



راهنمای آنلاین وبکو

Restricted Earth Fault

tester	دسته
روم AMT Differential	بخش
فارسی	زبان
2026-10-23	تاریخ تولید

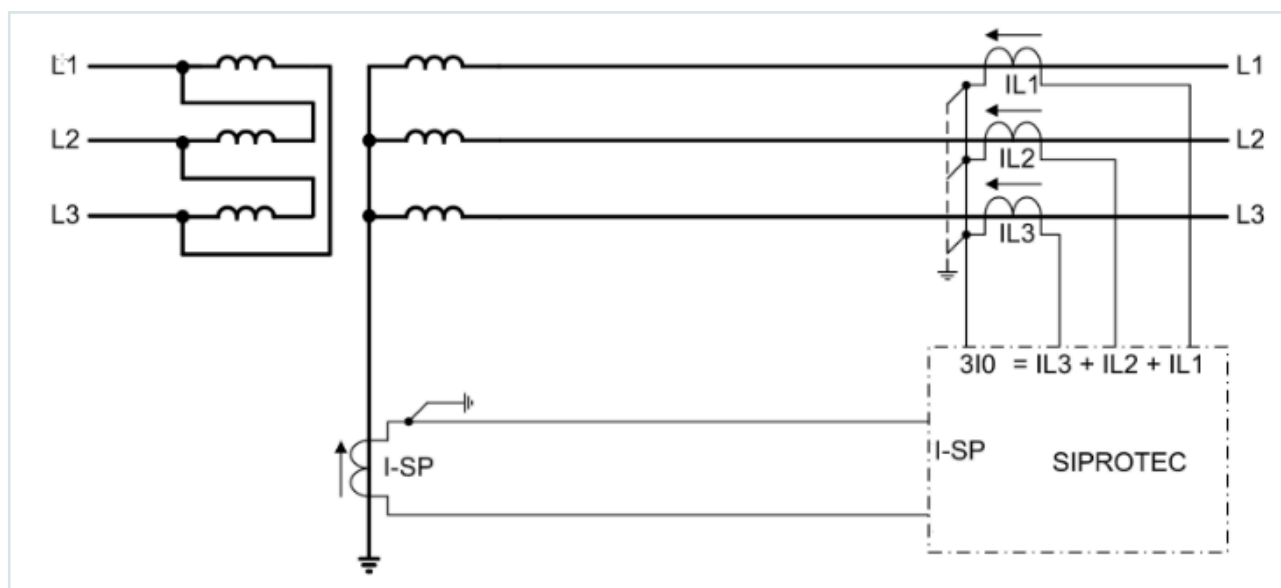
Imported Content

1

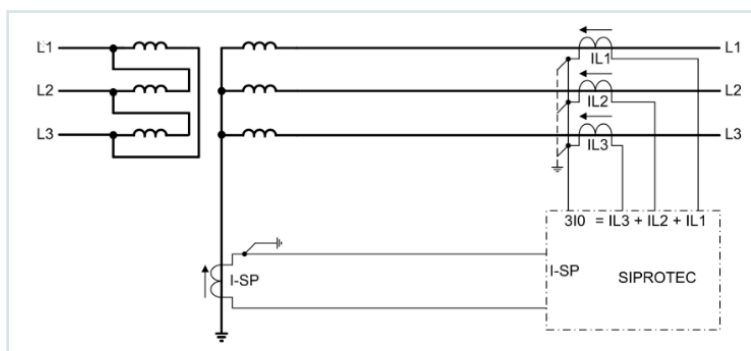
در این مستند نحوه عملکرد پنج رله رایج در زمینه عملکرد تابع REF Low Impedance بررسی خواهد شد. برای هر رله در گام اول نحوه عملکرد آن تابع به صورتی که در منوال آن اشاره شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس نحوه طراحی پلن تست برای تست کامل آن ارائه خواهد شد. این رله‌ها شامل Siemens 7UT6X، Siemens 7UT8X، MiCOM P632، ABB RET521 و ABB RET600 خواهد بود.

در برخی از رله‌های ذکر شده عملکرد رله بر اساس مقایسه جریان شاخه نوترال و جریان توالی صفر محاسبه شده توسط رله است و عملاً عملکرد رله بر اساس اختلاف مقدار (مقدار دیفرانسیل) دو جریان مذکور است. در برخی دیگر، مقایسه دو جریان مذکور صرفاً جهت پایداری رله با بررسی داخل یا خارج زون بودن خطای رخ داده است و عملکرد رله صرفاً بر اساس مقدار جریان شاخه نوترال است و عملاً دیفرانسیل دو جریان مذکور برای عملکرد رله استفاده نمی‌شود.

حفاظت REF برای تشخیص خطای ارت فالت درون انواع ترانس، اتوترانس، راکتور، موتور و ... استفاده می‌شود. با توجه به دقت و حساسیت بالای این حفاظت، می‌تواند تا حد زیادی نواحی عدم پوشش حفاظت دیفرانسیل و ارت فالت عادی را پوشش دهد. این حفاظت فقط در شرایطی می‌تواند استفاده شود که امکان اندازه‌گیری جریان عبوری از نوترال وجود داشته باشد.



تصویر 1



تصویر 2

در مدت عملکرد سیستم در شرایط عادی I_{sp} و 310 تقریباً برابر صفر هستند. اما به محض وقوع یک خطای ارت فالت، مقدار این دو جریان دچار تغییر می‌شود که بسته به شرایط خطا ممکن است با هم برابر باشند و یا اینکه دچار اختلاف باشند.

حفاظت دیفرانسیل زمین این رله بر اساس مقایسه جمع برداری جریان‌های فاز سمت مربوطه ترانسفورماتور با جریان نقطه‌نول IY است. برای شروع بررسی نحوه عملکرد این تابع، ابتدا پارامترهای مورد استفاده رله، مطابق آنچه در منوال آن ذکر شده بررسی می‌شود. اولین پارامتری که این رله برای عملکرد خود استفاده می‌کند Matching Factor است که به صورت ذیل حساب می‌شود.

$$I_{ref,N} = \frac{S_{ref}}{\sqrt{3} \cdot V_{nom}}$$

$I_{ref,N}$ = Reference Current of the Ground Differential Protection Function

S_{ref} = Reference Power

V_{nom} = Nominal Voltage

$$K_{ph} = \frac{I_{nom,ph}}{I_{ref,N}}$$

$$K_y = \frac{I_{nom,y}}{I_{ref,N}}$$

K_{ph} : Phase Matching Factor

K_y : Starpoint Matching Factor

$I_{nom,ph}$ = Primary Nominal Current of the Phase Current Transformer

$I_{nom,y}$ = Primary Nominal Current of Current Transformer in the Starpoint

تصویر 3

$$I_{ref,N} = \frac{S_{ref}}{\sqrt{3} \cdot V_{nom}}$$

$I_{ref,N}$ = Reference Current of the Ground Differential Protection Function

S_{ref} = Reference Power

V_{nom} = Nominal Voltage

$$K_{ph} = \frac{I_{nom,ph}}{I_{ref,N}}$$

$$K_y = \frac{I_{nom,y}}{I_{ref,N}}$$

K_{ph} : Phase Matching Factor

K_y : Starpoint Matching Factor

$I_{nom,ph}$ = Primary Nominal Current of the Phase Current Transformer

$I_{nom,y}$ = Primary Nominal Current of Current Transformer in the Starpoint

تصویر 4

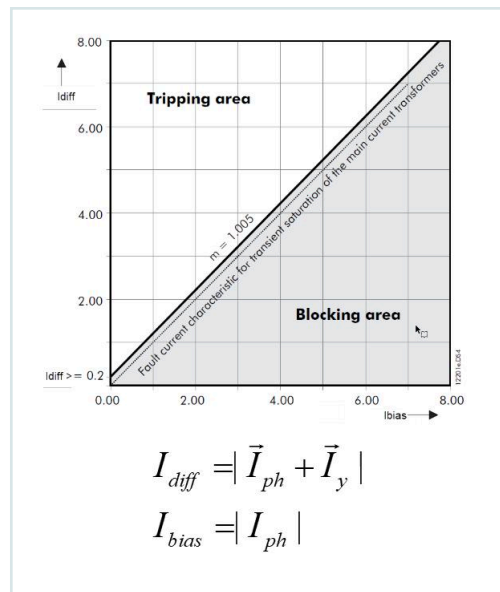
موارد زیر در مورد Matching Factors صدق می‌کند:

- Matching Factor باید همواره کمتر ۱۶ باشد.

- مقدار Matching Factor باید همواره بیشتر از ۰.۵ باشد.

اگر Matching Factor شرایط فوق را برآورده نکنند، یک الارم صادر شده و بلاک می‌شود.

برای این رله دو مد عملکرد در منوال آن ذکر شده که هر کدام به طور جداگانه بررسی خواهد شد.



تصویر 5

در این مد، اختلاف جریان هر فاز با جریان نوترال به عنوان جریان دیفرانسیل محاسبه می‌شود. جریان بایاس هم مقدار جریان فاز در نظر گرفته می‌شود.

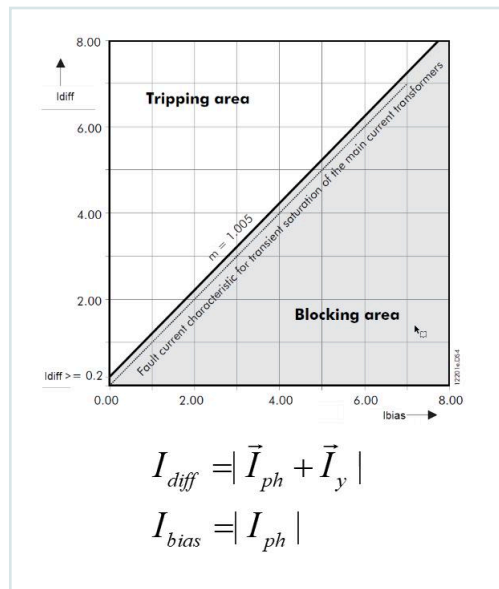
$$I_{diff} = |3\vec{I}_0 + \vec{I}_y|$$

$$I_{bias} = \frac{|I_0| + |I_y|}{2}$$

$$3\vec{I}_0 = I_A + I_B + I_C$$

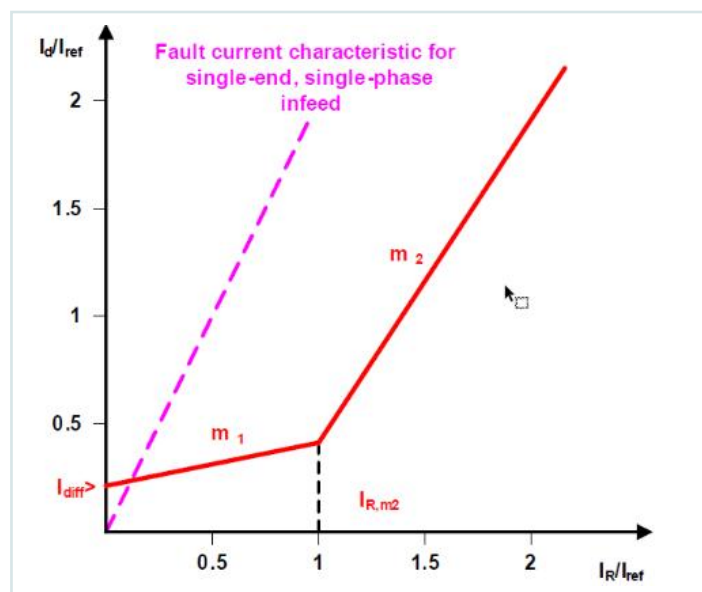
$$I_y = \text{Neutral Point Current}$$

تصویر 6



تصویر 7

برای این مد عملکرد جریان دیفرانسیل و بایاس به صورت زیر ارائه شده است.



تصویر 8

$$I_{diff} = |3\vec{I}_0 + \vec{I}_y|$$

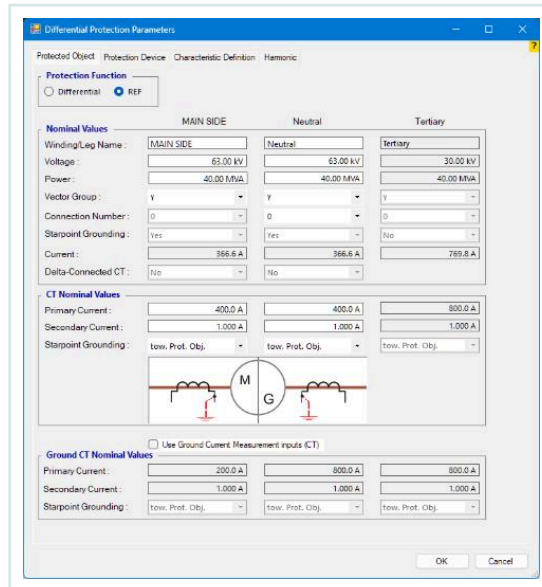
$$I_{bias} = \frac{|I_0| + |I_y|}{2}$$

$$3\vec{I}_0 = I_a + I_b + I_c$$

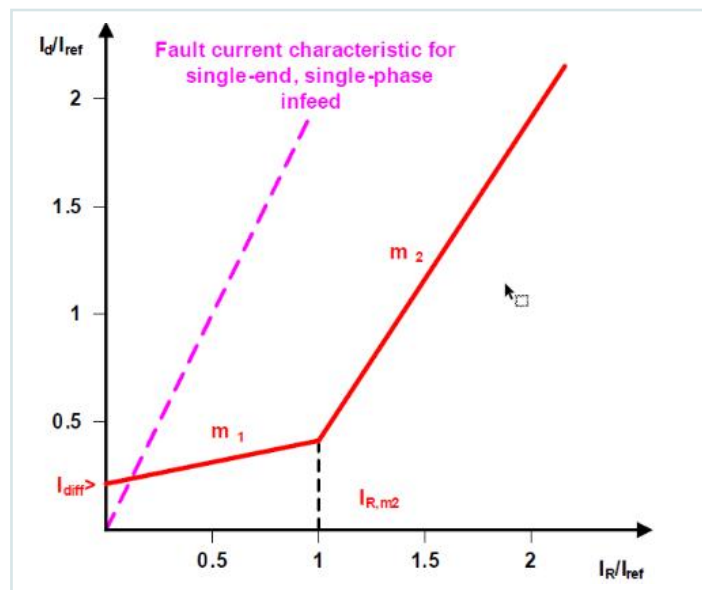
$$I_y = \text{Neutral Point Current}$$

تصویر 9

در مقایسه با حالت عملکردی «Low impd. / Sum (IP)»، در اینجا از مشخصه دو شیب استفاده شده است.



تصویر 10



تصویر 11

برای تست این تابع باید در روم دیفرانسیل نوع Protection Function را REF انتخاب کرد و در ستون Primary باید اطلاعات سمت فاز (Main Side) و در ستون Secondary باید اطلاعات سمت نوترال وارد شود.

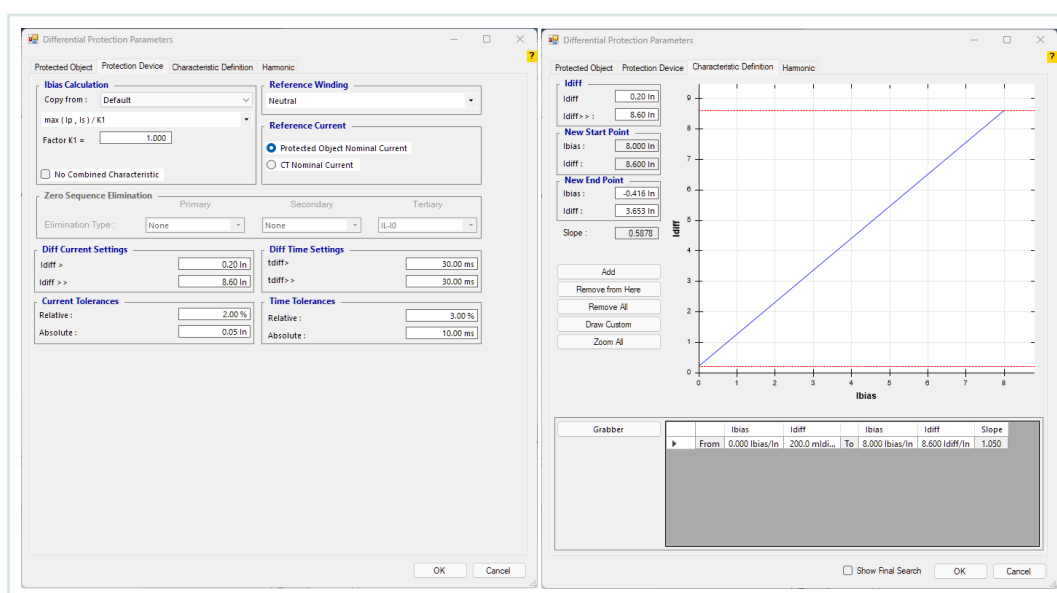


تصویر 12

در تب Protection Device و Characteristic Definition باید اطلاعات متناسب با مد انتخاب شده در رله وارد شود.

