

26. Мај 2015 Регионални центар ИКС у Краљеву,  
предавања приредио: Др Слободан Бјелић, редовни професор  
[slobodanbjelic49@yahoo.com](mailto:slobodanbjelic49@yahoo.com) , [slobodan.bjelic@pr.ac.rs](mailto:slobodan.bjelic@pr.ac.rs)

ТЕМА "Вредновање сопствених импеданси електричних извора у мрежама и инсталацијама"  
Упознавање са неким проблемима у пројектовању, извођењу и верификацији инсталација  
САДРЖАЈ ПРЕДАВАЊА

- Увод и значај сопствених импеданси извора у ОДС - мрежама и инсталацијама.
- Преглед метода вредновања сопствених имеданси: мерења и израчунавања .
- Графо-аналитички поступак као начин вредновања
- Приказ поступка кроз симулацију у изабраном пакету програма ``MATLAB`` .
- Закључак
- Дискусија.
- Економија и технички системи који је прате зависни су од иновираног знања а  
Пројекти нису оствариви без примене врхунске информатичке технологије.
- Моћне и мале државе усмеравају своја истраживања према био-техничким и медицинским научним областима уз поштовање економских критеријума: ефикасности, рационалности и знања стеченог у академском високом и пост-академском образовању.  
Пост-академско, допунско образовање односи се на замену превазиђених знања у техници и стицању нових за шта служе ова ИКС предавања из области техничко-технолошких наука.

Дијагностика општих дистрибутивних система (ГДИ-GDS) ствара ствара услове за:

- планирање, смањење трошкова одржавања и правовремену замену, и
- превенцију кварова и прекида напајања корисника енергије.

Применом класичних и нових дијагностичких метода на месту уградње опреме може се проверити стање опреме а опсег мерења зависи од важности елемента, снаге и старости.

- После извођења инсталације а затим у фази експлоатације/одржавања сигурносни тестови на ОДС система изводе се према стандарду IEC 60364-6.
- Ако се инсталација дограђује/модификује то се ради по у складу са стандардом IEC 60364 тако да те модификације не смање сигурност постојећег дела ОДС/ И.
- **Петља квара:**
- Стандард СРТС, "Тест за континуитет између главних уземљења и разводне табле и..." Преузето је са IEC linkа за најзначајнија уземљења према. IEC 60364-6-61.
- Импеданса петље квара (при споју са земљом) треба да буде довољно мала да би вредност струје квара била довољно висока да могу да прораде заштитни уређаји у датом временском опсегу, према (IEC 60364-6-61 T.5.7.2) и да буде у сагласности са искључном карактеристиком уређаја заштите
- Рачуна се или мери импеданса петље квара: (У принципу је то фиктивна вредност) садржи параметре извора, проводника под напоном до места квара и заштитне (и нулте) проводнике од извора до места квара.
- Вредности активне и реактивне отпорности електричних извора могу се добити мерењем а у недостатку мерне опреме може се користити комбиновани рачунски метод и његова симулација у неком програму.
- У предавању је приказан графоаналитички метод за одређивање импедансе извора мерењем струја и напона на два, по карактеру, различита оптерећења. Метод је применљив за одређивање импеданси извора у мрежама/инсталацијама а посебно за трансформаторе малих снага и струјних трансформатора.

У систему јавног снабдевања Електричном Енергијом најважнији извор у ОДС је секундар трансформатора.

Потребни подаци о вредностима пасивних параметара трансформатора се добијају -из проспекта или мерењем према класичним методима или -симулацијом мерења ради добијања приближних вредности параметара.

Трансформатор се Ако је напајан енергијом која садржи компоненте  $V_F$  напона и струја (више хармонике) понаша другачије јер нелинеарном  $F_e$  језгру не одговарају брзе промене магнетног поља и не остварује се пуно магнетноћење.

И поред чињенице да се утицај фреквенције на магнетноћење не сме занемарити, у стручној литератури и стандарду не постоји поуздан поступак који би омогућио да се овај утицај на процес оцени.

За разлику од класичних огледа Кратког споја и Празног хода, који су дефинисани за два екстремна режима .

- $GA\Phi$  метод је заснован на мерењу величина на изабраном активном и реактивном (капацитивном /индуктивном) оптерећењу блиском називном - Пасивни параметри извора или трансформатора се одређују из мерења струја и напона. У недостатку мерне опреме у овом предавању, метод је симулиран у изабраном пакету MATLAB.

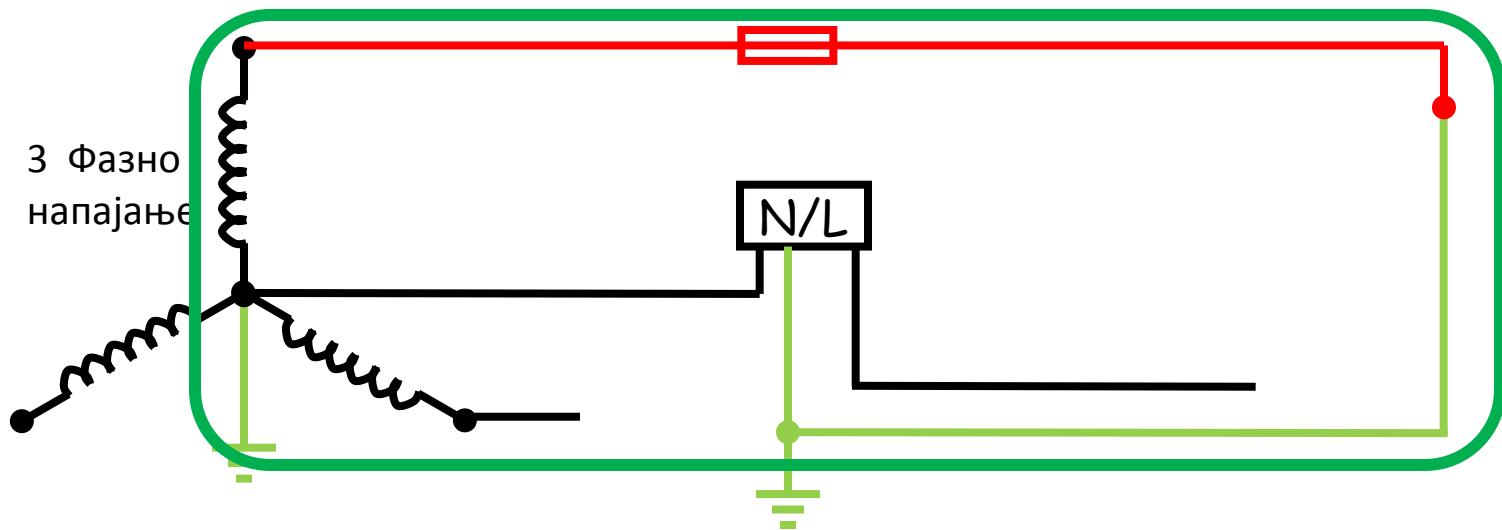
У основи је  $GA\Phi$  метод примењен код свих савремени ``тестера`` сигурности иако и он има многе недостатке:

Увод и Значај сопствених импеданси извора у мрежама и инсталацијама.-  
**IEC 60364-4-43, и табеле Т.8.1 и Т 3.2**

- ♦ У међународном IEC стандарду постоје
- 3 начина одређивања исправности импедансе петље:
- 1. Мерење импедансе петље квара **при оптерећењу**.  
(и компарација са вредностима у Табели . 8.1 of IEC 60364-4-43), **Прилог 1**.
- 2. Мерењем импедансе петље система **активни/хладни фазни вод А/А-Е** “Тест за континуитет између главних уземљења и разводне табле...”.(Поређење са вредностим у табеламаТ3.2 IEC 60364-4-43 & Т. 8.1 of IEC 60364-4-43 ,2004).
- 3. Израчунавање максималне дозвољене дужине кабла за **FSC (Final Sub Circuit**- огранак/коначно под коло), и свега што припада том колу.

## Значај вредновање сопствених импеданси извора у мрежама и инсталацијама.-

### 1. Мерење импеданса петље квара IEC 60364-6-61 Т.5.7.2)

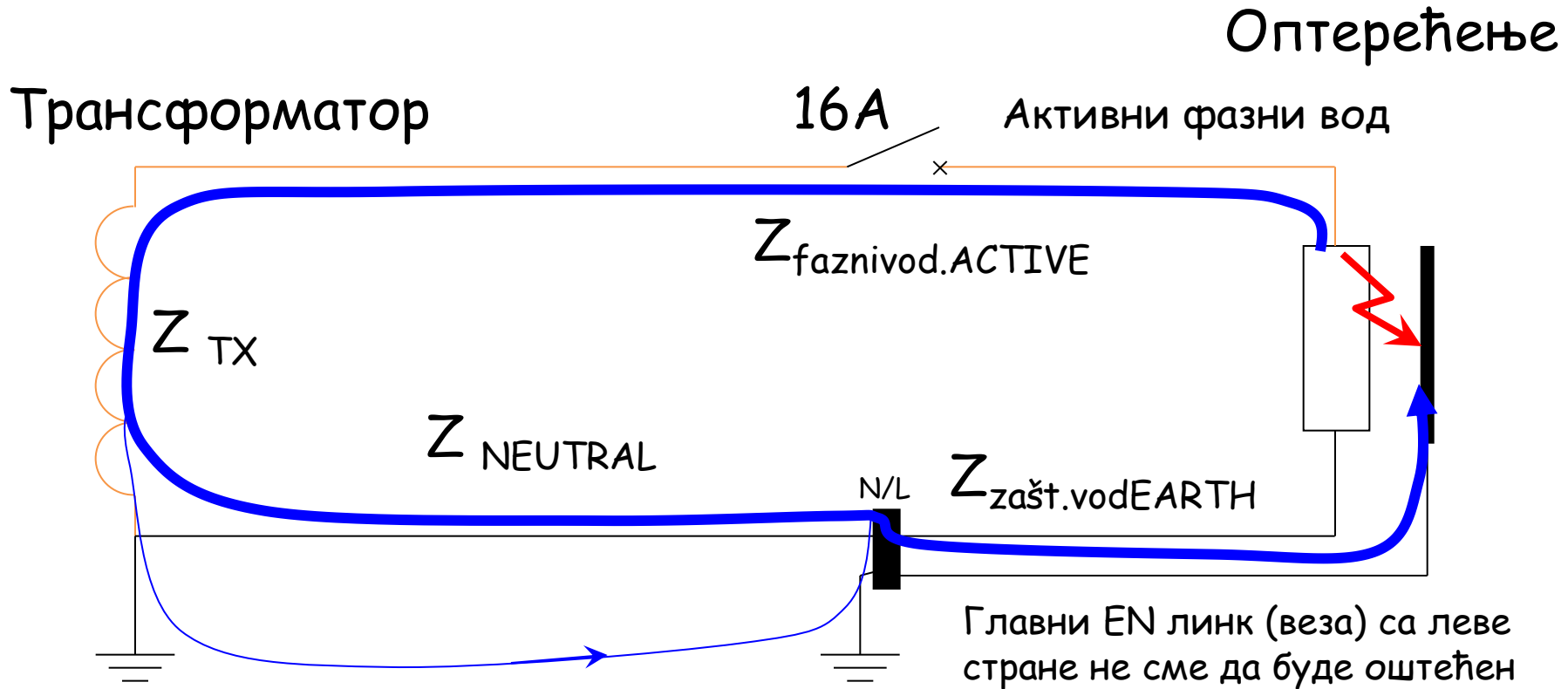


1. Импеданса петље квара  $Z_k$  треба да је **довољно мала** да би вредност **струје квара била довољна** за прораду заштитних уређаја у датом временском опсегу, према (IEC 60364-6-61 Т.5.7.2)

2. Импеданса петље квара (при споју са земљом) треба да буде у **сагласности са искључном карактеристиком заштитног уређаја**.

