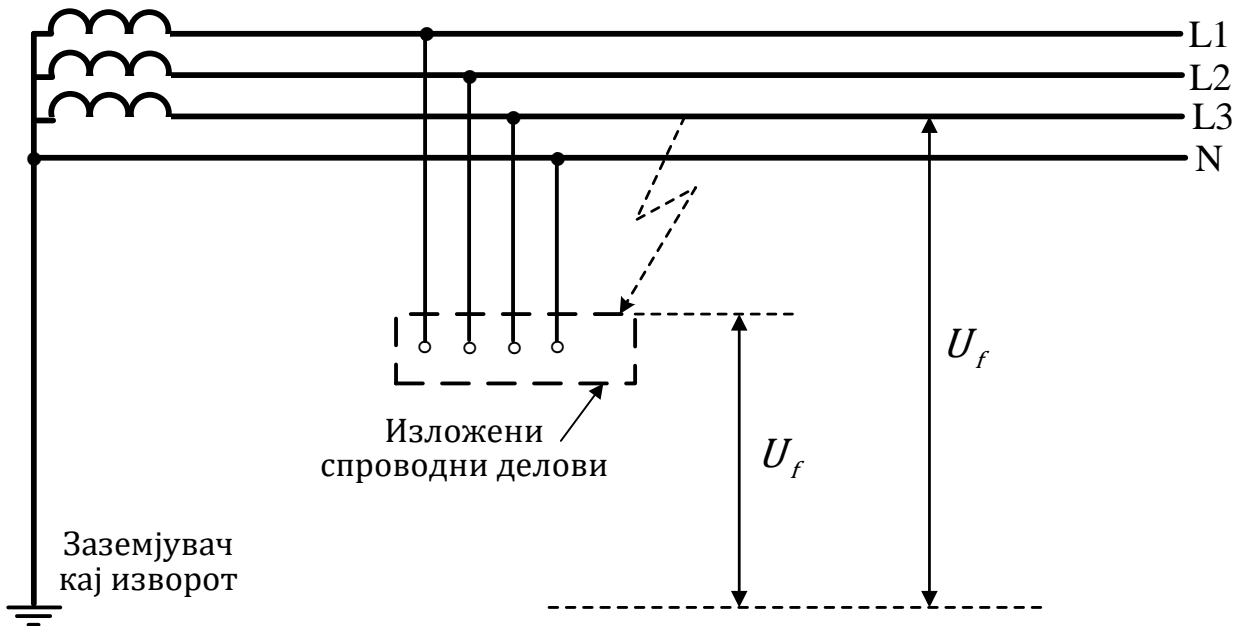


СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- НН трифазни мрежи се изведуваат со три или четири спроводника
 - мрежите со четири спроводника можат да преминат во мрежи со пет спроводника, но со оглед што тоа во пракса се прави во објектите (кај потрошувачите), тоа се всушност дел од електричните инсталации во објектите и тука нема да бидат посебно разгледувани
- Во мрежите со четири спроводника неутралната точка (НТ) во напојната трафостаница СН/НН е директно заземјена
 - во специјални случаи (рудници и сл.) мрежите со четири спроводника работат со незаземјена НТ
- Во мрежите со три спроводника НТ во напојната трафостаница СН/НН не е заземјена или е заземјена преку многу голема импеданција
- Во мрежите со заземјена НТ секој доземен спој претставува куса врска и таа струја е се прекинува со соодветни заштитни уреди (осигурувачи или прекинувачи)
- Во мрежите со незаземјена НТ доземните споеви не резултираат со големи струи и тие се исклучуваат на поинаков начин
 - практично, во овие мрежи (слично како и СН со незаземјена НТ) е дозволена работа со доземни споеви (нема прекин на напојувањето)
 - за разлика од СН мрежи, пренапоните се многу помали (а со тоа и негативните влијанија врз изолацијата се помали) и времето на работа со доземен спој е подолго