Name	Value	Address (X.Y)
Parameters		
DeviceID		
Config.parameters		
Function parameters		
Global		
General functions		
Parameter subset 1		
DIFF		
REF		
Enable	PS1	Yes 072.141
Operating mode	PS1	Low imped. / sum(IP) 072.149
Idiff>	PS1	0.20 Iref 072.150
Idiff>>>	PS1	8.6 Iref 072.151
m1	PS1	0.40 072.162
m2	PS1	1.20 072.163
IR,m2	PS1	1.00 Iref 072.164
Parameter subset 2		
Parameter subset 3		
Parameter subset 4		
Operation		
Events		

تصویر 13

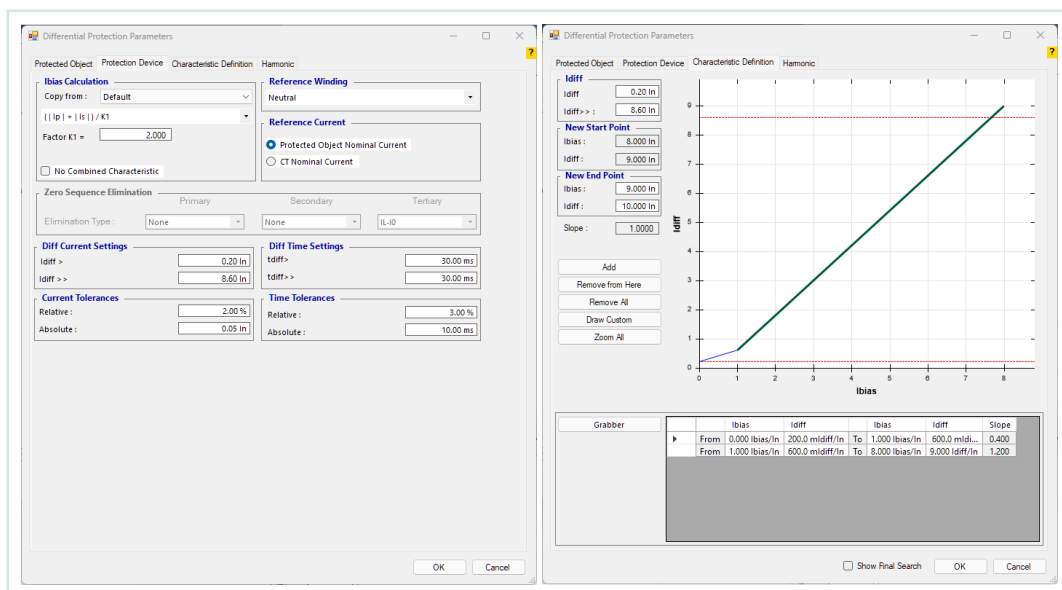


تصویر 14

با توجه به فرمول جریان بایاس این مد که جریان فاز را به عنوان جریان بایاس در نظر گرفته ()، فرمول مناسب $\text{Max}(I_p, I_s)$ است. نرم افزار به طور پیش فرض جریان I_p را بزرگتر در نظر گرفته که باعث می شود فرمول انتخابی با فرمول رله تطابق داشته باشد. با توجه به ثابت بودن اطلاعات مربوط به منحنی مشخصه REF، می توان مطابق زیر اطلاعات را برای Idiff و $\text{Idiff}>$ تب Characteristic Definition وارد کرد. در این مد اطلاعات موجود در تنظیمات رله تاثیری در منحنی مشخصه ندارند.

Name	Value	Address (X.Y)
Parameters		
DeviceID		
Config.parameters		
Function parameters		
Global		
General functions		
Parameter subset 1		
DIFF		
REF		
Enable	PS1 Yes	072.141
Operating mode	PS1 Low imped. / sum(IP)	072.149
Idiff>	PS1 0.20 Iref	072.150
Idiff>>>	PS1 8.6 Iref	072.151
m1	PS1 0.40	072.162
m2	PS1 1.20	072.163
IR,m2	PS1 1.00 Iref	072.164
Parameter subset 2		
Parameter subset 3		
Parameter subset 4		
Operation		
Events		

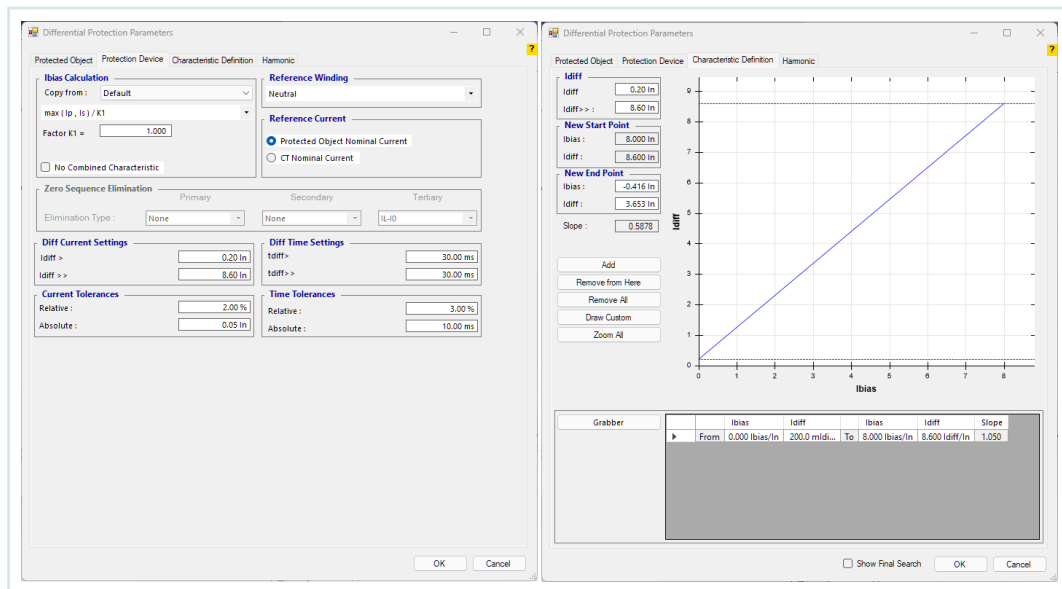
تصویر 15



تصویر 16

Name	Value	Address (X.Y)
Parameters		
DeviceID		
Config.parameters		
Function parameters		
Global		
General functions		
Parameter subset 1		
DIFF		
REF		
Enable	PS1 Yes	072.141
Operating mode	PS1 Low imped. / sum(IP)	072.149
Idiff>	PS1 0.20 Iref	072.150
Idiff>>>	PS1 8.6 Iref	072.151
m1	PS1 0.40	072.162
m2	PS1 1.20	072.163
IR,m2	PS1 1.00 Iref	072.164
Parameter subset 2		
Parameter subset 3		
Parameter subset 4		
Operation		
Events		

تصویر 17

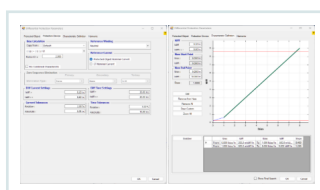


تصویر 18

در این مد فرمول جریان بایاس انتخابی به صورت انتخاب می‌شود. چرا که در هر Fault Type تکفاز، تستر در هر طرف فقط از یک فاز جریان تزریق خواهد کرد بنابراین $I_p=3I_0$ خواهد بود. برای اطلاعات منحنی مشخصه باید به تنظیمات رله مراجعه کرد و بر اساس آن منحنی مشخصه رله را تکمیل کرد.

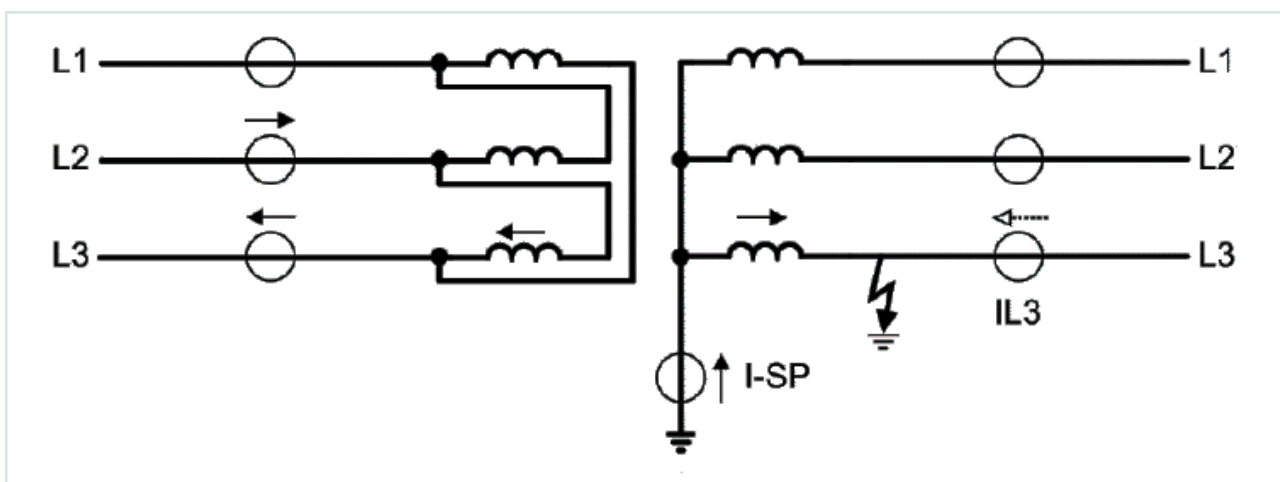
Name	Value	Address (X.Y)
Parameters		
DeviceID		
Config.parameters		
Function parameters		
Global		
General functions		
Parameter subset 1		
DIFF		
REF_		
Enable	PS1	Yoc 072.141
Operating mode	PS1	Low imped. / sum(IP) 072.149
Idiff>	PS1	0.20 Iref 072.150
Idiff>>>	PS1	8.6 Iref 072.151
m1	PS1	0.40 072.162
m2	PS1	1.20 072.163
IR,m2	PS1	1.00 Iref 072.164
Parameter subset 2		
Parameter subset 3		
Parameter subset 4		
Operation		
Events		

تصویر 19



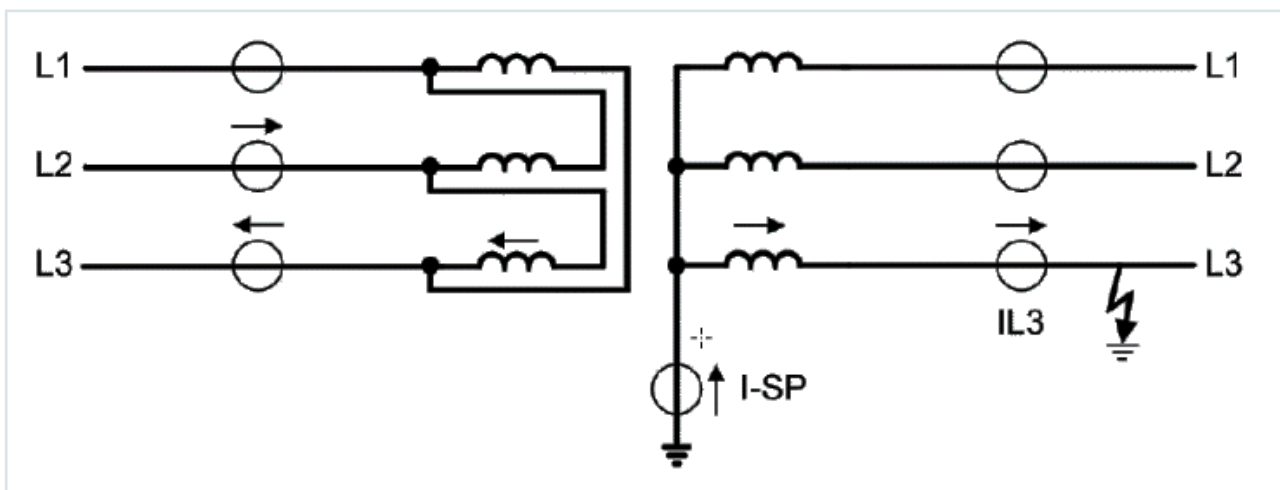
تصویر 20

همانطور که گفته شد، در حفاظت REF از دو جریان ISP و 3I0 برای انجام پروسه حفاظت استفاده می‌شود. در این پروسه جریان عملگر تنها Isp است و 3I0 به منظور تشخیص خطای داخلی یا خارجی سیستم استفاده می‌شود. در مدت عملکرد سیستم در شرایط عادی Isp و 3I0 تقریباً برابر صفر هستند. اما به محض وقوع یک خطای ارت فالت، مقدار این دو جریان دچار تغییر می‌شود که بسته به شرایط خطا ممکن است با هم برابر باشند و یا اینکه دچار اختلاف باشند.

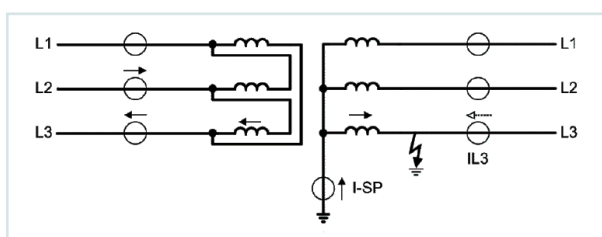


تصویر 21

• اگر خطای رخ داده درون ناحیه حفاظتی باشد دو جریان Isp و 3I0 جاری خواهند شد که با توجه به جهت این جریان‌ها که به سمت داخل ترانس هستند هر دو این مثبت در نظر گرفته می‌شوند.



تصویر 22



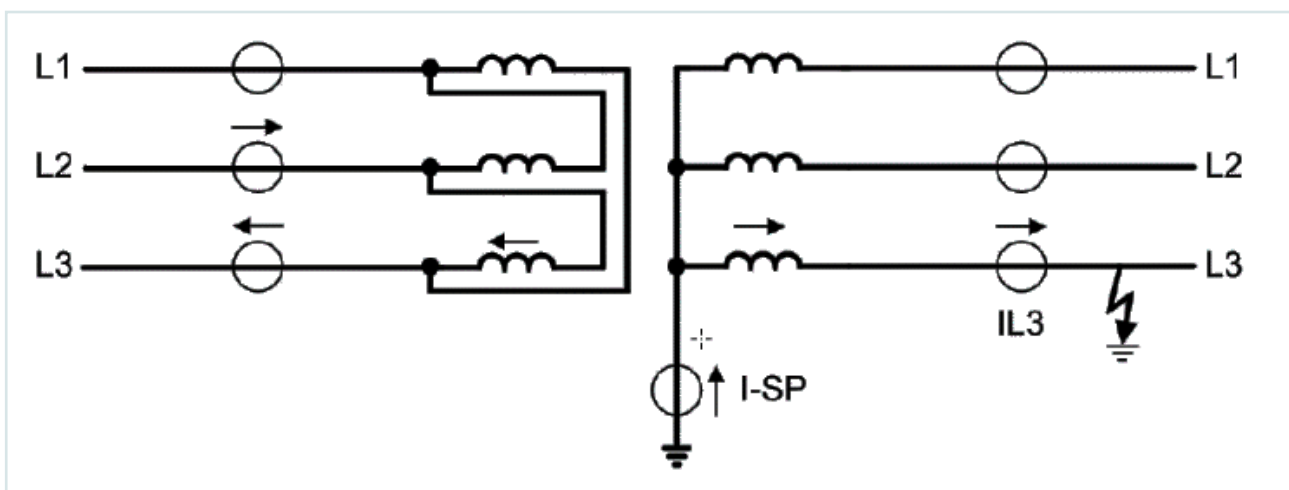
تصویر 23

• اگر خطای رخ داده خارج از زون حفاظتی باشد، دو جریان I_{SP} و $3I_0$ جاری خواهند شد. جریان I_{SP} به سمت داخل ترانس بوده و مثبت در نظر گرفته می‌شود اما جریان $3I_0$ به سمت خارج از ترانس جاری می‌شود و منفی در نظر گرفته می‌شود.

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{stab} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0|$$

تصویر 24



تصویر 25

برای اینکه حفاظت REF برای خطاهای خارج از زون حفاظتی دچار عملکرد (کاذب) نشود علاوه بر تعریف یک جریان عملگر باید یک متد پایدارساز برای رله تعریف شود. با این توضیحات IREF و Istab به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{stab} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0|$$

تصویر 26

برای روشن شدن مطلب سه وضعیت مختلف خطا ذکر می‌شود.

