



BIULETYN



Marzec 2014

45

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



SKLEPY:

Tarnów,
ul. Studniarskiego 2
tel. (014) 631 13 68
Bochnia, ul. Karosek 31
tel. (014) 685 05 25

HURTOWNIA:

33-100 Tarnów
ul. Kryształowa 1/3
tel. (014) 630 10 30
fax (014) 630 10 40

SPRZEDAŻ HURTOWA I DETALICZNA

Biuletyn

Oddziału Tarnowskiego

Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Nr 45

Tarnów

Marzec 2014

do użytku wewnętrznego



Do Czytelników

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

KOLEGIUM
REDAKCYJNE:
Red. Nacz. mgr inż.
A. Wojtanowski,
Redaktorzy działów:
mgr inż. A. Liwo,
mgr inż. Jerzy
Zglobica

Zdjęcia wykonuje:
mgr inż. Jerzy
Zglobica
mgr inż. Piotr
Wardzala

Za treść ogłoszeń
Redakcja nie ponosi
żadnej
odpowiedzialności

Z wielką satysfakcją możemy oddać w Państwa ręce 45 numer naszego Biuletynu.

Prezes OT SEP przedstawia na wstępie Biuletynu streszczenie aktualnych wydarzeń. Jedną z nich były wybory władz Oddziału na nową kadencję 2014-2018. Wszystkim wybranym Koleżankom i Kolegom gratulujemy i życzymy owocnej pracy w ramach im przydzielonych zadań w strukturach Oddziału Tarnowskiego SEP.

Kontynuujemy cykl prezentowania postaci o dużym dorobku intelektualnym. W niniejszym Biuletynie prezentujemy postać prof. Jana Trojaka, prekursora w zakresie wiedzy zabezpieczeniowej w energetyce, znanego działacza SEP.

Jak co roku odbyła się Zabawa Andrzejkowa i Bal Karnawałowy materiały na ten temat znajdziecie Państwo wewnątrz Biuletynu.

OT SEP organizuje seminarium z cyklu „Spotkania elektroinstalatorskie”. Tematem najbliższego seminarium jest Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach nN i SN. Obszerne materiały na ten temat znajdują się w obecnym Biuletynie.

W Biuletynie kontynuujemy również cykl artykułów z zakresu techniki w samochodzie.

Wszystkim Państwu życzymy ciekawej lektury.

Kolegium Redakcyjne Biuletynu

Z życia Oddziału

4 grudnia 2013r w Sali konferencyjnej Tauron SA Oddział w Tarnowie Tarnowski Oddział SEP zorganizował seminarium poświęcone przede wszystkim zmianom w przepisach jakie wniosła nowelizacja Rozporządzenia w sprawie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Wykład wprowadzający na ten temat wygłosił członek Polskiego Komitet Bezpieczeństwa w elektryce SEP kol. Kazimierz Pasierb. W ramach tego tematu wykład na temat wymagań dla firm zewnętrznych podczas prowadzenia prac dla TAURON Dystrybucji Oddział w Tarnowie w kontekście tych przepisów wygłosił kierownik BHP w Tauron SA Oddział w Tarnowie kol. Andrzej Gruszka.

Innymi tematami poruszonymi na seminarium były trendy w zakresie sprzętu ochronnego oraz nowoczesne rozwiązania w zakresie oświetlenia indukcyjnego w przemyśle. W seminarium uczestniczyło ok. 60 osób.

15.lutego 2014 w salach restauracji Bristol został zorganizowana dla członków i sympatyków SEP doroczna impreza pod nazwą Bal Elektryków w której uczestniczyło ok. 100 osób.

18.lutego 2014 r odbyło Walne Zgromadzeni Delegatów Oddziału na którym wybrano nowe władze Oddziału. Szczegółowe informacje z WZDO znajdują się wewnątrz numeru.

W obradach WZDO wzięło udział 53 delegatów na 62 wybranych w Kołach SEP. Zadaniem WZDO było wybranie nowych władz Oddziału oraz wytyczyć kierunki działania na nową kadencje 2014-2018 r. W obradach uczestniczył przedstawiciel Zarządu Głównego SEP v-ce Prezes SEP kol. Jan Strzałka.

27.02.2014 r. odbyło się pierwsze posiedzenie Zarządu Oddziału SEP w nowym składzie osobowym na którym uchwalono skład Prezydium Zarządu Oddziału oraz składy wszystkich zespołów tematycznych, które zostały powołane dla wypełnianie działań statutowych Oddziału. Obszerne informacje na ten temat znajdują się wewnątrz numeru.

13.03.2014 r. w Warszawie odbyło się seminarium pn. „**Aktualne problemy powoływania i funkcjonowania komisji kwalifikacyjnych w SEP**”. W spotkaniu ze strony Tarnowskiego Oddziału SEP uczestniczył kol. Andrzej Jaglarz - Przewodniczący Rady Nadzorczej nad Komisjami Kwalifikacyjnymi. Główny referat wygłosił przedstawiciel Departamentu Energetyki

w Ministerstwie Gospodarki na temat „ Doświadczenia wdrożeniowe przepisów dotyczących BHP przy urządzeniach energetycznych”. Obecnie działa przy SEP zespół który przygotowuje propozycje zmian do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych. Przedstawiciel URE omówił zmiany dotyczące powoływania Komisji Kwalifikacyjnych. Od tego roku powoływania Komisji Kwalifikacyjnych będzie dokonywane przez Terenowy Oddział URE w Gdańsku. W dyskusji wielu uczestników wskazało potrzebę wprowadzenia możliwości dokonywania przez Komisje Kwalifikacyjne ograniczania zakresu przyznawanych uprawnień w ramach poszczególnych punktów określonych w Rozporządzeniu.

Antoni Maziarka

Wybory władz Oddziału na nową kadencję 2014-2018 r.

W ramach kampanii wyborczej kończącej kadencję 2010 – 2014 w grudniu 2013 r we wszystkich Kołach Tarnowskiego Oddziału SEP odbyły się Walne Zebrania Kół /WZK/ na których wybrano Prezesów oraz Zarządy Kół. W poszczególnych Kołach Prezesami Kół na nową kadencję zostali wybrani:

- Andrzej Liwo – Koło nr 1 przy Tauron SA Oddział w Tarnowie,
- Bogdan Sasak – Koło nr 2 przy Tamelu SA,
- Roman Kuczek, który zastąpił Władysława Łabuza -Koło nr 3 przy Zakładach Azotowych w Tarnowie
- Zbigniew Papuga – Koło nr 4 przy Telekomunikacji
- Stanisław Jasnosz, który zastąpił Jana Koziarę – Koło nr 5 /Koło terenowe/,
- Agnieszka Lisowska–Lis, która zastąpiła Mariana Strzałę – Koło nr 6 przy PWSZ,
- Marek Przebięda, który zastąpił Waldemara Tadela – Koło nr 7 przy Contol Procesie,
- Lesław Gogola, który zastąpił Jerzego Pikula – Koło nr 8 przy RWSE,
- Grażyna Smolińską-Wygrzywalską – Koło nr Nr. 9 przy Zespole Szkół Zawodowych na ul Szujskiego
- Bolesław Budzik – Koło nr 10 przy Firmach Elektroinstalacyjnych

- Andrzej Kieć – Koło nr 11 przy Zespole Szkół Technicznych w Mościcach.
- Bogusław Gancarz – Koło nr 15 przy Firmie Oponiarskiej Dębica

Równocześnie na WZK wybranych zostało łącznie 62 delegatów na Walne Zebranie Delegatów Oddziału /WZDO/.

WZDO odbyło się w dniu 18.02.2014 r. w Sali H. Ziemińskiego w siedzibie NOT. W obradach wzięło udział 53 delegatów, którzy wybrali nowe władze Oddziału. Obradom przewodniczył kol. Krzysztof Mikulski.

Pierwszym punktem WZDO było wręczenie nadanych przez Zarząd Główny odznaczeń honorowych. Wręczenia dokonał dr inż. Jana Strzałkę - V-ce Prezes Zarządu Głównego SEP, który uczestniczył w WZDO w charakterze obserwatora oraz Prezes Tarnowskiego Oddziału Antoni Maziarka.

Godność Seniora SEP otrzymał kol. Marian Strzala.

Medalem im. Prof. Mieczysława Pożaryskiego zostali wyróżnieni:

- Grażyna Dąbrowska
- Andrzej Wojtanowski.

Złotą Honorową Odznakę SEP otrzymali Koledzy:

- Andrzej Bielak
- Kazimierz Danko
- Bogusław Gancarz
- Jerzy Niedojadło
- Andrzej Jaglarz

Natomiast Srebrną Honorową Odznaką SEP zostali uhonorowani Koledzy:

- Adam Bogacz
- Andrzej Gańczarczyk
- Marek Grudzień
- Daniel Król
- Janusz Krydka
- Roman Kuczek
- Zbigniew Papuga

- Waldemar Tadel
- Janusz Wach
- Piotr Wardzała
- Jerzy Zgłobica

Następnie WZDO dokonało wyboru nowych władz Oddziału na kadencję 2014 – 2018 r.

Prezesem Tarnowskiego Oddziału SEP został ponownie wybrany kol. Antoni Maziarka.

Do Zarządu weszli koledzy:

1. Andrzej Bielak
2. Władysław Bochenek
3. Grzegorz Bosowski
4. Bolesław Budzik
5. Aleksander Gawryał
6. Stanisław Jasnosz
7. Roman Kuczek
8. Andrzej Liwo
9. Władysław Łabuz
10. Janusz Onak
11. Zbigniew Papuga
12. Marek Przebięda
13. Grażyna Smolińska Wygrzywalska
14. Jan Sznajder
15. Marcin Szymczyk

Komisja Rewizyjna będzie pracowała w składzie:

1. Adam Bogacz
2. Zbigniew Gniadek
3. Stanisław Kozioł
4. Krzysztof Mikulski
5. Roman Stadnicki

Natomiast do Sądu Koleżeńskiego zostali wybrani Koledzy:

1. Paweł Bardecki
2. Jan Koziara
3. Bolesław Kurowski
4. Andrzej Wojtanowski

Zebrani na WZDO wysłuchali sprawozdania Zarządu z działalności za lata 2010 - 2014, które wygłosił Prezes Oddziału Anton Maziarka oraz sprawozdania Komisji Rewizyjnej przedstawionego przez kol. Bolesława Kurowskiego. Po dyskusji delegaci udzielili absolutorium ustępującemu Zarządowi za kadencję 2010 – 2014. Efektem sprawozdania Zarządu, dyskusji oraz uwag Komisji Rewizyjnej były wnioski Komisji Uchwał i Wniosków, które po przegłosowaniu wytyczyły główne zadania stojące przed nowym Zarządem Oddziału.

W dniu 27.02.2014 r odbyło się posiedzenie Zarządu Oddziału w nowym składzie. Głównymi punktami zebrania była organizacja prac Zarządu w taki sposób aby możliwy był do wykonania nakreślony plan pracy i postanowienia WZDO oraz aby jak najwięcej Kolegów brało czynny udział w pracach statutowych Oddziału.

Uchwalono, że między posiedzeniami Zarządu działać będzie siedmioosobowe Prezydium Zarządu w składzie:

- Antoni Maziarka - Prezes Oddziału
- Władysław Bochenek - I-wszy V-ce Prezes
- Aleksander Gawryał – II-gi V-ce Prezes
- Jan Sznajder – Skarbnik
- Grażyna Smolińska - Wygrzywalska – Sekretarz
- Stanisław Jasnosz – Członek Prezydium
- Władysław Łabuz – Członek Prezydium

Dokonano także wyboru Komisji i Zespołów problemowych w składach osobowych jak niżej.

Zespół ds. Działalności Gospodarczej

Władysław Bochenek jako **Kierownik Ośrodka Izby Rzecznawców SEP** oraz Rada Ośrodka IRSEP w składzie:

1. Łabuz Władysław - przewodniczący
2. Mikulski Krzysztof
3. Przebięda Marek

Zespół ds. Seminariów i Konferencji

Aleksander Gawryal- V- ce Prezes Zarządu odpowiedzialny za całokształt organizacji konferencji i seminariów w Oddziale Tarnowskim SEP.

1. Sekcja ds. organizacji seminarium pn. „Spotkania elektroinstalatorskie” organizowane w okresie wiosennym:
 - Bolesław Budzik – przewodniczący
 - Marcin Szymczyk,
 - Lesław Gogola,
 - Grzegorz Bosowski
 - Grzegorz Ptak – odpowiedzialny za informacje o seminarium
 - Tomasz Sęk
2. Sekcja ds. organizacji Tarnowskich Dni Elektryki /TDE/:
Zbigniew Papuga – Członek Zarządu odpowiedzialny za całość organizacji /TDE/.

Podzespół ds. organizacji Dnia Energetyki Zawodowej w ramach TDE:

- Adam Dychtoń – przewodniczący
- Krzysztof Mikulski
- Stanisław Jasnosz
- Paweł Bartecki
- Jerzy Zgłobica – odpowiedzialny za informacje o seminarium

Podzespół ds. organizacji „Dnia nowoczesnej techniki” w ramach TDE:

- Zbigniew Papuga - przewodniczący
- Agnieszka Lisowska –Lis,
- Andrzej Bielak,
- Andrzej Kieć,
- Przebięda Marek – odpowiedzialny za informację o seminarium

3. Sekcja ds. organizacji pn „Energetyka przemysłowa w teorii i praktyce” organizowane w okresie jesiennym
 - Roman Kuczek – przewodniczący
 - Władysław Łabuz
 - Bogdan Sasak
 - Roman Romaniszyn
 - Jacek Ramian – odpowiedzialny za informacje o seminarium
4. Współorganizacja konferencji związanej z problematyką przeciwybuchową – odpowiedzialny kol. Władysław Łabuz

Zespół ds. Młodzieży i kontaktów z Kołami

1. Grzegorz Bosowski- Przewodniczący
2. Agnieszka Lisowska-Lis
3. Grażyna Smolińska-Wyrzywańska
4. Andrzej Kieć

Zespół ds. Promocji Oddziału

1. Andrzej Wojtanowski - przewodniczący
2. Andrzej Liwo- ds. strony internetowej Oddziału
3. Członkowie Sekcji naukowo-technicznych odpowiedzialni za informacje

Komisja Historyczna Oddziału

1. Jerzy Zglobica- przewodniczący
2. Bolesław Kurowski
3. Andrzej Wojtanowski
4. Jacek Sumera
5. Andrzej Liwo
6. Marek Kostyrzewski
7. Anatol Wesołowski

Zespół ds. Wycieczek i Imprez Integracyjnych

1. Jan Sznajder - Przewodniczący
2. Jerzy Niedojadło
3. Grażyna Dąbrowska

Zespół ds. uczenia pamięci prof. Romana Dzieślewskiego

1. Bolesław Kurowski - przewodniczący
2. Stanisław Jasnosz

Ośrodek Szkolenia

Antoni Maziarka jako kierownik Ośrodka Szkolenia oraz
Rada Nadzorcza nad Komisjami Egzaminacyjnymi w składzie:

1. Andrzej Jaglarz przewodniczący
2. Gniadek Zbigniew
3. Paweł Bartecki

Przewodniczący Komisji Kwalifikacyjnych:

1. Marek Lejko Komisja nr 263
2. Antoni Maziarka Komisja nr 262

Kapituła medalu im. Jana Szczepanika w składzie:

1. Bolesław Kurowski przewodniczący
2. Adam Dychtoń - sekretarz Kapituły
3. Anatol Wesołowski
4. Marian Strzała
5. Janusz Onak
6. Zbigniew Papuga

Redakcja Biuletynu Informacyjnego Tarnowskiego Oddziału SEP

1. Andrzej Wojtanowski Redaktor Naczelny Biuletynu :
2. Bolesław Kurowski- Członek Redakcji
3. Andrzej Liwo - Członek Redakcji
4. Jerzy Zglobica – Członek Redakcji

Sekcje Naukowo-Techniczne

1. Bolesław Budzik - Przewodniczący Sekcji instalacji i urządzeń elektrycznych
2. Adam Dychtoń - Przewodniczący Sekcji energetyki zawodowej
3. Zbigniew Papuga - Przewodniczący Sekcji telekomunikacji i informatyki
4. Roman Kuczek – Przewodniczący Sekcji energetyki przemysłowej

Pełnomocnikiem Zarządu ds. kontaktów z Małopolską Izbą Inżynierów Budownictwa został ponownie kol. Antoni Kawik.

Po zakończeniu obrad Zarządu odbyły się pierwsze posiedzenia Komisji Rewizyjnej Oddziału oraz Sądu Koleżeńskiego na których istotnym punktem był wybór przewodniczących tych gremiów.

Kol. Stanisław Koziol został przewodniczącym Komisji Rewizyjnej a **kol. Andrzej Wojtanowski** przewodniczącym Sądu Koleżeńskiego.

Bolesław Kurowski

Jubileusz medalu im. Jana Szczepanika

Material własny Biuletynu.

Dziesięciolecie oddziałowego medalu im. Jana Szczepanika
Wielkiemu Polakowi i Wielkiemu Wynalazcy w hołdzie tarnowscy
elektroenergetycy

W 2004 roku po zgłoszeniu przez kolegę Bolesława Kurowskiego propozycji, aby Tarnowski Oddział Stowarzyszenia Elektryków Polskich erygował oddziałowe wyróżnienie: "Medal im. Jana Szczepanika". Obradujący wówczas Zarząd OT SEP zaakceptował ten wniosek podejmując o powyższym uchwałę.