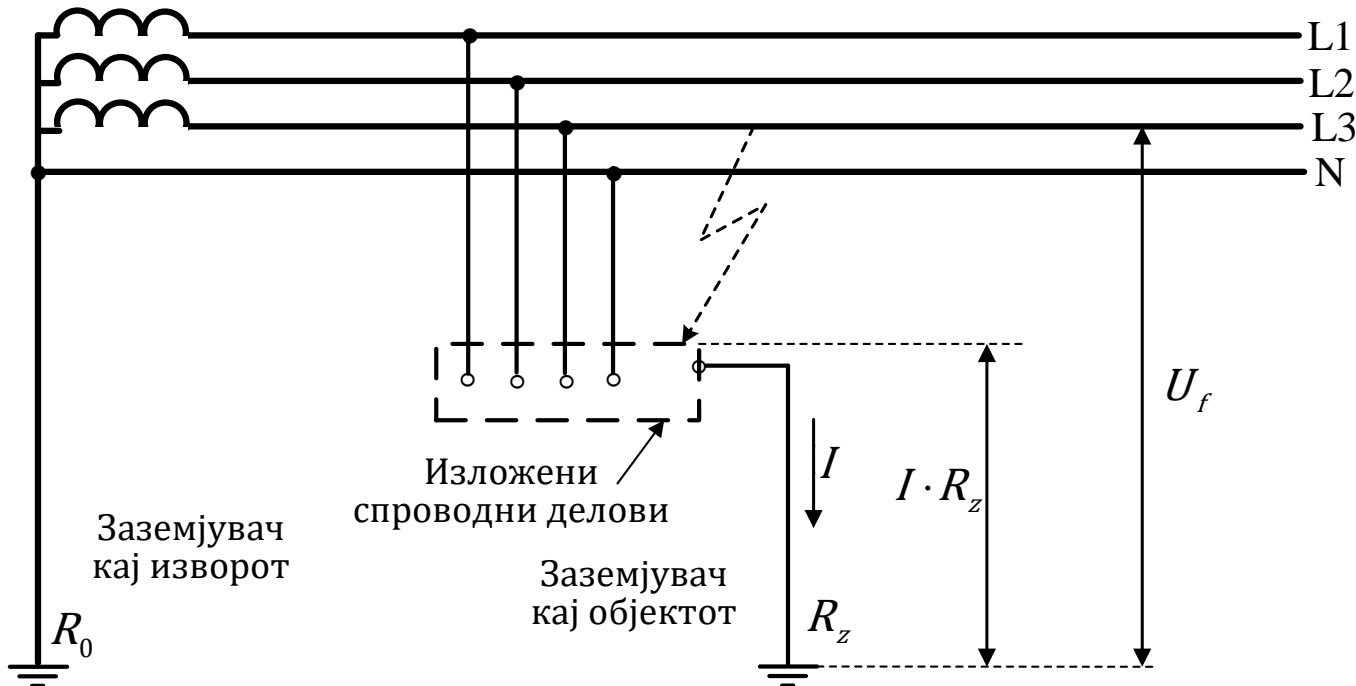
СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- Во НН мрежи, за разлика од СН мрежи, покрај појавата на доземни споеви многу почесто се случуваат дефекти каде фазните спроводници можат да дојдат во контакт со изложените спроводни делови на опремата (или електричните приемници) што не е нормално под напон
 - изложени спроводни делови се спроводни делови на елементи на НН мрежа што можат да бидат допрени од човек и што нормално не се под напон, но при дефект можат да дојдат под напон.металните делови (НН ормари, метални столбови на кое е поставена опрема, куќишта на електричните приемници и сл.)
 - ако изложените спроводни делови не се поврзани со земја (независно дали НТ е заземјена или не) тие ќе бидат на потенцијал спрема земја еднаков на фазниот напон во мрежата



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- Спој на фазен спроводник со изложени спроводни делови
 - постои опасност луѓето да ги допрат овие изложени делови и преку нивното тело да се затвори струјното коло (во мрежите со заземјена НТ)
 - за да се спречи тоа се изведува заштита „при индиректен допир“
 - изложените спроводни делови, преку соодветен заземјувач, се поврзуваат со земјата
 - на тој начин спојот на фазниот спроводник со изложените делови практично станува струја на куса врска која што ќе биде исклучена од заштитните уреди и ќе се елиминира причината за појава на напон на допир
 - струјата на куса врска зависи од отпорностите на заземјувачите во колото (R_0 и R_z), импеданцијата на изворот и импеданцијата на фазниот спроводник



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- Во зависност од тоа како се решава заштитата при индиректен допир разликуваме три вида НН системи
 - ТТ, TN и IT системи
- Ознаките на НН системи го имаат следново значење
 - првата буква означува дали НТ
 - е заземјена **T** (*terra*)
 - е незаземјена **I** (*isolation*)
 - втората буква означува како се изведува заземјувањето кај објектите (потрошувачите)
 - **T** ако изложените делови се поврзуваат на (локален) заземјувач
 - **N** ако врската со земја ја обезбедува мрежата (*network*), преку неутралниот спроводник или посебен заштитен спроводник

