancję 100 MΩ, stąd $2,7 \times 100 = 270$ MΩ/km i przez współczynnik K_{20} dla temperatury pomiaru z tabeli 7.2. czyli $R_{iz\ 20/km} = R_{zm} \cdot L \cdot K_{20}$ gdzie L jest długością kabla w km. Próbę napięciową izolacji kabla przeprowadza się napięciem stałym Zakłady Energetyczne wymagają aby próba napięciowa kabla, dla każdej żyły była przeprowadzana napięciem o 3-krotnej wartości napięcia znamionowego przez 20 minut. Prąd upływu należy odczytywać po 1 minucie, po 15 minutach i po 20 minutach. Następnie należy obliczyć współczynnik asymetrii prądu upływu w każdej fazie, jako stosunek I_{p-max}/I_{p-min} .

Dopuszczalna wartość współczynnika asymetrii wynosi 1,5.

Wartość prądu upływu nie powinna być większa niż 300 L w μA , a wartość prądu upływu linii o długości do 330 m nie powinna być większa niż 100 μA , gdzie L to długość badanego kabla w km. Próbę napięciową powłoki polwinitowej kabli o napięciu do 18/30 kV, wykonuje się napięciem stałym 5 kV przez 1 min., a kabli o napięciu powyżej 18/30 kV, napięciem 10 kV przez 1 min. protokół.

Druki protokołów próby izolacji linii kablowej SN

Protokoły próby stanu izolacji linii kablowej SN wypełnia się na drukach prezentowanych przez Tauron - Dystrybucja, na stronie internetowej <http://www.tauron-dystrybucja.pl/uslugi-dystrybucyjne/> następnie w usługach dystrybucyjnych otworzyć zakładkę „Instrukcja IRIESD” i na tej stronie ze spisu instrukcji wybrać: „Wytyczne dokonywania oględzin przeglądów, oceny stanu technicznego oraz konserwacji i remontów urządzeń instalacji i sieci.” W tych warunkach odszukać - załącznik nr 4, który jest też załącznikiem nr 12 w tych materiałach. Bezpośrednie skopiowanie załącznika nie jest możliwe, trzeba go stworzyć.

6.2.5. Błędy popełniane przy pomiarze rezystancji izolacji

Przy wykonywaniu pomiarów rezystancji izolacji mogą być popełnione błędy do których należą:

- a) użycie miernika o niewłaściwym napięciu probierczym,
- b) zbyt krótki czas pomiaru,
- c) niewłaściwe przygotowanie badanej instalacji lub urządzenia do pomiaru,
- d) nieprawidłowy odczyt zmierzonej wartości rezystancji.

Wykonanie pomiaru niewłaściwym napięciem dotyczy głównie wykonanie pomiaru zbyt niskim napięciem. Tak wykonany pomiar może nie wykazać złego stanu izolacji badanego urządzenia. Napięcie pomiarowe powinno być zgodne z wymaganym przez normę dla danego urządzenia. Wykonanie pomiaru zbyt wysokim napięciem może prowadzić do uszkodzenia badanych urządzeń, szczególnie dotyczy to urządzeń zawierających elementy elektroniczne. Zbyt krótki czas pomiaru może wykazać nieprawidłową wartość rezystancji izolacji, szczególnie przy pomiarach obwodów lub urządzeń o dużej pojemności. Odczyt powinien być dokonany po ustaleniu się wartości mierzonej. Odczyt może być wykonany wcześniej w przypadku, gdy wartość mierzona jest znacznie większa od wartości wymaganej dla danego urządzenia i wskazanie przyrządu już nieznacznie się zmienia. Krótki czas pomiaru nie spowoduje również błędów w przypadku pomiaru uszkodzonego obiektu,

kiedy wynik pomiaru będzie bliski zera.

Niewłaściwe przygotowanie badanej instalacji do pomiaru dotyczy głównie obwodów oświetleniowych, kiedy pomiar jest wykonany przy otwartych wyłącznikach oświetlenia. Taki pomiar powoduje sprawdzenie tylko części instalacji od zabezpieczenia do wyłącznika, bez pomiaru części sufitowej obwodu oświetleniowego. Przydatność takiego pomiaru w profilaktyce przeciwpożarowej jest niewielka. Takie upraszczanie pomiarów jest niedopuszczalne. Pomiar rezystancji izolacji uważany jest za wystarczająco dokładny, jeżeli uchyb nie przekracza 20 %. Graniczny błąd pomiarów rezystancji izolacji wg PN-EN 61557 wynosi 30 %.

