

PD Doctor

System detekcji wyłączeń niezupełnych

Instrukcja obsługi

Rewizja dokumentu

2021/03/26	Pierwsza wersja dokumentu
2021/05/03	Ujednolicenie terminologii
2021/09/10	Przeniesienie i zmiana opisu MT-PDM1-CBOX
2022/02/23	Uzupełnienie użytego protokołu komunikacyjnego
2024/11/18	Korekta oznaczeń komponentów

Spis treści

1	Informacje o dokumencie	3
1.1	Lista terminów i skrótów	3
1.2	Symbole i piktogramy	3
2	Wprowadzenie do systemu	4
2.1	Analizator (MT-PDM1)	5
2.1.1	Konektory	5
2.1.2	Przedni panel	6
2.1.3	Skrzynka kontrolna (MT-PDM1-CBOX)	7
2.2	Urządzenie sprzęgające (MT-PDM1-CD3)	9
2.3	Czujnik pojemnościowy (MT-PDM-SC22)	10
2.4	Czujnik indukcyjny (MT-PDM-SI36)	11
2.5	Aplikacja komputerowa (MT-PDDA)	12
2.6	Kalibrator (MT-PDCAL2)	14
3	Używanie systemu	16
3.1	Instrukcje dotyczące bezpieczeństwa	16
3.2	Stosowanie	17
3.3	Konserwacja	17
3.4	Stany urządzenia	18
3.5	Rozwiązywanie problemów	19
3.6	Przykłady instalacji	20
3.6.1	Instalacja na kablu WN	20
3.6.2	Instalacja na transformatorze WN	21
A	Specyfikacje techniczne	22
A.1	Analizator (MT-PDM1)	22
A.2	Szafa sterownicza (MT-PDM1-CBOX)	24
A.3	Urządzenie sprzęgające (MT-PDM1-CD3)	26
A.4	Czujnik pojemnościowy (MT-PDM-SC22)	28
A.5	Czujnik indukcyjny (MT-PDM-SI36)	29
A.6	Aplikacja komputerowa (MT-PDDA)	30
A.7	Kalibrator (MT-PDCAL2)	31

1 Informacje o dokumencie

Ten rozdział zawiera informacje o dokumencie i sposobach korzystania z niego.

1.1 Lista terminów i skrótów

System pomiarowy	Kompletny system pomiaru wyładowań niezupełnych obejmujący wszystkie elementy takie jak analizator, urządzenie sprzęgające, czujnik i osprzęt oprogramowania.
Szafa sterownicza	Metalowa skrzynka zawierająca wszystkie niezbędne moduły do realizacji systemu pomiarowego. Są to w zasadzie moduł zasilający i analizator.
Analizator	Miernik wyładowań niezupełnych. Moduł jest montowany w szafie sterowniczej lub może być zintegrowany z innym systemem.
Urządzenie sprzęgające	Jednostka używana do dostosowania sygnału z czujnika do przetwarzania przez analizator.
Czujnik	Element, za pomocą którego wykrywany jest sygnał wyładowań niezupełnych z monitorowanego obiektu.
WN	Dystrybucja wysokiego napięcia 1000 V to 35 kV.
NN	Dystrybucja niskiego napięcia do 1000 V.
LAN	Lokalna sieć komputerowa.

1.2 Symbole i piktogramy

Symbole i piktogramy, które mogą pojawić się w dokumencie:



Prosimy o dokładne zapoznanie się z niniejszą instrukcją. W razie wątpliwości skontaktuj się z producentem.



Ostrzeżenie, możliwe porażenie prądem.

2 Wprowadzenie do systemu

System PD Doctor umożliwia online monitorowanie urządzeń elektrycznych poprzez pomiar wyładowań niezupełnych. Wyładowania niezupełne są wskaźnikiem utraty jakości izolacji, ale także jej późniejszym źródłem. Wraz z informacjami o temperaturze, wilgotności i ciśnieniu tworzą dane wejściowe do dokładnej i wiarygodnej analizy stanu technicznego urządzeń elektrycznych. System nadaje się zarówno do użytku lokalnego, jak i do monitoringu dużej sieci. Dzięki różnym typom czujników możliwe jest monitorowanie szerokiej gamy urządzeń elektro- nicznych, pracujących od niskiego napięcia 230 V do bardzo wysokiego napięcia 400 kV.

Podstawowe funkcjonalności systemu PD Doctor:

- Pomiar ładunku ekwiwalentnego zgodnie z normą EN 60270
- Pomiary PRPD na urządzeniach zdalnych i lokalnych
- Komunikacja za pomocą OPC UA (EN 62541 z EN 61850 nadbudową)
- Szczegółowa analiza za pomocą wykresów PRPD
- Ewaluacja trendów
- Porównanie pomiarów
- Automatyczne pomiary według planera
- Przejrzysta prezentacja stanu wyładowań niezupełnych w punktach pomiarowych
- Szczegółowe porównanie pomiarów PRPD
- Alarm i powiadomienie o przekroczeniu limitów
- Import i eksport danych

Zalety i korzyści systemu PD Doctor obejmują:

- Predykcijna diagnostyka usterek
- Prognozowanie okresu użytkowania aktywów i ocena jego stanu
- Zwiększenie bezpieczeństwa i niezawodności źródeł zasilania
- Lepsze planowanie przerw w sieci i mniej inspekcji w terenie

System PD Doctor składa się z kilku komponentów, które zostaną przedstawione w kolejnych rozdziałach. Ich przegląd znajduje się w tabeli 2.1.

Oznaczenie	Opis
MT-PDM1	Analizator, moduł pomiarowy
MT-PDM1-CD3	Urządzenie sprzęgające, 3-kanalowe
MT-PDM-SC22	Czujnik pojemnościowy, do 22 kV
MT-PDM-SI36	Czujnik indukcyjny, do ϕ 36 mm
MT-PDDA	Aplikacja komputerowa
MT-PDCAL2	Kalibrator

Tabela 2.1: Lista komponentów w linii produktów

2.1 Analizator (MT-PDM1)

PD Doctor Analyzer to moduł pomiarowy będący sercem systemu PD Doctor. Moduł mierzy sygnał o wysokiej częstotliwości, ocenia z niego aktywność wyładowań niezupełnych i dostarcza zmierzone i przetworzone wartości do systemu nadrzędnego. Monitorowanie aktywności wyładowań niezupełnych jest wykonywane w sposób ciągły z obsługą wielokanałową.

Komunikacja z analizatorem odbywa się poprzez standard komunikacyjny OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture), który określa norma EN 62541. Jest to standard wymiany danych pomiędzy urządzeniami w obszarze przemysłowym, który jest niezależny od producenta lub dostawcy systemu aplikacji. Do zastosowania w sektorze energetycznym urządzenie zawiera nadbudowę EN 61850, która określa format przesyłanych danych dla OPC UA.



Rysunek 2.1: MT-PDM1

2.1.1 Konektory

Na górze i na dole urządzenie wyposażone jest w złącza do podłączenia innych elementów systemu. Szczegółowy opis podany jest w dokumencie instrukcji montażu.