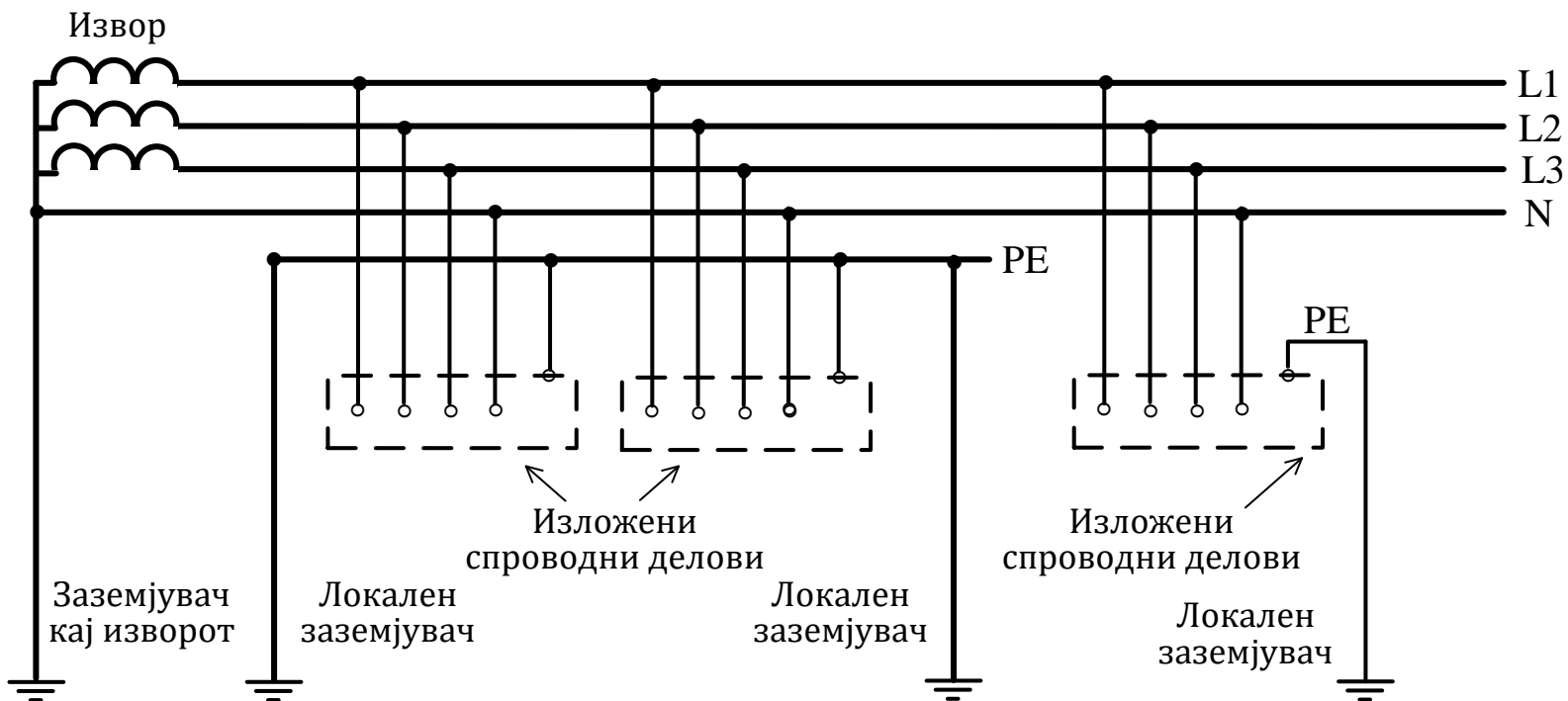
СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- Ознаките на НН системи го имаат следново значење
 - *Правилник за технички нормативи за заштита во нисконапонските мрежи и припаѓачките трансформаторски станици (во фаза на подготовка)*
 - со првата буква се означува видот на поврзувањето на напојниот систем со земја
 - **T** (*terra*) – директна врска на една точка со земја (во трифазните нисконапонски системи е вообичаено тоа да биде неутралната точка, а доколку неутралната точка не е на располагање се заземјува фазен спроводник)
 - **I** (*isolated*) – сите делови под напон се изолирани од земја или една точка е поврзана со земја преку голема импеданција
 - со втората буква се означува начинот на поврзувањето на изложените спроводни делови со земја
 - **T** – директна електрична врска на изложените спроводни делови со земја, без галванско поврзување со која и да било заземјена точка на напојниот систем
 - **N** (*network*) – директна електрична врска на изложените спроводни делови со заземјената точка на напојниот систем

СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- **TT систем**

- четири спроводника
- L1, L2 и L3 се означени фазните спроводници, со N е означен неутралниот спроводник, а со PE е означен заштитниот спроводник
 - на влез во секој објект или ако во мрежата има поставено опрема се изведува локален заземјувач со кој се поврзуваат сите изложени спроводни делови
 - дозволено е повеќе (блиски) заземјувачи да бидат поврзани со еден заеднички PE спроводник



