

Глава Е

Електроразпределение НН

Съдържание

1	Схеми за заземяване	E2
	1.1 Заземяващи съединения	E2
	1.2 Термини и определения на стандартни схеми за заземяване	E3
	1.3 Характеристика на схеми TT, TN и IT	E6
	1.4 Критерии за избор на схеми TT, TN и IT	E8
	1.5 Избор на метод за заземяване – изпълнение	E10
	1.6 Монтаж и измерване на заземители	E11
2	Електрическа уредба	E15
	2.1 Разпределителни табла	E15
	2.2 Кабели и шинопроводи	E18
3	Външни въздействия (IEC 60364-5-51)	E25
	3.1 Определения	E25
	3.2 Класификация	E25
	3.3 Списък на външни въздействия	E25
	3.4 Защита на електрообзавеждане закрит тип: кодове IP и IK	E28

E1

Свързването на всички метални части на сградата и всички достъпни токопроводими части на електрическото обзавеждане към заземител предотвратява възникването на опасно високи напрежения между две едновременно достъпни метални части.

1.1 Заземяващи съединения

Термини и определения

Националните и международни стандарти IEC 60364 определят ясно различни термини, отнасящи се до заземяващи съединения. В практиката и литературата са приети следните термини. Номерата в кръгли скоби съответстват на номерата, посочени на **Фиг. E1**:

- Заземител (1): проводник или група от проводници в непосредствен допир със земя и осигуряващи електрическа връзка със земя (за детайли виж т.1.6. на Глава E);
 - Земя: токопроводима маса на земята, чийто електрически потенциал в коя да е точка е условно приет за нула;
 - Електрически независими заземители: заземители, разположени на достатъчно разстояние един от друг така, че максималният вероятен ток, преминаващ през един от тях не оказва значително влияние на потенциала на другия(-те);
 - Съпротивление на заземител: съпротивлението между главната заземителна клема и земята;
 - Заземителен проводник (2): защитен проводник, свързващ главната заземителна клема (6) на уредбата със заземителя (1) или с други средства за заземяване;
 - Достъпна токопроводима част: токопроводима част на обзавеждане, която е достъпна за допирание и която нормално не е под напрежение, но може да попадне под напрежение при дефект на изолация;
 - Защитен проводник (3): проводник, използван при мерки за защита при индиректен допир и предназначен за електрическо свързване на някои от следните части:
 - Достъпни токопроводими части;
 - Непринадлежащи (чужди) на уредбата токопроводими части;
 - Главна заземителна клема;
 - Заземител(-и);
 - Неутрала на захранващ източник, свързана със земя или изкуствена неутрална точка.
 - Непринадлежаща (чужда) на уредбата токопроводима част: токопроводима част, която не е част от електрическата уредба (4), но е в състояние да разпространява потенциал, обикновено електрическия потенциал в мястото на заземяване.
- Например:
- Неизолирани подове или стени, метална арматура на сгради и др.;
 - Метални тръби и тръбопроводи (които не са част от електрическата уредба) за вода, газ, отопление, сгъстен въздух и др. и метални елементи, свързани с тях.
 - Проводник за изравняване на потенциали (5): защитен проводник, осигуряващ изравняване на потенциалите.
 - Главна заземителна клема (6): клема или шина, предвидена за свързване към заземителя на защитни проводници, включително проводници за изравняване на потенциалите и проводници за функционално заземяване, ако има такива.

Съединения

Основна система за изравняване на потенциали

Съединението се осъществява с помощта на защитни проводници с цел осигуряване на нулева разлика на потенциалите между чужди токопроводими части на системата в случай на възникване на потенциал на чужд външен проводник (например, газопровод и др.).

Съединението трябва да бъде направено колкото е възможно по-близо до точката(-е) на входа в сградата и да бъде свързано към главната заземителна клема (6).

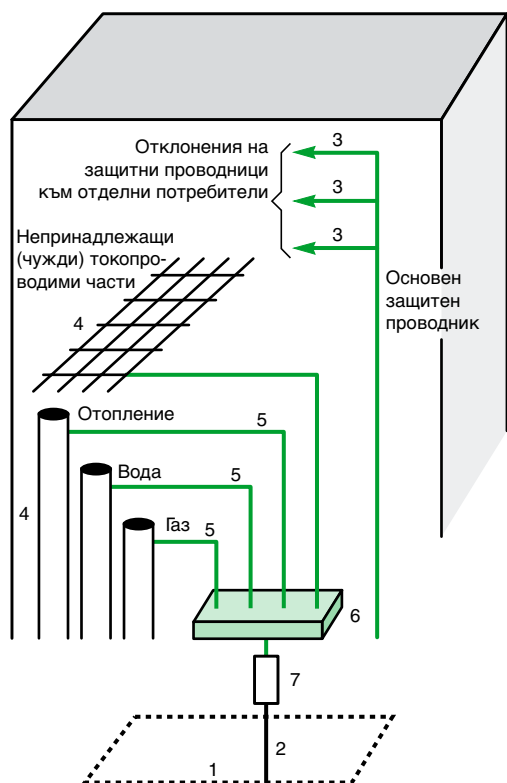
Независимо от това съединенията към земя на метални екрани на комуникационни кабели изисква разрешение от собствениците на кабели.

Допълнителни екипотенциални съединения

Такива съединения са предназначени за свързване на всички достъпни и чужди токопроводими части, едновременно достъпни в тези случаи, когато не са били изпълнени необходимите условия, т.е. първичните проводници за изравняване на потенциалите имат недопустимо високо съпротивление.

Съединения на достъпни токопроводими части със заземител(-и)

Съединението се осъществява чрез защитни проводници с цел осигуряване на малко съпротивление за протичащия ток на земно съединение.



Фиг. E1: Пример на жилищен блок, в който главната заземителна клема (6) осигурява основното екипотенциално заземление; разгледаната електрическа връзка (контролна клема) (7) позволява проверка на съпротивлението на заземителя

Компоненти (виж Табл. E2)

Ефективното съединение на достъпната метална арматура и всички достъпни токопроводими части на всички уреди и обзавеждане е необходимо за ефективна защита срещу поражение от електрически ток.

Таблица E2: Списък на достъпни и непринадлежащи (чужди) на уредбата токопроводими части

Компоненти, разглеждани в качеството на: Достъпни токопроводими части	Непринадлежащи (чужди) токопроводими части
Кабелни линии ■ Подземни тръби за кабели ■ Кабел с импрегнирана хартиена изолация в оловна обвивка, брониран или неброниран ■ PVC кабел с метална обвивка (Pyrotech и др.) Комутационна апаратура ■ Рама на устройства с изваждаем прекъсвач Уреди ■ Достъпни токопроводими части на изолирани изделия от клас I Неелектрически елементи ■ Метална арматура за кабелни линии (кабелни трасета, кабелни скари и др.) ■ Метални предмети: <input type="checkbox"/> Непосредствено до въздушни проводници или сборни шини <input type="checkbox"/> In contact with electrical equipment.	Конструктивни елементи на сграда ■ Метални или железобетонни: <input type="checkbox"/> Стоманени конструкции <input type="checkbox"/> Прътова арматура <input type="checkbox"/> Сборни железобетонни панели ■ Обработена повърхност: <input type="checkbox"/> Стоманобетонни подове и стени без допълнителна обработка на повърхността <input type="checkbox"/> Облицовани с керамика повърхности ■ Метални екрани: <input type="checkbox"/> Метално покрити стени Неелектрическа инфраструктура на сграда ■ Метални тръби, тръбопроводи, канали и др. за газо-, водо- и топлоснабдяване и др. ■ Допълнителни метални елементи (печки, резервоари, цистерни, радиатори) ■ Метална арматура в миялни помещения, бани, тоалетни и др. ■ Метализирани хартии

Компоненти, които не се разглеждат в качеството на: Достъпни токопроводими части	Непринадлежащи (чужди) токопроводими части
Различни обслужващи канали, проходи и др. ■ Тръбопроводи от изолационни материали ■ Профилни изделия от дърво или други изолационни материали ■ Проводници и кабели без метални обвивки Комутационна апаратура ■ Обвивки от изолационен материал Електрически уреди ■ Всички електроуреди с изолация от клас II независимо от типа на обвивката	■ Подове, покрити с дървени елементи ■ Подове, покрити с гума или балатум ■ Прегради от гипсокартон ■ Тухлени стени ■ Подове, застлани с килим и с мокет

Различните схеми за заземяване (често наричани схеми на свързване или система за заземяване) характеризират метода за заземяване на уредбата, захранвана от вторичната намотка на трансформатора СрН/НН и средствата, използвани за заземяване на нейните достъпни токопроводими части.

1.2 Термини и определения на стандартни схеми за заземяване

Изборът на методите за заземяване определя мерките, които са необходими за защита срещу индиректен допир.

Система на заземяване ограничава избора на проектанта на разпределителната система или уредба с три изходни независими варианти:

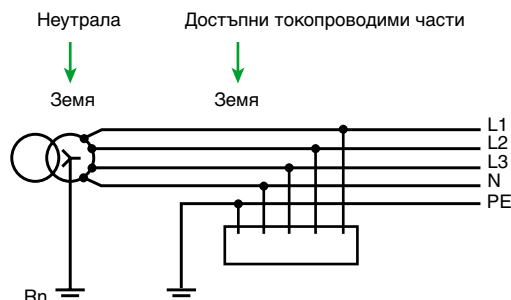
- Начин на съединение на системата за електроснабдяване (която е обикновено с неутрален проводник) и на достъпните части със заземител(-те).
- Отделен защитен проводник (PE) или обединен защитен и неутрален проводник (PEN).

- Употреба на релейна защита срещу ток на земно съединение, осигурявана от защитно устройство, което изключва само относително големите токове на земно съединение или използване на допълнително реле, способно да открие и изключи малки токове на земно съединение.

На практика тези варианти са групирани и стандартизирани, както е описано по-долу.

Всеки от тези варианти осигурява стандартизирана система за заземяване с три предимства и недостатъци:

- Свързването на достъпни токопроводими части на обзавеждането и на неутралния проводник към PE проводника осигурява еквипотенциалност и пониско пренапрежение, но увеличава токовете на земно съединение.
- Отделният защитен проводник е по-скъпо решение, дори ако той е с малко напречно сечение. Но в сравнение с неутралния проводник, протичане през него на токове с нулева последователност, а също и появяване на свързани с това падове на напрежения в този проводник е малко вероятно. В непринадлежащите токопроводими части на уредбата се избягват токовете на утечка.
- Дефектнотокова защита или устройствата за контрол на изолация са много по-чувствителни и осигуряват в много случаи изключване на повредата преди тежки последици (аварии в двигатели, пожари, поражения от електрически ток). Освен това предлаганата защита не зависи от промените в съществуващата уредба.



Фиг. E3: Схема TT

Схема TT (заземена неутрала) (виж Фиг. E3)

Неутралната точка на захранващия източник е свързана непосредствено със земя. Всички достъпни и непринадлежащи токопроводими части на електрическата уредба са съединени към отделен заземител на уредбата. Този заземител може да бъде или да не бъде електрически независим от заземителя на източника. Двете зони на влияние може да се припокриват без да оказват отрицателно въздействие върху работата на защитните устройства.

Схеми TN (достъпни токопроводими части, свързани към неутрала)

Захранващият източник е заземен, както при схема TT (виж по-горе). Всички достъпни- и непринадлежащи токопроводими части на електрическата уредба са съединени към неутралния проводник. Няколко варианта на схеми TN са показани по-долу.

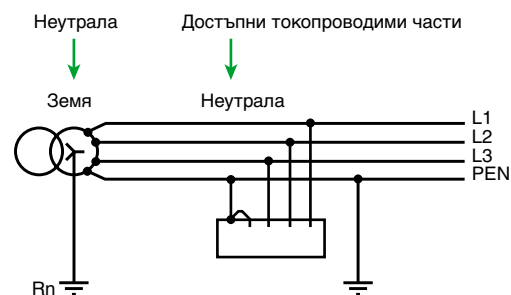
Схема TN-C (виж Фиг. E4)

Неутралният проводник се използва в качеството на защитен проводник и се означава като PEN (Protective Earth and Neutral – защитен неутрален проводник). Тази схема не допуска използването на PEN проводници със сечение по-малко от 10 mm² мед и за преносимо обзавеждане.

Схемата TN-C изисква ефективна екипотенциална среда в границите на уредбата с максимално възможно равномерно разположение на заземителите, тъй като PEN проводника е и неутрален проводник, и през него протичат токове на несиметрия във фазите, а също и трети хармоник на токовете (или токове с хармонични съставлящи, кратни на три).

Затова PEN проводника трябва да се съедини към редица заземители на уредбата.

Предупреждение: В схемата TN-C функцията „защитен проводник“ е с приоритет пред „неутралната функция“. В частност PEN проводника трябва винаги да бъде свързан към заземителната клемма на товара. За тази цел се използва съединителен проводник за свързване на тази клемма към клемата на неутралата.



Фиг. E4: TN-C system

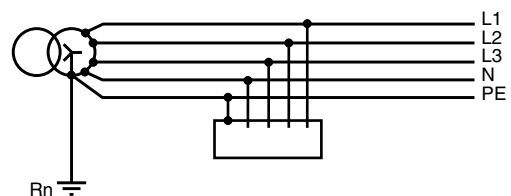
Схема TN-S (виж Фиг. E5)

Схемата TN-S (пет проводника) е задължителна за вериги с проводници, чието сечение е под 10 mm² мед и за преносимо електрообзавеждане.