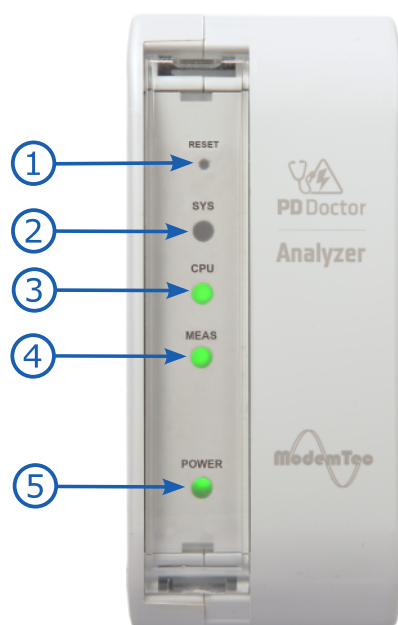
Rysunek 2.2: Konektory na MT-PDM1

Oznaczenie	Opis
1	Serwisowe USB
2	LAN/Ethernet
3	Serwisowe RS232
4	Zasilanie + V/V
5	Karta pamięci
6	Urządzenie sprzęgające

Tabela 2.2: Opis złączy w MT-PDM1

2.1.2 Przedni panel

Panel przedni zawiera wskaźniki stanu, które są opisane w rozdziale 3.4.



Rysunek 2.3: Panel na MT-PDM1

Oznaczenie	Opis
1	Przycisk reset
2	Wskaźnik stanu systemu
3	Wskaźnik stanu rdzenia obliczeniowego
4	Wskazanie stanu rdzenia pomiarowego
5	Wskazanie stanu napięcia zasilania

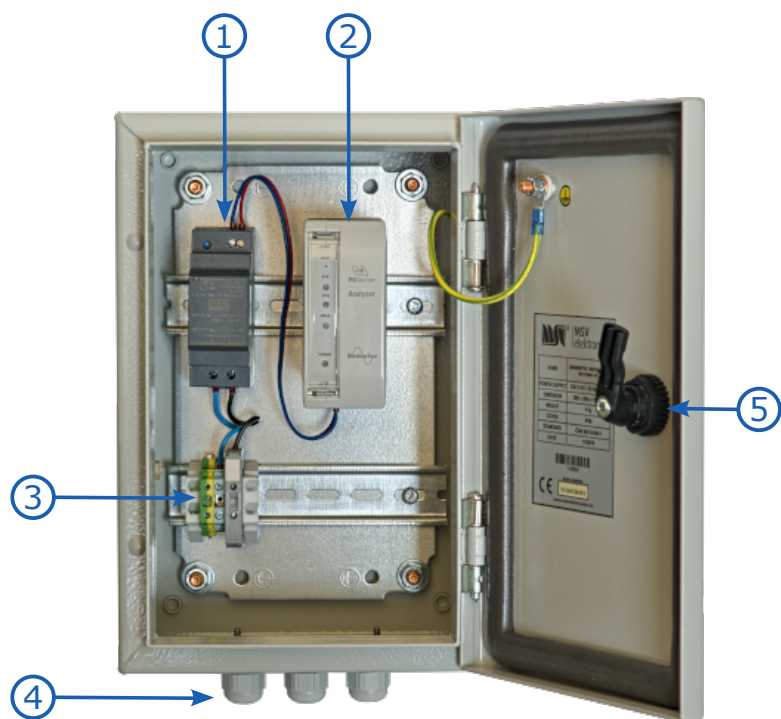
Tabela 2.3: Opis panelu na MT-PDM1

2.1.3 Skrzynka kontrolna (MT-PDM1-CBOX)

Analizator MT-PDM1 może być również dostarczony jako zainstalowany w szafie sterowniczej, co umożliwia szybką instalację. Jest to zestaw składający się w zasadzie z analizatora MT-PDM1, zasilacza oraz listwy zaciskowej z bezpiecznikiem. Dzięki temu do montażu wystarczy doprowadzić zasilanie 230 V, podłączyć wejścia pomiarowe oraz linię komunikacyjną. Dodatkowo zwiększa się stopień pokrycia, co ułatwia wybór miejsca instalacji w przypadku niekorzystnego środowiska. W razie potrzeby istnieje możliwość wykorzystania pozostałej przestrzeni w rozdzielnicy na umieszczenie innych urządzeń przeznaczonych do montażu na szynie DIN35.



Rysunek 2.4: MT-PDM1-CBOX



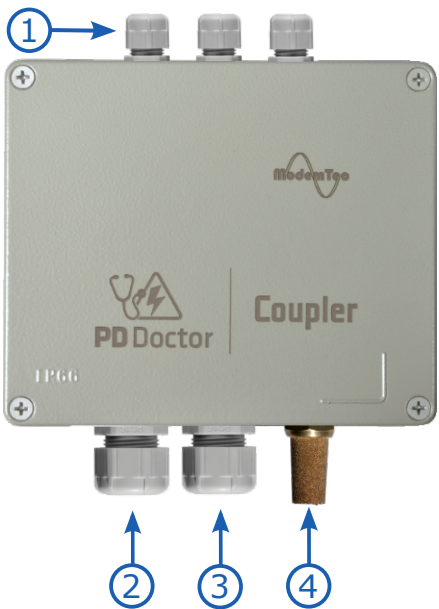
Rysunek 2.5: Skład MT-PDM1-CBOX

Oznaczenie	Opis
1	Zasilanie
2	Moduł pomiarowy MT-PDM1
3	Listwa zaciskowa z bezpiecznikiem
4	Przepusty do okablowania
5	Zamykane drzwi

Tabela 2.4: Opis MT-PDM1-CBOX

2.2 Urządzenie sprzęgające (MT-PDM1-CD3)

Urządzenie sprzęgające MT-PDM1-CD3 to trójkanałowy wzmacniacz, który wzmacnia słaby sygnał wyładowań niezupełnych i przygotowuje go do dalszej obróbki. Urządzenie to realizuje polecenia z analizatora przełączania poszczególnych kanałów, następnie przełącza zakresy tłumika wejściowego (wzmocnienia), normalizuje sygnał wyładowań niezupełnych i wydobywa dodatkowe informacje z poziomu WN. Urządzenie sprzęgające jest połączone z analizatorem kablem z 4 skrętkami (kat. 6a) zakończonymi złączami RJ45. Może również mierzyć temperaturę, wilgotność względną i ciśnienie w miejscu umieszczenia obudowy urządzenia, jeśli jest wyposażone w czujnik (należy określić w projekcie). W przypadku konieczności wykorzystania tylko jednego wejścia pomiarowego, urządzenie można skonfigurować tak, aby występowało w systemie jako wariant jednofazowy.