**Петља квара: Стандард СРПС, "Тест за континуитет између главних уземљења и разводне табле и..."** Преузето је са IEC linka за најзначајнија уземљења према. IEC 60364-6-61

Пример 1: Значај сопствених импеданси извора у мрежама и инсталацијама.- у Систему уземљења, заштитни вод (PE) неутрални вод(N). TN-C-S sistem



$$Z_{петлје/LOOP} = Z_{fazniod.ACTIVE} + Z_{zast.vod.EARTH} + Z_{NEUTRAL} + Z_{TX}$$

Сви елементи ове импедансе ограничавају и диктирају вредност струје кроз петљу квара.

Према српским [СРТС 60364-1](#) и [ЕУ IEC 60364-1](#) постоје 3 основна NN мрежа: TN, TT и IT.

**ИСТОВРЕМЕНА ЗАШТИТА ОД ОПАСНОСТИ од електричног удара при нормалном раду и у условима квара, Извор [[8] [Electrical installation handbook Protection, control ... - ABB....](#)]**

Ову проблематику је раније регулисао стандард JUS N.B2. 741:1989 али нови стандарди IEC наведени у табели 1 су много прецизнији у погледу комплетних решења: Tabela 1

IEC 60364-4	2001	Електричне инсталације у зградама Део 4 : Заштитно осигурање
IEC 60364-5	2001-2002	Електричне инсталације у зградама Део 5:Избор и монтажа ел. опреме
IEC 60364-6	2001	Електричне инсталације у зградама Део 6: Верификација 60364-6 (Испитивања).
IEC 60364-7	1983 2002	Електричне инсталације у зградама Део 7: Захтеви за спец. инсталације /локације
IEC 60529	2001	Степен заштите од окружења (IP Code)
IEC 61032	1997	Заштита лица и опреме зависно од окружења - Верификација испитивања

## Провера параметара заштите од опасног напона додиром у електричној инсталацији према IEC стандарду

Критеријуму за проверу заштите од индиректног додиром у систему TN-C-S аутоматским прекидом напајања у задатом времену односи се на стање најугроженијег/најудаљенијег пријемника.

Рачуна се или мери импеданса петље која садржи параметре извора, проводника под напоном до места квара/грешке и заштитне (и нулте) проводнике од извора до места квара.

Струја петље квара  $I_k$  добија се из Омског закона  $I = V/Z$ , дељењем називног напона према земљи и импедансе петље квара;

Струја мора да има већу вредност од струје искључења заштитног уређаја (осугурача) која је дефинисана табела у стандарду.  $I_k > I_{isk}$  —

$$I_k = \frac{V}{Z_s} \quad I_k Z_s \leq V_c.$$

$V_c$  — Напон додиром на месту квара,  $Z_k = Z_s$  — импеданса петље

У наставку су дате вредности импеданси елемената петље квара за стандардни ОДС - TN-C-S систем



- Кабл од КРК до МРО је РР00-У 4x95mm<sup>2</sup>, r<sub>2</sub>=0,195Ω/km, x<sub>2</sub>=0,082Ω/km, l=10m

$$Z_2 = \sqrt{(2 \times r_2 \times l)^2 + (2 \times x_2 \times l)^2} = \sqrt{(2 \times 0,195 \times 0,01)^2 + (2 \times 0,082 \times 0,01)^2} = 0,0039 \Omega$$

- Кабл од МРО до РТ-у је РР00-У 5x4mm<sup>2</sup>, r<sub>3</sub>=4,7Ω/km, x<sub>3</sub>=0,107Ω/km, l=30m

$$Z_3 = \sqrt{(2 \times r_3 \times l)^2 + (2 \times x_3 \times l)^2} = \sqrt{(2 \times 4,7 \times 0,03)^2 + (2 \times 0,107 \times 0,03)^2} = 0,282 \Omega$$

- Кабл од РТ-у до струјног кола у је РР-У 3x2,5mm<sup>2</sup>, r<sub>4</sub>=7,56Ω/km, x<sub>4</sub>=/, l=20m

$$Z_4 = \sqrt{(2 \times r_4 \times l)^2} = \sqrt{(2 \times 7,56 \times 0,02)^2} = 0,302 \Omega$$

**Импеданса петље квара је:**

$$Z_s = Z_{TX} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 0,0028 + 0,0432 + 0,0039 + 0,282 + 0,302 = 0,634 \Omega$$

Струја петље квара је:  $I_k = \frac{V}{Z_s} = \frac{230}{0,634} = 362,78 \text{ A}$  Напон додира на месту квара  $V_c = Z_k \times I_k$   $Z_s = Z_k$

**\*\*Задате вредности импеданса петље квара за стандардни случај утицаја дистрибутивне мреже су за :- TS 10/0.4 kV, 1x630kVA,**

$$X_{TX} = 0,0026 \Omega; R_{TX} = 0,001 \Omega;$$

$$Z_{TX} = \sqrt{R_{TX}^2 + X_{TX}^2} = \sqrt{0,0026^2 + 0,001^2} = 0,0027856 \Omega \cong 0,0028 \Omega$$

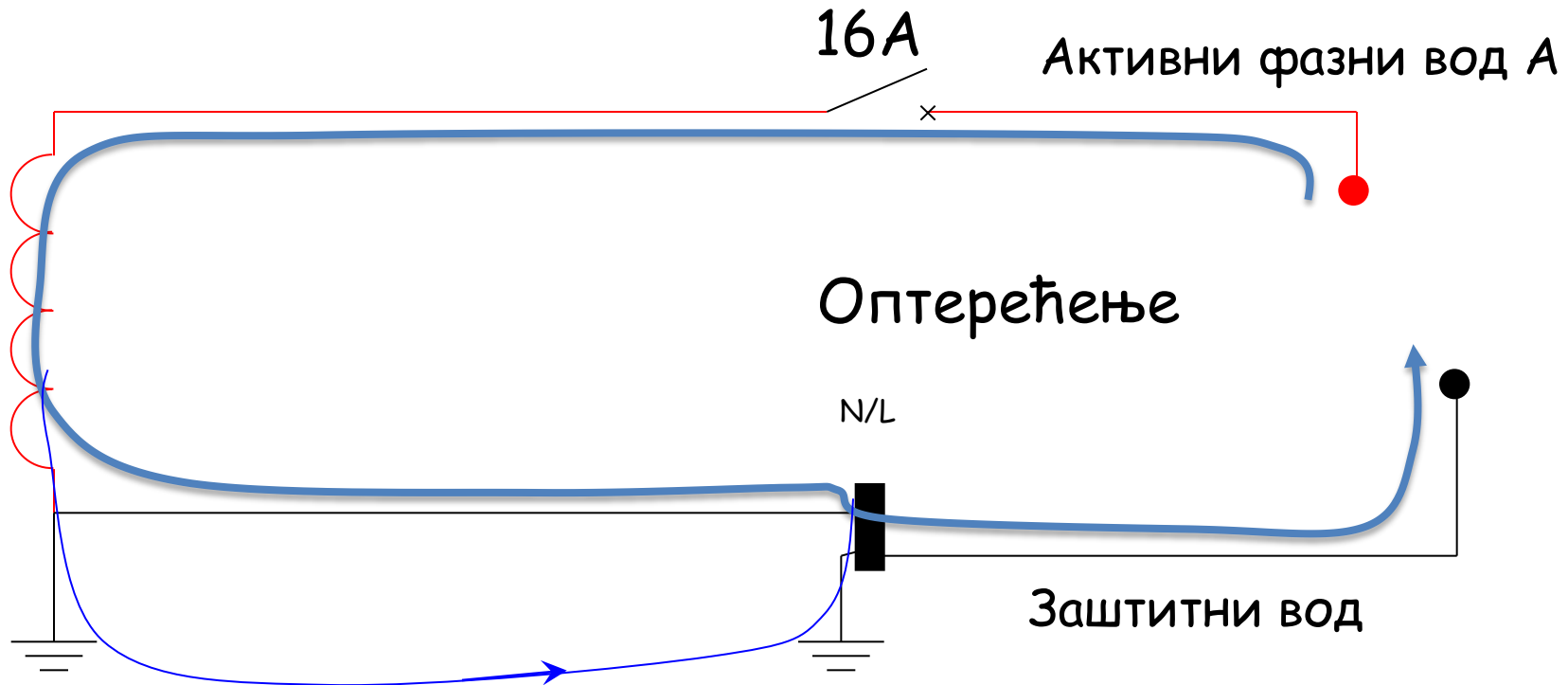
**-Кабл од TS до КРК је РР00-АSJ 3x150+70mm<sup>2</sup>, r<sub>11</sub>=0,126Ω/km, x<sub>12</sub>=0,08Ω/km, r<sub>12</sub>=0,27Ω/km, x<sub>12</sub>=0,082Ω/km, l=100m**

$$Z_1 = \sqrt{(r_{11} \times l)^2 + (x_{12} \times l)^2} + \sqrt{(r_{21} \times l)^2 + (x_{22} \times l)^2}$$

$$= \sqrt{(0,126 \times 0,1)^2 + (0,08 \times 0,1)^2} + \sqrt{(0,27 \times 0,1)^2 + (0,082 \times 0,1)^2}$$