Jednocześnie Zarząd ustalił Kapitułę Medalu, w skład której weszli :

kolega Bolesław Kurowski	- przewodniczący Kapituły
kolega Adam Dychtoń	- sekretarz Kapituły
kolega Janusz Onak	- członek Kapituły
kolega Zbigniew Papuga	- członek Kapituły
kolega Marian Strzała	- członek Kapituły
kolega św.p. Tadeusz Wachtl	- członek Kapituły
kolega Anatol Wesołowski	- członek Kapituły .

Zarząd Oddziału polecił Kapitulie opracowanie projektu medalu oraz wybór warsztatu, który zrealizuje projekt. Zaprojektowanie medalu zlecono panu docentowi Jackowi Kucaba. Odlanie w brązie pierwszej serii medali wykonał warsztat ślusarstwa artystycznego P. Rafała Kieć w Krzyżu . Niezbędny do nadawania wyróżnień regulamin opracowali koledzy Dychtoń i Kurowski. Fotografia medalu jest zamieszczona we wkładce kolorowej Biuletynu.



Profesor Jan Trojak

1913-1994

Jan Trojak urodził się 12 września 1913 roku w Insypowcach w województwie tarnopolskim na Podolu w rodzinie nauczycielskiej. Po ukończeniu szkoły średniej w Tarnopolu podjął studia w 1932 roku na Wydziale Mechaniczno-Elektrotechnicznym Politechniki Lwowskiej. W latach 1934-1935 odbył roczną służbę w Szkole Podchorążych Rezerwy Łączności w Zegrzu. W 1935 roku po przeniesieniu się do Gdańska kontynuował studia na Wydziale Elektrotechnicznym Technische Hochschule Freien der Stadt Danzig, które przerwał wybuch drugiej wojny światowej.

Kampanię wrześniową odbył w stopniu porucznika jako dowódca plutonu łączności 12 Dywizji Piechoty. Po ucieczce z niewoli sowieckiej wraca do

Tarnopola aby ponownie podjąć studia w Lwowskim Instytucie Politechnicznym. Dyplom inżyniera elektryka uzyskał w roku 1940. W czasie wojny przedostał się do Generalnej Guberni i tam pracował jako szklarz, hydraulik, elektryk, księgowy i fotograf a także jako nauczyciel fizyki i matematyki tajnego gimnazjum w Bodzentynie pod Kielcami.

Pracę zawodową rozpoczął jako inżynier w lutym 1945 r. w Śląskich Zakładach Elektrycznych „Ślązel” w Katowicach w Dziale Przekazników gdzie tworzy prężny ośrodek zabezpieczeniowy z dobrze wyposażonym laboratorium. W 1948 roku został powołany na członka Komisji Przekaznikowej Centralnego Zarządu Energetyki. Tam opracował cały system zabezpieczeń krajowych.

Prof. Jan Trojak był doskonałym pedagogiem. Ta umiejętność przekazywania wiedzy sprawiła, że stał się głównym wykładowcą ogólnopolskich „Kursów przekaznikowych” zorganizowanych przez resort energetyki adresowanych przede wszystkim do polskich inżynierów i techników elektryków. W 1952 roku został zaproszony do prowadzenia wykładów z techniki zabezpieczeń przez Politechnikę Śląską i Politechnikę Wrocławską. W marcu 1953 r. został mianowany zastępcą profesora na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wrocławskiej. W 1954 roku stworzył Zakład Zabezpieczeń Przekaznikowych, przekształcony w 1957 roku w Katedrę Zabezpieczeń i Automatyki w Energetyce - pierwszą tego typu w Polsce. W 1956 roku został powołany na stanowisko docenta. W sześć lat później uzyskał tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego, a w 1971 profesora zwyczajnego. W latach 1962-1964 pełnił funkcję prodziekana a w kolejnych dwóch był dziekanem Wydziału Elektrycznego. W 1968 roku zorganizował Instytut Energoelektryki, którego był dyrektorem do września 1981 r. W roku 1983 przeszedł na emeryturę.

Profesor uczestniczył bardzo aktywnie w działaniach Stowarzyszenia Elektryków Polskich pełniąc przez osiem lat funkcję prezesa Oddziału Wrocławskiego SEP. Działal ponadto w Komitetach Elektrotechniki i Energetyki PAN (od 1955), był członkiem Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego i Państwowej

Rady ds. Gospodarki Paliwowo-Energetycznej Instytutu Energetyki, a także Komisji ds. Badań Naukowych przy Ministerstwie Szkolnictwa Wyższego.

Profesor Jan Trojak aktywnie uczestniczył w pracach wielu międzynarodowych organizacji. Był członkiem regularnym Conference Internationale des Grandes Reseaux Electriques (CIGRE) w Paryżu oraz członkiem korespondentem Institution of Electrical Engineers w Londynie. Stworzył wrocławską szkołę elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Zorganizował pierwszą i jedyną katedrę Zabezpieczeń i Automatyki w Energetyce .

Jej rangę ugruntowały liczne doktoraty, w tym 14 pod bezpośrednim kierunkiem Profesora a także liczne zapraszania na wykłady przez ośrodki uniwersyteckie w USA, Austrii, Niemczech, Jugosławii i ZSRR. Jest autorem i współautorem kilkudziesięciu prac ogłoszonych drukiem oraz wielu referatów wygłoszonych w kraju i za granicą. Monografia *Zabezpieczenia i ochrony przekaźnikowe w układach elektroenergetycznych*, której był współautorem, stanowiła pierwsze polskie opracowanie w tej dziedzinie. Ważną pozycją w dorobku Profesora jest *Zastosowanie wzmacniaczy magnetycznych w zabezpieczeniach*. Wszystko co Profesor publikował było zawsze potwierdzone eksperymentalnie, a proponowane przez Niego nowe rozwiązania okazywały się często wręcz zaskakująco proste i niezawodne.

Życiową dewizą Profesora Trojaka, którą skutecznie realizował było pomnażać wiedzę swoją własną, by skuteczniej służyć społeczeństwu.

Profesor Trojak w życiu prywatnym był człowiekiem skromnym i życzliwym w stosunku zarówno w stosunku do współpracowników jak i do studentów . Niemniej stawiał im wysokie wymagania . Prostolinijny , wierny Dekalogowi a także idealom polaka i patrioty .

Jest laureatem Nagrody Państwowej za skojarzenie najnowszych osiągnięć wiedzy światowej z jej bezpośrednim wdrożeniem w praktykę eksploatacyjną. Otrzymał 30 orderów, medali, odznaczeń, m.in. Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski, Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski, Medal Komisji Edukacji Narodowej,

Medal „Zasłużony dla Politechniki Wrocławskiej”. W dniu 25 lutego 1994 roku, będąc już na emeryturze, otrzymuje tytuł Doktora Honoris Causa Politechniki Wrocławskiej.

Profesor Jan Trojak zmarł 27 kwietnia 1994 roku i spoczywa na cmentarzu przy ul. Bujwida we Wrocławiu.

Grażyna Smolińska-Wygrzywalska

Bal w „Bristolu”

Już tradycyjnie w okresie karnawałowym członkowie Tarnowskiego Oddziału SEP spotykają się na uroczystym balu. W tym roku, w sobotę 15 lutego bawili się w Bristolu, znanej tarnowskiej restauracji.

Bal zaczął się o godzinie 19.00. Przy pięknie nakrytych stołach usiedli panowie w krawatach i muchach i panie w eleganckich kreacjach. Nad salą unosił się delikatny czar, obchodzonych dzień wcześniej Walentynek. Przypominały o tym dyskretnie rozrzucone na stołach czerwone brokatowe serduszka i tulipany we flakonach. Prezes Tarnowskiego Oddziału SEP Antoni Maziarka krótkim powitaniem i szampańskim toastem oficjalnie rozpoczął bal. Nienagannie prezentujący się kelnerzy w momencie zastawili stoły wykwintnymi przekąskami. Pojawił się szampan, mocne i rozgrzewające trunki, które jak zwykle ożywiły rozmowy i rozjaśniły twarze gości wesołymi uśmiechami. Po daniu głównym bal rozpoczął się na dobre. Trzej panowie w czerwonych krawatach (orkiestra) zaczęli grać. I to jak! Na parkiecie błyskawicznie zrobiło się tłoczno. Roztańczone pary wirowały przy dźwiękach muzyki. Mimo wielokrotnych prób zmęczenia tancerzy, podejmowanych przez orkiestrę, każdy kolejny utwór (choć bardziej zwawy od poprzedniego) tylko dodawał tancerzom wigoru. W końcu muzycy

skapitulowali i zaproponowali krótką przerwę, gratulując tańczącym kondycji. Można więc było znowu zasiąść do stołu, na którym pojawiły się już nowe dania i uzupełnić „wytanczone kalorie”. I tak do białego rana. Błady świt wygonił z Bristolu ostatnie pary. Zamilkła muzyka i ucichł gwar rozmów. Skończył się kolejny doroczny Bal Elektryków 2014. Zapraszamy na przyszły rok!
Zdjęcia z balu we wkładce.

dr inż. Witold Hoppel
Poznań

DODATKOWA OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA W SIECIACH SN i nN W ŚWIETLE AKTUALNYCH NORM

1. WSTĘP

W referacie poruszone zostaną najbardziej istotne zapisy aktualnych norm dotyczące ochrony przy uszkodzeniu, nazywanej też ochroną przy dotyku pośrednim, ale także ochroną dodatkową. Tematyka obejmie linie SN, potem stacje SN/nN i w pewnym zakresie linie nN, czyli urządzenia najczęściej spotykane w praktyce i w związku ze swoją powszechnością powodujące największe zagrożenia, chociaż nie związane z bardzo wysokimi napięciami. W artykule nie będą omawiane zasady doboru uziomów ze względów mechanicznych i cieplnych. Są one w przejrzysty podane w normie [7] i innej literaturze.

Współczesne normy często są dość złożone i ich interpretacja sprawia trudności nawet dobrym specjalistom. Warto więc swoje doświadczenia porównać z opiniami innych fachowców.

W niektórych miejscach referatu zostaną dodane wykraczające czasem poza powszechne dogmaty, własne opinie autora, czasem już uznane. Wynikają one z tego, że autor zajął się tym tematem jakby z przymusu, będąc specjalistą raczej od automatyki zabezpieczeniowej i sposobów pracy punktu neutralnego. Te dwa obszary wiedzy wywołały nieco inne spojrzenie na ochronę od porażań, niż przez dotychczas uznawane autorytety. Należy przy tym zaznaczyć, że w zasadniczych sprawach istnieje w tym zakresie duża zgodność pomiędzy specjalistami. Różnice dotyczą raczej szczegółów.

Zwraca się na wstępie uwagę na aktualną definicję, że ochrona od porażań

to zespół środków zmniejszający ryzyko porażenia prądem elektrycznym. W definicji jest pojęcie „zmniejszający ryzyko”. Rozwijając to - nie ma urządzeń elektrycznych w 100 % bezpiecznych, ochrona przed porażeniem wiąże się w pewnym zakresie z teorią prawdopodobieństwa.

2. OBLICZENIA NAPIĘCIA ORAZ PRĄDU UZIOMOWEGO W SIECIACH SN I INNYCH ISTOTNYCH WIELKOŚCI DLA ZWARĆ DOZIEMNYCH

Niezależnie od przeznaczenia ocenianej instalacji uziemiającej (słup czy stacja), istotne jest kilka parametrów, które należy obliczyć, ponieważ są potrzebne do analizy.

Najczęściej używanym parametrem jest prąd uziomowy, który oblicza się wg wzoru:

$$I_E = r * I_{k1} \quad (1),$$

gdzie:

r – współczynnik redukcyjny powłok kabla lub przewodów odgromowych, jeśli ich brak, wynosi on 1,

I_{k1} – prąd jednofazowego zwarcia z ziemią, prąd doziemny. Często w normach posiada oznaczenie I_{k1} - czyli wynikający ze stanu podprzejściowego w generatorze synchronicznym. W sieciach SN w prądzie ziemnozwarciowym nie widać tego zjawiska, stąd można przyjmować ustaloną wartość prądu zwarciovego. Zjawiska przejściowe występują, ale wynikają z oddziaływania pojemności doziemnej i są bardzo krótkie, nie mają znaczenia w ochronie od porażień. Używanie symbolu I_{k1} jest merytorycznie jak najbardziej prawidłowe i zgodne z normami, ale dla sieci SN zbędne.

Do tej pory w warunkach dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej w sieciach SN nie uwzględniano podwójnych zwarć doziemnych. Zdarzały się pytania od mniej doświadczonych projektantów dotyczące tego zagadnienia z podkreśleniem, że wówczas wystąpi znacznie większy prąd uziomowy i prawdopodobne jest przekroczenie dopuszczalnych napięć rażeniowych. Jednakże w normie [3] już pojawił się pewien sygnał o braniu pod uwagę tego zjawiska przy możliwości utrzymywania się zwarcia doziemnego bardzo długo, ale dotyczył tylko sieci o izolowanym punkcie neutralnym. W normie [5] tak dla sieci o izolowanym punkcie neutralnym, ale i skompensowanych, podaje się, że jeżeli zwarcia doziemne nie są samoczynnie wyłączane, to konieczność uwzględnienia zwarć podwójnych zależy od doświadczeń z eksploatacji. Jest to znacząca zmiana przepisów - właściwie uniemożliwiająca w nowych sieciach działanie zabezpieczeń ziemnozwarciowych na sygnał, bo uziomy musiały być bardzo rozbudowane.

Współczynnik redukcyjny dla linii bez przewodów odgromowych wynosi 1 z wyjątkiem słupów, na których następuje przejście linii kablowej w napowietrzną. Warunkiem zastosowania współczynnika redukcyjnego jest ciągłość powłoki lub żyły powrotnej kabla od stacji zasilającej do słupa, dla którego jest określone napięcie uziomowe. Redukcyjne działanie występuje również w sytuacjach, gdzie jest „wstawka” kablowa w linię napowietrzną, ale nie ma

opracowanych zasad jego obliczania, stąd sugeruje się, że należy go wówczas pominąć (czyli przyjąć równy 1). Problem ten jest bardzo trudny w analizie teoretycznej.

Dla sieci z punktem neutralnym izolowanym lub skompensowanej bez AWSCz wartość prądu I_{KI} , który należy wstawić do wzoru (1) jest niezmienna w czasie zwarcia doziemnego, a jego obliczenie łatwe. Dla mniej zorientowanych czytelników podaje się, że AWSCz to automatyka wymuszania składowej czynnej dla potrzeb zabezpieczeń ziemnozwarciowych, najczęściej wartość tego prądu wynosi od 15 do 25 A, a wyjątkowo nawet 40 A na każdą sekcję rozdzielni.

W sieciach skompensowanych z AWSCz pojawia się problem sposobu uwzględniania zmiany prądu ziemnozwarciowego po założeniu wymuszania. W pierwszym okresie, który trwa od 1 do 3 s (w zależności od zakładu dystrybucji) prąd doziemny wynika tylko ze stopnia skompensowania sieci. W drugim, który zależy od opóźnienia czasowego zabezpieczeń ziemnozwarciowych, przeważnie od 0,5 do 1,5 s, prąd doziemny jest powiększany przez AWSCz. W jednym z polskich zakładów dystrybucyjnych AWSCz jest załączane natychmiast, stąd nie ma zmiany prądu doziemnego w czasie zwarcia. Normy PN oraz EN praktycznie tego problemu nie zauważają, reguluje to jednak norma [7].

W sieciach skompensowanych zakłada się przy tym, że prąd resztkowy ma charakter bierny, zaniedbuje się więc przy tym upływność sieci i wyższe harmoniczne, co dla dokładności obliczeń uziomów jest zupełnie wystarczające.

Dla sieci o punkcie neutralnym uziemionym przez rezystor występuję wpływ dwóch elementów:

- impedancji wzdłużnej linii dla składowej zerowej,
- rezystancji przejścia w miejscu zwarcia, czyli w przypadku słupów jego rezystancji uziemienia.

Można przyjąć, że uziemienie ochronne słupa powinno mieć rezystancję nie większą niż 30Ω , co nie wynika z żadnego aktu prawnego, ale tradycyjnie jest przyjęte jako granica rezystancji elementu, który można uważać za uziom. W sieciach pracujących z izolowanym punktem neutralnym i sieciach skompensowanych rezystancja przejścia (oznaczana jako R_F) w granicach od 0 do 30Ω praktycznie nie wpływa na wartość prądu doziemnego, a dla sieci skompensowanych z AWSCz wpływa tak nieznacznie, że nie ma potrzeby jej uwzględniania. Bardzo orientacyjnie dla typowych sieci rezystancja przejścia o wartości 30Ω powoduje zmniejszenie prądu ziemnozwarciowego o:

- do 5 % w sieciach z izolowanym punktem neutralnym,
- poniżej 1 % w sieciach skompensowanych bez AWSCz,
- poniżej 7-10 % w sieciach w AWSCz o wartości 20 A (jedno pole potrzeb własnych),
- poniżej 15-20 % w sieciach z AWSCz o wartości 40 A (połączone dwa pola potrzeb własnych),

Do obliczeń pojemnościowego prądu ziemnozwarciowego sieci I_C oraz prądu zwarcia jednofazowego przyjmuje się najbardziej niekorzystny z tego punktu

widzenia układ sieci, w praktyce będzie to najczęściej suma I_C dwóch sekcji – dla stacji dwusekcyjnych jest to oczywiste, dla stacji o większej liczbie sekcji należy przeanalizować możliwość ich łączenia. Mogą być tylko wyjątkowe sytuacje, gdzie nie dopuszcza się do łączenia sekcji i pracy stacji z jednym transformatorem 110 kV/SN. Jednakże sekcja pozbawiona zasilania od strony 110 kV rozpatrywanej stacji powinna mieć zasilanie awaryjne linią SN. Najbardziej niekorzystny wariant dla wartości pojemnościowego prądu zwarcia doziemnego powinien wówczas uwzględnić połączenie dwóch sieci SN z różnych GPZ-tów.

