جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو

گزارش آزمون
TEST REPORT

آزمایشگاه مرجع رله و حفاظت
Protection Relay Ref. Lab.

نام درخواست کننده/سازنده: شرکت همیان فن/ شرکت همیان فن
نام محصول: رله حفاظت موتور
مدل: HF 2025

گزارش حاضر جهت اطلاع بوده و به منزله تایید کلی محصول نبوده و در راستای فعالیتهای شورای ارزیابی و مطابقت با استانداردهای تولید نمی باشد.

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

آدرس: تهران – شهرک قدس – انتهای بلوار شهید دادمان – پژوهشگاه نیرو - صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵
تلفن: ۴-۸۸۰۷۹۴۰۱ – فاکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
Email:reflab@nri.ac.ir Website:http://www.nri.ac.ir

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

رله حفاظت موتور

شماره استاندارد: IEC 60255-127,2009,Ed1.0

Measuring relays and protection equipment –
Part 127: Functional requirements for over/under voltage protection

انجام دهنده آزمون: فرشید منصوربخت

تائیدکننده: فرشید منصوربخت

ناظر: (نام و نام شرکت): آقای دکتر فرزین –آقای ایلخانی(شرکت همیان فن)

تاریخ تهیه: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰

نام آزمایشگاه: مرجع رله و حفاظت

آدرس:تهران – شهرک قدس – انتهای بلوار شهید دادمان – پژوهشگاه نیرو – آزمایشگاه رله و حفاظت

تلفن/فاکس: ۹-۸۸۰۷۹۴۰۰ (داخلی ۴۲۵۶-۴۹۷۸)/ ۸۸۵۹۰۱۷۳

آدرس وب سایت:www.nri.ac.ir

محل انجام آزمون: آزمایشگاه مرجع رله و حفاظت

نام درخواست کننده : شرکت همیان فن

شماره نامه درخواست :۷۴۵۳-۱۱۱/خ

تاریخ نامه درخواست : ۱۴۰۱/۱۲/۲۸

شماره استاندارد: IEC 60255 - 1,127

روش انجام آزمون: استاندارد

روش های غیر استاندارد: ----

شماره گزارش آزمون: TR40206

کد ثبت نمونه:STR40206

توصیف نمونه: رله حفاظت موتور

سازنده/مشتری: شرکت همیان فن

مدل: HF2025

نوع طراحی: نیومریکال

شماره سریال:232650057

- نسخه تکثیر شده این گزارش بدون تایید آزمایشگاه دارای اعتبار نمی‌باشد.
- این گزارش دارای ۴۴ صفحه و ۲ پیوست می‌باشد.

انجام دهنده آزمون: فرشید منصوربخت
مدیر فنی

تائید کننده آزمون: فرشید منصوربخت
مدیر فنی

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

فهرست مطالب

عنوان

۱- خلاصه نتایج آزمون ۳

۲- پلاک و مشخصات ۵

۳- مشخصات فنی نمونه آزمون ۶

۴- ملاحظات کلی ۷

۵- خلاصه ای از نحوه انجام آزمونها و نتایج آزمونها ۷

۵-۱-آزمونهای الزامات عملکردی ۸
۵-۱-۱- آزمونهای تعیین و اندازه گیری خطاها در حالت ماندگار ۸
۵-۱-۲- آزمونهای تعیین و بررسی عملکرد و رفتار حالت گذرا ۱۷
۵-۲- آزمونهای عملکردی، صحه گذاری و تعیین دقت سایر OPTION های اضافی رله ها ۲۰
۵-۲-۱- آزمون اندازه گیری دقت واحد های نمایش جریان ۲۰
۵-۲-۲- آزمون اندازه گیری دقت واحد نمایش ولتاژ ۲۱
۵-۲-۳- آزمون عملکرد واحد اضافه بار حرارتی (49) ۲۲
۵-۲-۴- آزمون عملکرد واحد نظارت بر بریکر (CB Monitoring) ۲۵
۵-۲-۵- آزمون عملکرد واحد نظارت بر مدار تریپ (TCS) ۲۷
۵-۲-۶- آزمون عملکرد واحد تشخیص خطای کلید قدرت (50BF) ۲۸
۵-۲-۷- آزمون عملکرد واحد نظارت بر تعداد راه اندازی (66 START NUMBER) ۲۹
۵-۲-۸- آزمون واحد نظارت بر حداقل زمان بین دو راه اندازی (Min Time Betw. Two Starts) ۳۲
۵-۲-۹- آزمون عملکرد واحد نظارت بر وجود تاخیر بین توقف تا راه اندازی (ABS) ۳۲
۵-۲-۱۰- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر عدم تعادل بار (46 Unbalance) ۳۳
۵-۲-۱۱- آزمون عملکرد واحد نظارت بر ولتاژ باس (Bus Voltage Control) ۳۵
۵-۲-۱۲- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر راه اندازی طولانی (48 Exces Long Start) ۳۵
۵-۲-۱۳- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر روتور قفل شدگی (51LR-50S) ۳۷
۵-۲-۱۴- آزمون عملکرد تابع اجازه دهی برای شتاب گیری مجدد (Reacceleration Authorize) ۴۰

پیوست ۱- نتایج آزمون های تعیین خطای زمانی عملکرد Trip در حالت ماندگار (51)
پیوست ۲- نتایج آزمون های واحد اضافه بار حرارتی (49) برای تریپ و الارم 63%

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۱- خلاصه نتایج آزمون

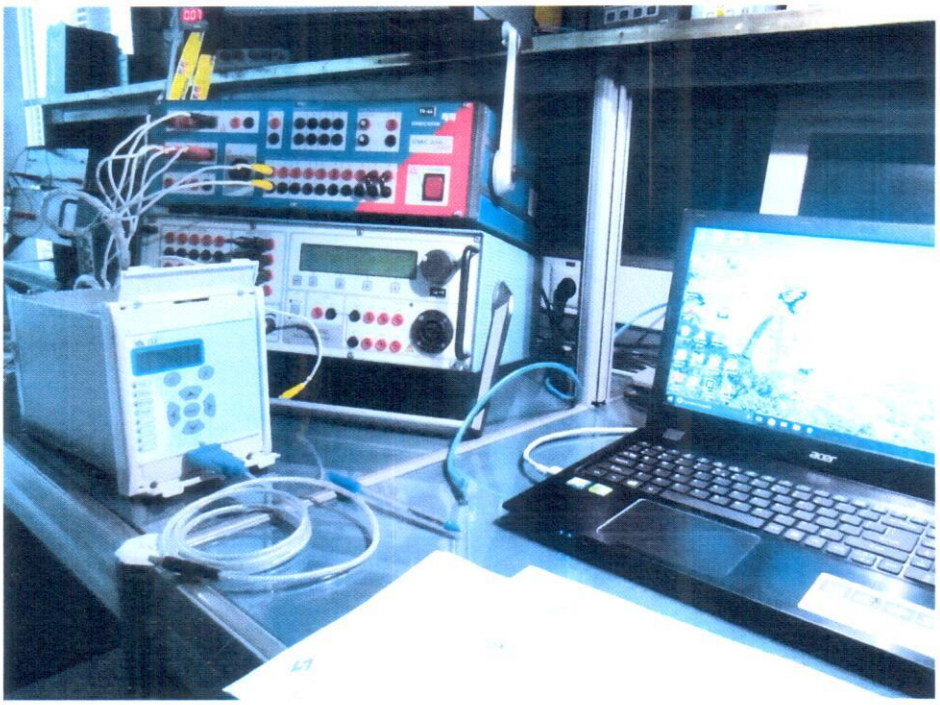
ردیف	نام آزمون	نوع آزمون	شماره و بند استاندارد	نتیجه انجام آزمون
	آزمونهای الزامات عملکردی- آزمونهای تعیین و اندازه گیری خطا ها در حالت ماندگار			
۱	آزمون اندازه‌گیری خطای پیک‌آپ و Reset Ratio درحالت ماندگار (توابع جریانی)	نوعی	IEC60255-151,6.2.2,6.2.1	مطابقت با مشخصات
۲	آزمون تعیین خطای زمانی عملکرد Trip در حالت ماندگار (توابع جریانی)	نوعی	IEC60255-127	مطابقت با مشخصات
۳	آزمون عملکرد واحد خطای زمین حساس SEF (50N)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۴	آزمون عملکرد واحد کاهش جریان (37)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۵	آزمون اندازه گیری خطای پیک آپ و Reset Ratio در حالت ماندگار (توابع ولتاژی)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
	آزمونهای الزامات عملکردی- آزمونهای تعیین و بررسی عملکرد و رفتار حالت گذرا			
۶	آزمون عملکرد گذرا-بیش رسی گذرا (در برابر موج با افست DC)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۷	آزمون اندازه گیری زمان فرا رفت (Over Shoot Time)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۸	آزمون عملکرد در برابر سیگنال ورودی متغیر با زمان (51 IDMT)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۹	اندازه گیری زمان راه اندازی-Start up time	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
	آزمونهای عملکردی- صحه گذاری و تعیین دقت سایر Option های اضافی رله ها (بر اساس مشخصات سازنده)			
۱۰	آزمون اندازه گیری دقت واحد های نمایش جریان	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۱	آزمون اندازه گیری دقت نمایش ولتاژ	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۲	آزمون عملکرد واحد اضافه بار حرارتی (49)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۳	آزمون عملکرد واحد نظارت بر بریکر (CB Monitoring)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات