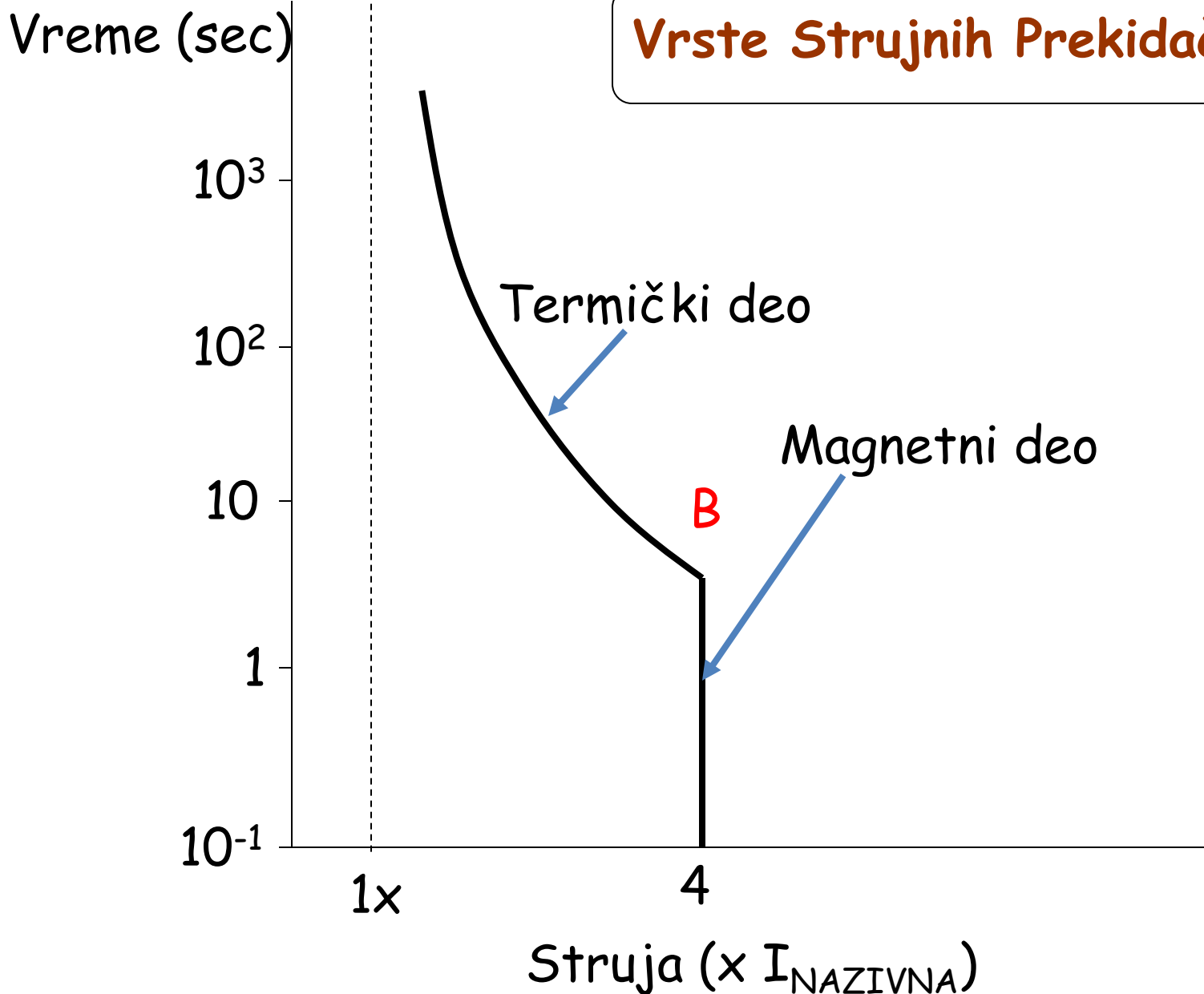
$$= 0,015 \Omega + 0,0282 \Omega = 0,0432 \Omega$$

# Систем уземљења

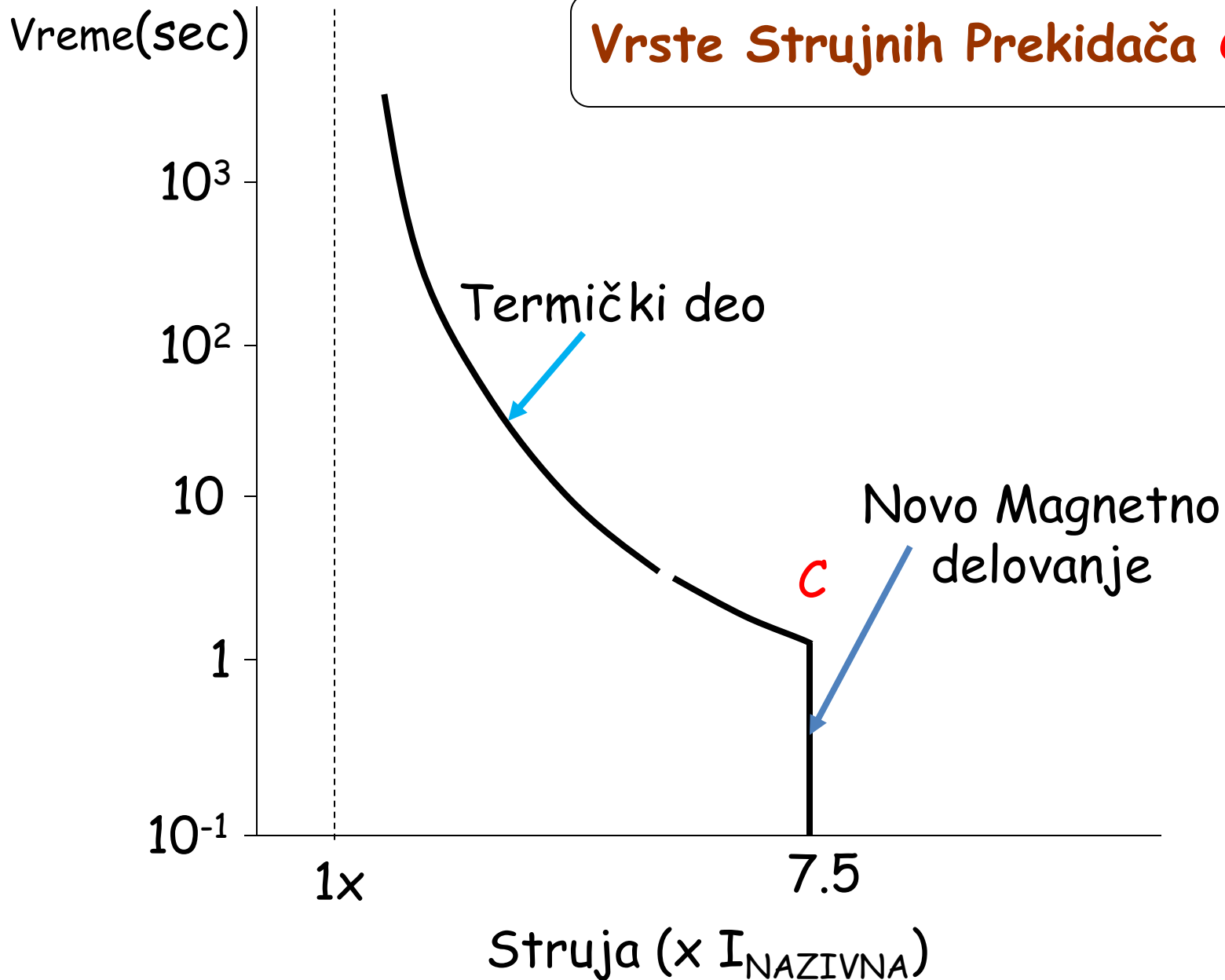


MEN link(Main Earth Neutral) веза са леве стране не сме да буде прекинута  
ИзIEC је преузето да је Main Earth непокретан спој са земљом ,  
MEN Main Earth линк (M Glavni , E-заштитни вод, N-неутрални ) -спој мора са  
леве стране да буде неоштећен.

# Vrste Strujnih Prekidača B

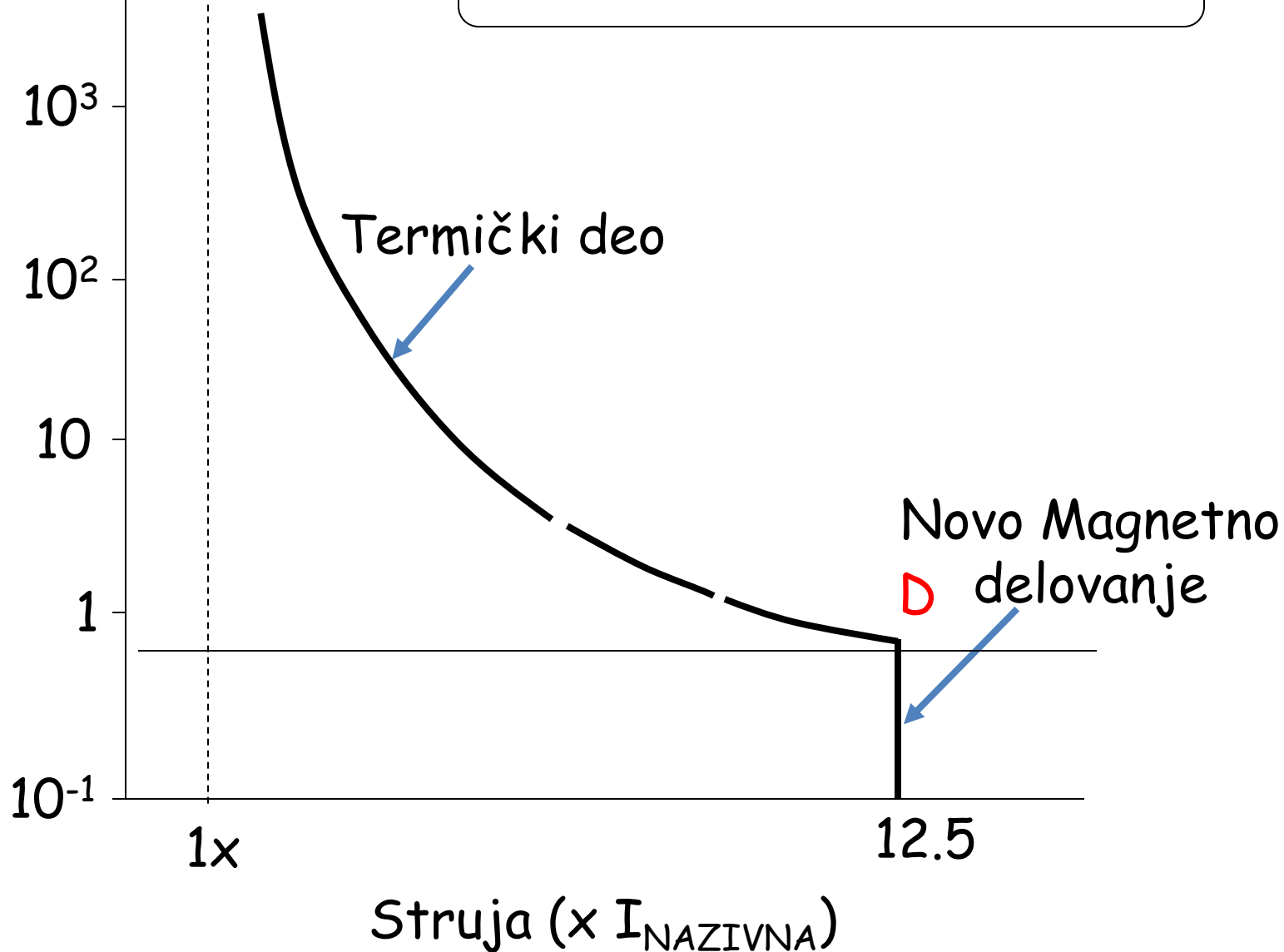


# Vrste Strujnih Prekidača C



Vreme (sec)

