

Нормативни изисквания

Безопасността при работа с електрически уредби и съоръжения почива на три принципа:

1. Електрическите уредби и съоръжения да са така проектирани, конструирани и изградени, че при въвеждането си в експлоатация да са безопасни. Това изискване се изпълнява чрез правилата за устройство на електрическите съоръжения и правилата за изграждане на електрическите уредби.
2. Електрическите уредби и съоръжения да остават безопасни по време на експлоатация и да се експлоатират по начин, който не създава опасности. Произтичащи от това изискване са правилата за техническа експлоатация на електропотребителите, част от които са процедурите, свързани с пускане, спиране, работа с електросъоръжения, сроковете и нормите, свързани с периодичните проверки и измервания на електрическите уредби и съоръжения. Правилата за техническа експлоатация поставят и изисквания към персонала, който обслужва електрическите уредби и съоръжения и извършва или ръководи работи в тях.
3. Работите в електрическите уредби да се извършват по начин, който не създава опасности както за персонала, който ги извършва, така и за други лица.

Това разделение до известна степен е условно. Нормативните актове, насочени предимно към една от споменати по горе сфери поставят и изисквания отнасящи се към другите. Независимо от това те могат да се разделят на три основни групи:

I. НОРМАТИВНИ АКТОВЕ, ОТНАСЯЩИ СЕ ДО УСТРОЙСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ УРЕДБИ И СЪОРЪЖЕНИЯ.

Основните изисквания са регламентирани в:

- **НАРЕДБА № 3 от 9.06.2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии**

Издадена от министъра на енергетиката и енергийните ресурси, обн., ДВ, бр. 90 от 13.10.2004 г. и бр. 91 от 14.10.2004 г., в сила от 15.01.2005 г. ;

- **Наредба № 1 от 27 май 2010 г. За проектиране, изграждане и поддържане на електрически уредби за ниско напрежение в сгради, дв. бр.46 от 18 юни 2010г., изм. и доп. ДВ. бр.95 от 29 Ноември 2016г.**

II. НОРМАТИВНИ АКТОВЕ, СВЪРЗАНИ С ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ УРЕДБИ И СЪОРЪЖЕНИЯ.

Основните изисквания са регламентирани в

- **Наредба № 16-116 от 8 февруари 2008 г. за техническа експлоатация на енергообзавеждането**, обн. ДВ. бр.26/2008г.

III. НОРМАТИВНИ АКТОВЕ, СВЪРЗАНИ С БЕЗОПАСНОСТТА НА ТРУДА ПРИ РАБОТА.

Основните изисквания са регламентирани в:

- **ПРАВИЛНИК за безопасност при работа в електрически уредби на електрически и топлофикационни централи и по електрически мрежи.** Приет от Министерството на енергетиката и енергийните ресурси, обн., ДВ, бр. 34 от 27 април 2004 г., в сила от 8/28/2004;
- **ПРАВИЛНИК за безопасност при работа по електрообзавеждането с напрежение до 1000v, ДВ.бр.21/2005г**

Освен с цитираните нормативни актове, въпросите свързани с електробезопасността са пряко засегнати и в различни по тематика стандарти. С влизането в сила на Закона за националната стандартизация от юни 1999 г., отпадна задължителният характер на стандартите, т.е. те се прилагат доброволно.



Независимо от доброволния си характер, стандартите чието спазване се изисква от нормативен акт, също са задължителни.

Задължения, отговорности, контрол

Общият принцип за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд, произтичащ от всички нормативни актове задължава работодателя да осигури здравословни и безопасни условия на труд. В тази връзка и отговорността за осигуряване на

такива условия е изцяло негова. Пренесени върху електробезопасността тези принципи изискват:

- Работодателят да допуска до работа само безопасни електрически уредби и съоръжения.
- Работодателя да осигури експлоатацията и ремонта на тези съоръжения по начин, който не създава опасности.
- Работодателят да възлага работа по действащи електрически уредби и съоръжения само на лица, които имат право да извършват такава работа.



Персоналът, който ръководи, контролира или извършва работи/дейности по техническо и оперативно обслужване на електрически уредби и мрежи:

- 1. има образование и стаж, изисквани за заеманата длъжност;*
- 2. е медицински освидетелстван съгласно нормативните актове за задължителни предварителни и периодични медицински прегледи на работниците и служителите;*
- 3. притежава квалификационна група за безопасност при работа в електрически уредби и мрежи..*

Квалификационна група за безопасност при работа в електрически уредби и мрежи се придобива след обучение и изпит. Редът за провеждането им е посочен в правилниците по безопасност.



Задължението да обслужва действащи електрически уредби и съоръжения се вменява с длъжностната характеристика на лицето, което ще извършва тази работа. В тази длъжностна характеристика се посочва и най-ниската квалификационна група по електробезопасност, която трябва да притежава това лице.

Освен обучение и изпит за придобиване на квалификационна група за безопасност при работа в електрически уредби и мрежи

персоналът трябва да е преминал обучение и изпит и по правилата за техническа експлоатация на електрообзавеждането, по ред, определен в **Наредба № 16-116 от 8 февруари 2008 г. за техническа експлоатация на енергообзавеждането.**

Независимо от обучението и изпита по правилата за безопасност и техническа експлоатация, персоналът, който извършва работи/дейности по техническо и оперативно обслужване на електрически уредби и мрежи се инструктира по общия ред.



Притежаването на квалификационна група не отменя провеждането на инструктаж, изискван в съответствие с Наредба № 3 за инструктажа на работниците и служителите по безопасност, хигиена на труда и противопожарна охрана.

Как да организирате експлоатацията на електрическите уредби и съоръжения във Вашето предприятие.

Ако имате правоспособен електротехнически персонал

1. Преценете дали този персонал има необходимите знания и умения да обслужва Вашите съоръжения. Най-общо изискванията към персонала по отношение на безопасността са посочени в глава втора на правилниците по безопасност и те са:

+ лицата, които имат право самостоятелно да извършват работи в електрическите уредби с напрежение до 1000 V трябва да притежават най-малко **трета** квалификационна група по електробезопасност;

+ лицата, които имат право да носят дежурства или извършват квалифицирани работи в електрически уредби с напрежение над 1000 V трябва да притежават най-малко **четвърта** квалификационна група по електробезопасност;

2. Изгответе инструкция за оперативна подчиненост на Вашия електротехнически персонал. Тази инструкция трябва да показва

кой има право да дава нареждания на Вашия електротехнически персонал за включване и изключване на отделните електротехнически съоръжения. В тази инструкция трябва да става ясно и къде е границата на обслужваните от Вашето предприятие електрически съоръжения. В повечето случаи тази граница ще съвпада с границата на собственост, определена на база **Закона за енергетиката** /Обн. ДВ. бр.107 от 9 Декември 2003г./ и подзаконовите нормативни актове, свързани с него.



Когато на територията на енергиен обект (работна площадка, сграда, помещение) са разположени уредби на различни собственици, всеки работодател - собственик на уредба, разработва вътрешни правила за безопасност при работа за своята уредба/съоръжение, а работодателят - собственик на обекта, разработва общ правилник за вътрешния ред в него.

Осигуряването на здравословни и безопасни условия на труд се урежда от работодателите съвместно по писмена договореност, като координират дейностите си по предпазване на работещите от рисковете при работа и своевременно се информират за тях.

Повече подробности, регламентиращи отношенията между две и повече предприятия ползващи общи електрически уредби и съоръжения, са дадени в правилниците по безопасност.

Ако нямате правоспособен електротехнически персонал



Допуска се експлоатацията, ремонтът и извършването на оперативни превключвания по действащото електрообзавеждане на потребител да се изпълняват от специализирана организация (външна фирма) по договор с нея..

..

Какво представлява електрическият ток?

Основни термини и определения, имащи отношение към електробезопасността.

Електрически ток – представлява насочено движение на електрически заряди. В електротехниката токът се бележи с **I** и се измерва в амperi – “A”. Това движение се дължи на сила, която действа на тези заряди. Тази сила се нарича електрическо напрежение, бележи се с **U** и се измерва във волтове – “V”.

