



# **Uziemienie pośrednie ekranów kabli sygnałowych**

**Opracowanie:**

dr inż. Tomasz Maksimowicz

**RST Sp. z o.o.**

15-620 BIAŁYSTOK  
ul. Elewatorska 17/1

tel.: 792 350 100

[www.rst.bialystok.pl](http://www.rst.bialystok.pl)  
e-mail: [rst@rst.bialystok.pl](mailto:rst@rst.bialystok.pl)



## 1. Wstęp

Kable ekranowane zwiększają poziom odporności elektromagnetycznej systemów elektronicznych. Ekran kabla, aby spełniał swoje funkcje ekranujące, musi być właściwie uziemiony. Najskuteczniejszą ochronę zapewnia obustronne uziemienie ekranu. W niektórych sytuacjach ekran na jednym z końców nie może być jednak bezpośrednio uziemiony ze względów funkcjonalnych lub wynikających z tego zagrożeń. Dotyczy to najczęściej ekranów kabli w rozproszonych obwodach sygnałowych. W takich przypadkach zastosowanie ma uziemienie pośrednie. W niniejszym materiale omówiona zostanie kwestia uziemienia pośredniego ekranów kabli w obwodach sygnałowych.

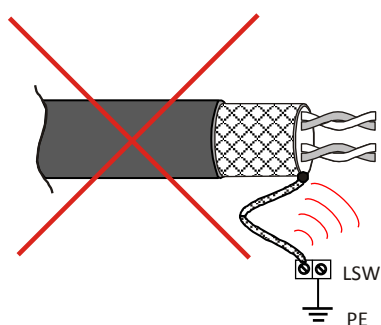
## 2. Uziemienie bezpośrednie

Aby zapewnić skuteczne działanie ekranu elektromagnetycznego, z punktu widzenia kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), należy go właściwie uziemić. Obecnie na rynku dostępnych jest coraz więcej produktów z dziedziny EMC ułatwiających odpowiednie podłączenie ekranu do instalacji wyrównania potencjałów.

Popularne splatanie ekranu w tzw. warkocz lub podłączanie ekranu za pomocą długich przewodów jest rozwiązaniem mało efektywnym, pogarszającym skuteczność ekranowania. Takie podłączenie powoduje, że prądy zakłóceń płynące w ekranie mogą promieniować na odsłonięte żyły kabla, powodując indukowanie się w nich zakłóceń (Rys. 1.a).

### ROZWIĄZANIE NIEPRAWIDŁOWE

a) „WARKOCZ” SKRĘCONY Z EKRANU  
LUB DŁUGI PRZEWÓD PE



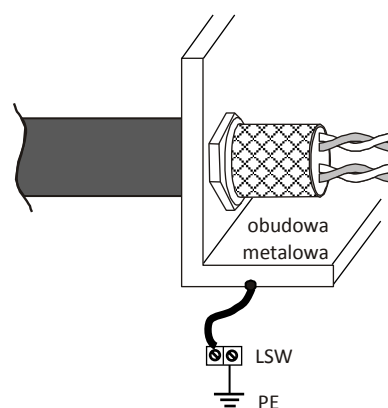
GSW – Główna Szyna Wyrównania Potencjałów

LSW – Lokalna Szyna Wyrównania Potencjałów

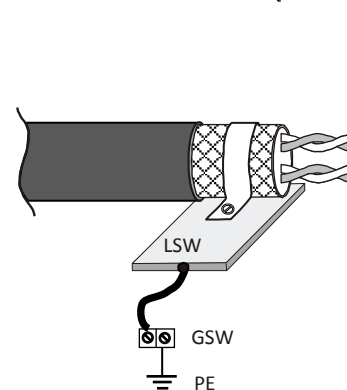
PE – połączenie wyrównawcze z układem uzioń