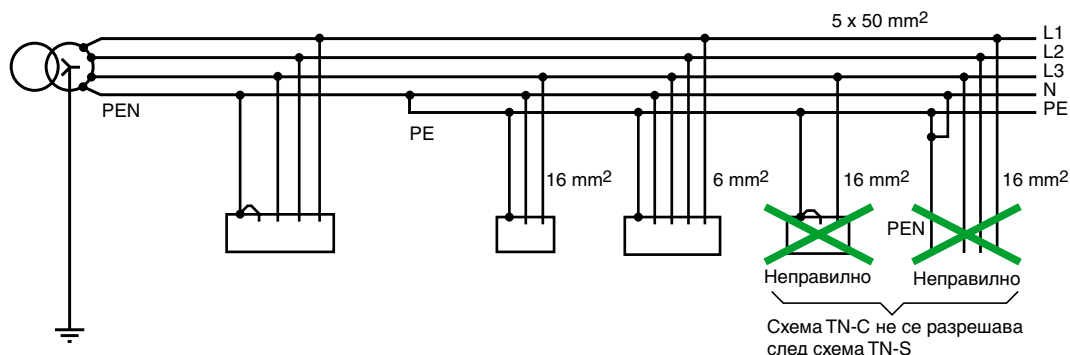
Защитният и неутралният проводник са разделени. В подземни кабелни системи, където се използват кабели с оловна обвивка, за защитен проводник служи обикновено оловната обвивка.

Схема TN-C-S (виж Фиг. E6 по-долу и Фиг. E7 на следваща страница)

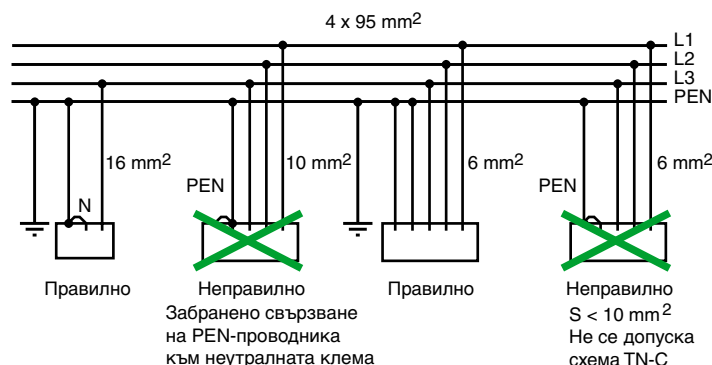
Схемите TN-C и TN-S могат да бъдат използвани едновременно в една и съща уредба. В схемата TN-C-S, схемата TN-C (четири проводника) не трябва да се използва след схема TN-S (пет проводника), тъй като всяко случайно прекъсване на неутралата в горестоящата част води до прекъсване на защитния проводник в долустоящата част и следователно до възникване на опасност.



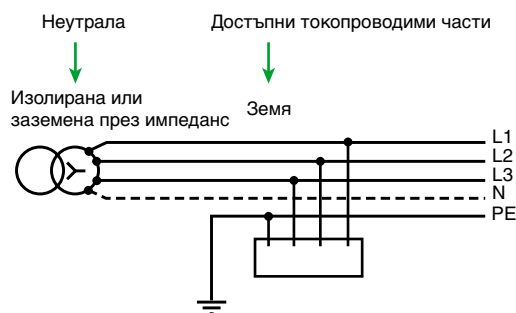
Фиг. E5 : TN-S system



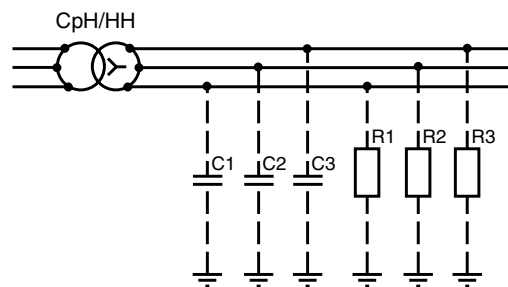
Фиг. E6: Схема TN-C-S



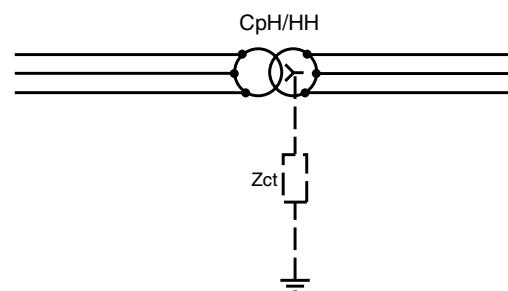
Фиг. E7: Свързване на PEN проводник в схема TN-C



Фиг. E8: Схема IT (изолирана неутрала)



Фиг. E9: Схема IT (изолирана неутрала)



Фиг. E10: Пълно съпротивление (импеданс), еквивалентно на съпротивлението на утечка в схема IT

Схема IT (изолирана или заземена през импеданс неутрала)

Схема IT (изолирана неутрала)

Не се допуска преднамерено свързване на неутралната точка на източника и земята (виж Фиг. E8).

Достъпните- и непринадлежащите токопроводими части на уредбата се свързват към заземител.

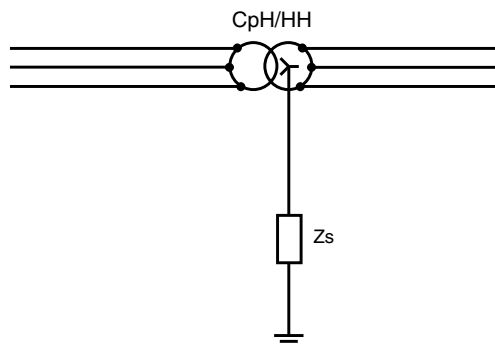
На практика всички вериги имат съпротивление на утечка към земя, тъй като не съществува идеална изолация. В паралел с тази (разпределена) верига с активно съпротивление, съществува и разпределена верига за капацитивен ток. Тези две вериги образуват импеданса на веригата към земя (виж Фиг. E9).

Пример (виж Фиг. E10)

В трифазна трипроводна кабелна мрежа НН, 1 km от нея ще има съпротивление на утечка, предизвикано от C1, C2, C3 и R1, R2 и R3, еквивалентно на импеданс на заземление на неутралата $Z_{ct} = (3000 \dots 4000) \Omega$, без да се отчитат филтровите капацитети на електронните устройства.

Схема IT (заземена през импеданс неутрала)

Импеданс Z_s (от порядъка на $1000 \dots 2000 \Omega$) съществува винаги между неутралната точка на вторичната намотка на трансформатор и земя (виж Фиг. E11). Всички достъпни и непринадлежащи токопроводими части на уредбата са свързани към заземител. Причините за използване на такава схема на заземяване на захранващия източник са необходимостта от фиксиране на потенциала на малка мрежа спрямо земя (Z_s е малко в сравнение с импеданса на тока на утечка) и намаляване нивото на пренапрежения, такива като пренесени импулсни пренапрежения от високоволтови намотки CpH, статични разряди и др. спрямо земя. Появява се обаче страничен ефект на леко повишаване нивото на тока при първо земно съединение.



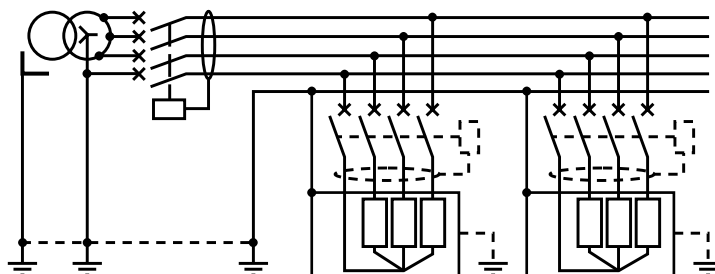
Фиг. E11: Схема IT (заземена през импеданс неутрала)

Схема TT:

- Метод за защита на хора: достъпните токопроводими части са заземени и се използват дефектнотоккови защиты
- Метод на експлоатация: изключване при първа повреда на izolацията.

1.3 Характеристика на схеми TT, TN и IT

Схема TT (виж Фиг. E12)



Фиг. E12: Схема TT

Забележка: Ако достъпните токопроводими части са заземени в редица точки дефектнотокковата защита трябва да бъде монтирана за всяка група вериги, свързани към даден заземител.

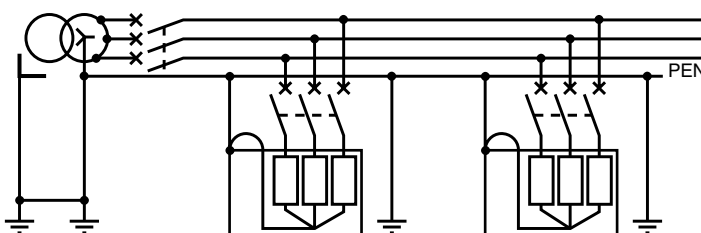
Основни характеристики

- Най-просто проектно и монтажено решение. Използват се в уредби, захранвани директно от разпределителни мрежи НН с общо предназначение.
- Не изискват непрекъснат контрол по време на експлоатация (периодична проверка на дефектнотокковата защита може да бъде необходима).
- Защитата се осъществява от специални устройства, дефектнотоккови защиты, които също предотвратяват риск от пожар при ток на настройка ≤ 500 mA.
- Всяка повреда в izolацията предизвиква прекъсване в електроснабдяването. Изключва се само повредената верига чрез последователно включени (селективни дефектнотоккови защиты) или паралелно включени дефектнотоккови защиты.
- Товари или части от уредбите, които при нормален режим на работа предизвикват големи токове на утечка изискват специални мерки за предотвратяване на излишни изключения. Например, захранване на товари през отделен трансформатор или използване на специални дефектнотоккови защиты (виж т.5.1 на Глава F).

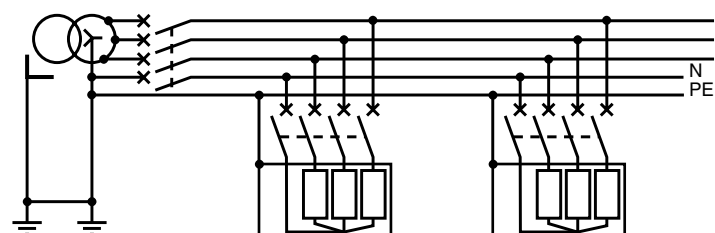
Схема TN (виж Фиг. E13 и E14)

Схема TN:

- Метод за защита на хора:
 - Задължително съединение и заземяване на достъпни токопроводими части и нуталата;
 - Изключване при първа повреда с помощта на максималнотоккова защита (автоматични прекъсвачи или стопяеми предпазители).
- Метод на експлоатация: изключване при първа повреда на izolацията



Фиг. E13: Схема TN-C



Фиг. E14: Схема TN-S

Основни характеристики

- На схема TN:
- Изисква монтаж на заземители през постоянни интервали в цялата уредба;
- Изисква първоначална проверка за ефективността на изключване при първа повреда на изолация чрез пресмятания на стадий проектиране, с последващи задължителни измервания за потвърждаване на изключването при въвеждане в експлоатация;
- Изисква квалифициран специалист за проектиране и осъществяване на какво да е изменение или разширение;
- В случай на неизправност на изолацията е възможна значителна повреда на намотките на въртящите машини;
- В случай на помещения с риск за пожар се създава повишена опасност поради по-високи токове на утечка;
- Освен това схемата TN-C:
- По-евтина е (не изисква отделен заземител и проводник);
- Изисква употребата на фиксирани и твърди проводници;
- Забранена е за използване в някои случаи:
 - Помещения с риск за пожар;
 - Компютърно обзавеждане (наличие на хармонични токове в неутралата).
- Освен това схемата TN-S:
- Може да се използва дори с гъвкави проводници и малки кабелни канали;
- Поради разделяне на неутралата и защитния проводник се осигурява чисто защитно заземяване (компютърни системи и помещения с особени рискове).

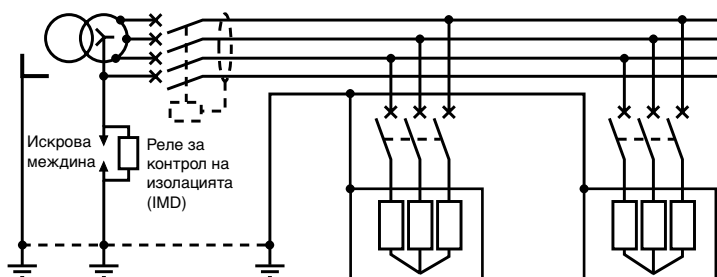
Схема IT:

■ Метод за защита:

- Свързване и заземяване на достъпни токопроводими части;
- Индикация за първа повреда на изолацията към земя с помощта на устройство за контрол на изолация (IMD)
- Изключване при втора повреда с помощта на максималнотокова защита (автоматични прекъсвачи или стопяеми предпазители).

■ Метод на експлоатация:

- Контрол при първа повреда на изолацията към земя;
- Задължително откриване и отстраняване на повреда;
- Изключване при две едновременни повреди в изолацията към земя.

Схема IT (виж Фиг. E15)

Фиг. E15: Схема IT

Основни характеристики

- Даденото конструктивно решение е най-добро от гледна точка на осигуряване на непрекъснатост на електроснабдяването при експлоатация.
- Индикация за първа повреда на изолацията към земя с последващо задължително търсене и отстраняване, осигурява системно предотвратяване на прекъсванията в електроснабдяването.
- Обикновено използвана в уредби, захранвани от частна мрежа СрН/НН или трансформатор НН/НН.
- Изисква обслужващ персонал за контрол и експлоатация.
- Изисква високо ниво на изолация в мрежата (т.е. разделяне на мрежата, ако тя е много голяма и употреба на разделителни трансформатори за захранване на товари с големи токове на утечка).
- Проверка за ефективно изключване при две едновременни повреди трябва да се извършва чрез изчисляване на стадий проектиране, с последващи задължителни измервания при въвеждане в експлоатация на всяка група съединени, една с друга, достъпни токопроводими части.
- Изисква осигуряване защита на неутралния проводник, както е посочено в т.7.2 на Глава G.