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

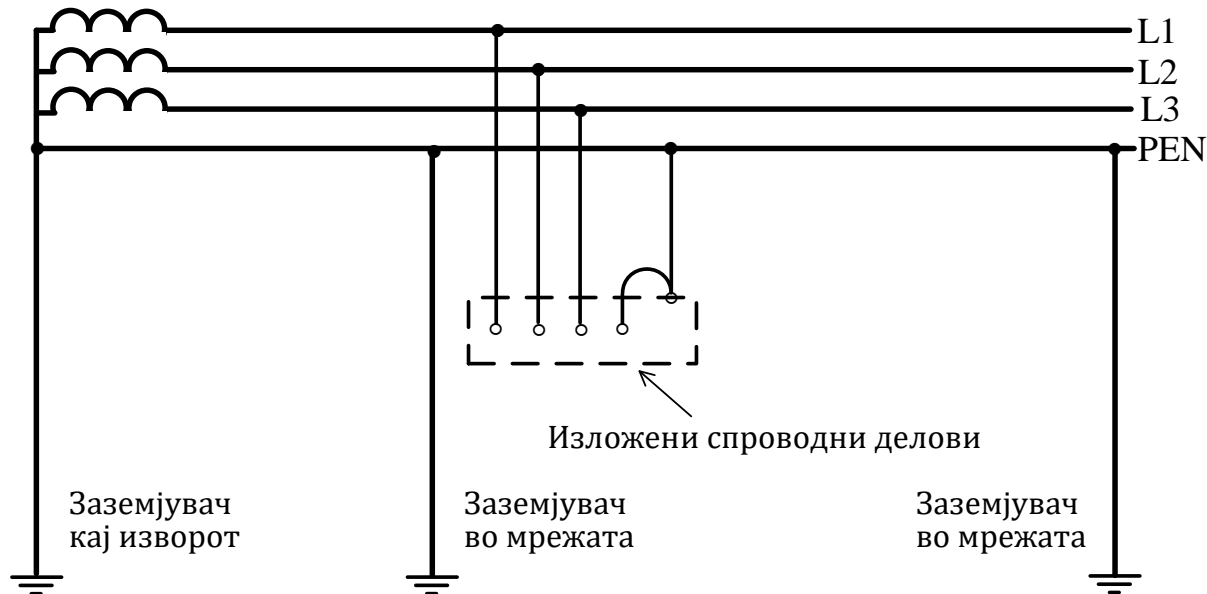
- Означата **TN** е генеричка затоа што овие системи можат да бидат изведени со
 - четири спроводника – **TN-C** систем (C – од англискиот збор *combined*)
 - пет спроводника – **TN-S** систем (S – од англискиот збор *separated*)
- Специјален случај е системот означен со TN-C-S во кој мрежата во еден дел е изведена како TN-C (четири спроводника), а во друг дел како TN-S систем (пет спроводника)
 - гледано од страната на напојната точка, TN-C систем може да премине во TN-S, но не и обратно
- Во пракса во мрежите многу ретко се користи TN-S системот
 - тој практично се користи само во инсталациите во зградите/објекти
- Бидејќи во НН мрежи (практично) не се користи TN-S системот, ознаката TN, ако поинаку не е нагласено, се однесува на TN-C систем

СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- **TN-C систем**

- со четири спроводника

- со PEN е означен неутралниот спроводник што во овој систем има улога и на заштитен спроводник (заштитно-неутрален спроводник)
 - неутралниот, односно заштитно-неутралниот спроводник е поврзан со заземјувачот во трафостаницата