Należy również przewidzieć, że po połączeniu sekcji włączyć się będą dwa układy AWSCz. Są nieliczne przypadki, że po połączeniu sekcji włączy się tylko układ AWSCz w tej sekcji, która jest zasilana z transformatora 110 kV/SN. Należy wspomnieć, że takie rozwiązanie ogranicza dość znacząco prądy zwarcé jednofazowych (około 40 %) i przyczynia się do złagodzenia wymagań odnośnie uziemień ochronnych słupów, ale i wymaganych rezystancji uziemienia stacji SN/mn.

Dla poszczególnych sposobów pracy punktu neutralnego należy przyjąć następujące zasady:

- a) w sieci z izolowanym punktem neutralnym jako prąd zwarcia doziemnego I_{K1} przyjmuje się I_C ,
- b) w sieci skompensowanej bez automatyki AWSCz, co w Polsce spotyka się nierzadko, jest kilka sposobów postępowania:
 - jeśli dokładnie znane są parametry sieci i nastawienie dławika zaczepowego, to można skorzystać z zależności:

$$I_{K1} = |I_C - I_L| \quad (2a),$$

ale nie mniej niż $0,1I_C$,

- jeśli zastosowana jest kompensacja płynna, to zaleca się przyjmowanie:

$$I_{K1} = 0,1I_C \quad (2b),$$

- jeśli jest znany tylko pojemnościowy prąd zwarcia sieci bez nastaw dławika zaczepowego, dla ostrożności lepiej stosować dawną zasadę:

$$I_{K1} = 0,2I_C \quad (2c),$$

- c) w sieci skompensowanej z automatyką AWSCz należy zastosować zasady podane w punkcie b, ale uwzględniając prąd czynny, czyli odpowiednio:

$$I_{K1} = \sqrt{I_{AWSCz}^2 + (I_{CS} - I_L)^2} \quad (3a),$$

$$I_{K1} = \sqrt{I_{AWSCz}^2 + (0,1I_{CS})^2} \quad (3b),$$

$$I_{K1} = \sqrt{I_{AWSCz}^2 + (0,2I_{CS})^2} \quad (3c).$$

Często przy obliczeniach dla sieci skompensowanej nie uwzględnia się prądu wymuszanego przez układ AWSCz, co jest znacznym uproszczeniem.

Uwzględnienie prądu AWSCz znacznie zaostrza warunki dla uziemień, ponieważ nie ma metody uwzględnienia zmiany wartości prądu zwarcia

doziemnego czy napięcia rażeniowego w czasie trwania zwarcia. Trzeba wybrać warunek ostrzejszy, stąd obliczone napięcia uziomowe i rażeniowe będą zawyżone, a wymagana rezystancja zaniżona. Ponieważ w sieci skompensowanej z AWSCz następuje zawyżenie wartości I_{K1} - przez brak obliczenia wartości zastępczej związanej ze zmianami prądu ziemnozwarciowego w czasie, autor referatu uważa, że zawsze można stosować formę wzoru dającą najmniejszy wynik, czyli (3b). Uwaga: czasem przy bardzo dobrej kompensacji wynik z wzoru (3a) może być mniejszy.

W sieci z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor, jeśli zanedbuje się wpływ impedancji wzdłużnej linii, impedancji transformatora dla składowej zerowej i rezystancji przejścia, prąd zwarcia doziemnego do obliczeń można z wystarczającą dokładnością przyjmować wg wzoru:

$$I_{K1} = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \quad (4),$$

gdzie:

I_R – znamionowy prąd ziemnozwarciowy rezystora lub przy równoległej pracy pól potrzeb własnych - rezystorów uziemiających. Prąd taki płynie przez rezystor tylko przy zwarciu metalicznym czyli bezrezystancyjnym.

Uwzględniając wpływ rezystancji przejścia zależność na prąd zwarcia doziemnego przyjmuje postać:

$$I_{K1} = \beta \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \quad (5),$$

w której:

$$\beta = \frac{1}{1 + R_F \omega C_s (d_0 - js)} \quad (6)$$

oraz:

R_F – rezystancja przejścia w miejscu zwarcia,

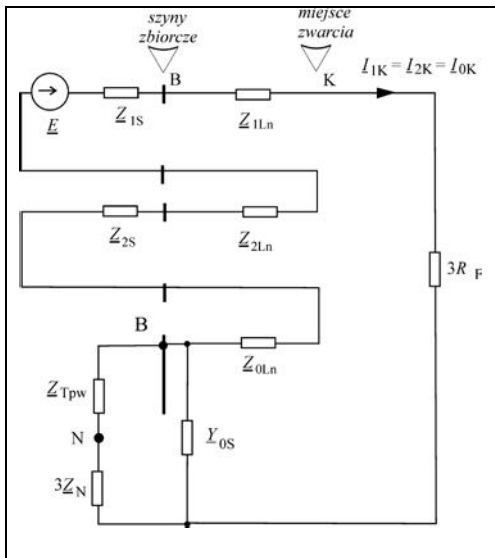
ω – pulsacja sieci,

d_0 – upływność sieci, dla sieci o punkcie neutralnym uziemionym przez rezystor z wystarczającą dokładnością wyrażona wzorem $d_0 = I_R / I_C$,

s – stopień rozkompensowania sieci, dla sieci z rezystorem wynosi -1,

C_s – zastępcza doziemna pojemność sieci określona wzorem $C_s = I_C / U_{ph}$, gdzie U_{ph} jest napięciem fazowym sieci wynikającym z jej napięcia nominalnego.

Wzór (6) nie uwzględnia jednak impedancji transformatora uziemiającego dla składowej zerowej, impedancji systemu elektroenergetycznego i impedancji wzdłużnych linii. W jednej z rzeczywistych sieci autor użył schematu zastępczego, jak na rys. 1. Trzeba samodzielnie dla tego schematu opracować program np. w Excelu. Przy rezystorze o znamionowym prądzie ziemnozwarciowym 500 A prąd zwarcia doziemnego w sieci przy uwzględnieniu wszystkich czynników nie przekraczał 350 A! Analiza tak daje znaczące zmniejszenie obliczonego prądu ziemnozwarciowego w sieciach z rezystorem o prądzie większym niż 200-250 A.



Rys. 1. Schemat zastępczy dla obliczenia prądu ziemnozwarciowego metodą składowych symetrycznych. E - napięcie źródłowe równe 1,1 napięcia fazowego; Z_{1S} i Z_{2S} - impedancje zastępcze systemu elektroenergetycznego dla składowej zgodnej i przeciwnej; Z_{1Ln} , Z_{2Ln} , Z_{0Ln} - impedancje wzdłużne linii doziemionej a miejscem zwarcia), Y_{0S} - admitancja doziemna sieci, Z_N - impedancja elementu uziemiającego w punkcie neutralnym, np. rezystora, Z_{TPW} - impedancja transformatora uziemiającego dla składowej zerowej, R_F - rezystancja przejścia w miejscu zwarcia, czyli np. stacji lub słupa, N - punkt neutralny sieci, B - szyny zbiorcze, K - miejsce zwarcia.

Normy PN i EN nie precyzują, w jaki sposób w projektowaniu instalacji uziemiających stacji i słupów uwzględniać automatykę SPZ. Czas t_F trwania zagrożenia porażeniowego, nazywany też czasem trwania zakłócenia, jest potrzebny do odczytania z wykresów dopuszczalnego napięcia dotykowego rażeniowego U_{Td} , dotykowego spodziewanego U_D lub zakłóceniewego U_F . Dość powszechnie, np. w [7], przyjmuje się dawną, sprawdzoną zasadę, że jeśli czas przerwy bezprądowej nie przekracza 3 sekund, w celu określenia t_F czasu „prądowe” sumuje się. W sposób bardziej oczywisty – przy czasie przerwy w cyklu SPZ nieprzekraczającym 3 sekund należy zsumować opóźnienia zabezpieczeń ziemnozwarciowych w pierwszym cyklu SPZ. Druga przerwa w cyklu SPZ w typowych polach z wyłącznikami o napędzie sprężynowym jest większa od 3 sekund i nie potrzeba trzeciego zwarcia doziemnego uwzględniać w obliczeniach.

Czas t_F w liniach nie wyposażonych w automatykę SPZ lub jeśli czas pierwszej przerwy beznapięciowej wynosi przynajmniej 3 s, wynika więc z zależności:

$$t_F = t_{wo} + t_{nast} + t_{AWSCz} \quad (7)$$

w której:

t_{wo} – czas własny wyłącznika przy otwieraniu, przeważnie w granicach 0,05 – 0,1 s,

t_{nast} – czas nastawiony na podstawowym zabezpieczeniu ziemnozwarciowym linii (w zasadzie powinien to być czas

zadziałania, ale jest on praktycznie równy nastawionemu),

t_{AWSCz} – czas opóźnienia załączenia automatyki AWSCz - uwzględnia się go, jeśli sieć jest kompensowana i w tą automatykę wyposażona, przeważnie wynosi 2-3 s.

Jeśli sieć pracuje jako skompensowana, ale bez automatyki AWSCz, to oznacza, że nie ma w niej zabezpieczeń ziemnozwarciowych działających na wyłączenie linii, a tylko na sygnalizację i należy przyjąć czas rażenia bardzo długi (ale nie nieskończenie długi).

W sieciach z punktem neutralnym izolowanym i uziemionym przez rezystor we wzorze (7) należy pominąć .

W liniach z automatyką SPZ o czasie przerwy beznapięciowej mniejszym od 3 s, co jest w Polsce przeważającym przypadkiem, określa się go wzorem:

$$t_F = 2 * (t_{wo} + t_{nast}) + t_{AWSCz} \quad (8).$$

W sieciach skompensowanych czas własny wyłącznika ma marginalne znaczenie i może być pomijany, ponieważ krzywe dopuszczalnych napięć rażeniowych i zakłóceń przy czasach powyżej 2 s zmieniają się nadzwyczaj powoli.

Wyraźnie zaznacza się, że pod uwagę bierze się czas zabezpieczeń podstawowych i nie ma potrzeby analizowania opóźnień zabezpieczeń rezerwowych. Będą to więc w ogromnej większości nastawy zabezpieczeń ziemnozwarciowych na początku analizowanej linii, ale obecnie coraz częściej tzw. reklozerów instalowanych w głębi sieci, szczególnie napowietrznej.

3. LINIE NAWIETRZNE O NAPIĘCIU POWYŻEJ 1 kV DO 45 kV WŁĄCZNI

3.1. Stan prawny

Linie te wykonuje się przede wszystkim w oparciu o żerdzie betonowe, obecnie najczęściej stunobetonowe. Linie SN powinny być projektowane i budowane wg zaleceń wieloarkuszowej normy [1]. Tytuł normy [2] wskazuje, że dotyczy ona linii o napięciu powyżej 45 kV, jednakże zapisy dotyczące układów uziemiających dotyczą linii do i powyżej 45 kV.

W zakresie definicji pojęć z zakresu ochrony przeciwporażeniowej można opierać się na zapisach normy [3], która nie dotyczy linii. Norma jest wycofana przez PKN, ale ciągle jest wśród norm powołanych, czyli wprowadzonych do obowiązkowego stosowania. PKN zastąpił ją dwoma normami [5, 6], ale tylko w języku oryginału, co praktycznie uniemożliwia korzystanie z nich.

Wg normy [2] słup to konstrukcja podtrzymująca przewody elektroenergetycznych linii napowietrznych. Trzeba uściślić, że pojęcie „słup” oznacza konstrukcję wsporczą, na której poza izolatorami nie ma innej aparatury, szczególnie łączeniowej. Jeśli na konstrukcji wsporczej jest aparatura łączeniowa np. odłącznik, to już jest stacja elektroenergetyczna i podlega normie [3]. Nie ma wątpliwości, że każda stacja elektroenergetyczna, a więc i słup z łącznikiem, musi mieć sprawdzone warunki ochrony przeciwporażeniowej i napięcia dotykowe

rażeniowe muszą być mniejsze od dopuszczalnych.

Wg normy [2] projektowany układ uziemiający powinien spełniać następujące warunki:

- a) zapewnić wytrzymałość mechaniczną i odporność na korozję.
- b) wytrzymać pod względem termicznym największy prąd doziemny.
- c) nie dopuścić do pogorszenia właściwości lub uszkodzenia urządzeń.
- d) zapewnić bezpieczeństwo ludzi poprzez ograniczenie wartości napięć pojawiających się podczas doziemień na częściach uziemionych.
- e) zapewnić określoną niezawodność linii.

Pewna wątpliwość autora dotyczy sformułowania podpunktu d. Bezpieczeństwo musi dotyczyć wszystkich części słupa, nie tylko uziemionych. Interpretując dosłownie i przewrotnie ten punkt można dojść do stwierdzenia, że bezpieczeństwo części przewodzących dostępnych słupa można zapewnić przez ich nieuziemiające.

Projektując i wykonując układ uziemiający słupa należy wziąć pod uwagę nie tylko względy dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej, ale i pozostałe wymienione powyżej w podpunktach a, b, c oraz e.

Układ uziemiający [2] jest to lokalnie ograniczony system połączonych elektrycznie uziomów, przewodów uziemiających i przewodów wyrównawczych lub części metalowych spełniających te same funkcje, na przykład fundamentów słupów, zbrojeń, metalowych powłok kabli.

Takim elektrycznym połączeniem nie jest połączenie przez beton, a połączenie metaliczne. Czyli zbrojenie słupa, jeśli nie posiada metalicznego połączenia z np. poprzecznikiem czy taśmą uziemiającą, uziomem, nie stanowi części układu uziemiającego.

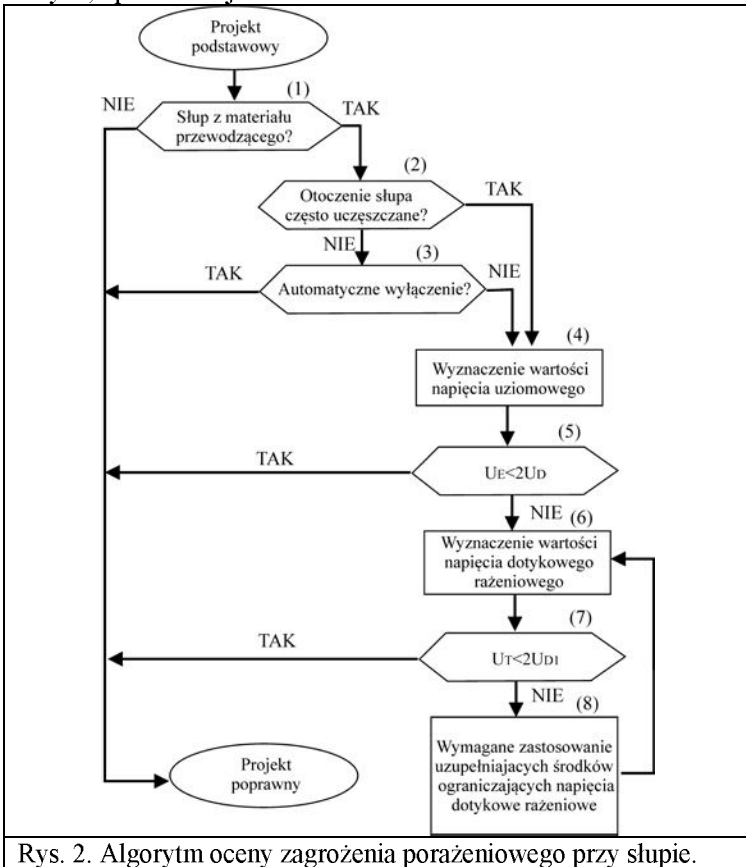
3.2. Podstawowy algorytm

Jest on pokazany na rys. 2. Pierwszy predykat (1) rozstrzyga dalsze postępowanie, na podstawie oceny, czy słup jest wykonany z materiału przewodzącego. Nieprzewodzące są słupy drewniane.