Изборът не зависи от критериите за безопасност. Трите схеми са еквивалентни по отношение на защитата на хора при точно спазване на правилата за монтаж и експлоатация. Критериите за избор на оптимална схема(-и) зависят от правилата, установени от закона, изискваната непрекъснатост на електроснабдяване, експлоатационните условия и типа на мрежата и товарите.

1.4 Критерии за избор на схеми TT, TN и IT

По отношение защитата на хора, трите системи за заземяване (SEA) са еквивалентни, ако всички правила при монтажа и експлоатацията се спазват коректно. Затова изборът на схема не зависи от критериите за безопасност. Най-добрата схема(-и) може да бъде определена чрез обединяване на всички изисквания по отношение на норми, непрекъснатост на електроснабдяването, условия на експлоатация и типове мрежи и товари (виж **Табл. E16**).

Изборът се определя от следните фактори:

- Първо, приложими норми, които в някои случаи предписват използване на определени схеми за заземяване.
- Второ, решение на собственика в случай на електроснабдяване през частен понижаващ трансформатор СрН/НН (искане за подаване на средно напрежение), или собственикът има частен енергиен източник (или трансформатор с отделни намотки).

Ако собственикът има избор, решение за схемата на заземяване се приема след обсъждане с проектанта на мрежата.

Такива обсъждания трябва да включват:

- Преди всичко експлоатационните изисквания (необходимо ниво на непрекъснатост на електроснабдяването) и условия за експлоатация (наличие или отсъствие на техническо обслужване от електротехнически персонал, собствен или външен персонал и др.)
- Специфичните характеристики на мрежата и товарите (виж **Фиг. E17** на следващата страница).

Таблица E16: Сравнение на различни схеми за заземяване

	TT	TN-S	TN-C	IT1	IT2	Забележки
Електрически характеристики						
Ток на земно съединение	-	--	--	+	--	Само схема IT осигурява пренебрежимо малки токове при първа повреда
Напрежение при повреда	-	-	-	+	-	В случай на схема IT допирното напрежение е много ниско при първа повреда, но е значително при втората
Допирно напрежение	+/-	-	-	+	-	В случай на схема TT допирното напрежение е много ниско ако системата е еквипотенциална. В противен случай то е високо
Защита						
Защита на хора при индиректен допир	+	+	+	+	+	Всички схеми за заземяване (SEA) са еквивалентни при условие, че се спазват правилата
Защита на хората при захранване от аварийни генериращи източници	+	-	-	+	-	Схемите с дефектнотокова защита не са чувствителни към изменение на вътрешното пълно съпротивление на източника
Противопожарна защита (с дефектнотокова защита RCD)	+	+	Не се допуска	+	+	Всички SEA, в които RCD защити могат да бъдат използвани, са равностойни. Системата TN-C е забранена за помещения, където има риск от пожар
Пренапрежения						
Непрекъснато пренапрежение	+	+	+	-	+	Пренапрежението между фаза и земя е постоянно в случай на схема IT при първа повреда на изолация
Преходно пренапрежение	+	-	-	+	-	Системи с големи токове на повреда могат да предизвикат големи преходни пренапрежения
Пренапрежение при пробив на трансформатор (първична/вторична намотка)	-	+	+	+	+	В схема TT има асиметрия на напрежението между различни заземители. Другите системи са присъединени към отделен заземител
Електромагнитна съвместимост						
Устойчивост към близки попадения на мълнии	-	+	+	+	+	В схема TT е възможна асиметрия на напрежение между заземители. В схема TT протича значителен кръгов ток между два отделни заземителя
Устойчивост към близки попадения на мълния върху линия СрН	-	-	-	-	-	Всички схеми на заземяване са еквивалентни по въздействие на разряда на мълния върху високоволтовата линия
Непрекъснато излъчване на електромагнитно поле	+	+	-	+	+	Съединението на PEN проводника с метални структури на сграда предизвиква непрекъснато генериране на електромагнитни полета
Преходна нееквипотенциалност на РЕ	+	-	-	+	-	Защитният проводник РЕ става нееквипотенциален, ако протича голям ток на повреда
Непрекъснатост на електроснабдяване						
Прекъсване при първа повреда на изолация към земя	-	-	-	+	+	Само схема IT предотвратява изключване при първа повреда на изолацията към земя
Пад на напрежение при повреда на изолация	+	-	-	+	-	Схемите TN-S, TN-C и IT (втора повреда) генерират големи токове на повреда, които могат да предизвикат „пропадане“ на фазното напрежение
Монтаж						
Специални устройства	-	+	+	-	-	Схемата TT изисква употребата на дефектнотокови защити. Схемата IT изисква употребата на устройство за непрекъснат контрол на изолацията
Брой на заземители	-	+	+	-/+	-/+	Схема TT изисква употребата на два различни заземителя. Схемата IT осигурява избор между един или два заземителя
Брой на кабели	-	-	+	-	-	Само схема TN-C осигурява, в някои случаи, намаляване броя на кабелите
Техническо обслужване						
Цена на ремонтите	-	--	--	-	--	Цената на ремонтите зависи от повредата, предизвикана от амплитудата на тока на повреда
Повреди и поражения	+	-	-	++	-	Системи с големи токове на повреда трябва да се проверят след отстраняване на повредата

Таблица E17: Влияние на мрежите и товарите при избора на схема за заземяване

Тип на мрежата		Препоръчвана	Възможна	Не се препоръчва
Много голяма мрежа с висококачествени заземители за достъпни токопроводими части (10 Ω максимално)			TT, TN, IT ⁽¹⁾ схема или смесена	
Много голяма мрежа с нискокачествени заземители за достъпни токопроводими части (> 30 Ω)		TN	TN-S	IT ⁽¹⁾ TN-C
Зона със смущения (атмосферни)		TN	TT	IT ⁽²⁾
Мрежа с големи токове на утечка (> 500 mA)		TN ⁽⁴⁾	IT ⁽⁴⁾ TT ^{(3) (4)}	
Мрежа с външни въздушни електропроводни линии		TT ⁽⁵⁾	TN ^{(5) (6)}	IT ⁽⁶⁾
Аварийна резервна генераторна уредба		IT	TT	TN ⁽⁷⁾
Тип на товарите				
Товари, чувствителни към големи токове на късо съединение (двигатели и др.)		IT	TT	TN ⁽⁸⁾
Товари с ниско ниво на изолация (електрически пещи, заваръчни апарати, нагревателни елементи, бързовари, обзавеждане в големи кухни)		TN ⁽⁹⁾	TT ⁽⁹⁾	IT
Многобройни еднофазни товари (подвижни, полустационарни и преносими)		TT ⁽¹⁰⁾ TN-S		IT ⁽¹⁰⁾ TN-C ⁽¹⁰⁾
Големи рискови товари (подемници, транспортъри и др.)		TN ⁽¹¹⁾	TT ⁽¹¹⁾	IT ⁽¹¹⁾
Многобройни спомагателни устройства (машинни инструменти)		TN-S	TN-C IT ^(12 bis)	TT ⁽¹²⁾
Други				
Захранване чрез силов трансформатор звезда-звезда ⁽¹³⁾		TT	IT without neutral	IT ⁽¹³⁾ with neutral
Пожароопасни помещения		IT ⁽¹⁵⁾	TN-S ⁽¹⁵⁾ TT ⁽¹⁵⁾	TN-C ⁽¹⁴⁾
Увеличаване нивото на консумирана мощност от мрежа НН, изискващо частна подстанция		TT ⁽¹⁶⁾		
Електрическа уредба с чести изменения		TT ⁽¹⁷⁾		TN ⁽¹⁸⁾ IT ⁽¹⁸⁾
Електрическа уредба, за която непрекъснатостта на заземителните вериги е неопределена (работни площадки, стари уредби и др.)		TT ⁽¹⁹⁾	TN-S	TN-C IT ⁽¹⁹⁾
Електронно обзавеждане, компютри, PLC контролери		TN-S	TT	TN-C
Мрежа за управление и контрол на машини, първични преобразуватели към PLC и задвижвания		IT ⁽²⁰⁾	TN-S, TT	

- (1) Когато избора на схема на заземяване не се ограничава от действащи норми тя се избира в съответствие с нивото на работните характеристики (непрекъснатост на електрообзавеждане поради причини, свързани с безопасност, или желано увеличаване на производителността и др.). Независимо от схемата на заземяване вероятността за пробив на изолацията се увеличава с нарастване на дължината на електрическата мрежа. Препоръчва се разделяне на мрежата, което облекчава търсенето на повредата и реализация на схемата, препоръчвана по-горе, за всяка област на приложение.
- (2) Риск от искрене, когато ограничителя на пренапрежение преобразува изолираната неутрала в заземена неутрала. Тези рискове са високи за региони със чести гръмотевици или уредби, захранвани от въздушни линии. Ако е избрана схемата IT, проектантът на схемата трябва точно да изчисли параметрите на режима на изключване при повторна повреда, за да осигури високо ниво на непрекъснатост на електрообзавеждането.
- (3) Риск от излишно изключване от дефектнотокова защита.
- (4) Независимо от схемата на заземяване идеалното решение е в изолиране на източника на смущения, ако той може да бъде идентифициран.
- (5) Рискове от съединяване на фаза към земя, нарушаващи екивипотенциалността.
- (6) Неопределено състояние на изолацията поради влажност и токопроводящ прах.
- (7) Схемата TN не се препоръчва поради риск от повреда на генератора в случай на вътрешна авария. Освен това, когато генераторните комплекти захранват обзавеждане за електробезопасност, схемата не трябва да се изключва при първа повреда.
- (8) Токът между фаза и земя може да бъде няколко пъти по-голям от In, с риск за повреда или ускорено износване изолацията на намотките на двигател, или разрушаване на магнитни вериги.
- (9) За съчетаване непрекъснатостта на електрообзавеждане и безопасността е необходимо и силно се препоръчва, независимо от схемата на заземяване, да се отделят такива потребители от останалата част на уредбата (трансформатори със заземена неутрала).
- (10) Когато качеството на потребителите не е приоритет при проектиране, съществува риск от бързо намаляване на изолационното съпротивление. Схемата TT с дефектнотокови защиты е най-доброто средство за избягване на тези проблеми.
- (11) Подвижността на такъв тип потребители причинява чести повреди (плъзгащ контакт на достъпни тоководещи части). Независимо от схемата на заземяване се препоръчва такива вериги да се захранват с трансформатори с местно заземена неутрала.
- (12) Изисква се употребата на трансформатори с местна TN схема за намаляване на експлоатационни рискове и излишни изключения при първа повреда (TT) или двойна повреда (IT).
- (12 bis) При двойно прекъсване във веригата за управление.
- (13) Прекомерно ограничаване на тока във веригата фаза-неутрала поради голямо съпротивление на тази верига (поне 4-5 пъти по-голямо от пълното съпротивление). Трансформаторът със схема на свързване на намотките звезда-звезда трябва да бъде заменен от трансформатор със схема на свързване звезда-тригълник.
- (14) Големите токове на повреда правят опасна схемата TN. Използването на схема TN-C е забранено.
- (15) Независимо от схемата, дефектнотоковата защита трябва да бъде с $I_n < 500 \text{ mA}$.
- (16) За уредба, захранвана от мрежа НН трябва да се използва схема TT. Използването на тази схема на заземяване означава минимален обем от изменения на съществуващата мрежа (не се изисква полагане на кабели, не се изисква изменение на защитните устройства).
- (17) Може да се използва без високи изисквания към квалификацията на обслужващия персонал.
- (18) Този тип уредба изисква специално внимание при поддържане нивото на безопасност. Отсъствието на профилактични мерки при използване на схема TN означава необходимост от периодично привличане на висококвалифициран персонал за осигуряване на безопасността.
- (19) Рисковете от прекъсване на проводници (захранващи, защитни) могат да предизвикат загуба на екивипотенциалността на достъпни токопроводими части. Препоръчва се и е често задължителна схема TT или TN-S с дефектнотокови защиты 30 mA.
- (20) Това решение предотвратява излишно изключване при внезапни токове на утечка.

1.5 Избор на метод за заземяване – изпълнение

След запознаване със съответните наредби Табл. E16 и E17 могат да бъдат използвани като средство при вземане на решение за разделяне и възможно галванично изолиране на отделни секции на предлаганата електрическа уредба.

Разделяне на източник

Този метод се отнася за употреба на няколко трансформатори вместо един блок с голяма номинална мощност. По този начин потребител, който е източник на смущения в мрежата (големи двигатели, пещи и др.), може да бъде захранен от свой собствен трансформатор.

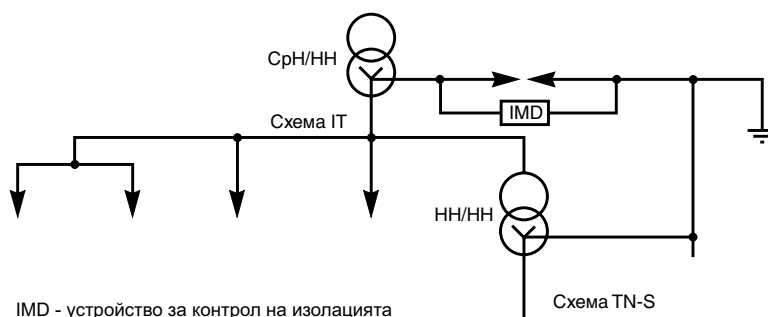
В резултат качеството и непрекъснатостта на електроснабдяването на цялата уредба се повишава.