• خطای خارج از زون و برابر بودن اندازه I_{SP} و $3I_0$

$$3I_0 = -I_{SP}$$

I

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} + I_{SP}| - |I_{SP} - I_{SP}| = 2I_{SP}$$

تصویر 27

در چنین شرایطی با فرض برابر بودن اندازه I_{SP} و $3I_0$ ، جهت I_{SP} به سمت داخل ترانس و مثبت، و $3I_0$ به سمت خارج از ترانس و منفی در نظر گرفته می‌شوند.

$$3I_0 = -I_{SP}$$

I

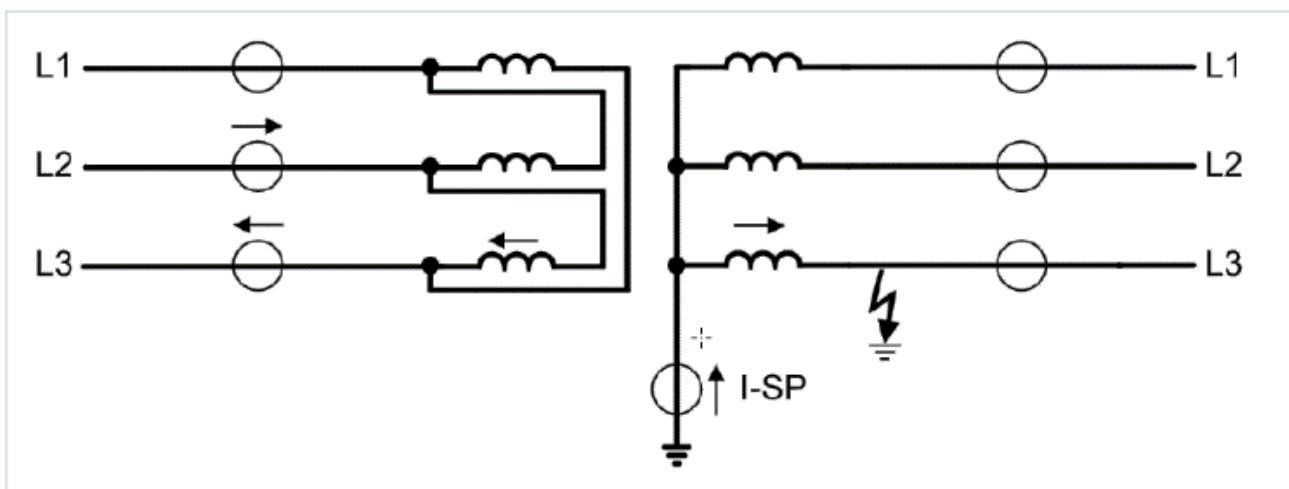
$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} + I_{SP}| - |I_{SP} - I_{SP}| = 2I_{SP}$$

تصویر 28

در این شرایط جریان پایدارساز دو برابر جریان عملگر بوده و حفاظت REF پایدار است.

• خطا داخل زون و تغذیه خطا فقط از Star Point:



تصویر 29

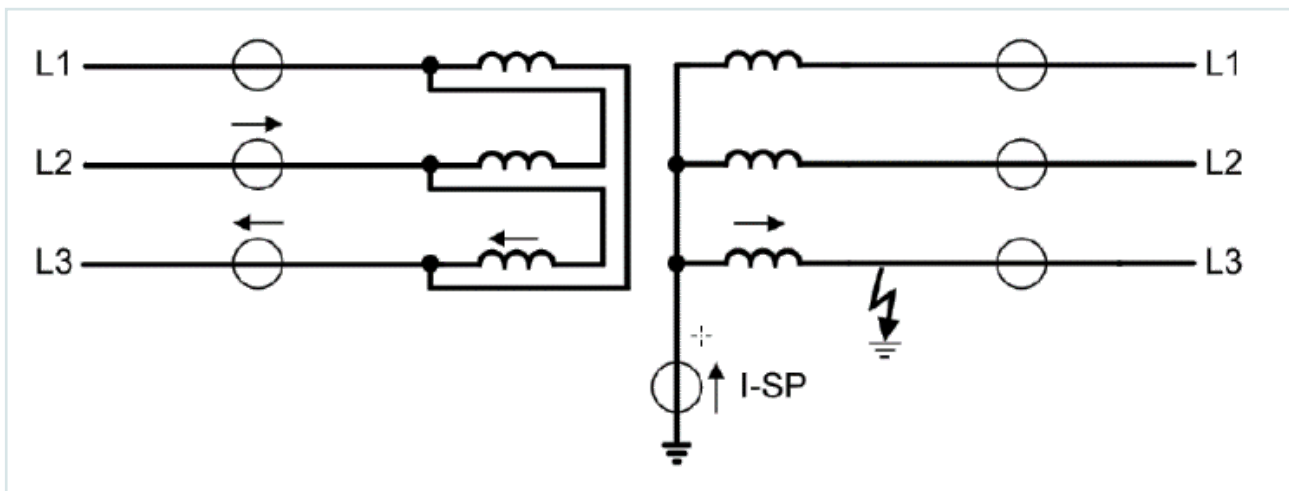
$$3I_0 = 0$$

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} - 0| - |I_{SP} + 0| = I_{SP} - I_{SP} = 0$$

تصویر 30

در این شرایط Isp به سمت داخل ترانس و مثبت، و $3I_0$ صفر است



تصویر 31

$$3I_0 = 0$$

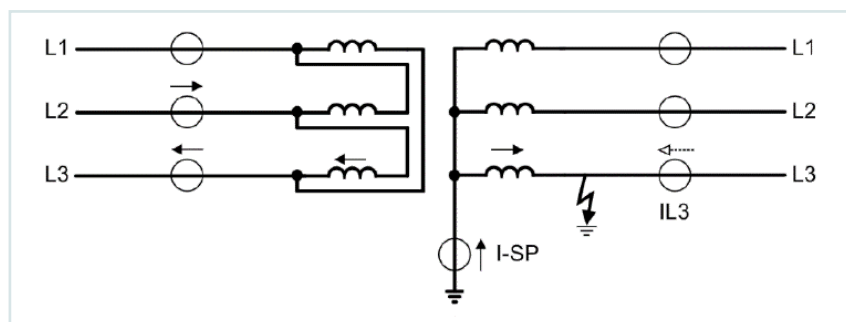
$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} - 0| - |I_{SP} + 0| = I_{SP} - I_{SP} = 0$$

تصویر 32

در این شرایط حفاظت REF در بالاترین میزان حساسیت قرار داشته و تریپ خواهد داد.

• خطا داخل زون و تغذیه خطا از Star Point و سیستم به مقادیر برابر



تصویر 33

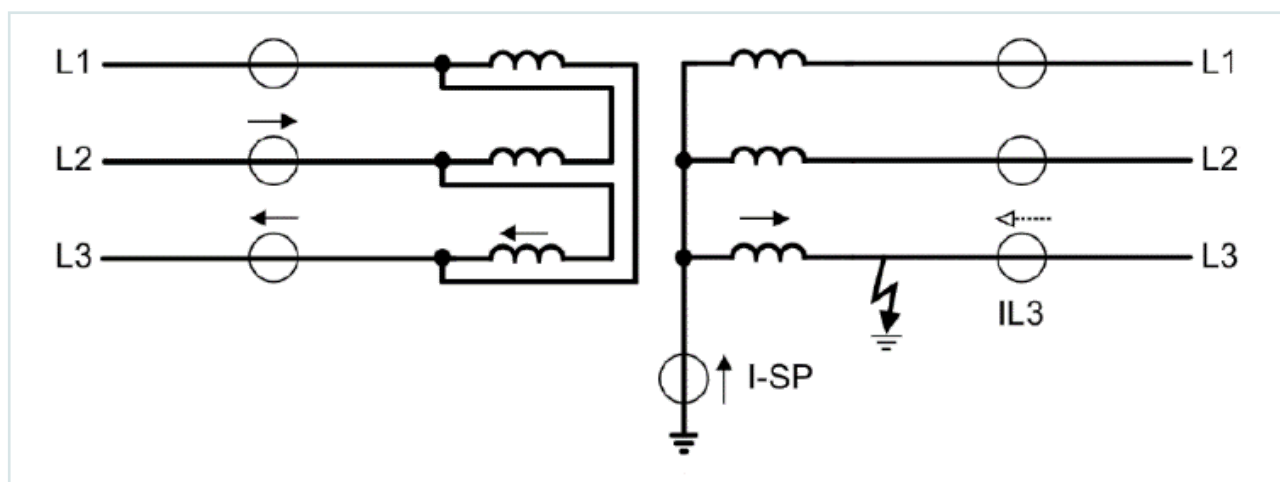
$$3I_0 = I_{SP}$$

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} - I_{SP}| - |I_{SP} + I_{SP}| = 0 - |2I_{SP}| = -2I_{SP}$$

تصویر 34

در چنین وضعیتی جهت I_{SP} و $3I_0$ ، به سمت داخل ترانس و مثبت در نظر گرفته می‌شوند.



تصویر 35

$$3I_0 = I_{SP}$$

$$I_{REF} = |I_{SP}|$$

$$I_{STAB} = |I_{SP} - 3I_0| - |I_{SP} + 3I_0| \Rightarrow |I_{SP} - I_{SP}| - |I_{SP} + I_{SP}| = 0 - |2I_{SP}| = -2I_{SP}$$

تصویر 36

در این شرایط I_{STAB} منفی است. بنابراین به مقدار صفر ست شده و حفاظت REF در بالاترین میزان حساسیت قرار داشته و تریپ خواهد داد.

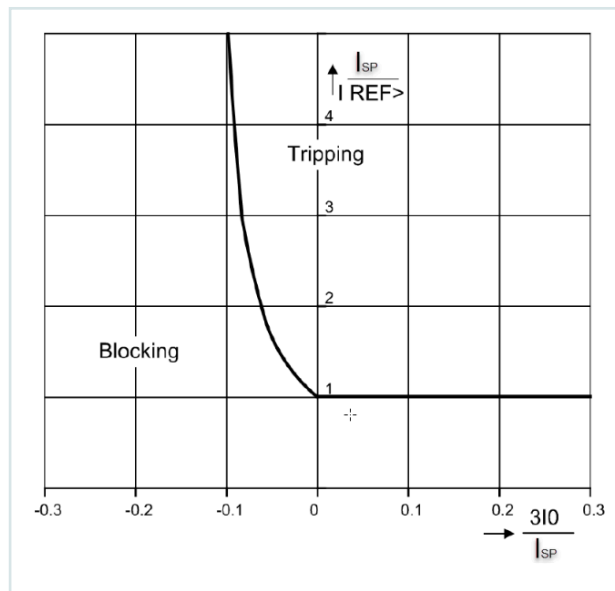
بنابر توضیحات ارائه شده در صورت خطای داخل زون، رله هیچ جریان پایدار سازی نخواهد داشت و تریپ خواهد داد. اما به ازای خطای خارج از زون جریان پایدار ساز بزرگی وجود خواهد داشت و رله تریپ نخواهد داد.

در همه مثال های بالا فرض شد که جهت جریان های I_{SP} و $3I_0$ ، با هم یکسان و یا 180 درجه اختلاف زاویه دارند. این فرض در مقادیر Primary درست است اما در مقادیر Secondary به دلیل شرایطی مثل اشباع CT و خطاهای اندازه گیری زاویه ها ممکن است دارای اختلاف بوده و باعث کاهش مقدار جریان I_{STAB} شود. با توجه به متد ارائه شده با فرض برابر بودن اندازه جریان های I_{SP} و $3I_0$ اگر زاویه بین I_{SP} و $3I_0$ 90 درجه باشد مقدار جریان I_{STAB} صفر می شود.

$$|1 - 1 \angle 90| - |1 + 1 \angle 90| = 0$$

تصویر 37

مثال:

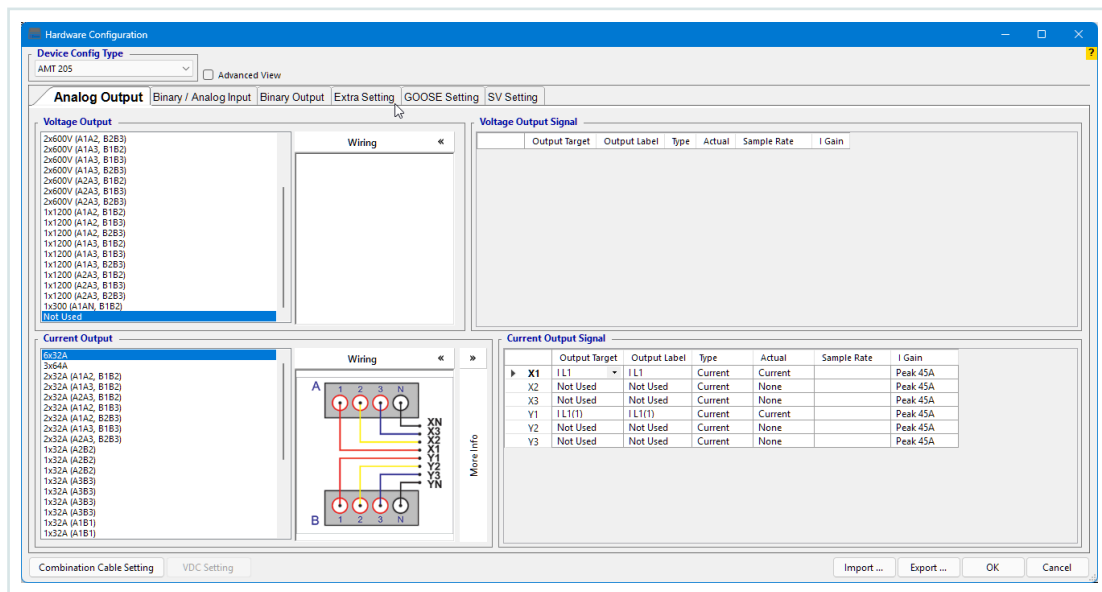


تصویر 38

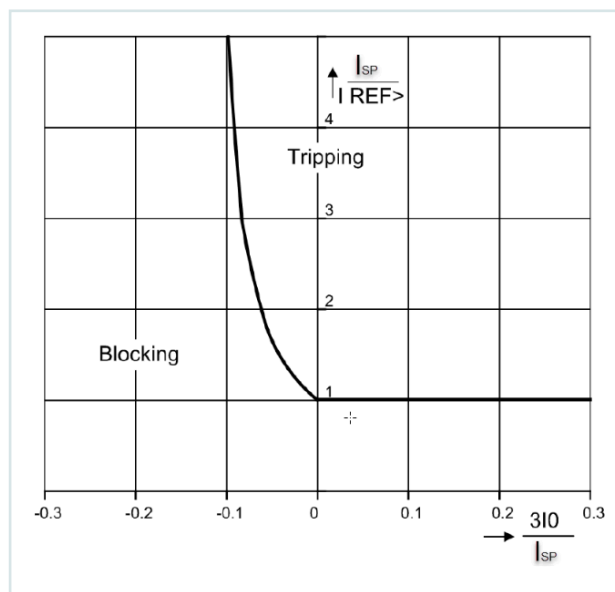
$$|1 - 1 \angle 90| - |1 + 1 \angle 90| = 0$$

تصویر 39

در رله زیمنس پارامتری به نام Limit Angle تعریف شده که مقدار آن برابر 100 درجه است که اگر زاویه بین جریان‌های 3I0 و Isp بیشتر از آن باشد رله پایدار خواهد بود. مشخصه عملکرد REF بر اساس زاویه بین Isp و 3I0 و به ازای به صورت زیر است.

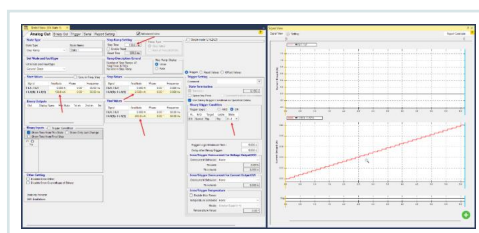


تصویر 40

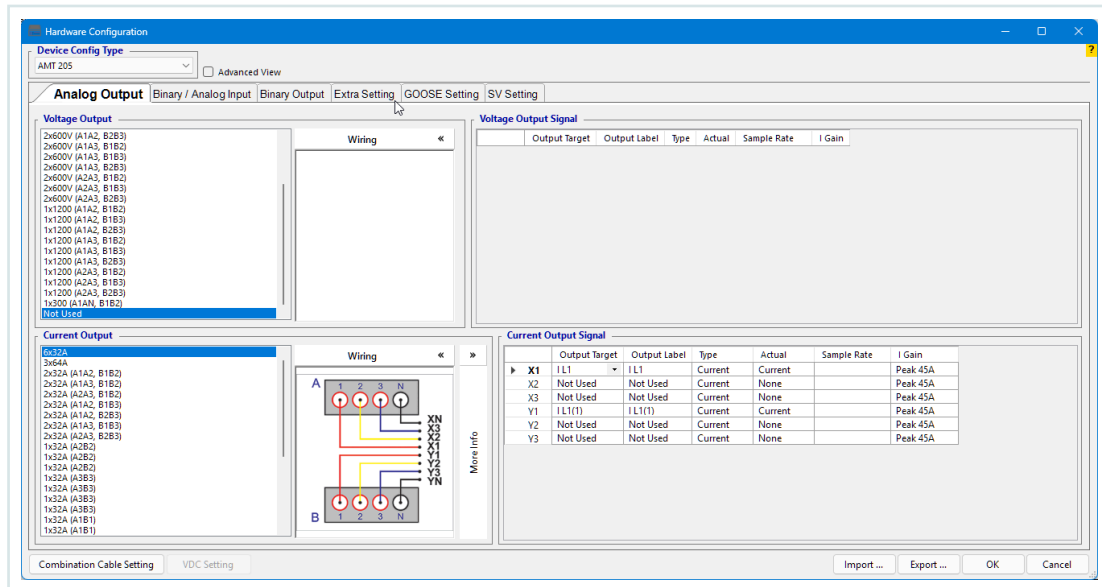


تصویر 41

با توجه به اینکه در رله‌های سری 4 زیمنس تابع REF به صورت دیفرانسیلی طراحی نشده و منحنی مشخصه دیفرانسیلی برای آن تعریف نشده، امکان تست آن در روم دیفرانسیل وجود ندارد و برای تست آن باید از روم AMT Sequencer استفاده کرد. برای اینکار باید در Hardware config یک جریان از گروه A و یک جریان از گروه B فعال کرد. جریان IA به سمت فاز و جریان IB به سمت نوترال متصل می‌شود.

