

NIEZAWODNOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ZASILANIA W PLACÓWKACH MEDYCZNYCH



NORMA PN-HD 60364-7-710: 2012
KLASYFIKACJA POMIESZCZEŃ
POMIESZCZENIA GRUPY 2
WYKRYWANIE I LOKALIZACJA DOZIEMIEŃ
SYGNALIZACJA I OSTRZEGANIE
MONITORING PRĄDÓW RÓŻNICOWYCH



NIEZAWODNA INSTALACJA ELEKTRYCZNA

Szpital to miejsca, w których powinno się stosować najnowsze osiągnięcia techniczne nie tylko w zakresie terapii, ale przede wszystkim w obszarze bezpieczeństwa pacjenta.

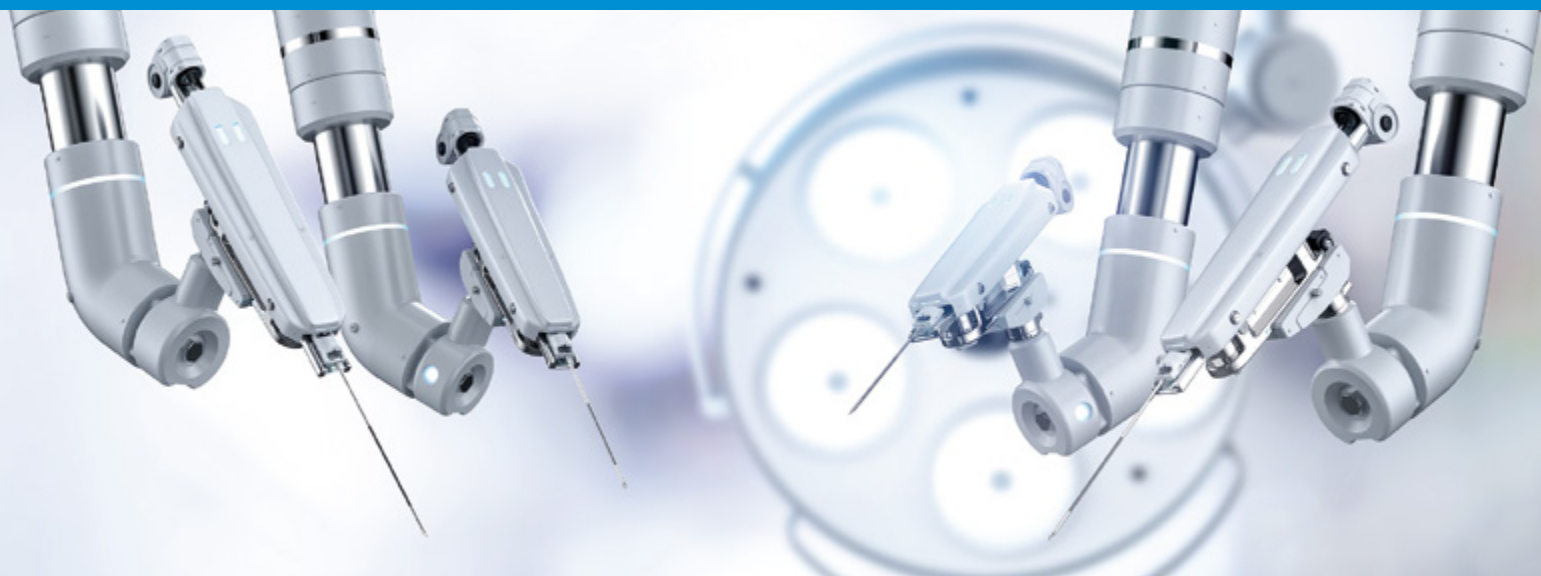
W obliczu coraz większej liczby urządzeń elektromedycznych i upowszechnienia robotów chirurgicznych (np. robota da Vinci) oraz wysokiej wrażliwości pacjentów, niezawodność instalacji elektrycznych musi iść w parze z precyzyjnym nadzorem i szybką reakcją na potencjalne zagrożenia.