Цената на комутационната апаратура се намалява (токът на късо съединение е по-малък).

Ефективността от използването на отделни трансформатори трябва да бъде определена на основата на анализ за всеки конкретен случай.

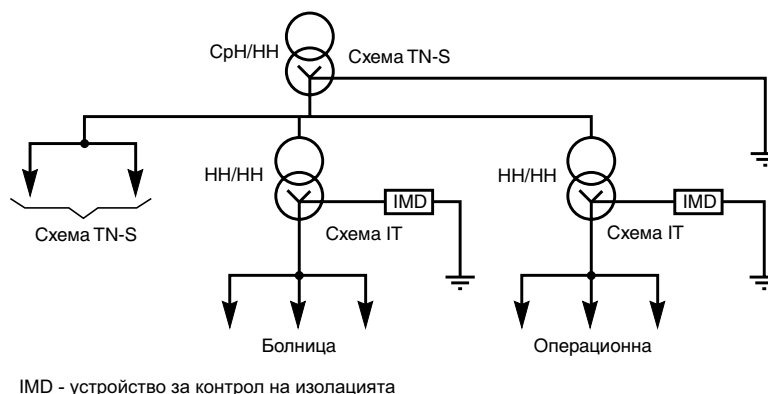
Изолиране на мрежа

Създаването на галванично разделени изолирани участъци (острови) чрез разделителни трансформатори НН/НН позволява да се оптимизира избора на методите за заземяване, като се отчитат специфични изисквания (виж Фиг. E18 и E19).



IMD - устройство за контрол на изолацията

Фиг. E18: TN-S Остров в схема IT



IMD - устройство за контрол на изолацията

Фиг. E19: IT остров в схема TN-S

Заклучение

Оптимизацията на работните характеристики на цялата електрическа уредба се определя от избора на схема на заземяване.

Включително:

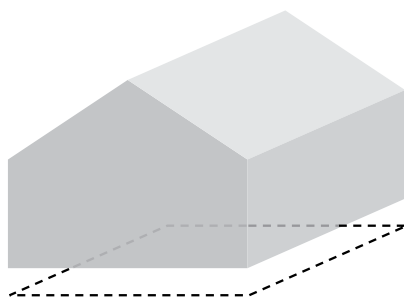
- Първоначални капиталовложения и;
- Бъдещи експлоатационни разходи, трудно оценими, които могат да възникнат поради недостатъчна надеждност, качество на обзавеждането, безопасност, непрекъснатост на електроснабдяването и др.

Една идеална структура на електрическата уредба обхваща нормални захранващи източници, местни резервни захранващи източници (виж т.1.4 на Глава E) и подходящи схеми на заземяване.

Много ефективен метод за получаване на ниско съпротивление е полагането на проводник във форма на затворен контур, в почвата на дъното на изкопа на фундаментите на сградата.

Съпротивлението R на такъв заземител (в еднородна почва) се определя (приблизително), в Ω , чрез: $R = \frac{2\rho}{L}$, където L е дължината на проводника, m ; ρ - специфичното обемно съпротивление на почвата, $\Omega.m$.

За n пръти: $R = \frac{1\rho}{nL}$



Фиг. E20: Проводник, заровен под нивото на фундамента, т.е. не е в бетона

1.6 Монтаж и измерване на заземители

Качеството на заземителя (възможно най-ниско съпротивление) зависи съществено от два фактора:

- Метода за монтаж;
- Типа на почвата.

Методи за монтаж

Ще бъдат разгледани три най-често срещани начина за монтаж:

Контур, положен в земята (виж Фиг. E20)

Това решение се препоръчва широко особено при ново строителство. Заземителят би трябвало да бъде положен около периметъра на изкопа, направен за основите. Важно е неизолираният (голият) проводник да бъде в непосредствен контакт със земята (а не да се разполага в чакъла или твърдата настилка под бетона). Поне четири (на голямо разстояние) един от друг вертикално разположени проводници от заземителя трябва да се осигурят за монтажни връзки. При възможност арматурните пръти в железобетона трябва да бъдат свързани към заземителя.

Проводникът, образуващ заземителя, особено когато е разположен в изкопа за основите, трябва да бъде в земята поне на 50 cm под твърдата настилка или на бетонния фундамент.

Нито заземителя, нито вертикалните проводници към първия етаж трябва да влизат в контакт с бетона от фундамента.

За съществуващи сгради заземителят трябва да бъде заровен извън външната стена на помещенията на дълбочина поне 1 m. Като правило всички вертикални проводници от заземителя до повърхността на земята трябва да са изолирани за номинално напрежение (600...1000) V.

Проводниците на заземителя могат да бъдат:

- Медни: Гол проводник (сечение $\geq 25 \text{ mm}^2$) или многослойна лента (сечение $\geq 25 \text{ mm}^2$ и дебелина $\geq 2 \text{ mm}$).
- Алуминиеви с оловна обвивка: Кабел (сечение $\geq 35 \text{ mm}^2$).
- Поцинкован стоманен проводник: Гол проводник (сечение $\geq 95 \text{ mm}^2$) или многослойна лента (сечение $\geq 100 \text{ mm}^2$ и дебелина $\geq 3 \text{ mm}$).

Приблизителната стойност на съпротивлението R на заземителя, в Ω , е:

$$R = \frac{2\rho}{L},$$

където L е дължината на проводника, m ;

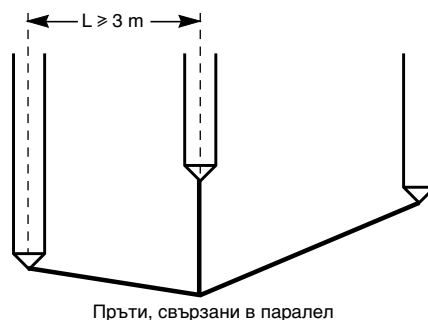
ρ - специфичното обемно съпротивление на почвата, $\Omega.m$ (виж "Влияние на типа на почвата" на следващата страница).

Заземителни прътове (виж Фиг. E21)

Вертикалните заземителни прътове се използват най-често при съществуващи сгради и за подобряване (т.е. намаляване на съпротивлението) на съществуващи заземители.

Прътовете могат да бъдат:

- Медни или (по-често) стоманени, покрити с мед. Последните са обикновено с дължина 1 или 2 m. Те са с резбовидни краища и съединителни муфи за да проникнат на значителна дълбочина, ако е необходимо (например, ниво на подпочвена вода в участъци с високо специфично съпротивление на почвата).
- Поцинкована (виж забележка 1 на следваща страница) стоманена тръба с диаметър $\geq 25 \text{ mm}$ или прът с диаметър $\geq 15 \text{ mm}$, с дължина $\geq 2 \text{ m}$.

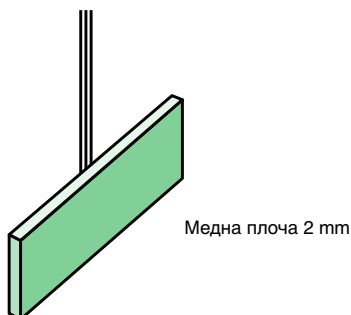


Фиг. E21: Заземителни пръти

E12

За вертикална заземителна плоча: $R = \frac{0.8 \rho}{L}$

Измерванията на заземителите в аналогични почви са полезни за определяне стойността на специфичното съпротивление, използвано при проектиране на заземителни инсталации



Фиг. E22: Вертикална плоча

(1) При използване на цинковани проводими материали за заземители може да се окаже, че е необходимо да се използват аноди за катодна защита, за да се избегне бърза корозия на заземителите в агресивна почва. Специално подготвени магнезиеви аноди (в чувал от порест материал, запълнен с подходяща почва) се използват за непосредствено съединение със заземителите. В тези случаи трябва да се консултират със специалист.

Често е необходимо да се използва повече от един прът. В такъв случай разстоянието между тях трябва да превишава дълбочината на полагането им повече от 2 до 3 пъти.

Общото съпротивление в еднородна почва е равно на съпротивлението на един прът разделено на броя на прътите. Приблизителната стойност на съпротивлението R , в Ω , е:

$$R = \frac{1 \rho}{n L}$$

ако разстоянието между прътите е повече от $4L$

където L е дължината на пръта, m;

ρ - специфичното обемно съпротивление на почвата, $\Omega \cdot m$ (виж "Влияние на типа на почвата" по-долу);

n - броят на прътовете.

Вертикални плочи (виж Фиг. E22)

Правоъгълни плочи, всяка страна на които трябва да бъде $\geq 0,5$ m обикновено се използват като заземители, заровени във вертикална плоскост по такъв начин, че центърът на пластината да е разположен най-малко на 1 m под повърхността на земята.

Плочите могат да бъдат:

■ Медни с дебелина 2 mm.

■ Поцинковани стомани⁽¹⁾ с дебелина 3 mm.

Съпротивлението R , в Ω , се дава (приблизително) чрез:

$$R = \frac{0.8 \rho}{L}$$

където L е периметърът на плочата, m;

ρ - специфичното обемно съпротивление на почвата, $\Omega \cdot m$ (виж "Влияние на типа на почвата" по-долу).

Влияние на типа на почвата

Таблица E23: Специфично обемно съпротивление, за различни типове почви

Тип на почвата	Средни стойности на ρ , $\Omega \cdot m$
Заблатени, блати	1 - 30
Тинест наносен слой	20 - 100
Хумус, тор от листа	10 - 150
Торф, чим	5 - 100
Мека глинеста	50
Мергел и плътна глина	100 - 200
Юрска	30 - 40
Глинестопесъчлива	50 - 500
Силициев пясък	200 - 300
Камениста	1,500 - 3,000
Тревиство-каменна	300 - 500
Варовита	100 - 300
Варовик	1,000 - 5,000
Напукан варовик	500 - 1,000
Шиста, глинеста шиста	50 - 300
Слюдена шиста	800
Гранит и пясъчник	1,500 - 10,000
Видоизменен гранит и пясъчник	100 - 600

Таблица E24: Средни стойности на

Тип на почвата	Средни стойности на ρ , $\Omega \cdot m$
Плодородна почва, плътна влажна	50
Суха почва, едрозърнест пясък, нееднородна, непътна	500
Каменна почва, пръст, сух пясък, натрошени камъни	3,000

Измерване и постоянна стойност на съпротивлението между заземителя и земята

Съпротивлението заземител-земя рядко остава постоянно

Основните фактори, влияещи върху това съпротивление са:

■ Влажност на почвата

Сезонните изменения на влагосъдържанието на почвата могат да бъдат значителни при дълбочини до 2 m.

На дълбочина 1 m специфичното обемно съпротивление, а като следствие и съпротивлението R, могат да се изменят от 1 до 3 пъти при влажна зима и сухо лято в райони с умерен климат.

■ Замръзнала почва

Замръзналата земя може да повиши специфичното съпротивление на почвата с няколко порядъка. Това е една от причините, заради която се препоръчва монтаж на дълбоки заземители, особено в райони със студен климат.

■ Стареене

Материалите, използвани за заземители влошават своите характеристики във времето поради различни причини. Например:

□ Химически реакции (в киселинни или основни почви);

□ Галванични токове: поради постоянни блуждаещи токове в земята, например от електрифицирани железопътни линии и т.н. или поради разнородност на металите, образуващи първични галванични елементи. Различните почви, действащи на секциите на един и същ заземител могат да предизвикат образуване на катодни и анодни участъци и като следствие загуба на повърхностен метал от последните участъци. За съжаление най-подходящите условия за заземители с ниско съпротивление (т.е. почва с ниско специфично съпротивление) са също така благоприятни за протичане на галванични токове.

■ Окисляване

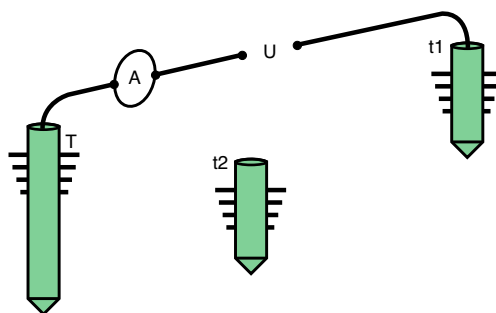
Споените и заварените шевове и връзки са местата, които са най-чувствителни към окисляване. Най-често използваната превантивна мярка е грижливото почистване на новия шев или връзка и покриването с подходящ материал (грес, смола, лента и т.н.).

Измерване съпротивлението на заземител

Трябва винаги да има една или повече разглобяеми електрически връзки (контролни клеми) за отделяне на заземителя, така че той да може да бъде изпитан.

Необходимо е винаги да има контролни клеми, които позволяват заземителя да бъде отделен от уредбата за извършване на периодични проверки на съпротивлението на заземяване. За да се направят такива проверки са необходими два допълнителни заземителя, всеки от които представлява вертикално забит електрод.