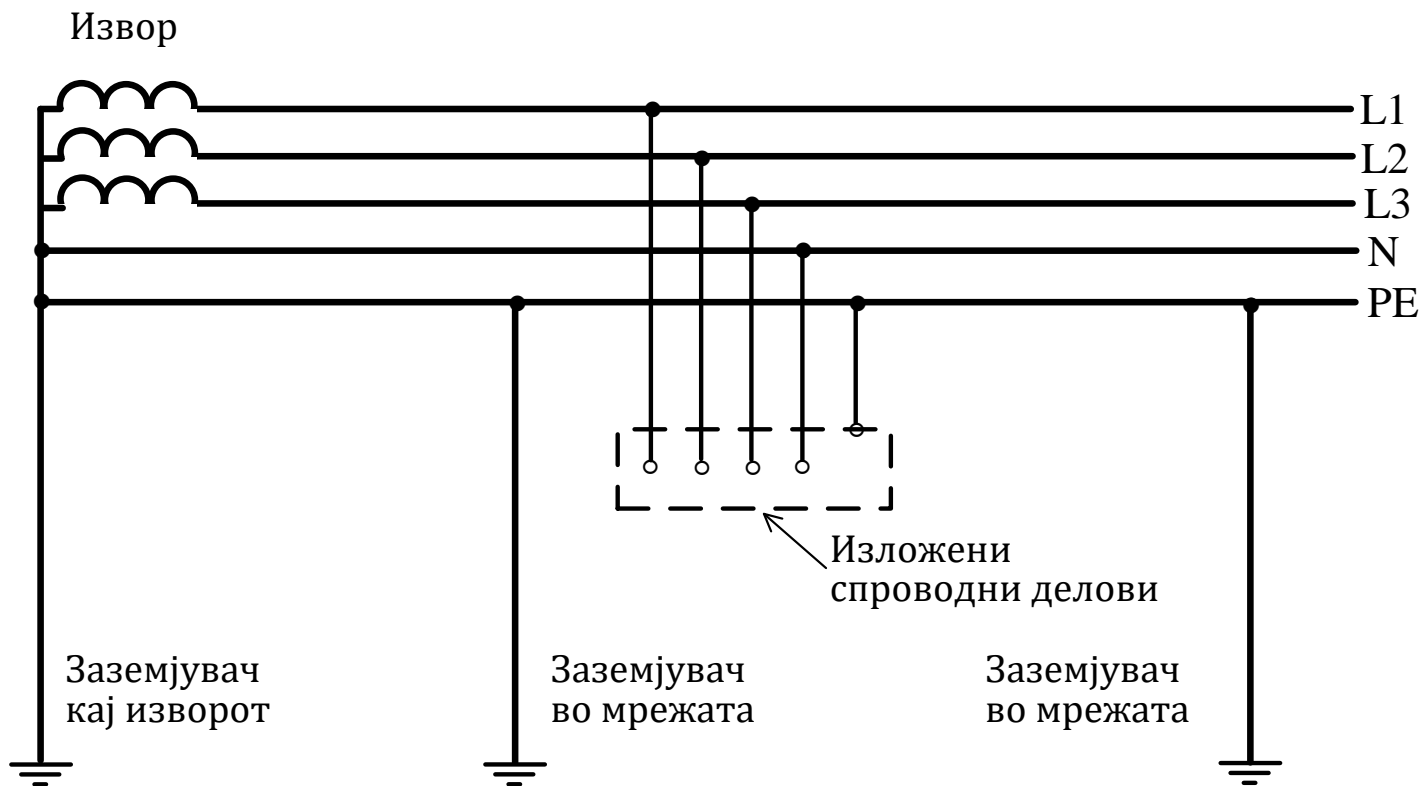


СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- **TN-S** систем

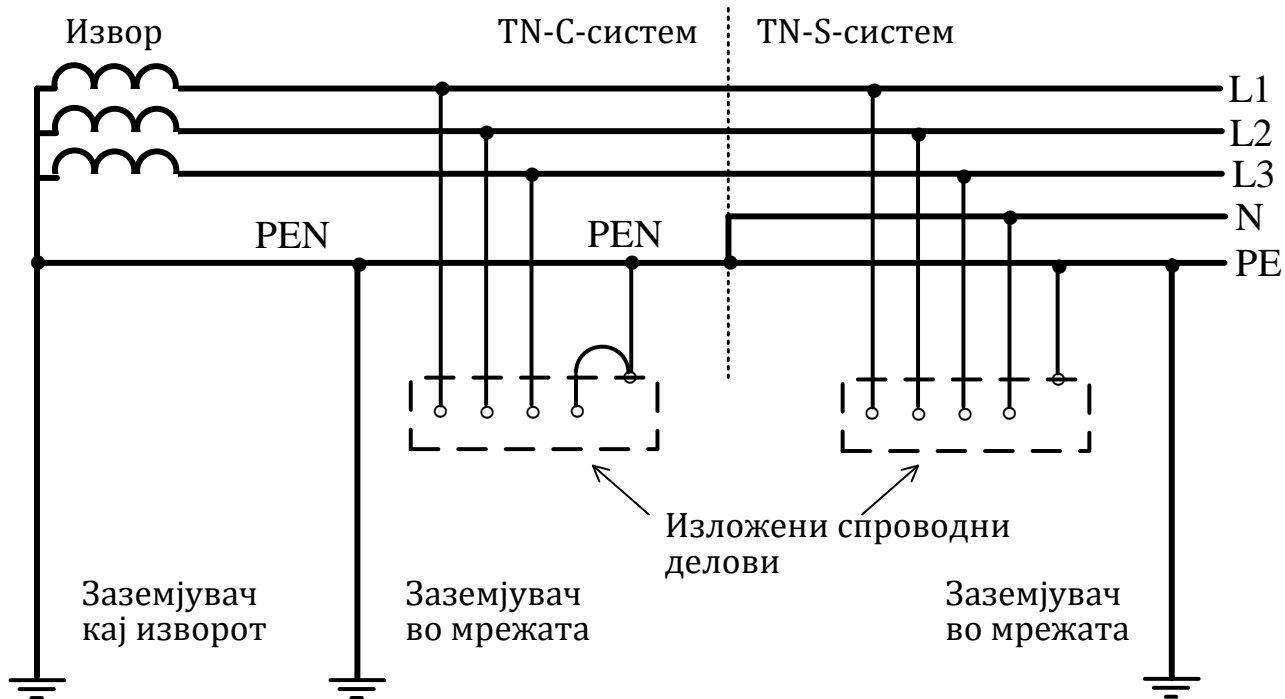
- пет спроводника

- L1, L2 и L3 се означени фазните спроводници, со N е означен неутралниот спроводник, а со PE (*Protective Earth*) е означен заштитниот спроводник
- неутралниот и заштитниот спроводник се поврзани со заземјувачот во трафостаницата
- во пракса во мрежите многу ретко се користи TN-S системот
 - тој практично се користи само во инсталациите во зградите/објекти