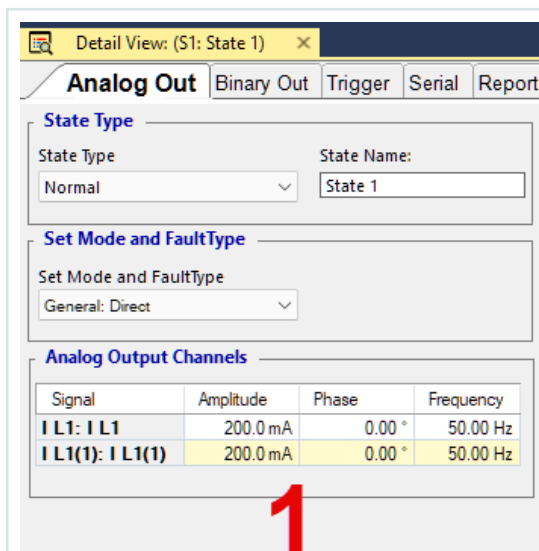


تصویر 42

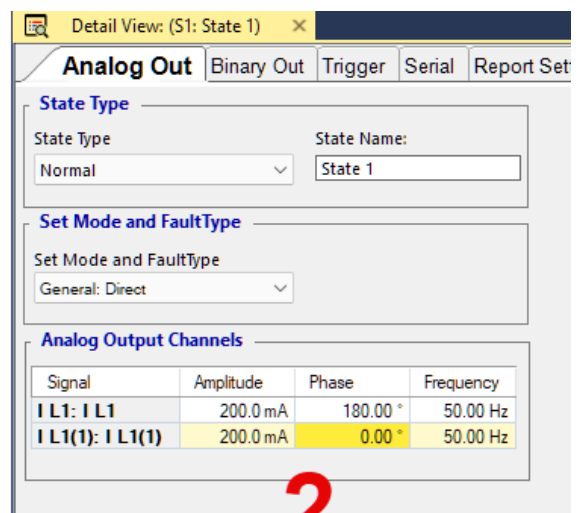


تصویر 43

در مرحله اول تست باید مقدار Setting را تست کرد. برای نمونه برای مقدار $0.15I_n$ باید فقط از سمت نوترال به صورت Step Ramp جریان را با پله‌های 2.5mA افزایش داد. توجه کنید در این رله بر اساس جریان نامی ترانس در نظر گرفته می‌شود، نه جریان نامی CT. یعنی اگر جریان نامی سمت HV مقدار 250A باشد و CT استفاده شده $300/1$ باشد، با تنظیم $0.15I_n$ مقدار مد نظر $37.5\text{A} = 250 \times 0.15$ سمت اولیه و 0.125A سمت ثانویه است.

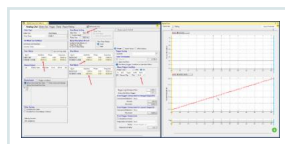


1



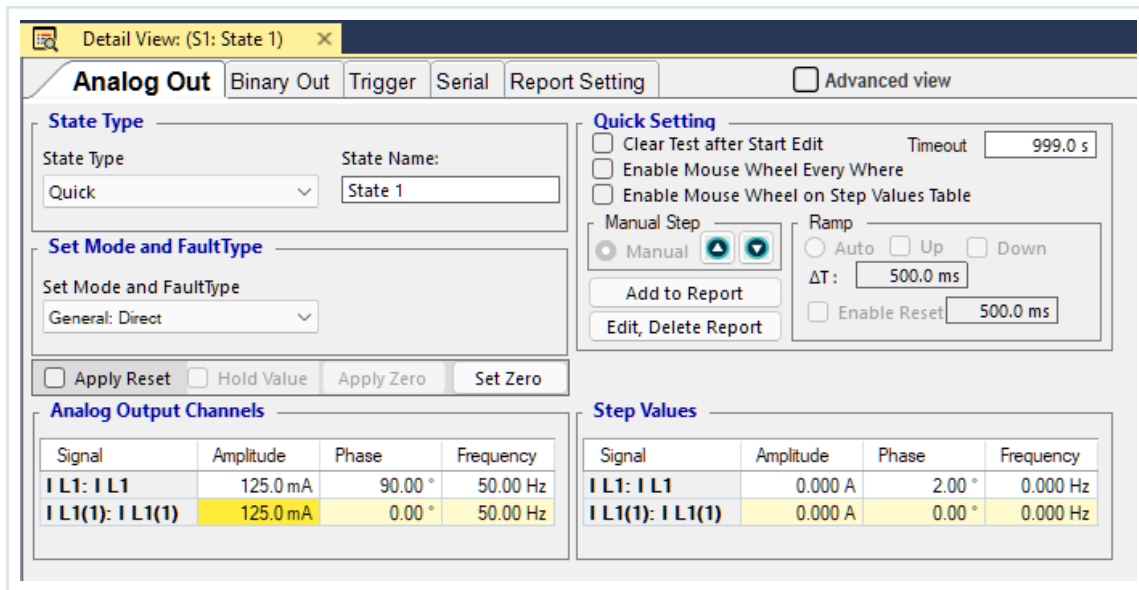
2

تصویر 44

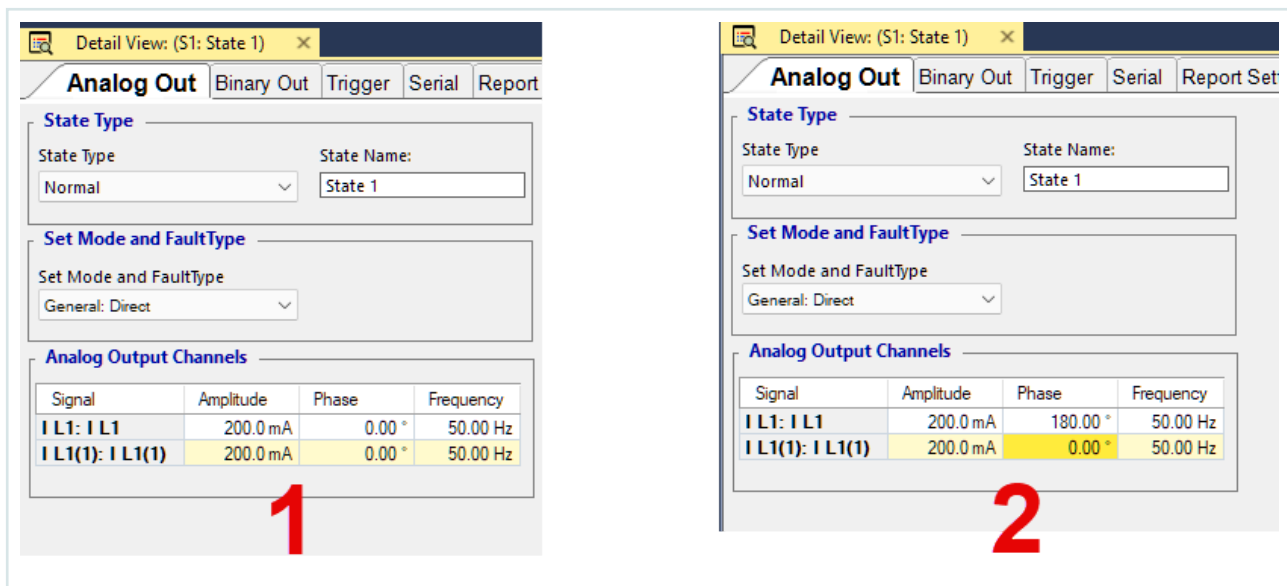


تصویر 45

در مرحله بعدی تست باید متد پایدار ساز و زاویه بین دو جریان نوترال و فاز تست شود. برای تست متد پایدار ساز باید جریان فاز با مقدار یکسان با جریان نوترال تزریق شود. در حالت اول باید هم فاز با جریان نوترال باشد و در حالت دوم باید 180 درجه با آن اختلاف زاویه داشته باشد. در حالت همفاز رله تریپ داده و در حالت اختلاف 180 درجه رله باید پایدار باشد.



تصویر 46



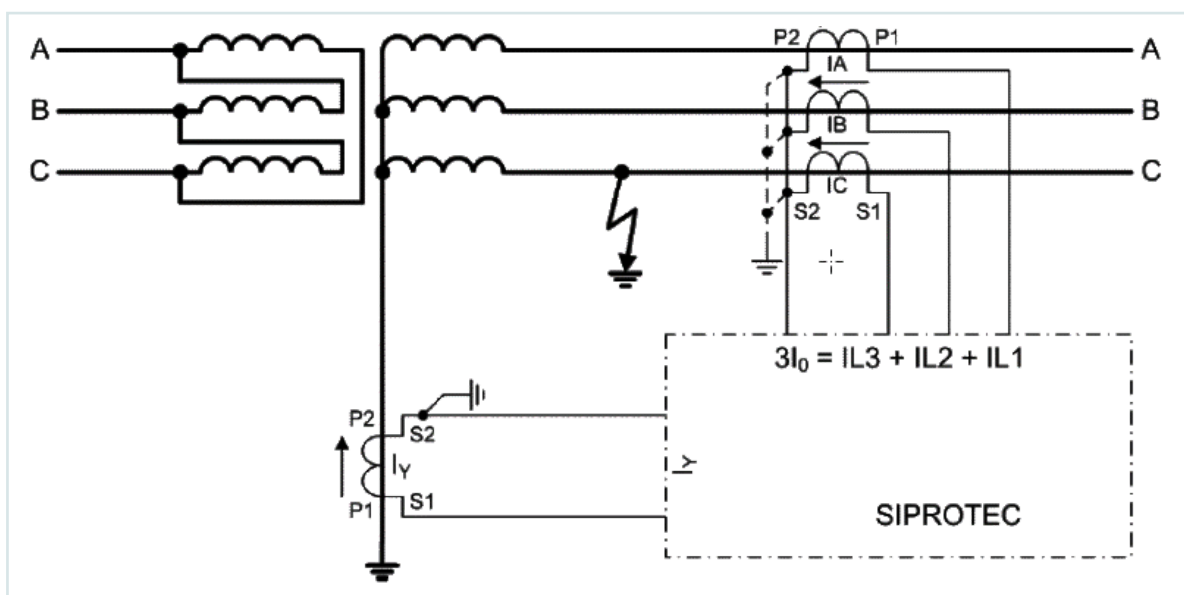
تصویر 47

در مرحله آخر زاویه Limit Angle که مقدار آن برابر 100 درجه است، باید تست شود. برای اینکار کافی است مد Quick انتخاب شده و زاویه به صورت دستی تغییر داده شود تا عملکرد رله وابسته به این زاویه تست و صحت سنجی شود.

$$I_{diff} = |\vec{I}_Y + 3\vec{I}_0|$$

$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$$

تصویر 48



تصویر 49

Detail View: (S1: State 1)

Analog Out Binary Out Trigger Serial Report Setting ☐ Advanced view

State Type

State Type: Quick State Name: State 1

Set Mode and FaultType

Set Mode and FaultType: General: Direct

☐ Apply Reset ☐ Hold Value ☐ Apply Zero

Analog Output Channels

Signal	Amplitude	Phase	Frequency
I L1: I L1	125.0 mA	90.00 °	50.00 Hz
I L1(1): I L1(1)	125.0 mA	0.00 °	50.00 Hz

Quick Setting

☐ Clear Test after Start Edit Timeout: 999.0 s

☐ Enable Mouse Wheel Every Where

☐ Enable Mouse Wheel on Step Values Table

Manual Step

☒ Manual

Add to Report

Edit, Delete Report

Ramp

☐ Auto ☐ Up ☐ Down

ΔT : 500.0 ms

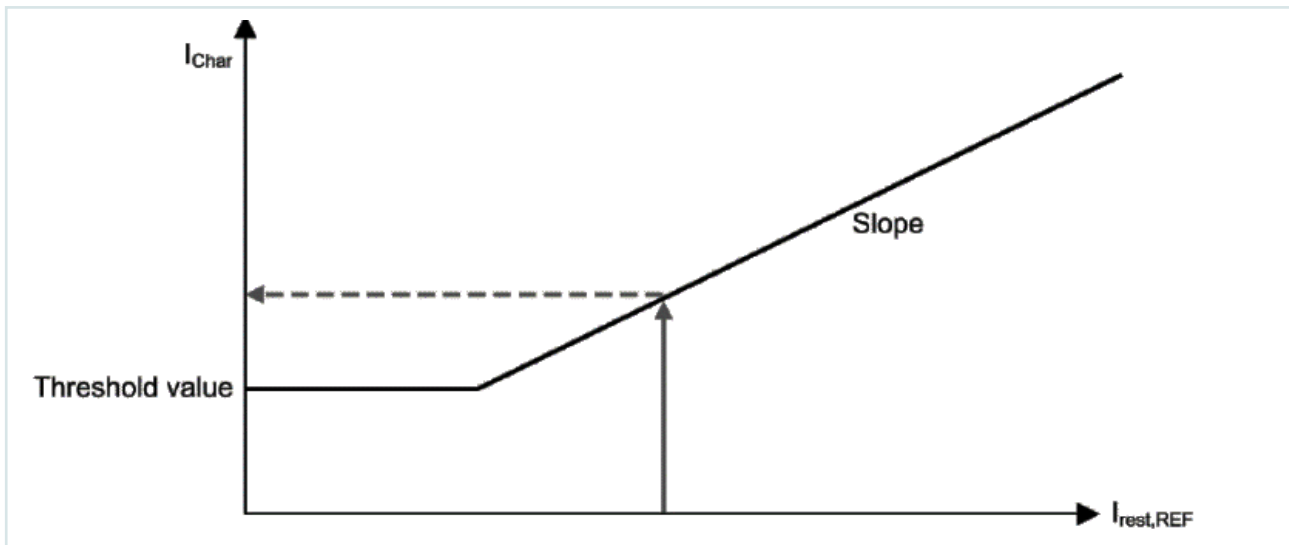
☐ Enable Reset 500.0 ms

Step Values

Signal	Amplitude	Phase	Frequency
I L1: I L1	0.000 A	2.00 °	0.000 Hz
I L1(1): I L1(1)	0.000 A	0.00 °	0.000 Hz

تصویر 50

این رله از جریان I_Y که جریان نوترال و جریان $3I_0$ که جریان توالی صفر است برای محاسبات استفاده می‌کند. از این دو پارامتر یک جریان دیفرانسیل و یک جریان بایاس محاسبه می‌شود.

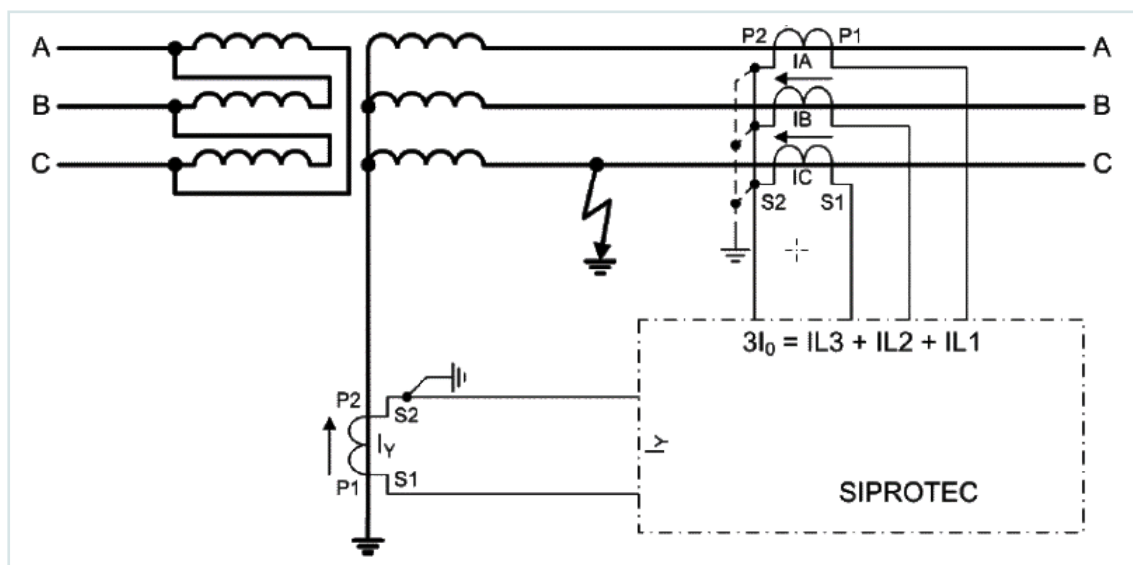


تصویر 51

$$I_{diff} = |\vec{I}_Y + 3\vec{I}_0|$$

$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$$

تصویر 52

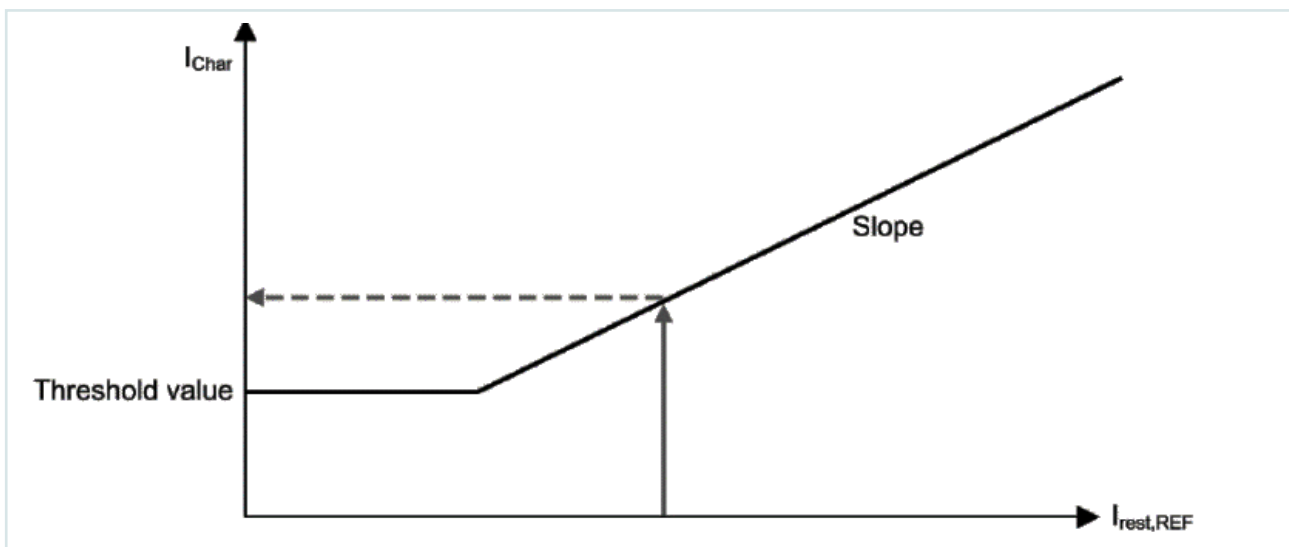


تصویر 53

منحنی ارائه شده برای این تابع به صورت $I_{char}-I_{bias}$ است که برای پیکاپ و تریپ تعریف مجزایی دارد و عملکرد پیکاپ و تریپ REF باید به طور مجزا بررسی شوند.