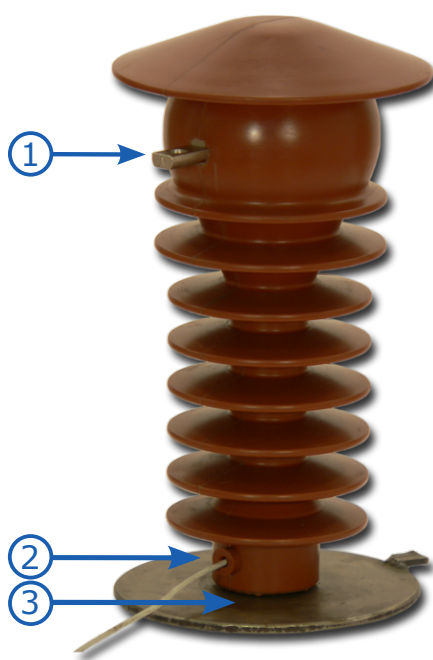
Rysunek 2.6: MT-PDM1-CD3

Oznaczenie	Opis
1	Podłączenie czujników
2	Połączenie z analizatora i uziemienie
3	Połączenie z następnymi urządzeniami sprzęgającymi
4	Czujnik temperatury, wilgotności i ciśnienia

Tabela 2.5: Opis MT-PDM1-CD3

2.3 Czujnik pojemnościowy (MT-PDM-SC22)

Czujnik pojemnościowy MT-PDM-SC22 jest przeznaczony do podłączania komponentów PD Doctor do sprzętu WN bezpośrednio na częściach pod wysokim napięciem do 22 kV. Wykonuje bezpieczną separację impedancyjną elementów PD Doctor od części pod napięciem sprzętu WN. Dostarcza sygnały o wysokiej częstotliwości do zacisków urządzenia sprzęgającego w celu dalszego przetwarzania. Służy również jako dzielnik napięcia o częstotliwości 50 Hz (60 Hz), z którego urządzenie sprzęgające tworzy sygnał synchronizacji do przetwarzania w systemie PD Doctor. Czujnik pojemnościowy posiada wszystkie niezbędne certyfikaty do pracy na urządzeniach WN do napięcia 22 kV.



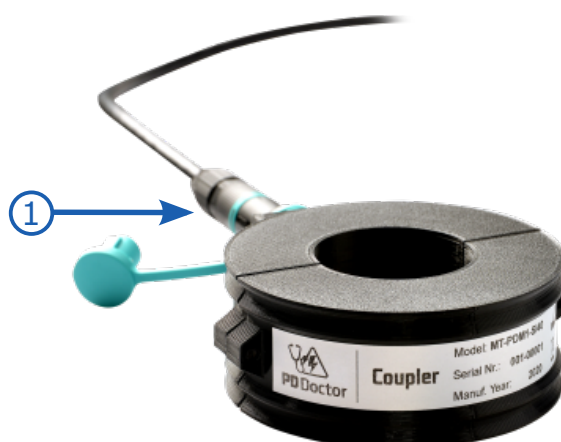
Rysunek 2.7: MT-PDM-SC22

Oznaczenie	Opis
1	Podłączenie do linii WN
2	Połączenie z urządzeniem sprzęgającym
3	Mocowanie i uziemienie czujnika

Tabela 2.6: Opis MT-PDM-SC22

2.4 Czujnik indukcyjny (MT-PDM-SI36)

Czujnik indukcyjny MT-PDM-SI36 jest przeznaczony do wykrywania prądów o wysokiej częstotliwości, które mogą przepływać przez ekran lub inne metalowe części sprzętu WN, połączone jednym przewodem z uziemieniem. Czujnik indukcyjny jest umieszczony na przewodzie uziemniającym monitorowanego urządzenia. W niektórych przypadkach czujnik indukcyjny może być również używany w rozmieszczeniu na kablu zasilającym, ale na ekranowanej części kabla w pobliżu końca ekranu. W takim przypadku należy wziąć pod uwagę wielkość prądu roboczego kabla (urządzenia), który nie może przekraczać wskazanej maksymalnej wartości czujnika indukcyjnego.



Rysunek 2.8: MT-PDM-SI36

Oznaczenie	Opis
1	Połączenie z urządzeniem sprzęgającym

Tabela 2.7: Opis MT-PDM-SI36

2.5 Aplikacja komputerowa (MT-PDDA)

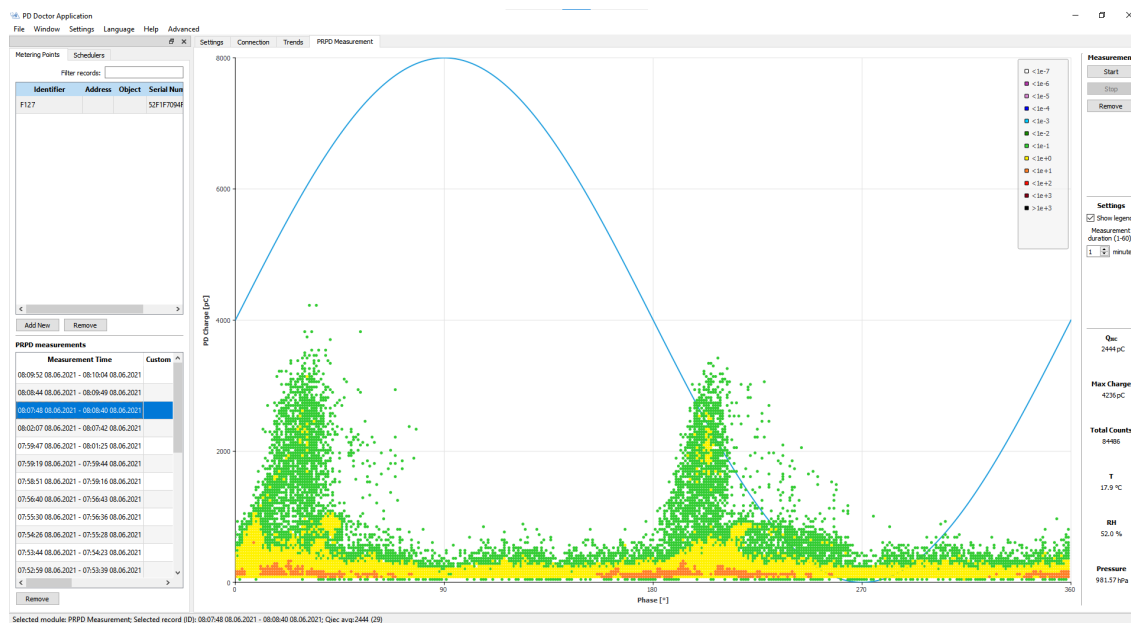
PD Doctor Application to aplikacja desktopowa do pomiaru, analizy i monitorowania wyładowań niezupełnych. Aplikacja komunikuje się bezpośrednio z analizatorem MT-PDM1, z którego odczytuje dane pomiarowe. Są one przechowywane w bazie danych pod odpowiednim punktem pomiarowym, skąd są następnie prezentowane w postaci wykresów i trendów.