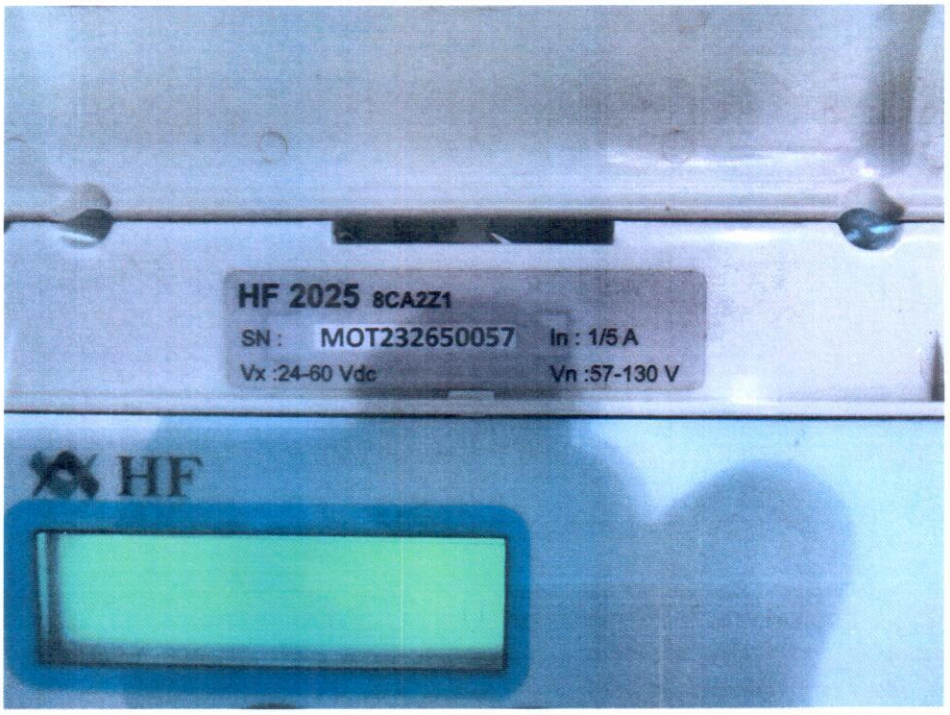
پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۱۴	آزمون عملکرد واحد نظارت بر مدار تریپ (TCS)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۵	آزمون عملکرد واحدتشخیص خطای کلید قدرت (50BF)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۶	آزمون عملکرد واحد نظارت بر تعداد راه اندازی (66 START NUMBER)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۷	آزمون عملکرد نظارت بر حداقل زمان بین دو راه اندازی (Min Time Between two starts)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۸	آزمون عملکرد واحد نظارت بر وجود تاخیر بین توقف تا راه اندازی (ABS)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۱۹	آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر عدم تعادل بار (46 Unbalance)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۲۰	آزمون عملکرد واحد نظارت بر ولتاژ باس (Bus Voltage Control)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۲۱	آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر راه اندازی طولانی (48 Exces Long Start)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۲۲	آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر روتور قفل شدگی (51LR-50S)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات
۲۳	آزمون عملکرد تابع اجازه‌دهی برای شتاب‌گیری مجدد (Reacceleration Authorize)	نوعی	IEC60255-1	مطابقت با مشخصات

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۲- پلاک و مشخصات





پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۳- مشخصات فنی نمونه آزمون

جریان نامی/ فرکانس نامی :	1 or 5 A , 50 Hz (fixed)
ولتاژ نامی تغذیه و محدوده آن:	24-60 V DC
دقت نمایش و اندازه گیری جریان:	for phase CT: range: 0.02-40 In (1 or 5 A), accuracy: ±1% or 30mA for sensitive earth CT: range: 0.002-1 In (1 or 5A), accuracy: ±0.5% or 3mA
دقت اندازه گیری و نمایش ولتاژ:	range:0.2-260 VAC, acuracy: ±1% or ±50mV
کلاس دقت منحنی‌های IDMT:	±1% or ±40 ms
محدوده موثر منحنی ها:	1.05-20 times Ip
دقت پیک آپ جریان:	±1% or ±30 mA
محدوده تنظیم جریان Pickup ماژول 51:	0.1 – 25 In @ In=1/5A,step :0.01
محدوده تنظیم جریان Pickup ماژول 50N:	0.002 – 1 In @ In=1/5A,step :0.001
محدوده تنظیم زمان واحد 50N:	0.00-100s,step:0.01, stage 1,2
دقت عملکرد زمان ماژول 50N:	±1% or ±40 ms
دقت عملکرد جریان ماژول 50N:	±0.5 % or ±2 mA
محدوده تنظیم جریان Pickup ماژول 50:	0.1-25In, step:0.01, stage 1 (1 ,5 A) 0.5-40In, step:0.01, stage 2,3 (1 ,5 A)
محدوده تنظیم زمان عملکرد ماژول 50:	0.00-150sec,step:0.01
دقت عملکرد زمان ماژول 50:	±1% or ±40 ms
دقت و آستانه پیک اپ ماژول 59:	±1% or ±50 mV, Vp = 5-260 V
دقت و آستانه پیک اپ ماژول 27:	±1% or ±50 mV, Vp = 5-130 V
حداکثر زمان فرارفت :	+ 25 ms
حداکثر درصد بیش رسی گذرا (TOR) :	(+0.1%, $X/R = 50$) (+0.1%, $X/R = 120$)
حداکثر خطا در برابر سیگنال متغیر با زمان:	± 2 % T trip Average
حداکثر زمان راه اندازی(start up time) :	3 sec max
نسخه نرم آفزار:	1.2

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۴- ملاحظات کلی

مشتری حق دارد تا یک ماه پس از صدور نتایج آزمون، اعتراض خود را نسبت به نتایج و یا نحوه انجام آزمون رسما" و کتبا" اعلام نماید و در صورتیکه اشتباه ثابت شده ای از طرف آزمایشگاه رخ داده باشد که نتایج آزمون را تحت تاثیر قرار داده باشد، انجام مجدد آزمون ها بدون هزینه صورت خواهد گرفت. نمونه های مورد آزمون تا ۶ ماه پس از انجام آزمون توسط آزمایشگاه نگهداری می گردد، در غیر اینصورت هیچگونه شکایتی از سوی مشتری قابل قبول نمی باشد.
نمونه توسط مشتری به آزمایشگاه ارایه شده است.

۵- خلاصه ای از نحوه انجام آزمونها و نتایج آزمونها

بررسی عملکرد رله‌های حفاظتی به ازای مشخصه‌های تعریف شده آنها می‌باشد. در واقع رله‌های حفاظتی به ازای شرایط خاصی از ورودیها، ولتاژ، جریان و فرکانس و... و نوع آنها عملکرد متناسبی از خود نشان می‌دهند. که در پاره‌ای موارد بسیار ساده و در پاره‌ای از موارد نیز از پیچیدگی زیادی برخوردار است. زمان عملکرد رله‌های حفاظتی به عنوان پارامتر مهمی در درستی رفتار آنها تلقی می‌گردد و این زمان از لحظه فرا رسیدن شرایط خطا و در واقع عملکرد رله محاسبه گشته و از طریق پانل ورودی تنظیم می‌گردد. مشخصه‌های قطع نیز منحنی‌های مقادیری چون جریان نسبت به زمان می‌باشد. این آزمونها تحت عنوان آزمونهای دقت و در دو حالت دائم و گذرا و با توجه به نوع یک کمیتی یا دو کمیتی بودن رله در IEC60255-1,151,127,121 بنا به مورد مطرح شده است.

آزمون‌ها توسط تجهیزات تست رله مدل CMC256 plus و Freja300 به ترتیب ساخت کمپانی OMICRON اتریش و Programma سوئد انجام پذیرفته است.تجهیز Omicron دارای شش کانال جریان با دقت 05%rdg و رزولوشن 1mA و سه کانال ولتاژ با دقت 0.03%rd و رزولوشن 5 mV ± است که از سه کانال جریان این تجهیز برای تست رله استفاده شده است. تجهیز Freja300 دارای سه کانال جریان با دقت 0.3%rdg + 0.01%range ± و سه کانال ولتاژ با دقت 0.05%rdg + 0.01%range ± می‌باشد.

برای شبیه‌سازی شرایط عملکرد از طریق نرم‌افزار موجود روی PC که متصل به تجهیز تست می‌باشد و یا بطور دستی از طریق کنترل‌های دستی روی تجهیزات به ایجاد خطا در شرایط نرمال ورودی ها و نهایتا ثبت زمان قطع پرداخته می شود.

رله‌های زمانی معکوس از طریق Tool Box تجهیز CMC 256، FREJA 300 و واردکردن اطلاعات مربوط به منحنی معکوس (EI یا VI و NI) و ضرایب تنظیمات زمانی TMS و جریان Pickup و اطلاعات مربوط به کلاس دقت و پس از برقراری اتصلات جریانی و ولتاژی و تغذیه DC رله و برقراری خروجیهای Trip,Close command رله به محل BI تجهیز تست آغاز می‌گردد. و تجهیز تستر بطور اتوماتیک با ضرایب مشخصی نسبت به جریان Pickup، جریان تزریق کرده و به ثبت زمان عملکرد می پردازد. نقاط در روی نمودار تئوری نمایش داده می‌شود و با در نظر گرفتن خطای مجاز قرمز کوچک و یا بزرگ (خطا) خواهد بود.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-آزمونهای الزامات عملکردی

۵-۱-۱- آزمونهای تعیین و اندازه گیری خطاها در حالت ماندگار

۵-۱-۱-۱- آزمون اندازه گیری خطای پیک آپ و Reset Ratio در حالت ماندگار (توابع جریانی)

۵-۱-۱-۱-۱- آزمون اندازه‌گیری خطای پیک‌آپ و Reset Ratio حالت ماندگار (اضافه جریان زمان ثابت 50)

در این آزمون خطای پیک آپ و Drop out رله اندازه‌گیری می‌شود. بدین منظور از کنتاکت pickup و یا کنتاکت trip با حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t = 0.00 Sec مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنظیمات رله به صورت زیر می‌باشد:

In = 1 A, DT, Stage1, Delay Time = 0; range (0.1-25) In;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%;

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس مجاز(بر اساس ادعا)	قضاوت
0.1 A	99.5 mA	94.5mA	0.5 mA	94.97%	94 %	مطابقت با مشخصات
0.2A	199.5 mA	189.5 mA	0.5 mA	94.98%	94 %	مطابقت با مشخصات
0.5 A	499 mA	474 mA	1 mA	94.99%	94 %	مطابقت با مشخصات
1A	0.998 A	948mA	2 mA	94.99%	94 %	مطابقت با مشخصات
2A	1.997 A	1.897 A	3 mA	94.99%	94 %	مطابقت با مشخصات
5 A	5.021 A	4.77A	+21 mA or+0.42%	94.99%	94 %	مطابقت با مشخصات
10 A	10.03 A	9.530A	-30mA or +0.3%	95.01%	94 %	مطابقت با مشخصات
15 A	14.863 A	14.15A	-0.14 A or -0.93%	95.22%	94 %	مطابقت با مشخصات
20 A	19.86 A	18.84 A	-0.14 A or -0.7%	94.86%	94 %	مطابقت با مشخصات
25A	24.79 A	23.66 A	-21 A or -0.8%	95.82%	94 %	مطابقت با مشخصات

محدوده جریان پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع اضافه جریان زمان ثابت	
Ip:0.1-25 A (Stage 1)	±1% or ±30 mA	In=1 A
Ip:0.5-40 A (stage 2,3)	±1% or ±30 mA	

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

In = 5 A, DT, Stage1, Delay Time = 0; range (0.1-25) In

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس (بر اساس ادعا)	قضاوت
0.5 A	498.0 mA	475 mA	-2 mA	95.38%	94 %	مطابقت با مشخصات
1A	997.0 mA	949 mA	-3 mA	95.19%	94 %	مطابقت با مشخصات
2A	2.000 A	1.901A	0	95.05%	94 %	مطابقت با مشخصات
5A	5.005 A	4.750A	5 mA	95.01%	94 %	مطابقت با مشخصات
10A	10.01 A	9.93A	10 mA	99.20%	94 %	مطابقت با مشخصات
20A	20.11 A	19.10 A	110 mA or -0.55%	94.97%	94 %	مطابقت با مشخصات
30A	30.20 A	28.60 A	-0.2 A or -0.67%	94.70%	94 %	مطابقت با مشخصات
70A	70.40 A	66.60 A	-0.4 A or-0.57%	94.60%	94 %	مطابقت با مشخصات