■ Метод на амперметъра (виж Фиг. E25)



Фиг. E25: Измерване на съпротивлението между земя и заземител на уредба с помощта на амперметър

$$A = R_T + R_{t1} = \frac{U_{Tt1}}{i_1}$$

$$B = R_{t1} + R_{t2} = \frac{U_{t1t2}}{i_2}$$

$$C = R_{t2} + R_T = \frac{U_{t2T}}{i_3}$$

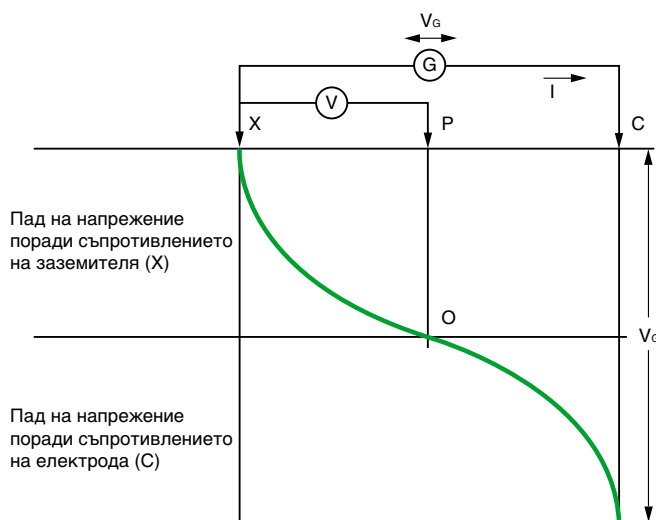
Когато напрежение на източника U е постоянно (една и съща стойност при всяко измерване) тогава:

$$R_T = \frac{U}{2} \left(\frac{1}{i_1} + \frac{1}{i_3} - \frac{1}{i_2} \right)$$

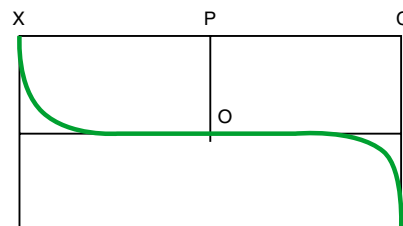
За да се избегнат грешките от блуждаещи токове (гальванични постоянни токове или токове на утечка от енергийни и комуникационни мрежи и т.н.) изпитвателният ток трябва да бъде променлив, но с честотата, различна от тази на енергийната система или коя да е нейна хармонична. Като правило апаратите за провеждане на измерването се захранват от генератори с ръчно задвижване, създаващи променливо напрежение с честота (85...135) Hz. Разстоянията между електродите не са критични и могат да бъдат в различни посоки от заземителя, който се изпитва, съгласно местните условия. Извършват се определен брой изпитвания при различни разстояния и посоки между електродите, за да се направи кръстосана проверка на резултатите от изпитванията.

■ Използване на омметър с директно отчитане показанието

Такива апарати използват генератор за променлив ток с ръчно задвижване или генератор от електронен тип заедно с два допълнителни електрода. Разстоянието между тях трябва да бъде такова, че зоната на влияние на изпитвания заземител да не припокрива зоната на влияние на контролния електрод С. Контролният електрод С, който е най-отдалечен от изпитвания заземител Х, провежда ток през земята и изпитвания заземител. Вторият контролен електрод Р контролира напрежението. Това напрежение, измерено между Х и Р е предизвикано от изпитвателния ток и е мярка за съпротивлението на контакта (изпитван заземител) със земята. Очевидно е, че разстоянието от Х до Р трябва грижливо да се избира, за да се получат точни резултати. Ако разстоянието от Х до С се увеличава, зоните на съпротивление на електродите Х и С се отдалечават една от друга и потенциалната крива (напрежение) става по-горизонтална спрямо т.О. На практика разстоянието от Х до С се увеличава до получаване на сходни стойности, снемани от електрода Р в три различни точки, т.е. в т. Р и приблизително на 5 m от т. Р от всяка страна. Обикновено разстоянието то Х до Р е 0.68 от разстоянието от Х до С.



а) Принципът на измерване е основан на предположението за еднородност на почвените условия. Където зоните на влияние на т.С и т.Х се припокриват е трудно да се определи местонахождението на изпитвателния електрод Р за получаването на задоволителни резултати.



б) Ефект на градиента на потенциала, когато Х и Р са раздалечени. Местонахождението на измервателния електрод Р не е критично и може лесно да бъде

Фиг. E26: Измерване на съпротивлението земя спрямо заземителя Х чрез омметър.

Разпределителните табла, включително главното разпределително табло ниско напрежение (MLVS) са важни при осигуряване на надеждността на електрическата уредба. Те трябва да отговарят на съответните стандарти, регулиращи проектирането и конструкцията на нисковоолтови комплектни комутационни устройства.

Особеностите на товара определят типа на монтираното разпределително табло.

2.1 Разпределителни табла

Разпределителното табло е възел, в който постъпващата електрическа енергия се разделя по отделни вериги, всяка от която се управлява и защитава от комутационната апаратура, намираща се в него. Разпределителното табло е разделено на отделни функционални блокове, всеки от които съдържа необходимите електрически и механични елементи, обединени за съвместно изпълнение на зададена функция. То представлява ключов елемент за надеждността на цялата електрическа уредба.

Затова типа на разпределителното табло трябва да е пригодно перфектно за конкретната област на приложение. Проектът и конструкцията му трябва да съответстват на стандартите и работните процедури.

Обвивката на разпределителното табло осигурява двойна защита:

- Защита на комутационната апаратура, измервателните уреди, релета и др. от механични удари, вибрации и др. външни въздействия, нарушаващи режима на работа (електромагнитни смущения, прах, влага, насекоми и др.).
- Защита на персонала от директно и индиректно поражение от електрически ток (виж кодовете за степен на защита IP и IK в т.3.3 на Глава Е).

Типове разпределителни табла

Разпределителните табла могат да се различават според областта на приложение и принципа на проектиране (особено по отношение разположението на сборните шини).

Типове разпределителни табла според областта на приложение

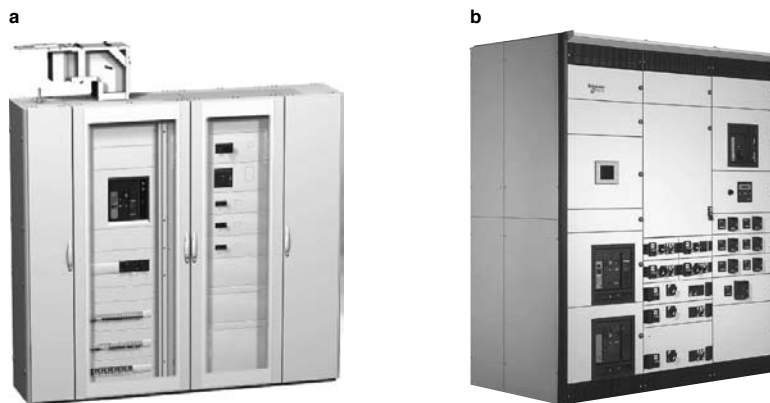
Основните типове разпределителни табла са:

- Главно разпределително табло НН – MLVS (виж **Фиг. E27a**).
- Табла за управление на електродвигатели – MCC (виж **Фиг. E27b**).
- Междинни разпределителни табла (виж **Фиг. E28**).
- Крайни разпределителни табла (виж **Фиг. E29**).

Разпределителните табла за специални области на приложения (например, отопление, асансьори, индустриални процеси) могат да се разполагат:

- Заедно с MLVS, или
- Близо до електрообзавеждането, за което се отнася.

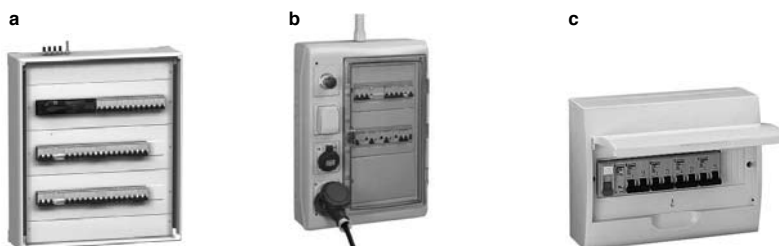
Междинните и крайните разпределителни табла обикновено са разположени из целия обект.



Фиг. E27: [a] Главно разпределително табло НН – MLVS (Prisma Plus P) с входящ шинопровод- [b] Табла за управление на електродвигатели - MCC (Okken)



Фиг. E28: Междинно разпределително табло (Prisma Plus G)



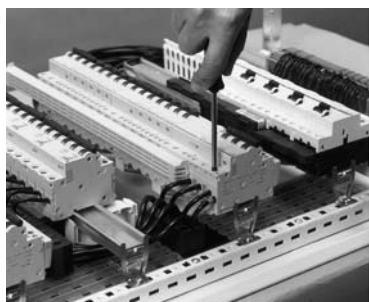
Фиг. E29: Крайни разпределителни табла Prisma Plus G Pack [a]; Kaedra [b]; и mini-Pragma [c]

Различават се два типа табла:

■ Традиционни разпределителни табла, в които комутационната апаратура и мощностните разединители със стопяеми предпазители и др., са закрепени на рама в задната част на обвивката;

■ Функционални разпределителни табла за специфични области на приложение, изградени с модулна и стандартизирана конструкция.

E16



Фиг. E30: Монтаж на крайно разпределително табло с фиксирани функционални модули (Prisma Plus G)



Фиг. E31: Разпределително табло със сменяеми функционални модули



Фиг. E32: Разпределително табло с изтегляеми функционални модули в касети (чекмеджета)

Две технологии на разпределителни табла

Традиционни разпределителни табла

Като правило комутационната апаратура, е разположена на рамка в задната част на обвивката. Устройствата за индикация и управление (измервателни апарати, лампи, бутони и др.) са монтирани на лицевата страна на таблото.

Разполагането на компонентите в обвивката изисква много грижлив анализ, отчитащ размерите на всеки елемент, връзките, които трябва да бъдат направени и разстоянията, необходими за осигуряване на безопасност и надеждна работа.

Функционални разпределителни табла

Тези разпределителни табла се изработват от функционални модули, които включват разпределителни устройства заедно със стандартизирани спомагателни устройства за монтаж и съединения, осигуряващи високо ниво на надеждност и голяма гъвкавост при извършване на предпускови и бъдещи изменения.

■ Предимства

Употребата на функционални разпределителни табла е широко разпространена за всички нива на разпределение на електрическа енергия НН, от главното разпределително табло НН (MLVS) до крайните разпределителни табла, поради редица техни предимства:

□ Модулност на системата, която прави възможно обединяване на многобройни функции в едно разпределително табло, включително защита, управление и наблюдаване на електрическите уредби. Освен това, модулната конструкция облекчава техническото обслужване, експлоатацията и разширението на разпределителното табло;

□ Бързо и улеснено проектиране;

□ Възможност за бърз монтаж на отделните компоненти;

□ Освен това, такива разпределителни табла преминават типови изпитвания, което осигурява високи нива на надеждност.

Новите функционални разпределителни табла серия Prisma Plus G и P на Schneider Electric покриват приложения до 3200 A и осигуряват:

□ Гъвкавост и простота при изработване на разпределителните табла;

□ Сертификация на разпределителното табло в съответствие със стандарти БДС EN 60439-1 и IEC 60439 и гаранция за обслужване при безопасни условия;

□ Икономия на време на всички етапи, от проектиране до монтаж, експлоатация и изменения или модернизация;

□ Лека адаптация, например за посрещане на специфични работни условия и стандарти в различни страни.

Фигури E27a, E28 и E29 показват примери на функционални разпределителни табла, за различни номинални мощности, а фиг. E27b показва функционално табло с голяма мощност за индустриални приложения.

■ Основни типове функционални блокове

Три основни технологии се използват при функционалните разпределителни табла:

□ Фиксирани функционални модули (виж Фиг. E30)

Тези модули не могат да бъдат изолирани от захранването, така че всяка интервенция за техническо обслужване, внасяне на изменение и др. изискват изключване на цялото разпределително табло. Могат да се използват обаче изваждаеми апарати за минимизация времето на престоя и подобряване непрекъсваемостта на захранването на останалата част от електрическата уредба.

□ Сменяеми функционални модули (виж Фиг. E31)

Всеки функционален модул се монтира на разглобяема монтажна рама и се осигурява със средства за разединяване от горестоящата верига (сборни шини) и от долустоящата верига (изходна верига). Затова модулет може да се сваля за обслужване без изключване на цялото табло.

□ Изтегляеми функционални модули (виж Фиг. E32)

Комутационната апаратура и съответните принадлежности за осигуряване на пълна функционалност са монтирани на изтегляема хоризонтална рама тип чекмедже. Функцията е обикновено комплексна и често се отнася до управление на двигател (моторен прекъсвач, контактор, бутони и т.н.).

Отделянето е възможно от към входната и изходната страна чрез пълно изтегляне на модула, за да се осигури бърза замяна на неизправния модул без прекъсване на електроснабдяването за останалата част от разпределителното табло.

Спазването на използваните стандарти е съществено при осигуряване съответно ниво на надеждност.

Три елемента на стандарта IEC 60439-1 в значителна степен определят надеждността:

- Ясно определяне на функционални модули;
- Типове разделяне между съседни функционални модули, в съответствие с изискванията на потребителя;
- Ясно определени заводски и типови изпитвания.

Стандарти

Специфични стандарти

Разпределителните табла (в частност функционални разпределителни табла) трябва да съответстват на специфични стандарти, съгласно областта на приложение или околната среда.

Използваният международен стандарт е IEC 60439-1 Комплектни комутационни устройства за ниско напрежение - Типово изпитани и частично типово изпитани комплектни комутационни устройства.

Стандарт IEC 60439-1 (Действащият в България стандарт е БДС EN 60439-1, който е еквивалентен и носи същото име).