### ROZWIĄZANIA PRAWIDŁOWE

b) PRZEPUST



c) OBEJMA  
Z MATERIAŁU PRZEWODZĄCEGO



**Rys. 1.** Sposoby uziemiania ekranów kabli: a) „warkocz”; b) przepust; c) obejma

Właściwy sposób podłączenia powinien przede wszystkim zapewnić dobry kontakt elementu uziemiającego z ekranem na całym obwodzie kabla. Dobór sposobu połączenia zależy od zastosowania. Jeżeli kabel wprowadzany jest do metalowej obudowy, to zalecane jest zastosowanie odpowiednich przepustów lub dławic (Rys. 1.b, Rys. 2.a), które po skręceniu zaciskają się na ekranie, zapewniając bardzo dobry kontakt na całym obwodzie. Warunkiem jest, że obudowa musi być wykonana z materiału przewodzącego i uziemiona. Jeżeli kable wprowadzane są natomiast do wnętrza szafy aparaturowej, np. z kanałów kablowych, lub obudowa jest wykonana z materiału izolacyjnego, to należy stosować odpowiednie obejmy (Rys. 1.c) lub klamry (Rys. 2.b, c). Obecnie dostępne są specjalne elementy EMC, które można zamontować na płaskownikach (np. lokalna szyna wyrównania potencjałów LSW) lub standardowych szynach montażowych 35 mm.

Dobór rozwiązania powinien zawsze zależeć także od jego przeznaczenia. Z punktu widzenia kompatybilności elektromagnetycznej istotne jest przede wszystkim zapewnienie kontaktu elektrycznego po całym obwodzie. Natomiast, jeżeli takie uziemienie z założenia ma także przewodzić prądy udarowe, które mogą zaindukować się w ekranie, to istotne jest także zapewnienie odpowiedniej siły docisku i przekroje elementów uziemiających. Jest to kwestia istotna w przypadku rozległych systemów, które są bardziej podatne na indukowanie się przepięć, np.: w przypadku ekranowanych linii zewnętrznych do odległych czujników w systemach AKPiA. Jeżeli siła docisku będzie zbyt mała, to przy przepływie prądów udarowych może dochodzić do iskrzenia oraz osmalenia miejsca styku pogarszając tym samym jakość połączenia elektrycznego. Dla przykładu do tego celu bardziej odpowiednie jest rozwiązanie przedstawione na rysunku 2.c, gdzie sprężyna klamry zapewnia odpowiednią siłę docisku i lepszy kontakt elektryczny umożliwiając bezpieczne odprowadzenie prądów udarowych, a nawet częściowych prądów pioruna.



**Rys. 2.** Rozwiązania do uziemiania ekranów kabli:

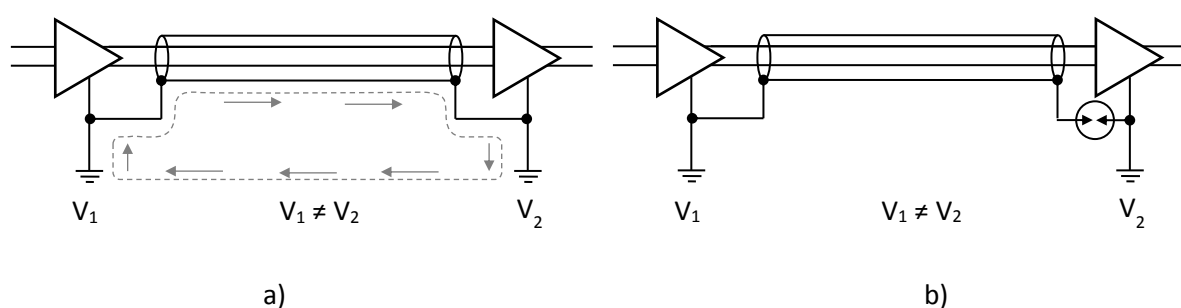
a) przepust EMC; b) klamra EMC; c) klamra EMC ze sprężyną (zdjęcia: astat.pl)

Jak wspomniano we wstępie, bezpośrednie uziemienie ekranu kabla nie zawsze jest możliwe. W niektórych sytuacjach nie jest dopuszczalne ze względów technologicznych lub może nawet prowadzić do zakłóceń systemu.