محدوده جریان پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع 50	
Ip:0.5-50 A (Stage 1)	±1% or ±30 mA	In=5 A
Ip:2.5-200 A (Stage 2,3)	±1% or ±30 mA	

۵-۱-۱-۱-۲- اندازه‌گیری خطای پیک‌آپ و Reset Ratio حالت ماندگار (اضافه جریان زمان معکوس 51)

In = 5 A, IDMT, range (0.1-25) In

Activation level = 105% (Ip = 1.05 Ipset), Reset factor (fixed) = 94%

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ عملکرد	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	قضاوت
100mA	105 mA	104.5 mA	99 mA	-0.5 mA	94.73%	مطابقت با مشخصات
500mA	525 mA	523.5 mA	497.5 mA	-1.5 mA	95.03%	مطابقت با مشخصات
1A	1.05 A	1.049 A	0.996 A	-1 mA	94.95%	مطابقت با مشخصات
5A	5.25 A	5.272 A	5.008 A	12mA or 0.6%	94.99%	مطابقت با مشخصات

محدوده جریان پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع اضافه جریان زمان معکوس	
Ip:0.1-25 A	±1% or ±30 mA	In=1 A
Ip:0.5-40 A	±1% or ±30 mA	

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

همچنین رله اضافه جریان تابع 51 حتما در بازه Ip 1.3-1 عملکرد تریپ داشته باشد هرچند برآورده شدن الزامات دقت در این محدوده مد نظر نیست. با توجه به ادعای سازنده مبنی بر این که (Ip = 1.05 Ipset) می‌باشد، این مقدار را به ازای دو تنظیم زیر و منحنی IEC Extremely Inverse مورد بررسی قرار گرفتند.

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان تزریقی	ضریب زمانی TMS	زمان عملکرد طبق منحنی EI	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای عملکرد زمانی	وضعیت عملکرد رله	قضاوت
Ip min = 0.1 A	105 mA	TMS min = 0.01	7.805 sec	7.812 sec	7 ms or 0.9%	تریپ داد	مطابقت با استاندارد
Ip max = 2 A	2.1 A	TMS min = 0.01	7.805 sec	7.813 sec	8 ms or 1.0%	تریپ داد	مطابقت با استاندارد

۵-۱-۱-۲- آزمون تعیین خطای زمانی عملکرد Trip در حالت ماندگار (توابع جریانی)

۵-۱-۱-۲-۱- آزمون اندازه‌گیری خطای زمان عملکرد درحالت ماندگار (اضافه جریان زمان ثابت 50)

در این آزمون از کنتاکت trip تابع اضافه جریان زمان ثابت استفاده شده است و با تزریق جریانی معادل دو برابر جریان تنظیمی زمان عملکرد تابع اندازه گیری شده است.

In = 5 A, DT, Stage1, Delay Time range: 0-150 sec (step 0.01)

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%;

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان تزریقی	زمان تنظیم شده	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
0.5 A	1 A	0	25.6 ms	25.6 ms	مطابقت با مشخصات
1A	997.0 mA	20 ms	27.6 ms	27.6 ms	مطابقت با مشخصات
5A	5.005 A	1 sec	1.004 sec	4 ms	مطابقت با مشخصات

	حداکثر خطای زمان مجاز ادعا شده برای تابع اضافه جریان زمان ثابت 50
In=1 A or In = 5A	±1% or ±40 ms

۵-۱-۱-۲-۲- آزمون اندازه‌گیری خطای زمان عملکرد Trip درحالت ماندگار (51,51N)

عملکرد واحد های اضافه جریان IDMT به ازای کمترین و بیشترین بازه تنظیمات جریان پیک آپ و TMS ادعا شده توسط سازنده رله، توسط مد اتوماتیک دستگاه CMC256plus برای منحنی های مختلف و برای کلیه فازها و به ازای اتصالی‌های تکفاز، دوفاز و سه‌فاز بررسی می‌گردد. نتایج کامل در پیوست ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-۱-۳- آزمون عملکرد واحد خطای زمین حساس (50N) SEF

۵-۱-۱-۳-۱- آزمون اندازه‌گیری خطای پیک آپ درحالت ماندگار

در این آزمون خطای پیک آپ و Drop out رله اندازه‌گیری می‌شود. تنظیمات کلی این تابع به صورت زیر می‌باشد:

Ip setting Range	0.01 – 1 In (1 or 5 A)
Definite Time Delay	0.00-100 sec (step 0.01)
Number of Stages	2
Ip accuracy	±0.5% or ±3 mA
Trip Time accuracy	±1% or ±40 ms

همچنین در این آزمون، از کنتاکت pickup و یا از کنتاکت trip به ازای حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t = 0.00Sec استفاده شد:

In = 1 A, Stage1, Delay Time = 0; range (0.002-1) In;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس مجاز	قضاوت
100 mA	100 mA	94 mA	0	94.00%	94 %	مطابقت با مشخصات
200 mA	198 mA	191 mA	2 mA	96.46%	94 %	مطابقت با مشخصات
300 mA	300 mA	284 mA	0	94.66%	94 %	مطابقت با مشخصات
500 mA	498 mA	472 mA	2 mA 0r 0.4 %	94.78%	94 %	مطابقت با مشخصات
1000 mA	996 mA	945 mA	4 mA or 0.4 %	94.88%	94 %	مطابقت با مشخصات

محدوده جریان پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع خطای زمین حساس 50N	
Ip:0.002- 1 A (Stage 1,2)	±0.5% or ±3 mA	In=1 A

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-۱-۳-۲- آزمون بررسی مصونیت نسبت به ورودی جریان هارمونیکی تابع SEF (50N)

در این آزمونها جریان ورودی ترکیبی از درصد دامنه های مختلف موج اصلی و هارمونیک دوم، سوم، پنجم و هفتم با اختلاف فازهای مختلف به رله اعمال می‌شود و نتایج عملکرد و نمایش جریان ثبت گردیده است.

در این رله نمایش جریان ها و ولتاژ بر اساس مقدار True RMS است ولی حفاظت ها بر اساس مقدار مولفه اصلی صورت می‌گیرد.

In = 1 A, Stage1, Delay Time = 200 ms; Ip = 0.1, In = 100 mA, CT ratio: 100/1

جریان تنظیمی (H1)	اندازه و فرکانس جریان تزریقی نسبت به مولفه اصلی	جریان نمایش داده شده (True RMS)	زمان عملکرد	قضاوت
100 mA	100%H1(50Hz)	10.01 A	215ms	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H1+30%H3<0	10.41 A	228 ms	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H3	9.91 A	No operation	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H1+50%H3<270	11.14 A	224 ms	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H1+50%H3<60	11.13 A	224 ms	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H5	9.78 A	No operation	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H7	9. 66 A	No operation	مطابقت با مشخصات
100 mA	100%H2	9.91 A	No operation	مطابقت با مشخصات

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-۱-۴- آزمون عملکرد واحد کاهش جریان (37)

این تابع (Loss of Load) بر اساس کمترین جریان سه فاز عمل می‌کند. شرط فعال شدن این تابع این است که ورودی که به کنتاکت 52a بریکر وصل است فعال باشد. بدین منظور می‌بایست یک ورودی را به 52a اختصاص داد و این ورودی را در زمان تست این تابع، فعال نگه داشت. این تابع سیگنال پیک آپ این تابع قابل مشاهده نیست از این رو در این تست از trip این تابع به ازای حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t = 0.20 Sec استفاده شده است. بدین منظور جریان سه فاز به رله تزریق شده است و کاهش جریان بر روی یکی از فازها اتفاق افتاده است.

در این آزمون خطای پیک آپ و Drop out رله اندازه‌گیری می‌شود. تنظیمات کلی این تابع به صورت زیر می‌باشد:

I Under Current Range	0.1 – 1 In (1 or 5 A)
Definite Time Delay	0.2-100 sec (step 0.01)
Ip accuracy	±1% or ±30 mA
Trip Time accuracy	±1% or ±40 ms

در این آزمون، کنتاکت pickup و یا کنتاکت trip با حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t=0.00Sec مورد استفاده قرار گرفت و رله در وضعیت DT قرار داشت:

In = 1 A, Delay Time = 200 ms; range (0.01-1) In;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 105%

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس مجاز(بر اساس ادعا)	قضاوت
100 mA	99 mA	104 mA	1 mA	104.04%	105 %	مطابقت با مشخصات
200 mA	199 mA	208 mA	1 mA	104.52%	105 %	مطابقت با مشخصات
500 mA	498 mA	520 mA	2 mA	104.22%	105 %	مطابقت با مشخصات
700 mA	698 mA	730 mA	2 mA	104.73%	105 %	مطابقت با مشخصات
1000 mA	997 mA	1045 mA	3 mA	104.81%	105 %	مطابقت با مشخصات

محدوده جریان پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع کاهش جریان 37	
Ip:0.1- 1 A	±1% or ±30 mA	In=1 A

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-۱-۵- آزمون اندازه گیری خطای پیک آپ و Reset Ratio در حالت ماندگار (توابع ولتاژی)

۵-۱-۱-۵-۱- آزمون اندازه‌گیری خطای پیک‌آپ و Reset Ratio درحالت ماندگار (اضافه ولتاژ 59)

در این رله تنها یک ورودی آنالوگ ولتاژ وجود دارد که حتما می‌بایست به ترانسفورمر ولتاژ نصب شده بین ولتاژ خط به خط (بین فاز A و C) وصل شده باشد. به عبارتی این ورودی نشان دهنده اختلاف ولتاژ بین فازهای A و C است.

در این آزمون خطای پیک آپ و Drop out تابع Overvoltage رله اندازه‌گیری می‌شود. بدین منظور، کنتاکت pickup و یا کنتاکت trip با حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t=0.00Sec مورد استفاده قرار گرفت. این حفاظت تک سطحی و زمان ثابت است.