Aplikacja umożliwia:

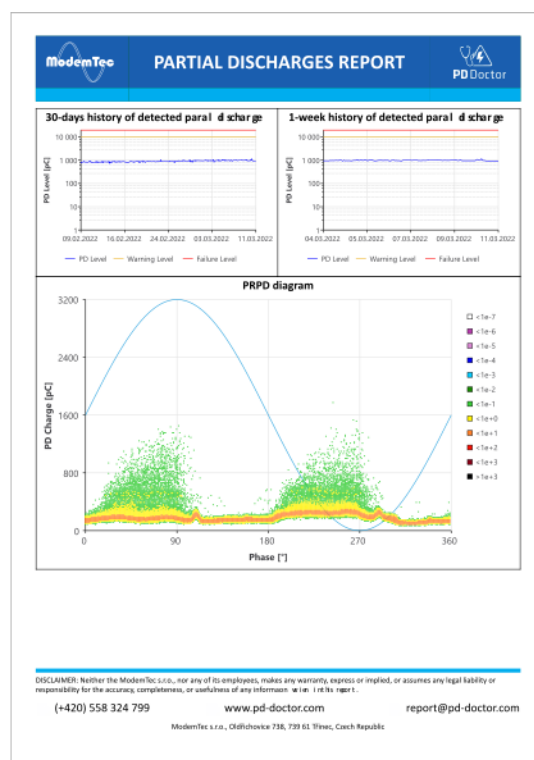
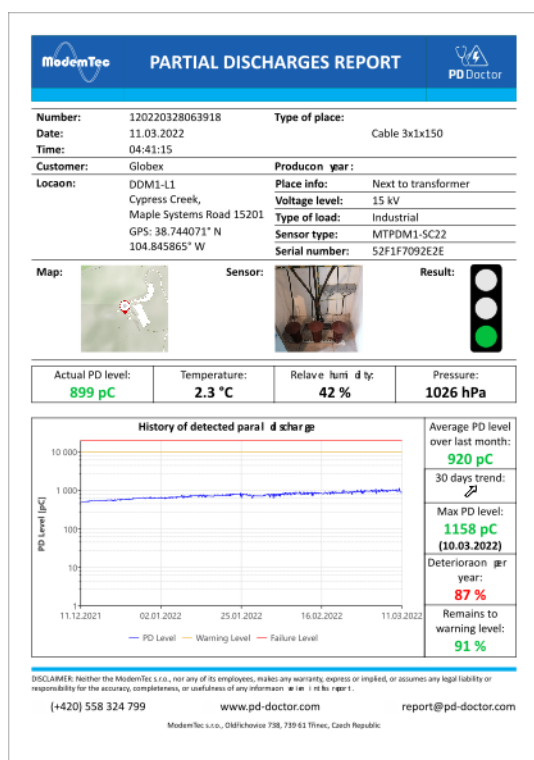
- zarządzanie punktami pomiarowymi
- pomiar wyładowań niezupełnych (PRPD, Q_{IEC} , ...)
- pomiar parametrów środowiskowych (temperatura, ciśnienie, wilgotność względna)
- pomiar ręczny lub powtarzany za pomocą planera
- przechowywanie danych historycznych
- wyświetlanie pomiarów PRPD i trendów długoterminowych
- korelacja aktywności wyładowań z parametrami środowiskowymi
- parametryzacja i kalibracja urządzenia
- generowanie raportów
- import i eksport danych

Raport generowany przez aplikację zawiera:

- Dane o zmierzonej lokalizacji
- Prosty przegląd aktualnego stanu (zmierzony poziom Q_{IEC} , trend rozwoju wyładowań niezupełnych, stan mierzonego urządzenia)
- Wykres rozwoju Q_{IEC} na przestrzeni ostatniego okresu
- Wykres PRPD aktualnego stanu aktywności wyładowań



Rysunek 2.9: Aplikacja komputerowa MT-PDDA



Rysunek 2.10: Przykład raportu wygenerowanego przez aplikację MT-PDDA

2.6 Kalibrator (MT-PDCAL2)

Kalibrator MT-PDCAL2 to urządzenie, które symuluje wyładowania niezupełne o określonej energii i może być używane do kalibracji i weryfikacji urządzeń wykrywających aktywność wyładowań niezupełnych. Można go używać tylko w stanie bez zasilania linii, do której podłączone jest urządzenie wykrywające aktywność wyładowań niezupełnych. Umożliwia kalibrację czujników pojemnościowych i indukcyjnych. Ogromną zaletą kalibratora jest możliwość zdalnego sterowania. Eliminuje potrzebę fizycznego kontaktu z urządzeniem podczas przełączania wyjścia. To ostatecznie upraszcza i przyspiesza proces kalibracji, ponieważ nie ma potrzeby zwierania linii.

Podstawowe właściwości kalibratora:

- Zgodny z normą EN 60270
- Wybór wielkości ładunku elektrycznego na 5 poziomach
- Wybór częstotliwości powtarzania wyładowań na 2 poziomach
- Możliwość synchronizacji z oświetleniem (tylko żarówka lub lampa wyładowcza)
- Możliwość zdalnego sterowania
- Wyjście optyczne do synchronizacji z miernikiem
- Przenośna i trwała konstrukcja
- Zasilanie bateryjne z ładowaniem przez USB-C (5V)



Rysunek 2.11: MT-PDCAL2

Oznaczenie	Opis
1	Przycisk zasilania
2	Ładowanie przez USB-C
3	Wyjście synchronizacji (optyczne)
4	Wyjście wyładowań kalibracyjnych
5	Czujnik synchronizacji światła, stan baterii i zdalnego sterowania
6	Wybór częstotliwości wyładowań
7	Wybór wielkości wyładowania elektrycznego

Tabela 2.8: Opis panelu na MT-PDCAL2

3 Używanie systemu

W tej części dokumentu krótko opisano korzystanie z systemu PD Doctor. Inne procesy, takie jak instalacja i niektóre zaawansowane techniki, omówiono w osobnych dokumentach.

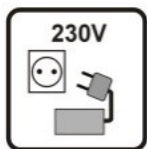
3.1 Instrukcje dotyczące bezpieczeństwa



System pomiarowy PD Doctor stanowi kompletny zestaw. Tylko ten montaż jest bezpieczny z punktu widzenia porażenia prądem elektrycznym. Dlatego nie należy używać innych połączeń niż te wymienione i zalecane w tej instrukcji.



System PD Doctor jest na stałe podłączony do sieci WN (1000 V aż 22 kV). Dlatego każda manipulacja po stronie połączenia WN, tj. z elementem pomiarowym i przewodami, wymaga dużej ostrożności i może być tylko wykonywana przez pracownika **o wyższych kwalifikacjach do samodzielnej pracy przy urządzeniach elektrycznych powyżej 1000 V.**



Szafa sterownicza PD Doctor jest na stałe podłączona od strony zasilania do sieci 230 V 50 Hz. Dlatego każda obsługa szafy, przewodów lub elementów wewnątrz szafy wymaga dużej ostrożności i może być wykonywana wyłącznie przez wykwalifikowanego pracownika do samodzielnej pracy i powyżej.



Każde urządzenie jest wystarczająco pokryte we własnej skrzynce instalacyjnej o określonym zasięgu. Np. IP65 – pyłoszczelny, odporny na przyskającą wodą.



Nie umieszczaj niepotrzebnie urządzenia w bezpośredniej bliskości źródeł ciepła (grzejniki, urządzenia z gorącym powietrzem itp.).

System pomiarowy będzie działał niezawodnie tylko w warunkach określonych w niniejszej instrukcji. Wszelkie samowolne zmiany w użytkowaniu i eksploatacji mogą spowodować pogorszenie funkcji urządzenia, jego zniszczenie lub obniżenie bezpieczeństwa użytkowania (konserwacji).

