

BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE DLA

# e-Mobility



Wydanie: luty 2021

Prawa autorskie zastrzeżone  
Kopiowanie treści, zdjęć i schematów  
tylko za zgodą PRO-MAC

ul. Bema 55, 91-492 Łódź  
tel. 42 61 61 680/681/699  
kom. 519 087 549  
faks 42 61 61 682  
biuro@promac.com.pl

[www.promac.com.pl](http://www.promac.com.pl)



BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE OD GNIAZDA ŁADOWANIA PO POJAZD ELEKTRYCZNY

BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE OD GNIAZDA ŁADOWANIA PO POJAZD ELEKTRYCZNY



Pojazdy elektryczne



Stacje ładowania



Rejestrowanie zużycia energii

Bezpieczeństwo elektryczne zarówno w samym samochodzie jak i w infrastrukturze ładowania jest kluczowym elementem użytkowania pojazdów elektrycznych. Jak we wszystkich dziedzinach życia codziennego tak i w tym przypadku, ochrona ludzi przed porażeniem elektrycznym jest priorytetem.

**W pojazdach elektrycznych**

W pojazdach elektrycznych występują różne poziomy napięć, co wymaga dokładnej koordynacji wszystkich dostępnych środków ochronnych. Uszkodzenia izolacji w systemach pokładowych klasy B spowodowane przykładowo dużą wilgotnością, zanieczyszczeniami i złymi połączeniami muszą być unikane lub jak najszybciej wykryte w celu eliminacji zagrożenia.

**Na stacji ładowania**

Podstawowym celem jest, możliwość ładowania samochodów elektrycznych z dowolnego gniazdka. Oznacza to, iż podczas procesu ładowania spotykają się ze sobą różne sieci z różnymi środkami ochronnymi. Wymaga to starannej koordynacji i wdrożenia wszystkich dostępnych środków ochrony w celu zapewnienia użytkownikowi kompleksowego bezpieczeństwa elektrycznego.

**W budynkach**

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa elektrycznego w budynkach są szczegółowo określone w serii norm IEC 364-4-43, IEC 364-4-473 i DIN VDE 0100. Aby upewnić się, że pojazdy elektryczne (EV) można ładować bezpiecznie i niezawodnie, zarówno niezbędne środki ochronne wymagane dla budynków jak i te wymagane dla nowych instalacji muszą być przestrzegane. Aby bezpiecznie naładować samochód w budynku instalacja powinna spełniać również wymagania dla procesu ładowania.



## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE W SIECI POKŁADOWEJ POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

Układ zasilania w pojeździe elektrycznym znany jako pokładowy system „klasy B” podczas jazdy może być postrzegany jako system izolowany. Największym wyzwaniem w przypadku takiego układu sieci jest wczesne wykrywanie uszkodzenia izolacji. Powodem uszkodzenia izolacji podczas normalnego użytkowania pojazdu może być: zanieczyszczenie, sól, wilgoć, wadliwe złącza, uszkodzenia mechaniczne itp.

### Jakie są wymagania standardów?

- **ISO6469-3:2011**  
Electrically propelled road vehicles – Safety specifications (Pojazdy drogowe o napędzie elektrycznym- wymagania bezpieczeństwa)  
Part 3: Protection of persons against electric shock (ochrona ludzi przed porażeniem)  
„minimalny poziom rezystancji izolacji sieci pokładowej musi być utrzymany przez cały okres eksploatacji i we wszystkich warunkach eksploatacyjnych”.

### Dedykowane rozwiązanie:

- nieprzerwany pomiar rezystancji izolacji za pomocą izometru serii IR155, iso165C, iso175C (będzie dostępny pod koniec 2021 roku)

### Specyfikacja rozwiązania:

- uniwersalny do systemów pokładowych klasy B AC/DC 0...1000 V IR155 oraz iso175c AC/DC 0...600 V iso165C
- opatentowana metoda pomiarowa umożliwiająca wcześniejsze wykrycie uszkodzenia izolacji 0...10 MΩ
- dodatkowe bezpieczeństwo zapewnione przez auto-test
- wykrywanie doziemień symetrycznych
- wyjścia odporne na zwarcia – informowanie o zwarciu – mierzona wielkość (sygnał PWM)
- powłoka ochronna (SL1301E0-FLZ) w wariantcie IR155
- dostępne w wersjach zasilania: DC 12 V i 24 V
- zatwierdzone do stosowania w pojazdach zgodnie z (EMC): 72/245/EWG/ EEC 2009/19/EG/EC
- interfejs CAN w wersji iso165C.