Vnominal=57-130 V; Voltage setting range: 5-260 V;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%;

ولتاژ پیک آپ تنظیمی	ولتاژ پیک آپ اندازه‌گیری شده	ولتاژ Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس مجاز	قضاوت
5 V	4.976 V	4.714	24 mV	94.73 %	94 %	مطابقت با مشخصات
25 V	25.01 V	23.59	10 mV	94.32 %	94 %	مطابقت با مشخصات
50 V	50.06 V	47.12	60 mV or 0.12%	94.13 %	94 %	مطابقت با مشخصات
100 V	99.41 V	94.18	590 mV or 0.59%	94.74 %	94 %	مطابقت با مشخصات
150 V	148.8 V	141.1	1200 mV or 0.8%	94.83 %	94 %	مطابقت با مشخصات
200 V	198.9 V	187.2	1600 mV or 0.8%	94.36 %	94 %	مطابقت با مشخصات
235 V	233.1 V	220.6	1900 mV or 0.81%	94.64 %	94 %	مطابقت با مشخصات
250 V	248.2 V	236.4	1800mv or 0.72%	95.23 %	94 %	مطابقت با مشخصات
260 V	257.7 V	243.2	2300 mV or 0.88%	94.38 %	94 %	مطابقت با مشخصات

محدوده ولتاژ پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع اضافه ولتاژ 59
Vp:5-260 V	±1% or ±50 mV

۵-۱-۱-۵-۲- آزمون اندازه‌گیری خطای پیک‌آپ و Reset Ratio درحالت ماندگار (افت ولتاژ 27)

در این رله یک ورودی دیجیتال به کنتاکت 52a بریکر اختصاص داده می‌شود. فعال بودن این ورودی به معنی این است که موتور برق دار است. برای فعال بودن تابع Undervoltage می‌بایست این ورودی حتما فعال باشد.

برای آزمون عملکرد تابع 27، ولتاژ بزرگی تزریق نموده و سپس ورودی 52A را فعال می‌کنیم. بعد این ولتاژ را کاهش می‌دهیم تا ولتاژ تحریک حاصل شود.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

در این آزمون خطای پیک آپ و Drop out تابع Undervoltage رله اندازه‌گیری می‌شود. این تابع کنتاکت pickup ندارد بدین منظور، از کنتاکت trip با حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t=0.00Sec مورد استفاده قرار گرفت. این حفاظت تک سطحی و زمان ثابت است.

Vnominal=57-130 V; Voltage setting range: 5-130 V;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 105%;

ولتاژ پیک آپ تنظیمی	ولتاژ پیک آپ اندازه‌گیری شده	ولتاژ Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداکثر هیسترزیس مجاز(بر اساس ادعا)	قضاوت
5 V	4.973 V	5.213	27 mV	104.83 %	105 %	مطابقت با مشخصات
10 V	9.96 V	10.45	40 mV	104.92 %	105 %	مطابقت با مشخصات
50 V	49.94 V	52.39	60 mV or 0.12%	104.91 %	105 %	مطابقت با مشخصات
75 V	74.91V	78.35	90 mV or 0.12%	104.59%	105 %	مطابقت با مشخصات
100 V	99.43 V	104.02	570 mV or 0.57%	104.62 %	105 %	مطابقت با مشخصات
130 V	129.0 V	135.01	1000 mV or 0.77%	104.66 %	105 %	مطابقت با مشخصات

محدوده ولتاژ پیک آپ	حداکثر خطای پیک آپ تابع افت ولتاژ 27
Vp:5-130 V	±1% or ±50 mV

۵-۱-۱-۵-۳- آزمون اندازه‌گیری خطای زمان عملکرد درحالت ماندگار (اضافه ولتاژ 59)

در این آزمون، از کنتاکت pickup و هم از کنتاکت Trip رله استفاده شده است.با استفاده از ولتاژ پیک آپ به دست آمده در آزمون های پیش، عملکرد زمانی تابع Overvoltage مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این تابع به صورت زمان ثابت است و حدود تنظیمات آن به شرح زیر است:

Vnominal = 57-130 V; Voltage setting range: 5-260 V (step = 0.1);

DT, T delay setting = 0-600 sec; Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%;

ولتاژ پیک آپ تنظیمی	ولتاژ تزریقی	زمان عملکرد تنظیمی	زمان پیک آپ اندازه گیری شده	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای عملکرد زمانی	قضاوت
50 V	50.06 V	100 ms	29.3 ms	121.7 ms	21.7 ms	مطابقت با مشخصات
100 V	99.41V	1 sec	28.9 ms	1.024 sec	24 ms	مطابقت با مشخصات
50 V	50.06 V	2 sec	29.3 ms	2.022 sec	22 ms	مطابقت با مشخصات
100 V	99.41V	4 sec	28.9 ms	4.022 sec	22 ms	مطابقت با مشخصات

±1% or ±40 ms	حداکثر خطای زمان مجاز ادعا شده برای تابع اضافه ولتاژ 59

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۱-۱-۵-۴- آزمون اندازه‌گیری خطای زمان عملکرد درحالت ماندگار (افت ولتاژ 27)

در این آزمون، با استفاده از ولتاژ پیک آپ به دست آمده در آزمون های پیش، عملکرد زمانی تابع Overvoltage مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و خطای زمان عملکرد تابع Undervoltage رله اندازه‌گیری می‌شود. این تابع کنتاکت pickup ندارد بدین منظور، از کنتاکت trip با حداقل زمان عملکرد قابل تنظیم یعنی t=0.00Sec استفاده شد. این حفاظت تک سطحی و زمان ثابت است.

این تابع به صورت زمان ثابت است و حدود تنظیمات آن به شرح زیر است:

Vnominal=57-130 V; Voltage setting range: 5-130 V;

DT, T delay setting = 0-600 sec;

Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 105%

ولتاژ پیک آپ تنظیمی	ولتاژ تزریقی	زمان عملکرد تنظیمی	زمان پیک آپ اندازه گیری شده	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای عملکرد زمانی	قضاوت
20 V	19.94 V	100 ms	26.0 ms	108.1 ms	8.1 ms	مطابقت با مشخصات
20 V	19.94 V	1 sec	26.0 ms	1.008 sec	8 ms	مطابقت با مشخصات
50 V	50.06 V	2 sec	25.4 ms	2.008 sec	8 ms	مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان مجاز ادعا شده برای تابع افت ولتاژ 27	±1% or ±40 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

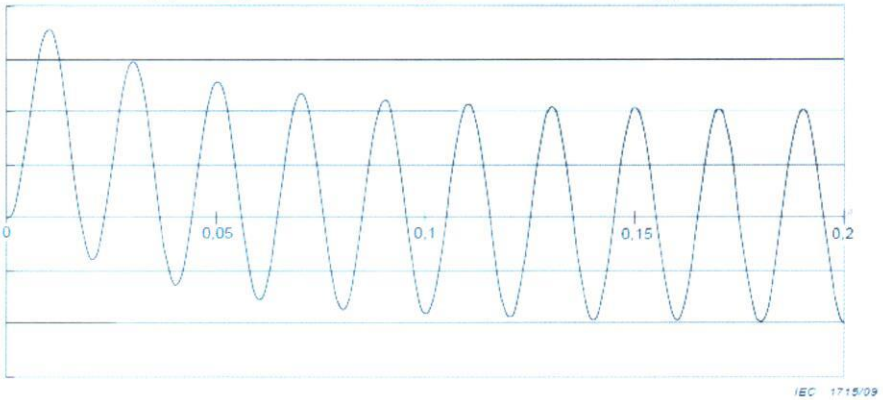
۵-۱-۲- آزمونهای تعیین و بررسی عملکرد و رفتار حالت گذرا

نکته : این آزمونها در شرایط جریان Ip=1x In صورت می پذیرند.

۵-۱-۲-۱- آزمون عملکرد گذرا-بیش رسی گذرا (در برابر موج با افست DC)

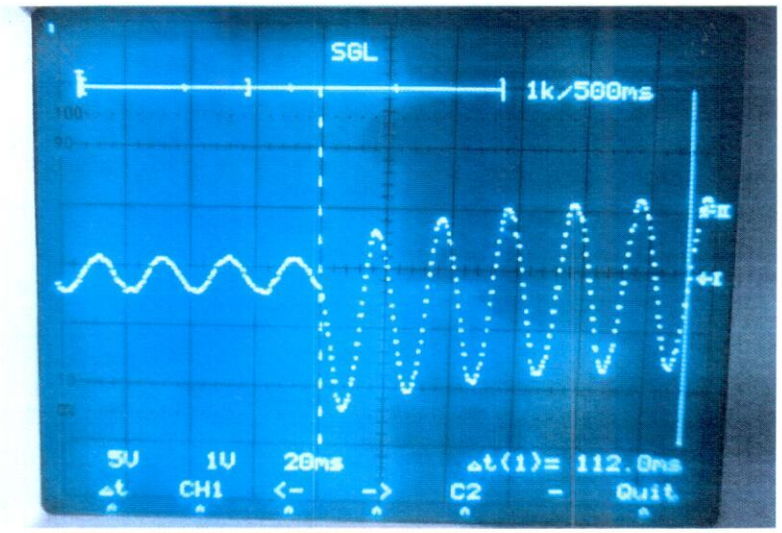
در این آزمون جریان پیک آپ برابر Ips = Gs = 1 In = 1 A تنظیم می شود و پس از آن جریان پیک آپ واقعی بدست آمده و 2%- آن مجددا به رله اعمال می شود که رله نبایستی عمل کند، سپس موج با افست حداکثر و نسبت X/R های مختلف از 10 تا 120 به رله اعمال می شود، اگر رله start کرد بایستی آزمون با یک پله بالاتر تنظیم جریان پیک آپ تکرار شود تا در نهایت 5 عدم عملکرد موفق رله بدست بیاید و سپس درصد بیش رسی گذرا بشکل ذیل بدست می آید:

$$T.O.R. = ((\text{No operation Setting} / \text{Reference setting}) - 1) \times 100$$



این پارامتر بدین معنی است که برای جلوگیری از عملکرد ناخواسته رله در شرایط گذرای اتصال کوتاه، بایستی چند درصد تنظیمات پیک اپ را افزایش داد.

نکته: این آزمون تنها برای رله های زمان معین مصداق دارد.



پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Relay setting: DT, Ip=1A

Calculated T.O.R. $\left[\frac{NewIp}{Ips}-1\right]\times 100$	New Ip setting for No operation to Ipm (with DC decay)	I injection (-2%) (Sine wave)	Measured Ip (Ipm) (Sine wave)	Ip setting (Ips)
0 %	X/R=50 = 160 ms	0.979A	0.999A	1A
	New setting=1.00A	NO TRIP/OK	TRIP/OK	
0 %	X/R =120 = 380 ms	0.979A	0.999A	1A
	New setting=1.01mA	NO TRIP/OK	TRIP/OK	

حداکثر درصد بیش رسی گذرا (TOR) ، طبق ادعا سازنده:	+0.1%

۵-۱-۲-۲- آزمون اندازه گیری زمان فرا رفت (Over Shoot Time)

این آزمون فقط برای رله های اضافه جریان IDMT تعریف شده می باشد و برای رله U.C. و ماژول اضافه جریان آنی (50) مصداق ندارد.