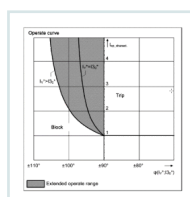
$$I_{trip} = \frac{|I_Y|}{|I_{char}|}$$

تصویر 54



تصویر 55

برای تریپ این رله نسبت جریان نوترال به جریان I_{char} متناظر با I_{bias} در منحنی مشخصه بررسی می‌شود.

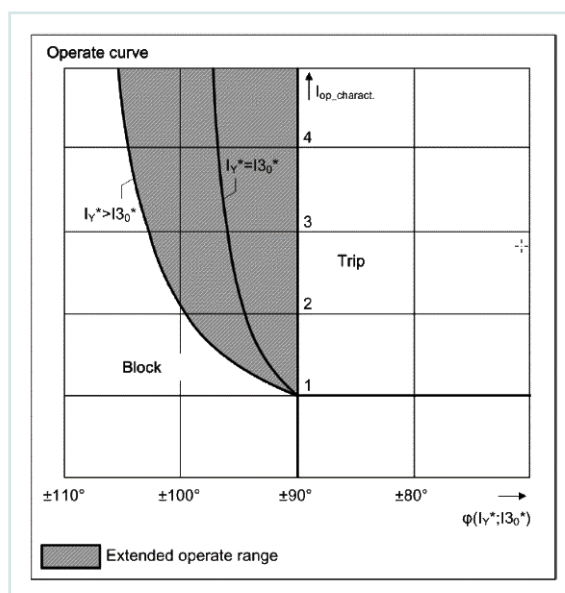


تصویر 56

$$I_{trip} = \frac{|I_Y|}{|I_{char}|}$$

تصویر 57

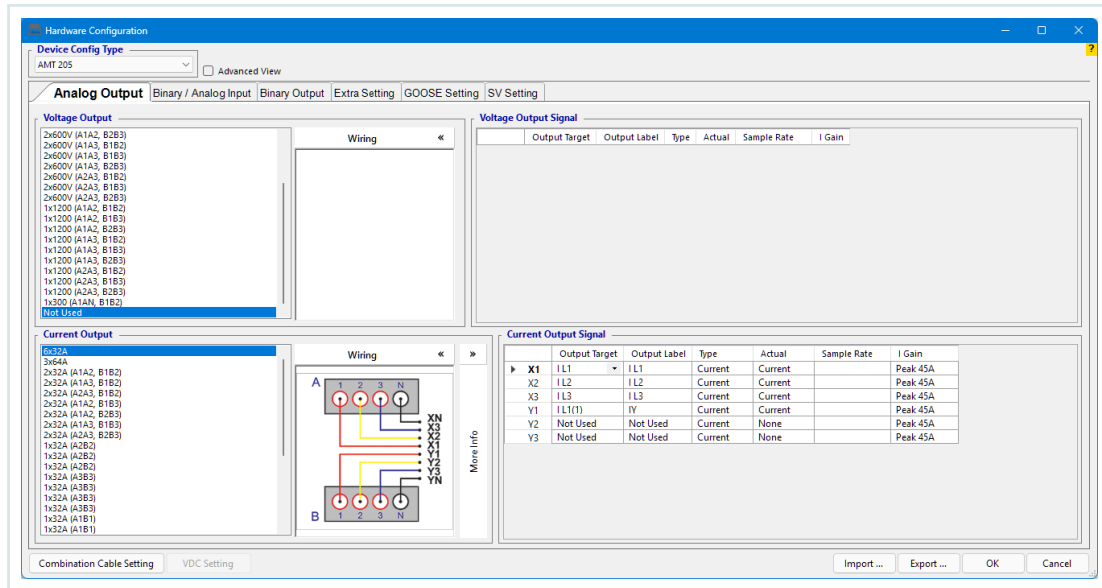
مطابق با اطلاعات ارائه شده در منوال رله، برای اینکه رله تریپ صادر کند در وهله اول باید مقدار I_{trip} بزرگتر از 1 باشد. علاوه بر این، تریپ رله وابسته به زاویه جریان نوترال و جریان 3I0 است. اگر این زاویه کمتر از 90 باشد خطا داخل و اگر بیشتر از 90 درجه باشد، بسته به نسبت I_Y به 3I0 خطا داخل یا خارج از زون حفاظتی تشخیص داده می‌شود.



تصویر 58

پیکاپ این تابع مستقل از زاویه بین جریان‌هاست و اگر I_{diff} محاسبه شده بزرگتر از I_{char} باشد رله پیکاپ خواهد کرد. با توجه به اینکه در رله‌های سری 5 زیمنس منحنی مشخصه تریپ REF به صورت دیفرانسیلی دیده نشده، امکان تست تریپ آن در روم دیفرانسیل وجود ندارد و برای تست تریپ باید از روم AMT Sequencer استفاده کرد. توجه کنید که

منحنی مشخصه ارائه شده دارای محور افقی بایاس و محور عمودی Ichar است. این محور عمودی برای تریپ رله مقدار IV است به همین دلیل در روم دیفرانسیل امکان تست تریپ رله وجود ندارد.

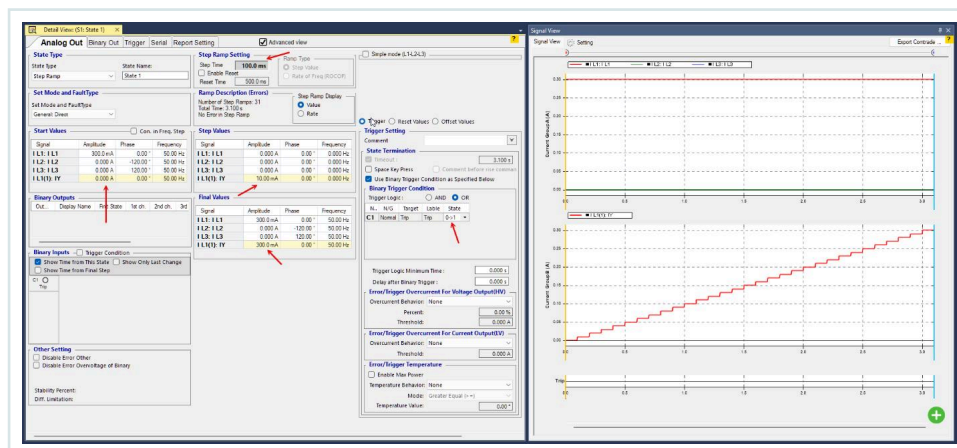


تصویر 59

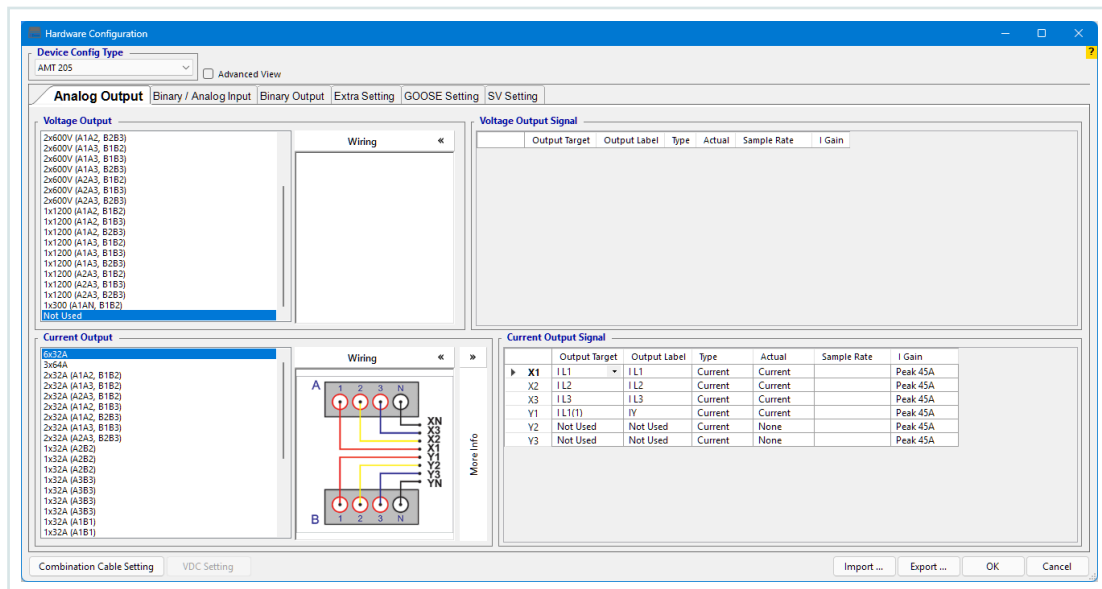
برای تست در روم سکونتر باید در Hardware Config سه جریان از گروه A و یک جریان از گروه B فعال کرد. سه جریان گروه A به سمت فاز و جریان IB به سمت نوترال متصل می‌شود.

$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A|$$

تصویر 60

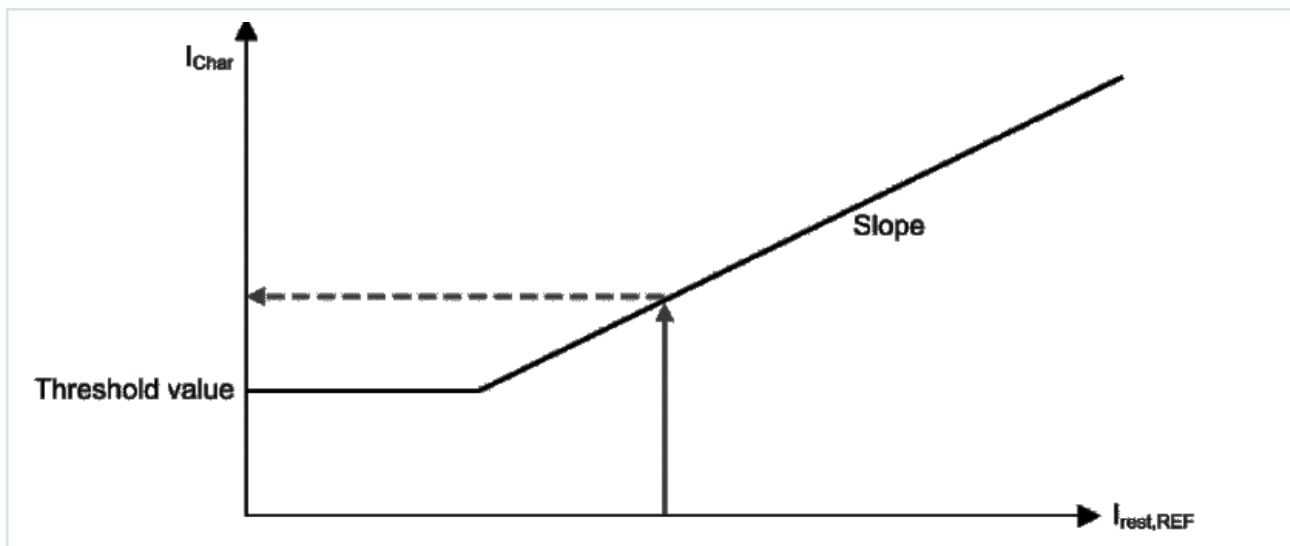


تصویر 61

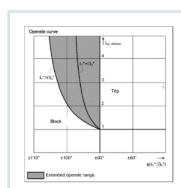


تصویر 62

در مرحله اول تست باید مقدار Setting را تست کرد. برای اینکار باید به یک فاز از سه فاز جریان داد و سپس جریان نوترال را پله پله افزایش داد. بعد از تریپ رله باید مقدار جریان نوترال که باعث تریپ رله شده است را با منحنی مشخصه تطبیق داد. برای تطبیق باید ابتدا جریان بایاس متناظر را با رابطه ارائه شده حساب کرد و سپس جریان I_Y را با I_{char} مطابقت داد.



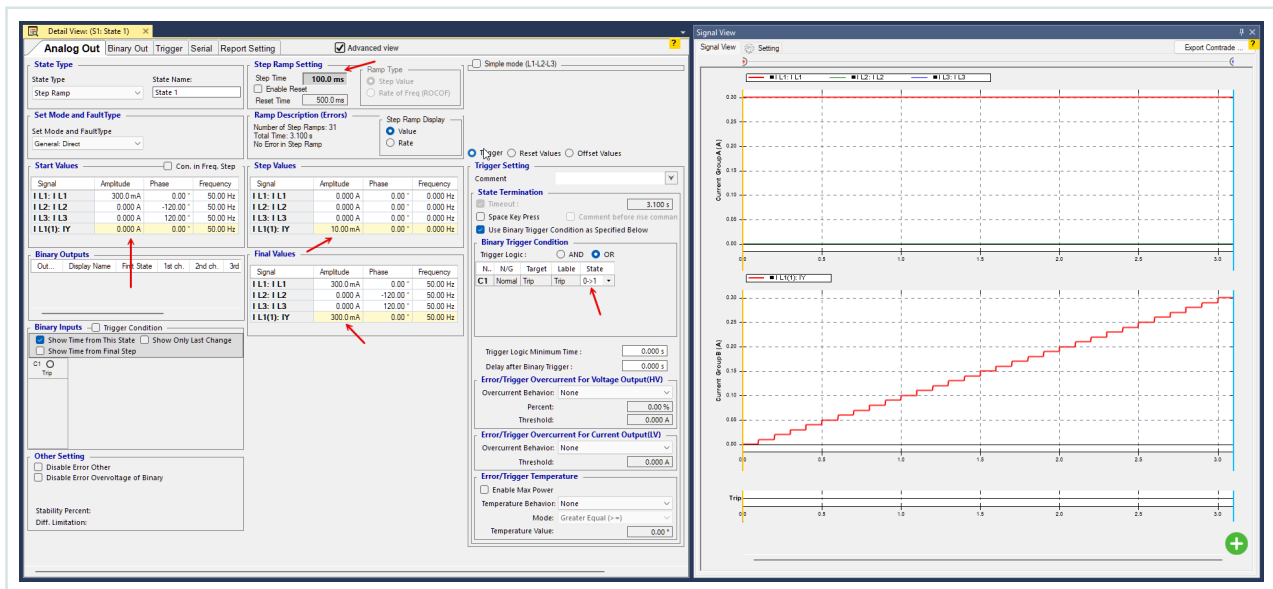
تصویر 63



تصویر 64

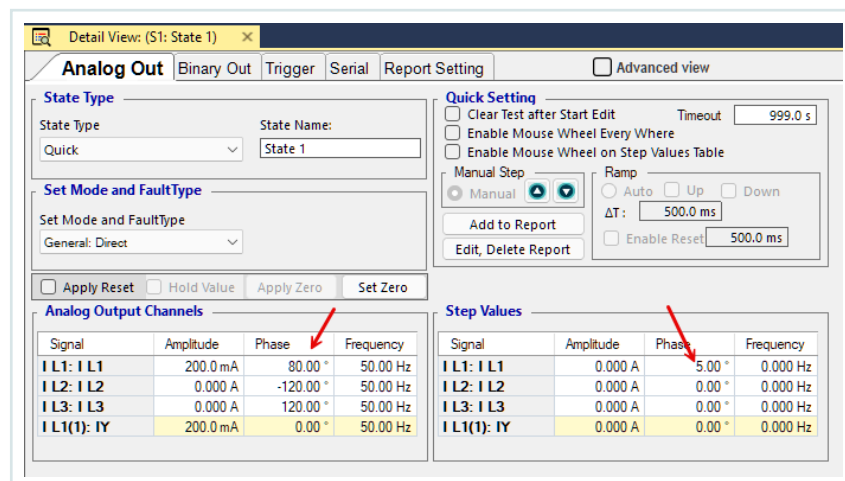
$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A|$$