iso165C



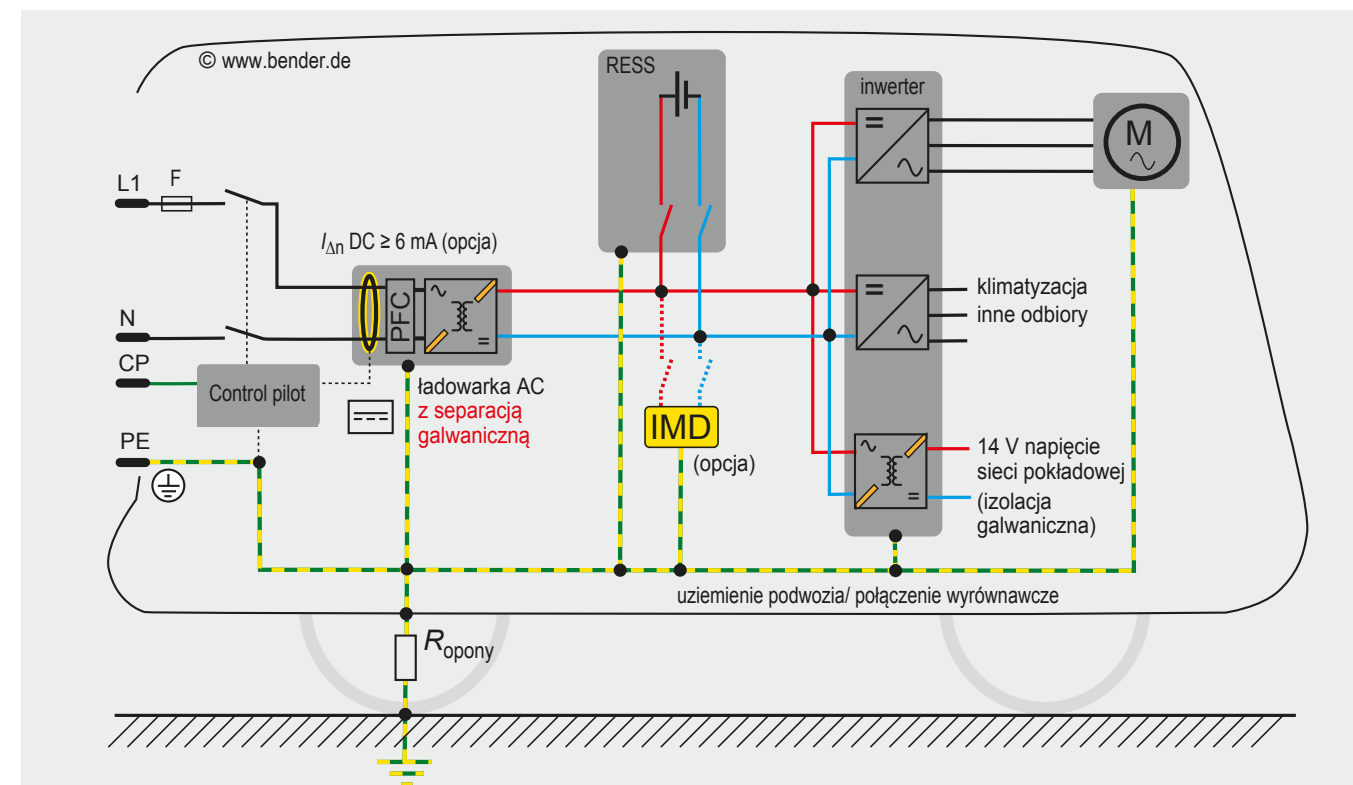
IR155

### Przegląd ważnych standardów:

- **ISO 6469-3:2011-12**  
Electric propelled road vehicles – Safety inspections Part 3: Protection of persons against electric shock (tłumaczenie: Pojazdy drogowe o napędzie elektrycznym - Wymagania bezpieczeństwa Część 3: Ochrona ludzi przed porażeniem)
- **ISO 23273-3:2006-11**  
Fuel cell road vehicles – Safety inspections Part 3 – Protection of persons against electric shock (tłumaczenie: Pojazdy drogowe o napędzie spalinowym- Wymagania bezpieczeństwa Część 3: Ochrona ludzi przed porażeniem)
- **UL 2231-1:2002-05**  
Personnel Protection Systems for Electric Vehicle (EV) Supply Circuits: General requirements (tłumaczenie: System ochrony ludzi dla pojazdów elektrycznych Układy zasilania: Wymagania ogólne)
- **PN-EN 61557-9**  
Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemiennych do 1 kV i stałych do 1,5 kV Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych Część 9: Urządzenia do lokalizacji uszkodzenia izolacji w sieciach IT

## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE W SIECI POKŁADOWEJ POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

### Przykładowa aplikacja



Przełącznik do kontroli izolacji w pojeździe elektrycznym z zainstalowaną ładowarką AC (z separacją galwaniczną) IMD- Przełącznik kontroli izolacji PFC- Poprawa współczynnika mocy Control Pilot- styk elementu wtykanego / przewodu, którym przekazywane są informacje komunikacyjne RESS-system magazynowania energii

## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE STACJI ŁADOWANIA DC- MONITORING IZOLACJI

Stacje ładowania DC stosowane są do szybkiego naładowania pojazdów. W celu zapewnienia bezpieczeństwa podczas ładowania są one zaprojektowane jako nieziemione sieci DC (sieci IT). Podczas ładowania pojazdu obwód ładowania, również ten znajdujący się w samochodzie, jest monitorowany przez przekaźnik kontroli izolacji. Wymaga to współpracy między przekaźnikiem kontroli izolacji zainstalowanym w stacji ładowania a tym znajdującym się w samochodzie, który na czas ładowania powinien zostać wyłączony.

### Jakie są wymagania standardów?

- **PN-EN 61851-23:2014-11**  
7.5.101: Monitoring of insulation resistance of the secondary circuit (Kontrola rezystancji izolacji).  
Par. CC.5.1: "Obwód wtórny powinien być zaprojektowany jako układ sieci IT z środkami ochrony zgodnymi z Częścią 411 dla IEC 60364-4-41. 411.



isoEV425 z przystawką AGH420

## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE STACJI ŁADOWANIA DC- MONITORING IZOLACJI

### Dedykowane rozwiązania:

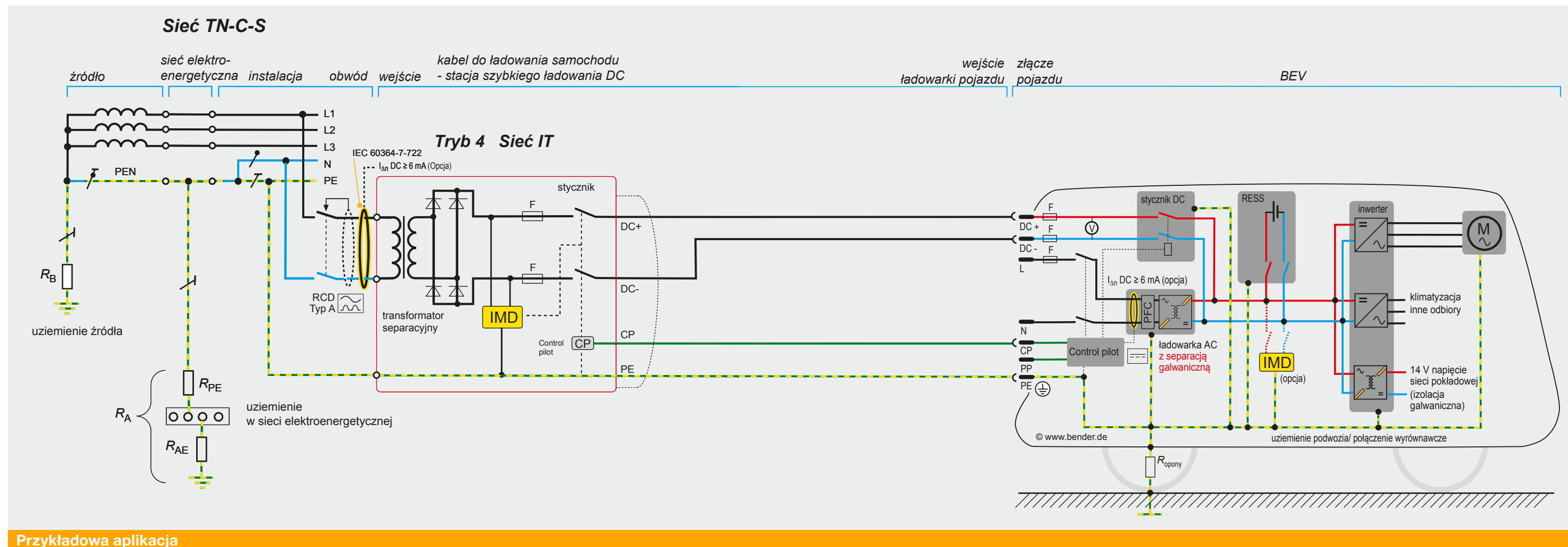
- isoEV425+AGH420 dla standardu ładowania CCS2 (dla napięć do DC 1000 V).
- isoCHA425 dla standardu CHADEMO (dla napięć DC 50..500 V)
- isoCHA425HV dla obu standardów CCS2 oraz CHADEMO (dla napięć 0...1000 V oraz 50 V...500 V)