3.2 Stosowanie

System PD Doctor jest przeznaczony do monitorowania obecności wyładowań niezupełnych na urządzeniach elektrycznych podczas normalnej pracy, dlatego jest przeznaczony do instalacji na stałe. Jednak jego użycie może być również tymczasowe, aby zweryfikować założenia uzyskane inną metodą. System wykrywa aktywność wyładowań za pomocą czujników pojemnościowych i indukcyjnych podłączonych do monitorowanego obiektu. Dostęp do danych pomiarowych możliwy jest poprzez wbudowany serwer zgodny ze standardem OPC UA. Dane mogą być następnie przetwarzane przez aplikację MT-PDDA (rozdz. 2.5) lub aplikację własną klienta.

W aplikacji MT-PDDA konieczne jest utworzenie punktu pomiarowego, który zawiera identyfikację danego punktu pomiarowego (nazwa, typ, lokalizacja, wiek, ...) oraz adres IP dołączonego analizatora. Następnie wszystkie zrealizowane pomiary są zapisywane pod utworzonym punktem pomiarowym i możliwe jest śledzenie ich historycznego rozwoju. Odbywa się to poprzez funkcję wyświetlania trendu aktywności wyładowań niezupełnych, który można również porównać z rozwojem temperatury, ciśnienia i wilgotności względnej otoczenia. Na wyświetlaniu wykresów PRPD możliwa jest szczegółowa analiza aktywności wyładowania, a tym samym oszacowanie potencjalnego źródła przyszłego uszkodzenia. Funkcja harmonogramu jest odpowiednia do automatycznego zbierania danych z punktów pomiarowych, które wykonują wstępnie ustawione pomiary w regularnych odstępach czasu, a tym samym uzyskuje wystarczającą ilość danych do głębszej analizy. Uzyskane dane można również przedstawić w postaci raportu w formacie PDF.

3.3 Konserwacja

Urządzenia PD Doctor wymagają regularnej konserwacji i przeglądów. Okno czasowe można ustalić zgodnie z konserwacją i kontrolą otaczającego sprzętu zgodnie z lokalnymi przepisami i zwyczajami.

Zwykle raz na 2 lata konieczne jest wykonanie:

- kontrola integralności sprzętu, zwłaszcza kabli połączeniowych
- czyszczenie sprzętu, zwłaszcza części WN
- wykonać rewizję urządzenia

Jeśli podczas pracy nastąpią zmiany w topologii urządzenia WN, wymiana urządzenia WN lub inne zmiany związane z monitorowanym urządzeniem WN, zaleca się jak najszybsze wykonanie nowej kalibracji systemu PD Doctor. W przeciwnym razie nie ma gwarancji, że wprowadzone zmiany nie wpłyną na wyniki pomiarów.

3.4 Stany urządzenia

Stany pracy urządzenia są wskazywane na przednim panelu analizatora (rys. 2.3) wraz z znaczeniem elementów wskaźnika wymienionych w poniższych tabelach.

Kolor	Stan	Opis
Zielony	Miga	Normalne działanie, trwa pomiar
Czerwony	Świeci	Wystąpił błąd

Tabela 3.1: SYS - Wskaźnik stanu modułu

Kolor	Stan	Opis
Zielony	Świeci	Trwa pomiar Q_{IEC}
Pomarańczowy	Świeci	Trwa pomiar PRPD
Pomarańczowy	Miga	Trwa pomiar rekordu SCOPE
Czerwony	Świeci	Trwa regulacja poziomu szumu
Czerwony	Miga	Trwa kalibracja

Tabela 3.2: CPU - Wskazanie stanu rdzenia obliczeniowego

Kolor	Stan	Opis
Zielony	Świeci	Gotowe do pomiaru
Zielony	Miga	Wykrywanie wyładowań niezupełnych
Pomarańczowy	Świeci	Nie jest gotowy do pomiaru
Pomarańczowy	Miga	Trwa pomiar nagrywania
Czerwony	Świeci	Wejście kanału jest nasycone
Czerwony	Miga	Pamięć podręczna wyładowań niezupełnych jest pełna

Tabela 3.3: MEAS - Wskazanie stanu rdzenia pomiarowego

Kolor	Stan	Opis
Zielony	Świeci	Moduł jest zasilany
-	Nie świeci	Brak zasilania modułu, przepalony bezpiecznik, awaria

Tabela 3.4: POWER - Wskazanie stanu zasilania

3.5 Rozwiązywanie problemów

Problem	Objawy	Rozwiązanie
Urządzenie nie działa	Nic się nie świeci ani nie miga	Włączyć 230 V 50 Hz
		Wymiana bezpiecznika w szafce MT-PDM
	Miga dioda LED zasilania - przeciążenie	Wadliwe zasilanie MT-PDM
Nie można połączyć się z urządzeniem		Sprawdź okablowanie pod kątem zwarcia
		Wadliwy komponent MT-PDM
		Sprawdzanie kabla LAN i elementów sieciowych
Nie możesz połączyć się z urządzeniem przez modem LTE	Modem LTE dostępny	Wadliwy analizator
	Modem LTE nieosiągalny	Sprawdź kabel połączeniowy analizatora - modem LTE
		Sprawdzenie zasilania modemu LTE
		Kontrola obecności LTE (GSM) sygnał w miejscu, w którym znajduje się modem
		Sprawdzanie karty SIM - funkcjonalność, stan kredytu

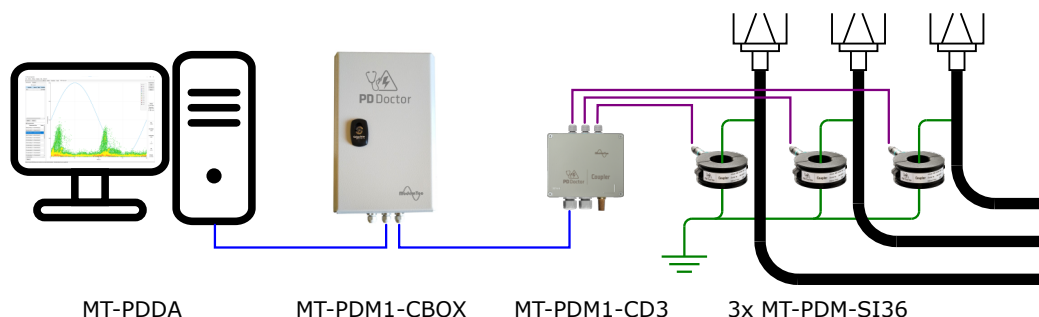
Tabela 3.5: Typowe problemy

3.6 Przykłady instalacji

PD Doctor może pracować na różnych urządzeniach elektrycznych. Najczęściej wykorzystywany jest do monitorowania kabli, maszyn wirujących i transformatorów. Oto dwa typowe przykłady instalacji, na kabel i na transformator. Konkretna instalacja musi być zgodna z lokalnymi przepisami, lokalnymi warunkami i obowiązującymi normami. Szczegółowe informacje związane z montażem poszczególnych elementów znajdują się w instrukcji montażu.