Słupy betonowe z punktu widzenia ochrony od porażień należy traktować, jako słupy wykonane z materiału nieizolacyjnego, czyli podlegające ocenie napięć dotykowych rażeniowych. Niektórzy autorzy przez pewien czas, i to całkiem niedawno, chcieli traktowania słupów strunobetonowych jako wykonanych z materiału nieprzewodzącego. Należy postawić tym osobom retoryczne pytanie: czy dotkną mokrego od deszczu słupa strunobetonowego mając świadomość, że na jego poprzeczniku leży przewód pod napięciem? Obecnie w tym zakresie w Polsce jest już zgoda co do tego, że słupy strunobetonowe należy traktować jako przewodzące, jednak niektórzy do dzisiaj uważają, że przyczyną tego jest tylko zbyt cienka warstwa betonu, a nie jego właściwości. K. Wołkowiński [4] podaje, że rezystywność betonu w zależności od składu, wilgotności, temperatury i wieku, waha się w granicach od 20 do 1000 $\Omega \cdot m$ czyli jest porównywalna z rezystywnościami gruntów. W książce nie są uwzględnione obecne technologie

wykonywania słupów, przy czym w okresie pisania książki były już stosowane słupy strunobetonowe.

Predykat (2) zapytuje, czy miejsce wokół słupa jest często uczęszczane i jest w normie [2] takie „oczywiste” wyjaśnienie: Jest to miejsce, gdzie [...] ludzie będą przebywać przez stosunkowo długi czas (kilka godzin na dzień) przez kilka tygodni w roku, lub że ludzie będą przebywać przez krótki czas, ale bardzo często. Warto na swoim terenie wprowadzić bardziej precyzyjne określenia miejsc uczęszczanych, np. w rodzaju:



Rys. 2. Algorytm oceny zagrożenia porażeniowego przy słupie.

- a) na terenach kąpielisk, boisk, kempingów, placów zabaw i w odległości do X m od wejść do tych miejsc;
- b) podwórek, chodników, parkingów, ogrodów, ogrodzonych terenów przykościelnych, cmentarzy, terenów magazynowych i przemysłowych lub przeznaczonych do innej działalności gospodarczej oraz w odległości do X m od wejść do tych miejsc;

- c) w odległości mniejszej niż Y m od wejść do budynków mieszkalnych i niemieszkalnych oraz do miejsc podanych w pkt. a,
- d) bliżej niż Z m od skraju wszelkich dróg publicznych, chodników i ścieżek oraz innych, jeśli prowadzą do budynków mieszkalnych lub innych, do których orientacyjnie mogą docierać ludzie przynajmniej raz w tygodniu,
- e) na ścieżkach dla pieszych i w odległości do V m od nich, jeśli ścieżki te są umieszczone na mapach lub planach.

Odległości V, X, Y i Z mogą być ustalone przez zakład dystrybucyjny. Takie doprecyzowanie znakomicie ułatwi prace projektowe. Słupy takie może także wskazać projektant i uzyskać akceptację inwestora na etapie zatwierdzania projektu., bo wg niektórych autorów inwestor jest odpowiedzialny za wskazanie takich słupów.

Warto zwrócić uwagę na predykat nr 3 - pośrednio wynika z niego, że jeśli w linii zastosowano działanie zabezpieczeń ziemnozwarciowych na sygnał, to każdy słup musi być wyposażony w uzziemienie ochronne. Jest to duża zmiana w porównaniu ze starszymi normami.

Układ uziomowy można uznać za właściwy, jeśli spełniony jest jeden z warunków:

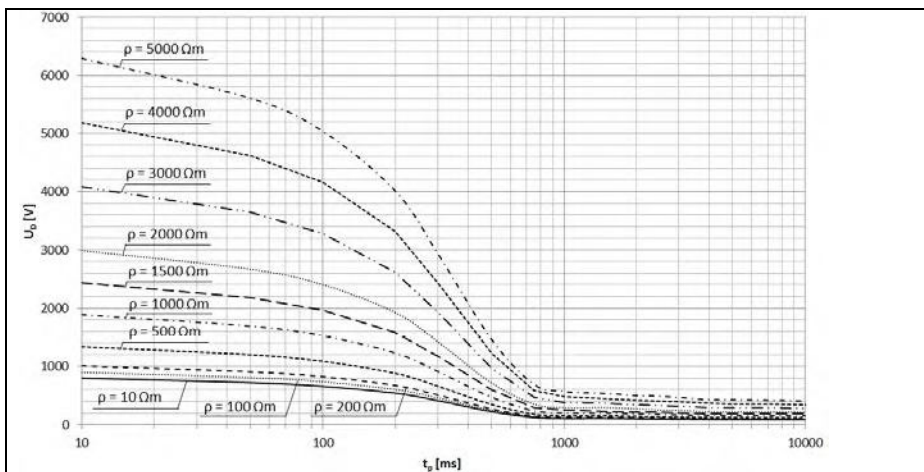
1. Predykat (5) - napięcie uziomowe U_E jest mniejsze od $2U_D$.
2. Predykat (7) - zmierzone lub obliczone napięcia dotykowe rażeniowe są mniejsze od dopuszczalnych.

Dopuszczalne napięcia U_D są podane na rys. 3 oraz 4 i zależą od rezystancji przejścia ze stóp człowieka do gruntu, która jest funkcją rezystywności gruntu (empiryczna zależność 1,5ρ). Dodatkowo komplikuje analizę podział stanowisk na takie, na których człowiek może przebywać w obuwiu lub bez.

Warunek z predykatu (5) można łatwo zamienić na wymaganą rezystancję uzziemienia słupa:

$$R_E < \frac{2U_D}{I_E} = \frac{2U_D}{I_{K1}} \quad (9).$$

Wartość U_D należy odczytać z wykresu na rys. 3 lub 4 dla czasu trwania zakłócenia określonego na podstawie zasad podanych w punkcie 2 i zmierzonej rezystywności ρ górnej warstwy gruntu. Warto przy tym zauważyć, że normy nie precyzują, co należy rozumieć pod pojęciem „górną warstwą gruntu”. Autor przyjął ją w pewnych obliczeniach ją równą 0,7 m,



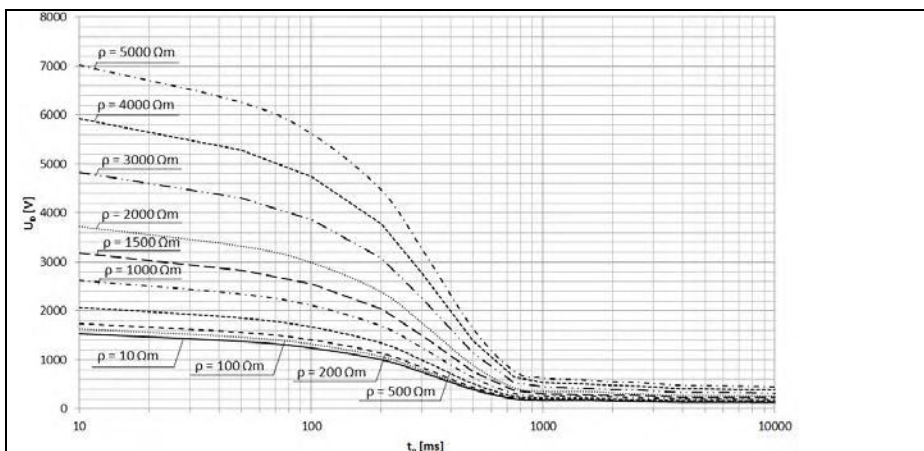
Rys. 3. Krzywa $U_D=f(t_p)$ dla stanowisk, gdzie ludzie mogą przebywać boso; ρ -rezystywność górnej warstwy gruntu.

ale wyłącznie z praktycznego względu - spotykane mierniki rezystywności gruntu mają najmniejszy rozstaw elektrod dla metody Wennera równy 1m.

Zwraca się uwagę, że norma dopuszcza również obliczanie napięć dotykowych rażeniowych, ale nie podaje metody tych obliczeń. W Polsce prawdopodobnie nikt nie posiada dobrego programu związanego z tym zagadnieniem.

3.3. Inne uwagi

Jeśli poprzecznik słupa wykonany jest z materiału przewodzącego powinien być połączony elektrycznie ze zbrojeniem słupa lub innym elementem umożliwiającym spływ prądu ziemnozwarciowego w kierunku ziemi. 2 lata temu dla słupów strunobetonowych było niemożliwe w realizacji.



Rys. 4. Krzywa $U_D=f(t_p)$ dla stanowisk, gdzie ludzie mogą przebywać w obuwii; ρ - rezystywność górnej warstwy gruntu.

Taki zabieg wynika ze znanego od dawna zagrożenia, że podczas przepływu prądu ziemno-zwarciovego z poprzecznika do słupa (nie wnikając w to, czy do zbrojenia, betonu, czy bednarki uziemiającej poprowadzonej na zewnątrz słupa) poprzez beton następuje wydzielanie dużej ilości ciepła i powstaje możliwość uszkodzenia w tym miejscu.

Drugie zagadnienie związane z poprzecznikiem jest następujące: czy z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej metalowy poprzecznik powinien być uziemiony czy nie - zagadnienie dotyczy słupów, dla których wymagane jest uziemienie ochronne. Norma [3], która wprowadzie nie dotyczy słupów, mówi, że ochronie dodatkowej podlegają części przewodzące dostępne - bez względu na odległość od ziemi.

Najważniejszym jednak uzasadnieniem dla łączenia poprzecznika ze zbrojeniem każdego słupa jest uzyskanie poprawy działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych. Jeśli poprzecznik nie jest połączony ze zbrojeniem, to przepływ prądu ziemnozwarciowego przez beton wtrąca rezystancję w granicach 600 - 1200 Ω , a to są już wartości, które w połączeniu z rezystancją uziemienia części pograżonej w gruncie mogą uniemożliwić działanie zabezpieczeń.

Stąd bardzo korzystne jest stosowanie żerdzi wyposażonych w górny zacisk uziemiający, co umożliwi proste wykonanie połączenia. Przy żerdziach strunobetonowych nie można spawać zacisku uziemiającego do strun, w słupie musi być umieszczony zwykły pręt zbrojeniowy. Można się spotkać ze zdaniem, że normy zabraniają wykorzystania strun do przewodzenia prądu ziemnozwarciowego, co jest absolutną nieprawdą. W normie [8] jest zdanie: *Jeśli jest to istotne, w słupie może być umieszczone wewnętrzne uziemienie z odpowiednimi końcówkami. Jako przewód uziemiający można wykorzystać zbrojenie.*

Korzystne jest również stosowanie słupów z dolnym zaciskiem

uziemiającym, który umożliwia łatwe podłączenie uziomu ochronnego, a przy wykorzystaniu żerdzi do budowy stacji - wspólnego uziomu funkcjonalnego i ochronnego. Warto wymaganie odnośnie wyposażania żerdzi w zaciski uziemiające wprowadzić na swoim terenie w postaci zarządzenia lub nawet tylko wymagań przetargowych.

Na marginesie opinia autora o wymaganiach dodatkowej ochrony przed porażeniem dla słupów w liniach SN. W Polsce nie jest znany przypadek porażenia przy słupie lub przy opadnięciu przewodu linii, jeśli prawidłowo (z nastawionym czasem) zadziałały zabezpieczenia ziemnozwarciowe. Stąd można byłoby poprzestać na takiej rezystancji uziemienia słupa, która gwarantuje zadziałanie wszystkich, nawet najgorszych zabezpieczeń. Jest to około 100 Ω . Jednak w Polsce tradycyjnie za uziom uważa się coś, co ma rezystancję do 30 Ω . Taką wartość rezystancji autor uważa za wystarczającą. Ta opinia nie ma jednak najmniejszych szans na znalezienie się w normach. Docierają jednak już odgłosy z Europy, że aktualne podejście norm jest zbyt ostre. Z tej oceny należy usunąć przypadki naruszenia ochrony podstawowej, bo można się natknąć na wprost żenujące opinie, że zabezpieczenie powinno tak szybko i skutecznie wyłączyć linię, że zapobiegnie to skutkom porażenia przy dotyku bezpośrednim.

4. STACJE O GÓRNYM NAPIĘCIU 1- 45 kV

4.1. Stacja SN bez transformatora czyli słup z łącznikiem

Najprostszą stacją jest słup wyposażony w aparaturę łączeniową. Nie powinny być przy niej przekroczone napięcia dotykowe rażeniowe, a w celu oceny można posługiwać wzorem (9) i dopuszczalnym napięciem U_{Tp} .

4.2. Stacja SN/nN zasilająca sieć TN

Stacje SN/nN podlegają bardziej złożonym regułom zależnym od systemu sieci nN oraz sposobem wykonania uziemienia ochronnego (strony SN) i funkcjonalnego (strony nN). Wymagane parametry uziemień wynikają z norm PN, EN i normy [7] o niższej randze prawnej, ale za to dobrze dostosowanej do polskiej rzeczywistości (z pewnym wyjątkiem).

Najczęściej w Polsce stosuje się sieci TN oraz wspólne uziemienie obu stron transformatora. W takie sytuacji uziemienie spełnia następujące funkcje:

a) Zapewnienie właściwych potencjałów w sieci nN podczas doziemienia po stronie SN stacji wg zależności [7, 9, 10]:

$$R_B \leq \frac{U_F}{I_E} = \frac{U_F}{r * I_{kl}} \quad (10),$$

w której:

U_F – maksymalne dopuszczalne napięcie zakłóceniami (uziomowe) w stacji SN/nN (wg wykresu) dla czasu trwania zakłócenia t_f określonego wg zasad podanych w punkcie 2,

I_E – prąd uziomowy wywołany zwarcie doziemnym po stronie SN, przy

czym ściśle biorąc w normie [9] prąd uziomowy jest oznaczany jako I_m , oznaczenie I_E przyjęto jako lepiej zrozumiałe i bardziej rozpowszechnione,

r – współczynnik redukcyjny powłok kablowych,

I_{k1} - prąd zwarcia doziemnego.

Odpowiednik wymogu (10) w normie [3] jest sprecyzowany w postaci zależności:

$$U_E \leq U_{Tp} \quad (11)$$

lub jeszcze łagodniej:

$$U_E \leq X * U_{Tp} \quad (12),$$

gdzie:

U_{Tp} – największe dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe dla określonego czasu przepływu prądu rażeniowego,

X – współczynnik, który zwykle wynosi 2, a w specjalnych przypadkach można dopuścić jego zwiększenie do 5.

Wymogi (11 i 12) są ujęte jako wymagania stawiane wspólnej instalacji uziemiającej (w domyśle – spełniającej funkcję uziemienia ochronnego i roboczego) oraz ze względu na bezpieczeństwo rażeniowe (napięcie dotykowe rażeniowe). Należy sądzić, że dotyczą one bezpieczeństwa w samych instalacjach u odbiorców lub na trasie linii nN, a nie przy samej stacji.

Wzór (11) należy stosować, jeśli połączenie przewodu PEN lub sieci niskiego napięcia z układem uziomowym wysokiego napięcia jest wykonane tylko na terenie stacji transformatorowej. Wzór (12) stosuje się, jeśli przewód PEN jest uziemiony w wielu punktach.

Po sprawdzeniu wykresów U_F w normie [9] i U_{Tp} w normie [3], z zależności (11) i (12) wynikają znacznie łagodniejsze warunki dla wymaganych rezystancji uziemienia stacji SN/nN. Autor, zresztą zgodnie z komentarzem w [3] i normą [7], skłania się do zalecania warunku wynikającego ze wzoru (10), bo wynika on z normy dla instalacji odbiorczych. Wzory (11 i 12) należy raczej stosować dla terenów wydzielonych dla ruchu elektrycznego czyli nie tych powszechnie dostępnych i sieci publicznych.

b) Ograniczenie do wartości dopuszczalnych napięć rażeniowych pojawiających się podczas zwarc doziemnych w obrębie napowietrznej sieci niskiego napięcia bezpośrednio z ziemią, z pominięciem przewodu ochronnego PE (PEN). Zgodnie z normą [11] powinna być spełniona zależność:

$$R_B \leq R_E \frac{50}{U_o - 50} \quad (13)$$

w której:

R_B – wypadkowa rezystancja uziemienia wszystkich połączonych równolegle uziomów w obrębie sieci nN w Ω ,

R_E – minimalna rezystancja przejścia do ziemi w miejscu zwarcia; jeżeli ustalenie tej wartości jest trudne, to według normy [7] można przyjmować 10Ω ,

U_0 – wartość skuteczna napięcia nominalnego sieci względem ziemi w woltach.

Po wstawieniu wartości $U_0 = 230 \text{ V}$ oraz $R_E = 10 \Omega$ otrzymuje się warunek:

$$R_B \leq 2,78 \Omega \quad (14).$$

Niektórzy polscy specjaliści krytykują przyjmowanie $R_E = 10 \Omega$ jako wartość zbyt małą, a warunek jako zbyt ostry. Autor nie ocenia tej krytyki zauważając, że dla większości stacji decydujący jest przeważnie warunek z punktu a, który jest jeszcze ostrzejszy i spieranie się, czy R_E to jest 10, czy 20Ω jest tzw. sporem akademickim o zasadę i nie ma znaczenia w praktyce.

Należy zwrócić uwagę, że przyjęcie dopuszczalnego napięcia na przewodzie PEN o wartości 50 V bez innych środków nie zawsze gwarantuje bezpieczeństwo. Chodzi tutaj o dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe dla zwierząt inwentarskich (np. krów), które wynosi 25 V . Trzeba pod stanowiskami dla zwierząt zastosować dodatkowe uziemienia i połączenia wyrównawcze.

c) Utrzymanie dopuszczalnych wartości napięć rażeniowych wokół stacji. Wpływa na to wartość napięcia uziomowego, rezystywność podłoża i konfiguracja uziomu.

