

Обрада поглавља 1.3.3 Selectivity in low-voltage systems,
из књиге Electrical Installations Handbook, Siemens,
Third Edition, 2000, Publicis MCD Verlag, John Wiley & Sons

Аћимовић Јелена, Дукић Дарио, Васић Горан

Аћимовић Јелена 556/96

СЕЛЕКТИВНОСТ У НИСКОНАПОНСКИМ СИСТЕМИМА

Селективност и типови селективности

Селективност при постојању две на ред везане заштитне компоненте се постиже, ако при квару реагује само заштитна компонента ближа месту квара .

Типови селективности

Прави се разлика између три типа селективности:

▷ апсолутна селективност

увек реагује само заштитна компонента најближа месту квара -доња (чак и при најмањој и највећој вредности струје кратког споја) све до називне струје прекидања.

Граница селективности

▷ парцијална селективност

Уколико је струја к.с. мања од одређене вредности (граница селективности) много чешће реагује само заштитна компонента ближа месту квара.Ако је вредност струје већа од граничне, импулс струје који постоји као резултат квара и деловања компоненте ближе месту квара је довољан да активира горњу заштитну компоненту.

▷ потпуна селективност

мада склоп заштиног уређаја обезбеђује само парцијалну селективност , максимална очекивана струја к.с иза доње заштитне компоненте је испод границе селективности.

Упозорење:

Склоп са потпуно селективном заштитом може изгубити то својство ако дође до модификације система и последичног повећања струје к.с .

Одређивање типа селективности

Селективно понашање

Селективно понашање две редно везане заштитне компоненте може се проверити на два начина:

- ▷ поређењем карактеристика
- ▷ извођењем експерименталних мерења селективности

Поређење карактеристика

За поређење карактеристика користе се две врсте дијаграма

- ▷ зависност струја-време
- ▷ I^2t дијаграм

Пошто се карактеристике пореде за неколико редова величина амплитуда, обично се цртају на графику са log-log поделом.

У опсегу преоптерећења, времена реаговања и искључења су приближно једнака и могу бити цртани на једном временском дијаграму струје.

У циљу оцене селективности у случају к.с нарочито у временском интервалу до 100ms, реаговање горње заштитне компоненте се проверава на основу његове I^2t карактеристике, према вредности струје к.с која се има па дејству доње заштитне компоненте.

Све карактеристике ако нису дате од стране произвођача морају бити одређене за широки опсег у односу на типске да би било могуће поуздано одређивање селективности.

У случају прекидача EN60947-2/IEC60947-2/DIN VDE 0660-101 специфицирано је одступање од $\pm 20\%$ за тренутну прекострујну заштиту.

Код провере се мора узети у обзир стварно време реаговања које је понекад значајно краће при нормалним радним температурама.

Мерење селективности

На сва питања везана за селективност може се одговорити мерењима на извесној инсталацији. Ова мерења су практично неопходна посебно када се оцењује селективност у случају к.с, због екстремно брзих процеса прекидања када се користе компоненте које лимитирају струју к.с.

Мерења могу бити скупа и компликована због чега већина произвођача за своје прекидаче даје таблицу селективности (табела 1).

СЕЛЕКТИВНОСТ У РАДИЈАЛНИМ СИСТЕМИМА

Селективност између редно везаних осигурача

Напојни вод сабирнице разводне табле и водови који се са сабирнице напајају имају различите радне струје, а стога и различите попречне пресеке. Због тога се обично штите осигурачима различитих називних струја.

Селективност између редно везаних осигурача исте категорије коришћења

Када се користе осигурачи из исте категорије (на пример gL или gG) коришћења селективност је обезбеђена у целом опсегу струјног преоптерећења све до називне вредности прекидања (апсолутна селективност), ако се називне струје разликују 1.6 или више пута. (слика 1)

У случају великих струја к.с треба упоредити Цулове губитке (I^2t)

У примеру би осигурач од 160А такође имао апсолутну селективност у односу на осигурач 100А.