تصویر 65

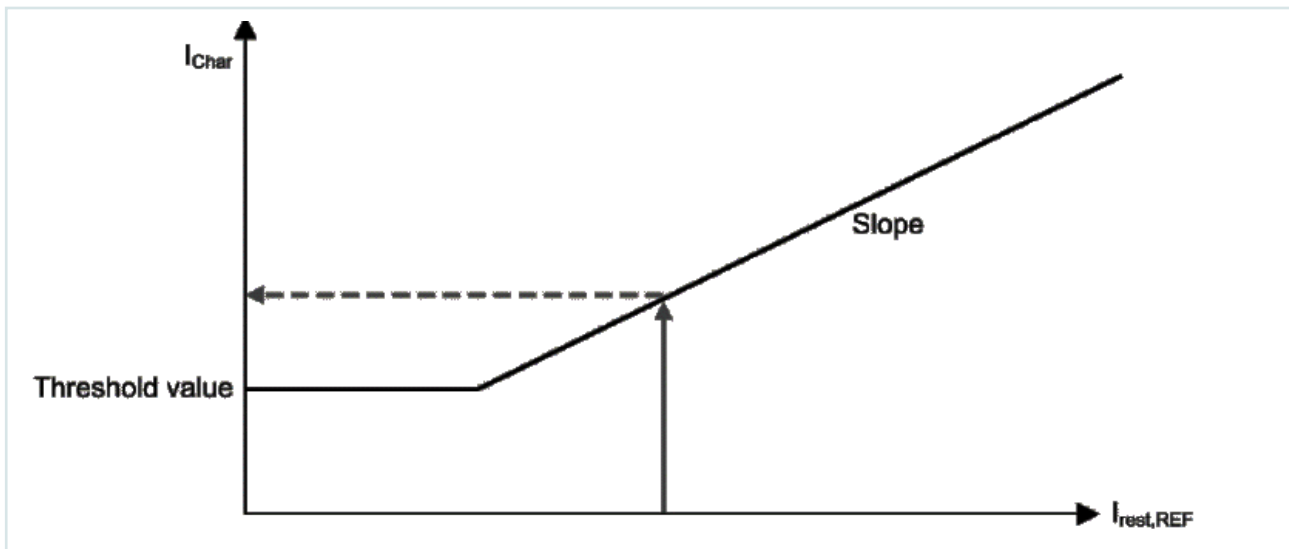


تصویر 66

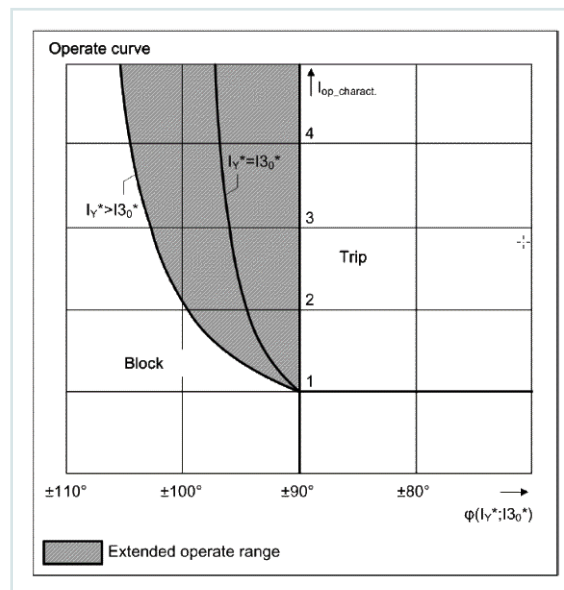
در مرحله بعدی تست باید متد پایدار ساز و زاویه بین دو جریان نوترال و فاز تست شود. برای تست متد پایدار ساز باید جریان فاز با مقدار مشخص و همچنین جریان نوترال در حالات مختلف تزریق شود.



تصویر 67



تصویر 68



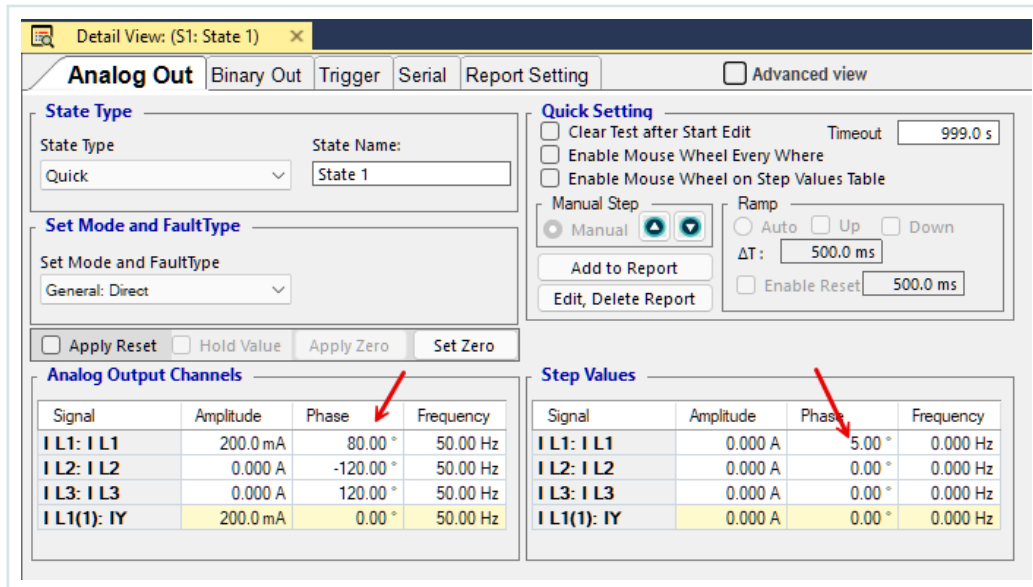
تصویر 69

. برای اینکار باید به هر دو سمت فاز و نوترال جریان داد و طوری تنظیم کرد که جریان I_Y در منحنی مشخصه رله در ناحیه عملکرد باشد. برای تست این حالت باید در مد Quick مقدار جریان‌ها را ثابت نگه داشته و زاویه را جهت صحت عملکرد رله در حد آستانه (مثلاً 90 درجه) مورد بررسی قرار داد. همانطور که در منحنی سمت راست مشخص است بسته به نسبت I_Y به 3I0 حد آستانه زاویه متغیر است که می‌تواند برای تست مورد توجه قرار گیرد.

$$I_{char} = I_{diff} = |\vec{I}_Y + 3\vec{I}_0|$$

$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$$

تصویر 70



State Type

State Type: Quick State Name: State 1

Set Mode and FaultType

Set Mode and FaultType: General: Direct

Quick Setting

☐ Clear Test after Start Edit Timeout: 999.0 s

☐ Enable Mouse Wheel Every Where

☐ Enable Mouse Wheel on Step Values Table

Manual Step

☒ Manual ☐ Auto ☐ Up ☐ Down

Ramp

ΔT : 500.0 ms

☐ Enable Reset 500.0 ms

Analog Output Channels

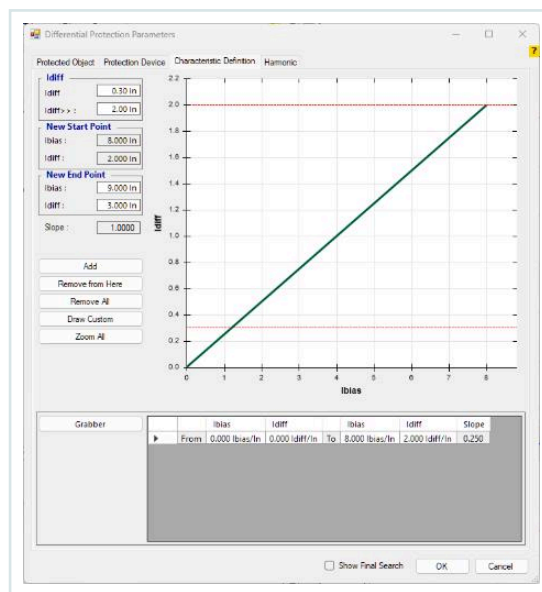
Signal	Amplitude	Phase	Frequency
I L1: I L1	200.0 mA	80.00 °	50.00 Hz
I L2: I L2	0.000 A	-120.00 °	50.00 Hz
I L3: I L3	0.000 A	120.00 °	50.00 Hz
I L1(1): IY	200.0 mA	0.00 °	50.00 Hz

Step Values

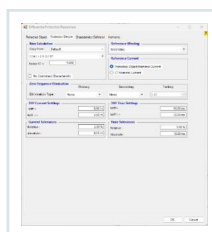
Signal	Amplitude	Phase	Frequency
I L1: I L1	0.000 A	5.00 °	0.000 Hz
I L2: I L2	0.000 A	0.00 °	0.000 Hz
I L3: I L3	0.000 A	0.00 °	0.000 Hz
I L1(1): IY	0.000 A	0.00 °	0.000 Hz

تصویر 71

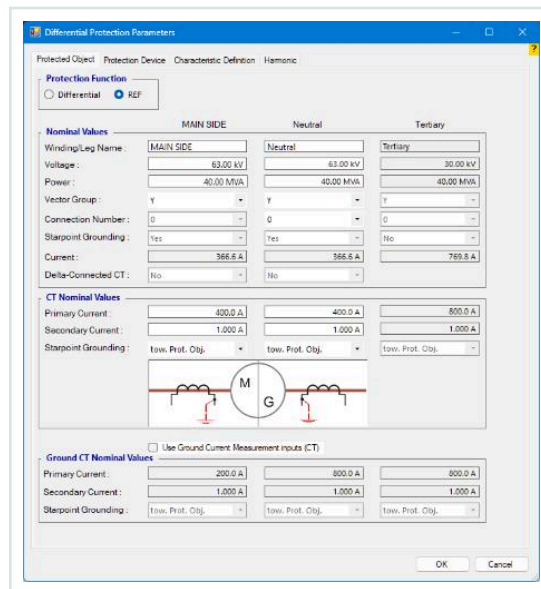
برای تست Pickup رله می‌توان از روم دیفرانسیل استفاده کرد، چرا که با توجه به منوال رله، محور عمودی منحنی مشخصه $I_{char}-I_{bias}$ ، مقدار دیفرانسیل جریان نوترال و جریان توالی صفر است.



تصویر 72



تصویر 73



تصویر 74

$$I_{char} = I_{diff} = |\vec{I}_Y + 3\vec{I}_0|$$

$$I_{bias} = |I_Y| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$$

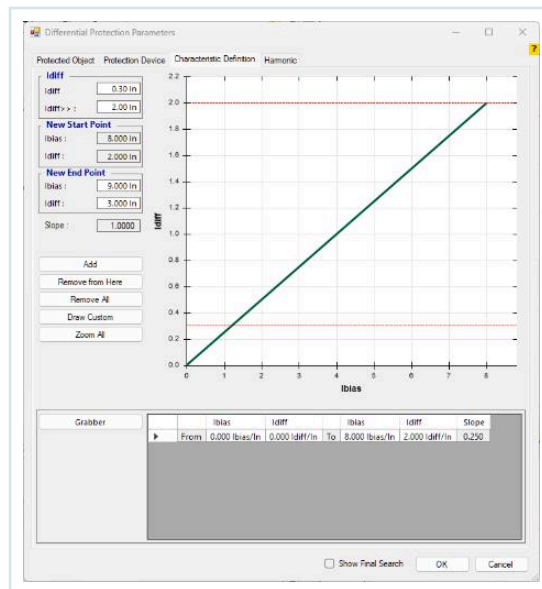
تصویر 75

برای تست در روم دیفرانسیل، در پنجره Test Object، بلوک Differential باید تابع REF را برای Protection Function انتخاب کرد و سپس اطلاعات Main Side و Neutral را متناسب با سمتی که این تابع قرار دارد تکمیل کرد. فرمول I_{bias} باید IP+IS وارد شود. با توجه به اینکه در حالت خطای تکفاز فقط از یکفاز جریان تزریق می‌شود این فرمول متناظر با فرمول رله است.

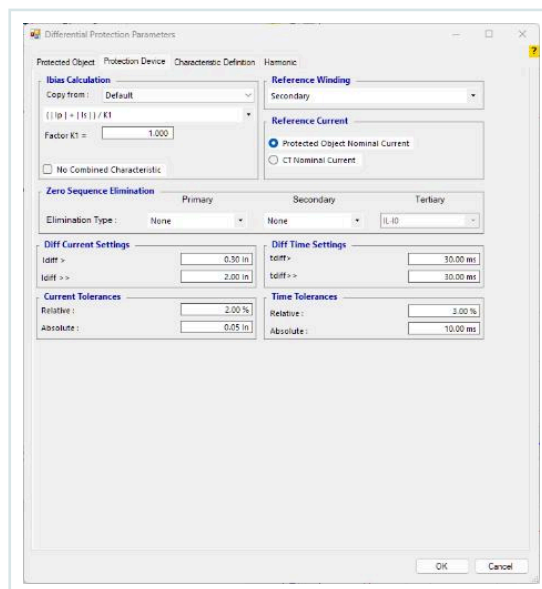
$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}|$$

$$I_{bias} = \text{Max}(|I_A|, |I_B|, |I_C|, |I_{N_SEC}|)$$

تصویر 76



تصویر 77



Differential Protection Parameters

Protected Object: Protection Device: Characteristic Definition: Harmonic:

Bias Calculation

Copy from: Default

$(I_p) = (I_r) / K_1$

Factor $K_1 =$ 1.000

☐ No Combined Characteristic

Reference Winding

Secondary

Reference Current

☒ Protected Object Nominal Current

☐ CT Nominal Current

Zero Sequence Elimination

Primary: Secondary: Tertiary:

Elimination Type: None None IL ID

Diff Current Settings

Idiff > 0.50 in

Idiff >> 2.00 in

Diff Time Settings

Idiff > 50.00 ms

Idiff >> 50.00 ms

Current Tolerances

Relative: 2.00 %

Absolute: 0.05 in

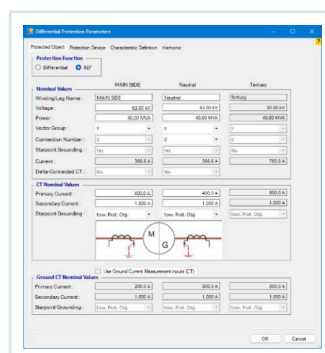
Time Tolerances

Relative: 2.00 %

Absolute: 10.00 ms

OK **Cancel**

تصویر 78



Differential Protection Parameters

Protected Object: Protection Device: Characteristic Definition: Harmonic:

Protection Function

☐ Differential ☒ REF

Nominal Values

MAIN (SEC)	Primary	Secondary	Tertiary
Winding Name:	5000.000	4000.000	3000.000
Voltage:	50.00 kV	40.00 kV	30.00 kV
Power:	40.00 MVA	40.00 MVA	40.00 MVA
Winding Group:	Y	Y	Y
Connection Number:	0	0	0
Stepout Decoupling:	Yes	Yes	Yes
Current:	3000.00 A	3000.00 A	3000.00 A
Delta Connected CT:	Yes	Yes	Yes

CT Nominal Values

Primary Current	Secondary Current	Stepout Decoupling
3000.00 A	3000.00 A	Yes
3000.00 A	3000.00 A	Yes
3000.00 A	3000.00 A	Yes

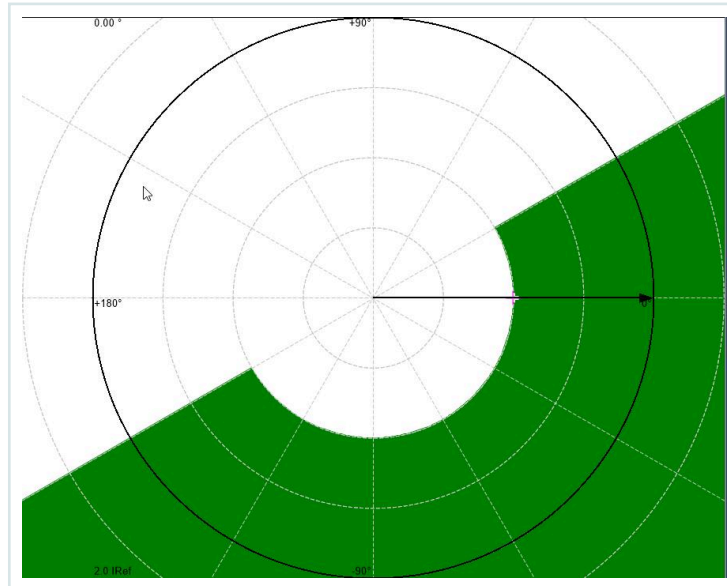
General CT Nominal Values

Primary Current	Secondary Current	Stepout Decoupling
3000.00 A	3000.00 A	Yes
3000.00 A	3000.00 A	Yes
3000.00 A	3000.00 A	Yes

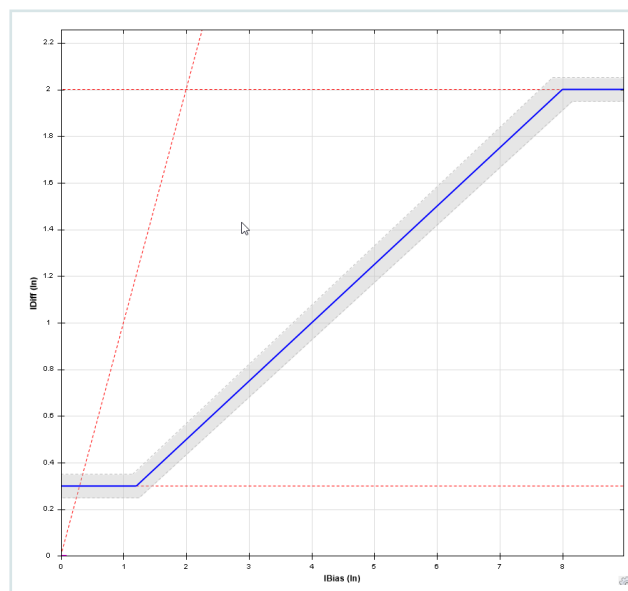
OK **Cancel**

تصویر 79

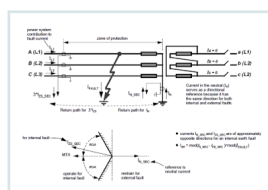
برای تشخیص خطای ارتفالت داخل زون، رله از دو المان منحنی مشخصه diff-bias و دایرکشنال استفاده می‌کند. در این رله جریان نوترال (IN) به عنوان رفرنس جهت در نظر گرفته شده چرا که در هر دو حالت خطای داخل و خطای خارج از زون حفاظتی جهت آن ثابت است. برای این رله رابطه ذکر شده برای Idiff و Ibias به صورت ذیل است.