Z normy [3] wyraźnie wynika dopuszczalność następującego trybu postępowania przy ocenie napięć dotykowych rażeniowych:

- pomiar wypadkowej rezystancji uziemienia stacji R_B (w praktyce czasem pomiar taki jest nazywany „bez rozpinania złącz kontrolnych”),
- ocena wartości prądu zwarcia doziemnego I_{K1} i uziomowego I_E stacji na podstawie pojemnościowego prądu zwarcia doziemnego I_{CS} , sposobu pracy punktu neutralnego oraz ewentualnie współczynnika r ,
- obliczenie napięcia uziomowego i porównanie z podwójną wartością U_{Tp} dla określonego czasu trwania zagrożenia porażeniowego.

Jeśli wartość obliczonego napięcia uziomowego jest mniejsza od dwukrotnej wartości U_{Tp} , można nie wykonywać dalszych analiz, a poprzestać na stwierdzeniu, że na podstawie punktu 9.2.4.2 normy [3] napięcia rażeniowe dotykowe dla badanej stacji są mniejsze od dopuszczalnych. Szczegółowa analiza dopuszczalnych napięć U_{Tp} i U_F wykazuje, że dla każdej wartości czasu t_F zachodzi:

$$U_F < 2U_{Tp} \quad (15).$$

Stąd wniosek, że jeśli uziom stacji spełnia warunek na R_B wg wzoru (10), to są również zachowane odpowiednie napięcia dotykowe rażeniowe. Nie można tego bezpośrednio wpisać w protokoły, ale należy udowodnić wstawieniem odpowiednich wartości do wzoru (15). Jednakże z całą pewnością dla stacji SN/nN w sieci TN bez rozdzielania uziemień nie trzeba mierzyć napięć dotykowych rażeniowych, a tylko przeprowadzić dowód obliczeniowy na podstawie pomiaru R_B i prądu uziomowego I_E .



Wybory 2014 - Przemówienie Prezesa Antoniego Maziarka



OT SEP - Bal Elektryka



Zarząd Oddziału Tarnowskiego SEP na okres 2014 - 2018



Wybory 2014 - od prawej Antoni Maziarka, Jan Strzałka , Jan Sznajder, Janusz Onak oraz Stanisław Kozioł



Wybory 2014 - Jan Strzałka oraz Antoni Maziarka



Medal imienia Jana Szczepanika



Zebrań Zarządu podsumowujący działalność za 2013r

d) Zapewnienie dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej (i względnie dobrej symetrii napięć fazowych u odbiorców) mimo przerwania przewodu PEN. Sprawdzenie tego wymogu jest realizowane przez określenie wymaganej rezystancji uziemienia przy stacji oznaczanej jako R_{BN} i dodatkowe uziemienia na trasie linii nN. Wymóg ten nie jest ujęty w PN i EN, stąd słusznie pojawiają się uzupełniające zasady odnośnie do dodatkowych uziemień przewodu PEN. W Polsce wymagania te są sprecyzowane w normie [7] i w odniesieniu do samej stacji brzmią następująco:

Rezystancja R_{BN} , obliczona jako wypadkowa rezystancja uziomu stacji i tych uziemień, których rezystancja nie przekracza 30Ω (każdego uziemienia należącego do operatora sieci), znajdujących się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200 m obejmującego stację zasilającą sieć spełniała warunek:

$$R_{BN} \leq 5 \Omega;$$

jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa $500 \Omega m$, to wartość 5Ω można zastąpić wartością:

$$\rho_{\min}/100,$$

gdzie ρ_{\min} oznacza najmniejszą zmierzoną zastępczą wartość rezystywności gruntu, w którym będą umieszczone uziomy.

Przy braku uziemień przewodów PEN (PE) o rezystancji nie przekraczającej 30Ω w obszarze koła o średnicy 200 m, powyższe wymagania powinna spełniać rezystancja uziomu punktu neutralnego sieci niskiego napięcia zasilanej ze stacji.

Jest tutaj znaczna zmiana w stosunku do poprzedniego wydania normy [7] z 2008 r., ale w nieodosobnionej opinii autora jeszcze niezadowolająca. Poprzednio tekst był następujący - przy czym poprzednie nieczytelne oznaczenie R_{B1} zostało zamienione na R_{BN} (N - czyli w punkcie neutralnym sieci).

Wypadkowa rezystancja R_{BN} tych uziemień, których rezystancja nie przekracza 30Ω (każdego uziemienia), znajdujących się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200 m, zakreślonego dookoła stacji spełniała warunek:

$$R_{BN} \leq 5 \Omega;$$

jeżeli rezystywność gruntu jest większa lub równa $500 \Omega m$, to wartość 5Ω można zastąpić wartością $\rho_{\min}/100$ [...].

Główne różnice to:

- dodanie wyjaśnienia, że R_{BN} może być obliczone (nikt nie wiedział, jak je zmierzyć),
- bierze się pod uwagę tylko uziemienia należące do operatora sieci (pomija uziemienia u odbiorców),
- koło o średnicy 200 m ma obejmować stację i nie musi ona być jego środkiem,
- można zrezygnować z analizy uziemień w kole i przyjąć, że uziemienie przy stacji ma spełniać postawiony warunek 5Ω , ten właśnie zapis znacznie upraszcza ocenę uziemienia przy stacji.

Pozostały pewne wątpliwości odnośnie interpretacji pojęcia rezystywności ρ_{\min} . Brak również wskazówek dotyczących jej wyznaczania.

Zdaniem autora, obecny zapis powinien być odwrócony - czyli że uziemienie przy stacji ma spełniać warunek o 5Ω , ale dopuszczalne jest zastąpienie go rezystancją wypadkową uziemień w kole o średnicy 200 m - jeśli tego wymagają względy techniczne, czyli rozdzielenie uziemień, lub uziom przy stacji jest trudny do wykonania.

e) Ochrona izolacji wyposażenia instalacji niskiego napięcia przed skutkami przepięć wywołanych zwarciem po stronie górnego napięcia transformatora. Wymóg ten wg [3] nie dotyczy sieci TN.

f) Współpraca z ochroną odgromową. Dla uziemień odgromowych zalecana wartość rezystancji nie powinna być większa od 10Ω , co jak podano w [12], wynika z normy PN-EN 62305-3. Można wartość tą interpretować jako wymaganie dla uziomu sztucznego stacji.

Ponieważ przy wspólnej instalacji uziemiającej istnieje niebezpieczeństwo wyniesienia potencjału podczas zwarcia po stronie SN do odbiorców przez przewód PEN, czasem stosuje się rozdzielanie uziemień. W takiej sytuacji nie obowiązuje warunek a, ale trzeba szczegółowo sprawdzić napięcia dotykowe rażeniowe - najlepiej poprzez ich pomiar. Nie jest rozdzielaniem uziemień ani nawet przygotowaniem stacji do tego rozwiązania wyprowadzenie dwóch przewodów uziemiających: żółto-zielonego i niebieskiego np. na dwóch żerdziach w przypadku stacji napowietrznych czy z dwóch stron budynku w przypadku stacji wewnętrznych. Rozdzielenie uziemień wymaga odległości przynajmniej 20 m pomiędzy uziomami i najczęściej jest realizowane poprzez wykonanie uziemień funkcjonalnych na pierwszych słupach linii nN lub w złączach kablowych odpowiednio odległych od stacji.

Wyprowadzenie dwóch przewodów uziemiających ze stacji nie jest zabronione, ale efektem tego zabiegu jest tylko poprawienie pewności połączenia. Z drugiej strony mocno utrudnia proste wykonywanie pomiarów rezystancji R_{BN} uziemienia przy stacji.

4.3. Stacja zasilająca sieć TT

Dla takich stacji obowiązuje m. in. warunek (10), ale w liczniku występuje wartość 1200V, jeśli zwarcie po stronie SN nie trwa dłużej niż 5s, a 250V, jeśli dłużej niż 5s. Jest on związany z funkcją podaną w punkcie e. Poza tym obowiązują warunki podane w punktach c oraz f.

5. UZIEMIENIA W LINIACH nN PRACUJĄCYCH W UKŁADZIE TN

Norma [12] zawiera tylko pewne zapisy ogólne. m. in:

- Zaleca się, aby przewody ochronne były uziemione w miejscu wprowadzenia ich do każdego z budynków lub obiektów.

- Zaleca się skuteczne połączenia przewodów ochronnych z ziemią wszędzie tam, gdzie jest to możliwe.

Należy zauważyć, że nie wymaga się uziemiania miejsca podziału przewodu PEN na PE oraz N ani złączy kablowych (ZK). Nie sprecyzowano także, jak często przewód PE ma być uziemiony poprzestając na „wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Zauważa się przesuwanie odpowiedzialności za ochronę na odbiorców.

Braki te uzupełnia dla polskich projektantów norma [7] uściślając jak często przewód PE ma być uziemiany i przez jakie rezystancje. Wątpliwości natury praktycznej budzi punkt: *Na obszarze koła o średnicy 300 m zakreślonego dowolnie dookoła końcowego odcinka każdej linii i jej odgałęzień tak, aby koniec linii lub odgałęzienia znajdował się w tym kole, powinny znajdować się uziemienia o wartości wypadkowej rezystancji nie przekraczającej 5Ω , obliczonej przy uwzględnieniu jedynie tych uziemień, których rezystancja jest nie większa niż 30Ω (każdego uziemienia należącego do operatora sieci).*

Obecnie normy PN, ale i SEP, nie wymagają uziemień w ZK należących do operatora sieci. Nie ma przeszkód prawnych w ich stosowaniu, ale powodują koszty i konieczność okresowego badania.

6. UWAGI DODATKOWE

Autor spotkał się z dość zaskakującym pytaniem, czy w sieci TN można uziemiać przewodzące obudowy łączników. Odpowiedź jest bardzo silna: W sieci TN można i należy uziemiać tylko przewód PE/PEN, natomiast uziemianie części przewodzących dostępnych jest surowo zabronione, bo może zostać naruszony warunek (13). W pewnych projektach typowych narysowano, że obudowy łączników są uziemiane, ale na szczęście również połączone z przewodem PEN. Uziemiony powinien być przewód PEN, a obudowa łącznika połączona z tym przewodem.

Dla uziemiania przewodu PEN można wykorzystać zbrojenie słupów wykorzystując górny zacisk uziemiający. Rzadko jest to w Polsce realizowane.

W jednym z zakładów dystrybucyjnych ze stacji SN/nN wychodzą obwody opisane jako TN i TT! A w innym zasila się w układzie rezerwowym sieci TT z układu TN i odwrotnie. Są to rozwiązania surowo zabronione. Związane to jest również z warunkiem (13). Istnieje pewna wątpliwość - w pierwszej wersji normy PN-E-05009-41:1992 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciw-porażeniowa był wpis: *Jeżeli urządzenie ochronne różnicowoprądowe jest stosowane do samoczynnego wyłączenia zasilania obwodu poza strefą objętą połączeniami wyrównawczymi głównymi, to części przewodzących dostępnych nie należy przyłączać do układu TN, lecz przewody ochronne należy przyłączyć do uziumu o rezystancji uziemienia dostosowanej do prądu wyzwalającego urządzenia ochronnego różnicowoprądowego. Obwód zabezpieczony w ten sposób należy traktować jako układ TT i stosuje się do niego postanowienia p. 413.1.4.* Na podstawie zapisów tej normy powstało pojęcie „wyspa TT w układzie TN”. W dalszych edycjach normy

o nieco innych tytułach i numerach 60364 zapisu tego już nie było. Tak więc prawnikom można pozostawić dyskusję nad tym, czy jak coś nie jest zakazane, to czy jest dopuszczalne? Jednakże należy silnie zauważyć, że przy definiowaniu wyspy TT zakładano, że są w niej zainstalowane wyłączniki różnicowe. W Polsce sieci TT to pozostałości starych sieci, w których tych wyłączników praktycznie nie ma!

Układ TT obecnie w Europie jest wyraźnie nie zalecany, bo ma kilka wad. Główne to brak rezerwowania wyłączników różnicowo-prądowych przez urządzenie przetężeniowe oraz możliwość powstawania asymetrii napięć przy przerwaniu przewodu N, który jest uziemiany tylko w stacji SN/nN.

7. WNIOSKI

Wymagania współczesnych norm związanych z ochroną przy dotyku pośrednim w liniach SN są niepotrzebnie skomplikowane i mało przejrzyste, a dodatkowo - bardzo ostre. Przy nikłym prawdopodobieństwie porażenia przy prawidłowym wyłączeniu przez zabezpieczenia ziemnozwarciowe mogły by być złagodzone, ale wpływ najlepszych polskich specjalistów na normy EN jest minimalny.

W zakresie stacji SN/nN dobre jest stosowanie braku rozdzielania uziemienia ochronnego i funkcjonalnego, chociaż nie wszyscy specjaliści z tym poglądem się zgadzają. Podstawowym kryterium oceny uziemiania w stacjach SN/nN może być wypadkowa rezystancja uziemienia R_B . Należy jednak zwrócić uwagę na inne parametry, np., rezystancję uziemienia przy stacji R_{BN} czy uziemień w głębi sieci nN.

Projektowanie uziemień powinno rozpoczynać się od pomiaru rezystywności gruntu, do czego trudno zmusić polskich projektantów.

Spotyka się jeszcze w Polsce resztki sieci TT - powinny one być możliwie szybko zlikwidowane i nie powinny współpracować z dużo bezpieczniejszymi sieciami TN.

Literatura

- [1] PN-EN 50423:2007: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 do 45 kV włącznie.
- [2] PN-EN 50341: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 45 kV.
- [3] PN-E-05115: Instalacje elektroenergetyczne o napięciu powyżej 1 kV.
- [4] Wołkowiński K.: Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych. WNT, Warszawa, 1972.
- [5] PN-EN 50522:2011E, Uziemienie instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV
- [6] PN-EN 61936-1:2011E Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV. Część 1: Postanowienia ogólne

[7] Norma SEP

[8] PN-EN 12843: 2008 Prefabrykаты z betonu. Maszty i słupy.

[9] PN-IEC 60364-4-442: 2012E Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przed skutkami przepięć. Ochrona instalacji niskiego napięcia przez przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.

[10] PN-HD 60364-4-442: Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia [(oryg.)

[11] PN-HD 60364-4-41:2009 P Instalacje elektryczne niskiego napięcia: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym .

[12] Łoboda M.: Uziemienia w ochronie odgromowej. Materiały VI Konferencji Naukowo-Technicznej „Ochrona odgromowa budynków. Nowe normy i wymagania”. Poznań, 14 maja 2008 r., Międzynarodowe Targi Energetyki EXPOPOWER 2008.

Stanisław Kuropatwa

Ochrona instalacji elektrycznych niskiego napięcia przed skutkami doziemień w sieciach średniego napięcia

Ludzi i zwierzęta domowe oraz wyposażenie instalacji elektrycznych niskiego napięcia należy chronić przed skutkami doziemień w sieciach średniego napięcia stacji transformatorowych SN/nN, z których zasilane są sieci elektryczne niskiego napięcia.

Sieci średniego napięcia to sieci o napięciu powyżej 1000 V prądu przemiennego.

Doziemienie po stronie średniego napięcia stacji transformatorowej powoduje przepływ prądu uszkodzeniowego przez uziom części przewodzących dostępnych stacji.

Prąd uszkodzeniowy I_m , płynąc przez uziom o rezystancji R , powoduje pojawienie się napięcia uszkodzeniowego (napięcia uziomowego), którego wielkość jest wyznaczona przez wartość prądu uszkodzeniowego i rezystancję uziomu. Prąd uszkodzeniowy może powodować:

- ogólny wzrost potencjału w stosunku do ziemi w sieci niskiego napięcia, co w efekcie powoduje przepięcie, które może być

przyczyną uszkodzenia izolacji instalacji i urządzeń elektrycznych,

- ogólny wzrost potencjału w stosunku do ziemi na częściach przewodzących dostępnych instalacji i urządzeń elektrycznych niskiego napięcia (w tym na przewodach ochronnych), mogący powodować pojawienie się napięcia uszkodzeniowego i napięcia dotykowego zagrażającego porażeniem ludzi i zwierząt domowych.

Wielkość prądu uszkodzeniowego zależy głównie od sposobu uziemienia punktu neutralnego sieci średniego napięcia.