6.3. Sprawdzanie ochrony za pomocą SELV, PELV lub separacji elektrycznej

Sprawdzanie ochrony za pomocą SELV, PELV lub separacji elektrycznej W przypadku obwodów SELV należy wykonać pomiar rezystancji izolacji pomiędzy:

- częściami czynnymi obwodu SELV a częściami czynnymi innych obwodów,
- częściami czynnymi obwodu SELV a ziemią.

W przypadku obwodów PELV wykonuje się pomiar tylko między częściami czynnymi obwodu PELV a częściami czynnymi innych obwodów. Wartość napięcia pomiarowego oraz najmniejsza dopuszczalna rezystancji izolacji dla obwodów SELV i PELV jest podana w tabeli 6.4. W obwodach, w których zastosowano separację elektryczną i występuje tylko jeden odbiornik, wystarczający jest pomiar rezystancji izolacji pomiędzy:

- częściami czynnymi obwodu separowanego a częściami czynnymi innych obwodów,
- częściami czynnymi obwodu separowanego a ziemią.

W praktyce napięcie pomiarowe powinno wynosić 500 V, a najmniejsza dopuszczalna rezystancji izolacji wynosi 1,0 MΩ. W obwodach separowanych z więcej niż jednym odbiornikiem, należy dodatkowo sprawdzić (pomiarowo lub obliczeniowo), czy w razie dwumiejscowego zwarcia, za pośrednictwem nieuziemionych przewodów wyrównawczych, nastąpi samoczynne wyłączenie zasilania w określonym czasie. Wymagania odnośnie do czasu wyłączenia są takie, jak dla układu TN (tabela 7.1).

6.4. Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie obwodów

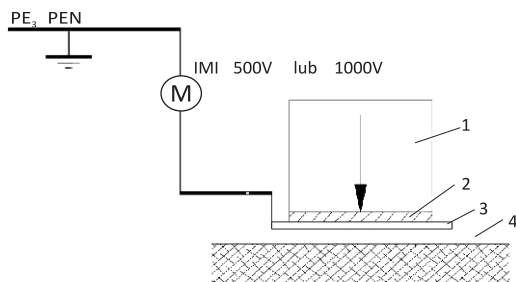
Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie obwodów części czynnych jednego obwodu od części czynnych innych obwodów i od ziemi wykonuje się przez pomiar rezystancji izolacji oddzielającej. Wymagania dla tej izolacji są takie same jak podano w tabeli 6.4.

6.5. Próba wytrzymałości elektrycznej.

Próbie wytrzymałości izolacji należy wykonywać podczas badań odbiorczych dla izolacji wykonanych podczas montażu instalacji oraz na urządzeniach w miejscu ich zainstalowania. Okresowe badania eksploatacyjne wymagają tylko wykonania pomiaru rezystancji.

6.6. Rezystancja podłóg i ścian

W przypadku stosowania ochrony dodatkowej przez izolowanie stanowiska lub ochrony przez zastosowanie nieuziemiionych połączeń wyrównawczych, zachodzi konieczność sprawdzenia rezystancji podłogi i ścian. W tym przypadku należy wykonać przynajmniej 3 pomiary w pomieszczeniu - pierwszy w odległości ok. 1 m od dostępnych obcych części przewodzących, pozostałe dwa w odległościach większych. Norma PN-HD 60364-6:2008 zaleca wykonywanie pomiaru rezystancji, a właściwie impedancji stanowiska prądem przemiennym. Norma PN-IEC 60364-6-61 wymaga aby pomiary rezystancji podłóg i ścian wykonywać prądem stałym. Układ połączeń zalecany przez normę PN-IEC 60364-6-61 przedstawia rysunek nr 6.6. Jest to prosta i bezpieczna metoda pomiaru.

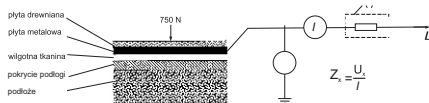


Rys. 6.6. Układ połączeń przy pomiarze rezystancji izolacji stanowiska prądem stałym

1. obciążenie 750 N dociskające elektrodę do podłogi i 250 N dociskające elektrodę do ścian,
2. płytki izolacyjnej dociskowej,
3. metalowa elektroda pomiarowa o wymiarach 250 x 250 mm (elektroda probiercza 1),
4. element ułatwiający połączenie.