در این آزمون ابتدا ماکزیمم زمان عملکرد موفق رله به ازای 5 بار تغییر حالت جریان/ولتاژ از صفر به 5 X Ip (برای IDMT) و 2 X Ip (برای DT) اندازه گیری می شود و سپس خطا با پله های زمانی مدت زمانی کمتر از 5 ms از زمان تریپ اعمال می شود، تا 5 عدم عملکرد موفق رله تحقیق شود، اختلاف زمان trip و مدت زمان تزریق جریان / ولتاژ خطا، زمان بیش رسی گذرا خواهد بود.

نکته: برای رله های زمان معین بایستی time delay=200 ms و جریان خطا 2 X Ip انتخاب شود.

حداکثر زمان فرارفت گذرا طبق ادعای سازنده:	25 ms

Relay setting:

Function Type: DT (50), Tdelay=200 ms Ipset = 1A, Iinjected = 2*Ipset = 2 A;

Function Type: DT (59), Tdelay=200 ms Vpset = 5V, Vinjected = 2*Vpset = 10 V;

قضاوت	Calculated Overshoot Time	Fault duration (For no Trip)	Measured Stable no Trip Fault Duration	Max Measured Trip Time	Fault Current or Voltage	Function
مطابقت با مشخصات	20 ms	- 4 X 5 ms	185.0	205.0 ms	2 A	50
مطابقت با مشخصات	20 ms	- 4 X 5 ms	184.3	204.3 ms	10 V	59

۵-۱-۲-۳- آزمون عملکرد در برابر سیگنال ورودی متغیر با زمان (51 IDMT)

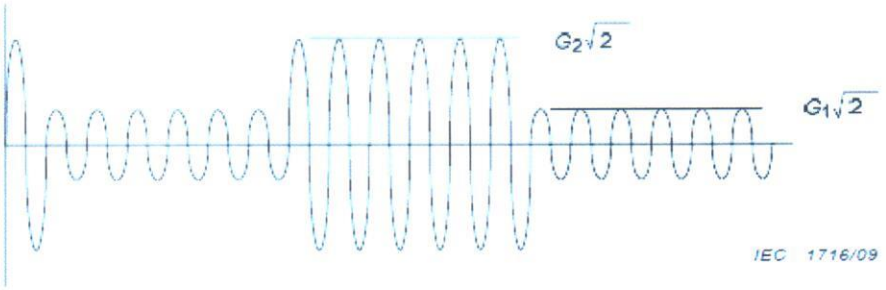
در این آزمون رله در معرض یک سیگنال سینوسی مدوله شده با یک پالس مربعی با فرکانسی که از 1/10فرکانس شبکه بیشتر نباشد، قرار می گیرد (در اینجا 5 Hz). سپس زمان عملکرد رله با منحنی های IDMT و TMS=1 به

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

ازای 2 جریان سینوسی با دامنه موثر 2 X Ip و 5 X Ip اندازه گیری شده و سپس شکل موج جدید مدوله شده به رله اعمال می شود و بر اساس جدول 7 استاندارد زمان عملکرد نبایستی بیش از 15% بیشتر از زمان T0 باشد.

$$T_0 = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2}$$

$$T_1 = 13509\ ms,\ T_2 = 3390\ ms,\ T_0 = 5419.9\ ms$$



قضاوت	Calculated % Error	Permissible % Error	Standard Trip Time(T0)	Measured Trip Time	TEST SPECIFICATION
مطابقت با مشخصات	1.43%	±15 %	5419.9 ms	5342 ms	Curve Type= (IEC VI)
				در پالس 54 ام	2 & 5 A Square wave Start by 2 A
مطابقت با مشخصات	2.82%	±15 %	5419.9 ms	5267 ms	Curve Type= (IEC VI)
				در پالس 53 ام	2 & 5 A Square wave Start by 5 A

۵-۱-۲-۴-اندازه گیری زمان راه اندازی-Start up time

قضاوت	Declared start up time	Measured start up time
مطابقت با مشخصات	3 sec	2.265 sec @ 24 VDC
مطابقت با مشخصات		2.469 sec @ 42 VAC
مطابقت با مشخصات		2.732 sec@ 60 VAC

نکته: جهت انجام این آزمون رله در وضعیت خطای پایدار در ورودی های آنالوگ آن، راه اندازی می‌شود (منبع تغذیه آن به منبع تامین انرژی وصل می‌گردد) و اولین زمان تریپ ثبت می‌شود.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲- آزمونهای عملکردی، صحه گذاری و تعیین دقت سایر Option های اضافی رله ها (بر اساس مشخصات سازنده)

۵-۲-۱- آزمون اندازه گیری دقت واحد های نمایش جریان

در این آزمون جریان‌های مختلف با دامنه‌های مختلف به رله اعمال شده و مقدار اندازه‌گیری شده توسط رله ثبت می‌گردد. خطای اندازه‌گیری محاسبه شده و با مقدار مجاز (طبق ادعای سازنده) مقایسه می‌گردد.
رنج اندازه گیری جریانهای فاز تا 40In و جریان زمین تا 1In می باشد.
در این رله اندازه گیری ها بر اساس مقدار True RMS نمایش داده می‌شود.

۵-۲-۱-۱-اندازه گیری دقت نمایش جریان فاز

In=1 A, Phase CT ratio: 1000/1, range 20 mA-40 In;

قضاوت	Permissible % E	Calculated E		I measured	I injection	phase
		Δ mA	%			
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.3	10.00	2.7 A	3 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.3	6.00	4.7 A	5 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.4	4.00	9.6 A	10 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.7	2.33	30.7 A	30 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.8	1.6	50.8 A	50 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.4	0.40	100.4 A	100 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.7	0.35	200.7 A	200 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	0.8	0.16	500.8 A	500 mA	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	1	0.10	1.001 kA	1 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	1	0.05	2.001 kA	2 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	6	0.20	2.994 kA	3 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	26	0.52	4.974 kA	5 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	57	0.57	9.943 kA	10 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	12	0.08	15.012 kA	15 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	32	0.16	20.032 kA	20 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	76	0.304	25.076 kA	25 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	168	0.56	29.832 kA	30 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	27	0.077	35.027 kA	35 A	A
مطابقت با مشخصات	±1% or 30 mA	84	0.21	39.916 kA	40 A	A

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۱-۲-اندازه گیری دقت نمایش جریان زمین حساس Sensetive Earth

In=1 A, Neutral CT ratio: 1000/1, range: 0.002 A-1.000 A;

قضاوت	Permissible % E	Calculated E		I measured	I injection	phase
		Δ mA	%			
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.2	10.00	1.8 A	2 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.2	4.00	4.8 A	5 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.2	2.00	9.8 A	10 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.1	0.50	19.9 A	20 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.01	0.03	30.01 A	30 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.01	0.03	40.01 A	40 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.01	0.02	50.01 A	50 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.2	0.20	99.8 A	100 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	04	0.20	199.6 A	200 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	0.3	0.10	300.3 A	300 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	1.7	0.43	401.7 A	400 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	2.3	0.46	502.3 A	500 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	2.8	0.47	602.8 A	600 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	3.4	0.49	703.4 A	700 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	3.6	0.45	803.6 A	800 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	4	0.44	904.0 A	900 mA	N
مطابقت با مشخصات	±0.5% or 3 mA	3.9	0.39	1.0039 KA	1 A	N

۵-۲-۲- آزمون اندازه گیری دقت واحد نمایش ولتاژ

در این آزمون ولتاژ تک فاز با دامنه‌های مختلف به رله اعمال شده و مقدار اندازه‌گیری شده توسط رله ثبت می‌گردد. خطای اندازه‌گیری محاسبه شده و با مقدار مجاز (طبق ادعای سازنده) مقایسه می‌گردد. در این رله اندازه گیری ها بر اساس مقدار True RMS نمایش داده می‌شود.

PT ratio=1/1, range: 50 mV-260 V AC;

قضاوت/Result	Permissible %E	Calculated E		V measured[EUT]	V injection[REF]
		Δ mA	%		
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	9.5	4.750	190.5 mV	200 mV
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	4.1	0.820	504.1 mV	500 mV
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	8	0.800	1.008 V	1.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	10	0.500	2.010 V	2.00 V

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	10	0.333	3.015 V	3.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	40	0.400	10.04 V	10.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	80	0.267	29.92 V	30.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	60	0.120	49.94 V	50. 00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	90	0.120	75.09 V	75.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	640	0.640	100.04 V	100.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	840	0.700	120.84	120.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	1220	0.813	151.22	150.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	1780	0.890	201.78	200.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	2040	0.887	232.04	230.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	2300	0.920	252.3	250.00 V
مطابقت با مشخصات	±1% or ±50 mV	2220	0.854	262.22	260.00 V

۵-۲-۳- آزمون عملکرد واحد اضافه بار حرارتی (49)

وظیفه این تابع، پایش دمای موتور و حفاظت از آن در برابر افزایش دمای سیم پیچی‌های آن است. در این تابع به جای استفاده مستقیم از سنسور دما، به کمک اندازه جریان عبوری و با اطلاع از ثابت زمانی افزایش دما در موتور، معادل دمایی موتور (θ) در هر لحظه محاسبه می‌شود.

از آن جایی مولفه‌های هارمونیکی جریان نیز سهم به سزایی در گرم شدن موتور دارند، حفاظت معادل حرارتی از مولفه True RMS جریان (I_{RMS}) استفاده می‌کند. همچنین مولفه ی توالی منفی جریانی که استاتور می‌کشد ($I_{negative}$)، منجر به تولید جریان های بزرگی با فرکانس دو برابر، درون روتور می‌شود که به نوبه خود از مهم ترین عوامل گرم شدن سیم پیچی روتور هستند. جریان توالی منفی می‌تواند بر اثر بار نامتعادل، بروز خطای نامتعادل خارجی و از دست رفتن یک یا دو فاز از بار رخ دهد.