Селективност између редно везаних осигурача различитих категорија коришћења

Карактеристике је потребно поредити за осигураче различитих категорија (на пример gG и aM). Информације о селективности у тим случајевима као и у случајевима других радних напона (500V или 690V) могу се наћи у литератури добијеној од произвођача.

СЕЛЕКТИВНОСТ ИЗМЕЂУ РЕДНО ВЕЗАНИХ ПРЕКИДАЧА

Селективност градицијом радне струје тренутног прекострујног дејства

Селективност се може постићи градицијом радне струје тренутног прекострујног дејства ("n" дејство). (Слика 2)

Ова селективност се остварује у два случаја:

Градација струје са различитим струјама к.с ▷ струја к.с у случају к.с се довољно разликује за позиције једног и другог прекидача

Градација струје са различито подешеним "п" дејством ▷ када су називне струје, а стога и вредности "п" дејства у горњем и доњем прекидачу, различите.

Услови 5-секундног прекидања и заштите вода У складу са условом прекидања кола за 5 секунди специфицираног у HD384.4.41/IEC 60364-4-41/DIN VDE 0100-410 или са условима о заштити вода од 5 секунди специфицираном у DIN VDE 0100-430 (ако заштита не може бити обезбеђена на други начин) п реаговање генерално треба да буде подешено на 4000А тако да се и веома кратка кола к.с прекидају за тражено време доњим прекидачем Q1. Само делимична селективност се може остварити поређењем карактеристика за струје јер у опсегу деловања испод 20 ms долази до компликованих операција искључења и реаговања, које онемогућују да се донесе закључак о селективности. Сломљена линија је резултат процеса прекидања и независи од типа селективности. Могуће решење: динамичка селективност.

Динамичка селективност

Селективност преко координације прекидача (динамичка селективност)

Ефекат динамичких процеса

Код врло брзих појава нпр реаговања осигурача у случају к.с и интеракције редновезаних заштитних компоненти, динамички процеси у колу и електромеханичко реаговање значајно утичу на селективност нарочито ако се користе стужни лимитери. Селективност се такође постиже ако је у доњем току лимитер струје тако брзо реагује да, иако пропуштена струја моментално превазилази радну вредност горње заштитне компоненте, механички спори степен нема времена да реагује. пропуштена струја зависи од максималне асиметричне струје к.с и карактеристике струјног лимитера.

Граница селективност између два редно везана прекидача

Максимална струја к.с – граница селективности до које прекидач реагује брже и сам (што су практично услови селективности заштитите) може бити утврђена за сваки скуп прекидача. Таблица 1 представља пример таблице селективности. Граница селективности може бити знатно изнад тренутног прекострујног дејства горње компоненте. Без обзира на то важно је проверити селективност за случај преоптерећења, поређењем карактеристика и поређењем времена реаговања у складу са релевантним регулативама. Генерално говорећи, у случају динамичке селективности могућа је само парцијална селективност. То може бити довољно (пуна селективност) ако је евентуални максимум струје к.с у доњој заштитној компоненти мањи од установљене границе селективности. Код парцијалне селективности, која обично настаје са струјном градацијом (слика 2). Динамичка селективност обезбеђује могућност за успостављање пуне селективности без употребе прекидача са степеном за чланом струје краткотрајног прекострујног дејства .

Селективност посредством времена затезања прекострујног реаговања (временска градација)

Временска градација краткотрајног прекострујног реаговања

Ако струјна градација није могућа због захтева наведених у претходном тексту и није могуће да се прекидач изабере у складу са таблицама селективности