تصویر 80



تصویر 81



تصویر 82

$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}| = |I_{FAULT}|$$

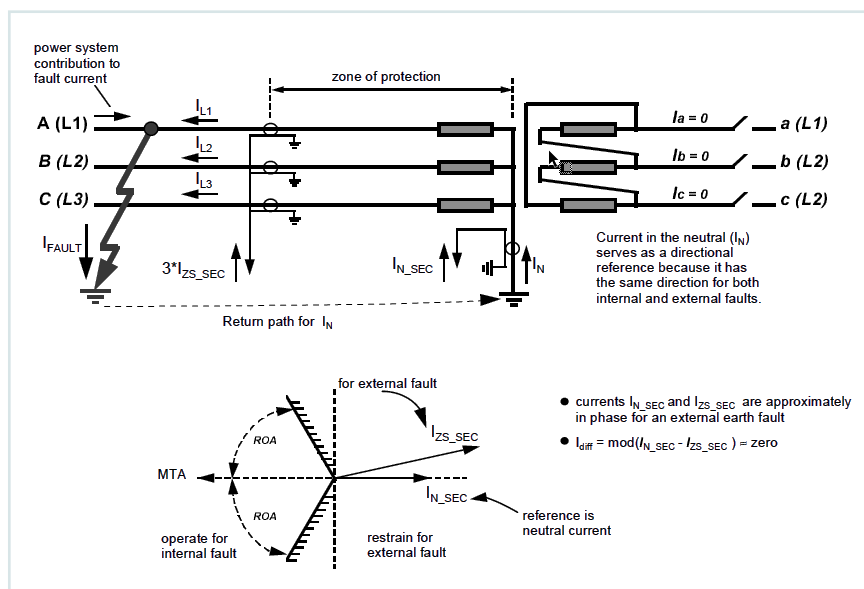
تصویر 83

$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}|$$

$$I_{bias} = \text{Max}(|I_A|, |I_B|, |I_C|, |I_{N_SEC}|)$$

تصویر 84

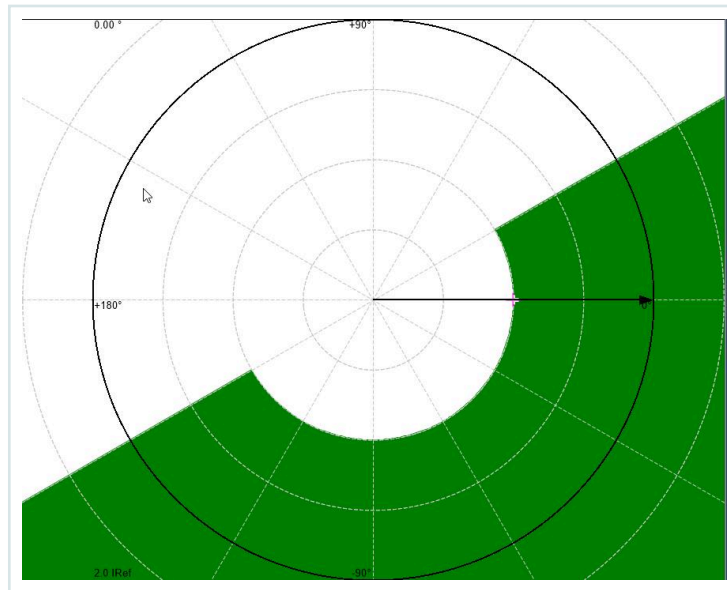
با توجه به ساختار ارائه شده توسط منوال این رله، CT های سمت فاز به سمت ترانس باید زمین شوند و CT سمت نوترال خلاف جهت ترانس زمین می شوند. به همین دلیل علامت منفی در محاسبه I_{diff} معنی پیدا می کند. به طور کلی برای اینکه رله خطای ارت فالت را درون ناحیه حفاظتی تشخیص دهد باید جهت جریان های دیده شده توسط رله خلاف یکدیگر باشند.



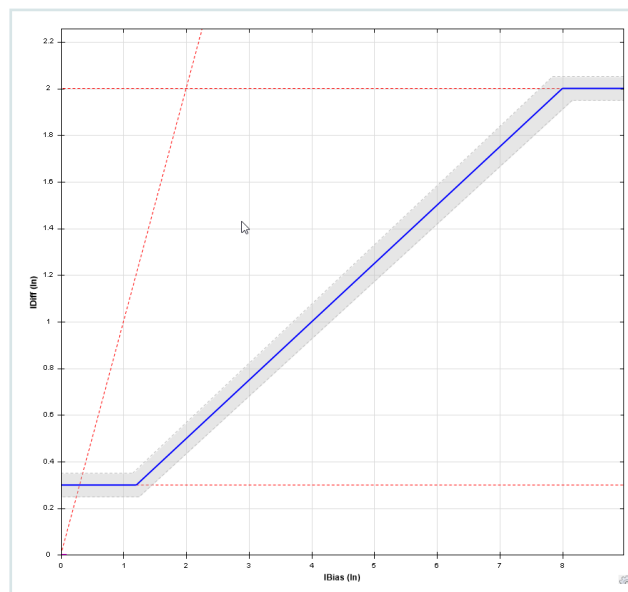
تصویر 85

$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}| \approx 0$$

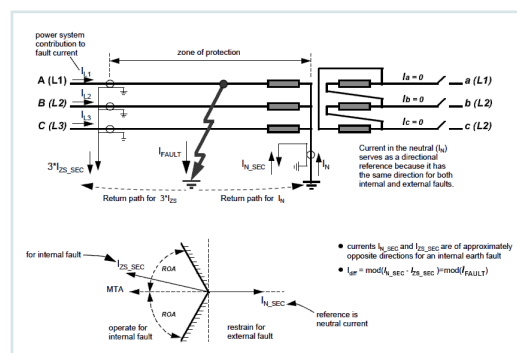
تصویر 86



تصویر 87



تصویر 88

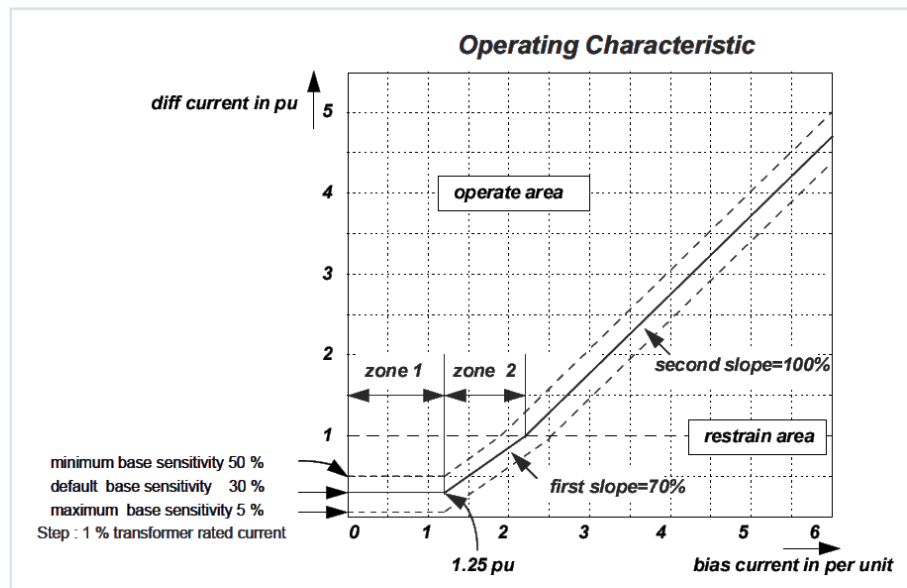


تصویر 89

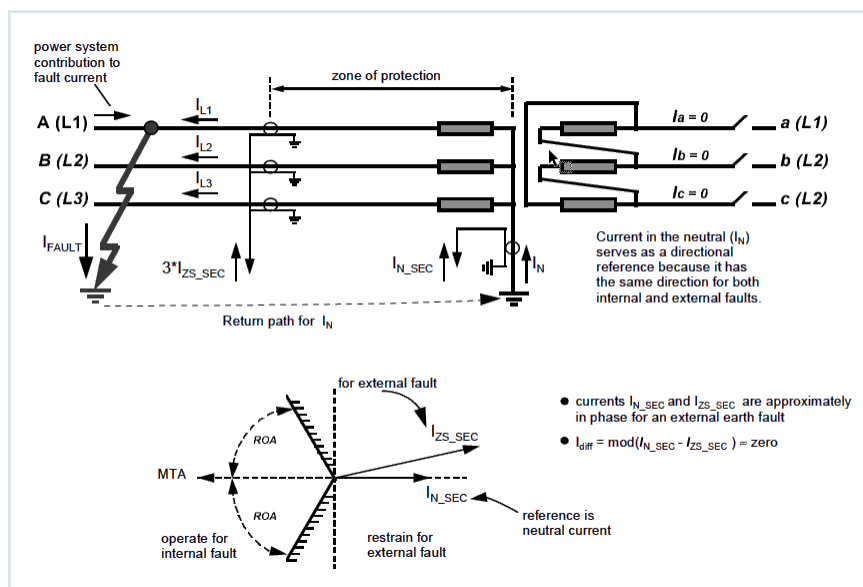
$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}| = |I_{FAULT}|$$

تصویر 90

به ازای خطاهای خارج از زون حفاظتی مقدار دیفرانسیل تقریباً برابر صفر است. با توجه به تعریف رله جهت جریان هر دو CT یکسان بوده که باعث می‌شود رله خطا را خارج از زون حفاظتی ببیند.



تصویر 91

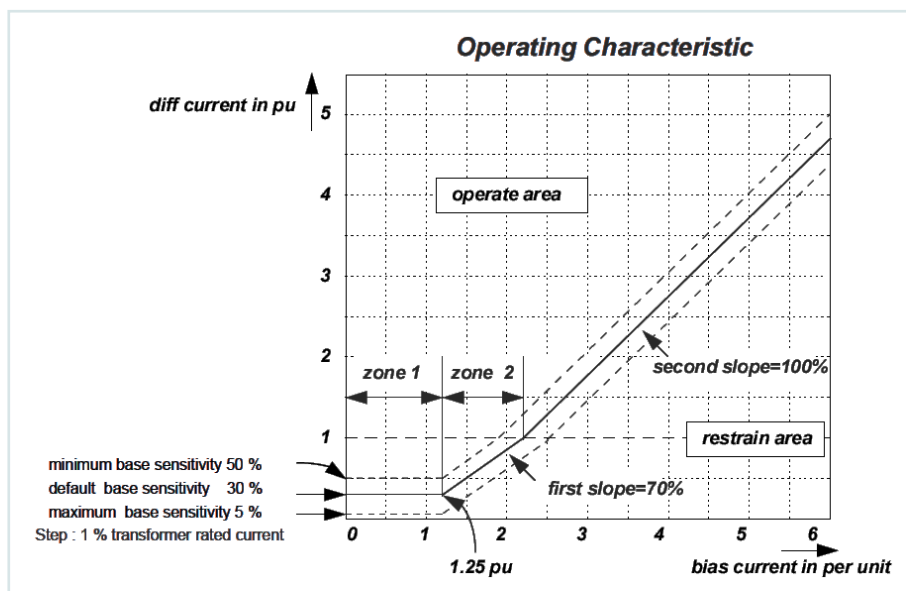


تصویر 92

$$I_{diff} = |I_{N_SEC} - I_{ZS_SEC}| \approx 0$$

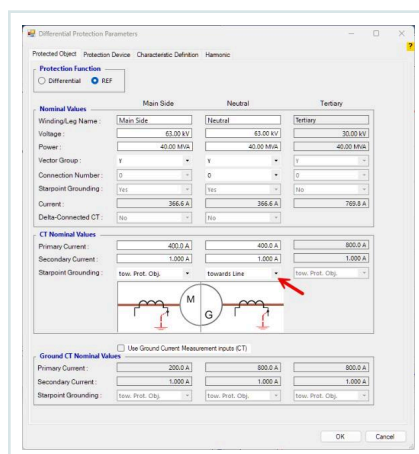
تصویر 93

منحنی مشخصه diff-bias ارائه شده توسط رله دارای سه بخش بوده که بخش اول آن جریان حد آستانه بین 5 تا 50 درصد توسط کاربر قابل تنظیم بوده و سایر بخش‌ها مشخص و ثابت هستند.

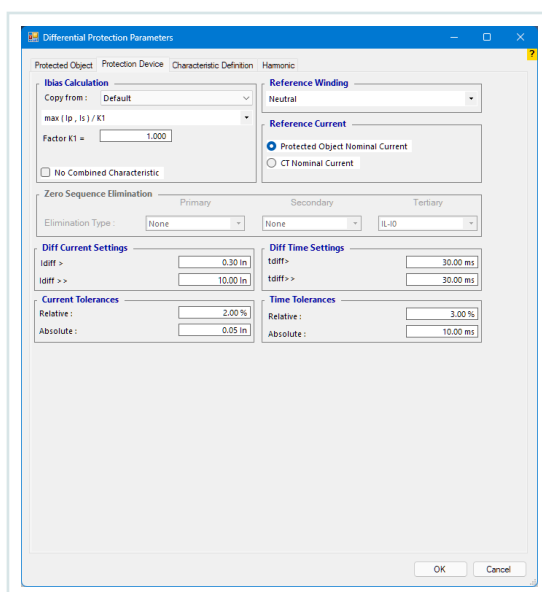


تصویر 94

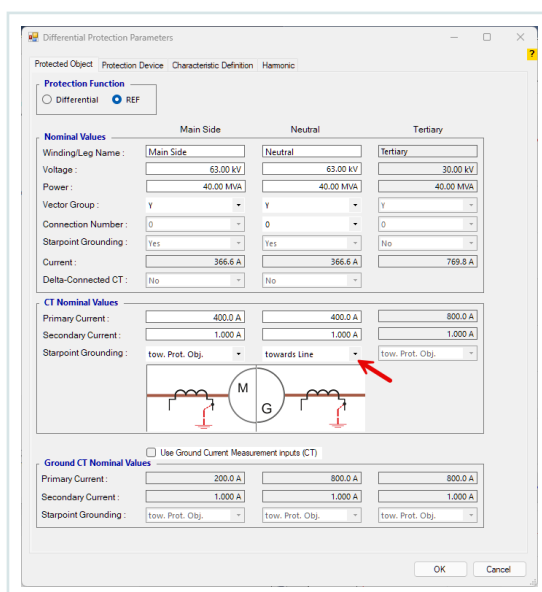
برای تست این تابع در رله RET521 می‌توان از روم دیفرانسیل استفاده کرد. نکاتی که در وارد کردن اطلاعات این تابع حفاظتی باید توجه شود به صورت ذیل است:



تصویر 95



تصویر 96



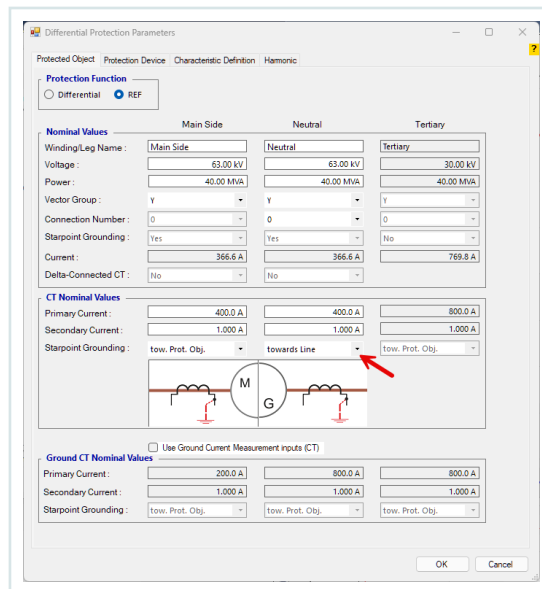
تصویر 97

برای تست این تابع باید در روم دیفرانسیل نوع Protection Function را REF انتخاب کرد و در ستون Primary باید اطلاعات سمت فاز (Main Side) و در ستون Secondary اطلاعات سمت نوترال وارد شود. جهت Starpoint Grounding سمت Neutral باید Toward Line و رابطه Ibias باید Max(Ip,Is) انتخاب شود. در اینجا برای حد آستانه عملکرد 0.3 منحنی مشخصه دیفرانسیلی رسم شده است.