■ Категории комплектни комутационни устройства (ККУ)

Стандартът IEC 60439-1 определя две категории ККУ:

□ Типово изпитани комплектни комутационни устройства за ниско напрежение

(ТТА), които нямат съществени отклонения от установения тип или система, съответствието на които се гарантира от типови изпитвания, предвидени в стандарта;

□ Частично типово изпитани комутационни устройства и възли за ниско напрежение (РТТА), които могат да включват компоненти, не преминали типови изпитвания при условие, че те са получени от типови изпитвани възли.

При реализация от квалифициран персонал в съответствие с професионалните норми и инструкции на производителя такива възли осигуряват същото ниво на безопасност и качество.

■ Функционални модули

Същият стандарт определя функционалните модули:

□ Част от ККУ, включващ всички електрически и механични елементи, обединени за съвместно изпълнение на една и съща функция;

□ Разпределителното табло включва входен функционален модул и един или няколко функционални модули за изходящи вериги в зависимост от експлоатационните изисквания на електрическата уредба.

Освен това технологиите на разпределителното табло използват функционални модули, които могат да бъдат фиксирани, сменяеми и изтегляеми (виж т.3.1. на Глава Е).

■ Форми на разделяне (виж Фиг. Е33)

Разделянето на функционалните модули в таблото, един от друг, се определя чрез т.нар. „форми на разделяне“.

Различните форми са означени с цифри от 1 до 4 и букви „а“ или „b“. Всяка степен (от 1 до 5) е кумулативна, т.е. типът с по-голям номер включва всички характеристики на типовете с по-малки номера. Стандартът включва следните типове:

□ Тип 1: Без разделяне;

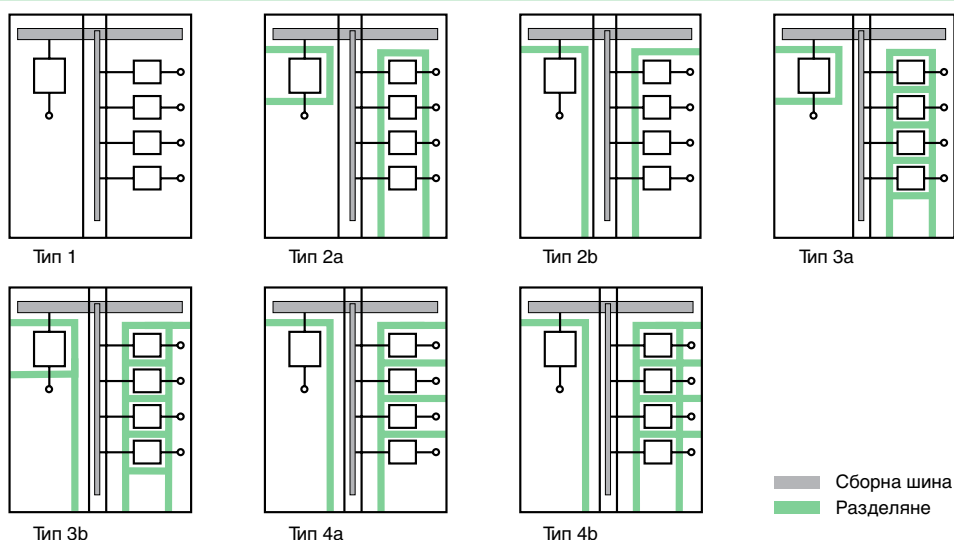
□ Тип 2: Разделяне на сборни шини от функционалните модули;

□ Тип 3: Разделяне на сборни шини от функционалните модули и разделяне на всички функционални модули един от друг, с изключение на техните изходни клеми;

□ Тип 4: Както при тип 3, но с разделяне на изходните клеми на всички функционални модули един от друг.

Решението за избора на типа е основано на договор между производителя и потребителя.

Функционалните разпределителни табла серия Prima Plus предлагат решения за типове 1, 2b, 3b, 4a, 4b.



Фиг. Е33: Различни форми на разделяне в разпределителни табла НН

Интелигентните разпределителни табла са реалност.

E18

Възможни са два типа на разпределение:

- Чрез изолирани проводници и кабели;
- Чрез шинна магистрала (шинопроводи).

■ Типови и заводски изпитвания

Те осигуряват съответствие на всяко разпределително табло със стандарта. Достоверността на протоколите от изпитването, сертифицирани от независими организации, е гаранция за потребителите.

Дистанционен контрол и управление на електрическа уредба

Дистанционният контрол и управление не са ограничават при големи електрически уредби. Тези функции намират все по-широко приложение и осигуряват значително намаляване на разходите.

Основните потенциални преимущества са:

- Намаляване на сметките за електроенергия.
- Намаляване разходите за поддържане на уредбата в работно състояние.
- По-добро използване на инвестицията, в частност оптимизация срока на служба на уредбата.

■ Повишаване нивото на удовлетвореност на потребителите на електроенергия (комунални или индустриални потребители) поради подобряване коефициента на готовност на енергосистемата и/или качеството на доставяната електроенергия. Предимствата, отбелязани по-горе стават все по-реални, отчитайки текущата дерегулация в електроенергетиката.

Протоколът Modbus намира все по-широко приложение в качеството на отворен стандарт за връзка между компонентите на разпределителното табло и между разпределителното табло и средствата за енергиен контрол и управление, използвани от потребителя. Използват се два типа Modbus: усукана двойка (RS 485) и Ethernet TCP/IP (IEEE 802.3).

На сайта www.modbus.org са представени всички технически характеристики на протокола и постоянно се обновява списъка на изделията и компаниите, използващи отворения индустриален стандарт.

Употребата на web технологии позволява значително да се разшири областта на приложение благодарение рязкото намаляване стойността за достъп до такива функции с употребата на интерфейс, който е вече универсален (web страници) и повишаване нивото на отвореност и възможност за модернизация, които просто не съществуваша преди няколко години.

2.2 Кабели и шинопроводи

Разпределение на електрическа енергия чрез изолирани проводници и кабели

Термини

- Проводник



Проводникът се състои от метално жило с или без изолационна обвивка.

- Кабел



Кабелът се състои от отделни проводници, електрически разделени, но свързани механично, обикновено разположени в защитна гъвкава обвивка.

- Кабелопровод



Терминът кабелопровод се отнася към проводници и/или кабели, заедно със средствата за тяхното закрепване и защита и т.н. Например, кабелен канал, тръби, лавици и т.н., наричани всички кабелопроводи.

Маркировка на проводници

Идентификацията на проводника трябва винаги да става в съответствие със следните три правила:

- Правило 1

Зеленият цвят, в съчетание с жълтия, се използва само за PE и PEN защитни проводници.

- Правило 2

□ Когато една верига съдържа неутрален проводник N, той трябва да бъде светлосин или маркиран с „1“, за кабели с повече от 5 проводника;

□ Когато една верига няма неутрален проводник, светлосиният проводник може да бъде използван като фазов проводник, ако той е част от кабел, с повече от един проводник.

- Правило 3

Фазовите проводници могат да бъдат в какъвто и да е цвят без:

- Зелен в съчетание с жълт;
- Зелен
- Жълт

□ Светлосин (виж правило 2).

Таблица Е34: Разпознаване на проводници според типа на веригата

Проводници във верига бр.	Верига	Фиксирани кабелопроводи									
		Изолирани проводници					Твърди и гъвкави многожилни кабели				
		Ph	Ph	Pn	N	PE	Ph	Ph	Ph	N	PE
1	Защита или земя					G/Y					
2	Еднофазна и между фази	■	■				BL	LB			
	Еднофазна между фаза и неутрала	■			LB		BL			LB	
	Еднофазна между фаза и неутрала + защитен проводник	■			G/Y		BL			G/Y	
3	Трифазна без неутрала	■	■	■			BL	B	LB		
	Две фази + неутрала	■	■		LB		BL	B		LB	
	Две фази + защитен проводник	■	■			G/Y	BL	LB			G/Y
	Еднофазна между фаза и неутрала + защитен проводник	■			LB	G/Y	BL			LB	G/Y
4	Трифазна с неутрала	■	■	■	LB		BL	B	BL	LB	
	Трифазна без неутрала + защитен проводник	■	■	■		G/Y	BL	B	LB		G/Y
	Две фази + неутрала + защитен проводник	■	■		LB	G/Y	BL	B		LB	G/Y
	Трифазна с PEN проводник	■	■	■	G/Y		BL	B	LB	G/Y	
5	Трифазна + неутрала + защитен проводник	■	■	■	LB	G/Y	BL	B	BL	LB	G/Y
> 5		Защитен проводник: G/Y - Други проводници: BL: с номерация Номер "1" е запазен за неутралния проводник, ако той съществува.									

G/Y: Зелен и жълт

BL: Черен

■ : Както е посочено в правило 3

LB: Светлосин

B: Кафяв

Проводниците в кабела се разпознават по техния цвят или номера (виж Табл. Е34)

Забележка: Ако веригата включва защитен проводник и ако наличният кабел няма жълтозелен проводник, защитният проводник може да бъде:

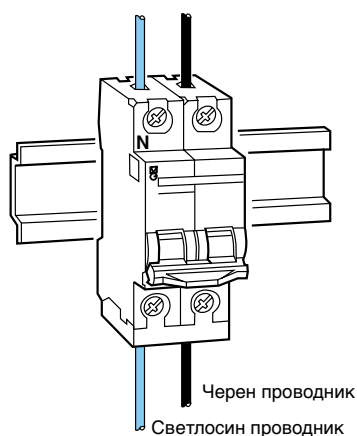
- Отделен проводник с редуващи ивици в жълт и зелен цвят
- Син проводник, ако веригата няма неутрален проводник.
- Черен проводник, ако веригата има неутрален проводник.

В последните два случая, използваният проводник трябва да бъде маркиран чрез жълто-зелени ивици или маркировки в двата края и на всички видими участъци на проводника.

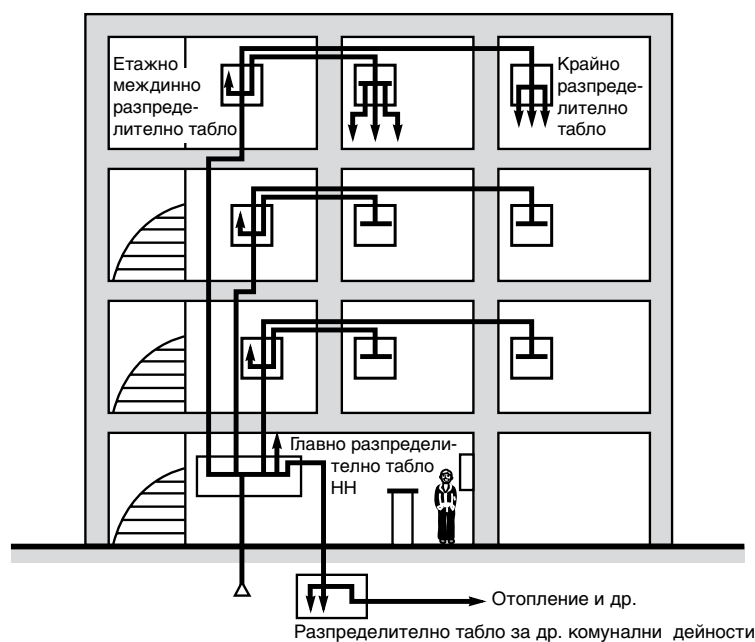
Шнуровите на електроуредите са маркирани като многожилни кабели (виж Фиг. Е35).

Методи за разпределение и монтаж (виж Фиг. Е36)

Разпределението се осъществява чрез кабелопроводи с изолирани проводници или кабели и включва система за закрепване и механична защита.



Фиг. Е35: Разпознаване на фазов и нулев проводник на автоматичен прекъсвач.



Фиг. Е36: Радиално електроразпределение чрез кабели в хотел.

Шинопроводите се отличават с бърз и лесен монтаж, гъвкавост и голям брой изходни точки.

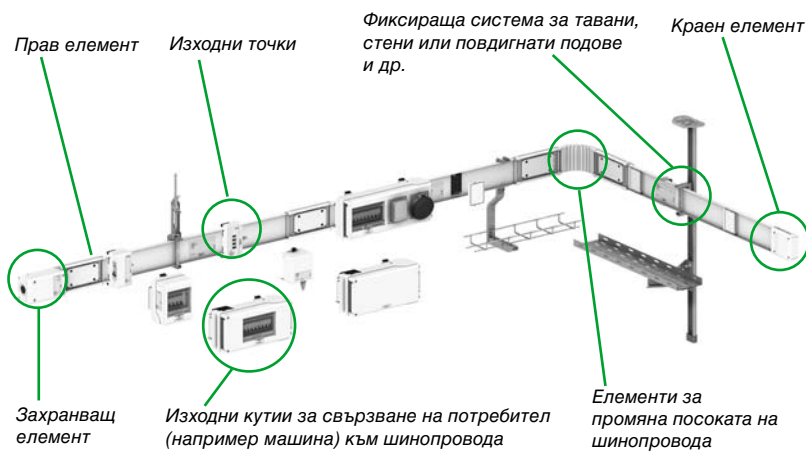
E20

Шинна магистрала (шинопроводи)

Шинопроводите са предназначени за разпределение на ток от 40 до 5000 А и за осветителни системи (в този случай шинопроводът играе двойна роля – за електроснабдяване и закрепване на осветителни тела).