این رله بر اساس اندازه True RMS جریان و مولفه‌ی توالی منفی جریانی که موتور در طول زمان کارکرد خود از شبکه می‌کشد و با در نظر گرفتن تاثیرات حرارتی این جریان‌ها بر روی استاتور و روتور، معادل دمایی موتور (θ) را به دست می‌آورد. جریان معادل حرارتی (I_{eq}) که باعث افزایش دمای موتور می‌شود و در این حفاظت استفاده می‌شود، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I_{eq} = \sqrt{I_{RMS}^2 + Ke \times I_{negative}^2}$$

پس از محاسبه جریان معادل حرارتی، پس از هر سیکل (۲۰ میلی ثانیه = t) معادل دمایی موتور در لحظه i+1 (θ_{i+1}) و از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\theta_{i+1} = \left(\frac{I_{eq}}{I\,flc >}\right)^2 \left(1 + e^{\frac{-t}{T}}\right) + \theta_i \; e^{\frac{-t}{T}}$$

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

بدین ترتیب زمان تریپ این واحد از رابطه زیر حاصل می‌شود :

$$t = T \ln \left[\frac{(\frac{I_{eq}}{I\,flc >})^2 - \theta_0}{(\frac{I_{eq}}{I\,flc >})^2 - 1} \right]$$

تنظیمات این تابع حفاظتی نیز به شرح زیر می‌باشند:

I flc>		0.2 – 1.5 In (step 0.01)
Ke		0 -10 (step 1)
T	Te1	1-180 minute (step 1)
	Te2	1-180 minute (step 1)
	Tr	1-999 minute (step 1)
Therm ALarm		20-100 % (step 1%)

بسته به جریان عبوری از موتور، ثابت زمانی موثر افزایش دمای موتور می‌تواند تغییر کند، به عبارتی :

- ثابت زمانی حرارتی Te1: به ازای زمانی که جریان معادل حرارتی (I_{eq}) بین صفر تا دو برابر جریان Iflc> باشد و در واقع موتور به ازای باری کم تر از بار نامی، یا در بارنامی یا نهایتا در شرایط اضافه بار معقول در حال کار است.
- ثابت زمانی راه‌اندازی Te2: به ازای زمانی که جریان معادل حرارتی (I_{eq}) بزرگ تر از دو برابر جریان Iflc> باشد و در واقع موتور در شرایط راه‌اندازی یا در وضعیت روتور قفل شدگی است.
- ثابت زمانی خنک کنندگی Tr: به ازای زمانی که موتور خاموش است (لاجیکی که به 52A اختصاص داده شده باشد صفر باشد). در این شرایط موتور جریانی نمی‌کشد و مقدار معادل دمایی موتور (θ_{i+1}) با گذشت زمان بر اساس رابطه $\theta_{i+1} = \theta_i \, e^{\frac{-t}{T}}$ کاهش می‌یابد:

در پیوست دو زمان عملکرد واحد اضافه بار حرارتی منجر به تریپ و همچنین به ازای الارم 63% اندازه گیری و با دقت اعلام شده توسط سازنده (±2% ± 40 ms) مقایسه شد و مورد تایید قرار گرفت. در این آزمون بعد از هر تریپ، با فعال کردن آن ورودی که به Thermal Reset اختصاص داده شده بود، مقدار معادل دمایی موتور(θ) صفر می‌شد.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

In = 1 A, Iflc = 0.2 In; ke = 0; T = 1 minute; θ Trip (fixed) = 100 %;

جریان تزریقی	زمان عملکرد نامی (sec)	ماکزیمم زمان مجاز (با توجه به دقت زمان و جریان)	مینیمم زمان مجاز (با توجه به دقت زمان و جریان)	زمان عملکرد اندازه گیری شده (sec)	خطای محاسبه شده نسبت به زمان عملکرد نامی	قضاوت
0.5 A	10.461	12.226 sec	9.177 sec	10.43	31.20 ms	مطابقت با مشخصات
1.5 A	1.076	1.161 sec	1.013 sec	1.111	34.74 ms	مطابقت با مشخصات
2.5 A	0.385	0.441 sec	0.363 sec	0.4163	31.07 ms	مطابقت با مشخصات
3.5 A	0.196	0.244 sec	0.185 sec	0.2276	31.36 ms	مطابقت با مشخصات
4.5 A	0.119	0.164 sec	0.112 sec	0.1588	40.16 ms or tmin<t<tmax	مطابقت با مشخصات
5.5 A	0.079	0.123 sec	0.075 sec	0.1067	27.31 ms	مطابقت با مشخصات
6.5 A	0.057	0.099 sec	0.054 sec	0.0855	28.67 ms	مطابقت با مشخصات
7.5 A	0.043	0.084 sec	0.040 sec	0.0812	38.52 ms	مطابقت با مشخصات
8.5 A	0.033	0.075 sec	0.031 sec	0.067	33.77 ms	مطابقت با مشخصات
9.5 A	0.027	0.068 sec	0.025 sec	0.0572	30.60 ms	مطابقت با مشخصات

In = 1 A, Iflc = 0.2 In; ke = 0; T = 1 minute; θ Alarm = 63 %;

جریان تزریقی	زمان عملکرد نامی (sec)	ماکزیمم زمان مجاز (با توجه به دقت زمان و جریان)	مینیمم زمان مجاز (با توجه به دقت زمان و جریان)	زمان عملکرد اندازه گیری شده (sec)	خطای محاسبه شده نسبت به زمان عملکرد نامی	قضاوت
0.5 A	6.375	5.600 sec	7.413 sec	6.374	0.99 ms	مطابقت با مشخصات
1.5 A	0.676	0.636 sec	0.744 sec	0.7134	37.61 ms	مطابقت با مشخصات
2.5 A	0.242	0.228 sec	0.292 sec	0.2671	24.69 ms	مطابقت با مشخصات
3.5 A	0.124	0.116 sec	0.169 sec	0.1629	39.34 ms	مطابقت با مشخصات
4.5 A	0.0747	0.070 sec	0.118 sec	0.1099	35.19 ms	مطابقت با مشخصات
5.5 A	0.050	0.047 sec	0.092 sec	0.0766	26.60 ms	مطابقت با مشخصات
6.5 A	0.036	0.034 sec	0.077 sec	0.0705	34.70 ms	مطابقت با مشخصات
7.5 A	0.027	0.025 sec	0.068 sec	0.0554	28.51 ms	مطابقت با مشخصات
8.5 A	0.021	0.020 sec	0.062 sec	0.0484	27.47 ms	مطابقت با مشخصات
9.5 A	0.017	0.016 sec	0.057 sec	0.0455	28.74 ms	مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای مجاز جریانی تابع اضافه بار حرارتی (49)	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع اضافه بار حرارتی (49)
±1% or ±30 mA	±2% or ±40 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۴- آزمون عملکرد واحد نظارت بر بریکر (CB Monitoring)

در این حفاظت، بر عملکرد بریکر (یا فیوز کنتاکتور یا هر قطع کننده مدار) نظارت می‌کند. در این تابع نظارتی بر سه معیار نظارت می‌شود که برای هر یک از آن‌ها یک آستانه هشدار قابل تنظیم در دسترس کاربر است که عبارتند از: ۱) نظارت بر زمان باز کردن بریکر، ۲) نظارت بر تعداد عملکرد بریکر و ۳) نظارت بر مجموع جریان قطع شده توسط بریکر به توان n.

۵-۲-۴-۱- نظارت بر زمان باز کردن بریکر

این واحد فاصله زمانی بین صدور فرمان قطع بریکر (RL1 یا همان رله تریپ) تا زمانی که ورودی 52a غیر فعال می‌شود را اندازه گیری می‌کند. بدین ترتیب می‌تواند مدت زمانی که طول می‌کشد که بریکر مدا را قطع کند را اندازه گیری کند. در صورتی که این مدت، از زمان تنظیم شده بیش تر شود، یک الارم صادر شده و می‌توان سیگنال آن را به سایر خروجی ها (به جز رله تریپ) اختصاص داد.

تنظیمات کلی این واحد شامل موارد زیر می‌شود:

CB Opening Time	0.05 – 1.00 sec (step 0.05 sec)

برای آزمون این واحد، تابع اضافه جریان را فعال کرده و یک خطای منجر به تریپ ایجاد می‌کنیم. سپس بعد از مدت زمانی که نشان دهنده تاخیر عملکرد بریکر است جریان صفر شده و ورودی 52a غیر فعال می‌شود. اگر این تاخیر از مقدار تنظیم شده بیش تر باشد، الارم CB Opening Time صادر می‌شود.

زمان عملکرد مجاز بریکر تنظیم شده	تاخیر عملکرد بریکر (توسط شبیه سازی)	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	توضیحات	قضاوت
100 ms	>120 ms	صدور الارم	الارم CB Opening Time	زمان آستانه عملکرد برابر 105 ms	مطابقت با مشخصات
	< 80 ms	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات
1 sec	>1.020 s	صدور الارم	الارم CB Opening Time	زمان آستانه عملکرد برابر 1.006 sec	مطابقت با مشخصات
	< 0.980 s	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات

خطای زمان عملکرد تابع CB Opening Time	±1% or ±20 ms

۵-۲-۴-۲- نظارت بر تعداد عملکرد بریکر

این واحد با داشتن پارامترهای برقراری جریان خطا و عملکرد ورودی 52a، تعداد عملکرد بریکر را شمرده و در صورتی که از مقدار تنظیمی بیش تر شده باشد یک سیگنال الارم صادر می‌کند که می‌توان آن را به سایر خروجی ها (به جز رله تریپ) اختصاص داد.

تنظیمات کلی این واحد شامل موارد زیر می‌شود:

CB Opening NB	0 – 50000 (step 1)

برای آزمون این واحد، تابع اضافه جریان را فعال کرده و به دفعات جریان را قطع و وصل می‌کنیم تا فرمان تریپ حاصل شود و بعد از هر فرمان ورودی 52a را غیر فعال می‌کنیم. به این صورت یک بار عملکرد بریکر را شبیه سازی می‌کنیم. سپس مشاهده می‌شود که بعد از چندمین عملکرد کلید، رله الارم CB Opening NB را صادر می‌کند.

تعداد عملکر بریکر مجاز تنظیمی	تعداد حداقل عملکرد بریکر جهت ایجاد سیگنال	قضاوت
3	3	مطابقت با مشخصات
10	10	مطابقت با مشخصات

۵-۲-۴-۳- نظارت بر مجموع جریان قطع شده توسط بریکر (SAn)

در این تابع نظارتی در صورتی که مجموع جریان قطع شده توسط کلید قطع مدار به توان n بیشتر از این سطح آستانه باشد، رله الارم "SA2n" را صادر می‌کند. در تابع SAn برای محاسبه مجموع جریانی که توسط کلید قطع مدار باز شده است، از توان n حساب می‌شود. n از روی مشخصه کلید قطع مدار تعیین می‌شود. اگر استهلاک کلید قطع مدار بر اساس جریان موتور در هنگام باز کردن کلید قطع مدار باشد، n برابر ۱ قرار داده می‌شود و در صورتی که استهلاک کلید قطع مدار بر اساس توان موتور در هنگام باز کردن کلید قطع مدار باشد، n برابر ۲ قرار داده می‌شود.