Sieci średniego napięcia mogą pracować jako:

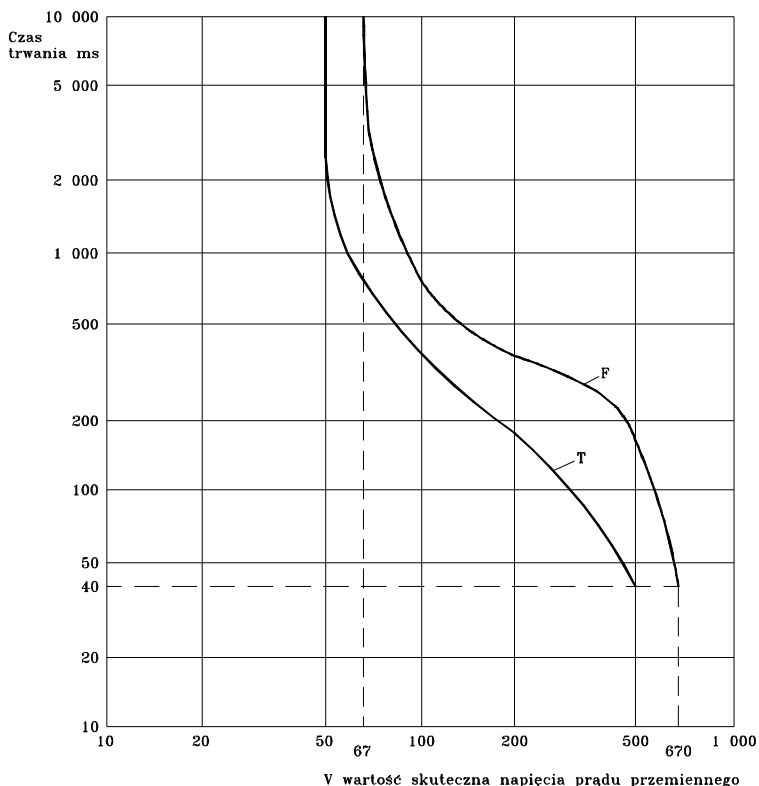
- sieci o izolowanym punkcie neutralnym,
- sieci z kompensacją pojemnościowych prądów zwarć doziemnych (sieci o uziemionym punkcie neutralnym przez element charakteryzujący się dużą indukcyjnością),
- sieci o uziemionym przez rezystor punkcie neutralnych,
- sieci o uziemionym bezpośrednio punkcie neutralnym.

W sieciach średniego napięcia o izolowanym punkcie neutralnym lub w sieciach kompensowanych prądy zwarć doziemnych osiągają małe wartości w granicach do 50 A. Dopuszcza się dłuższą pracę takiej sieci (długie czasy wyłączenia) z jednofazowym zwarcie doziemnym.

W sieciach średniego napięcia o uziemionym bezpośrednio lub przez rezystor punkcie neutralnym, prądy zwarć doziemnych mogą osiągać znaczne wartości. Prądy te zapewniają działanie automatyki zabezpieczeniowej. Czasy wyłączenia zwarć doziemnych w takich sieciach są krótkie, poniżej 1 sekundy.

Stosując ochronę instalacji elektrycznych niskiego napięcia przed skutkami doziemień w sieci średniego napięcia należy każdorazowo analizować pracę tej sieci, mając na uwadze następujące podstawowe wymagania:

- wartość i czas utrzymywania się napięcia uszkodzeniowego lub napięcia dotykowego nie powinny przekraczać wartości wynikających z krzywych F i T przedstawionych na rysunku nr 1,



Rys. 1. Maksymalny czas trwania napięcia uszkodzeniowego *F* i napięcia dotykowego *T*, spowodowanego doziemieniem w sieci średniego napięcia

- wartość i czas utrzymywania się przepięcia o częstotliwości sieciowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia nie powinny przekraczać wartości przedstawionych w tabelicy nr 1.

Tablica 1. Wartości i czasy dopuszczalnych przebiegów o częstotliwości sieciowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia spowodowanych doziemieniem w sieci średniego napięcia

Rodzaj sieci średniego napięcia	Dopuszczalne przebiegi o częstotliwości sieciowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia	Czasy wyłączenia
	V	S
Sieć średniego napięcia mająca długie czasy wyłączenia	$U_0 + 250 \text{ V}$	> 5
Sieć średniego napięcia mająca krótkie czasy wyłączenia	$U_0 + 1200 \text{ V}$	≤ 5
U_0 – napięcie fazowe (między przewodami fazowymi, a przewodem neutralnym lub ochronno-neutralnym) w sieci niskiego napięcia		

W stacji transformatorowej powinien być jeden system uziemienia, do którego powinny być przyłączone:

- uziomy,
- obudowa transformatora,
- powłoki metalowe i żyły powrotne kabli średniego napięcia,
- powłoki metalowe kabli i przewodów niskiego napięcia, z wyjątkiem takich, w których przewód neutralny (ochronno-neutralny) jest uziemiony za pomocą oddzielnego uziomu,
- przewody uziemiające sieci średniego napięcia,
- części przewodzące dostępne instalacji i urządzeń elektrycznych niskiego i średniego napięcia,
- części przewodzące obce.

Przy określaniu wymagań szczegółowych w zakresie systemów uziemień wyróżnić należy następujące rozwiązania:

1. Stacja transformatorowa SN/nN z bardzo dobrze uziemionymi częściami przewodzącymi dostępnymi

Za stację transformatorową z bardzo dobrze uziemionymi częściami przewodzącymi dostępnymi uważa się stację, w której spełniony jest jeden z następujących warunków:

1.1. Rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych stacji

transformatorowej nie przekracza 1 Ω .

1.2. Do stacji transformatorowej SN/nN są przyłączone:

Przewody i kable średniego napięcia z odpowiednio uziemionymi powłokami metalowymi, lub

Przewody i kable niskiego napięcia z odpowiednio uziemionymi powłokami metalowymi, lub

w kombinacji kable średniego i niskiego napięcia z odpowiednio uziemionymi powłokami metalowymi.

We wszystkich przypadkach długość tych kabli przekracza 1 km.

W takiej stacji transformatorowej można łączyć uziemienia sieci niskiego napięcia z uziemieniem części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej i uważać, że są spełnione wymagania ochrony ludzi i zwierząt domowych oraz instalacji i urządzeń elektrycznych niskiego napięcia przed skutkami doziemień w sieci średniego napięcia.

2. Systemy uziemień w sieci niskiego napięcia

Jeżeli stacja transformatorowa nie ma bardzo dobrze uziemionych części przewodzących dostępnych, należy zastosować następujące systemy uziemień i rozwiązania w poszczególnych układach sieci niskiego napięcia, spełniające wymagania ochrony ludzi i zwierząt domowych oraz instalacji i urządzeń elektrycznych niskiego napięcia przed skutkami doziemień w sieci średniego napięcia, a mianowicie:

2.1 Układ sieci TN

Jeżeli napięcie uszkodzeniowe $R \cdot I_m$ jest wyłączane w czasie nie dłuższym niż podany na rysunku nr 1, przewód ochronno-neutralny PEN sieci niskiego napięcia może być przyłączony do uziomu części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej, zgodnie z rysunkiem nr 2 a,

Jeżeli nie jest spełniony warunek podany w punkcie 2.1.1, przewód ochronno-neutralny PEN sieci niskiego napięcia powinien być uziemiony przez uziom R_B , elektrycznie niezależny od uziomu R części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej, zgodnie z rysunkiem nr 2b. W tym przypadku przepięcie U_1 w urządzeniach niskiego napięcia stacji transformatorowej powinno być wyłączane w czasie odpowiadającym poziomowi izolacji tych urządzeń.

Poziom izolacji urządzeń niskiego napięcia stacji transformatorowej może być wyższy niż wartości podane w tablicy nr 1.

2.2 Układ sieci TT

Jeżeli w urządzeniach niskiego napięcia instalacji elektrycznej jest spełniona zależność pomiędzy przepięciem U_2 a czasem wyłączenia, podanymi w tablicy nr 1, przewód neutralny N sieci niskiego napięcia może być przyłączony do uziomu części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej, zgodnie z rysunkiem nr 3 a.

Jeżeli nie jest spełniony warunek podany w punkcie 2.2.1, przewód neutralny N sieci niskiego napięcia powinien być uziemiony przez uziom R_B , elektrycznie niezależny od uziomu R części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej, zgodnie z rysunkiem nr 3 b.

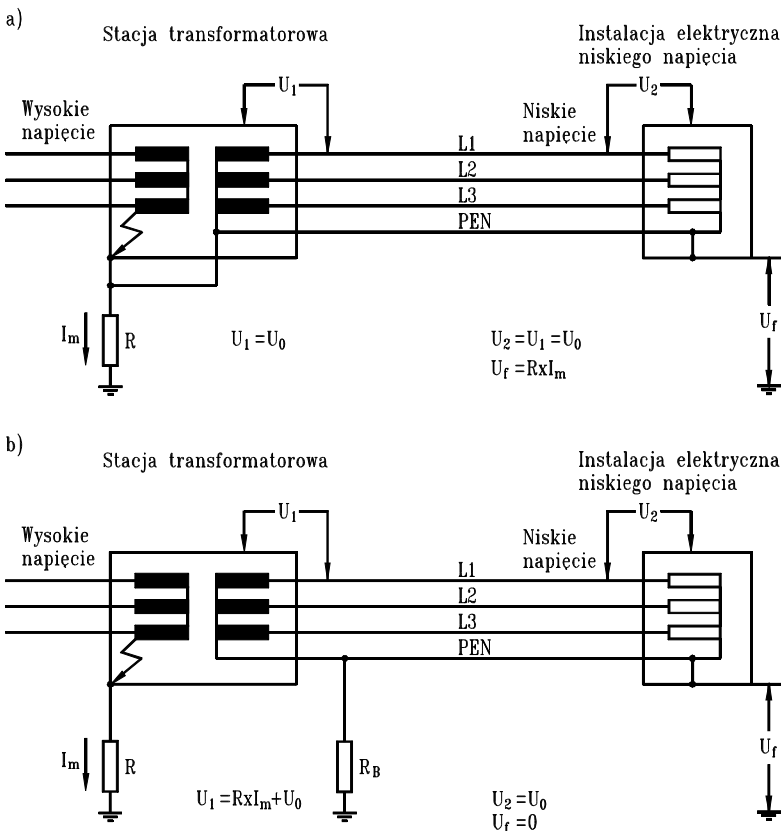
W tym przypadku przepięcie U_1 w urządzeniach niskiego napięcia stacji transformatorowej powinno być wyłączane w czasie odpowiadającym poziomowi izolacji tych urządzeń. Poziom izolacji urządzeń niskiego napięcia stacji transformatorowej może być wyższy niż wartości podane w tablicy nr 1.

2.3 Układ sieci IT

Jeżeli napięcie uszkodzeniowe $R \cdot I_m$ jest wyłączane w czasie nie dłuższym niż podany na rysunku nr 1, części przewodzące dostępne urządzeń niskiego napięcia instalacji elektrycznej mogą być przyłączone do uziomu części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej.

Jeżeli nie jest spełniony warunek podany w punkcie 2.3.1, części przewodzące dostępne urządzeń niskiego napięcia instalacji elektrycznej powinny być przyłączone do uziomu elektrycznie niezależnego od uziomu części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej. W tym przypadku w urządzeniach niskiego napięcia instalacji elektrycznej powinna być spełniona zależność pomiędzy przepięciem a czasem wyłączenia, podanymi w tablicy nr 1, natomiast w urządzeniach niskiego napięcia stacji transformatorowej przepięcie powinno być wyłączane w czasie odpowiadającym poziomowi izolacji

tych urządzeń.



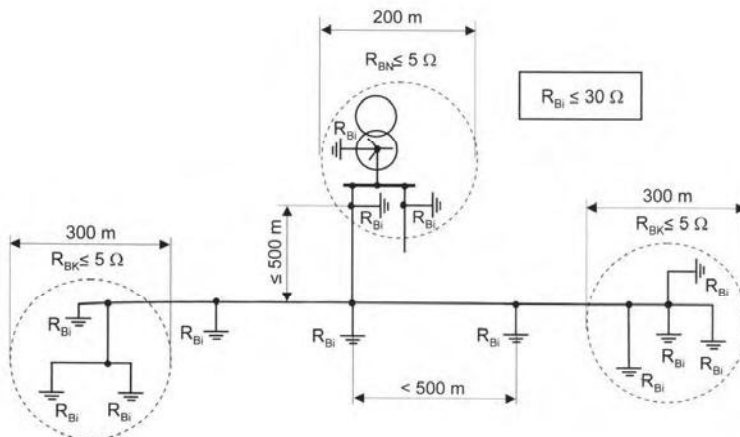
Oznaczenia: I_m – prąd uszkodzeniowy; R – rezystancja uziomu części przewodzących dostępnych stacji transformatorowej; R_B – rezystancja uziomu elektrycznie niezależnego od uziomu R ; U_0 - napięcie fazowe (między przewodami fazowymi a przewodem ochronno-neutralnym) w sieci niskiego napięcia; U_f - napięcie uszkodzeniowe w sieci niskiego napięcia, między częściami przewodzącymi dostępnymi a ziemią; U_1 - przepięcie w urządzeniach niskiego napięcia stacji transformatorowej; U_2 – przepięcie w urządzeniach niskiego napięcia instalacji elektrycznej; L_1, L_2, L_3 – przewody fazowe; PEN - przewód ochronno-neutralny.

Rys. 2. Układ sieci TN

Załącznik B
(informacyjny)
**Największe dopuszczalne wartości rezystancji uziemień
i ich rozmieszczenie**

Tablica B.1. Rezystancje uziemień w liniach i instalacjach niskiego napięcia pracujących w układach TN

Lp.	Opis uziemienia	Rezystancja uziemień w Ω przy ρ_{min}	
		$< 500 \Omega m$	$\geq 500 \Omega m$
1.	Obliczona wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień sieci nn, których rezystancja nie przekracza 30 Ω , znajdujących się na obszarze koła o średnicy 200 m , obejmującego stację zasilającą sieć. Patrz punkt 5.4.	$R_{BN} \leq 5$	$R_{BN} \leq \frac{\rho_{min}}{100}$
2.	Wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) sieci , w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE)	$R_B \leq R_E \frac{50}{U_n - 50}$	
3.	Wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień połączonych z uziomem stacyjnych urządzeń wysokiego napięcia, uziemień punktu neutralnego każdej stacji i połączonych z nim uziemień przewodów PEN (PE) sieci	$R_B \leq \frac{U_F}{r_{kl}} = \frac{U_F}{I_E}$	
4.	Wzdłuż trasy każdej linii napowietrznej w odległościach nie przekraczających 500 m	$R_{B1} \leq 30$	$R_{B1} \leq \frac{\rho_{min}}{16}$
5.	Wzdłuż trasy każdej linii napowietrznej poza uziemieniami wymienionymi w lp.4	nie normuje się	
6.	Na końcu każdej linii napowietrznej i kablowej i na końcu każdego odgałęzienia o długości większej od 200 m	$R_{B1} \leq 30$	$R_{B1} \leq \frac{\rho_{min}}{16}$
7.	Na obszarze koła o średnicy 300 m obejmującego końcowy odcinek każdej linii napowietrznej i kablowej oraz jej odgałęzienia	$R_{BK} \leq 5$	$R_{BK} \leq \frac{\rho_{min}}{100}$
8.	Główny zacisk (szyna) uziemiający instalacji elektrycznej zasilanej z linii niskiego napięcia	$R_{MET} \leq 30$	



Rys. 4 Odległości i strefy, dla których podano wartości rezystancji R_{Bi} , R_{BN} , R_{BK} ,

Literatura:

PN-IEC 60364-4-442 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.

N SEP-E-001 Norma SEP. Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Miernik rezystancji uziemień MRU-105

Firma SONEL S.A. od wielu lat produkuje najwyższej jakości przyrządy pomiarowe dla energetyki. Wśród szerokiej gamy mierników SONEL S.A. oferuje także przyrządy do pomiarów rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu.

MRU-105 jest niewielkim i poręcznym przyrządem. Ma małą masę (1,7 kg z akumulatorami), dzięki czemu długotrwałe pomiary nie powodują zmęczenia użytkownika. Przyrząd przystosowany jest do pracy w trudnych warunkach środowiskowych, dlatego posiada obudowę wytrzymałą na uszkodzenia mechaniczne, zamykaną od góry uszczelnioną pokrywą.

Wszystkie funkcje miernika kontrolowane są przez mikroprocesor. Przed pomiarem sprawdza on, czy warunki panujące w badanej instalacji pozwalają na wykonanie pomiaru. Również cykl pomiarowy nadzorowany jest przez procesor. Wszelkie wyniki, informacje, ostrzeżenia i błędy pokazywane są na dużym i czytelnym wyświetlaczu ciekłokrystalicznym, który może zostać podświetlony.

Przed wykonaniem pomiaru, miernik sprawdza, czy w badanym obiekcie nie występuje zbyt wysokie napięcie zakłócające. Możliwy jest pomiar przy napięciu zakłócającym AC, DC do 24V. Częstotliwość napięcia oraz prądu pomiarowego wynosi 128Hz i dobrana jest w taki sposób, aby odstroić się od częstotliwości sieciowej i wyższych harmonicznych. **MRU-101** posiada na wejściach filtry wąskopasmowe, które bardzo skutecznie eliminują częstotliwości inne niż 128Hz.

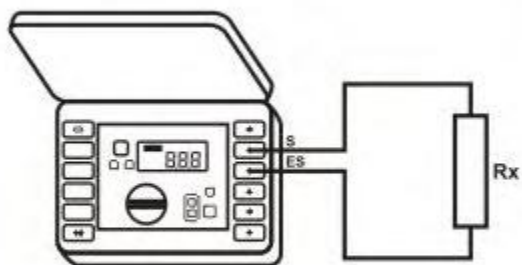
Miernik posiada wiele trybów pomiarowych, dzięki którym można łatwo i rzetelnie zmierzyć rezystancję uziemienia i rezystywność gruntu. Wszystkie funkcje pomiarowe wybiera się dużym przełącznikiem obrotowym.