Компоненти на шинопроводната система

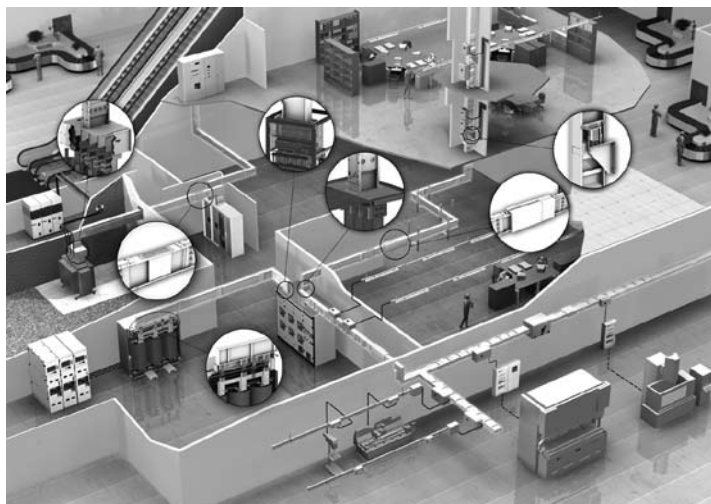
Шинопроводната система съдържа комплект от проводници (шини), изолирани помежду си и защитени чрез обвивка (виж Фиг. Е37). Използваните за пренасяне и разпределение на електрическа енергия шинопроводни системи имат всички необходими елементи за монтаж: съединители, прави елементи, елементи за промяна посоката на шинопровода, аксесоари за монтаж и др. Изходните точки, разположени на равни интервали, дават възможност за захранване с електрическа енергия на потребители по цялото протежение на шинопровода.



Фиг. Е37: Шинопроводи за електроразпределение от 25 до 4000 А

Типове шинопроводи:

Съществуват шинопроводни системи за всяко ниво на електрическо разпределение: от връзката между трансформатора и главното разпределително табло НН (MLVS) до разпределителните вериги за контакти и осветление на офиси или силово разпределение в работилници и цехове.



Фиг. Е38: Радиално разпределение, използващо шинопроводи

Съществуват три основни категории шинопроводи:

- Шинопровод от трансформатора до главното разпределително табло НН (MLVS).

Инсталацията на шинопровода може да се разглежда като постоянна и рядко се подлага на изменение. Няма изходни точки от шинопровода.

Обикновено се използва за къси разстояния. Почти винаги се използва за номинални токове над (1600...2000) А, т.е. когато употребата на паралелни кабели е невъзможна. Шинопроводите също се използват за връзка между MLVS и долустоящите разпределителни табла.

Характеристиките на такива главни шинопроводи са разчетени за токове от 1000 до 5000 А и токове на късо съединение до 150 kA.

- Междинен разпределителен шинопровод с ниска или висока плътност на изходящи точки.

Междинният разпределителен шинопровод осигурява захранване на два типа товари:

- Помещения от среден размер (производствени цехове с преси за леене под налягане и металообработващи машини или големи супермаркети с големи товари). Нивото на тока на късо съединение и работния ток могат да бъдат сравнително високи (съответно от 20 до 70 kA и от 100 до 1000 А);
 - Малки обекти (цехове с металорежещи машини, текстилни фабрики с малки машини, супермаркети с малки товари). Стойностите на тока на късо съединение и работния ток са по-ниски (съответно от 10 до 40 kA и от 40 до 400 А);
- Междинният разпределителен шинопровод удовлетворява потребностите на потребителите по отношение на:
- Възможност за бързо и лесно изменение и модернизация чрез големия брой изходни точки;
 - Функционална надеждност и непрекъснатост на електрозахранването, тъй като изходните кутии могат да се присъединяват без изключване на захранването при пълна безопасност;

Тези шинопроводи намират приложение и за вертикално електроразпределение от 100 до 5000 А във високи сгради.

- Разпределителен шинопровод за осветление.

Приложение намират два типа шинопроводи в зависимост от необходимостта да се използва шинопровода за фиксиране на осветителни тела или не:

- Шинопровод, проектиран за фиксиране на осветителни тела
Тези шинопроводи захранват и фиксират осветителни тела. Те се използват в индустриални сгради, супермаркети, универсални магазини и складове. Тези шинопроводи са твърди и са проектирани за една или две вериги 25 или 40 А и имат отклонения на всеки 1,5 m.
 - Шинопровод, който не е проектиран за фиксиране на осветителни тела
Подобни на предварително изработени кабелни системи, тези шинопроводи се използват да захранят всички типове осветителни тела, закрепени към конструкцията на сградата. Те се използват в административни и търговски сгради (офиси, магазини, ресторанти, хотели и др.) особено в окачени тавани. Шинопроводът е гъвкав и е проектиран за една верига 20 А и има отклонения на всеки 1,5 или 3 m.
- Шинопроводните системи отговарят на изискванията на голям брой сгради:
- Индустриални сгради: гаражи, цехове, ферми, логистични центрове и др.
 - Търговски площи: складове, молове, супермаркети и др.
 - Други сгради: офиси, училища, болници, спортни зали, хотели, големи кораби и др.

Стандарти

Шинопроводните системи трябва да отговарят на изискванията на IEC 60439-2 (БДС EN 60439-2).

Той определя съответствието между техническите параметри и предназначението на шинопроводните системи (температурни характеристики, устойчивост на късо съединение, механична якост и др.), а също и методите за тяхната проверка.

Стандартът IEC 60439-2 определя 13 задължителни типови изпитвания.

При асемблиране на компонентите на системата на място, съгласно инструкциите за монтаж, предприемачът печели от съответствието със стандарта.

Предимства на шинопроводните системи

Гъвкавост

- Лесна промяна в конфигурацията (бърза модификация на място при промяна на конфигурацията на производствената линия или разширяване на производствените площи).
- Повторно използване на компоненти (компонентите са непокътнати): когато една уредба се подлага на големи промени, шинопроводът лесно се демонтира и отново се употребява.
- Разполагаемо захранване в цялата уредба (възможност за разполагане на изходни точки на всеки метър по дължината на шинопровода).
- Широк избор на изходни модули.

Простота

- Проектирането може да бъде извършено независимо от разпределението и схемата на разположение на електрическите потребители.
- Работните характеристики са независими от изпълнението: употребата на кабели изисква много коефициенти за намаляване на натоварването, отчитачи начина на полагането му и др.
- Проста схема за разпределение.
- Намаляване времето за монтаж: шинопроводната система позволява времето за монтаж да бъде намалено до 50 % в сравнение с това при традиционна кабелна инсталация.
- Гаранция на производителя.
- Контролирано време за изпълнение: концепцията за шинопроводната система гарантира отсъствието на неочаквани проблеми при монтаж. Времето за монтаж е известно предварително и може да бъде намерено бързо решение за каквито и да са проблеми, възникващи на място с помощта на това адаптируемо и модулно обзавеждане.
- Лесно изпълнение: модулни компоненти, които са подходящи за ръчен монтаж, бързо и лесно се свързват.

Надеждност

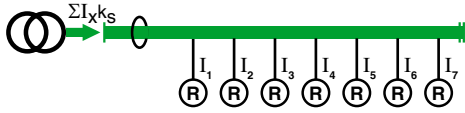



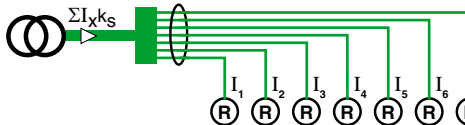



- Система от фабрично изработени компоненти.
- Модули, защитени срещу повреди, предизвикани от неправилно манипулиране.
- Последователното свързване на прави елементи и изходни кутии прави невъзможно допускането на каквито и да са грешки при свързване.

Непрекъснатост на захранването

- Големият брой изходни точки за разпределение осигурява лесно захранване с електроенергия, на който и да е нов електрически потребител. Присъединяването и изключването е бързо и може да бъде извършено под напрежение при пълна безопасност. Тези две операции (добавяне или модифициране) могат да се извършват, без да се прекъсва захранването на останалата част от уредбата.
- Бързо и лесно откриване на повредата, тъй като електрическите потребители са близо до захранващата линия.
- Техническо обслужване не е необходимо или е силно намалено.

Ефективно използване на материалите и опазване на околната среда

- Шинопроводните системи позволяват веригите да бъдат обединени. Поради концепцията на шинопроводната система, употребата на материали от мед и изолатори е три пъти по-малка, сравнена с традиционна кабелна разпределителна система (виж **Фиг. E39**).

Тип на разпределение	Проводници	Изолатори	Консумация
Шинопровод с отклонения			
 <p>$\Sigma I_x k_s$</p> <p>$I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$</p> <p>ks: клъстерен коефициент = 0.6</p>	 <p>Алуминий: 128 mm² Меден еквивалент: 86 mm²</p>	 <p>4 kg</p>	 <p>1 000 J</p>
Централизирано (с кабели)			
 <p>$\Sigma I_x k_s$</p> <p>$I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$</p> <p>ks: клъстерен коефициент = 0.6</p>	 <p>Мед: 250 mm²</p>	 <p>12 kg</p>	 <p>1 600 J</p>

Фиг. E39: Пример: шинопроводна система Canalis KS 250 A, с дължина 30 m, с 10 броя изводи за номинален ток 25 A

- Повторно използване на устройството и всички негови компоненти.
- Не съдържа PVC и не генерира токсични газове или отпадъци.
- Намаляване на рисковете от облъчване с електромагнитни полета.

Нови функционални характеристики на шинопроводите Canalis

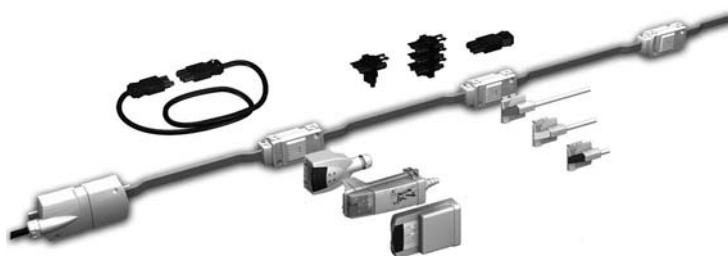
Шинопроводните системи се усъвършенстват непрекъснато. Сред новите свойства могат да се отбележат:

- Подобрени характеристики със степен на защита IP 55 и номинални параметри от 160 до 1000 A (KS).
- Нови офери за осветление с предварително окабеляване на тела и нови канали за осветление.
- Нови аксесоари за монтаж. Бързо фиксираща система, кабелни канали, съдържащи комуникационни вериги "VDI" (за пренос на данни, глас и видео).

Шинопроводните системи са вписани перфектно в околната среда:

- Белият цвят подобрява работната околна среда, естествено се интегрира с голям брой елементи за разпределение.
- Съответствие с Европейските норми за намаляване на опасни материали (RoHS).

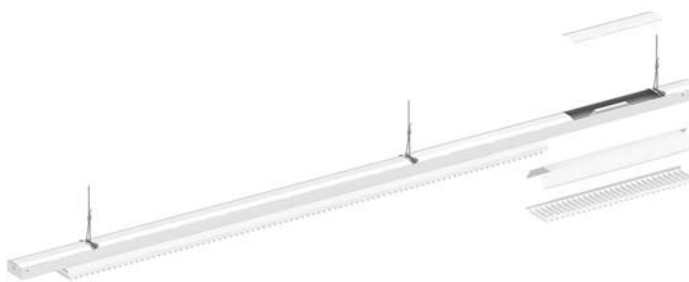
Примери на шинопроводни системи тип Canalis



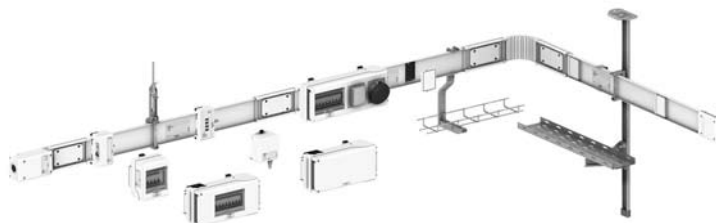
Фиг. E40: Гъвкав шинопровод Canalis KDP (20 A)



Фиг. E41: Твърд шинопровод, предназначен за фиксиране на осветителна арматура: Canalis KVA или KBV (25 - 40 A)



Фиг. E42: Светеща ивица Canalis KBX (25 A)

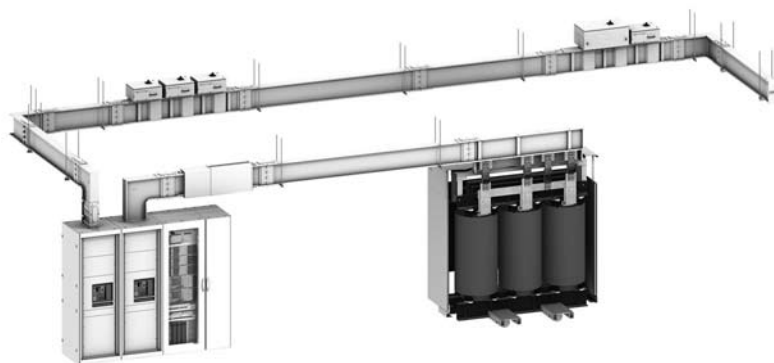


Фиг. E43: Разпределителен шинопровод за средна мощност: Canalis KN (от 40 до 160 A)

E23



Фиг. E44: Разпределителен канал за средна мощност: Canalis KS (от 100 до 1000 A)



Фиг. E45: Щинопровод за разпределение на голяма мощност: Canalis KT (от 800 до 5000 A)

3 Външни въздействия (IEC 60364-5-51)

Външните въздействия трябва да се отчитат при избор на:

■ Подходящи мерки за осигуряване безопасност на хората (в частност специални обекти или електрически уредби);

■ Характеристики на електрообзавеждането, такива като степен на защита (IP), устойчивост на механични въздействия (IK) и др.