# Vrste Strujnih Prekidača D



**TABLE B4.1**  
**MAXIMUM VALUES OF**  
**FAULT LOOP IMPEDANCE ( $Z_s$ ) AT 230 V a.c.**

Protective device rating	Circuit-breakers			Fuses	
	Type B	Type C	Type D		
	Disconnection times				
	0.4 s			0.4 s	5 s
A	Maximum circuit impedance $Z_s$ $\Omega$				
6	9.58	5.11	3.07	11.50	12.43
10	5.75	3.07	1.84	6.39	7.42
16	3.59	1.92	1.15	3.07	4.18
20	2.88	1.53	0.92	2.09	2.91
25	2.30	1.23	0.74	1.64	2.30
32	1.80	0.96	0.58	1.28	1.84
40	1.44	0.77	0.46	0.96	1.35
50	1.15	0.61	0.37	0.72	1.07
63	0.91	0.49	0.29	0.55	0.82
80	0.72	0.38	0.23	0.38	0.58
100	0.58	0.31	0.18	0.27	0.44
125	0.46	0.25	0.15	0.21	0.34
160	0.36	0.19	0.12	0.16	0.27
200	0.29	0.15	0.09	0.13	0.20

• Укупна максимална импеданса петље квара за тип C (\*IPK u testu Fault Loop Impedance FLI

$$Z_{\text{petlje kvara / fault LOOP}} = 1.92 \Omega \text{ из табеле за 16A}$$

Импеданса` електрично неактивне-хладне петље` квара Cold Fault Loop Impedance

$$Z_{\text{hladne petljekvara/culd loop impedanc}} = 1.92 \times 0.8 = 1.54 \Omega$$

• Ако је напајање фаза са напоном 240V, тада се  $Z_{\text{petl kvara}}$  множи са 240/230, или 1.04:

Импеданса петље квара је

$$Z_{\text{petlje kvara / fault LOOP240V}} = 1.54 \times 1.04 = 1.60 \Omega$$

• Ако се користи уређај диференцијалне струје, по IEC таб. 8.3.10.1 states that if the RCD

operates during the FLI test, из резултата теста

добијају се допуштене вредности

импедансе петље квара

• Fault Loop Impedance FLI test.

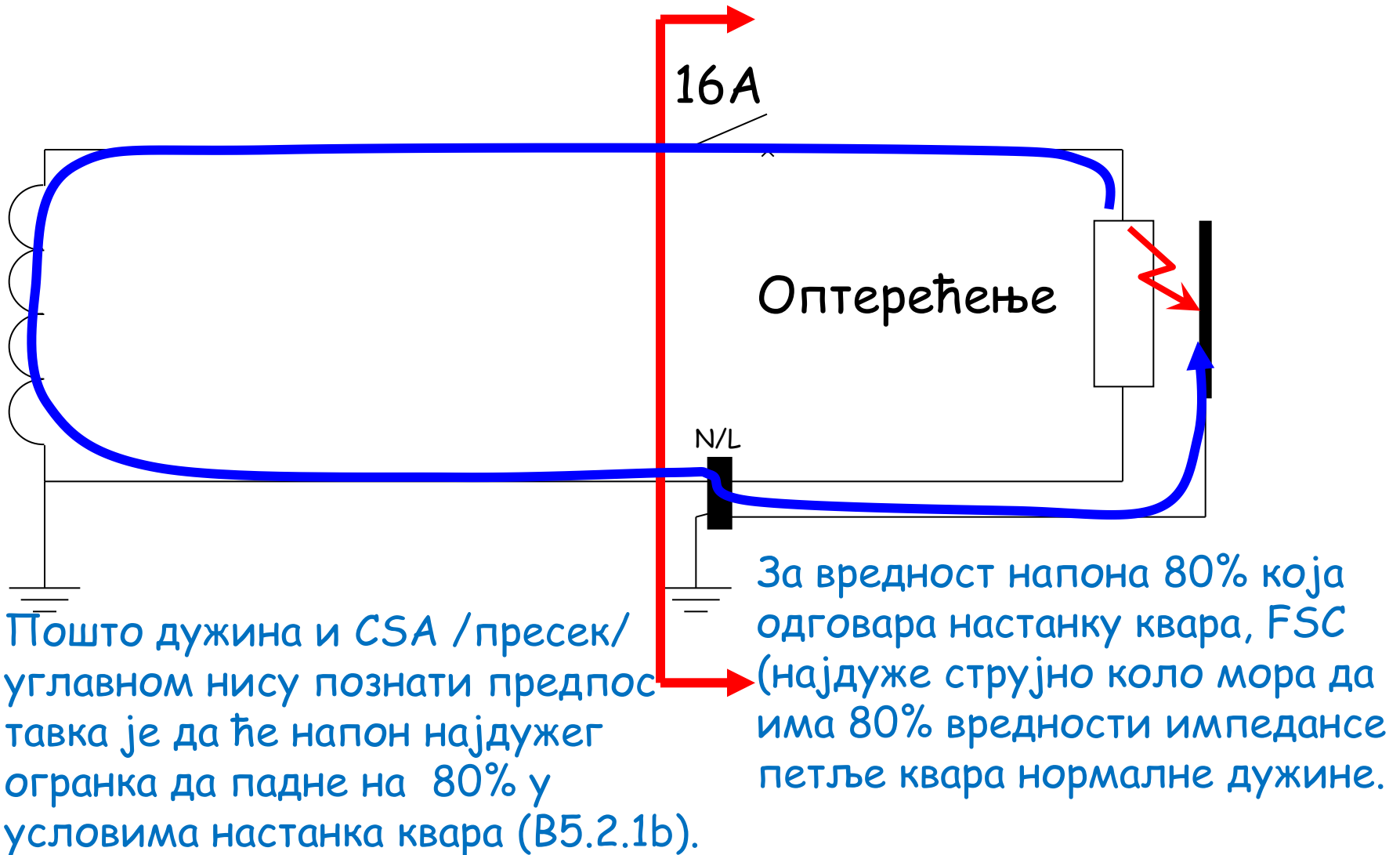
# Мерење и израчунавање импедансе петље квара

◆ Проверава се дали су 3 начина за одређивање импеданси петље квара исправна

1. Мерење импедансе петље квара које обухвата оптерећење
2. Израчунавање максималне дозвољене дужине Final Sub Circuit(најдужег и најугроженијег огранка и елемената које он обухвата).
3. Мерење импедансе у петљи са активном фазом A /A-E impedance(Поређење са вредностима у Табели 3.2&T 8.1 of IEC Compare it to Table 3.2&T8.1 of IEC)

80%=0,8 је коефицијент који представља пад вредности номиналног напона на крају најдужег струјног кола/огранка у случају квара

$CSA_{ACTIVE}$   $S_{APh}$  је попречни пресек фазног проводника  
 $CSA_{EARTH}$   $S_{PE}$  је попречни пресек заштитног проводника





- Максимална дозвољена дужина за било које струјно коло може да се рачуна према формули (Tabela B1, pg.347):

$$0.8 \cdot V = R_e I_{TRIP.ISKL} = \frac{R_{ACT} R_{EARTH}}{R_{ACT} + R_{EARTH}} I_{TRIP.ISKL} = \rho \cdot L_{max} \left[ \frac{1}{CSA_{ph.ACT}} + \frac{1}{CSA_{EARTH}} \right] I_{TRIP.ISKLJ}$$

$$= \rho \cdot L_{max} \frac{CSA_{ph.ACT} \cdot CSA_{EARTH}}{CSA_{ph.ACT} CSA_{EARTH}} I_{TRIPP.ISKLJ} \Leftrightarrow \rho_{PH.ACTIVE} = \rho_{EARTH}$$

$$L_{MAX} = \frac{0.8 \times V_{NOM} \times CSA_{faznogvoda .ACTIVE} \times CSA_{zast.EARTH}}{I_{TRIPisklj.} \times \rho \times (CSA_{faznog voda.ACTIVE} + CSA_{zastEARTH})}$$

$$\rho = 22.5 \times 10^{-3} \text{ ohm-mm}^2/\text{m} \text{ za Cu}$$

$$= 36 \times 10^{-3} \text{ ohm-mm}^2/\text{m} \text{ za Al}$$

- Максималне допуштене дужине односе се на Произвољно бирано коло - струјни огранак

TABLE B5.1

MAXIMUM CIRCUIT LENGTHS, IN METRES, FOR DIFFERENT SIZES OF CONDUCTORS AND PROTECTIVE DEVICES USING APPROXIMATE MEAN TRIPPING CURRENTS ( $I_a$ )\*

Conductor size		Protective device rating	Circuit-breaker (see Note 1)			Fuses (see Note 2)
Active	Earth		Type B	Type C	Type D	
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	A	Maximum circuit length, $L_{max}$ , m			
1	1	6	170	91	55	204
1	1	10	102	55	33	114
1.5	1.5	10	153	82	49	170
1.5	1.5	16	96	51	31	82
2.5	2.5	16	160	85	51	136
2.5	2.5	20	128	66	41	93
4	2.5	25	126	67	40	90
4	2.5	32	98	52	31	70
6	2.5	40	90	48	29	60
10	4	50	117	62	37	73
16	6	63	142	76	45	85
16	6	80	112	59	36	59
25	6	80	124	66	40	66
25	6	100	99	53	32	47
35	10	100	159	85	51	75
35	10	125	127	68	41	58
50	16	125	198	106	63	90
50	16	160	155	83	50	71
70	25	160	235	126	75	108
70	25	200	188	100	60	84

\*  $I_a$  for circuit-breakers are mean tripping currents as follows:  
 Type B = 4 times rated current  
 Type C = 7.5 times rated current  
 Type D = 12.5 times rated current.

\*  $I_a$  for fuses are approximate mean values from AS 2005.21.2.