3.6.1 Instalacja na kablu WN

Zainstalowany na linii kablowej system PD Doctor pozwala na monitorowanie defektów izolacji w kablach, złączach i zakończeniach. Połączenie z linią kablową realizowane jest poprzez sprzężenie indukcyjne (czujnik HFCT) umieszczone na poszczególnych żyłach ekranujących z kabli WN. Taka instalacja jest selektywna i monitoruje wyładowania tylko w linii kablowej, podczas gdy aktywność wyładowań w otoczeniu jest tłumiona.



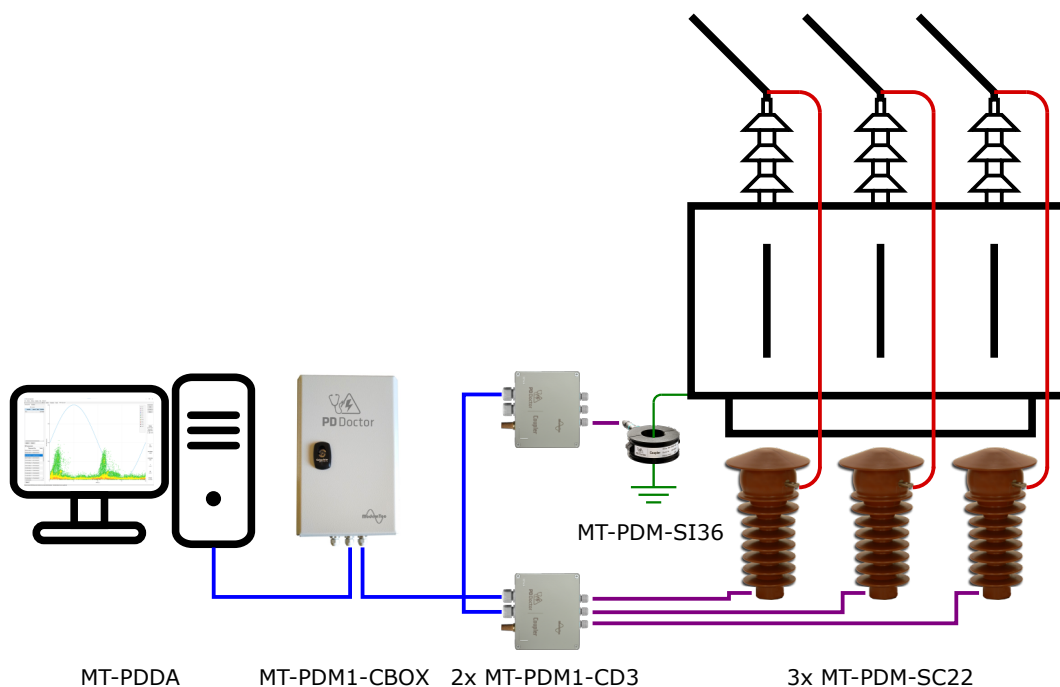
Rysunek 3.1: Przykład instalacji na kablu WN

Ilość	Oznaczenie	Opis
1	MT-PDDA	Aplikacja komputerowa
1	MT-PDM1-CBOX	Szafa sterownicza z analizatorem MT-PDM1
1	MT-PDM1-CD3	Urządzenie sprzęgające
3	MT-PDM-SI36	Czujnik indukcyjny

Tabela 3.6: Przykład instalacji na kablu WN - użyte komponenty

3.6.2 Instalacja na transformatorze WN

System PD Doctor zainstalowany na transformatorze WN za pomocą czujników pojemnościowych umożliwia monitorowanie defektów stanu izolacji nie tylko samego transformatora, ale również jego otoczenia. Wynika to z wysokiej czułości i zasady wykrywania pojemnościowego. Czujnik indukcyjny natomiast wykrywa wyładowania transformatora skierowane na ziemię.



Rysunek 3.2: Przykład instalacji na transformatorze WN

Ilość	Oznaczenie	Opis
1	MT-PDDA	Aplikacja komputerowa
1	MT-PDM1-CBOX	Szafa sterownicza z analizatorem MT-PDM1
2	MT-PDM1-CD3	Urządzenie sprzęgające
1	MT-PDM-SI36	Czujnik indukcyjny
3	MT-PDM-SC22	Czujnik pojemnościowy

Tabela 3.7: Przykład instalacji na transformatorze WN - użyte komponenty

A Specyfikacje techniczne

A.1 Analizator (MT-PDM1)

Zasilanie

Napięcie zasilania	12 V _{DC}
Prąd maksymalny	0,5 A

Parametry wykrywania wyłączeń niepełnych

System	Szerokopasmowy
Pasma częstotliwości	0,1 ÷ 1 MHz
Pasma przenoszenia	Zmienna
Czułość	1 mV

Ethernet

Złącze	RJ45
Prędkość transmisji	10/100 Mbps
Wskazanie	tak, Dioda LED na złączu
Separacja galwaniczna	tak
Stosowanie	Komunikacja operacyjna LAN, modem GPRS

USB

Złącze	USB-B
Rola USB	Device
Wskazanie	nie
Separacja galwaniczna	nie
Stosowanie	komunikacja operacyjna / systemowa

RS232

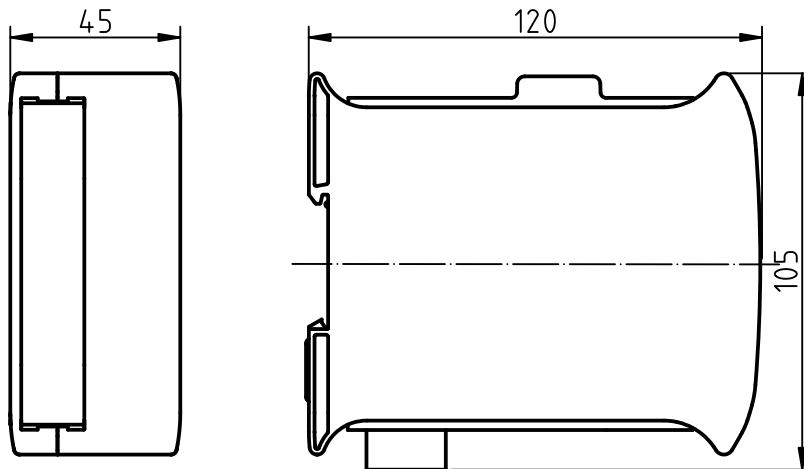
Złącze	RJ45
Prędkość transmisji	300 ÷ 115200 Bd
Ustawienia	8 bit, Kontrola parzystości bez/nieparzyste/parzyste, start/stop 1/2
HW kierowanie	nie
Wskazanie	tak, Diody LED na PCB
Separacja galwaniczna	tak
Stosowanie	monitorowanie ruchu

Dane klimatyczne

Środowisko	Normalne
Temperatura robocza	-40 ÷ +60 °C
Temperatura graniczna	-40 ÷ +70 °C
Temperatura przecho- wywania	-40 ÷ +70 °C
Wilgotność względna	0 ÷ 80 %
Ochrona	IP20

Inne

Wymiary (sz. x w. x g.)	45 x 105 x 119 mm
Waga	0,2 kg
Montaż	szyna DIN35



Rysunek A.1: MT-PDM1 wymiary

A.2 Szafa sterownicza (MT-PDM1-CBOX)