W załączniku A do normy PN-IEC 60364-6-61 [20.19] przedstawiono nową konstrukcję elektrody probierczej (3), o kształcie trójkątnym jako

drugi typ elektrody do pomiaru rezystancji podłóg i ścian. Elektroda ta jest równobocznym metalowym statywem trójkątnym, z kołkami stykowymi na wierzchołkach wykonanymi z przewodzącej gumy. W przypadkach spornych zalecana jest próba z użyciem elektrody probierczej 1. Układ do pomiaru rezystancji podłóg i ścian zalecany przez normę PN-HD 60364-6:2008 przedstawia rysunek nr 6.7.



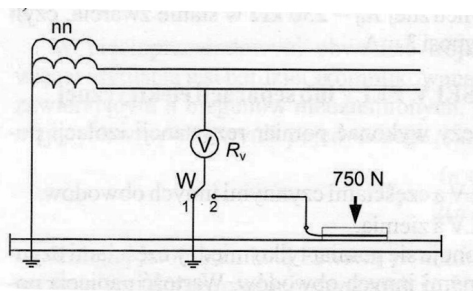
(*) Ochrona przed niezamierzonym dotykiem za pomocą rezystancji ograniczającej prąd do wartości 3,5 mA.

Rys.6.7. Układ połączeń przy pomiarze rezystancji izolacji stanowiska prądem przemiennym wg. PN-HD 60364-6:2008

Przy pomiarze rezystancji stanowiska w układzie podanym w normie PN-HD 60364-6:2008 impedancję stanowiska obliczamy ze wzoru:

$$Z_x = \frac{U_x}{I} \quad (6.2)$$

W załączniku A do normy PN-HD 60364-6:2008 elektrodę probierczą, o kształcie trójkątnym, chyba pomyłkowo uznano jako elektrodę probierczą nr 1 do pomiaru rezystancji podłóg i ścian a elektrodę z metalową płytką kwadratową uznano jako elektrodę probierczą nr 2. Układ do pomiaru rezystancji podłóg i ścian zalecany przez normę PN-HD 60364-6:2008 jest trudniejszy do wykonania i bardziej niebezpieczny, gdyż wymaga stworzenia układu pomiarowego zasilanego napięciem sieciowym. W instalacjach o napięciu przemiennym w praktyce stosuje się również metodę woltmierzową lub metodę techniczną. Na rysunku 6.8. przedstawiono sposób pomiaru rezystancji podłóg (stanowiska) z wykorzystaniem metody woltmierzowej.

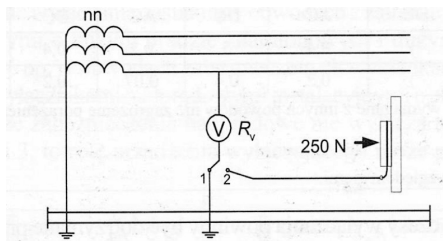


Rys. 6.8. Sposób pomiaru rezystancji stanowiska metodą woltmierzową,

Sprawdzaną rezystancję oblicza się ze wzoru:

$$R_{st} = R_V \cdot (U_1/U_2 - 1)$$

Analogicznie metodą woltomierzową należy wykonać pomiar rezystancji ścian. Sposób pomiaru rezystancji ścian przedstawia rysunek 6.9.



Rys. 6.9. Sposób pomiaru rezystancji ścian metodą woltomierzową,

Cd w następnym numerze Biuletynu

**Naczelna Organizacja Techniczna
Federacja Stowarzyszeń
Naukowo-Technicznych
Rada w Tarnowie**

Tarnów, Rynek 10
Tel. 14 688 90 77
Tel./fax 14 630 01 72
E-mail: nottarnow@wp.pl
tarnow-not.cba.pl



Organizatorzy:
Małopolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
(MOIOB) w Krakowie
i
Naczelna Organizacja Techniczna
TJO w Tarnowie



Seminarium pt:

**„OCENA ROZWIĄZAŃ KOMUNIKACYJNYCH NA TERENIE MIASTA TARNÓWA
W KONTEKŚCIE STUDIUM UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW
ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO MIASTA TARNÓWA”**

7 maja 2018 roku (poniedziałek), godz. 12.00
Tarnów, Rynek 10, sala 222

Dnia 7 maja 2018 r. w NOT Tarnów odbyło się seminarium pt. „Ocena rozwiązań komunikacyjnych na terenie miasta Tarnowa w kontekście studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Tarnowa”, które poprowadził Pan Artur Michałek - Kierownik Działu Organizacji Ruchu z Zarządu Dróg i Komunikacji w Tarnowie.