Временска градација са виртуелно истим струјама к.с	<p>(динамичка селективност), селективност може да се обезбедити повећањем времена затезања. Ово захтева и повећава времена затезања и повећање одговарајуће радне струје.</p> <p>Горњи прекидач је опремљен чланом краткотрајног прекострујног реаговања (временска градација), па ако се квар деси само доњи прекидач искључује.</p> <p>Временска градација може бити имплементирана тако да се оствари селективности ако су очекиване струје к.с скоро исте. Ово захтева оба подешавања: временских затезања и радних струја реаговања прекострујних чланова. На слици 3 је приказана шема са четири редно везана прекидача, као и градациони дијаграм.</p> <p>Неопходна временска градација која дозвољава све опсеге подешавања, зависи од принципа реаговања и типа прекидача кола.</p>
Електронско z реаговање	<p>Код електронског прекострујног реаговања ("z"- реаговање) временска градација од одприлике 70 до 100ms од једног до другог прекидача кола је довољна за све опсеге подешавања.</p>
Радна струја	<p>Радна струја краткотрајног прекострујног реаговања треба да буде подешена на бар 1.45 времена (два пута по 20% опсега подешавања, осим ако друге вредности нису специфициране од стране произвођача) од времена доњег прекидача кола.</p>
Додатно "п"-реаговање	<p>У циљу редуковања напрезања прекидача у горњем току, услед кратког споја, горњи прекидач може бити опремљен и тренутним електромагнетским прекострујним чланом, као додатком на члан краткотрајног прекострујног реаговања (слика 4)</p> <p>Усвојена вредност радне струје тренутног прекострујног члана мора бити довољно велика да осигура реаговање само при кратком споју у делу инсталација између горње и доње заштитне компоненте, а да не утиче на селективност.</p>

Контролер временски редуковане селективности

Контролер временски редуковане	<p>Микропроцесорски контролер временски редуковане селективности је развијен за прекидаче кола да би спречио предугачко време реаговања када је више прекидача кола везано на ред. Ова контролна функција омогућава да време затезања редукује на максимално 50ms за прекидаче кола који се налазе изнад места квара. Метода рада контролера временског редуковања селективности је приказана на слици 5</p> <p>Кратак спој на месту К1 се детектује са Q1, Q3 и Q5. Ако је контролер активан, Q3 се привремено блокира од стране Q1 и Q5 се блокира од стране Q3 преко одговарајуће комуникације. Како Q1 не прима никакав блокадни сигнал реаговања за 10ms.</p> <p>Кратак спој на месту К2 се детектује само са Q5; како он не прима никакав блокадни сигнал, реаговање после 50ms. Када неби било контролера реаговања би наступило тек после 150ms.</p>
---------------------------------------	--

Селективност између прекидача и осигурача

Када се разматра селективност са осигурачима, мора се обезбедити опсег расејања од $\pm 10\%$ у смеру струје на временској карактеристици струје.

Прекидачи кола и осигурачи у доњем току

Селективност између "ап"-реаговања и осигурача са врло малом називном струјом	<p>У опсегу преоптерећења све до радне струје I_f тренутног прекострујног реаговања, парцијална селективност се обезбеђује ако карактеристика за горњи опсег осигурача не додирује карактеристику моменталног реаговања (претходно номинално</p>
--	---

оптерећеног) тренутне прекострујне заштите а ако се задржава граница сигурности $t_A \geq 1s$ (слика 6).

Редукција времена реаговања до 25% мора бити дозвољена за нормалне радне температуре (осим ако произвођач не назначи другачије).

Апсолутна селективност за прекидаче са краткотрајним прекострујним реаговањем се постиже ако пропуштена струја кроз осигурач I_D не достиже радну вредност тренутног прекострујног члана. Овакав случај се може очекивати само код осигурача чија је називна струја врло мала у поређењу са називном трајном струјом.

Однос селективност између "az"-реаговања и осигурача са релативно великом називном струјом

Услед динамичких процеса који се одигравају код електромагнетног реаговања, код осигурача апсолутна селективност се такође може остварити код којих I_D кратко пређе радну струју (видети појам динамичке селективности) тренутног прекострујног реаговања.

Још једном треба поновити да се селективност може потврдити само одговарајућим мерењима са I_i .