Електрическият ток и електрическото напрежение могат да са постоянни или променливи.

Постоянното електрическо напрежение действа върху електрическите заряди така, че те се движат само в една посока, т.е. протича постоянен електрически ток.

Променливото електрическо напрежение действа върху електрическите заряди със сила, която периодично променя посоката си, т.е. предизвиква протичане на ток в различни посоки или променлив ток.

Напрежението в републиканската електрическа система сменя **50** пъти в секунда посоката си, т.е. с честота 50 Hz (херца).

Материалите, в които електрическите заряди се придвижват лесно се наричат проводници. Такива материали са металите, водата, желязобетона, човешкото тяло и др.

Материалите, които възпрепятстват движението на електрическите заряди се наричат изолатори. На практика те не провеждат електрически ток. Такива материали са каучука, пластмасите, стъклото, порцелана, въздуха и др. Мярка за способността на материалите да не провеждат електрически ток е тяхното електрическо сапротивление или само съпротивление (бележи се с **R**). Съпротивлението се измерва в омове – “ Ω ”.

Между напрежение, ток и съпротивление съществува зависимост, изразена със закона на Ом, който гласи: “Големината на тока е право пропорционална на напрежението и обратно пропорционална на съпротивлението, т.е.

$$I = \frac{U}{R}$$



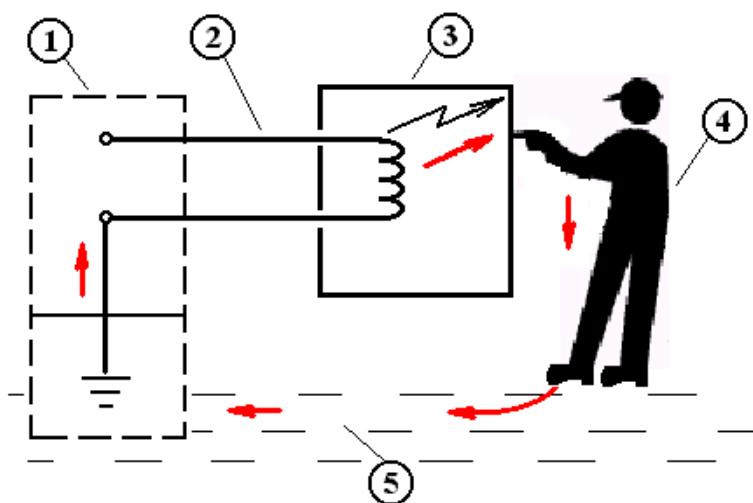
Колкото по-високо е напрежението, толкова токът е по-голям!

Колкото съпротивлението е по високо, толкова токът е по-малък!

За да протече електрически ток е необходимо да има източник на електрическо напрежение и затворена електрическа верига от проводници, която да тръгва от източника и да завършва в източника. Тази верига може да бъде съставена от различни, съединени един с друг проводници.



Ако човек стане част от затворена електрическа верига, през него ще протече ток.



На схемата са показани отделните тоководими материали, присъединени чрез затворена електрическа верига към източника на електрическо напрежение, единият полюс на който е свързан със земята.

1. източник на електрическо напрежение, единият полюс на който е заземен;

2. електрически проводник, захранващ електрическото съоръжение – 3;
3. електрическо съоръжение с токопроводим корпус, в което поради дефект на изолацията единият от захранващите проводници се допира до корпуса с металното си жило;
4. човек, допрял се до металния корпус на съоръжението – 3 и стъпил върху земята – 5;
5. земята (токопроводим под – метален или желязобетонен, който чрез основите на сградата се съединява със земята).

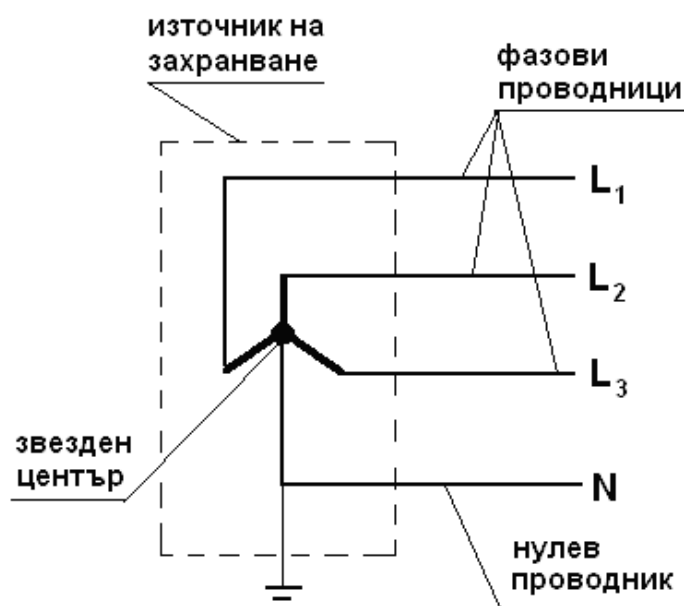
Захранването на трифазните консуматори, каквито са повечето електродвигатели в промишлеността (стругове, кранове, телфери, дървообработващи машини и т.н.) се осъществява от източник на трифазно напрежение, който най-често е свързан в звезда, звездния център на която е заземен. Напрежението между отделните фази е 380 V.

За захранване на повечето битови консуматори е необходимо напрежение 220 V което се получава между звездния център, от който е изведен нулевия проводник и която и да е от фазите.



Ако се намирате на токопроводим под и по някаква причина докоснете някой от фазовите проводници, през Вашето тяло ще протече ток.

Принципна схема на източник на захранване с директно заземен звезден център е показан на фигурата по-долу.



Опасности при използване на електрическите уредби и съоръжения

Опасностите при работа с електрическите уредби и съоръжения се свързват с:

- ✓ Удар от електрически ток
- ✓ Термични травми / изгаряния
- ✓ Пожари и експлозии

Удар от електрически ток

Това е най-често срещаната причина за смъртни и инвалидни електрозлополуки.

Човек може да получи удар от електрически ток, когато:

- ✓ е част от електрическата верига. Това най-често може да стане ако липсва защитен проводник (съоръжението е незанулено). Тогава, вместо през защитния проводник, електрическият ток ще премине през тялото му;
- ✓ докосне части, които се намират под опасно напрежение. Това могат да бъдат кабели и проводници с нарушена изолация или елементи на електрическите съоръжения, станали достъпни поради счупени или липсващи капацити или отворен (счупен) корпус. Тази ситуация е изключително опасна когато човек стои на мокра или влажна повърхност.
- ✓ приеме за изключени електрически съоръжения, които са под напрежение и започне работа по тях.