IEC

Table B1, P 347

За тип С према IEC Table B1 P347  
 $CSA_{ACT} = CSA_{EAR} = 2.5 \text{ mm}^2$  и  $16 \text{ A}$ ,  
 максимална дужина огранка

$L_{MAX} = 85 \text{ m}$

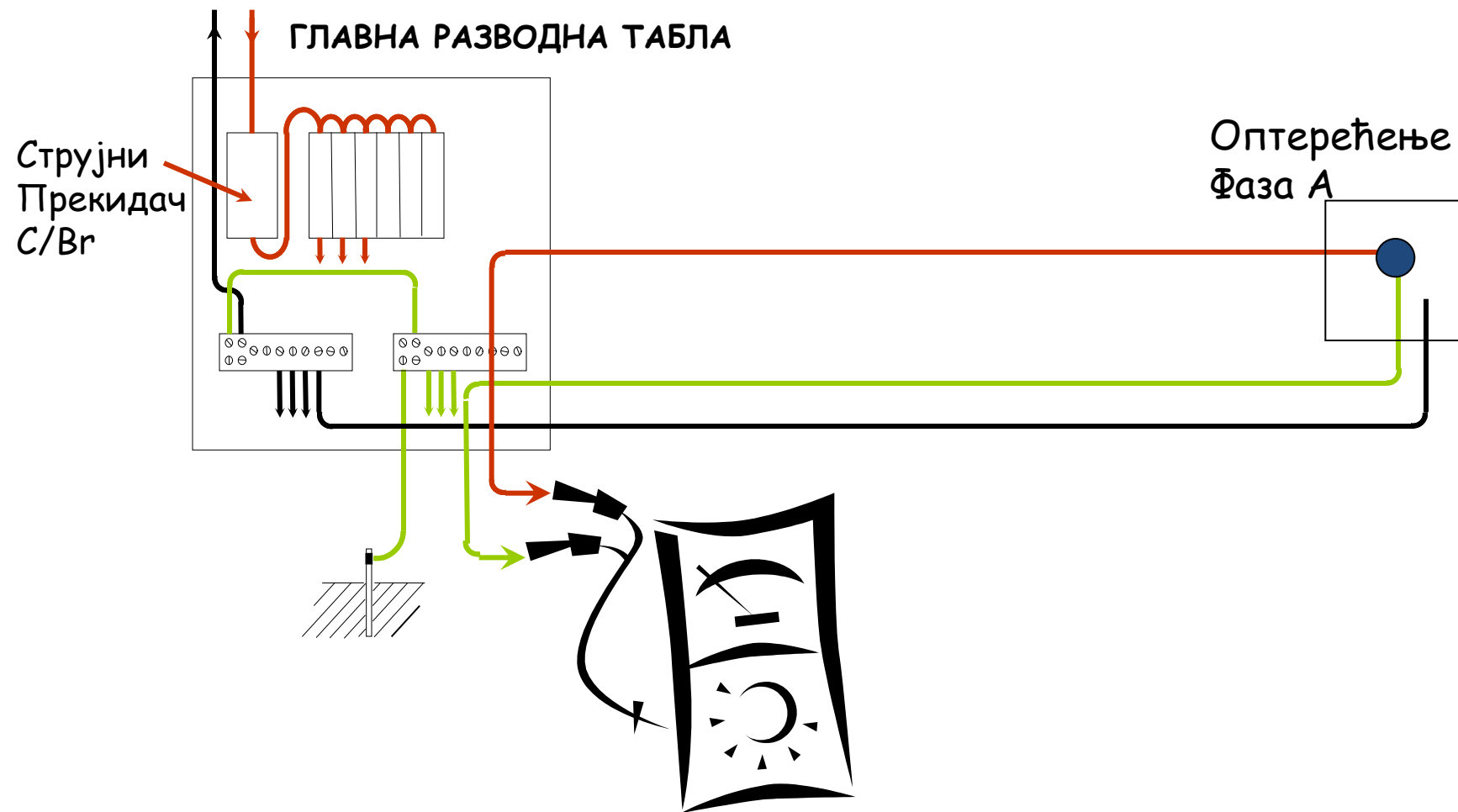
# Сугестија :Мерења импеданси петљи, Прилог 1

◆ Проверава се дали су 2 начина мерења за одређивање импеданси петљи исправна

1.Мерење импедансе петље квара која обухвата импедансу оптерећења

3. Мерење импедансе у петљи активна фаза А /А-Е impedance(Поређење са вредностима у Табели 3.2 & Т 8.1 of IEC).

АЛИ ШТА СЕ ДОГАЂА АКО ГЛАВНИ СТРУЈНИ ПРЕКИДАЧ  
НИЈЕ НА ГЛАВНОЈ РАЗВОДНОЈ ТАБЛИ

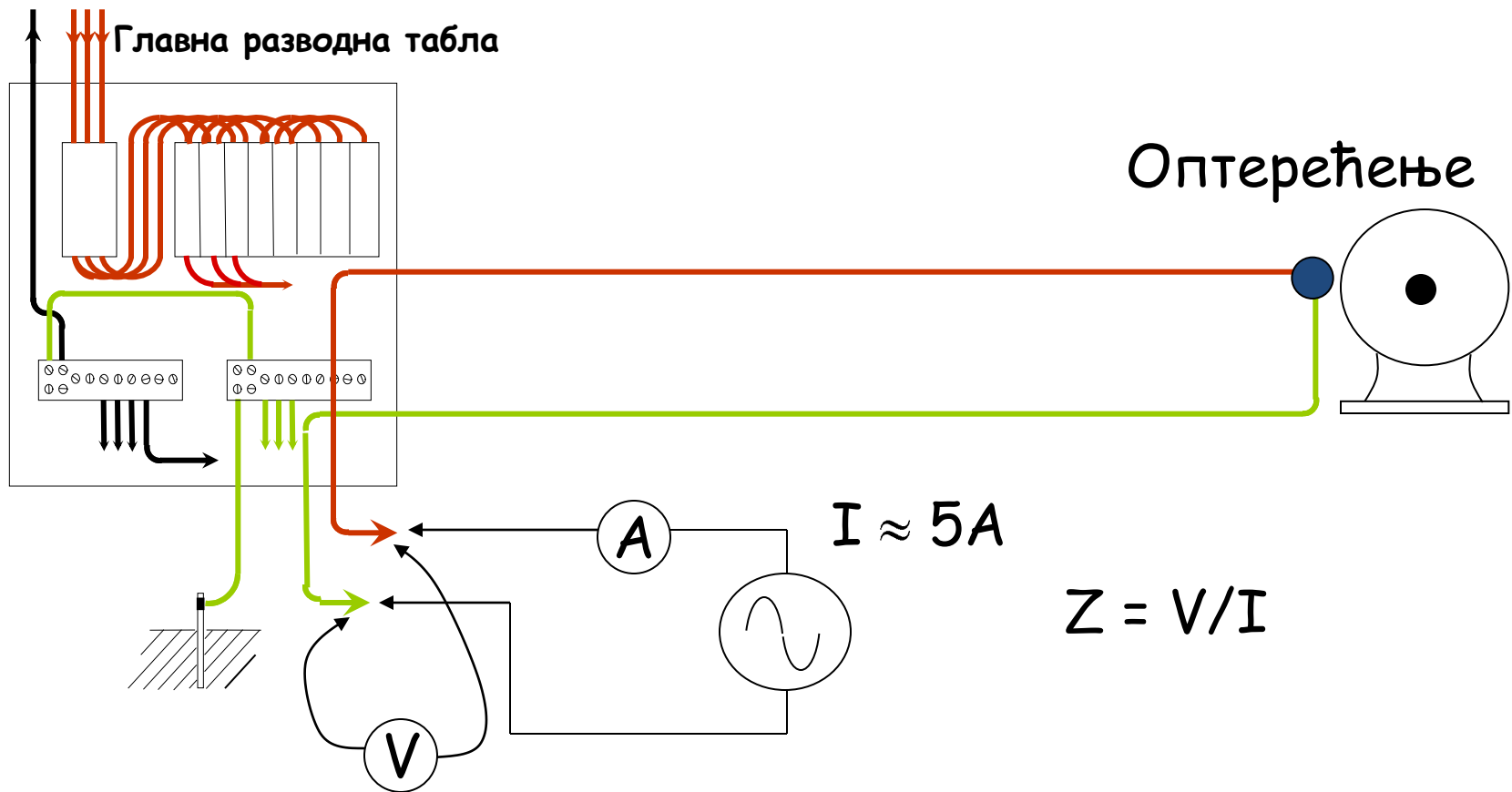


Нека ,  $300\text{mm}^2$  ел. кабл наранџасте боје постављен испод земље у дужини  $140\text{m}$  напаја  $400\text{V}$ ,  $350\text{A}$ , 3-фазни мотор. Прекидач у колу ОДС  $400\text{A}$  тип "С".

1. Дозвољена струја оптерећења кабла  $300\text{mm}^2$   $I = 415\text{A}$
2. Струја у прекидачу С/В. се одреди према услову за тренутно деловање:
  - $I_{\text{C/V}} = 7.5 \times 400 = 3000\text{A}$
1. Према овој струји и Омовом закону, за коло са активним оптерећењем, импеданса (топле/активне) петље квара износи
  - $Z = V / I_{\text{C/V}} = 240 / 3000 = 0.08\Omega$
3. Укупна вредност импедансе петље за случај када коло није активно (у мировању)  $FLZ = 0.08 \times 0.8 = 0.064\Omega$
5. Вредност импедансе петље за најдуже струјно коло/огранак  $FLZ$  (хладно/neaktivno) =  $0.064 \times 0.8 = 0.0512\Omega$   
Final Sub-Circuit  $FLZ$  (cold) =  $0.064 \times 0.8 = 0.0512\Omega$

Нека је  $300\text{mm}^2$  ел.кабл наранџасте боје за напајање напоном  $400\text{V}$ ,  $350\text{A}$ ,  $140\text{m}$  удаљеног 3-фазног мотора, постављен под земљом.

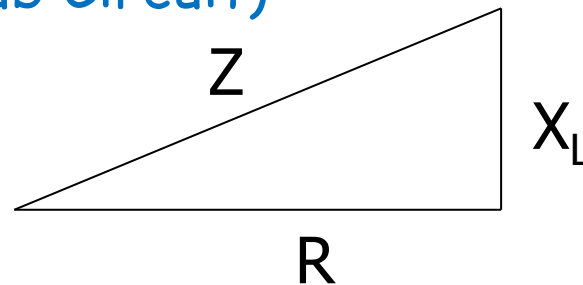
## 7. Мерење укупне стварне импедансе петње квара



Нека је  $300\text{mm}^2$  ел.кабл наранџасте боје за напајање напоном  $400\text{V}$ ,  $350\text{A}$ ,  $140\text{m}$  удаљеног 3-фазног мотора, постављен под земљом., **пресеци фазног и заштитног проводника нису једнаки**

Како да се зна да је разлог и начин постављања кабла и његове заштите исправан?

1. Из табеле (IEC 6000..... table 5.1, pg. 213) величина пресека (\*EARTH) заштитног проводника је :  $120\text{mm}^2$
2. Одређивање стварне импедансе петље из А-Е петље и FSC.(Final Sub Circuit)



Треба да се обухвати и вредност за  $X_L$  само за каблове пресека изнад  $120\text{mm}^2$

Нека је  $300\text{mm}^2$  ел.кабл наранџасте боје за напајање напоном  $400\text{V}$ ,  $350\text{A}$ ,  $140\text{m}$  удаљеног 3-фазног мотора, постављен под земљом.

Како да се зна да је разлог и начин постављања кабла и његове заштите исправан??????

1. Величина пресека:  $120\text{mm}^2$  (from IEC 6000..table 5.1)
2. Одређује се стварна импеданса А-Е петље и FSC.(Final Sub Circuit)

У делу петље која обухвата Активну фазу:

реактанса петље  $X_L =$  за  $140\text{m}$

(Tabela 30, IEC 6000..)  $0.0732\Omega/\text{km} = 0.010248\Omega$

$R@75^\circ\text{C} = 0.0778\Omega/\text{km}$  (Tabela 35, IEC 6000...)