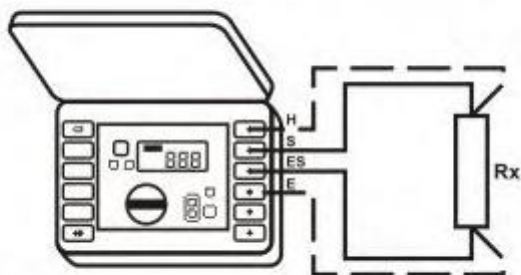
Rys.1. Miernik MRU-105.

Dwu- i czteroprzewodowy pomiar rezystancji.

Przyrząd posiada możliwość pomiaru rezystancji do $20\text{k}\Omega$ metodą dwuprzewodową z rozdzielczością $0,01\Omega$. W takim przypadku należy od wyniku odjąć rezystancję przewodów pomiarowych. Istnieje jednak możliwość zmierzenia rezystancji metodą czteroprzewodową, która eliminuje rezystancję przewodów pomiarowych, co bardzo usprawnia badania.



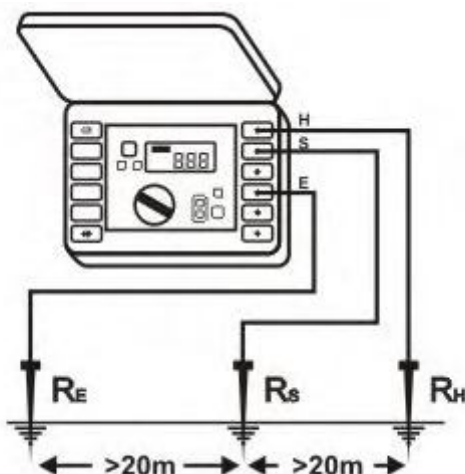
Rys.2. Pomiar rezystancji metodą dwuprzewodową.



Rys.3. Pomiar rezystancji metodą czteroprzewodową.

Trójprzewodowy pomiar rezystancji uziemień.

Zastosowany pomiar rezystancji uziemienia oparty jest na metodzie technicznej z wykorzystaniem trzech elektrod: badanego uziomu i sond pomocniczych (prądowej i napięciowej). Dopuszczalna rezystancja elektrod pomocniczych może wynosić aż 50k Ω . W czasie pomiaru mierzone są rezystancje elektrod pomocniczych a ich wartości są podawane wraz z ostatecznym wynikiem rezystancji uziemienia. Zakres pomiarowy wynosi do 20k Ω , rozdzielczość 0,01 Ω . Miernik automatycznie wybiera jeden z pięciu podzakresów pomiarowych.

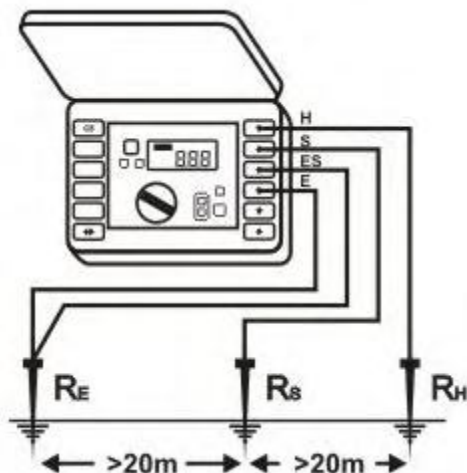


Rys.4. Pomiar rezystancji uziemienia metodą trójprzewodową.

Czteroprzewodowy pomiar rezystancji uziemień.

Zastosowany techniczny pomiar rezystancji uziemienia z wykorzystaniem dodatkowego czwartego przewodu, powoduje wyeliminowanie rezystancji przewodów pomiarowych. Metoda wykorzystywana jest do badania uziomów

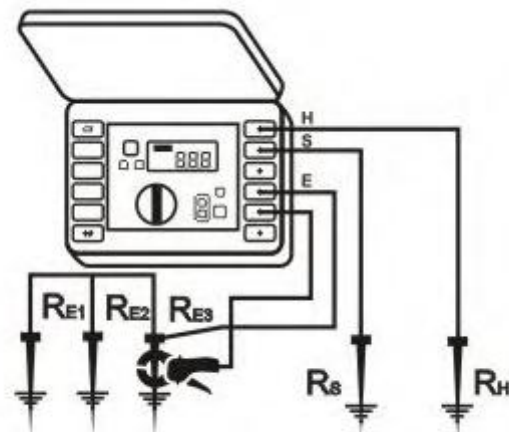
o bardzo małych wartościach rezystancji. Zakres pomiarowy i rozdzielczość są analogiczne do metody trójprzewodowej.



Rys.5. Pomiar rezystancji uziemienia metodą czteroprzewodową.

Pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych z użyciem cęgów.

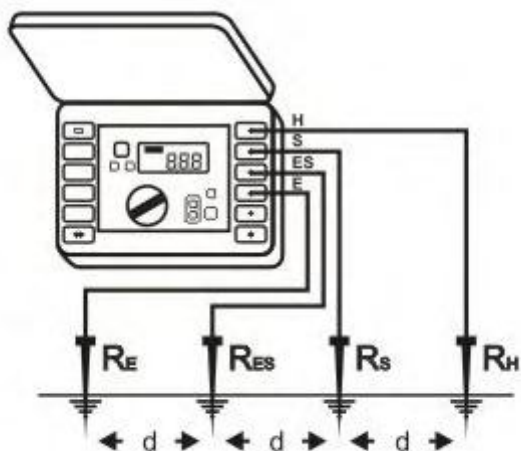
Miernik MRU-105 posiada bardzo pożyteczną funkcję, pozwalającą na szybkie wykonywanie pomiarów uziemień wielokrotnych (czyli wielu uziomów połączonych w jeden system: np. uziemień słupów wysokiego napięcia, instalacji odgromowych budynków). Jest to bardzo pomocna funkcja, która umożliwia wykonanie pomiaru z użyciem cęgów, bez konieczności rozpinania złącza kontrolnego.



Rys.6. Pomiar rezystancji uzemień wielokrotnych z użyciem cęgów.

Pomiar rezystywności gruntu.

Pomiary rezystywności gruntu są wykorzystywane do przygotowania projektu systemu uzemień lub w geologii. Funkcja pomiarowa jest metrologicznie identyczna jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uzimienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Miernik oblicza wynik według metody pomiarowej Wennera, która zakłada równe odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru $\rho=2\pi dRE$.



Rys.7. Pomiar rezystywności gruntu.

Wyposażenie

Miernik dostarczany jest wraz z akcesoriami w poręcznym futerale, gdzie znajdują się także dwie sondy pomiarowe do wbijania w grunt, komplet przewodów pomiarowych nawiniętych na szpule, zakładane na sondy oraz szelki ułatwiające noszenie przyrządu. Szpule z przewodami mają zawsze bardzo dobry kontakt z sondami poprzez styk pierścieniowy. Dzięki temu można w łatwy i wygodny sposób rozwijać przewody (kołowrotek) i podłączać je do miernika.

Technika w samochodzie (C.D.)

ESP

ESP - (ang. Electronic Stability **Program**, **elektroniczny** program stabilizacji) to układ elektroniczny stabilizujący tor jazdy samochodu podczas pokonywania zakrętu przejmujący kontrolę nad połączonymi układami ABS i ASR. System ten uaktywnia się samoczynnie, przyhamowując jedno lub kilka kół, z chwilą, gdy odpowiedni czujnik wykryje tendencję do wyślizgnięcia się samochodu z zakrętu

Zasada działania ESP

Podstawowe założenia pracy systemu

Układ ESP (ang. Electronic Stability Programm) jak wskazuje nazwa stabilizuje samochód wpadający w poślizg, korygując tor jego jazdy. Zastosowane w nim układy elektroniczne rozpoznają uślizg boczny samochodu i poprzez możliwość przyhamowania dowolnego koła z osobna potrafią wywołać moment przeciwstawiający się obrotowi samochodu lub korygujący jego tor jazdy. W razie potrzeby jednocześnie redukowany jest moment obrotowy silnika, w celu zmniejszenia siły napędowej na kołach osi napędzanej. ESP może zadziałać w każdych warunkach (jazda na wprost, pokonywanie zakrętu, hamowanie, przyspieszanie, swobodne toczenie). Gdy tylko pojazd wykazuje tendencję do obrotu wokół osi środkowej lub poślizgu bocznego następuje interwencja układu.

W przypadku podsterowności (przednia oś samochodu ślizga się bardziej od tylnej) przyhamowanie tylnego wewnętrznego koła stabilizuje samochód na jego właściwym torze jazdy. Jeżeli w poślizg wpada tylna oś (nadsterowność) przyhamowywane jest koło przednie zewnętrzne. Niebezpieczne przyspieszenie wokół osi pionowej rozpoznawane jest przez bardzo czuły sensor prędkości obrotowej. Czas reakcji systemu wynosi zaledwie 20 ms (0, 02 sekundy), dzięki czemu wszelki poślizg wykrywany jest znacznie wcześniej niż zrobiłby to nawet najbardziej wyćwiczony kierowca.

System ESP łączy w sobie zalety wielu układów: ABS, elektronicznej regulacji rozkładu siły hamowania między osiami, układu kontroli momentu obrotowego, systemu kontroli trakcji ASR oraz, w przypadku Mercedesa, także układu BAS (Brems Assistant System) wspomagającego pełne wykorzystanie hamulców w niebezpiecznych sytuacjach. "Mózgiem" systemu w wykonaniu firmy Bosch są dwa 16-bitowe, 56kB-we mikrokomputery przetwarzające dane z wszystkich

czujników. Jeden procesor pełni funkcje kontrolną kontrolując prace drugiego. Dla porównania układ ABS wymaga zaledwie czwartej części mocy obliczeniowej wymaganej przez ESP.

Czujniki ESP ciągle monitorują następujące wartości:

- prędkość obrotową każdego koła (przez czujniki ABS),
- kąt skrętu kierownicy,
- przyspieszenie poprzeczne samochodu,
- ciśnienie płynu hamulcowego w przewodach,
- prędkość obrotową wokół osi pionowej samochodu,
- aktualną prędkość jazdy samochodu,
- aktualny moment obrotowy, przekazywany na oś napędzaną,
- aktualne przełożenie wybrane przez kierowcę lub przez komputer sterujący automatyczną skrzynią biegów.

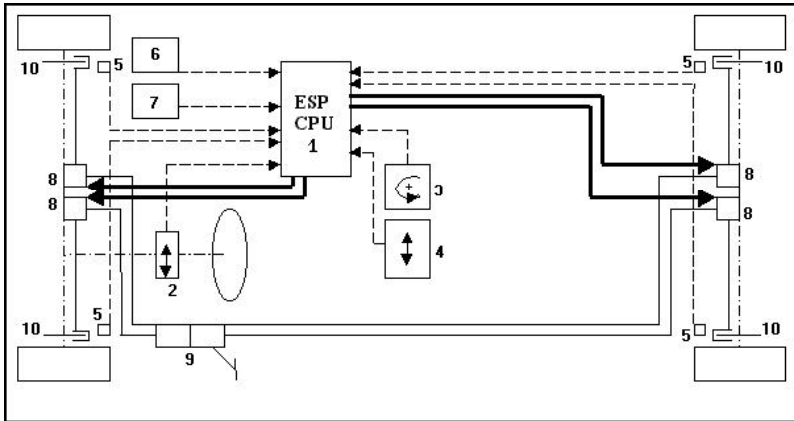
W niektórych rozwiązaniach uwzględniane są dodatkowo takie parametry jak:

- ciężar całkowity pojazdu (na podstawie układu regulującego twardość amortyzatorów),
- ciśnienie w ogumieniu (czujniki na obręczy koła lub na podstawie różnic prędkości obrotowych sąsiednich kół),
- różnice w wysokości lub rodzaju rzeźby bieżnika poszczególnych kół (porównanie prędkości obrotowej kół).

Oprogramowanie modułu sterującego bierze pod uwagę ok. 70 zmiennych, mających wpływ na sposób zadziałania układu. Elektroniczny moduł sterujący oblicza na podstawie danych z powyższych czujników teoretyczną prędkość żyroskopową (obrotową wokół osi pionowej), która odpowiada chwilowemu zamierzonemu torowi jazdy i warunkom przyczepności do powierzchni jezdni. Ta prędkość porównywana jest z rzeczywistą prędkością żyroskopową, która mierzona jest za pomocą specjalnego czujnika umieszczonego centralnie. Jeżeli występują różnice pomiędzy dwiema wielkościami, układ aktywnie wkracza do akcji hamując odpowiednie koło (koła) i regulując moment napędowy.

W przypadku samochodów z napędem na cztery koła przed konstruktorami układu ESP pojawiły się dodatkowe trudności. Ponieważ miarodajne informacje o chwilowej prędkości samochodu dostarczają koła nienapędzane potrzebna była zmiana sposobu zbierania danych o prędkości rzeczywistej samochodu. Dopiero zastosowanie oprogramowania, wyliczającego prędkość na podstawie zachowania wszystkich czterech kół przyniosła przełom. W marcu 1997 roku, prawie dwa lata po premierze ESP, pojawił się on po raz pierwszy w samochodzie z napędem na cztery koła (Audi A8 4.2 quattro).

Elementy układu ESP przedstawia rysunek nr 1:

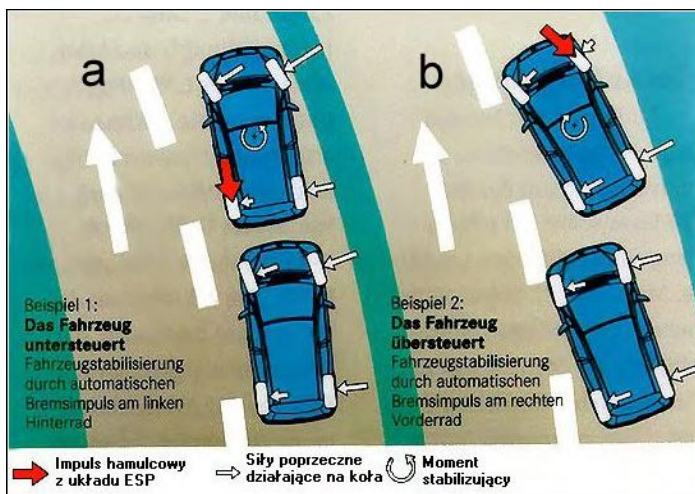


Rys. 1. Schemat blokowy układu ESP: 1 - elektroniczny układ sterujący systemem ESP (mikrokontroler) 2 - czujnik kąta skręcenia kierownicy 3 - czujnik prędkości obrotowej samochodu wokół osi pionowej 4 - czujnik przyspieszeń poprzecznych 5 - czujniki prędkości obrotowej kół 6 - mikroprocesor sterujący silnikiem 7 - mikroprocesor sterujący automatyczną skrzynią biegów (opcjonalnie) 8 - jednostka hydrauliczna regulująca ciśnienie w układzie hamulcowym 9 - pompa hamulcowa 10 - hamulec

Opis działania ESP w przypadku podsterowności (rys. 2a)

Załóżmy, że samochód pokonuje zakręt w lewo z prędkością większą niż dopuszczalna możliwa do osiągnięcia na tym odcinku drogi i wpada w poślizg. Bardziej ślizga się oś przednia, więc mamy do czynienia z podsterownością. Do komputera sterującego przychodzą dane o skręceniu kierownicy o kąt wynikający z promienia zakrętu (wybrany przez kierowcę). Jednocześnie czujnik przyspieszeń poprzecznych podaje aktualną wartość tego przyspieszenia, która po przeanalizowaniu w komputerze okazuje się mniejsza od wartości, która wystąpiłaby teoretycznie na zakręcie o danym promieniu (czujnik kierownicy) przy danej prędkości jazdy (czujniki prędkości obrotowej kół). Do tego komputer "dowiaduje się" z czujnika prędkości obrotowej wokół osi pionowej, że samochód nie obraca się o kąt, który powinien wystąpić na zakręcie o promieniu wybranym przez kierowcę. Na podstawie powyższych danych komputer wykrywa uślizg osi przedniej i wszczyna alarm. Wysyła sygnał do jednostki sterującej pracą silnika i/lub skrzyni biegów, aby chwilowo zmniejszyć moc silnika (a przez to siłę napędową na kołach napędzanych) oraz do jednostki hydraulicznej regulującej ciśnienie płynu hamulcowego koła tylnego lewego (wewnętrznego, na osi o mniejszym poślizgu), aby natychmiast rozpocząć hamowanie tego koła z maksymalną możliwą do uzyskania siłą hamowania. Dzięki temu powstaje stabilizujący moment obrotowy (wokół osi pionowej), który działa w przeciwnym kierunku do występującej niekorzystnej podsterowności i "naprowadza" samochód na idealny tor jazdy,

samochód "skręca " w lewo. Niebezpieczeństwo wypadnięcia na zewnątrz zakrętu zostaje zażegnane.