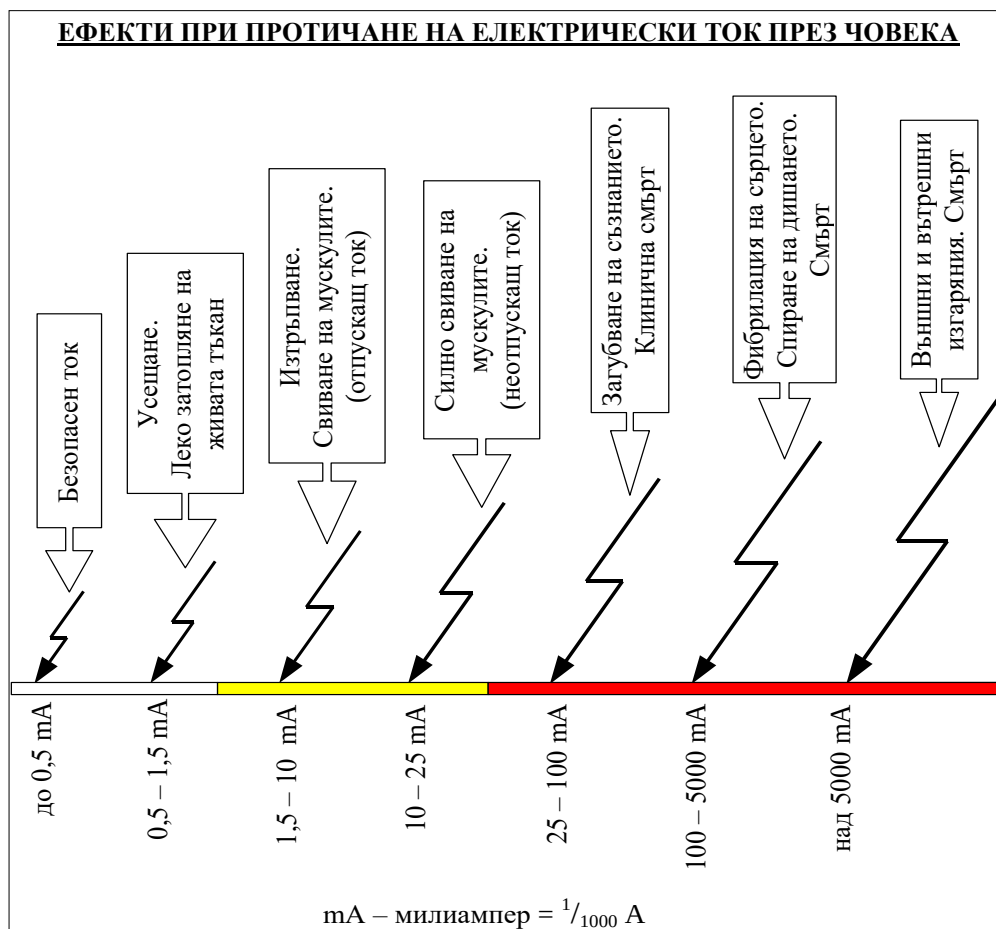
Това са само някои възможни ситуации.



Винаги е нужно повишено внимание и познаване на основни правила когато се работи с електрически уредби и съоръжения.

Степента на поражение при протичане на електрически ток през човека зависи от:

- ✓ пътя на електрическия ток през тялото;
- ✓ вида и големината на напрежението. Колкото по-високо е напрежението, под което е попаднал човек, толкова по-силен ток ще премине през неговото тяло. Променливото напрежение 220 V, което използваме в домовете и предприятията, предизвиква преминаване на опасен ток през тялото на човек, който може да предизвика смърт. В зависимост от средата, допустимите допирни напрежения с промишлена честота са 50 V и 25 V. При работа в котли, резервоари, кладенци и др. подобни - 12 V
- ✓ повърхността, върху която човек стои. Мократа или влажна повърхност провежда добре електрическия ток. Поради тази причина работите в мокри (влажни) помещения или на открито са свързани с повишена или особена опасност за поражение от електрически ток.
- ✓ кожата на човека. Мократа кожа е по-проводима. В тази връзка работа в мокри (влажни) помещения и при температура над 35 °C (обилно изпотяване) са свързани с повишена или особена опасност за поражение от електрически ток. Като следствие от горното работите на открито са особено опасни за поражение от електрически ток.
- ✓ времето през което протича ток през човешкото тяло



Токове до 10 mA се считат практически безопасни.

Термични травми (изгаряния)

Протичането на големи токове е свързано с отделяне на значителни количества топлина и температури, достигащи хиляди градуси. Такива са токовете при къси съединения. Много електротехници са пострадали в резултат на попадане в зоната на дъгата от къси съединения предизвикани от тях самите.

Пожари и експлозии

Електричеството притежава енергия, която може да генерира топлина и да предизвика пожар или взрив. Най-често това става по един от следните начини:

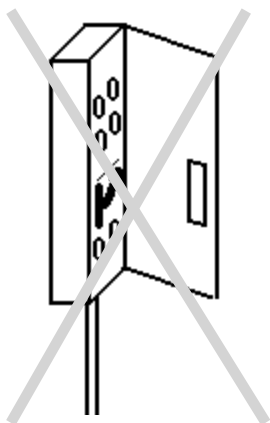
- Електрическата искра или електрическата волтова дъга възникват в пожароопасна или взривоопасна среда.
- Претоварени и поради това прегрети електрически проводници са в контакт с леснозапалими или горими материали.



Изоляцията на някои от проводниците също може да гори.

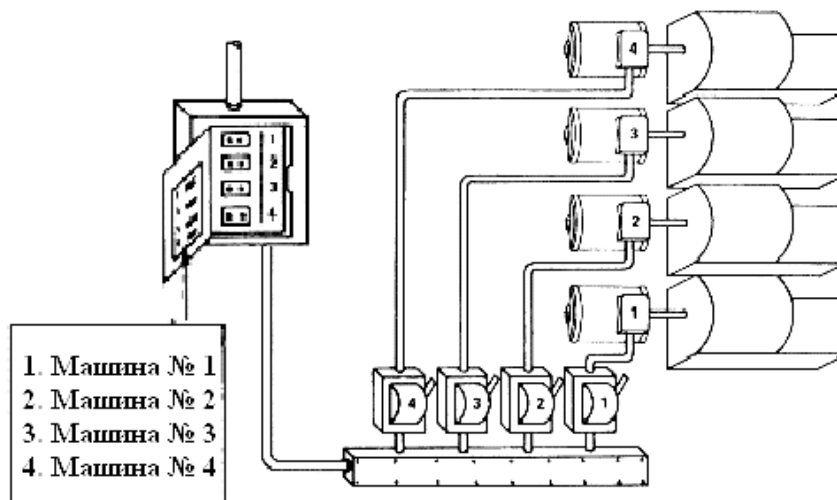
- Отделни елементи на електрическите съоръжения и инсталации при претоварване или лоши контактни съединения също могат да се нагреят до недопустимо високи температури. Такива елементи най-често са контакти, щепсели и щекери.

Най-често срещани причини, предизвикали злополуки от електрически ток

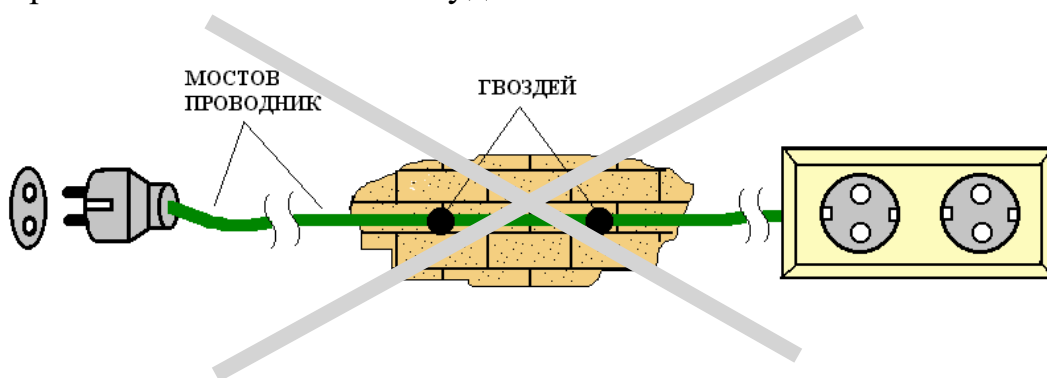


◇ Открити, достъпни тоководещи части, намиращи се под опасно напрежение. Това се случва при липсващи или отворени врати на електрически табла, липсващи капачки на ключове и контакти, счупени или липсващи части от корпусите на електрически съоръжения.

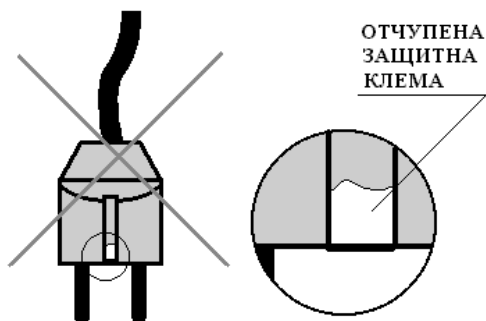
◇ Започване на работа по неизключено електрическо съоръжение. Почти винаги това е свързано с неизвършена проверка за отсъствие на напрежение преди започване на работа и много често с погрешно изключване на съоръжение. Причината за последното е свързана с липса на маркировка за предназначението на електрическите апарати, монтирани в таблото и липса или неясно означаване на самите съоръжения.