$R@20^\circ\text{C} = 0.0778 \times 0.8 \times 0.14$

$= 0.0087136\Omega$  за  $140\text{m}$



Нека је  $300\text{mm}^2$  ел.кабл наранџасте боје за напајање напоном  $400\text{V}$ ,  $350\text{A}$ ,  $140\text{m}$  удаљеног 3-фазног мотора, постављен под земљом.

Основно питање је дали се мерење отпора петље или делова петље изводи под оптерећењем или на хладно ?????

• У Делу петље која обухвата заштитни вод пресека  $120\text{mm}^2$  :  $X_L = 0.0743\Omega/\text{km} = 0.010402\Omega$  за  $140\text{m}$

$$R@75^\circ\text{C} = \underline{0.188\Omega/\text{km}}$$

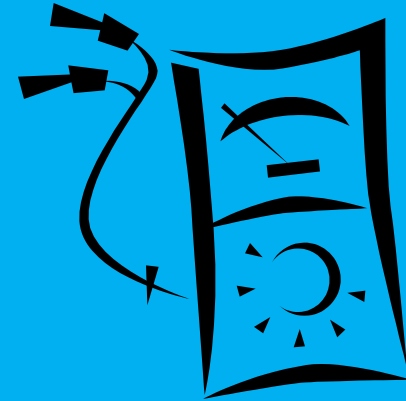
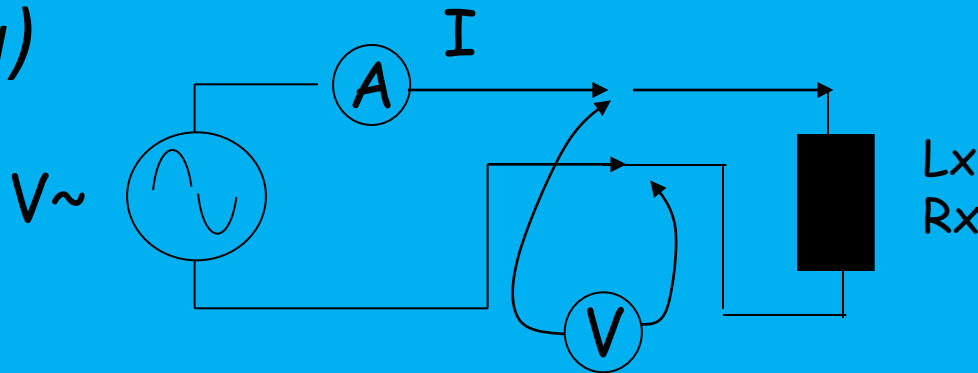
$$R@20^\circ\text{C} = 0.188 \times 0.8 \Omega/\text{km}$$

$$= 0.1504\Omega$$

$$R@20^\circ\text{C} \text{ за } 140\text{m} = 0.1504 \times 0.140 = 0.021056\Omega$$

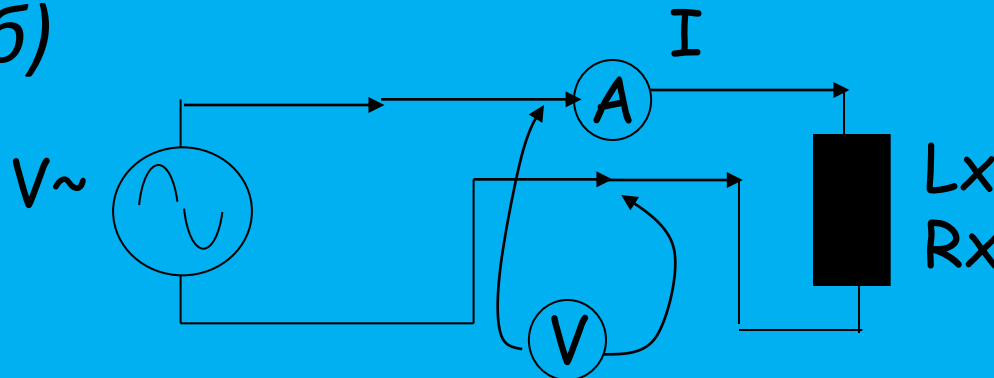
Слика 1. Класична шема за мерење апсолуне вредности модула импедансе извора: а) велике вредности , б) мале вредности модула импедансе

• а)



Модул импедансе се одреди из Ohm ов – ог закона

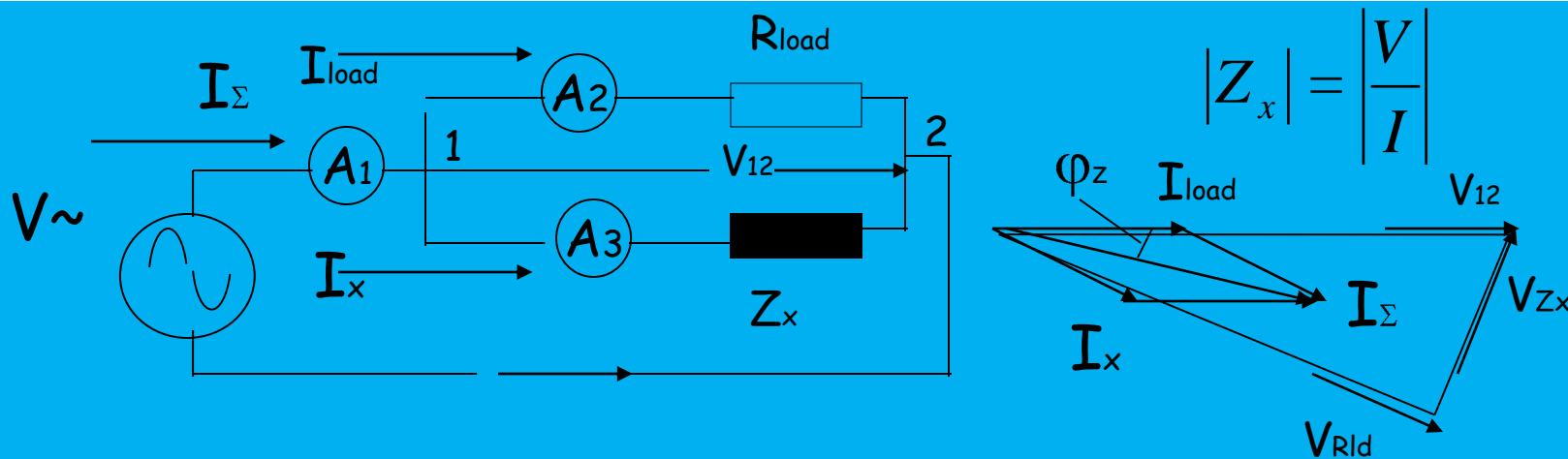
• б)



$$|Z_x| = \left| \frac{V}{I} \right|$$

Модул се одреди из Ohm ов – ог закона за наизменичне струје

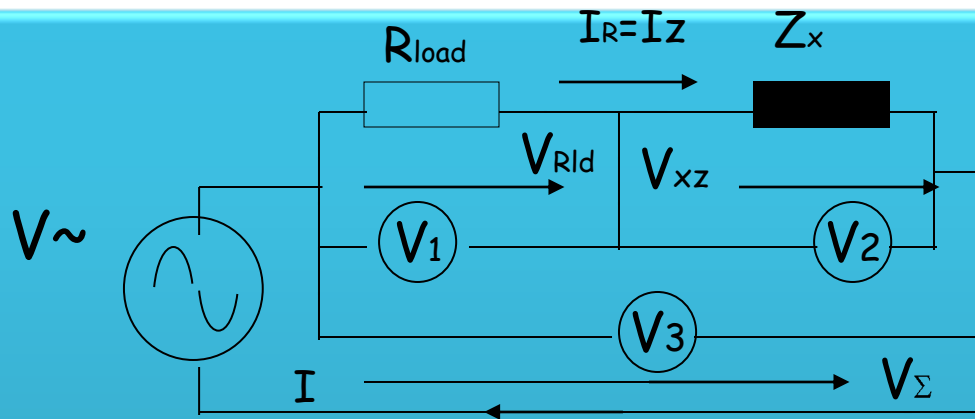
Слика 1. Класична шема за мерење модула импедансе: с) метода са три амперметра и - d) векторски дијаграм,



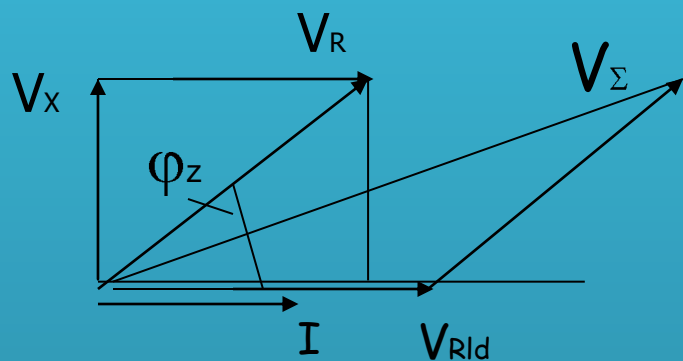
$$R = Z_x \cos \varphi_Z = \frac{R_b}{2I_Z^2} (I_\Sigma^2 - I_Z^2 - I_{Rb}^2);$$

$$X = Z_x \sin \varphi_Z = \frac{R_b}{2I_Z^2} \sqrt{4I_Z^2 I_{Rb}^2 - (I_\Sigma^2 - I_Z^2 - I_{Rb}^2)};$$