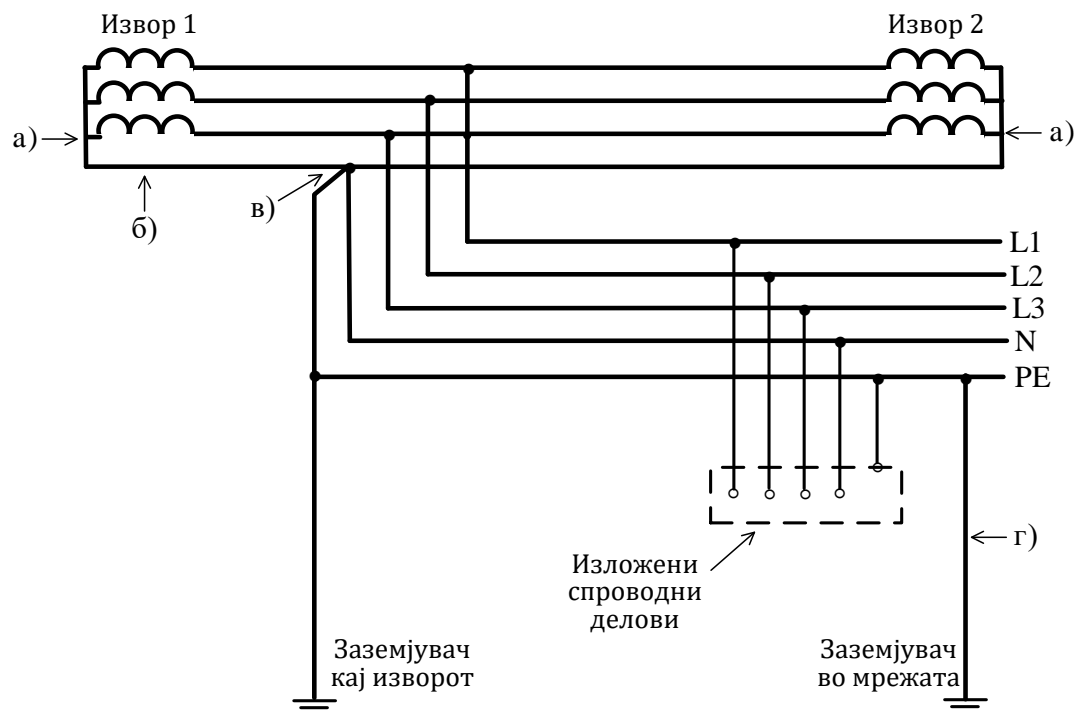
СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- **TN-C-S** систем
 - четири и пет спроводника



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

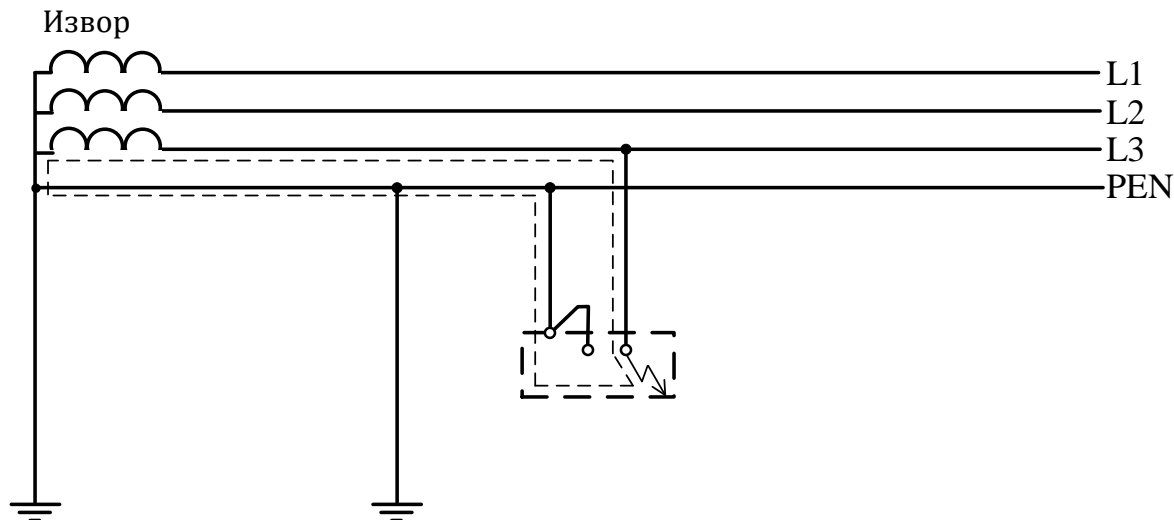
- **TN** систем напојуван од повеќе извори
 - не е дозволено поединечно директно поврзување со земја на НТ на изворите а)
 - со изолиран спроводник б) се поврзуваат НТ на изворите
 - функцијата на тој спроводник е слична на PEN спроводникот, меѓутоа, тој не смее директно да биде поврзан со изложените спроводни делови
 - поврзаните НТ на изворите треба да имаат само една врска со РЕ спроводникот и со заземјувачот
 - таа врска треба да биде на локацијата на која се главните комутациони и контролни уреди в)
 - се препорачува заштитниот спроводник дополнително да се заземјува г)