- ◇ Неправилно и опасно използване на удължители. Най-често това е свързано с полагането на кабелите на удължителите под килими, в близост или в контакт с нагрети повърхности, през отворите на врати и прозорци, използването на неподходящи за удължители кабели с твърди жила, заковани с пирони към стената или пода, заместване на стационарни електрически инсталации с удължители, присъединяването на много контакти към един кабел, с извършване на съединителни и разклонителни връзки в контактите на удължителя.



- ◇ Неосигурени срещу измъкване кабели в мястото на връзката им с щепсела или контактите на удължителя и липсваща или нарушена външна изолация на кабела там.

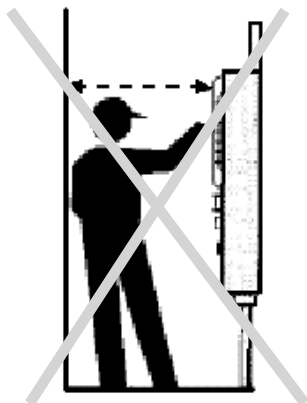


- ◇ Счупена, зацапана с боя, подгъната или стопена от късо съединение (липсваща) защитна клема на щепсела или контакта.

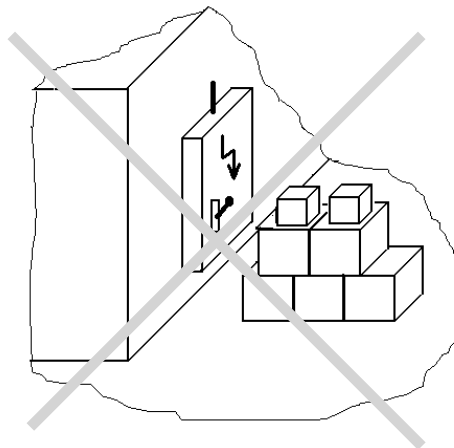
- ◇ Разполагането на машини и съоръжения по начин, който затруднява достъпа до електрическите табла, използване на такива пътища за превоз на продукция и заготовки, че е възможно удряне на таблата от превозваните материали и транспортните средства. Складиране в близост до електрическите табла готова продукция и заготовки.



Правилата за безопасна работа изискват винаги да е осигурен лесен достъп до електрическите табла за да може в случай на авария бързо да се изключи електрическото захранване.



или



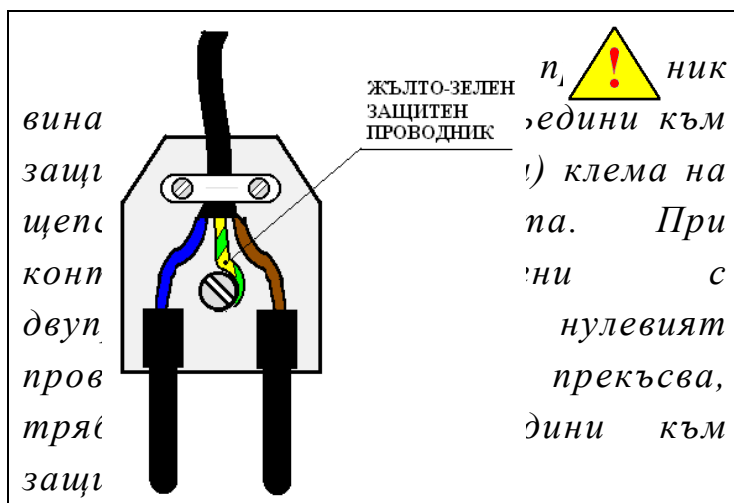
- ◇ Неправилно изпълнени снадки на кабелите на удължителите с използване за изолационен материал за снадката лепенка “тиксо”, анкерпласт или други подръчни материали.



Снадките на гъвкавите кабели използвани във временните електрически инсталации се изолират чрез самовулканизиращ се електроизолационен материал.



- ◇ Несъединяването на защитния проводник към защитната клема на щепсела или контакта или липсата на такъв проводник.



Защита на електрическите инсталации и съоръжения от свръхток и къси съединения (максималнотоково защита)

Както вече отбелязахме, електрическият ток при протичането си през проводниците ги нагрява.

- ✓ Колкото по-силен е токът който протича през проводника толкова повече той се нагрява;
- ✓ Колкото е по-малко сечението на даден проводник, през който протича определен ток, толкова повече се нагрява този проводник.

Ако не съществува защита която да възпрепятства протичането на токовете, нагряващи проводниците до високи температури, са възможни разрушаване на изолацията на проводниците и пожари. Ролята на такава защита изпълняват стопяемите предпазители и автоматичните прекъсвачи.

Задача на специалиста, проектирал електрическата инсталация е да определи вида и номиналния (обявения) ток на апаратите за защита, които да съответстват на техническите параметри на защитавания участък от инсталацията или съоръжението. Този ток трябва да е известен на бъдещите ползватели. За да стане това той се означава както върху апаратите за защита, така и на схемите на електрическите табла.



Подмяната на дефектирал апарат за защита става само при условие, че новият има същия номинален ток.

Възможна ли е подмяната на един апарат за защита с друг?

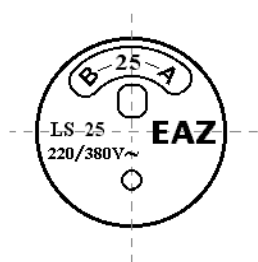
По принцип това е възможно, стига двата апарата за защита да имат еднакъв номинален ток.



Само горното условие не е достатъчно. Необходимо е новият апарат за защита да има характеристика на изключване, която да осигурява и защита срещу индиректен допир до части, намиращи се под опасно напрежение.

Как да разберем какъв е номиналният ток на апаратите за защита?

Този ток е означен върху корпуса на апарата. Заедно с тока е означено и номиналното напрежение, за което е предназначен апарата. Един примерен надпис изглежда така:



Този надпис показва, че апаратът за защита е предназначен за работа в уредби с напрежение 220/380 V и има номинален ток на изключване 25 A

Как да определим какъв е номиналният ток на стопяеми предпазители, на които надписът върху капачката на корпуса е нечетлив?

Освен надпис върху металната капачка или корпуса стопяемите предпазители имат и контролна пъпка (“око”) оцветена в различен цвят. При задействане на предпазителя тази пъпка пада и ние лесно разбираме кой точно предпазител е задействал. Цветът на тази пъпка зависи от номиналният ток на предпазителя и е следния:

Номинален ток на патрона I_n , A	Цвят на окото на патрона
<i>I. Патрони за гнездо 25 A/ 500V</i>	
2	розов
4	кафяв
6	зелен
10	червен
16	сив
20	син
25	жълт
<i>II. Патрони за гнездо 63 A/ 500V</i>	
35	черен
50	бял
63	медночервен
<i>III. Патрони за гнездо 100 A/ 500V</i>	
80	сребърен
100	червен

Какво да правим в случай, че апаратите за защита изключват прекалено често?

Честото изключване на апарати за защита, скоро след включване на консуматорите от определена електрическа инсталация е сигурен признак, че има претоварване на тази инсталация. Това може да е причинено както от включването на много консуматори към отделен клон на инсталацията, така и от подмяната на консуматор с определена мощност с друг по-мощен. И в двата случая този режим на работа може да доведе до опасно нагряване на проводниците на електрическата инсталация ако за да предотвратим честото изключване, поставим апарат за защита с по-голям номинален ток.



Никога не поставяйте апарати за защита с по-висок номинален ток. Никога не подсилвайте стопяемите предпазители.

Подсилената или с по-висок ток максималнотокова защита крие сериозен риск за възникване на пожар.



Ако Вашите апарати за защита изключват прекалено често, необходимо е да бъде извършен преглед на електрическата инсталация от правоспособен електротехник.

Какво да правим в случай, че някой апарат за защита изключва веднага след включването или подмяната му?

Това е сигурен признак, че съществува късо съединение в защитавания участък от електрическата инсталация. При такава ситуация трябва да изключим всички електрически консуматори от този участък и да се включи отново апарата за защита или да се постави нова стандартна вложка на стопяемия предпазител. Ако не последва ново изключване, късото съединение е в някой от изключените консуматори.