Слика 1. Класична шема за мерење модула импедансе: е) метода са три волтметра - ф) векторски дијаграм



$$|Z_x| = \left| \frac{V}{I} \right|$$



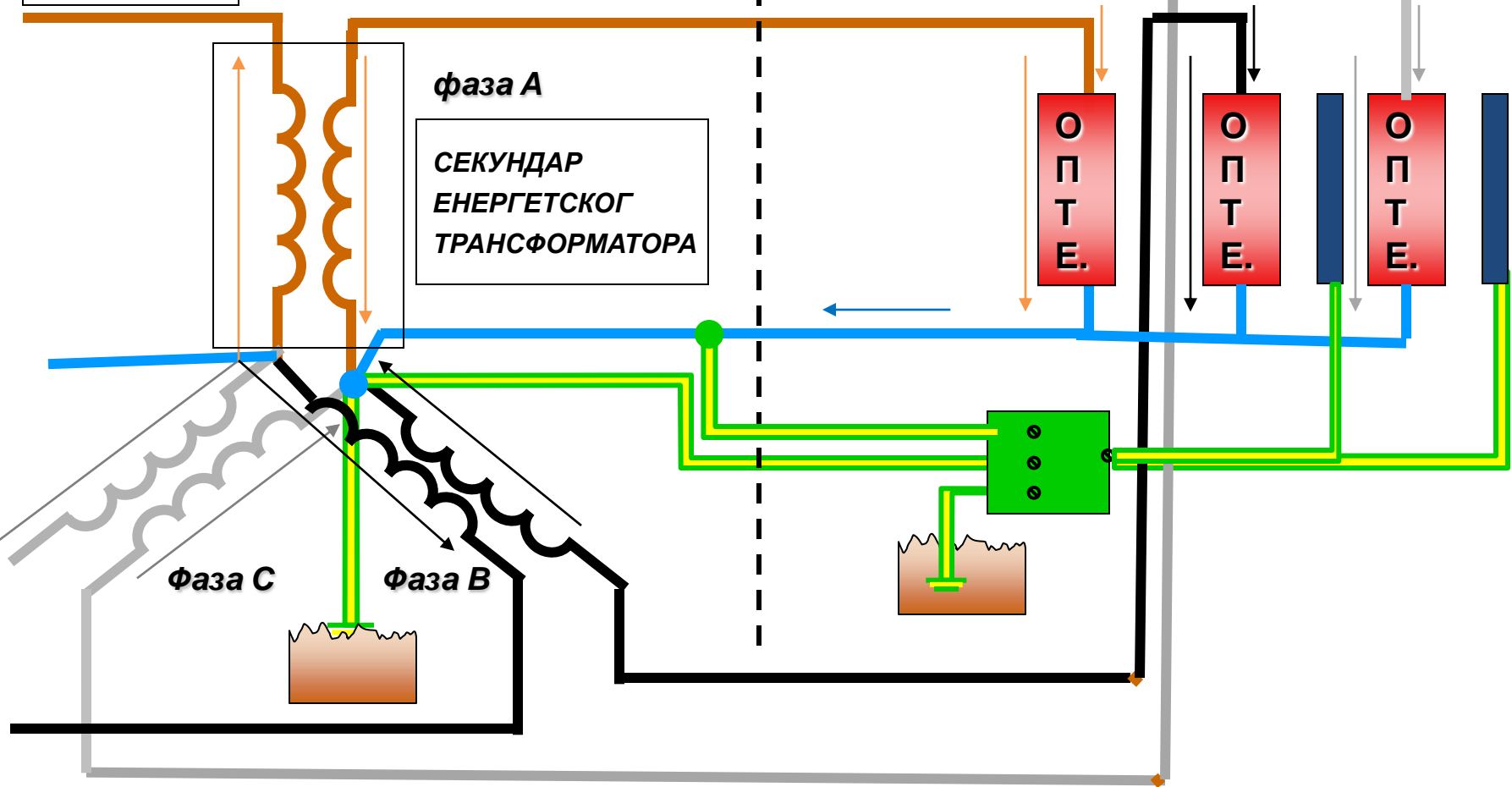
$$R = Z_x \cos \varphi_Z = \frac{R_b}{2V_Z^2} (V_\Sigma^2 - V_Z^2 - V_{Rb}^2) \quad X = Z_x \sin \varphi_Z = \frac{R_b}{2V_Z^2} \sqrt{4V_Z^2 V_{Rb}^2 - (V_\Sigma^2 - V_Z^2 - V_{Rb}^2)}$$

TN-C-S | -N-  
TN-S | -N-  
TT | -N-

# Мерење импедансе Извора GDS – секундар ET

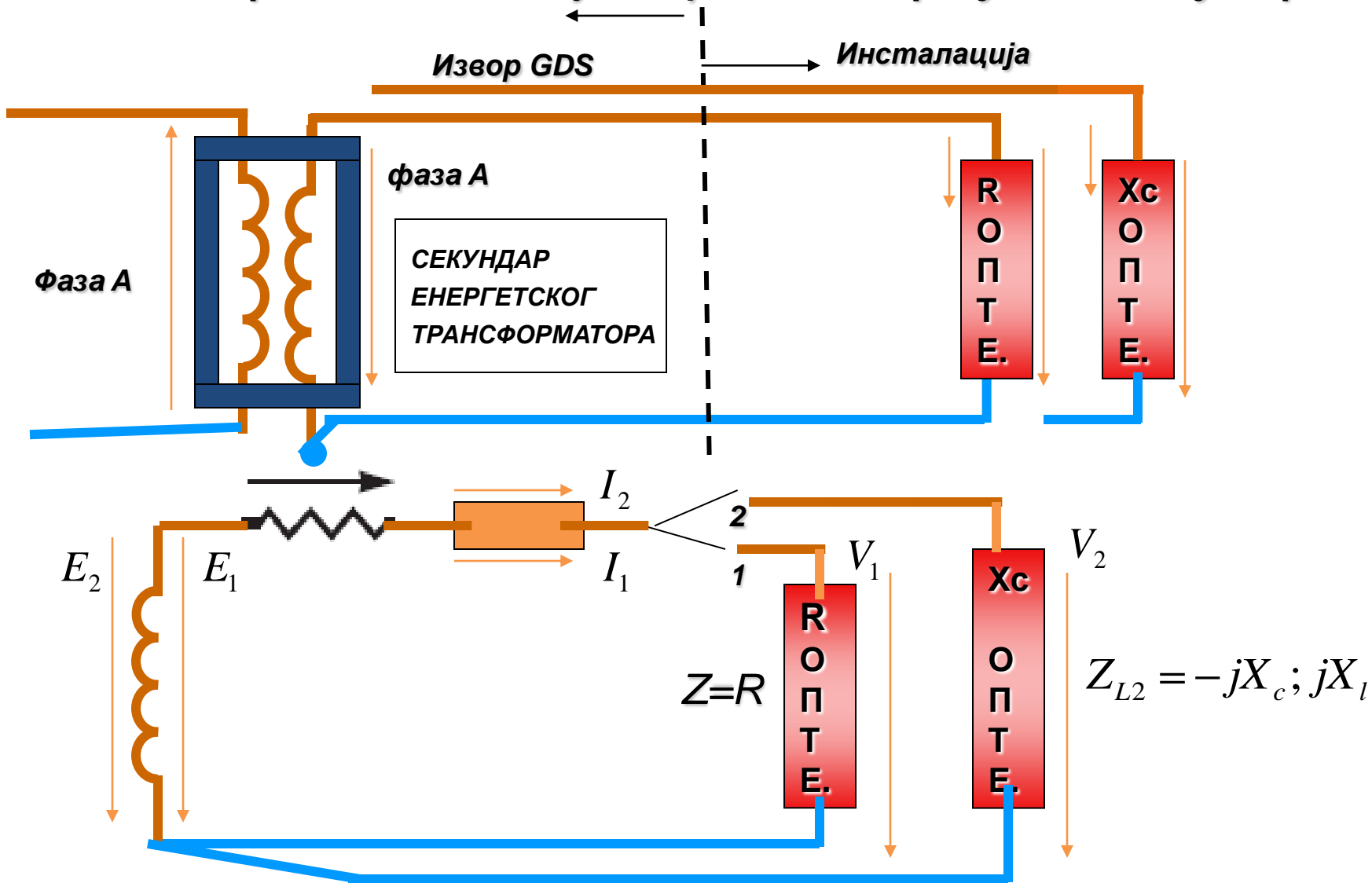
← Извор GDS

→ Инсталација

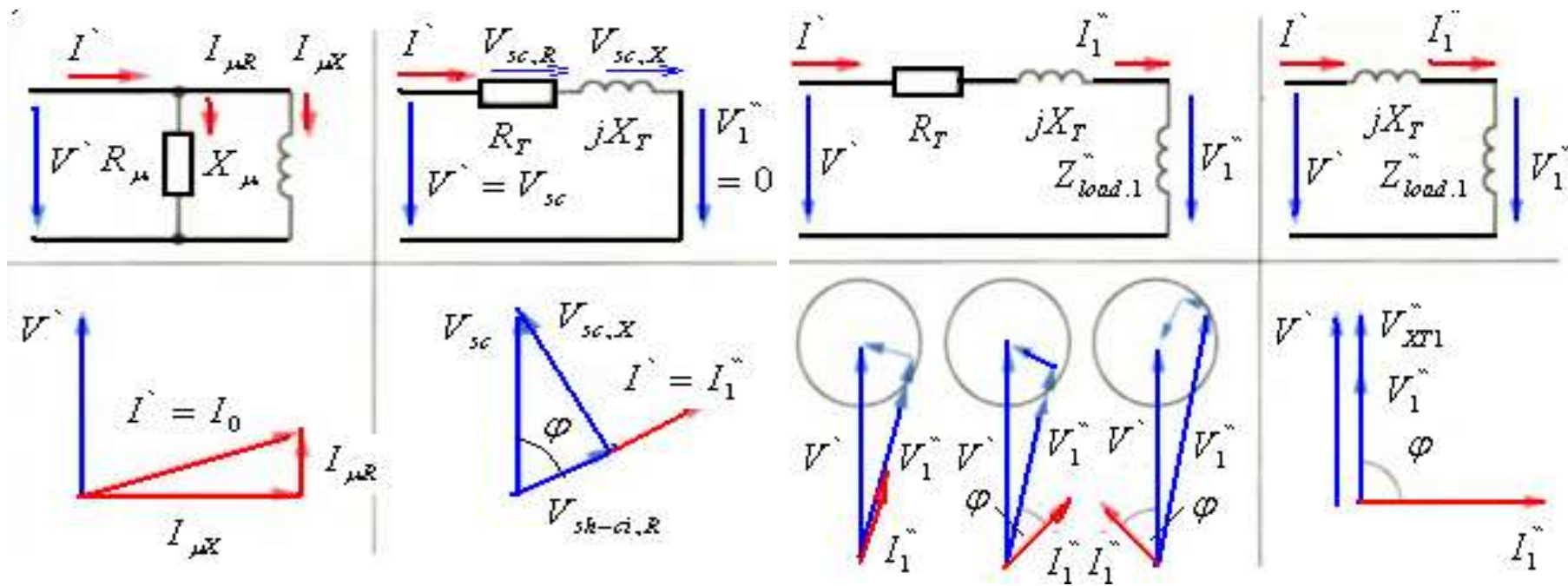


Општи Дист Систем ODS GDS

**Мерење импедансе једнофазног извора у GDS – секундар ET**



Слика..Класични и графоаналитички метод мерења импедансе једнофазног ЕТ :  
 а) празан ход, б)кратак спој, с)оптерећени ЕТ, d)оптерећени ЕТ, шеме и дијаграми