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

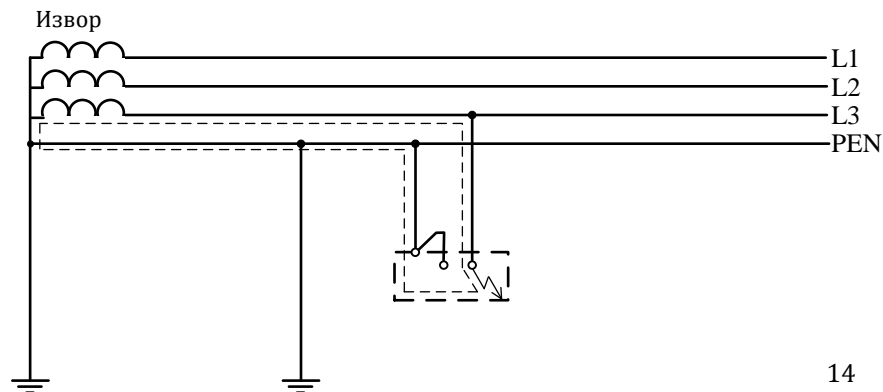
- Карактеристики на TN системите
 - заштитниот спроводник, односно неутралниот спроводник (PEN) има клучна улога во обезбедување на заштитата при индиректен допир
 - треба да се обезбеди тој да не биде прекинат, а во исто време фазните спроводници да се под напон
 - поради тоа не е погоден за надземни мрежи каде што веројатноста да дојде до прекин на неутралниот спроводник, без да се прекинат фазните спроводници е многу поголема отколку кај кабелските мрежи
 - струјата грешка ограничена од импеданцијата на јамката (контурата) составена од изворот, фазниот спроводник и неутралниот спроводник
 - заштитниот уред треба да делува при струја помала од струјата на грешка

$$I_{\text{дејств.}} \leq \frac{U_f}{Z_{\text{контура}}}$$



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

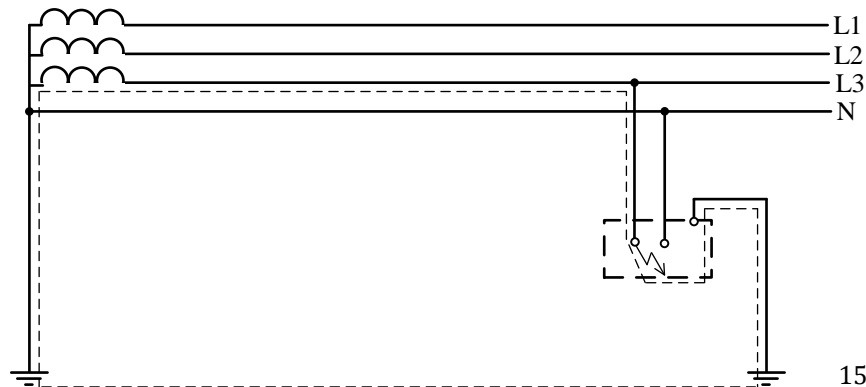
- Карактеристики на TN системите
 - потенцијалот на неутралниот спроводник (а со тоа и потенцијалот на сите изложени спроводни делови во мрежата) во однос на земјата може многу често да биде поголем од нула
 - во НН мрежи степенот на несиметрија е релативно голем и како резултат на тоа струјата во неутралниот спроводник не е занемарлива
 - при спој на неутралниот спроводник и фазен спроводник
 - неутралниот спроводник треба да се заземјува на повеќе места во мрежата (заземјувач во мрежата) со цел да се намали неговиот потенцијал во однос на земјата
 - по правило на секои 200 m и/или на приклучокот на објектите на мрежата
 - отпорноста на заземјување на овие заземјувачи не мора да биде многу мала
 - Обединувањето на функциите на N и PE во PEN (TN-C) може да се направи само во следниве случаи: **3 ½ спроводника**
 - мрежата е изведена со фиксно поставени водови
 - номиналниот пресек на неутралниот спроводник е најмалку 10 mm² за Cu, (16 mm² Al)
 - како заштитен уред не се користи ЗУДС