تنظیمات کلی این واحد شامل موارد زیر می‌شود:

SAn	0 – 4000 MA^n (step 1)
n	1 or 2

برای آزمون این واحد، جریان 1A را با نسبت CT های متفاوت (1000/1 یا 500/1) به رله تزریق کرده و به بریکر فرمان قطع داده می‌شود. با فرض این که n=2 انتخاب شده باشد، مقدار تجمعی SA2 در هر بار فرمان قطع، بسته به نسبت CT برابر 1 MA^2 = 1000^2 یا 0.25 MA^2 = 500^2 خواهد شد. در جدول زیر خطای اندازه گیری SAn و عملکرد این واحد نمایش داده شده است. بعد از هر قطع بریکر مقدار تجمعی SAn اضافه می‌شود تا این که کاربر آن را ریست کند. اگر این مقدار تجمعی، از مقدار تنظیمی بیش تر شود؛ آن گاه الارم SAn صادر می‌شود.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

I injetction = 1A, n = 2:

قضاوت	وضعیت مشاهده شده	خطای SA2 (%)	مجموع SA2 اندازه گیری شده (MA^2)	تعداد تزریق تا تریپ	SA2 محاسبه شده در هر تزریق (MA^2)	CT Ratio	SA2 تنظیمی (MA^2)
مطابقت با مشخصات	صدور الارم پس از اولین عملکرد بریکر	0.07	1.0007	1	1	1000/1	1
مطابقت با مشخصات	صدور الارم پس از چهارمین عملکرد بریکر	0.1	1.0010	4	0.25	500/1	1
مطابقت با مشخصات	صدور الارم پس از هشتمین عملکرد بریکر	0.09	2.0018	8	0.25	500/1	2

خطای اندازه گیری SAn	±1%

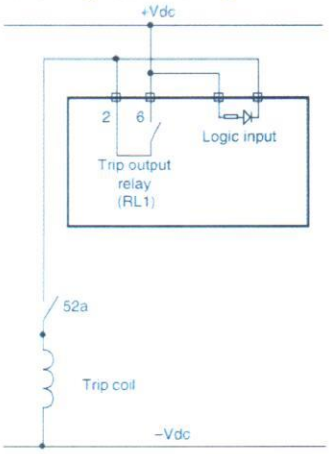
۵-۲-۵- آزمون عملکرد واحد نظارت بر مدار تریپ (TCS)

برای عملکرد این تابع نظارتی باید حداقل یک ورودی دیجیتال به سیگنال "TRIP CIRC" اختصاص یافته باشد. شکل زیر نشان می‌دهد که چگونه باید به کمک کنتاکت 52a تریپ کویل بریکر و رله تریپ رله مدار را به گونه ای بست که همواره دو سر ورودی TRIP CIRC اختلاف ولتاژ کافی باشد و در شرایط کاری عادی این ورودی فعال است و تنها در سه صورت این ورودی غیر فعال می‌شود:

۱- موتور خاموش باشد و در نتیجه ورودی 52a غیر فعال باشد. در این زمان این واحد نظارت بر مدار تریپ غیر فعال است.

۲- فرمان تریپ صادر شده باشد. این واحد نظارت بر مدار تریپ را فقط در زمان های پیش از صدور این فرمان به عهده دارد و در زمان صدور فرمان غیر فعال است.

۳- مدار تریپ به هر دلیلی نظیر خوردگی سیم ها یا شل شدگی اتصالات از بین رفته باشد. در این حالت این واحد نظارت الارمی تولید می‌کند که به معنی نیاز به بازرسی مدار تریپ است.



پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

در این تابع حفاظت در زمانی که ورودی 52a فعال است و فرمان تریپ صادر نشده باشد، اگر ورودی TRIP CIRC بیش از زمان تنظیم شده غیر فعال باشد، سیگنال قطعی مدار تریپ صادر می‌شود.

تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

tSUP	0.1 – 10 sec (step 0.01)

به منظور آزمون عملکرد این تابع، در شرایط کارکرد عادی موتور، ورودی TRIP CIRC را برای مدت زمانی کمتر یا بیش تر از زمان تنظیمی، غیر فعال نموده و عملکرد این واحد مورد سنجش قرار می‌گیرد.

مقدار تنظیم tSUP (sec)	زمان غیر فعال بودن ورودی TRIP CIRC	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
100 ms	>110 ms	صدور الارم	الارم Trip Circ. Fail	10 ms	مطابقت با مشخصات
	< 110 ms	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات
1 sec	>1.011 s	صدور الارم	الارم Trip Circ. Fail	11 ms	مطابقت با مشخصات
	< 1.011 s	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان عملکرد تابع TCS	±1% or ±20 ms

۵-۲-۶- آزمون عملکرد واحد تشخیص خطای کلید قدرت (50BF)

این تابع نظارتی برای تشخیص خطای کلید قطع مدار استفاده می‌شود. در صورتی که کلید قطع مدار باز نشده باشد و پس از فعال شدن سیگنال تریپ هم‌چنان جریان خطا در مدار جاری باشد این تابع نظارتی تشخیص خطای کلید قطع مدار را می‌دهد.

تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

I < BF	1 – 100 % In (step 1)
tBF	0.03 – 10 sec (step 0.01)

بدین منظور پس از صدور فرمان به رله Trip، این واحد بر نمونه های جریان عبوری از فازها نظارت می‌کند. با استفاده از تنظیم I<BF دو آستانه مثبت و منفی تعریف می‌شود که اگر جریان تا زمان tBF مداما از آستانه مثبت و آستانه منفی عبور کرده باشد، نشان دهنده این است که کلید قدرت به درستی قطع را انجام نداده است و یک جریان سینوسی هنوز از یک یا چند فاز در حال عبور است، پس سیگنال CB Fail یک می‌شود و الارم صادر می‌شود. این سیگنال را می‌توان به سایر خروجی ها (به جز رله تریپ) اختصاص داد.

به منظور آزمون عملکرد تابع 50BF ابتدا تابع اضافه جریان زمان ثابت را با تنظیمات T = 1 sec و Iset = 0.5 In فعال می‌کنیم. پس از تریپ واحد اضافه جریان، تزریق جریان را همچنان ادامه می‌دهیم. سپس دقت جریانی و زمانی این تابع را به ازای تنظیمات زیر مورد سنجش قرار گرفت:

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

I < BF = 0.2 A; I injected= 0.4 A;

زمان تنظیمی برای (tBF) 50BF	زمان ادامه داشتن جریان خطا پس از صدور فرمان تریپ	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
200 ms	>199.8 ms	صدور الارم	CB Opening Time الارم	0.2 ms	مطابقت با مشخصات
	< 199.8 ms	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات
1 sec	>1.007 s	صدور الارم	CB Opening Time الارم	7 ms	مطابقت با مشخصات
	< 1.007 s	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات

t < BF = 200 ms A; Fault duratiom time = 300 ms;

جریان تنظیمی برای (IBF) 50BF	جریان خطای عبوری پس از صدور فرمان تریپ	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
200 mA	>202.5 mA	صدور الارم	CB Opening Time الارم	2.5 mA	مطابقت با مشخصات
	< 202.5 mA	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات
1 A	>1.009 s	صدور الارم	CB Opening Time الارم	9 mA	مطابقت با مشخصات
	< 1.009 s	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای مجاز جریانی تابع CBF	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع CBF
±1% or ±30 mA	±1% or ±30 ms

۵-۲-۷- آزمون عملکرد واحد نظارت بر تعداد راه اندازی (66 START NUMBER)

۵-۲-۷-۱- تشخیص راه اندازی

در این رله تشخیص راه اندازی موتور از روی تنظیم START DETECTION و به دو روش زیر حاصل می‌شود:

۱-با بسته شدن کنتاکتور یا کلید قدرت (Circuit Breaker)، که در این صورت این تنظیم باید 52A انتخاب شود.

۲-با بسته شدن کنتاکتور یا کلید قدرت همزمان با عبور جریان شدید که بیش‌تر از مقدار جریان راه‌اندازی تعیین شده (Iutil) باشد. این دو رخداد باید در فاصله کمتر از حدود ۹۰ میلی ثانیه از یکدیگر روی دهد تا رله این اتفاق را به عنوان راه‌اندازی حساب کند. در این صورت این تنظیم باید گزینه 52A+I انتخاب شود.

با این کار می‌توان رله را بر اساس نوع راه‌اندازی موتور (راه‌اندازی مستقیم (52A+I) یا به کمک راه‌اندازی نرم (52A) توسط soft starter) تطبیق داد.

نکته: در این رله ضروری است که یک ورودی باینری به کنتاکتور کلید قدرت (52a) وصل شده باشد و به اصطلاح از وضعیت کلید فیدبک بگیرد. اختصاص یک ورودی به 52A ضروری است در غیر این صورت یک الارم بر روی LCD نمایش داده می‌شود.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۷-۲- عملکرد واحد نظارت بر تعداد راه اندازی

هدف از این تابع، محدود کردن تعداد راه‌اندازی‌های موتور در یک مدت محدود است. راه‌اندازی‌های متوالی و سریع موتور می‌تواند باعث گرم شدن شدید موتور و در نتیجه وارد شدن آسیب‌های جدی به آن شود. در بعضی موارد نیز مشاهده شده است که راه‌اندازی های پشت سر هم منجر به بروز رفتارهای غیر طبیعی در موتور شده است. در کنار آسیب به موتور، راه‌اندازی های کنترل نشده باعث تخریب مدار راه‌انداز و تجهیزات وابسته به آن نیز می‌شود. تنظیمات کلی این واحد شامل موارد زیر می‌شود:

Treference	10 – 120 minute (step 1)
HOT START NB	0 – 5 sec (step 1)
COLD START NB	1 – 5 sec (step 1)
Tforbiden	1 – 120 minute (step 1)

اگر تعداد راه اندازی متوالی موتور در بازه زمانی تنظیم شده Treference، برابر یا بیش تر از تعداد راه اندازی های مجاز تعیین شده گردد، پس از خاموش شدن موتور (غیر فعال شدن 52A)، الارم و سیگنال START NB LIMIT صادر می‌شود. این سیگنال را می‌توان به سایر رله های خروجی (به جز رله تریپ) اختصاص داد و به کمک آن از راه اندازی مجدد موتور جلوگیری شود. این سیگنال حداقل به مدت Tforbiden و حداکثر تا پایان زمان Trefernce فعال باقی می‌ماند.

تعداد راه اندازی مجاز از روی تنظیم COLD START NB یا در صورتی که معادل دمایی حرارتی (θ) بیش از 50% باشد از روی تنظیم HOT START NB به دست می‌آید.

برای آزمون عملکرد این واحد، تنظیم این واحد به صورت زیر انجام شد و سه حالت مطابق شکل زیر بررسی شد:

Treference = 10 minute, COLD START NB = 3, Tforbiden = 2 minute;

آزمون الف) در بازه Treference به راه اندازی دیگری بیش از تعداد راه اندازی های مجاز نیاز نباشد. در این حالت الارمی صادر نمی‌شود.

آزمون ب) در بازه Treference راه اندازی های مجاز انجام شد و برای جلوگیری از راه اندازی بعدی سیگنال و الارمی به نام START NB LIMIT یک شد و تا پایان زمان Treference فعال باقی ماند.