Апсолутна селективност се може остварити коришћењем прекидача са краткоррајним прекострујним реаговањем ("z" дејство) ако је сигурносна граница за радну струју I_D између горњег опсега расејања карактеристике осигурача и ако је време кашњења "z" дејства t_D одабрано тако да $t_A \geq 1s$.

Дукић Дарио 97/638

селективност између осигурача и доњег прекидача

Да би смо испоштовали селективност у области преоптерећења, захтева се сигурносна граница од $t_a \geq 1$ s између доњих граничних вредности осигурача и карактеристике релеа за преоптерећење са инверзном временском карактеристиком кашњења (слика 1.3/25).

У случају кратког споја, важно је имати у виду да након реаговања релеа у аутоматском прекидачу, осигурач наставља да се греје током времена трајања електричног лука. Граница селективности се налази приближно у тачки са сигурносном маргиним од 70ms вредности реаговања осигурача и радног времена тренутног реаговања или краткотрајног одложеног времена прекострујног релеа.

Поуздана и релативно висока граница селективности за област кратких спојева може бити одређена из I^2t дијаграма. У овом дијаграму максимална пропусна I^2t вредност прекидача се упоређује са минималном вредношћу I^2t пре појаве лука осигурача (слика 1.3/26).

Пошто су ове вредности максимална и минимална, нису потребни појасеви граничних вредности.

СЕЛЕКТИВНОСТ СА ПАРАЛЕЛНИМ НАПОЈНИМ ФИДЕРИМА

Са напајањем паралелним напојним водовима до сабирнице, сумарна струја кратког споја (I_{Σ}) која се јавља на излазном воду са сабирницама се расподељује по напојним водовима ($I_{\text{Кратс}}$) у засебним фидерим. Она представља базичну струју за градациони дијаграм (слика 1.3/27).

Ово важи за све типове кварова.

два идентична напојна фидира

Ако се кратки спој појави у излазном воду ниже од на пример аут. осиг. Q1, сумарна струја кратког споја, $I_{\Sigma} \leq 20$ кА, тече кроз тај вод, док кроз аут. осиг. у напојним водовима прекидачи Q2 и Q3 протиче половина струје (≤ 10 кА) ако је излазни вод на средини сабирнице у односу на напојне водове и ако су улазни фидери подједнаке дужне.

Паралелна везивања дозвољавају додатне селективности путем померањем карактеристике окидања "az" релеа аут. осиг. у напојним фидерима.

У градационом дијаграму, окидне карактеристике прекидача Q2 и Q3 због тога морају бити разматране у односу на базичну струју прекидача Q1.

Пошто се сумарна струја кратког споја $I_{K\Sigma}$ идеално распоређује између 2 напојна вода (занемарујући струје оптерећења у осталим излазним водовима), пошто је излазни вод централно позициониран на сабирници, окидна к-ка прекидача Q2 и Q3 могу се оптимално померити на десно на карактеристици множењем са фактором 2 до вредности $I_{K\Sigma}$, која представља базичну струју за овај квар. Резултат овога је селективност која уважава време и у односу на струју.

Ако се уместо померене к-ке користе засебне к-ке прекидача, мора се користити тачна вредности расподела између напојних грана струја кратког споја кроз прекидаче.

Са асиметричним распоредом напојних и излазних вода на сабирници, расподела струја кратког споја у напојним водовима ће се разликовати.

Селективност се смањује у случају да су излазни водови штићени високоучинским нисконапонским осигурачима где су високе номиналне вредности (630-1000)А. Важно је да се обезбеди сигурносна маргина од $\geq 100ms$ између окидне карактеристике "z" дејства и времена пре појаве лука/струјна к-ка нисконапонског високоучинског осигурача, како при раду, тако и при засебном раду трансформатора.

Кад се подешавају дејства прекидача Q1, Q2 и Q3 мора се обезбедити селективност и у случају рада само једног трансформатора, као и за све струје кратког споја (од једнофазних до трофазних).