### 3. Uziemienie pośrednie w obwodach sygnałowych

Pośrednie uziemienie ekranu realizowane jest za pomocą elementu nieliniowego, który w warunkach normalnej pracy zapewnia dużą impedancję między ekranem a uziemieniem. Do tego celu w praktyce wykorzystywane są najczęściej odgromniki gazowe (GDT). Odgromniki są elementami typu ucinającego napięcie, co oznacza, że po przekroczeniu określonej wartości napięcia między elektrodami następuje gwałtowna zmiana impedancji elementu z bardzo dużej do bardzo małej stanowiącej niemal zwarcie. Elementy ograniczające napięcie, takie jak diody lub warystory, nie są do tego celu wykorzystywane, między innymi ze względu na ich stosunkowo duże pojemności, które mają istotne znaczenie zwłaszcza w obwodach sygnałowych.

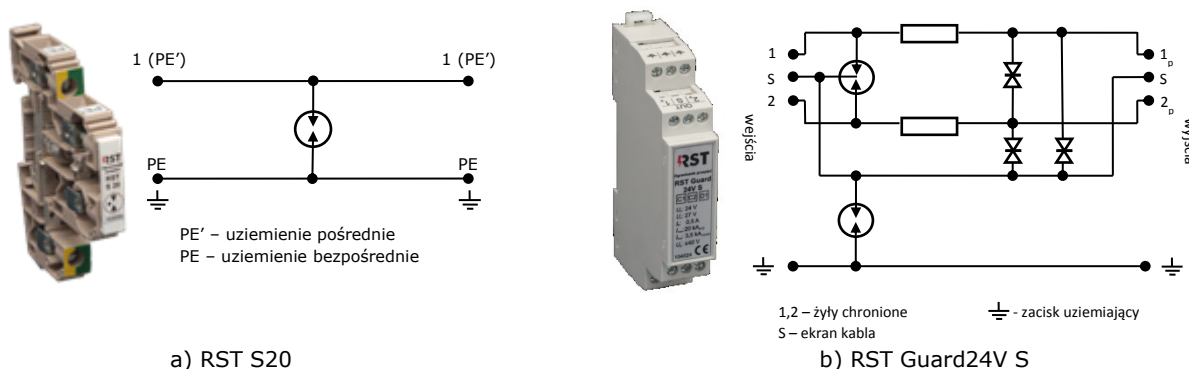
Przykładowo rozważmy rozproszony system pomiarowy AKPiA, w którym do głównej szafy aparaturowej w obiekcie doprowadzone są liczne kable od zewnętrznych czujników rozmieszczonych w terenie. Pomiędzy punktem uziemienia koncentratora a poszczególnymi punktami w terenie może wystąpić znacząca różnica potencjałów ( $V_1 \neq V_2$ ). W takim przypadku obwodem ekranu będą płynąć prądy wyrównawcze (Rys. 3.a), które mogą doprowadzić nawet do jego termicznego przeciążenia. Rozwiązaniem problemu może być zastosowanie specjalnych kabli z podwójnym ekranem lub pośrednie uziemienie ekranu po stronie czujnika. Podłączenie jednego z końców ekranu do uziemienia poprzez odgromnik (Rys. 3.b) zapewnia izolację ekranu od lokalnego punktu uziemienia, dzięki czemu w warunkach normalnej pracy ekranem nie płyną niepożądane prądy wyrównawcze. Element nieliniowy ma za zadanie połączenie ekranu z uziemieniem jedynie w przypadku wystąpienia przepięć, np.: powodowanych oddziaływaniem wyładowań atmosferycznych, umożliwiając tym samym odprowadzenie energii zaburzeń do ziemi.