Zapewnienie ciągłości i niezawodności zasilania stanowi fundament bezpiecznego leczenia, szczególnie w pomieszczeniach o podwyższonym ryzyku zaklasyfikowanych do grupy 2, takich jak sale operacyjne, OIOM-y czy sale noworodkowe, w których nawet chwilowy zanik napięcia może prowadzić do zagrożenia zdrowia, a nawet życia pacjenta.

Stosowanie zaawansowanych systemów lokalizacji usterek, odpowiednie klasyfikowanie pomieszczeń i przestrzeganie norm technicznych to wyraz najwyższej odpowiedzialności i zaawansowanej myśli technicznej, której szpitale powinny być przykładem.



NORMA I KLASYFIKACJA POMIESZCZEŃ



Ponieważ brak zasilania stanowi realne zagrożenie dla zdrowia i życia pacjenta, opracowano odpowiednie normy i standardy, które mają na celu zapewnienie ciągłości i niezawodności zasilania w placówkach medycznych.

Najważniejszą w tym zakresie jest norma **PN-HD 60364-7-710: 2012**, która precyzyjnie określa wymagania dotyczące instalacji elektrycznych w pomieszczeniach o podwyższonym ryzyku.

Norma **PN-HD 60364-7-710: 2012** klasyfikuje pomieszczenia szpitalne na trzy grupy:

- **grupa 0** – pomieszczenia o minimalnym ryzyku, w których brak zasilania nie zagraża ani zdrowiu, ani życiu pacjenta
- **grupa 1** – pomieszczenia o niskim ryzyku, gdzie chwilowy zanik zasilania nie stanowi bezpośredniego zagrożenia życia
- **grupa 2** – pomieszczenia, w których przerwa w dostawie energii może prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych, a nawet do śmierci pacjenta.

Pomieszczenie należy zaklasyfikować do grupy 2, jeśli pacjent poddawany jest znieczuleniu ogólnemu lub gdy podczas zabiegu wykorzystywane są urządzenia elektromedyczne wprowadzane bezpośrednio do ciała, a same procedury medyczne nie powinny być przerywane, czy też powtarzane.

Ludzka skóra stanowi dobrą izolację i umożliwia krótkotrwałe przetrwanie przepływu prądu do około 30 mA przez 200 ms. Sytuacja zmienia się diametralnie, gdy bariera ochronna skóry zostaje przerwana, np. podczas operacji. Wówczas nawet bardzo niewielki prąd (rzędu 10 μ A) może doprowadzić do zatrzymania akcji serca. Głównie zagrożenie stanowi bezpośrednie narażenie serca, które jest wyjątkowo wrażliwe na działanie prądu elektrycznego.

Do pomieszczeń grupy 2 należą m.in.: sale operacyjne, zabiegowe, resuscytacyjne, pomieszczenia przygotowania pacjenta, sale pooperacyjne, oddziały intensywnej terapii (w tym: kardiologiczne, neurologiczne i neonatologii), sale noworodkowe, gipsownie na oddziale SOR, sale endoskopowe (zabiegowe). Warto jednak zaznaczyć, że zgodnie z normą PN-HD 60364-7-710: 2012, ostateczna klasyfikacja danego pomieszczenia do jednej z trzech grup zależy od charakteru wykonywanych w nim zabiegów i powinna być dokonana przez personel medyczny.

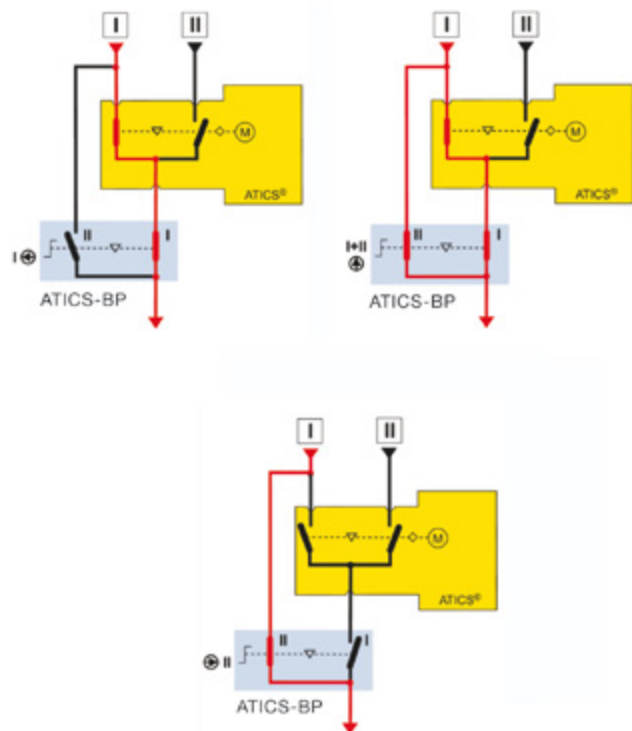
Norma **PN-HD 60364-7-710: 2012** określa szczegółowe wymagania techniczne dla instalacji elektrycznych w takich przestrzeniach.