Zasilanie

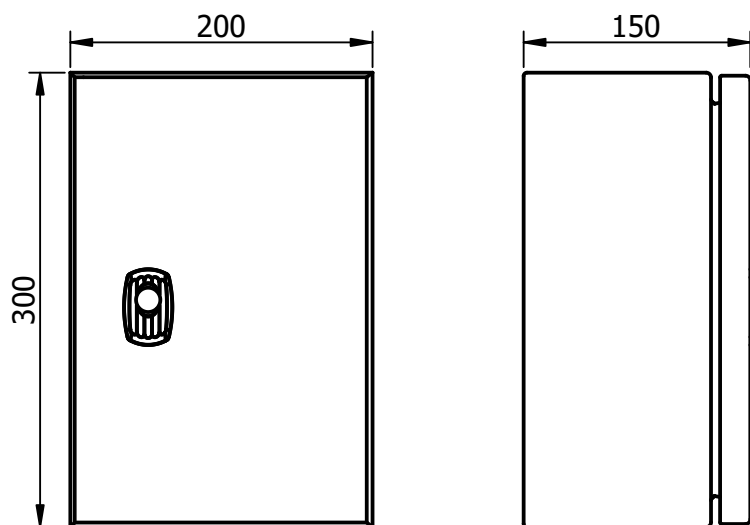
Napięcie zasilania	230 V _{AC}
Prąd maksymalny	0,9 A

Dane klimatyczne

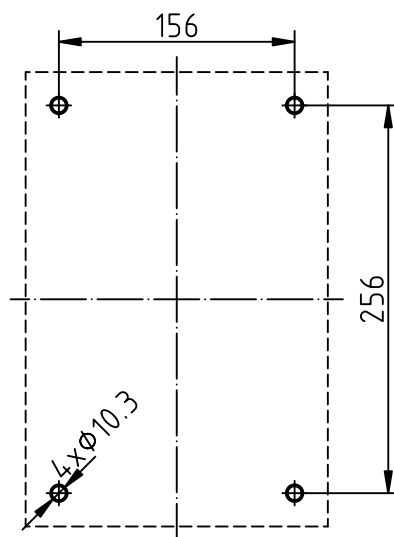
Środowisko	Normalne
Temperatura robocza	-40 ÷ +60 °C
Temperatura graniczna	-40 ÷ +70 °C
Temperatura przechowywania	-40 ÷ +70 °C
Wilgotność względna	0 ÷ 80 %
Ochrona	IP66

Inne

Wymiary (sz. x w. x g.)	200 x 300 x 150 mm
Waga	4 kg
Montaż	na ścianie
Typ szafki	Schneider NSYS3D3215P
Producent szafek	MSV elektronika według EN 61439-1



Rysunek A.2: Wymiary MT-PDM1-CBOX



Rysunek A.3: Otwory montażowe MT-PDM1-CBOX

A.3 Urządzenie sprzęgające (MT-PDM1-CD3)

Zasilanie

Napięcie zasilania	12 V _{DC}
Prąd maksymalny	0,15 A

Parametry wzmacniacza

Ilość kanałów	3
Typ wejścia kanałów PD	• napięciowy (czujnik pojemnościowy PD) • prądowy (czujnik indukcyjny PD)
Pasma częstotliwości dla kanału PD	60 kHz ÷ 1,5 MHz
Liczba kroków zmiany wzmocnienia	4
Wzmocnienie sygnału wyładowań	0 / -12 / -24 / -36 dB
Sygnał wyjściowy kanałów PD	analogowy, różnicowy
Wejścia kanałów synchronizacji	• osobny • wspólne z wejściem PD
Maks. napięcie wejść synchr.	15 V _{AC}
Pasma częstotliwości dla kanału synchr.	40 ÷ 70 Hz
Sygnał wyjściowy kanałów synchronizacji	analogowy, różnicowy
Złącze wyjściowe (wspólne)	2x RJ45 (port1 + port2)

Pomiar środowiskowy

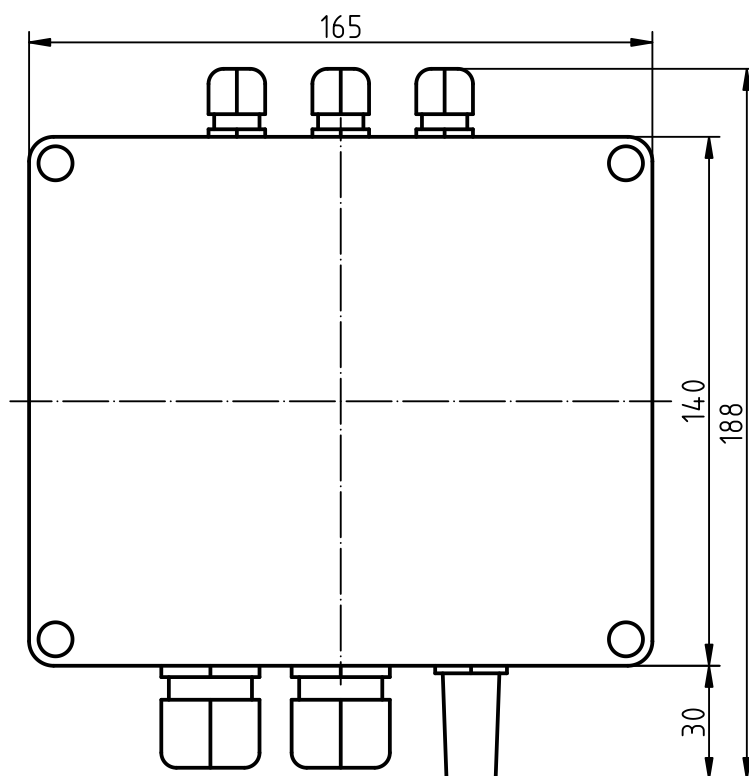
Usytuowanie	brązowa pokrywa na szafce
Pomiar temperatury	-40 ÷ +85 °C (±1 °C)
Pomiar wilgotności względnej	0 ÷ 100 % (±3 %)
Pomiar ciśnienia	300 ÷ 1100 hPa (±1,7 hPa)