**Rys. 3.** Różnica potencjałów uziemienia pomiędzy odległymi końcami kabla sygnałowego:  
 a) bezpośrednie uziemienie ekranu po obu stronach kabla – przepływ prądów wyrównawczych;  
 b) pośrednie uziemienie ekranu po stronie punktu zewnętrznego

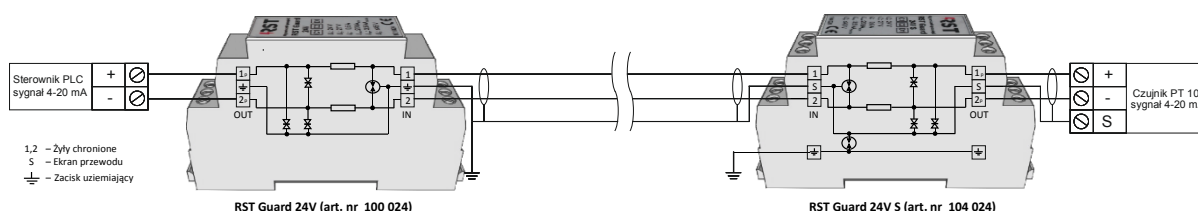
Jednostronne uziemienie pośrednie co prawda zmniejsza efektywność ekranowania kabla, ale pozwala na ograniczenie wpływu różnic potencjałów pomiędzy odległymi punktami uziemiaczymi. W powiązaniu z ochroną przed przepięciami może to być zrealizowane w postaci dodatkowego elementu

zapewniającego uziemienie pośrednie (np.: RST S20, Rys. 4a) albo odpowiedniego ogranicznika przepięć posiadającego dedykowany zacisk do podłączenia ekranu. Dla wszelkich obwodów pomiarowych pracujących w standardzie pętli prądowej 4-20 mA zastosowanie znajduje tutaj RST Guard 24V S (Rys. 4.b).



**Rys. 4.** a) Ogranicznik RST S20 do pośredniego uziemienia ekranów  
b) Ogranicznik RST Guard 24V S do ochrony pary żył z zaciskiem do podłączenia ekranu

Na rysunku 5 przedstawiono przykład ochrony przed przepięciami obwodu pomiarowego w standardzie 4-20 mA. Czujnik zabezpieczony jest w tym przypadku ogranicznikiem RST Guard 24V S, który dzięki specjalnemu zaciskowi (oznaczenie „S”) umożliwia podłączenie i pośrednie uziemienie ekranu kabla. Sterownik, z kolei jest zabezpieczony standardowym ogranicznikiem RST Guard 24V przy którym ekran jest podłączony do zacisku uziemiającego i bezpośrednio uziemiony.



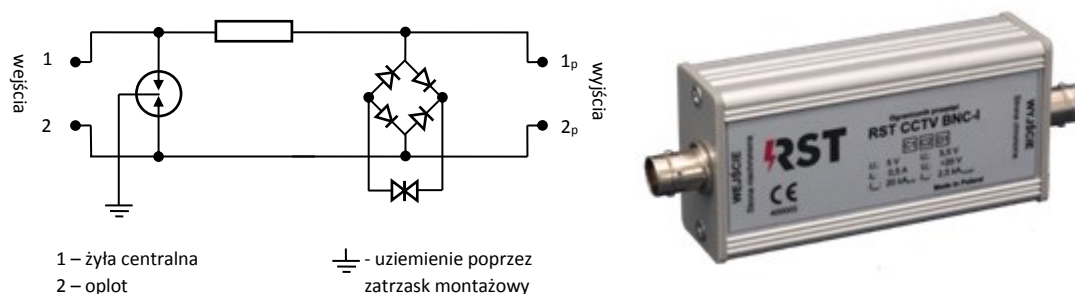
**Rys. 5.** Ochrona przed przepięciami obwodu pomiarowego w standardzie 4-20 mA z pośrednim uziemieniem ekranu kabla po stronie czujnika