### Specyfikacja rozwiązania:

- monitoring izolacji nieziemionych stacji ładowania AC 0...793 V / DC 0...1000 V (sieć IT)
- dwie wartości nastaw, oddzielnie ustawiane
- podstawowa parametryzacja 100/500 kΩ
- monitoring połączenia sieci z ziemią
- alarmy wyświetlane za pomocą diod LED
- przycisk Test wewnętrzny/zewnętrzny Reset
- dwa oddzielne przekaźniki pomiarowe na jedno pole (jeden styk N/O w każdym)
- do wyboru styki: N/O i N/C
- możliwość wyboru pamięci błędów
- autotestowanie z alarmem
- wielofunkcyjny wyświetlacz LCD.

### Przegląd ważnych standardów:

- PEN EN 61851-23 (VDE 0122-2-3):2014-11 System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych  
Część 23: Stacje ładowania pojazdów elektrycznych DC (IEC 69/206/CD:2011)
- PN-EN 61557-9  
Bezpieczeństwo elektryczne w niskonapięciowych sieciach elektroenergetycznych o napięciach przemiennych do 1kV i stałych do 1,5kV Urządzenia przeznaczone do sprawdzania, pomiarów lub monitorowania środków ochronnych  
Część 9: Urządzenia do lokalizacji uszkodzenia izolacji w sieciach IT



Przykładowa aplikacja

## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE STACJI ŁADOWANIA AC - MONITOROWANIE PRĄDÓW ZWARCIOWYCH $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$

W przypadku gdy pojazd elektryczny ładowany jest za pomocą konwencjonalnej wtyczki lub na stacji ładowania AC niezbędne jest postępowanie zgodnie ze standardami IEC 62196. Podstawowym elementem jaki musi być zastosowany jest wyłącznik różnicowoprądowy klasy A. Stacja musi być tak zaprojektowana aby każde gniazdo ładowania miało swój oddzielny obwód prądowy. W przypadku ładowania w trybie 2 zastosowany jest sterownik ładowania IC-CPD w celu spełnienia wymagań bezpieczeństwa. Zarówno wyłącznik różnicowoprądowy klasy A jak i sterownik ładowania IC-CPD wyłączają się w przypadku wystąpienia prądu pulsującego lub zmiennego  $\geq 30 \text{ mA}$ .

W przypadku uszkodzenia izolacji gdy prąd stały osiąga wartość powyżej  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$  w obwodzie ładowania powinien znajdować się wyłącznik różnicowoprądowy klasy B lub inne urządzenie pozwalające na eliminację tego zjawiska. Związane jest to ze złym wpływem prądu stałego o wartości większej niż  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$ , na wyłącznik różnicowoprądowy. W celu wyeliminowania ryzyka błędnego zadziałania podstawowego zabezpieczenia różnicowoprądowego klasy A, zastosować można urządzenie monitorujące prądy różnicowe, umożliwiające detekcję prądów stałych  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$ .

### Jakie są wymagania standardów?

- **PN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01**  
System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych Część 1: Wymagania ogólne  
"System ładowania musi ograniczać wpływ prądów stałych i niesinusoidalnych, które mogą mieć wpływ na poprawność funkcjonowania wyłącznika różnicowoprądowego"
- **IEC 60364-7-722:2015**  
Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD)
  - Oddzielny wyłącznik różnicowoprądowy typ A (RCD)  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ , min. dla każdego połączenia
  - Kiedy pojawia się prąd stały  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$  niezbędne są podstawowe pomiary

### Dedykowane rozwiązanie:

- Przekaznik różnicowoprądowy RCMB420EC pozwala na wykrycie stałych prądów zwarciovych oraz może zainicjować odłączenie poprzez element przełączający.