При няколко едновременно действащи външни фактори, оказващи независимо или взаимосвързано въздействие, степента на защита трябва да се избира съгласно посочените особености.

3.1 Определения

Всяка електрическа уредба работи в околна среда, която определя в различна степен риска за:

■ Хората;

■ Обзавеждането на електрическата уредба.

Затова околната среда влияе при определяне и избора на подходящо електрообзавеждане и защитни мерки за безопасност на хората.

Условията на околната среда се означават с общия термин „външни въздействия“. Много национални стандарти, разглеждащи външните въздействия включват схема за класификация, която е основана или е много подобна на тази в международния стандарт IEC 60364-5-1.

E25

3.2 Класификация

Всеки фактор на външно въздействие е означен с код, включващ група от две главни букви и цифри, както следва:

Първа буква (А, В или С)

Първата буква се отнася към главната категория външно въздействие:

■ А = околна среда;

■ В = експлоатация;

■ С = конструкция на сградите.

Втора буква

Втората буква описва природата на външното въздействие.

Цифра

Цифрата означава класа на всяко външно въздействие.

Допълнителна буква (незадължителна)

Използва се, когато ефективната защита на хората е по-голяма от тази, означена с първата цифра на IP.

Когато трябва да бъде посочена само защитата на хора, двете цифри на IP кода се заместват с XX.

Пример: IP XXB.

Пример

Например кодът AC2 означава:

A = околна среда;

AC = надморска височина;

AC2 = надморска височина по-голяма от 2000 m.

3.3 Списък на външни въздействия

Таблица E46, посочена по-долу, е взета от стандарт IEC 60364-5-1 и служи за справочен документ, когато трябва да се получи подобна информация.

Таблица E46: Списък на външни въздействия (от приложение A на IEC 60364-5-1, продължение на следващата страница)

Код	Външни въздействия			Изисквани характеристики на обзавеждането
А - Околна среда				
АА	Температура, °C			
	Мин.	Макс.		Специално разработено електрообзавеждане или подходящи мерки
АА1	- 60	+ 5		
АА2	- 40	+ 5		
АА3	- 25	+ 5		
АА4	- 5	+ 40		Нормални (специални предпазни мерки в определени случаи)
АА5	+ 5	+ 40		Нормални
АА6	+ 5	+ 60		Специално разработено електрообзавеждане или подходящи мерки
АА7	- 25	+ 55		
АА8	- 50	+ 40		

3 Външни въздействия (IEC 60364-5-51)

Таблица E46: Списък на външни въздействия (от приложение А на IEC 60364-5-1, продължение на следващата страница)

Код	Външни въздействия						Изисквани характеристики на обзавеждането
А - Околна среда							
AB	Климатични условия						
	Темп. на въздуха, °C		Относит. влажност, %		Абсол. влажност, g/m³		
	Ниска	Висока	Ниска	Висока	Ниска	Висока	
AB1	- 60	+ 5	3	100	0.003	7	Подходящи мерки трябва да бъдат взети
AB2	- 40	+ 5	10	100	0.1	7	
AB3	- 25	+ 5	10	100	0.5	7	
AB4	- 5	+ 40	5	95	1	29	Нормални
AB5	+ 5	+ 40	5	85	1	25	Нормални
AB6	+ 5	+ 60	10	100	1	35	Подходящи мерки трябва да бъдат взети
AB7	- 25	+ 55	10	100	0.5	29	
AB8	- 50	+ 40	15	100	0.04	36	
AC	Надморска височина						
AC1	≤ 2000 m						Нормални
AC2	> 2000 m						Могат да се изискват допълнителни предпазни мерки (коефициент на намаляване стойности)
AD	Наличие на вода						
AD1	Незначително		Открито или незащитено от атмосферно въздействие електрообзавеждане				IPX0
AD2	Падане на капки вода						IPX1 or IPX2
AD3	Пръскане с вода						IPX3
AD4	Плискане						IPX4
AD5	Обливане с водна струя		Места, където се използват водни шлангове				IPX5
AD6	Водни вълни		Брегови обекти (кейове, плажове, вълноломи ...) IPX6				
AD7	Потапяне		Водата е на 150 mm над най-горната точка на електрообзавеждането, но не по-вече от 1 m под повърхността ѝ				IPX7
AD8	Под вода		Електрообзавеждането е постоянно и изцяло под вода				IPX8
AE	Наличие на чужди твърди тела						
			Минимален размер		Пример		
AE1	Незначително						IP0X
AE2	Малки предмети		2.5 mm		Инструменти		IP3X
AE3	Много малки предмети		1 mm		Проводници		IP4X
AE4	Слабо запрашаване						IP5X, ако провикването на прах не нарушава работата
AE5	Средно запрашаване						IP6X , ако прахът не трябва да прониква в уреда
AE6	Силно запрашаване						IP6X
AF	Наличие на корозионни вещества или замърсители						
AF1	Незначително						Нормални
AF2	С атмосферен произход						Според характера на веществото
AF3	Периодично или случайно						Защита от корозия
AF4	Постоянно		Специално разработено				електрообзавеждане
AG	Механични напрежения						
AG1	Слаби						Нормални
AG2	Средни						Съгласно използвания стандарт или усилен материал
AG3	Значителни						Усилена защита
AH	Вибрации						
AH1	Слаби		Битови или подобни уреди				Нормални
AH2	Средни		Обикновени промишлени условия				Specially designed equipment or special arrangements
AH3	Значителни		Тежки промишлени условия				
AJ	Други фактори на механични напрежения						
AK	Наличие на флора или плесени						
AH1	Незначително						Нормални
AH2	Опасности						
AL	Наличие на фауна						
AH1	Незначително						Нормални
AH2	Опасности						
AM	Електромагнитни, електростатични или йонизиращи въздействия/нискочестотни електромагнитни явления/хармоници						
AM1	Хармоници, хармонични съставлящи						Виж използваните стандарти на IEC
AM2	Предаване на сигнали за телеуправление						
AM3	Изменения на амплитудата на напрежението						
AM4	Несиметрично напрежение						
AM5	Вариации на честотата на мрежата						
AM6	Индуктирани нискочестотни напрежения						
AM7	Постоянна съставляща в променливотокови мрежи						
AM8	Излъчвани електромагнитни полета						
AM9	Електрически полета						
AM21	Високочестотни електромагнитни явления						

E26

3 Външни въздействия (IEC 60364-5-51)

Таблица E46: Списък на външни въздействия (от приложение А на IEC 60364-5-1, край)

Код	Външни въздействия	Изисквани характеристики на обзавеждането
А - Околна среда		
AM22	Внесени еднопосочни преходни в наносекундния обхват	Виж използваните стандарти на IEC
AM23	Внесени еднопосочни преходни в милисекундния или микросекундния обхват	
AM24	Индуктирани краткотрайни колебания	
AM25	Високочестотни излъчвания	
AM31	Електростатични разряди	
AM41	Йонизация	
AN Слънчева радиация		
AN1	Ниска	Нормални
AN2	Средна	
AN3	Висока	
AP Сеизмични ефекти		
AP1	Незначителни	Нормални
AP2	Слаби	
AP3	Средни	
AP4	Силни	
AQ Мълнии, керонично ниво		
AQ1	Незначителни	Нормални
AQ2	Индиректни	
AQ3	Директни	
AR Движение на въздуха		
AR1	Слабо	Нормални
AR2	Средно	
AR3	Силно	
AS Вятър		
AS1	Слаб	Нормални
AS2	Умерен	
AS3	Силен	
В - Експлоатация		
BA Компетентност на лицата		
BA1	Обичайна	Нормални
BA2	Деца	
BA3	Немощни хора	
BA4	Инструктирани	
BA5	Квалифицирани	
BB Електрическо съпротивление на човешкото тяло		
BC Контакт на хората с потенциала на земята		
BC1	Без контакти	Клас на обзавеждане съгласно IEC61140
BC2	Редки контакти	
BC3	Чести контакти	
BC4	Непрекъснати контакти	
BD Условия на евакуация при аварийни обстоятелства		
BD1	Нормални - лесен изход	Нормални
BD2	Трудни - усложнен изход	
BD3	Със задръствания - лесен изход	
BD4	Трудни и със задръствания - усложнен изход	
BE Вид на обработваните или съхраняваните материали		
BE1	Незначителна опасност	Нормални
BE2	Опасност от пожар	
BE3	Опасност от взрив	
BE4	Опасност от замърсяване	
С - Изпълнение на сградите		
CA Строителни материали за конструкциите		
CA1	Негорими	Нормални
CA2	Горими	
CB Конструкция на сградите		
CB1	Незначителна опасност	Нормални
CB2	Разпространение на пожар	
CB3	Подвижност	
CB4	Гъвкавост или нестабилност	

3.4 Защита на електрообзавеждане закрит тип: кодове IP и IK

Определение на код IP (виж Фиг. E47)

IP код е система за кодиране, регламентирана в стандарта IEC 60529, с която се означава степента на защита, осигурена чрез обвивка.

Осигурява се защита срещу следните външни въздействия:

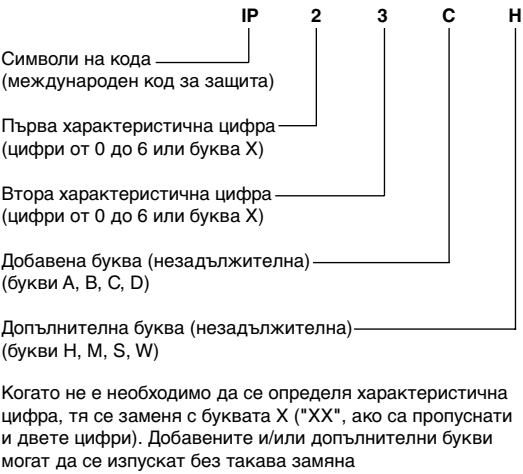
- Проникване на твърди частици;
- Защита на хора срещу достъп на части под напрежение;
- Защита срещу проникване на прах;
- Защита срещу проникване на течности.

Забележка: Кодът IP се използва за електрообзавеждане, предназначено за напрежения до 72,5 kV включително.

Елементи на кода IP и техните стойности

Кратко описание на елементите на кода IP е посочено в следната таблица (виж Табл. E48).

Елемент	Цифри или букви	Значение за защитата на електрообзавеждането	Значение за защита на хора
Кодови букви	IP		
Първа характеристична цифра	0 1 2 3 4 5 6	Защита срещу проникване на твърди чужди тела (Без защита) Диаметър ≥ 50 mm Диаметър ≥ 12.5 mm Диаметър ≥ 2.5 mm Диаметър ≥ 1.0 mm Прахозащитена Прахонепроницаема	Защита срещу достъп до опасни части (Без защита) Опако на ръка Пръст Инструмент Тел Тел Тел
Втора характеристична цифра	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Защита срещу проникване на вода (Без защита) Вертикално капеща вода Капеща вода (наклон 15°) Пръскане Плискане Водна струя Мощна водна струя Временно потапяне Продължително потапяне	
Добавена буква (незадължителна)	A B C D		Защита срещу достъп до опасни части с: Опако на ръка Пръст Инструмент Тел
Допълнителна буква (незадължителна)	H M S W	Допълнителна информация, специфична за: Съоръжения за високо напрежение Движение по време на изпитването с вода Неподвижност при изпитването с вода Атмосферни условия	



Фиг. E47: Типово означение на IP код

Таблица E48: Елементи на кода IP

3 Външни въздействия (IEC 60364-5-51)

Определение на код IK

Стандартът IEC 60242 определя IK код, характеризиращ устойчивостта на обзавеждането към механични въздействия (виж **Табл. E49**).

Таблица E49: Елементи на код IK

Код IK	Енергия на удара, J	Код AG
00	0	
01	≤ 0.14	
02	≤ 0.20	AG1
03	≤ 0.35	
04	≤ 0.50	
05	≤ 0.70	
06	≤ 1	
07	≤ 2	AG2
08	≤ 5	AG3
09	≤ 10	
10	≤ 20	AG4

E29

Кодове IP и IK за разпределителни табла

Степените за защита IP и IK, осигурявани от обвивка, трябва да бъдат посочени в зависимост от различни външни въздействия, определени в стандарт IEC 60364-5-51, в частност:

- Наличие на твърди частици (код AE);
- Наличие на вода (код AD);
- Механични напрежения (без код);
- Характеристика на персонала (код BA);
- ...

Разпределителните табла Prisma Plus са предназначени за закрита електрическа уредба.

Ако не е посочено друго в правила, норми и стандарти на конкретната страна Schneider Electric препоръчва следните стойности на IP и IK (виж табл. E.50 и E.51).

Препоръчвани стойности на код IP

Таблица E50: Препоръчвани стойности на код IP

Условия	Предназначение	Кодове IP
Нормални условия без риск от вертикално падаща вода	Технически помещения	30
Нормални условия с риск от вертикално падаща вода	Проходи	31
Крайно тежки условия с риск от пръскаща вода от всички страни (направления)	Цехове	54/55

Препоръчвани стойности на код IK

Таблица E51: Препоръчвани стойности на код IK

Условия	Предназначение	Кодове IK
Без риск от големи ударни натоварвания	Технически помещения	07
Значителен риск от големи ударни натоварвания, които могат да доведат до повреждане на устройствата	Проходи	08 (обвивка с врата)
Максимален риск от ударни натоварвания, които могат да повредят обвивката	Цехове	10