Konieczność pośredniego uziemienia ekranów kabla może wynikać także ze względów technologicznych i wymagań producenta systemu. Taka sytuacja jest spotykana obecnie bardzo często w przypadku systemów sygnalizacji pożaru SSP. Wiele producentów central systemów ppoż. stawia wymaganie, że ekran pętli dozorowej może być uziemiony wyłącznie przy centrali poprzez podłączenie do wskazanego zacisku. Doziemienie ekranu w innym dowolnym punkcie sygnalizować będzie błąd systemu. Projektowanie w takim przypadku ochrony przed przepięciami zgodnie ze strefową koncepcją wg norm serii PN-EN 62305 wymusza stosowanie specjalnych rozwiązań w postaci ograniczników przepięć

umożliwiających pośrednie uziemienie ekranu, takich jak RST SAP 3A 24V S. Taki ogranicznik pozwala na zabezpieczenie linii dozorowej nie tylko bezpośrednio przy centrali, ale także w dowolnym jej miejscu. Zabezpieczenie obwodów sygnalizacyjnych poza centralą jest przykładowo konieczne na każdej z granic stref ochrony odgromowej LPZ. W praktyce są to najczęściej punkty przejścia pętli dozorowej pomiędzy sąsiednimi budynkami. W takim przypadku pętlę należy zabezpieczyć po obu stronach każdego przejścia między budynkami.

Należy przy okazji nadmienić, że z punktu widzenia ochrony odgromowej, na etapie analizy ryzyka, automatyczne instalacje alarmowe SSP mogą być uznane za środek służący do ograniczenia skutków pożaru **„tylko wtedy, gdy są chronione przed przepięciami”** (PN-EN 62305-2:2012, pkt. C.3, Tablica C.4). System sygnalizacji pożaru to także urządzenie elektroniczne. Obwody dozorowe, wykonywane w postaci pętli, są szczególnie narażone na indukowanie w nich przepięć na skutek oddziaływania pola elektromagnetycznego. Może zatem wystąpić sytuacja, gdy bezpośrednio uderzenie pioruna w budynek spowoduje pożar w obiekcie. Na skutek piorunowego impulsu elektromagnetycznego powodowanego przepływem prądu pioruna, system SSP, jeżeli nie jest zabezpieczony skutecznie przed przepięciami, może ulec uszkodzeniu i nie być w stanie zaalarmować o zaistniałym pożarze. Z tego względu należy przyjąć, że w każdym obiekcie wyposażonym w urządzenie piorunochronne LPS, zarówno obwody sygnałowe, jak i zasilające systemów sygnalizacji pożaru powinny być skutecznie zabezpieczone przed przepięciami.

Problem uziemienia występuje także w rozproszonych obwodach telewizji dozorowej (VSS) wykorzystujących 75  $\Omega$  kable koncentryczne do transmisji sygnału wizji. W tym przypadku co prawda oplot kabla koncentrycznego stanowi właściwie obwód powrotny, a nie ekran, ale jest to przykład doskonale znany w praktyce i dobrze obrazujący sytuację. W rozległych systemach VSS, z wyniesionymi punktami kamerowymi, w obwodach wizji mogą występować zakłócenia na skutek różnic potencjałów między obiektem, w którym znajduje się centrum dozoru wizyjnego, a punktem kamerowym znajdującym się w terenie. Oplot przy video rejestratorze jest uziemiany i stanowi potencjał odniesienia dla transmitowanych sygnałów. W oddalonych punktach kamerowych, znajdujących się w terenie, potencjał uziemienia może być inny niż na terenie obiektu. Bezpośrednie uziemienie w takim miejscu (np. uziemienie słupa kamerowego) może prowadzić do zmiany wartości sygnału, powodując jego zakłócenie. W takim przypadku możliwe jest uziemienie pośrednie przy użyciu ogranicznika przepięć, który nie tylko niweluje zakłócenia w transmitowanym obrazie, ale zapewnia także ochronę kamery przed przepięciami (Rys. 6).