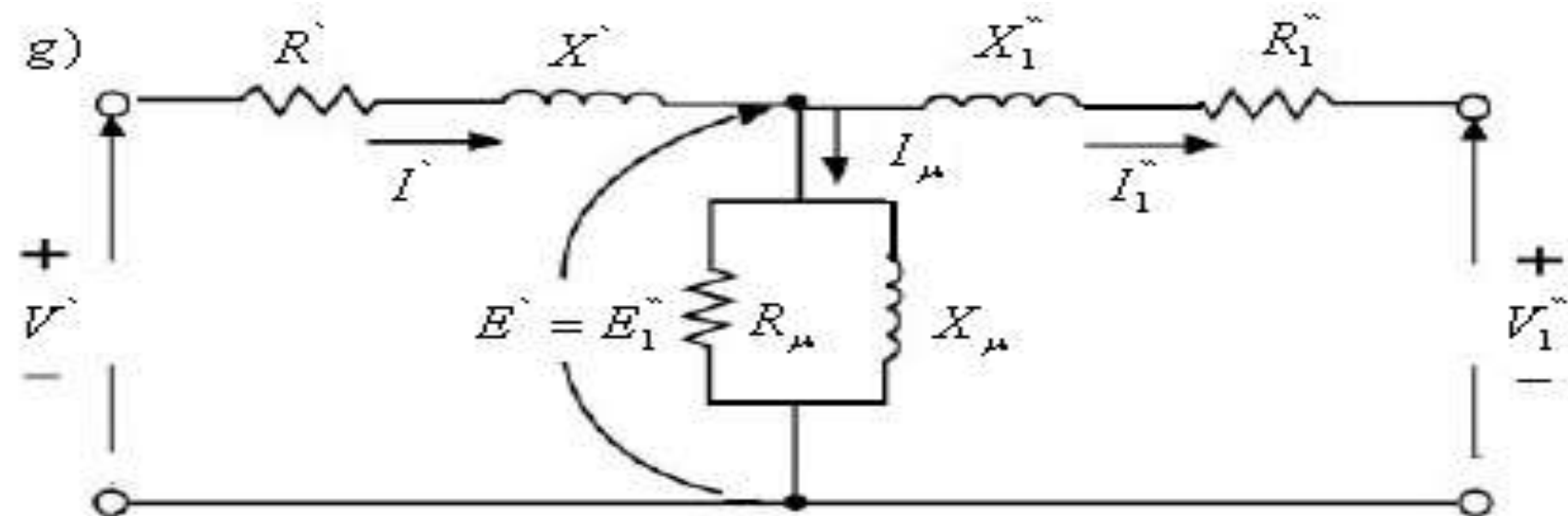
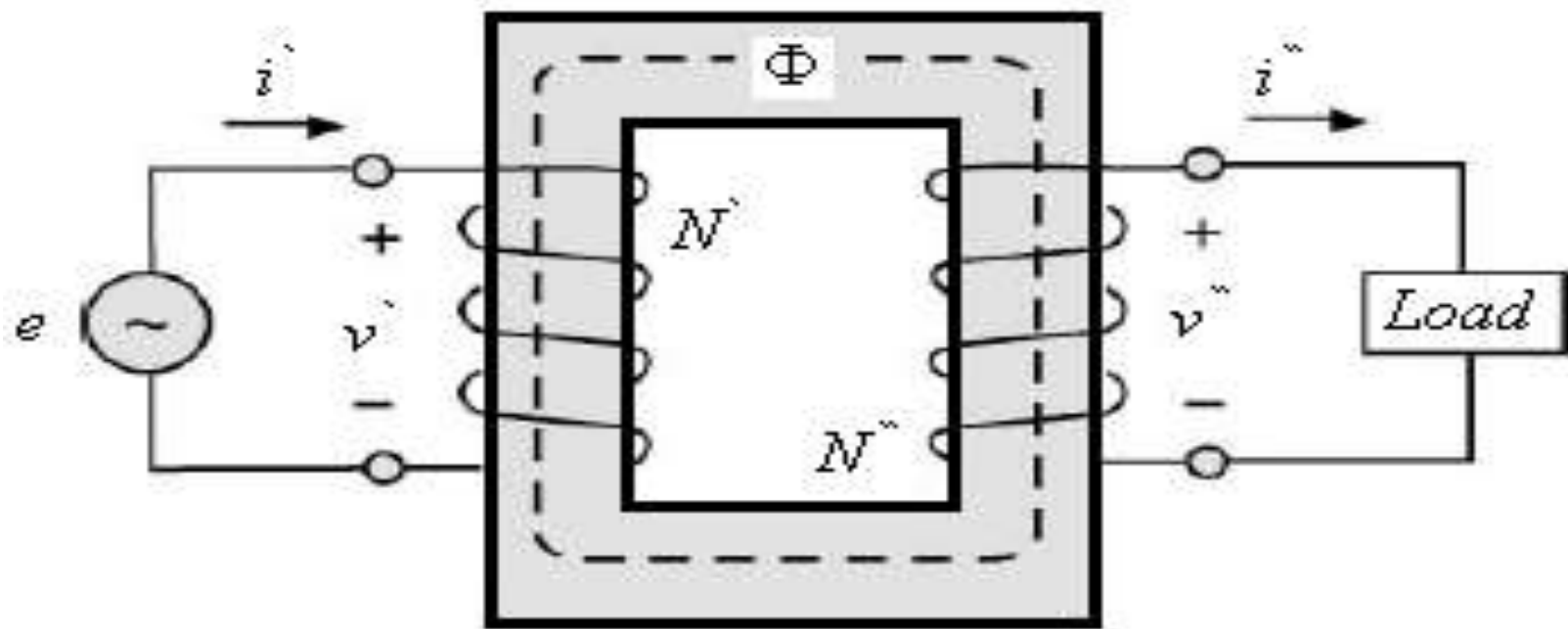


а)Празан ход – шема  
 Празан ход дијаграм

б)Кратак спој - шема  
 Кратак спој, дијаграм

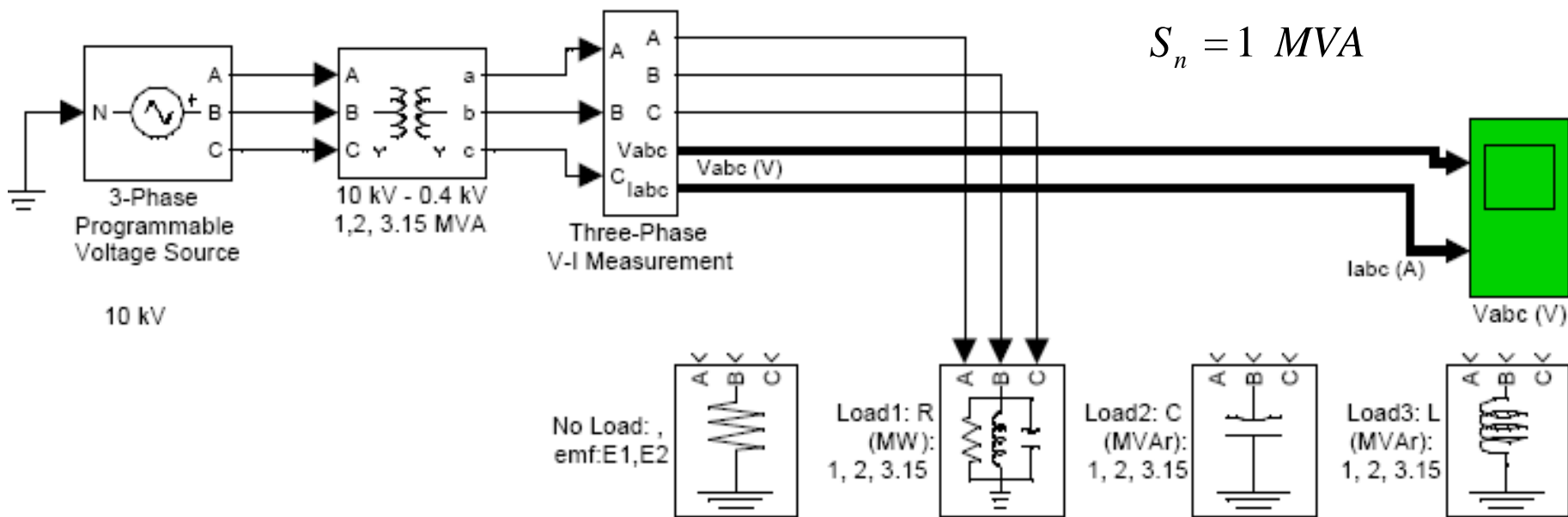
с)Оптерећени ЕТ – шема  
 Оптерећени ЕТ – дијаграм  
 активно R, индукт. L, карас. C

д) Оптерећени ЕТ , VF  
 Оптерећени ЕТ , VF  
 дијаграм





Симулације мерења у програму MATLAB (Simulink Power System, [psb3phasesignalseq](#)) на АВВ трансформаторима изведене су са 100% оптерећења наТ са ;1, 2, 3.15MVA



Прво у табели а затим на дијаграму су приказане називне секундарне струје и напони у различитим тестовима оптерећења :

Симулирано је мерење и тест за неоптерећен трансформатор а затим за активно, реактивно капацитивно и реактивно индуктивно оптерећење . Добије промене електричних величина приказане су на сликама 4,5,6.,

# Табела: Бројне вредности величина и параметара трансформатора израчунатих на основу симулираних мерења по ГАФ методи

Tabela 3: Rezultati veličina i parametara izračunatih pomoću

Vrednost	$T1: 1[MVA],$ $ R  =  X_c  = 0.16[\Omega]$
$E_{1m} = E_{2m}[V]$	326.4
$E_{1m}^2 = E_{2m}^2[V^2]$	106537
$V_{1m}[V]$	323.1
$V_{1m}^2[V^2]$	104393.6
$I_{1m}[A]$	2000
$I_{1m}^2[A^2]$	$4 \cdot 10^6$
$V_{2m}[V]$	350
$V_{2m}^2[V^2]$	122500
$I_{2m}[A]$	2200
$I_{2m}^2[A^2]$	$4.84 \cdot 10^6$
$M[\Omega^2]$	$5.358735 \cdot 10^{-4}$
$N[\Omega^2]$	$-3.298141 \cdot 10^{-3}$
$\frac{M-N}{2}[\Omega^2]$	$1.913875 \cdot 10^{-3}$
$\frac{M-N}{2X_c}[\Omega]$	0.01196161

$M[\Omega^2]$	$5.358735 \cdot 10^{-4}$
$N[\Omega^2]$	$-3.298141 \cdot 10^{-3}$
$\frac{M-N}{2}[\Omega^2]$	$1.913875 \cdot 10^{-3}$
$\frac{M-N}{2X_c}[\Omega]$	0.01196161
$(\frac{M-N}{2X_c})^2[\Omega^2]$	$1.431 \cdot 10^{-4}$
$a = 1 + \left  \frac{R}{X_c} \right ^2 = 1 + 1 = 2$	2
$b = 2X_c \left( 1 - \frac{M-N}{2X_c} \frac{1}{X_c} \right), [\Omega^2]$	0.2961
$c = \left( \frac{M-N}{2 X_c } \right)^2 - M, [\Omega^2]$	$-3.927574 \cdot 10^{-4}$
$r_2 < 0$ nije realno; $r_1[\Omega]$	$1.35 \cdot 10^{-3}$
$r_{LABB}[\Omega^2]$	$1.40 \cdot 10^{-3}$
$x_2 < 0$ nije realno; $x_1[\Omega]$	$11.82 \cdot 10^{-3}$
$x_{LABB}[\Omega^2]$	$9.5 \cdot 10^{-3}$