SIEĆ IT W POMIESZCZENIACH GRUPY 2

Kluczowym rozwiązaniem jest zastosowanie sieci IT, która pozwala na kontynuację zasilania nawet w przypadku pierwszego doziemienia i gwarantuje szybkie przełączenie na zasilanie rezerwowe.

Rekomendowane jest, aby każde pomieszczenie grupy 2 było zasilane z osobnego układu IT.

Do budowy bezpiecznego systemu IT niezbędne są: transformator izolacyjny, urządzenie przełączające, przekaźnik kontroli izolacji oraz panel sygnalizacyjny, którego umiejscowienie musi zapewniać stały nadzór przez personel medyczny.



Rys. 1. Bypass - zasada działania

Zastosowanie sieci IT w szpitalach wynika z dwóch kluczowych założeń:

1. pierwsze doziemienie nie powinno powodować wyłączenia instalacji ani przerwy w zasilaniu
2. zasilanie musi być kontynuowane nawet w przypadku awarii podstawowego źródła energii.

Pierwsze z tych założeń oznacza, że w przypadku wystąpienia zwarcia doziemnego na jednym z obwodów, instalacja nie powinna się wyłączyć. W takim przypadku sieć IT przejściowo zachowuje się jak sieć TN-S – odpływ, na którym doszło do zwarcia, staje się niejako punktem odniesienia (uziemieniem) dla transformatora.

Drugie założenie oznacza, że w przypadku zaniku napięcia na linii podstawowej lub jego spadku o więcej niż 10%, przełączenie na zasilanie rezerwowe musi nastąpić w czasie nie dłuższym niż **0,5 s** (zgodnie z normą PN-HD 60364-7-710).

Te dwa założenia bezpośrednio przekładają się na wymagania względem urządzeń, które muszą być obecne w celu stworzenia funkcjonalnej i bezpiecznej sieci IT:

- **transformator** – tworzy odizolowaną galwanicznie sieć IT
- **urządzenie przełączające** – odpowiada za szybkie przełączenie z linii podstawowej na rezerwową w celu zapewnienia ciągłości zasilania.

W sieci IT punkt neutralny transformatora nie jest bezpośrednio uziemiony (jest izolowany lub połączony z ziemią przez impedancję), natomiast wszystkie dostępne części przewodzące (np. obudowy urządzeń) są uziemione. Dodatkowo norma określa, że moc transformatora musi mieścić się w zakresie od 0,5 kVA do 10 kVA oraz rekomenduje by transformator nie znajdował się dalej niż 25 metrów od finalnych odbiorów.

WYKRYWANIE I LOKALIZACJA DOZIEMIEN

W sieciach typu TN-S głównym parametrem monitorowanym jest prąd różnicowy. Sieci IT różnią się pod tym względem, ponieważ parametrem kontrolowanym jest rezystancja izolacji.

Do kontroli rezystancji izolacji stosuje się przekaźniki kontroli izolacji, które prowadzą ciągły lub cykliczny pomiar rezystancji izolacji pomiędzy aktywnymi przewodami fazowymi a ziemią. Gdy jej wartość spadnie poniżej ustalonego progu (np. 100 kΩ), izometr generuje alarm przedawaryjny, informując o pierwszym doziemieniu.