### Specyfikacja rozwiązania:



RCMB121



RCMB420EC

- monitorowanie prądów różnicowych  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$
- stosowany w systemach jedno-/trójfazowych do 32 A
- monitorowanie połączenia z przekładnikiem prądowym
- diody LED sygnalizujące pracę i alarmy
- przycisk do testów wewnętrznych
- szyna alarmowa z jednym stykiem N/C
- dokładny pomiar dzięki cyfrowym metodom pomiarowym
- niewrażliwość na prądy ładowania dzięki pełnemu ekranowi magnetycznemu
- opcjonalne wyjście analogowe
- niska cena kompletu wyłącznika różnicowoprądowego wraz z przekładnikiem.

### Funkcje dodatkowe:

2-kanalowy pomiar prądu różnicowego  $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$

### Przykład zastosowania:

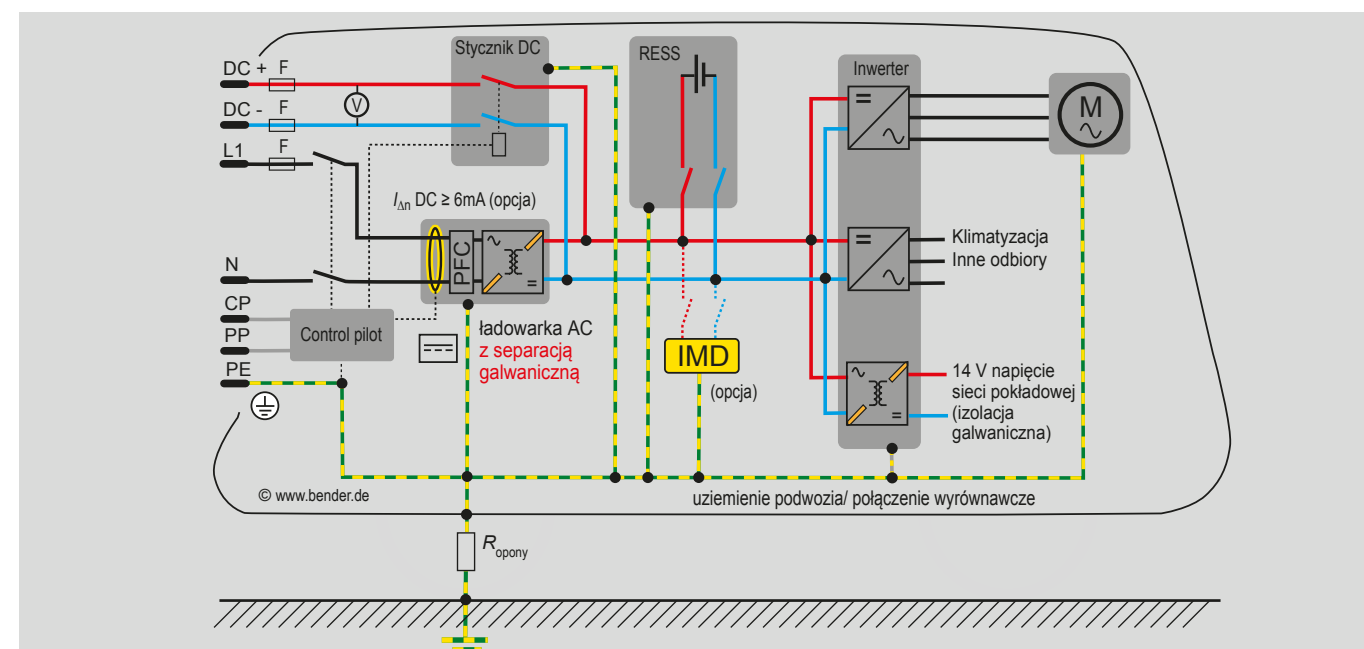
Przekaznik różnicowoprądowy RCMB420EC zapewnia różne możliwości integracji z systemem zasilania pojazdów elektrycznych.

W stacjach ładowania AC, oznacza to, iż przekaznik może być połączony z rozłącznikiem w obwodzie ładowania a także z obwodem zwarciovym sterownika ładowania IC-CPD. Przekaznik może zostać zastosowany także w samochodzie elektrycznym.