Prelegent p. Artur Michałek - Kierownik Działu Organizacji Ruchu ZDiK w Tarnowie

Spis treści

1. Z życia Oddziału <i>Antoni Maziarka</i>	2 - 3
2. Opracowanie algorytmu i programu sterowania linią technologiczną z wykorzystaniem sterownika PLC <i>Jakub Malek</i>	4 - 6
3. Budowa modelu suwnicy przemysłowej wraz za sterowaniem nadrzędnym <i>Gabriel Kułaga, Paweł Lis</i>	7 - 11
4. Norma ANSI/FL1 jako kryterium doboru oświetlenia	11 - 13
5. Zasilanie dla każdego budynku <i>Firma EATON</i>	14 - 18
6. Nowa generacja rozłączników bezpiecznikowych oraz innowacje w zakresie kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciwprzebiegowych w zakładach przemysłowych <i>Michał Kowol</i>	19 - 21
7. ŚOI chroniące przed termicznym działaniem łuku elektrycznego = Sprzęt i narzędzia umożliwiające przeprowadzenie prac pod napięciem. <i>Sebastian Mania</i>	21
8. Lepsze zarządzanie żywotnością instalacji dzięki cyfrowej ochronie w wyłącznikach kompaktowych <i>Daniel Jensen</i>	22 - 29
9. Seminarium „Energetyka przemysłowa” - plakat	30
10. Modernizacja instalacji elektrycznych w budownictwie mieszkaniowym <i>Fryderyk Łasak</i>	31 - 43
11. Badania instalacji elektrycznych i najczęściej popełniane błędy przy ich wykonywaniu <i>Fryderyk Łasak</i>	43 - 58
12. NOT - programy seminariów	59 - 60
13. Spis treści	61

Oddział Tarnowski SEP **oferuje usługi w zakresie:**

- kursy przygotowawcze do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy);
- egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI I DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, cieplnym i gazowym;
- kursy specjalistyczne w zakresie doskonalenia zawodowego w tym między innymi szkolenia praktyczne na poligonie;
- organizacja imprez naukowo - technicznych (konferencje, seminaria);
- opiniowanie wniosków w sprawie nadania rekomendacji dla wyborów i usług w branży elektrycznej;
- sprzedaż materiałów szkoleniowych;
- działalność informacyjna i doradztwo techniczne;
- reklama w Biuletynie Oddziału tarnowskiego

Ośrodek Rzeczoznawstwa SEP **oświadczy usługi we wszystkich dziedzinach:**

- | | |
|--|--|
| ✓ ekspertyzy i opinie | ✓ opinie rekomendacyjne |
| ✓ projekty techniczne i technologiczne | ✓ opracowanie instrukcji obsługi i eksploatacji urządzeń elektrycznych |
| ✓ badania eksploatacyjne | ✓ pomiary w zakresie elektryki |
| ✓ badania techniczne urządzeń elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych | ✓ ocena zagrożeń i przyczyn wypadków oraz awarii powodowanych przez urządzenia elektryczne |

Oddział Tarnowski SEP, 33-100 Tarnów, Rynek 10

Tel./fax. 14 621 68 13, e-mail: sep.tarnow@poczta.tarman.pl, www.sep-tarnow.com.pl

Oddział Tarnowski SEP
organizuje szkolenia teoretyczno - praktyczne
na Poligonie Szkoleniowym w Tarnowie
w zakresie:

1. prace pod napięciem na urządzeniach elektroenergetycznych do 1kV (kursy podstawowe lub uzupełniające),
2. budowa i eksploatacja sieci izolowanych,
3. zabezpieczenie pracowników przed upadkiem z wysokości,
4. prace kontrolno - pomiarowe.

Zajęcia teoretyczne i praktyczne prowadzone są na Poligonie Szkoleniowym przy ul. Kryształowej w Tarnowie przez doświadczonych wykładowców i instruktorów z wykorzystaniem narzędzi i materiałów dydaktycznych zapewniających wysoki poziom szkolenia.



Terminy kursów są dostosowane do wymagań zainteresowanych, między innymi mogą odbywać się również w godzinach popołudniowych.

Szczegółowych informacji na temat czasu trwania poszczególnych kursów, wymagań stawianych kandydatom oraz kosztów udzielają:

- **Marta Gubernat - tel. 14 631 13 29 w godz. 7⁰⁰ - 15⁰⁰**
- **Dorota Kozjara - tel. 14 621 68 13 w godz. 11⁰⁰ - 15⁰⁰**