Dzięki temu możliwe jest bezpieczne kontynuowanie pracy instalacji przy zachowaniu ciągłości zasilania. Użytkownik musi jednak niezwłocznie zlokalizować i usunąć usterkę, ponieważ kolejne doziemienie (w innej fazie) może prowadzić do zwarcia międzyfazowego i poważnego uszkodzenia urządzeń, co w konsekwencji prowadzi do zaniku zasilania, szczególnie niebezpiecznego dla życia i zdrowia pacjenta. Pacjent, jeżeli trafił do pomieszczenia grupy 2, już jest w stanie podwyższonego ryzyka. Instalacja elektryczna nie może go dodatkowo podwyższać.

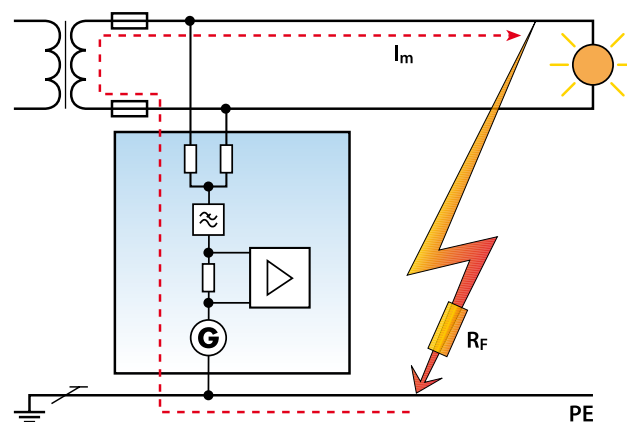
Aktualizacja listy wymaganych urządzeń dla każdego systemu IT:

- **transformator** – tworzy odizolowaną galwanicznie sieć IT
- **urządzenie przełączające** – odpowiada za szybkie przełączenie z linii podstawowej na rezerwową w celu zapewnienia ciągłości zasilania
- **przełącznik kontroli izolacji (IMD – Insulation Monitoring Device)** – monitoruje stan izolacji w instalacji.

Dodatkowym wymaganiem wskazanym przez normę jest zastosowanie **systemu do lokalizacji doziemień**. Jego zadaniem jest automatyczne wykrywanie i wskazywanie konkretnego obwodu, w którym wystąpiło pierwsze doziemienie, tak aby zminimalizować czas potrzebny na zlokalizowanie i usunięcie usterki.

Ma to szczególne znaczenie w przypadku pomieszczeń o wysokim zagęszczeniu gniazd elektrycznych, np. na salach intensywnej terapii, gdzie każde łóżko może być wyposażone w kilkanaście gniazd, co przy większej liczbie stanowisk przekłada się na dziesiątki, a nawet setki punktów podłączenia. Ręczne sprawdzanie każdego obwodu w celu wykrycia miejsca uszkodzenia byłoby czasochłonne i mogłoby znacząco opóźnić reakcję serwisu technicznego, zwiększając ryzyko dla pacjentów.

Dlatego system automatycznej lokalizacji stanowi istotny element bezpiecznej i efektywnej eksploatacji sieci IT w szpitalu.



Rys 2. Funkcjonowanie kontroli stanu izolacji

PANELE – SYGNALIZACJA I OSTRZEGANIE

Alarmy i ostrzeżenia muszą być dostępne dla personelu medycznego, stąd też wymóg w normie dotyczący sygnalizowania i ostrzegania. Norma dokładnie określa, w jaki sposób powinno to być zrealizowane.

Można wyróżnić trzy rodzaje sygnalizacji:

1. **zielona dioda** – świeci się podczas pracy normalnej, gdy sieć funkcjonuje prawidłowo
2. **żółta dioda** – zapala się, gdy ustawiona minimalna wartość rezystancji izolacji zostanie osiągnięta; jest to sygnał ostrzegawczy o pierwszym doziemieniu
3. **czerwona dioda** – sygnalizuje stan krytyczny, np. drugie doziemienie, awarię urządzenia monitorującego, przegrzanie transformatora lub przeciążenie instalacji. Jej zapalenie wymaga natychmiastowej reakcji personelu technicznego i może oznaczać konieczność odłączenia zasilania lub przejścia na tryb awaryjny

Dodatkowym alarmem, jaki powinien być wyświetlany to awaria pierwszej lub drugiej linii zasilania.