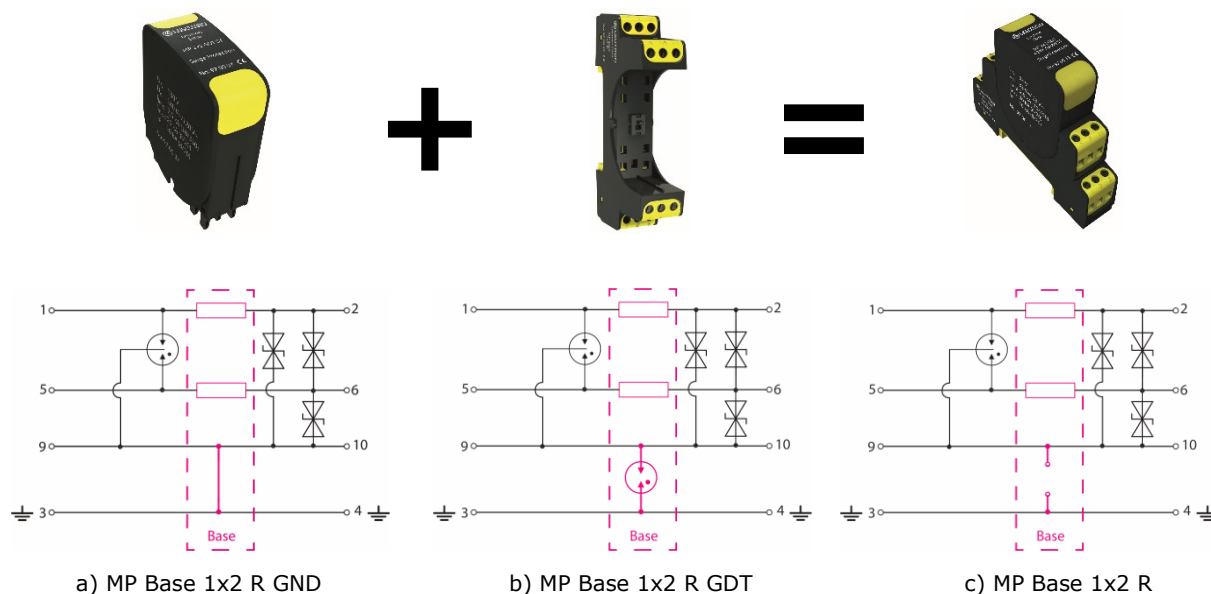


**Rys. 6.** Ogranicznik RST CCTV BNC-I zapewniający izolację sygnału wizji od uziemienia

Analizując parametry techniczne ograniczników przepięć, można często zauważyć duże różnice pomiędzy wartościami napięciowego poziomu ochrony dla konfiguracji żyła-żyła lub żyła-ekran a konfiguracją ekran-uziemienie (PE). Te pierwsze wynoszą najczęściej około kilkudziesięciu woltów w zależności od wartości znamionowego napięcia pracy. Napięciowy poziom ochrony ekran-uziemienie wynosi natomiast najczęściej około kilkuset woltów. Różnice te wynikają z właściwości elementów zastosowanych pomiędzy poszczególnymi torami. Pomiedzy żyłami i ekranem po chronionej stronie obwodu włączane są diody lawinowe. Są to elementy półprzewodnikowe, typu ograniczającego napięcie, które mogą zapewnić bardzo niski napięciowy poziom ochrony. Pomiedzy ekranem a punktem uziemienia w obwód włączany jest odgromnik gazowy, który stanowi element ucinający napięcie. Napięcie zadziałania GDT jest dużo wyższe niż w przypadku diod i silnie zależy od stromości udaru napięciowego. Wartość  $U_p$  wynika z wartości dynamicznego napięcia zapłonu przerwy międzyelektrodowej wypełnionej gazem szlachetnym. Odgromnik zapewnia natomiast bardzo wysoki poziom izolacji w warunkach normalnej pracy i charakteryzuje się znacznie wyższą odpornością udarową. Z punktu widzenia ochrony przed przepięciami, dla obwodów sygnałowych potencjał odniesienia stanowi potencjał ekranu – a więc dla chronionego urządzenia właściwe są napięciowe poziomy ochrony żyła-żyła i żyła-ekran. Wytrzymałość urządzeń rozpatrywana od strony ekran-uziemienie jest zdecydowanie wyższa, a więc napięcie zadziałania odgromnika, zbliżone nawet do wartości 1 kV nie stwarza żadnego zagrożenia.