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

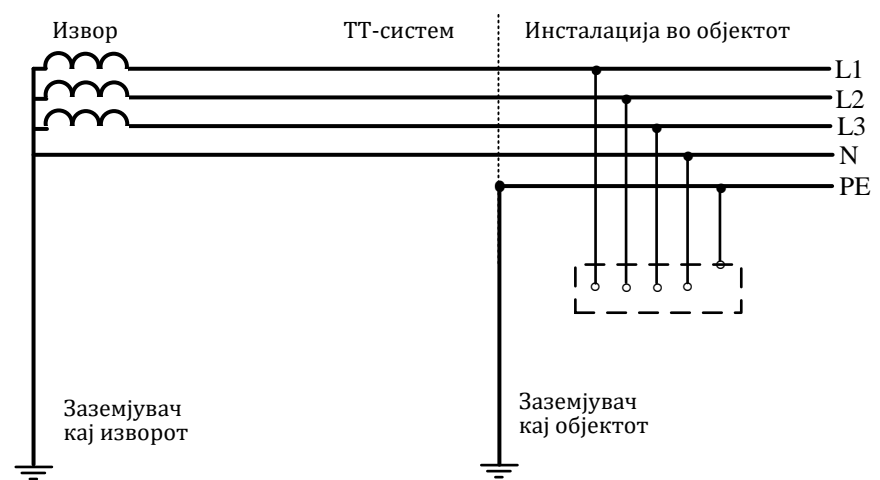
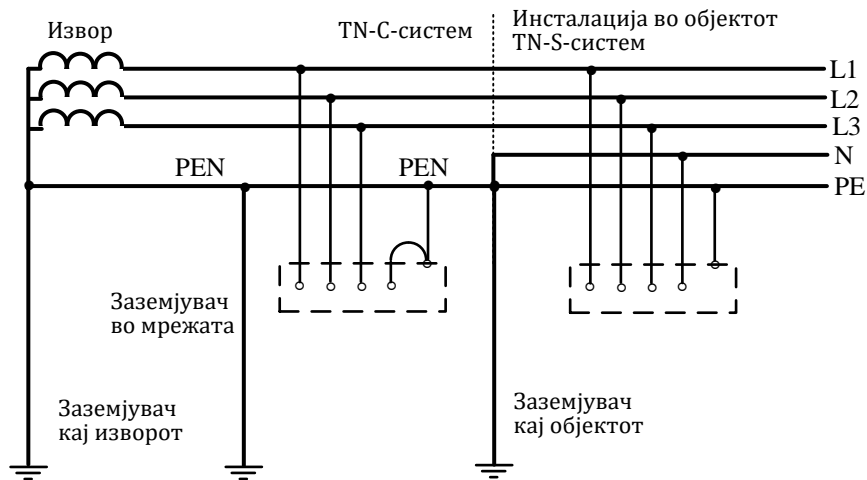
- Карактеристики на ТТ системите
 - во случај на грешка струјата на грешка зависи од импеданцијата на контурата составена од изворот, фазен спроводник, отпорности на заземјувачите кај изворот и кај потрошувачот
 - заштитниот уред треба да делува при струја помала од струјата на грешка
 - заземјувачот кај изворот (трафостаницата) е најчесто со мала отпорност ($< 5 \Omega$) така што ефикасноста на заштитата зависи од отпорноста на заземјување на заземјувачот кај потрошувачот
 - повисока цена за поврзување на објектите на потрошувачите на мрежата
 - проблеми со одржување на заземјувачите (оксидација на електродите)
 - за да се обезбеди ефикасна заштита при индиректен допир кај потрошувачите се користат заштитни уреди за диференцијална струја (ЗУДС – RCD)
 - задолжителни во некои земји
 - на грешката што би се јавила кај еден потрошувач создава мали влијанија врз останатите блиски потрошувачи
 - независни заземјувачи за секој објект

$$I_{\text{дејств.}} \leq \frac{U_f}{Z_{\text{контура}}}$$



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

- Треба да се избегнува една мрежа (еден НН извод) да биде изведена со **TN** и **TT** системи
 - потенцијалот на неутралниот спроводник во однос на земјата не е нула
 - грешка (спој на фазен спроводник со неутралниот спроводник)
 - пад на напон во неутралниот спроводник како резултат на струјата во него
- Независно како е изведена НН мрежа (**TN** или **TT**), инсталациите во објектите се изведуваат со пет спроводника



СТАНДАРДНИ НИСКОНАПОНСКИ СИСТЕМИ

• IT систем

- најчесто се изведува со три спроводника, но може да биде изведен и со четири спроводника
- на влез во секој објект или ако во мрежата има поставено опрема се изведува локален заземјувач со кој се поврзуваат сите изложени спроводни делови
- дозволено е повеќе (блиски) заземјувачи да бидат поврзани со еден заеднички PE спроводник
- доколку во мрежата се применува колективно или групно заземјување се препорачува заштитниот спроводник да се заземјува на повеќе места
- импеданцијата Z треба да биде доволно голема ($> 2000 \Omega$)
- струјата на грешка е многу мала
 - зависи од Z или од капацитетите фазен спроводник спрема земјата

$$\frac{Z}{R_{\text{заз. max}}} \geq \frac{U_f - U_{\text{дозв.}}}{U_{\text{дозв.}}}$$