Из економских разлога "z" дејства морају бити обезбеђени за прекидаче у напојним водовима ниске и средње струје осигурача, "n" дејства морају бити кориштена јер резултујућа селективност није довољна.

три идентична напојна вода

Код паралног везивања 3 трансформатора, ниво селективности ће због додатне селективности струје, бити бољи од варијанте са две јединице јер је фактор помераја к-ке < 2 и < 3 . Још једном, "az" дејства су неопходна у прекидачу у напојним водовима да би се постигао недвосмислен ниво селективности.

Чак је неопходно обезбедити и додатна "n" дејства да би се квар између трансформатора и прекидача вода детектовао (слика 1.3/28). Због тога "z" дејства прекидача Q1 и Q3 морају бити подешена на вредности $< I_K$ и "n" дејства на вредност $> I_K$ али $> I_{K\Sigma}$. Овде су од интереса најмање и највеће вредности струја квара. Због "n" дејства, само ће напојни водови трансформатора у квару на вишенAPONској и ниженапонској страни бити избачени. Прекидачи уводовима трансформатора и којима нема квара остају затворени.

напојни водови паралелно везани преко прекидача

Ови прекидачи морају обавити следеће заштитне функције у случају квара :

- » тренутно реаговање при појави квара близу сабирнице
- » заштитата излазног вода од ефекта високе укупне струје кратког споја

Тип уређаја кориштен у излазном воду и ниво селективности примарно зависе од тога да ли се као прекидачи везе користе прекидачи без одсецањем струје или са одсецањем струје.

Прекидач изједначења за ограничење струје, тренутно растеређује излазна кола од ефеката високог неограниченог пика струје кратког споја (i_p), и стога дозвољава употребу једноставнијих и јефтинијих прекидача.

Нека правила подешавања прекострујних дејства у прекидачу везе :

Подешена вредност прекострујног дејства мора бити што већа да би се спречило прекидање кола од стране прекидача за релативно ниске вредности струје кратког споја на пример услед квара у излазним водовима разводних табли.

Код два напојна вода, и зависно од места квара (лево или десно у односу на прекидач везе), кроз њега тече само парцијална струја кратког споја I_{KParc} (слика 1.3/29).

Код три напојна вода, односи су другачији у зависности од тога који излазни вод је у квару.
слика 1.3/30 а) и б).

Ако се појави квар на излазном воду на централној секцији сабирнице (слика 1.3/30а), теку приближно подједнаке вредности парцијалне струје кратког споја кроз прекидаче Q4 и Q5.

Ако се квар појави на спољашњој секцији сабирнице (слика 1.3/30б) две парцијалне струје к.с. теку кроз прекидач Q4.

Тачне вредности струја к.с. које теку кроз прекидач везе су неопходне да би постигло оптималне подешење прекострујних дејства. Оне обезбеђују информације које се односе на к-ку селективности са великим бројем различитих струја квара. Оне се процењују и одређују помоћу компјутерског програма.

Селективност у нисконапонским системима

Селективност и поднапонска заштита

У случају кратког споја, напон на месту кратког споја падне на заосталу вредност на месту квара. Ефективна вредност заосталог напона на месту квара зависи од импедансе квара. У случају металног кратког споја, импеданса квара, а самим тим и напон на месту квара опадају на вредност блиску 0. Генерално, на месту квара јавља се електрични лук, са падом напона на луку у опсегу (30,70)В. Овај напон, почевши од места квара и крећући се ка извору, расте сразмерно смањењу удаљености од извора напајања.

Слике 1.3/31а и 1.3/31б приказују напонске прилике случају металног кратког споја.