### Kompaktowe i przyszłościowe rozwiązanie:

Przekaznik RCMB121 już teraz spełnia wymagania projektu standardu IEC 62752 (IC-CPD). Ze względu na zwartą konstrukcję, oprócz zastosowania w IC-CPD (tryb ładowania 2) nadaje się do zastosowania w ładowarkach ściennych (tryb ładowania 3). RCMB121 jest zgodny z wymaganiami normy IEC 60364-7-722:2015.

## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE STACJI ŁADOWANIA AC - MONITOROWANIE PRĄDÓW ZWARCIOWYCH $I_{\Delta n} DC \geq 6 \text{ mA}$

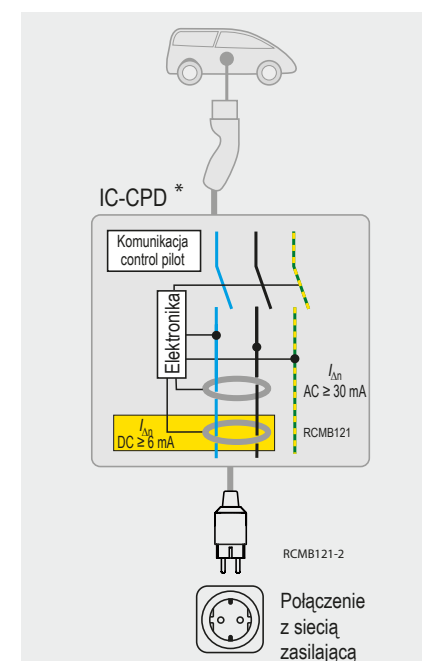


RCMB420EC

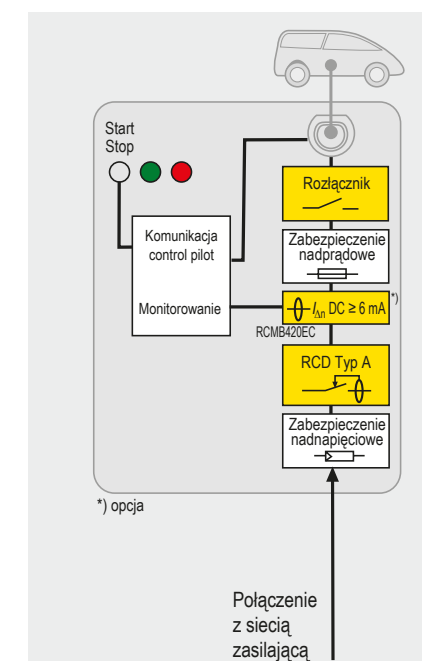
### Przegląd ważnych standardów:

- **PN EN 61851-1 (VDE 0122-1):2012-01**  
System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych Część 1: Wymagania ogólne
- **DIN VDE 0100-722:2012-10**  
Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations - Supply of electric vehicles;

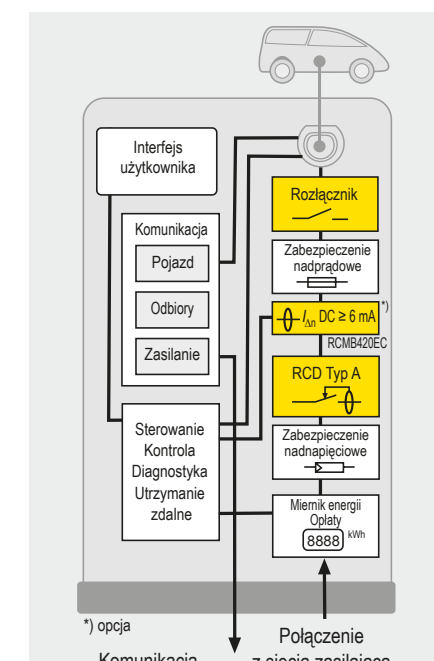
(tłumaczenie: Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Zasilanie pojazdów elektrycznych;)  
• **IEC 62020:2003-11**  
Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs) (tłumaczenie: Urządzenia elektryczne- Przekaznik różnicowoprądowy do użytku domowego lub podobnego)



Tryb ładowania 2



Tryb ładowania 3



Tryb ładowania 3

## ŁADOWANIE AC BIORĄCE POD UWAGĘ WYMAGANIA DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA ELEKTRYCZNEGO

Sterownik ładowania CC613 został zaprojektowany tak, aby spełnić wymagania dotyczące bezpieczeństwa zarówno dotyczące punktów ładowania AC a także tych dotyczących procesu ładowania w samochodzie elektrycznym.