Повторното включване на такива консуматори да става само чрез ключа на корпуса им. Присъединяването на електрически консуматори към електрически контакти да става само при положение “изключено” на ключа на консуматорите.

Присъединяването на консуматори в положение “включено” крие риск от възникване на електрическа дъга и изгаряне на ръката, която държи щепсела.



Прегледът на консуматор, който предизвиква моментално изключване на апарат за защита трябва да се извърши от правоспособен електротехник.

Защита срещу директен и индиректен допир

Защитата срещу поражения от електрически ток при напрежения до 1000 V трябва да се осъществява чрез такова изпълнение на електрическите уредби, съоръжения, инсталации и съставящите ги елементи, че да не е възможно включване на човешкото тяло или на част от него в електрическа верига с параметри, които застрашават здравето или живота на персонала, обслужващ електрическите уредби, или на околните лица.

Мерките за защита могат да се разделят на две основни групи:

- ✓ защита срещу директен допир;
- ✓ защита срещу индиректен допир.

Защита срещу директен допир е защитата с която се предотвратяват поражения от електрически ток поради допир или опасно приближаване до части които се намират под напрежение. Най-често използваните мероприятия за защита срещу директен допир са:

- 1) разполагане на частите под напрежение на безопасни разстояния – например проводниците на въздушните електропроводи;
- 2) защитни прегради и огради – например вратите на електрическите табла. Тези прегради трябва да се отстраняват само с помощта на специален ключ или инструмент;
- 3) защитни блокировки – изключват електрозахранването, например при отваряне на капаци, врати и др.;
- 4) безопасни свръхниски напрежения - до 24 V (променливи и постоянни).



Не е достатъчно източникът да осигурява свръхниско напрежение до 24 V. Необходимо е той да отговаря и на специални изисквания за безопасност.

Ако е необходимо използване на източник за безопасно свръхниско напрежение, трябва да се потърси консултация със електроспециалист.

Един от сигурните признаци за ефективност на защитата е измереното високо съпротивление на изолацията.



Това налага периодично измерване на съпротивлението на изолацията.

Периодът на измерване и допустимите стойности за съпротивление на изолацията се определят съгласно изискванията на НТЕЕ.

Защита срещу индиректен допир е защитата с която се предотвратяват поражения от електрически ток поради възникване на опасни напрежения на частите, които нормално не се намират под напрежение.

Най-често използваните мероприятия за защита срещу индиректен допир са:

Заземяване - създаване на електрическа връзка на част от електрическата уредба със заземител.

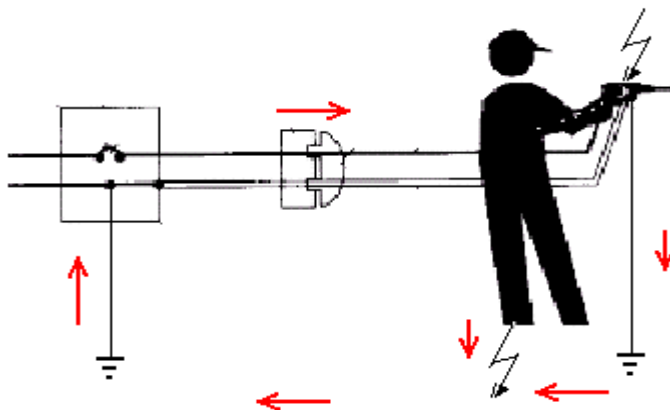
Зануляване - свързване на части от електрическата уредба които подлежат на защита срещу индиректен допир с многократно заземения нулев проводник.

Защитното изключване - осигурява автоматично изключване на захранващото напрежение чрез специално устройство при поява на опасно напрежение или ток на утечка поради повреда на изолацията.

Защитно изолиране - осигурява отделяне на части под напрежение от частите които подлежат на защита срещу индиректен допир с двойна или усилена изолация.

Ефективност на заземяването като защитна мярка срещу индиректен допир

Както вече споменахме, за да протече електрически ток е необходимо да има източник на електрическо напрежение и затворена електрическа верига. При мрежа със заземен звезден център земята и човешкото тяло могат да станат част от такава верига. Целта на заземяването като предпазна мярка е чрез сигурна връзка на защитаваното съоръжение със земята да се отклони токът, който би преминал през човешкото тяло към земята да премине през заземителния проводник и заземителя.



От схемата се вижда, че човешкото тяло и заземителя са присъединени към точки с еднакви потенциали (електроуредът, който е попаднал под напрежение). Вече знаем, че в този случай токът, който протича през двата отделни клона на тази верига е обратно пропорционален на съпротивлението на всеки отделен

клон. Колкото по-ниско е преходното съпротивление на заземителя, толкова по-малък ще бъде токът, който протича през човешкото тяло. Пълното отклоняване на тока през заземителя и заземителния проводник практически е невъзможно тъй като не могат да се изградят заземители с толкова ниски преходни съпротивления, че токът, протичащ през човешкото тяло, да бъде безопасен.



При повторен заземител с преходно съпротивление, отговарящо на изискването на НАРЕДБА № 3 за устройство на електрическите уредби и електропроводните линии – $10\ \Omega$ през човешкото тяло е възможно да протече ток около 150 mA. Този ток е по-малък от този, който би протекъл ако липсваше заземяване, но все още е в много опасни граници.*



Заземяването не е основна мярка за защита срещу индиректен допир в мрежи с директно заземен звезден център, тъй като не може да се ограничи тока, протичащ през човешкото тяло, до безопасни стойности.

Повторното заземяването е допълнително мероприятие, използвано съвместно със зануляването в мрежи с директно заземен звезден център. От преходното съпротивление на повторното заземяване зависи ефективността на защитата срещу индиректен допир. Поради това съпротивлението на заземителите се измерва периодично. Периодът на измерване и допустимите стойности се определят съгласно изискванията на НТЕЕ и НАРЕДБА № 3 за устройство на електрическите уредби и електропроводните линии.



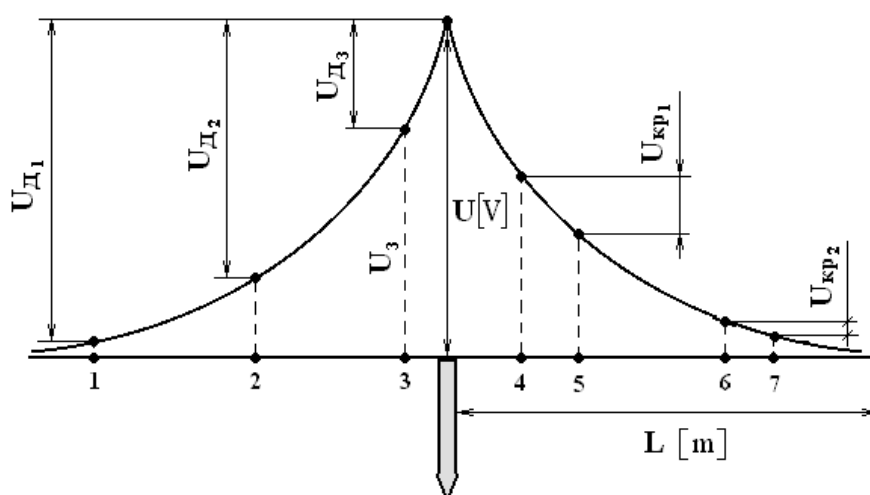
За повечето уредби съпротивлението на заземителите трябва да се измерва един път годишно.

*

Съпротивлението на човешкото тяло се приема за $1000\ \Omega$

Важно ли е за безопасността разстоянието между заземителя и заземеното съоръжение?

Тъй като заземеното съоръжение е свързано със заземителя чрез заземителен проводник с много малко съпротивление, електрическият потенциал на съоръжението е потенциал и на заземителя и почвата в мястото на контакта ѝ със заземителя. Този потенциал посредством проводимостта на почвата се изравнява с потенциала на земята, който се приема за нулев. При един вертикален заземител разстоянието на което потенциалът практически е нула е приблизително 20 m от заземителя, като разпределението на потенциалите върху земната повърхност в зависимост от разстоянието е показано на следващата графика:



Ако човек е стъпил в точка 3 и докосне съоръжението, то той е с потенциала на земята в тази точка, съответно U_3 и е подложен на допирно напрежение $U_{Д3}$, което е равно на разликата в потенциалите на заземителя U и на точка 3 (U_3). По същия начин се определя допирното напрежение за точки 1 и 2, съответно $U_{Д1}$ и $U_{Д2}$.