Rys.2 Siły działające na samochód w zakręcie naturalne i pochodzące z układu ESP w przypadku: a) podsterowności oraz b) nadsterowności

Opis działania ESP w przypadku nadsterowności (rys. 2b)

W przypadku, gdy samochód pokonuje zakręt znów w lewo z prędkością większą niż dopuszczalna możliwa do osiągnięcia na tym odcinku drogi i wpada w poślizg, ale bardziej ślizga się oś tylna, więc mamy do czynienia z nadsterownością. Do komputera sterującego znowu dochodzą dane o skręceniu kierownicy o kąt wynikający z promienia zakrętu (wybrany przez kierowcę). Jednocześnie czujnik przyspieszeń poprzecznych podaje aktualną wartość tego przyspieszenia, która po przeanalizowaniu w komputerze okazuje się większa od wartości, która wystąpiłaby teoretycznie na zakręcie o danym promieniu (czujnik kierownicy) przy danej prędkości jazdy (czujniki prędkości obrotowej kół). Do tego komputer stwierdza, na podstawie danych z czujnika prędkości obrotowej wokół osi pionowej, że samochód obraca się o kąt znacznie większy niż ten, który powinien wystąpić na zakręcie o promieniu wybranym przez kierowcę. Na podstawie powyższych danych komputer wykrywa poślizg osi tylnej i podejmuje w przeciągu 0,02 sekundy środki zapobiegawcze: wysyła sygnał do jednostki sterującej pracą silnika i/lub skrzyni biegów, aby chwilowo zmniejszyć moc silnika (a przez to siłę napędową na kołach napędzanych) oraz do jednostki hydraulicznej regulującej ciśnienie płynu hamulcowego koła przedniego prawego (zewnątrznego, na osi o mniejszym poślizgu), aby natychmiast rozpocząć hamowanie tego koła z maksymalną możliwą do uzyskania siłą hamowania. Dzięki temu powstaje stabilizujący moment obrotowy (wokół osi pionowej), który "naprowadza " samochód na idealny tor jazdy, samochód "skręca " w prawo. Niebezpieczeństwo gwałtownego zacieśnienia zakrętu

oraz obrotu samochodu (potocznie: "wyprzedzenie samochodu przez jego tył ") i w konsekwencji wypadku zostaje zażegnane.

Oczywiście w przypadku wystąpienia poślizgu hamowanego koła układ ABS zmniejsza siłę hamowania aż do odzyskania przez koło przyczepności i ponownie zwiększa ją, itd.

Komunikacja systemu z kierowcą.

W czasie aktywnego działania układu ESP kierowca jest informowany poprzez centralnie na desce rozdzielczej umieszczoną kontrolkę ostrzegawczą (na ogół migający żółty trójkąt). Zwraca on uwagę kierowcy na uaktywnienie układu, a tym samym na potrzebę ostrożniejszej jazdy. Niestety żaden z produkowanych samochodów wyposażonych w ESP nie informuje kierowców innych samochodów o jego zadziałaniu przez zapalenie światła hamowania. Tłumaczy się to przepisami mówiącymi o takiej sygnalizacji wyłącznie wtedy gdy to kierowca uruchamia hamulce. Układ ESP można wyłączyć przyciskiem umieszczonym obok. Jest to uzasadnione jazdą np. z założonymi łańcuchami przeciwnieźnymi w górach, przy podjazdach pod górę, gdy wskazany jest poślizg.

Zalety i wady ESP

Podstawowe zalety układu ESP to:

- zwiększenie sterowności,
- zdecydowana poprawa bezpieczeństwa czynnego,
- zwiększenie stateczności samochodu,
- poprawa skuteczności hamowania,
- brak konieczności korygowania kursu samochodu kierownicą w czasie poślizgu.

Wady systemu:

- wysoka komplikacja systemu, przez co jego wysoka cena,
- brak sygnalizacji działania układu (światła hamowania) dla innych użytkowników drogi.

Przykładowa realizacja systemu ESP

Części składowe systemu ESP firmy Bosch stosowanego przez firmę Mercedes (rys. 3):



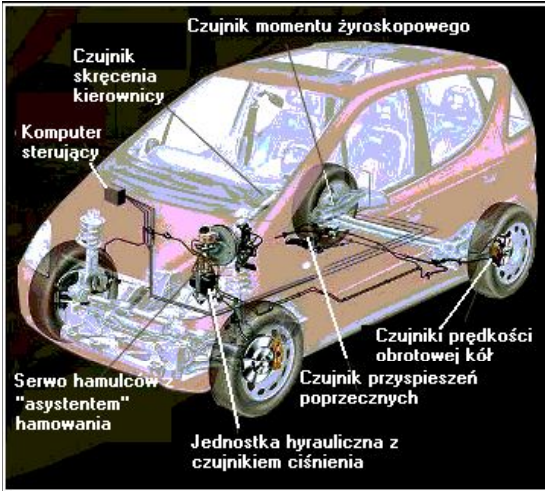
Rys.3 Elementy składowe układu ESP firmy Bosch:

- czujnik prędkości obrotowej samochodu wokół osi pionowej (1),
- jednostka tłocząca (2),
- pompa doładowująca (3),
- jednostka hydrauliczna (4),
- czujnik kąta skręcenia kierownicy (5),
- czujniki prędkości obrotowej kół przednich (6),
- jednostka sterująca

(mikrokontroler) (7),

- czujnik przyspieszeń poprzecznych (8),
- czujniki prędkości obrotowej kół tylnych (9).

Rozmieszczenie powyższych elementów na przykładzie Mercedesa klasy A przedstawia rysunek 4:



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów układu ESP w samochodzie Mercedes klasa A
Niezawodność systemu

Komplikacja systemu ESP oraz ingerencja w układ hamulcowy niosą ze sobą obawy o jego niezawodne działanie. Dlatego system zbudowany został tak, aby zminimalizować wszelkie niebezpieczeństwo. W przypadku awarii jakiegokolwiek elementu układu, który nie jest powiązany z innymi (np. z ABS) wyłączany jest sam układ ESP. Dzięki temu np. jeżeli awarii ulegnie czujnik prędkości obrotowej samochodu wokół osi pionowej kierowca ciągle może liczyć na sprawne działanie układu ABS, ASR oraz elektroniczny rozdział siły hamowania.

Jeżeli system uległ awarii to przy uruchomionym silniku świeci się lampka kontrolna ESP. Należy w takim wypadku natychmiast usunąć usterkę w Autoryzowanej Stacji Obsługi.

Aktualne zastosowania systemu ESP

W chwili obecnej elementy systemu produkowane są przez dwóch szeroko znanych w świecie poddostawców komponentów samochodowych, firmę Bosch (stosowane m.in. przez firmę DaimlerChrysler) oraz ITT Automotive (np. Volkswagen, Audi). Oba systemy są funkcjonalnie zbliżone do siebie. Układ ESP stosowany jest obecnie jedynie w droższych modelach i to tylko wybranych producentów. W skład seryjnego wyposażenia ESP wchodzi jedynie w modelu A firmy Mercedes-Benz, co spowodowane było słynnymi problemami ze stabilnością tego samochodu i w konsekwencji powodowało jego wywrotki. Dopiero zastosowanie zmian

w zawieszeniu oraz układu ESP rozwiązało problem. Oczywiście wraz z upływem czasu coraz więcej samochodów będzie miało na liście wyposażenia to bardzo przydatne urządzenie i to po coraz niższej cenie lub w wyposażeniu standardowym. W chwili obecnej cena układu wynosi 1000 - 2000 DM, jeżeli samochód ma w wyposażeniu seryjnym układ ASR, w przeciwnym razie nawet do ok. 3500 DM (Mercedes)

Bosch rozszerzył aktualną generację układów wspomagania prowadzenia pojazdu ESP 9 o nową, ulepszoną wersję - ESP 9 premium.



Rys.5 Elementy układu ESP 9 premium firmy Bosch./Bosch

Głównym elementem nowej wersji ESP jest wydajniejsza pompa powrotna, która ma wytwarzać ciśnienie nie tylko szybko, ale też prawie bezwibracyjnie. Podczas gdy aktualne układy stabilizacji toru jazdy wykorzystują dwa elementy tłoczące, w ESP 9 zintegrowanych jest w sumie sześć tłoków. Mają one gwarantować szybki i równomierny wzrost ciśnienia. Dzięki temu układ może szybko reagować, nie dopuszczając do sytuacji krytycznych, ale także łagodnie interweniować, co jest pożądane przy funkcjach takich jak automatyczne hamowanie na suchej nawierzchni czy adaptacyjny tempomat. Ze względu na konstrukcję pompy, praktycznie wyeliminowano powstawanie odgłosów i drgań na pedale hamulca.

Modułowa konstrukcja systemu ESP 9 plus dodatkowo realizację szeregu popularnych funkcji wspomagających: od układu wspomagania jazdy na wzniesieniach Hill Hold Control aż do układu adaptacyjnej kontroli prędkości i odległości ACC (Adaptive Cruise Control) z funkcją Stop&Go. Wersja ESP 9 premium współpracuje z kolejnymi układami wspomagania: asystentem pasa ruchu

i hamowania awaryjnego czy indywidualnym dla każdego z kół rozkładem momentu obrotowego (Torque Vectoring). O rodzaju funkcji i zakresie ingerencji lub wspomagania decydują producenci samochodów.

Dodatkowo, układ ESP 9 premium jest mniejszy i o ok. 800 g lżejszy od swojego poprzednika.

<http://www.hamulcebosch.pl>

<http://www.sciaga.pl>

<http://ntm.wimi.pcz.pl>

<http://www.magazynauto.pl>

Liwo Andrzej

Zabawa Andrzejkowa 2013

W sobotę 29 listopada 2013 r. w Domu Weselnym Ładna k. Tarnowa – Koło nr 1 wraz z Oddziałem Tarnowskim SEP jak co roku zorganizowało zabawę Andrzejkową.

Mottem tej zabawy było „Spotkajmy się Razem”. Na ogół spotykamy się wyłącznie w sprawach służbowych a na zwykłe „pogaduchy” nie ma już czasu. Takie spotkania bez presji czasowej - która jest w ciągu dnia pracy - mocno integrują brać energetyków.

Zabawa rozpoczęła się o godzinie 16.00. Przy pięknie nakrytych stołach usiedli nasze Koleżanki i Koledzy, zaproszeni goście oraz seniorzy Oddziału. Seniorzy w prowadzonych później rozmowach wielokrotnie doceniali stworzoną im możliwość spotkania w gronie kolegów.

Na wstępie Prezes Koła nr 1 OT SEP kol. Andrzej Liwo przywitał zebranych gości i zaprosił wszystkich do wspólnej zabawy.

W takt muzyki oraz przy pięknie zastawionych stołach wszyscy bawili się wybornie. W bardzo milej atmosferze przy muzycznym akompaniamencie czas upływał bardzo szybko. Towarzyskie rozmowy i zabawa taneczna trwała do późnych godzin nocnych. Najwytrwalszych z uczestników spotkania przywitały promienie wschodzącego słońca. Mimo tych „trudów” wszyscy biesiadnicy miło wspominają to spotkanie.

Oddział Tarnowski SEP poleca zeszyty o tematyce: „EGZAMIN KWALIFIKACYJNY ELEKTRYKÓW (D i E) w pytaniach i odpowiedziach”.

Zeszyty zawierają tematykę z zakresu wiedzy dla przystępujących do egzaminu kwalifikacyjnego D i E. Zeszyty są rodzajem kompendium wiedzy na tematy wymagane w czasie egzaminu. Znajomość odpowiedzi na pytania zawarte w zeszytach jest egzekwowana od wszystkich osób przystępujących do egzaminu stosownie do zakresu zawartego w zgłoszeniu.

ZESZYT PIERWSZY

Antoni Lisowski – Wymagania ogólne (dotyczą wszystkich egzaminowanych)

Tematyka zeszytu:

- *Ogólne zasady BHP,*
- *Organizacja bezpiecznej pracy przy eksploatacji sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych,*
- *Postępowanie w przypadku awarii, pożaru lub innego zagrożenia w pracy urządzeń,*
- *Sprzęt ochronny,*
- *Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach, instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych,*
- *Sposoby udzielania pierwszej pomocy w szczególności osobom porażonym prądem elektrycznym i poparzonym.*

ZESZYT DRUGI

Jan Strojny - Podstawowe zasady eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych

Tematyka zeszytu:

- *Ogólne Zasady Eksploatacji i Ruchu Sieci, Urządzeń i Instalacji Elektroenergetycznych,*
- *Służby Eksploatacyjne i Uprawnienia Kwalifikacyjne,*
- *Dokumentacja Techniczno-Eksploatacyjna Urządzeń, Instalacji i Sieci Elektroenerget.,*
- *Przylączenie Urządzeń i Instalacji Do Sieci Elektroenergetycznej,*
- *Racjonalne Użytkowanie Energii i Programowanie Pracy Urządzeń Elektroenergetycznych,*
- *Zasady Dysponowania Mocą Urządzeń Przylączonych Do Sieci,*
- *Ochrona Środowiska a Eksploatacja Urządzeń i Instalacji Elektroenergetycznych.*

ZESZYT TRZECI

Antoni Lisowski - Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwprzebieciowa

Tematyka zeszytu:

- *Ochrona przeciwporażeniowa,*
- *Ochrona przeciwprzebieciowa.*

ZESZYT CZWARTY

Jan Strojny - Urządzenia prądowórcze i urządzenia w wykonaniu przeciwybuchowym

Tematyka zeszytu:

- *Urządzenia prądowórcze przylączone do krajowej sieci elektroenergetycznej bez względu na wysokość napięcia znamionowego,*
- *Zespoły prądowórcze o mocy powyżej 50kW,*
- *Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwybuchowym.*

ZESZYT PIĄTY

Jan Strojny - Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne o napięciu nie wyższym niż 1 kV

Tematyka zeszytu:

- *Elektroenergetyczne linie napowietrzne o napięciu do 1kV,*
- *Elektroenergetyczne linie kablowe o napięciu do 1kV,*
- *Instalacje elektroenergetyczne w budynkach i obiektach budowlanych,*
- *Elektryczne instalacje przemysłowe,*
- *Instalacje elektryczne w budownictwie mieszkaniowym,*
- *Zasady eksploatacji instalacji elektrycznych,*
- *Elektryczne urządzenia napędowe.*

ZESZYT SZÓSTY

Jan Strojny - Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne o napięciu znamionowym powyżej 1 kV

Tematyka zeszytu:

- Elektroenergetyczne linie napowietrzne o napięciu powyżej 1kV,
- Elektroenergetyczne linie kablowe o napięciu powyżej 1kV,
- Stacje elektroenergetyczne,
- Transformatory elektroenergetyczne,
- Elektryczne urządzenia napędowe,
- Baterie kondensatorów na napięciu ponad 1kV,
- Elektrofiltry.

ZESZYT SIÓDMY

Jan Strojny - Urządzenia elektrotermiczne, urządzenia do elektrolizy, elektrofiltry i sieć trakcyjna

Tematyka zeszytu:

- Sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego,
- Elektryczna sieć trakcyjna,
- Urządzenia elektrotermiczne,
- Elektryczne spawarki i zgrzewarki,
- Urządzenia do elektrolizy,
- Urządzenia prostownikowe i akumulatorowe.

ZESZYT OSMY

Jan Strojny - Aparatura kontrolno-pomiarowa oraz urządzenia i instalacje automatycznej regulacji, sterowania i zabezpieczeń urządzeń elektroenerget.

Tematyka zeszytu:

- Układy aparatury kontrolno-pomiarowej w energetyce,
- Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa,
- Automatyka przemysłowa i montaż aparatury,
- Zasady eksploatacji.

ZESZYT DZIEWIĄTY

Fryderyk Łasak - Prace kontrolno-pomiarowe dotyczące sieci, urządzeń i instalacji elektroenergetycznych

Tematyka zeszytu:

Pomiary w instalacjach elektrycznych:

- Uprawnienia do wykonywania pomiarów ochronnych,
- Zasady, zakres i dokumentowanie wykonania pomiarów odbiorczych i okresowych oraz częstość wykonywania pomiarów okresowych,
- Sprawdzanie ciągłości przewodów ochronnych i pomiar ich rezystancji,
- Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji,
- Sprawdzenie oddzielenia obwodów, pomiar rezystancji podłogi i ścian oraz próba wytrzymałości elektrycznej,
- Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- Pomiar rezystancji uziomów,

Pomiary eksploatacyjne urządzeń elektroenergetycznych do 1kV:

- Zasady wykonywania pomiarów podstawowych wielkości elektrycznych,
- Badanie spawarek, zgrzewarek, agregatów prądowórczych, elektronarzędzi i elektrycznych urządzeń napędowych,
- Badanie instalacji i urządzeń na placach budowy,
- Badanie elektroenergetycznych linii napowietrznych i kablowych do 1kV,
- Badanie elektrycznych instalacji oświetleniowych,
- Badanie instalacji i urządzeń elektrycznych w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem,
- Badanie rozdzielnic elektroenergetycznych, transformatorów i baterii kondensatorów o napięciu do 1kV.

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 wyrobów i usług w branży elektrycznej;
- sprzedaż materiałów szkoleniowych;
- usługi marketingowe;
- działalność informacyjna i doradztwo techniczne;
- reklama w Biuletynie Oddziału Tarnowskiego SEP;
- kursy przygotowawcze do egzaminu na uprawnienia budowlane we wszystkich specjalnościach i branżach zawodowych - dokładnych informacji na temat wymaganej praktyki i sposobu dokumentowania udziela Małopolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa Punkt Informacyjny w Tarnowie przy ul. Konarskiego 4 tel. 014 -626-47-18

Ośrodek Rzeczoznawstwa SEP

świadczy usługi we wszystkich dziedzinach elektryki:

- | | |
|--|--|
| ✓ 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 |

Tarnowski Oddział SEP, 33 – 100 Tarnów, ul. Rynek 10

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