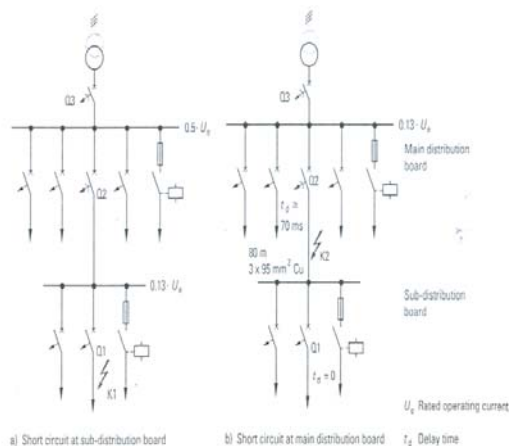


Fig. 1.331 Voltage ratios for short-circuited LV switchgear with a main and sub-distribution board

У случају кратког споја на месту K_1 (слика 1.3/31а) напон опада са радне вредности U_e опадне на вредност $0.13 \cdot U_e$ на дистрибутивној сабирници нижег нивоа и $0.5 \cdot U_e$ на сабирници главног дистрибутивног места. Прекидач Q_1 , који се налази први изнад места квара искључује квар. Зависно од величине и типа прекидача квар са искључује за $\leq 30ms$, код прекидача који не врше одсецање струје и максимално $10ms$ за прекидаче

који одсецају струју.

У случају квара на месту K_2 (слика 1.3/31б) реагује прекидач Q_2 , који је опремљен прекострујним релејем са краткотрајним кашњењем. Кашњење износи најмање $70ms$, и у том периоду напон на главној напојној сабирници је опео на $0.13 \cdot U_e$.

У случају да се пад напона $(0.7 - 0.35)U_e$ одржи више од $20ms$, сви прекидачи са поднапонском заштитом се отворе. Сви контактори се такође отварају уколико контролни напон напајања опадне испод 75% номиналне вредности дуже од $5ms$ до $30ms$.

Поднапонска заштита и контактори са кашњењем деловања потребни су да би се обезбедило да не реагује у слушају примене прекострујне заштите са краткотрајним кашњењем. Ово није неопходно уколико се користе прекидачи са одсецањем струје, који имају максимално време реаговања $10ms$.

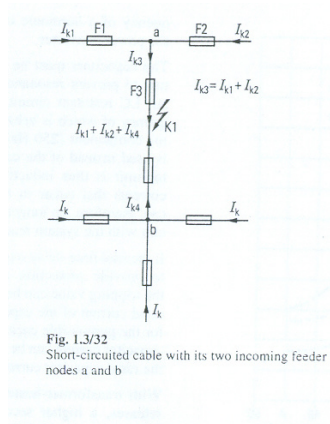
Селективност у мрежастим системима (нисконапонска мрежа)

Две функције селективности морају се реализовати у мрежастим системима:

- Само вод у квару треба бити искључен из система
- У случају квара на крајевима напојног трансформатора, само крај у квару треба искључити из система.

Чворни осигурачи

Чворови мрежастих система обично поседују водове са истог пресека и нисконапонске високоуочинске осигураче (категорије 2Л) одговарајућег типа и номиналне струје (слика 1.3/32).

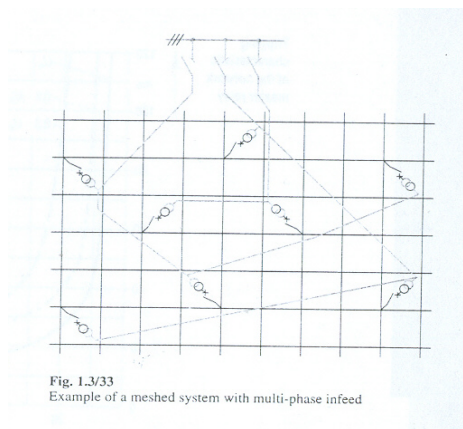


У случају кратког споја (K_1) дуж једног вода учвореног система струје квара I_{k3} и I_{k4} теку ка месту квара. Струја I_{k3} од одвода састоји се од две струје I_{k1} и I_{k2} , које могу бити значајно различите, зависно од односа импеданси.