От графиката се вижда, че колкото по-близо до заземителя е стъпил човек, толкова по-ниско е допирното напрежение на което той е изложен при докосване на съоръжение, чийто корпус е попаднал под напрежение поради повреда на изолацията. Ако заземителя е далеч от защитаваното съоръжение, човек стъпил на земята в близост до съоръжението практически се намира в точка 1 от графиката и ще бъде изложен на най-високото допирно напрежение.



При проектиране и изпълнение на заземителни инсталации за подобряване ефективността на защитата срещу индиректен допир заземителите трябва да се поставят колкото е възможно по-близо до защитаваното съоръжение или до стените на помещението в което се намира то.

Опасно ли е доближаването до паднал проводник?

Паднал на земята проводник може да се разглежда като заземител с много голямо преходно съпротивление спрямо земя. В този случай разпределението на потенциалите по земната повърхност е същото както е показано на горната графика. На нея са показани точки (4 и 5) и (6 и 7). Това разстояние (между т.4 и т.5, респективно т.6 и т.7) може да е разстоянието между двата крака на човек при нормален ход. Вижда се, че точките са с различни потенциали и между тях съществува така нареченото крачно напрежение, съответно U_{KP1} и U_{KP2} , което създава опасност за поражение от електрически ток.



Колкото по-близо е човек до паднал проводник, толкова крачното напрежение е по високо и съществува по-голяма опасност за поражение от електрически ток.



Никога не се доближавайте до паднал проводник на разстояние по-малко от 10 m.



*Ако се намирате в автомобил, строителна машина или кран и докоснете с тях проводник под напрежение **ОСТАНЕТЕ В КАБИНАТА!** Ако се налага да я напуснете – **СКОЧЕТЕ ОТ НЕЯ!** Отдалечете се от кабината чрез подскоци със събрани крака.*

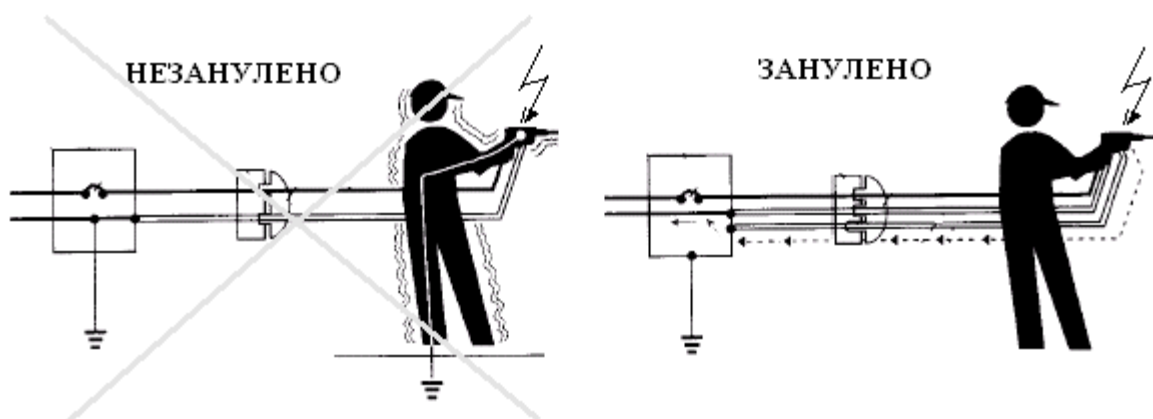
Ако при слизване се държите за кабината, между стъпилият на земята крак и ръката, която се държи за кабината ще има опасно напрежение.

Зануляване

Най-многобройните електрически съоръжения при които се прилага зануляване са: стационарните електрически машини, електрическите бойлери, готварските и отоплителни печки, хладилници, апарати за електродъгово заваряване и др.

Как зануляването защитава срещу индиректен допир?

На рисунките по-долу е показана разликата между опасностите, създавани от занулена и незанулена машина в случай на повреда на изолацията на машината и непреднамерено свързване на фазовия проводник с корпуса на машината.



Ако работещият има добра връзка със земята, при незанулено електросъоръжение, част от токът ще протече обратно към източника не през нулевия проводник, а през човешкото тяло и земята. Степента на поражение ще зависи от силата на този ток, който почти винаги е в опасни за човека граници.

Тъй като човешкото тяло има много по-високо съпротивление от съпротивлението на машината, допълнителният ток който ще протече през човека няма да предизвика задействане на максималнотоковата защита.

При зануленото електросъоръжение опасният ток който протича между корпуса на машината и източника се отклонява от човешкото тяло към защитния проводник (най-долният на дясната рисунка), който е свързан с корпуса на машината*. Поради добрата електрическа връзка на корпуса на машината с нулевия проводник

* На практика част от тока отново протича през човешкото тяло, но това става за много кратко време и без да се създава опасност за поражение от този ток.

на мрежата този ток е много голям и предизвиква задействане на максималнотоковата защита, която изключва опасния участък.

От какво зависи времето, за което ще сработи максималнотоковата защита, която ще изключи опасния участък?

Времето на изключване на максималнотоковата защита зависи от нейният тип и от силата на тока, който протича през нея. Колкото токът е по-голям, толкова защитата ще изключи по-бързо. Токът при късо съединение зависи от съпротивлението (импеданса) на свързващите проводници и източника на захранване. При зануляване това е импедансът на контура “фаза – защитен проводник”. Този импеданс може да се измери.



В зависимост от типа на защитата е определен максимално допустим импеданс на контура “фаза – защитен проводник”, който гарантира изключване на опасния участък за безопасно време.

Стойностите на максимално допустимите импеданси на контура “фаза – защитен проводник” за различни видове максималнотокови защиты зависят от време – токовите характеристики на защитите. При номинално фазно напрежение на мрежата 220 (230) V,¹ времето за изключване при дефект на изолацията не бива да превишава 0,4 s



За гарантиране ефективността на зануляването импедансът “фаза – защитен проводник” се измерва периодично

В електрическите уредби с директно заземен звезден център за напрежение до 1000 V, в които се прилага зануляване, периодично трябва да се измерва импедансът на защитния контур “фаза - защитен проводник” и да се определя ефективността на зануляването. Измерването и оценката му за **стационарните електрически уредби** се извършват с периодичност, определена в проекта за съответната електрическа уредба или съобразно местните инструкции, специфичните изисквания на браншови правила за безопасност и др., както и след основен ремонт.



Периодът между две измервания не трябва да превишава 5 години.

Измерването и оценката за **електрическите уредби с временен характер на монтаж и експлоатация** (например в строителството и селското стопанство) се извършват с периодичност, определена в местните инструкции, както и:

- ✓ при всяко първоначално въвеждане в експлоатация;
- ✓ след всяко преместване и въвеждане в експлоатация на ново работно място;
- ✓ след ремонти и преустройства, оказващи влияние върху ефективността на зануляването.



За да бъде зануляването ефективно, измереният импеданс трябва да е по-малък от максимално допустимият за съответния тип защита.

Какво да се прави ако при измерване на импеданса на контура “фаза – защитен проводник” се получат стойности, превишаващи максимално допустимите, т.е. зануляването вече не е ефективно?

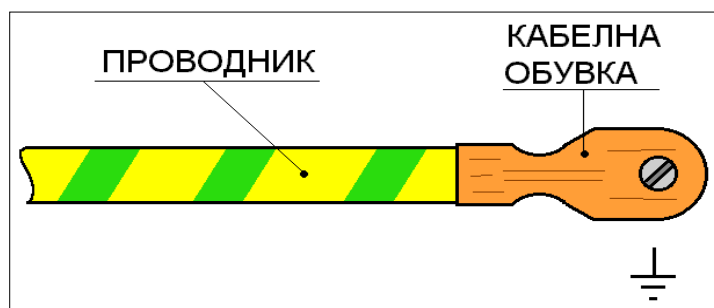
Възможно е вследствие най-вече на влошени контактни съединения да се повиши стойността на импеданса на контура “фаза – защитен проводник”. В този случай е необходим преглед на електроинсталацията от правоспособен електротехник, който да почисти и притегне всички контактни съединения в разпределителните табла и кутии. Ако и след това импедансът остава висок, трябва да се премине към друг тип защита срещу индиректен допир, например дефектнотокова защита.