Urządzenie opcjonalnie dostępne jest z przekaźnikiem różnicowoprądowym AC/DC. Monitoring odbywa się za pomocą zewnętrznego, ekranowanego przekładnika prądowego podłączonego do urządzenia. Tym samym rozwiązanie to jest zgodne ze standardami DIN VDE 0100 oraz IEC 61851 wymagającymi pomiarów bezpośrednio w sterowniku procesu ładowania. Wszystkie mierzone wielkości dostępne są w systemie końcowym dzięki wbudowanemu w urządzenie modemu.

Sterownik ładowania charakteryzuje się kompaktową konstrukcją i rozmiarem (114.5 mm x 22.5 mm x 99 mm) umożliwiając tworzenie inteligentnych, małych i efektywnych finansowo punktów ładowania. Do komunikacji między sterownikiem ładowania a końcowym systemem zarządzania niezbędnym jest niezawodny i znany interfejs komunikacyjny. Standardowym rozwiązaniem w branży samochodów elektrycznych, a także dostawców systemów zarządzania siecią jest protokół OCPP. Urządzenie CC613 komunikuje się po protokole OCPP (1.5 lub 1.6), przez co sterownik jest kompatybilny ze wszystkimi systemami zarządzania. Urządzenie komunikuje się z pojazdem poprzez protokół PLC lub PWM.

Przeprowadzone dotychczas testy integracji z systemami dostarczonymi przez światowych producentów (Vattenfall, Bosch, NTT i DRIIVZ) zakończyły się sukcesem. Sterownik ładowania może być na stałe połączony do sieci mobilnej (4G). W celu zapewnienia łączności online niezbędna



CC613

jest karta SIM (nie znajduje się w zestawie). Aby ułatwić użytkownikowi korzystanie z urządzenia zastosowany został moduł RFID składający się z karty dostępu RFID oraz LEDów.

Ładowanie jest możliwe gdy użytkownik przyłoży do czytnika ważną kartę RFID albo zdalnie przez system centralny za pomocą protokołu OCPP. W przypadku operacji offline sterownik ładowania może wyjątkowo zezwolić na ładowanie bez autoryzacji lub może autoryzować użytkowników za pomocą RFID oraz listy autoryzowanych kart RFID.



## BEZPIECZEŃSTWO ELEKTRYCZNE ZACZYNA SIĘ OD INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ

Bezpieczne, niezawodne ładowanie samochodów elektrycznych jest bezpośrednio związane z bezpieczeństwem elektrycznym w budynkach. W sieciach uziemionych (TN/TT) najważniejsze jest zastosowanie wyłączników różnicowoprądowych natomiast w przypadku sieci izolowanych (IT) najważniejszy jest monitoring izolacji sieci lub system lokalizacji doziemień.

### Podstawy bezpieczeństwa instalacji:

- prawidłowy dobór systemu uziemienia i przewodów
- prawidłowy dobór środków ochrony (zabezpieczenia podstawowe/ zabezpieczenia zwarciowe)
- odpowiednia izolacja części przewodzących dostępnych
- prawidłowy dobór kabli i przewodów
- odpowiedni dobór zabezpieczeń nadprądowych
- odpowiedni dobór zabezpieczeń nadnapięciowych.