Селективност осигурача на одводу у тачки а постигнута је уколико се осигурач F_3 , кроз који тече струја квара I_{k3} , истопи, а осигурачи F_1 и F_2 кроз које теку струје I_{k1} и I_{k2} остану оперативни. У случају *Сиенс*-ових нисконапонских високоуочинских осигурача дозвољен је за велике струје кратког споја однос

$$\frac{I_{k1}}{I_{k1} + I_{k2}} \leq 0.8 .$$

Енергетски трансформатори у мрежастих системима



У случају вишефазних мрежастих система (слика 1.3/33), то јест напајења из више високонапонских водова и трансформатора напајање места квара са нисконапонске мреже мора се спречити у случају да се квар деси на високонапонском напојном воду или трансформаторском разводном постројењу. За то су потребни главни мрежни релеј (релеј повратне снаге) и “мрежни прекидач”. Мрежни прекидач је трофазни прекидач, по могућности без прекострујних дејстава, али са капацитивно закаснелим шантним релејом (релеј са меморијом са шантом у отвореном колу).

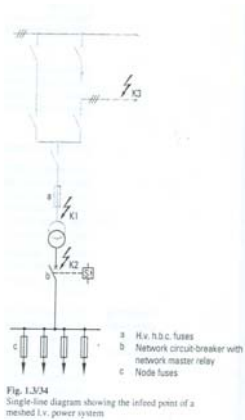


Fig. 1.3/34
Single-line diagram showing the infixed point of a meshed L-V power system

У случаји кратког споја на високонапонској страни трансформатора, (K_1) или између трансформатора и мрежног прекидача (K_2) или дуж вода (K_3) (слика 1.3/34), високонапонски високоуочински осигурач реагује на високонапонској страни, док се на нисконапонској страни квар напаја преко мрежног прекидача. Релеји са шантом у отвореном колу примају окидни импулс од главних мрежних релеја. На тај начин се место квара селективно искључује.

Уколико су излазни водови трансформатора штићени главним мрежним релејима, није предвиђено да се користи прекострујно “з” дејство или је на истом подешена тако велика вредност да се способност трансформатора за термичко преоптерећење у потпуности искористи.

Главни мрежни релеј

Главни мрежни релеј користи се у комбинацији са мрежним прекидачем. У нисконапонским системима са више напајања они омогућавају брзо, селективно, искључивање високонапонског кабла на коме је дошло од квара од трансформаторског разводног постројења. Релеј региструје промену смјера протикања енергије ако, у случају кратког споја на високонапонском напојном каблу мрежастог система, протиче струја великог интензитета кроз нисконапонски систем и трансформатор високонапонског кабла не коме је дошло до квара.

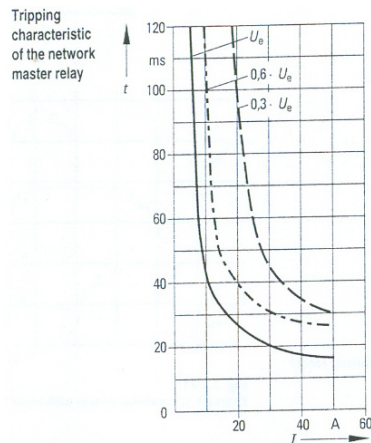


Fig. 1.3/35

Да се спрече лажна реаговања, главни мрежни реле ипак допушта циркулационе струје до вредности једнаке номиналној струји на номиналном напону (подешење се може варирати између 2А и 6А). Слика 1.3/35 показује карактеристику окидања за стандардно подешење од 6А и разне вредности напона.

Мрежни прекидачи

При избору мрежних прекидача и њихових расклопних особина битно је водити рачуна да се максимална вредност струје кратког споја има при квару између прикључака трансформатора и прекидача. У том случају, пуна струја кратког споја свих напајаних тачака тече кроз мрежасту систем и прекидач до места квара. Пуна струја може бити већа од струје кратког споја одговарајућег трансформатора. Технички детаљи везани за главни мрежни релеј и мрежни прекидач могу се наћи у каталозима њихових.