Dane klimatyczne

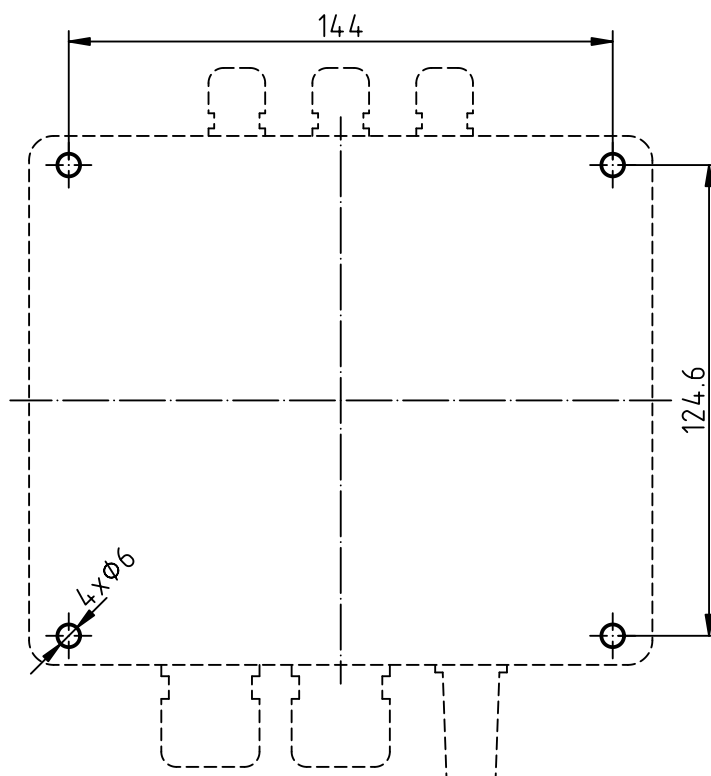
Środowisko	Normalne
Temperatura robocza	-40 ÷ +60 °C
Temperatura graniczna	-40 ÷ +70 °C
Temperatura przechowywania	-40 ÷ +70 °C
Wilgotność względna	0 ÷ 80 %
Ochrona	IP66

Inne

Wymiary (sz. x w. x g.)	165 x 195 x 65 mm
Waga	0,8 kg
Montaż	na ścianie
Typ pudełka	Molex 936040024 (8000.6263.2)



Rysunek A.4: Wymiary MT-PDM1-CD3

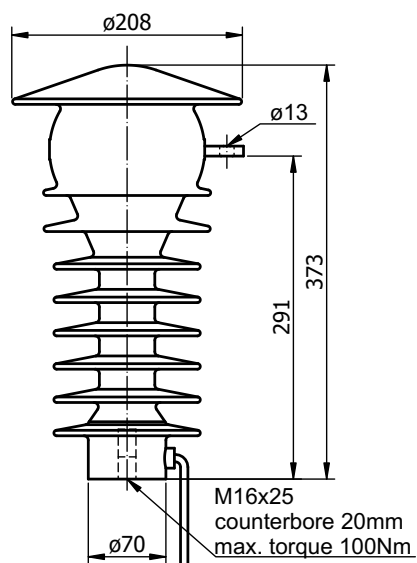


Rysunek A.5: Otwory montażowe MT-PDM1-CD3

A.4 Czujnik pojemnościowy (MT-PDM-SC22)

Parametry kondensatora sprzęgającego

Oznaczenie typu producenta	VSO 25.1
Znamionowe napięcie pierwotne	22/ $\sqrt{3}$ kV
Najwyższe napięcie systemu	24/25 kV
Napięcie testowe AC	50 kV
Napięcie probiercze impulsowe	125 kV
Długość drogi powierzchniowej	785 mm
Waga	6 kg
Klasa temperatury izolacji	E
Długość kabla połączeniowego	2 m

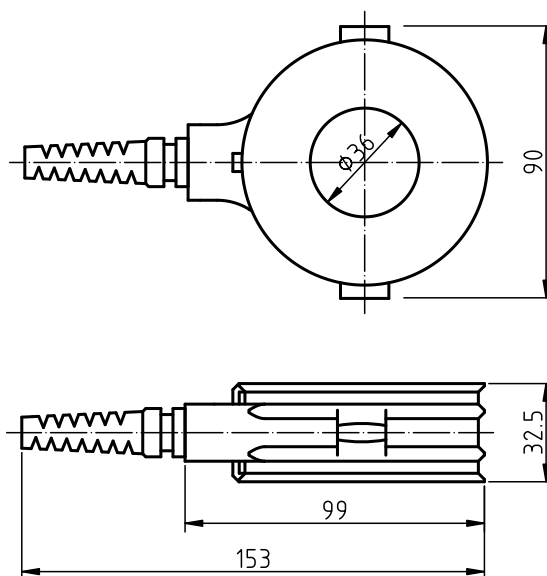


Rysunek A.6: Wymiary MT-PDM-SC22 (VSO 25.1)

A.5 Czujnik indukcyjny (MT-PDM-SI36)

Parametry czujnika indukcyjnego

Napięcie pierwotne, maksymalne	500 V
Prąd pierwotny, I_n	0 ÷ 100 A, 50 Hz
Długość kabla połączeniowego	5 m
Waga	0,4 kg



Rysunek A.7: Wymiary MT-PDM-SI36 dla przewodu GND / PE

A.6 Aplikacja komputerowa (MT-PDDA)

Zalecane wymagania systemowe

System operacyjny	Windows 10
Procesor	min. 2 GHz
RAM	4 GB
Dysk twardy	300 MB + miejsce na dane
Rozdzielczość ekranu	min. 1024 x 768
Sieć	połączenie LAN z analizatorami

A.7 Kalibrator (MT-PDCAL2)

Zasilanie

Napięcie zasilania	+5 V
Maks. prąd ładowania	1 A
Bateria	2x Lilon 18650 3,7 V 2100 mAh
Wskaźnik stanu baterii	tak
Złącze ładowania	USB-C

Wyjście impulsowe

Napięcie	30 V _{PP}
Wyładowanie	100 pC, 500 pC, 1 nC, 5 nC, 10 nC
Częstotliwość powtarzania	100 Hz, 300 Hz
Złącze wyjściowe	BNC
Wyjście synchronizacji	Złącze Toslink do kabla optycznego

Urządzenia peryferyjne wejściowe

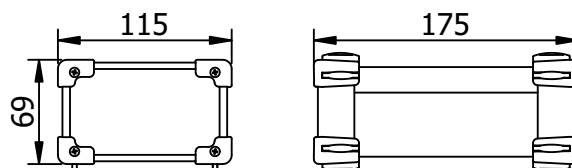
Synchronizacja zewnętrzna przy 50/60 Hz	światło (lampa wyładowcza, żarówka)
---	-------------------------------------

Dane klimatyczne

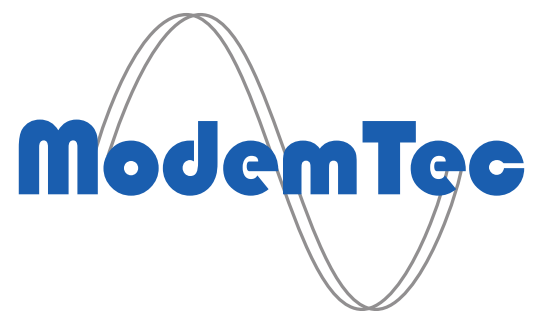
Środowisko	Normalne
Temperatura robocza	-20 ÷ +40 °C
Temperatura graniczna	-20 ÷ +50 °C
Temperatura przechowywania	-20 ÷ +50 °C
Wilgotność względna	0 ÷ 80 %
Ochrona	IP40

Inne

Wymiary (sz. x w. x g.)	115 x 69 x 175 mm
Waga	0,95 kg
Montaż	Urządzenie przenośne



Rysunek A.8: Wymiary kalibratora MT-PDCAL2



ModemTec s.r.o.
Oldřichovice 738
739 61 Třinec
Republika Czeska

Tel: (+420) 558 558 311
E-mail: info@modemtec.cz
Web: www.modemtec.cz