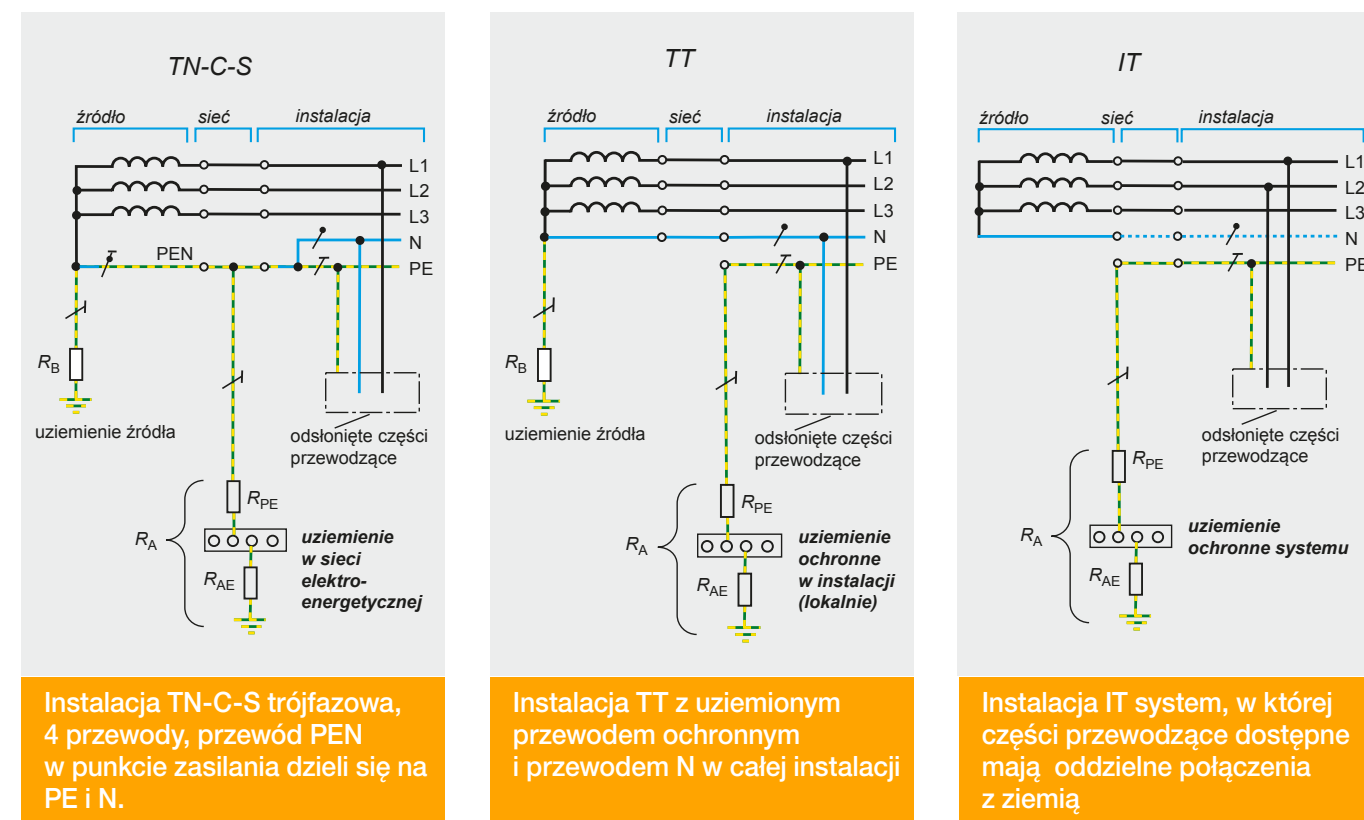
### Praca w bezpiecznej instalacji:

- instalacja zgodna ze standardami
- zastosowanie zgodnych ze standardami komponentów i sprzętu
- uruchomienie instalacji w zgodzie z normami
- poprawne operacje podczas pracy instalacji
- przeglądy okresowe
- regularna konserwacja i naprawa z wymianą zużytych elementów.

### Przegląd ważnych standardów:

- **PN-HD 60364-1:2009**  
Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
- **PN EN 61140**  
Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym --  
Wspólne aspekty instalacji i urządzeń (IEC 61140:2001 +A1:2004); wersja niemiecka EN 61140:2002 +A1:2006
- **PN-HD 60364-1:2009**  
Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
Część 4-41: Środki ochronne - Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym;
- **IEC 60364-7-722:2015**  
Instalacje elektryczne niskiego napięcia  
Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - zasilanie pojazdów elektrycznych;

### Podstawowe rodzaje instalacji zasilania ładowarek na podstawie: DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100): 2009-06



We wszystkich trzech rodzajach sieci układy uziemienia muszą być zgodne z DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06, Chapter 411.3.1 Protective earthing and equipotential bonding.

## Specjaliści od zarządzania bezpieczeństwem



Wydanie: luty 2021

Prawa autorskie zastrzeżone  
Kopiowanie treści, zdjęć i schematów  
tylko za zgodą PRO-MAC

ul. Bema 55, 91-492 Łódź  
tel. 42 61 61 680/681/699  
kom. 519 087 549  
faks 42 61 61 682  
biuro@promac.com.pl

[www.promac.com.pl](http://www.promac.com.pl)