Alarmy powinny być zawsze dostępne dla personelu tak aby, np. nie rozpoczynano operacji już z istniejącym doziemieniem lub na wypadek pojawienia się doziemienia po podłączeniu do gniazda elektrycznego uszkodzonego urządzenia.

Informacje te są niezbędne do bezpiecznego przeprowadzania zabiegów i terapii. Norma określa, że panel sygnalizacyjny powinien być umieszczony w miejscu stale monitorowanym przez personel medyczny.

Lista wymaganych urządzeń składających się na system IT zostaje zaktualizowana o panel sygnalizacyjny:

- **transformator** – tworzy odizolowaną galwanicznie sieć IT
- **urządzenie przełączające** – odpowiada za szybkie przełączenie z linii podstawowej na rezerwową w celu zapewnienia ciągłości zasilania
- **przełącznik kontroli izolacji** (IMD – Insulation Monitoring Device) – monitoruje stan izolacji w instalacji
- **panel sygnalizacyjny** – umieszczony w miejscu stale monitorowanym informuje personel medyczny o ostrzeżeniach i alarmach.

W rozdzielnicach zasilających pomieszczenia grupy 2, oprócz obwodów układu sieci IT, pojawiają się również obwody układu sieci TN-S (obwody oświetlenia ogólnego, gniazda ogólnego przeznaczenia, napędy drzwi itp.). Tego typu konfiguracja wymaga różnych metod monitorowania stanu instalacji elektrycznej, dostosowanych do charakterystyki danego systemu.

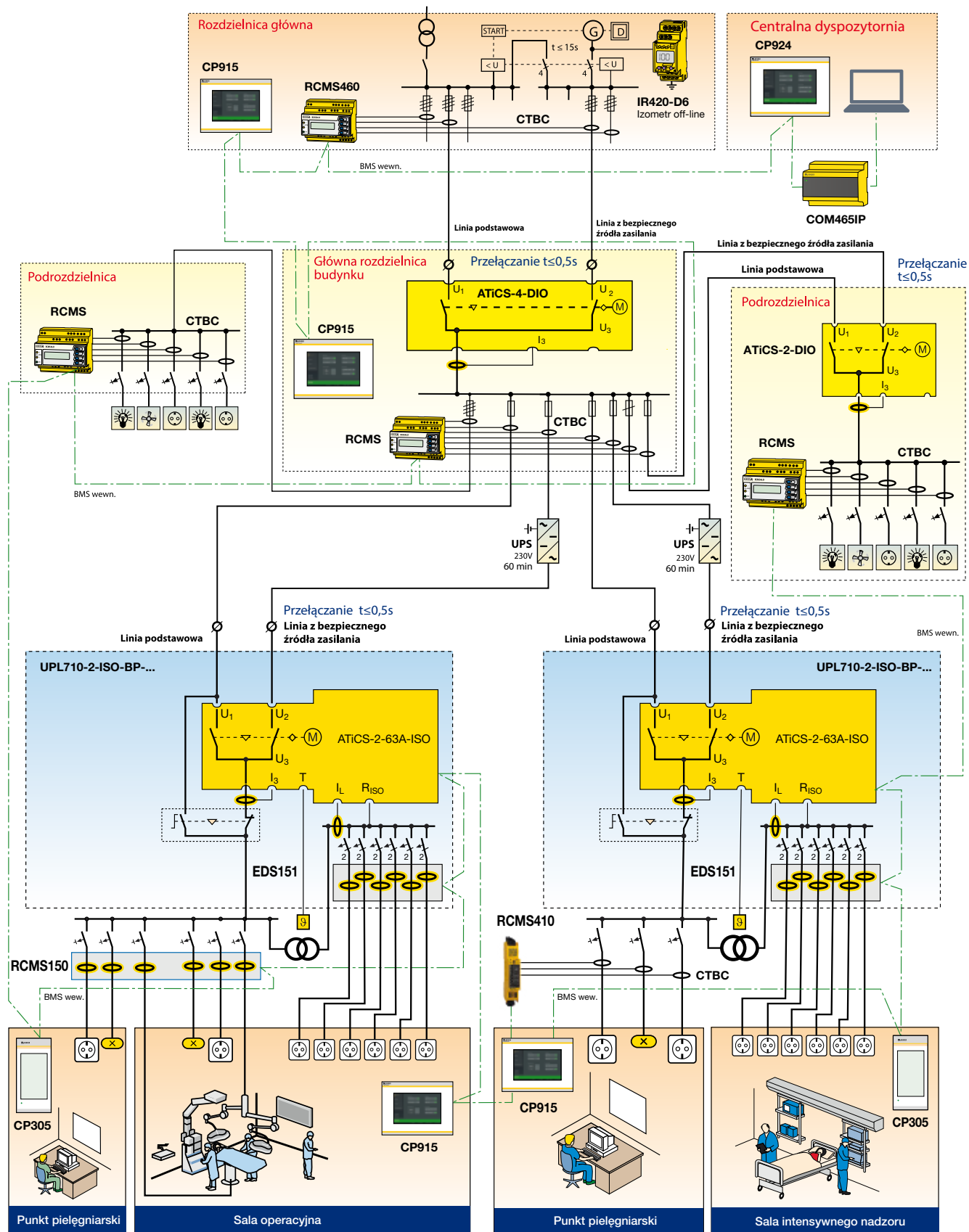
Dla części TN-S, kluczowym parametrem nadzorczym jest prąd różnicowy, który musi być ciągle monitorowany.