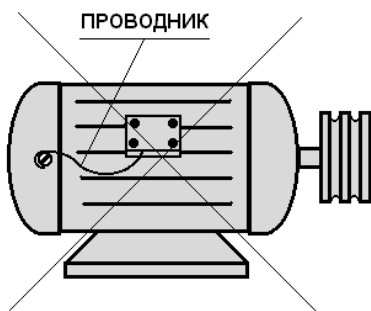
Поставянето на допълнителни повторни заземители практически не влияе на стойността на импеданса на контура “фаза – защитен проводник”.

Какво “ДА СЕ” и какво “ДА НЕ СЕ” прави за да бъде зануляването правилно изпълнено и ефективно.

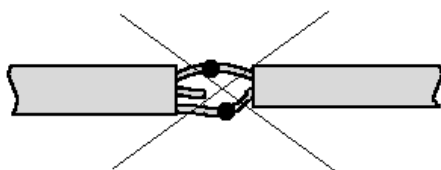
- ✓ Защитният проводник ДА СЕ присъединява към специално означената със знака $\perp$ клемма;



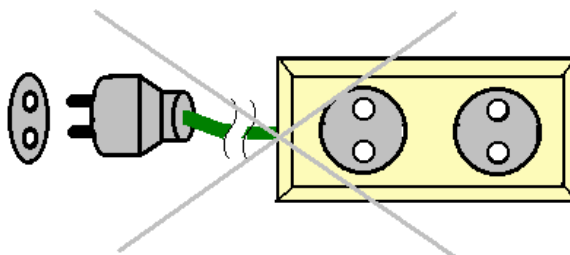
- ✓ За защитен проводник винаги ДА СЕ използва проводникът, който има жълто-зелен цвят на изолацията;
- ✓ ДА НЕ СЕ използват свързващи и крепежни болтове и елементи за присъединяване на защитния проводник;



- ✓ ДА НЕ СЕ подменя или снажда трижилен с двужилен кабел;

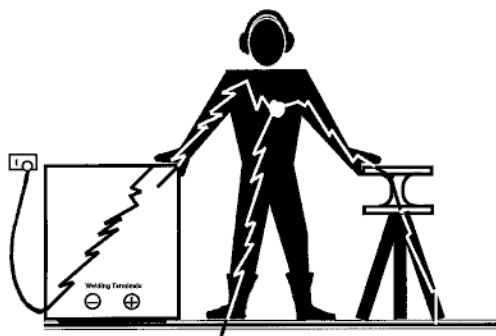


- ✓ ДА НЕ СЕ прекъсва защитната верига чрез присъединяването на трижилен кабел към щепсел или щекер, както и контакти и разклонители без защитна клемма;



- ✓ ДА НЕ СЕ допуска присъединяване на фазовия проводник към защитната клемма на контакта или на защитния проводник към тоководящата клемма на щепсела.

Двойна изолация



Показаният на фигурата човек е попаднал под опасното напрежение на корпуса на машината в резултат на повреда на работната изолация и съединяване на фазовия проводник с токопроводимия корпус. Това нямаше да се случи, ако между корпуса и работната изолация на машината имаше още една допълнителна изолация или ако целият корпус на машината беше изработен от електроизолационен материал.

Електрическите съоръжения при които освен основната изолация, необходима за нормалната им работа, има още една допълнителна изолация, осигуряваща защита срещу индиректен допир се наричат електрически съоръжения с двойна (или усилена) изолация.

Най-често срещаните такива електрически уреди и съоръжения са телевизори, радиокасетофони, токоизправители, електрически маши, сешоари, ръчни бормашины, ъглошлийфи, кафемелачки, миксери и др.

Кои части на изделието освен корпуса осигуряват двойната или усилена изолация?

Цялото изделие, включително захранващия кабел и щепсела са с двойна (усилена) изолация.

Преди да се появят на пазара тези изделия са изпитани с повишено напрежение с което е гарантирана тяхната сигурност.



Подмяната на отделни части от изделие с двойна изолация трябва да става само с оригинални такива.

Как да определим дали дадено изделие е с двойна изолация?

На табелката с данни за изделията с двойна изолация се поставя знакът 

По какво друго, освен по знакът  може да различим изделията, които са с двойна изолация от останалите (например от тези, които изискват зануляване)?

- по щепселите – при изделия с двойна изолация щепселите винаги са неразглобяеми и при тях липсва защитна клема;

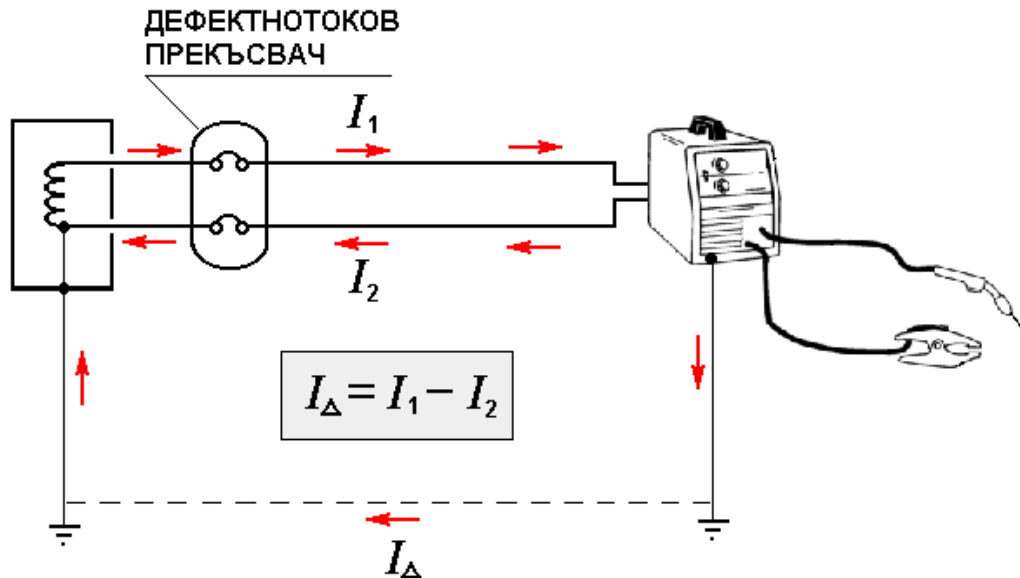
- по захранващите кабели – при изделията с двойна изолация захранващите кабели са с две жила. При тези, които изискват свързване на защитен проводник към корпуса кабелите са трижилни и едното жило е жълто-зелено.

Защита от токове с нулева последователност (дефектнотокова защита)

В практиката все още по-широко е разпространен терминът “дефектнотокова защита”, който по-популярно отразява и принципа на действие на самата защита.

Принцип на действие на защитата.

Както вече отбелязахме, при нормална работа на електрическите съоръжения, през изолацията на същите практически не протича ток. При повреда обаче тази изолация или части от нея стават проводими и през тях може да протече ток. Дефектнотоковата защита “следи” големината на тока, протичащ през изолацията и когато този ток надвиши определена стойност, защитата изключва повредения участък или изделие.



Схемата показва и начина по който работи самата защита. Специално устройство “следи” големината на “отиващия” (I_1) към електрическото съоръжение и “връщащия” (I_2) се от него ток. При нормална изолация двата тока са практически равни. При повреда на изолацията част от тока (I_Δ) не се връща през защитата, а протича през защитния проводник и земята, т.е. “отиващият” ток става по-голям от “връщащият” се. При зададена за защитата разлика или по-големи стойности от тази разлика защитата изключва.