Dostępne obecnie na rynku najnowsze rozwiązania ograniczników przepięć pozwalają na dowolny sposób uziemienia ekranu. Dla przykładu w modułowych ogranicznikach przepięć serii MP produkcji LEUTRON, konfiguracja podłączenia zależna jest od wybranej podstawy MP Base. Ogólnie dla niemal każdego typu modułu ochronnego MP dostępne są trzy rodzaje podstaw:

- MP Base
- MP Base GND
- MP Base GDT

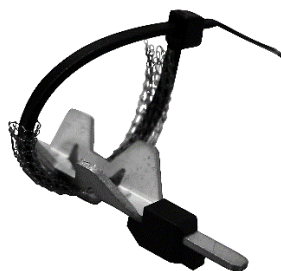


**Rys. 7.** Odmiany podstaw MP Base z różną konfiguracją podłączenia ekranu kabla

We wszystkich podstawach do celów uziemienia przeznaczone są dwie pary zacisków: 3/4 oraz 9/10. Można przyjąć, że w ogólnym przypadku para zacisków 3/4 stanowi właściwy zacisk uziemiający, który jest dodatkowo połączony z zatrzaskiem mocującym, co umożliwia także uziemienie poprzez szynę montażową 35 mm. Para zacisków 9/10 może być wykorzystana do podłączenia ekranu kabla. Typy podstaw różnią się konfiguracją wewnętrznego połączenia między parami 3/4 i 9/10. Podstawy typu MP Base GND mają wewnątrz bezpośrednie połączenie par 3/4 i 9/10 (Rys. 7.a), dzięki czemu przy podłączeniu ekranu do zacisków 9/10 jest on tym samym bezpośrednio uziemiony. Podstawy MP Base GDT zawierają z kolei odgromnik gazowy włączony między te pary zacisków, co umożliwia pośrednie uziemienie ekranu kabla (Rys. 7.b). Z kolei podstawy typu MP Base posiadają izolowane pary zacisków (Rys. 7.c) – może to mieć zastosowanie, jeżeli chce się uniknąć uziemienia ogranicznika do szyny montażowej, wtedy do uziemienia należy wykorzystać zaciski 9/10.

Uzupełnieniem oferty LEUTRON są akcesoria takie jak uchwyty EMV-FKL (Rys. 8), które ułatwiają podłączenie ekranu kabla do zacisku ogranicznika przepięć. Opaska zaciskowa zapewnia zarówno mocowanie kabla, jak i kontakt z ekranem po całym obwodzie, natomiast wyprofilowana szpilka pozwala na łatwe podłączenie do zacisku śrubowego.





**Rys. 8.** Uchwyt EMV-FKL (LEUTRON) do podłączenia ekranu kabla do zacisku ogranicznika przepięć

### **Podsumowanie**

Stosowanie kabli ekranowanych w rozproszonych systemach elektronicznych wymusza konieczność odpowiedniego podłączenia ekranów. Uziemienie pośrednie ekranów tam, gdzie wymagane, może być skutecznie wykonane w połączeniu z ochroną przed przepięciami. Profesjonalne ograniczniki przepięć do ochrony obwodów sygnałowych coraz częściej wyposażane są w dodatkowy zacisk do podłączenia ekranu, zapewniając jego uziemienie pośrednie.