W tym celu stosuje się moduły monitorujące prąd różnicowy (RCMS410 lub RCMS460), które działają podobnie jak wyłączniki różnicowoprądowe, ale nie odłączają obwodu – zamiast tego generują alarm sygnalizujący wzrost prądu upływowego, jeszcze przed osiągnięciem poziomu zadziałania klasycznego RCD. Dzięki temu możliwe jest wczesne wykrycie degradacji izolacji i zapobieżenie nieplanowanemu wyłączeniu zasilania w obwodach krytycznych.

Tego typu monitorowanie jest szczególnie istotne w środowiskach medycznych, gdzie nagłe wyłączenie zasilania, nawet w pomocniczym obwodzie, może zakłócić proces leczenia. Z tego względu normy techniczne – w tym PN-EN 61557-16 – określają wymagania dla ciągłego monitorowania prądu różnicowego w systemach TN, co stanowi uzupełnienie monitorowania rezystancji izolacji w części IT.

Rys. 3. System ATICS >>

KOMPLETNY SYSTEM KONTROLI ZASILANIA



PRO-MAC - SPECJALIŚCI OD ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM

Od **ponad 30 lat** specjalizujemy się w zapewnianiu niezawodnych rozwiązań z zakresu bezpieczeństwa elektrycznego, ze szczególnym uwzględnieniem sektora medycznego. Organizujemy specjalistyczne szkolenia dla projektantów oraz personelu technicznego szpitali i doradzamy na każdym etapie inwestycji. Jako wyłączny przedstawiciel niemieckiej firmy **Bender** na rynku polskim oferujemy kompleksowe systemy monitorowania i kontroli zasilania.

Nasze rozwiązania, w tym moduły zasilająco-kontrolne, panele sygnalizacyjne, transformatory medyczne oraz systemy lokalizacji doziemień, są zgodne z międzynarodowymi normami, co zapewnia ich niezawodność w krytycznych warunkach pracy szpitali i placówek medycznych. Dzięki naszemu doświadczeniu i ścisłej współpracy z liderami branży, dostarczamy rozwiązania, które gwarantują pewność zasilania i bezpieczeństwo pacjentów oraz personelu medycznego.



ZADBAJ O BIEPIECZEŃSTWO
SKONTAKTUJ SIĘ Z NAMI, ABY DOWIEDZIEĆ SIĘ WIĘCEJ

PRO-MAC, ul. Bema 55, 91-492 Łódź, 609 771 037, 42 6161681
biuro@promac.com.pl, www.promac.com.pl

BEZPIECZEŃSTWO & NIEZAWODNOŚĆ