Осигурява ли дефектнотокова защита по-голяма сигурност от зануляването, след като и двете защиты като краен резултат изключват повредения участък

За да отговорим на този въпрос трябва да сравним основните изисквания към мрежите и елементите, осигуряващи ефективност на съответното защитно мероприятие.

Параметър	Зануляване	Дефектнотокова защита
Импеданс на контура “фаза-защитен проводник”.	$< 10 \, \Omega$	Практически без значение.
Съпротивление на повторния заземител.	$< 10 \, \Omega$	За най-често срещаните защиты в интервала от $160 \, \Omega$ до $1600 \, \Omega$.
Зависимост от преходното съпротивление на контактните съединения.	Зависима.	Практически независима.
Възможност за компроментиране при промяна на максимално-токовата защита.	Възможно.	Действието ѝ не зависи от типа и номиналния ток на максималнотоковата защита.
Допирно напрежение на корпуса на защитаваното съоръжение.	Около $110 \, V$ при импеданс Z_S в норма.	По-малко от $50 \, V$ при изправна защитна верига.
Сила на тока, протичащ през защитния проводник при задействане на защитата.	Големи, практически токове на късо съединение.	Малки, от порядъка на милиампери (mA).
Осигуряване на максималнотокова защита на заземявания обект.	Осигурява.	Не осигурява.

От горната таблица се вижда, че дефектнотоковата защита действа сигурно и при по-високи стойности както на импеданса на контура “фаза – защитен проводник”, така и на преходното съпротивление на защитния заземител. Това, наред с по-ниското допирно напрежение е голямо предимство в сравнение със зануляването.

Къде да използваме дефектнотоковата защита?

Независимо, че цената на дефектнотоковата защита е по-висока от тази на една максималнотокова, при която като защитна мярка се използва зануляването дефектнотоковата защита, поради по-голяма сигурност, винаги е за предпочитане при:

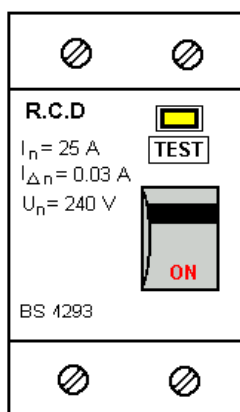
- Съоръжения, работещи в мокри и влажни помещения – бани, перални и др.;
- Съоръжения, работещи на открито;
- Временни ел. инсталации и често премествани съоръжения;

- Съоръжения, при които поради отдалеченост от източника на захранване импедансът на контура “фаза – защитен проводник” е прекалено висок и не осигурява ефективно зануляване – вили, бензиностанции и др.

Защитава ли дефектнотоковата защита инсталацията от
свръхтокове и токове на къси съединения?

Поради принципа си на действие – сравняване на “отиващия” и “връщащия” се от консуматора ток, дефектнотоковата защита не реагира на къси съединения между захранващите проводници (тогава двата тока са равни). Поради тази причина тя трябва винаги да се комбинира с максималнотокова защита. Понякога това става чрез конструктивно обединяване на две защиты в общ корпус.

Какви проверки следва да се извършват на максималнотоковата
защита?



Тъй като за ефективната работа на защитата е от голямо значение токът на дефекта, който предизвиква изключването ѝ необходимо е веднъж месечно да се проверява способността на защитата да изключва при този ток. Това става чрез натискане на “тест” бутона, намиращ се на лицевия панел на защитата.



Проверка чрез “тест” бутона става само при положение “включено” на лостчето на прекъсвача на дефектнотоковата защита и подадено напрежение към нея. Защитата е изправна ако изключи при натискане на “тест” бутона.

Другото необходимо условие за ефективност на защитата е връзката ѝ с предпазен заземител, чието преходно съпротивление не превишава определена от характеристиката на средата и номиналния ток на задействане на защитния прекъсвач стойност.



Проверката на съпротивлението спрямо земя на предпазното заземление и проверката за електрическа връзка между корпуса на защитаващия потребител и предпазното заземление се извършват в срокове, определени от енергетика, но не по-дълги съответно от една и пет години.

Възможно ли е дефектнотоковата защита да се използва и като защита срещу директен допир?

Дефектнотоковият прекъсвач може да изключи и ако токът на дефекта протече през човешкото тяло. В зависимост от типа на дефектнотоковата защита, този ток обаче може да е в опасни за човека граници. Поради това, макар че дефектнотоковите апарати осигуряват по-високо ниво на защита в сравнение със зануляването, те не могат да служат като основна защита срещу директен допир до части намиращи се под опасно напрежение.



Няма устройство, което да осигурява абсолютна защита срещу поражение от електрически ток. Поради тази причина, за да бъдете в безопасност, винаги спазвайте всички правила за безопасна работа с електрическите уредби и съоръжения.

- - -

ВЪПРОСИ ЗА САМОКОНТРОЛ НА СЪСТОЯНИЕТО НА
ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ИНСТАЛАЦИЯ И СЪОРЪЖЕНИЯ

Електрически контакти

ОТКЛОНЕНИЯ
(КАКВИ, КЪДЕ)

- | | | |
|--------------------------|--|---|
| ☐ | Контактите са с капачките си. | ..... ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
.....
..... |
| ☐ | Контактите не са със стопени или със счупени капачки. | ..... ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
.....
..... |
| ☐ | Контактите са занулени. | ..... ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
.....
..... |
| ☐ | Контактите са с чисти и здрави зануляващи клеми (пластини). | ..... ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
.....
..... |
| ☐ | Контактите, монтирани във влажна среда се защитават срещу индиректен допир чрез дефектнотокова защита. | ..... ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
.....
..... |

Ключове*ОТКЛОНЕНИЯ**(КАКВИ, КЪДЕ)*

☐ Електрическите ключове са с капачките си.

☐ Ключовете са така монтирани или надписани,
 че е ясно кой ключ какво включва.

Електрически табла. Предупредителни знаци*ОТКЛОНЕНИЯ**(КАКВИ, КЪДЕ)*

☐ На вратите на електрическите табла са
 поставени знаци, предупреждаващи за
 опасността за поражение от електрически
 ток.

☐ Таблата са заключени.

Стояеми предпазители и автоматични прекъсвачи*ОТКЛОНЕНИЯ**(КАКВИ, КЪДЕ)*

- | | | |
|--------------------------|--|----------------------------------|
| ☐ | Предпазители и прекъсвачи не се
нагряват и не изключват често. |
.....
.....
..... |
| ☐ | Предпазители и прекъсвачи са
маркирани с наименование според
съоръжението което защитават, например
чрез еднолинейна схема. |
.....
.....
..... |
| ☐ | Таблото с предпазители и прекъсвачи
е леснодостъпно. |
.....
.....
..... |
| ☐ | Има предпазители или автоматични
прекъсвачи във веригите с монтирани
апарати за дефектнотокова защита. |
.....
.....
..... |
| ☐ | Стояемите предпазители са със стандартни
вложки. |
.....
.....
..... |

Удължители и разклонители*ОТКЛОНЕНИЯ**(КАКВИ, КЪДЕ)*

- | | |
|---|----------------------------------|
| ☐ Кабелите са гъвкави, трижилни. Щепселите и контактите са със защитна клема, към която е присъединен защитният проводник. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Няма липсващи, отчупени, зацапани, подгънати или стопени зануляващи пластинки на щепсели, щекери и контакти. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Няма стопени или нагорели кабели, щепсели, контакти. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Няма наранена или липсваща изолационна обвивка на кабелите. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Няма отчупени или липсващи капачки на контакти, щепсели и щекери. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Кабелите не са прекарани под килими и мокети, не са усукани или допират до нагрети, режещи или пробождащи повърхности. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |
| ☐ Кабелите не преминават през врати, прозорци, подове, стени, тавани и т.н. | ..... ..... ..... ..... |
.....
.....
..... |

- ☐ На кабелите няма снадки, изолирани с
неподходящи материали – тиксо хартиена
лепенка, анкерпласт и др.
- ☐ Кабелите са осигурени срещу измъкване и
няма измъкнати техни краища
.....
- ☐ При включени в разклонителя всички уреди
за които той е предназначен, кабелите,
щепселите и контактите не се нагряват.