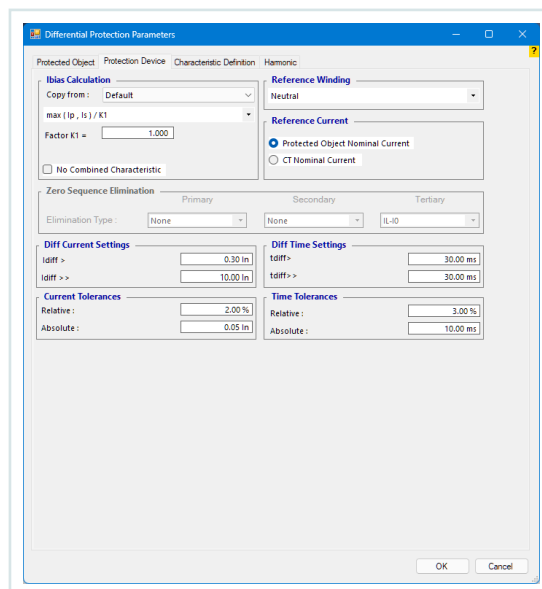
$$ID_COSPHI = \left(\left| \sum \vec{I} - \vec{I}_Y \right| \right) * \cos \phi$$

$$IB = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}$$

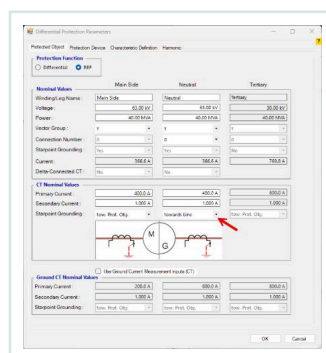
تصویر 98



تصویر 99

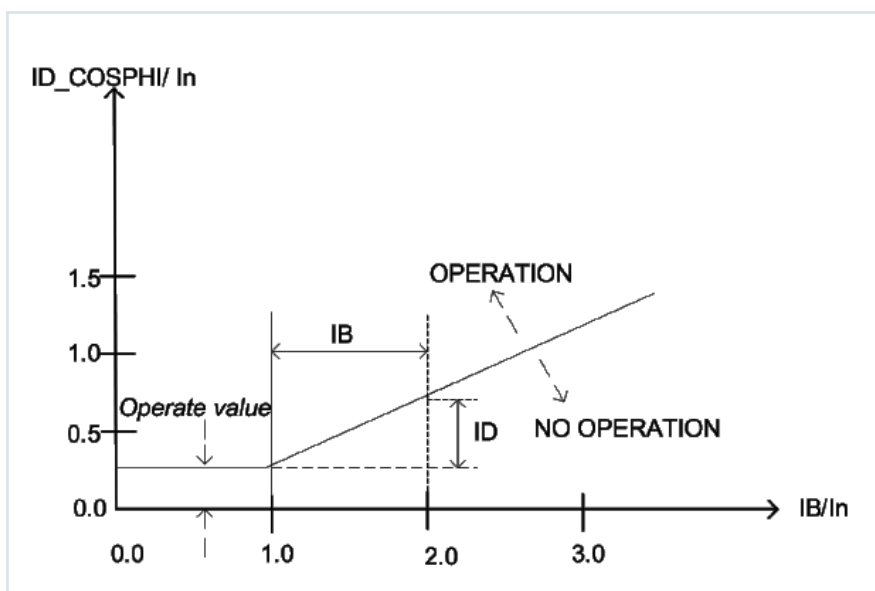


تصویر 100



تصویر 101

این رله برای حفاظت REF از دیفرانسیل بین جریان توالی صفر فازها (3I0) و جریان نوترال IY استفاده می‌کند. همچنین یک جریان بایاس برای منحنی مشخصه diff-bias این تابع تعریف شده که متوسط جریان سه فاز رله است.



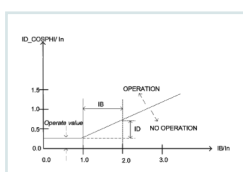
تصویر 102

$$ID_COSPHI = \left(\left| \sum \vec{I} - \vec{I}_Y \right| \right) * \cos \varphi$$

$$IB = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}$$

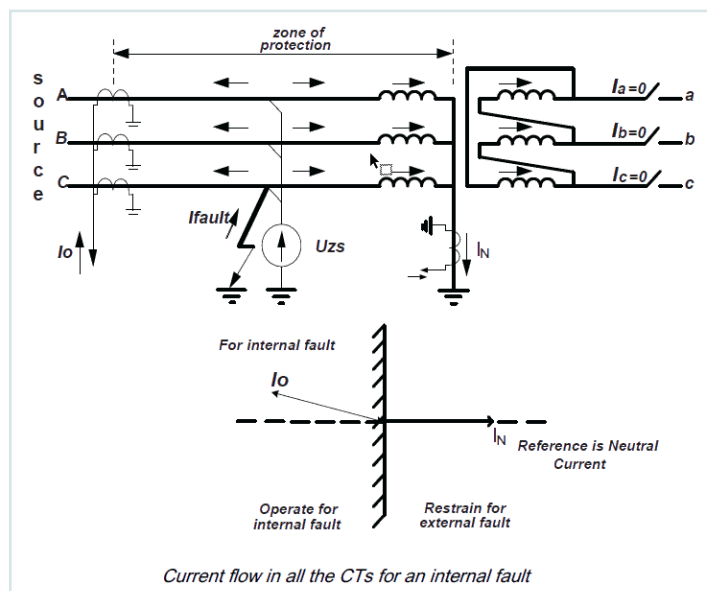
تصویر 103

بر اساس نکات ذکر شده در منوال رله، $\cos\phi$ زمانی 1 در نظر گرفته می‌شود که زاویه بین جریان نوترال (IY) و جریان توالی صفر فازها (3I0) 180 درجه باشد و اگر زاویه بین آن‌ها کمتر از 90 درجه باشد مقدار $\cos\phi$ صفر در نظر گرفته می‌شود. بنابراین زمانی رله تریپ خواهد داد که زاویه بین جریان نوترال (IY) و جریان توالی صفر فازها (3I0) بیشتر از 90 درجه باشد.

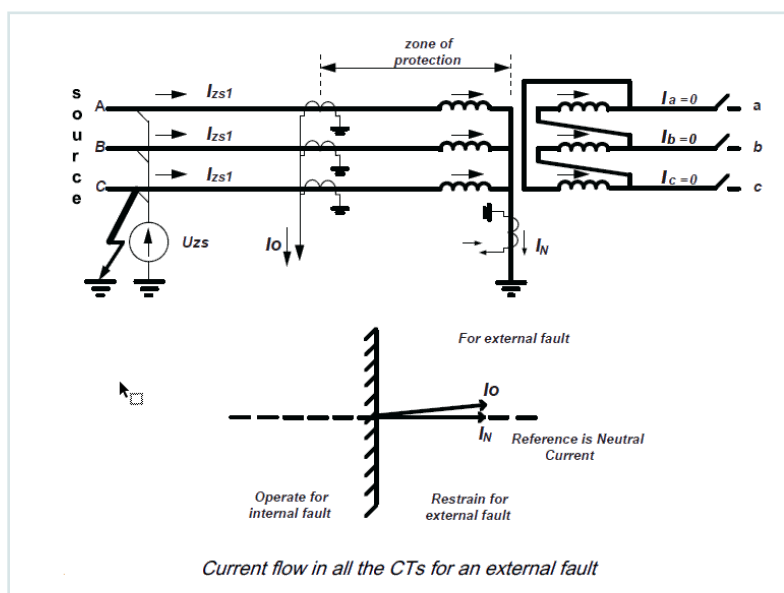


تصویر 104

برای این رله دو نوع Connection Type تعریف شده که به طور خلاصه اگر CT‌های هر دو سمت به سمت تجهیز یا خلاف جهت تجهیز زمین شده باشند Type1 و یکی از آنها در جهت ترانس و دیگری خلاف جهت ترانس باشد، Type2 است.



تصویر 105

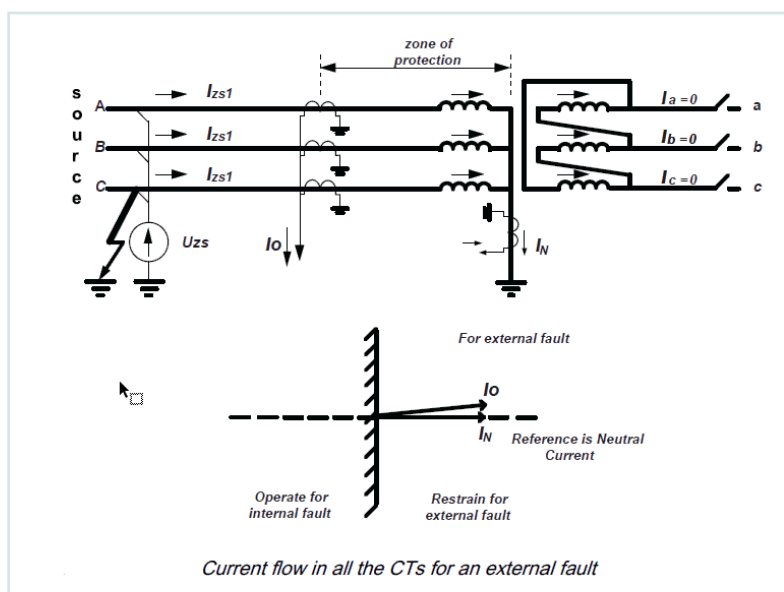


تصویر 106

در منوال رله از ساختار زیر (Type1) برای تشریح خطای داخل و خارج و آنالیز رله برای این کار استفاده شده است. در این ساختار اگر زاویه جریان 3I0 و IY کمتر از 90 درجه باشد، خطای خارج از زون دیده شده و تابع بلاک می‌شود.



تصویر 107

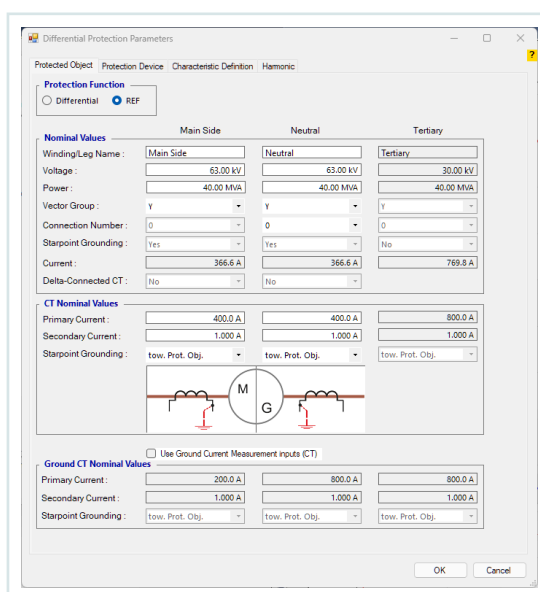


تصویر 108

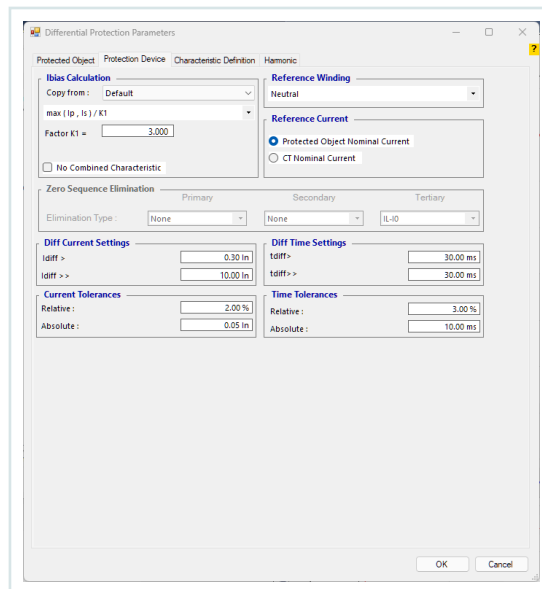
برای تست این تابع در رله RET620 می‌توان از روم دیفرانسیل استفاده کرد. نکاتی که در وارد کردن اطلاعات این تابع حفاظتی باید توجه شود به صورت ذیل است:

برای تست این تابع باید در روم دیفرانسیل نوع Protection Function را REF انتخاب کرد و در ستون Primary باید اطلاعات سمت فاز (Main Side) و در ستون Secondary اطلاعات سمت نوترال وارد شود. اگر Connection Type در رله type1 بود جهت Starpoint Grounding هر دو CT باید Toward Object باشد، در غیر این صورت CT سمت Neutral باید Toward Line انتخاب شود.

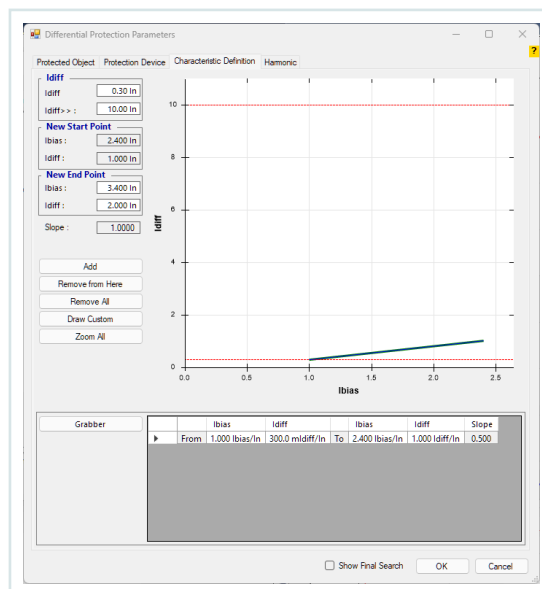
رابطه I_{bias} باید $\text{Max}(I_p, I_s)/K1$ و عدد $K1=3$ انتخاب شود.



تصویر 109

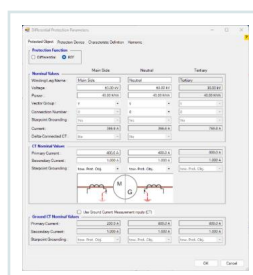


تصویر 110

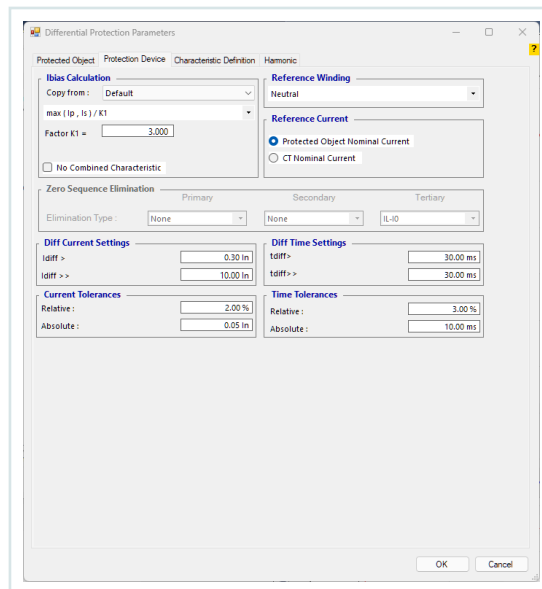


تصویر 111

در اینجا برای حد آستانه عملکرد 0.3 منحنی مشخصه دیفرانسیلی رسم شده است.



تصویر 112



Differential Protection Parameters

Protected Object: [] Protection Device: [] Characteristic Definition: [] Hamonic: []

I-bias Calculation

Copy from: [Default] [v]
 max I_{lp} , I_s / $K1$ [v]
 Factor $K1$ = [3.000]
☐ No Combined Characteristic

Reference Winding

[Neutral] [v]

Reference Current

☒ Protected Object Nominal Current
☐ CT Nominal Current

Zero Sequence Elimination

Primary: [None] [v] Secondary: [None] [v] Tertiary: [IL-IO] [v]
 Elimination Type: [None] [v]

Diff Current Settings

I_{diff} > [0.30 In] [v]
 I_{diff} >> [10.00 In] [v]

Diff Time Settings

I_{diff} > [30.00 ms] [v]
 I_{diff} >> [30.00 ms] [v]

Current Tolerances

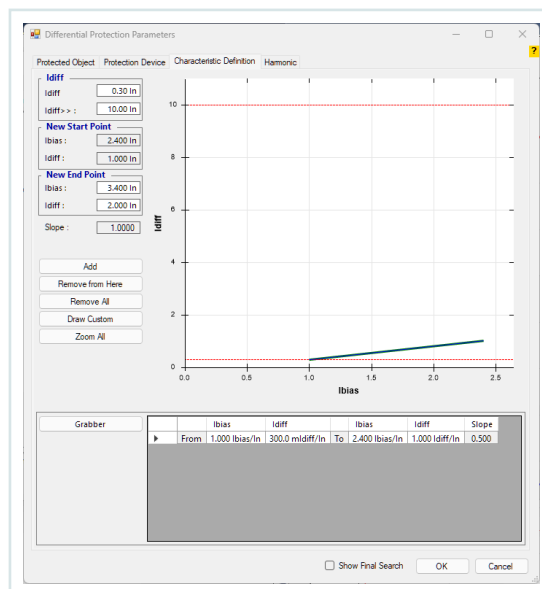
Relative: [2.00 %] [v]
 Absolute: [0.05 In] [v]

Time Tolerances

Relative: [3.00 %] [v]
 Absolute: [10.00 ms] [v]

OK Cancel

تصویر 113



تصویر 114

Ampro_Software _Translation[jg1]