آزمون ج) در بازه Treference راه اندازی های مجاز انجام شد و برای جلوگیری از راه اندازی بعدی سیگنال و الارمی به نام START NB LIMIT یک شد و از آن جایی که تا پایان زمان Treference مدت اندکی باقی مانده بود، این سیگنال به مدت Tforbiden فعال باقی ماند.

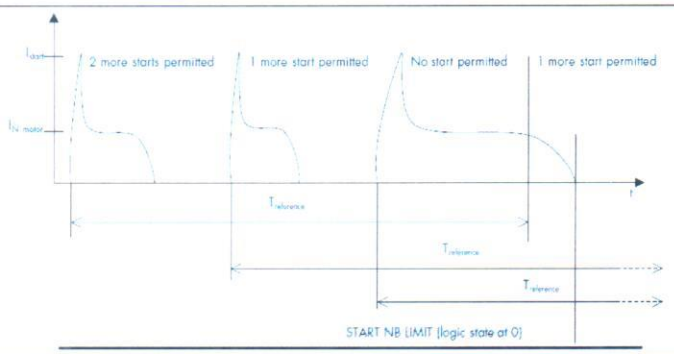
نتایج عملکرد به ازای سه آزمون به شرح زیر است:

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

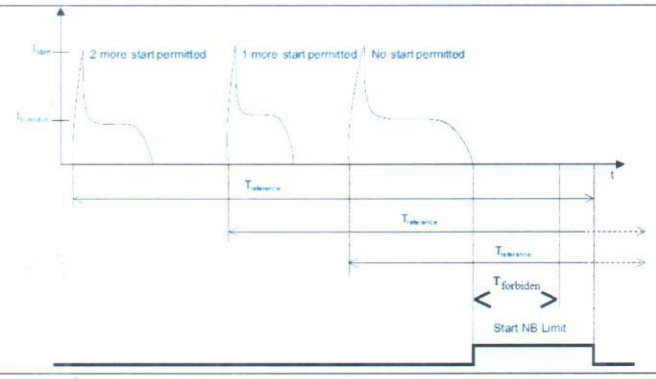
آزمون	وضعیت هدف			وضعیت مشاهده شده			خطای زمان عملکرد	قضاوت
	صدور الارم	تاخیر در الارم	مدت زمان فعال بودن الارم	صدور الارم	تاخیر در الارم	مدت زمان فعال بودن الارم		
الف	عدم صدور الارم	---	---	عدم صدور الارم	---	---	---	مطابقت با مشخصات
ب	صدور الارم	<20 ms	4 minute	صدور الارم	9.7 ms	241.6 sec	1.6 sec	مطابقت با مشخصات
ج	صدور الارم	<20 ms	2 minute	صدور الارم	9.4 ms	123.1 sec	3.1 sec	مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان عملکرد تابع نظارت بر راه اندازی	±1%

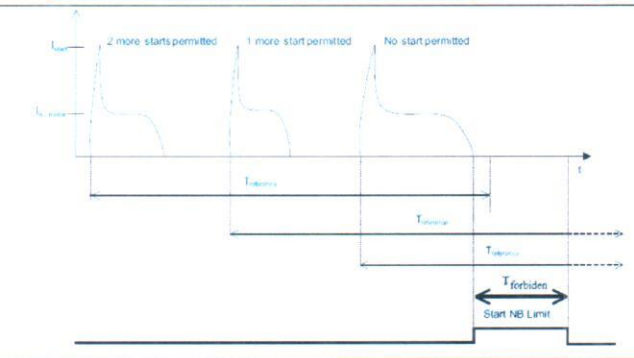
الف



ب



ج



پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۸- آزمون واحد نظارت بر حداقل زمان بین دو راه اندازی (Min Time Betw. Two Starts)

هدف از تابع Min Time Between two starts، جلوگیری از راه اندازی سریع و پشت سر هم موتور است که باعث گرمای شدید در موتور می‌شود.

تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

T betw 2 start	1 – 120 minute (step 1)

در این تابع با تشخیص راه‌اندازی، تایمر شروع به شمارش می‌کند. وقتی که موتور متوقف شد، اگر هنوز تایمر به زمان T betw 2 start نرسیده باشد سیگنالی جهت ممانعت از راه‌اندازی به نام سیگنال Tbetw 2 start تولید می‌شود و با رسیدن تایمر به مقدار تنظیم شده، این سیگنال نیز صفر می‌شود. این سیگنال را می‌توان به سایر خروجی ها (به جز رله تریپ) اختصاص داد.

برای آزمون عملکرد این تابع یک بار از لحظه راه اندازی تا توقف موتور (افت جریان و غیر فعال شدن ورودی 52A) بیش از زمان T betw 2 start انتخاب می‌شود؛ در این حالت سیگنال و الارم Tbetw 2 start تولید نمی‌شود زیرا بین دو راه اندازی فاصله کافی اتفاق افتاده است. اما بار دیگر از لحظه راه اندازی موتور تا توقف آن کم تر از زمان T betw 2 start انتخاب می‌شود. در این حالت می‌بایست سیگنال و الارم Tbetw 2 start از لحظه توقف تا پایان زمان T betw 2 start فعال باشد.

زمان تنظیم شده بین دو راه اندازی	زمان بین راه اندازی تا توقف موتور	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	درصد خطای زمان عملکرد	قضاوت
1 min	>60.54 sec	صدور الارم	الارم Tbetw 2 start	0.9 %	مطابقت با مشخصات
	< 60.54 sec	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات
3 min	>181.37 sec	صدور الارم	الارم Tbetw 2 start	0.76%	مطابقت با مشخصات
	< 181.37 sec	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان عملکرد تابع نظارت بر حداقل زمان بین دو راه اندازی	±1%

۵-۲-۹- آزمون عملکرد واحد نظارت بر وجود تاخیر بین توقف تا راه اندازی (ABS)

این تابع نظارتی بیشتر در موتورهای پمپ کاربرد دارد که کیلومترها زیر زمین نصب می‌شوند. معمولا برای جلوگیری از معکوس شدن جریان هنگام توقف این موتورها از شیرهای متوقف کننده استفاده می‌شود، اما معکوس شدن جریان ممکن است به دلیل خرابی یا نبودن شیرهای توقف اتفاق بیفتد و باعث شود که پروانه پمپ موتور را در جهت معکوس بچرخاند. راه‌اندازی موتور در حالی که به صورت معکوس می‌چرخد ممکن است باعث آسیب به موتور شود. عملکرد تابع این تابع نظارتی تضمین می‌کند که موتور فقط زمانی می‌تواند راه‌اندازی شود که موتور کاملاً متوقف شده باشد.

به طور کلی تابع نظارت بر وجود تاخیر بین توقف (افت جریان و غیر فعال شدن ورودی 52A) و راه‌اندازی موتور، یک زمان انتظار بین توقف و راه‌اندازی مجدد موتور را تحمیل می‌کند. این زمان انتظار به روتور اجازه می‌دهد تا قبل

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

از راه‌اندازی مجدد موتور متوقف شود. در این رله بعد از هر توقف و با تشخیص توقف موتور، یک سیگنال و الارم ABS تولید می‌شود. این سیگنال ABS در پایان تاخیر زمانی tABS به طور خودکار غیرفعال می‌شود.

تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

tABS	1 – 7200 sec (step 1)

مقدار تنظیم tABS	تاخیر در صدور الارم	مدت زمان فعال بودن الارم	خطای زمان عملکرد	قضاوت
1 sec	3 ms	1.007 sec	0.07 %	مطابقت با مشخصات
10 sec	2 ms	10.015 sec	0.15 %	مطابقت با مشخصات
30 sec	2 ms	30.03 sec	0.1 %	مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان عملکرد تابع نظارت بر وجود تاخیر بین توقف تا راه اندازی	±1%

۵-۲-۱۰- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر عدم تعادل بار (46 Unbalance)

در این حفاظت از مقدار توالی منفی I_2 به صورت مستقیم استفاده می‌شود. این تابع حفاظتی از موتور در شرایط عدم تعادل، وارونگی فاز و قطع شدگی فاز حفاظت می‌کند. عملکرد این تابع بر اساس اندازه‌گیری مولفه توالی منفی جریان موتور است.

تابع حفاظتی عدم تعادل دارای دو سطح حفاظتی (I2>> و I2>) می‌باشد. سطح اول با منحنی مشخصه زمان ثابت و سطح دوم با منحنی مشخصه زمان معکوس عمل می‌کند.

تنظیمات کلی این واحد شامل موارد زیر می‌شود:

I2>	0.04 – 0.80 In (step 0.01)
tI2>	0 – 200 sec (step 0.01)
I2>>	0.04 – 0.80 In (step 0.01)
TMS I2>>	0.200-2.000 (step 0.025)

نتایج آزمون این واحد حفاظتی به شرح زیر است:

In = 1A; Activation level = 100%, Reset factor (fixed) = 94%;

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان پیک آپ اندازه‌گیری شده	جریان Drop out اندازه‌گیری شده	خطای پیک آپ محاسبه شده	هیسترزیس بدست آمده	حداقل هیسترزیس (بر اساس ادعا)	قضاوت
0.04 A	40 mA	38 mA	0	95.00%	94 %	مطابقت با مشخصات
0.1 A	100 mA	95 mA	0	95.00%	94 %	مطابقت با مشخصات
0.5 A	500 A	474 mA	0	94.80%	94 %	مطابقت با مشخصات
0.8 A	800 A	759 mA	0	94.84%	94 %	مطابقت با مشخصات

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

و برای تست زمان عملکرد <I2:

جریان پیک آپ تنظیمی	جریان تزریقی	زمان تنظیم شده	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
0.04 A	0.08 A	0	0.037 sec	37 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	0.08 A	0.10 sec	0.127 sec	27 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	0.08 A	0.20 sec	0.224 sec	24 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	0.08 A	1 sec	1.024 sec	24 ms	مطابقت با مشخصات

اما سطح دوم تابع حفاظتی عدم تعادل به صورت زمان معکوس عمل می‌کند، که رابطه زمان معکوس آن به صورت زیر می‌باشد. همانطور که در این رابطه مشاهده می‌شود TMS به صورت ضریب ثابت تاخیر زمانی سطح آستانه دوم تابع حفاظتی عدم تعادل عمل می‌کند و زمان عملکرد با مقدار جریان توالی منفی بر حسب جریان نامی رابطه معکوس دارد.

$$t = TMS \times 1.2 / (\frac{I_2}{I_n})$$

فقط باید توجه داشت که مقدار $1.2 / (\frac{I_2}{I_n})$ اگر کم تر از 0.6 شود، در این رله همان مقدار 0.6 در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه حداقل زمان عملکرد رله برابر با 0.6 TMS خواهد بود.

با این حساب زمان عملکرد حفاظت <<I2 به ازای TMS ها و جریان تزریقی I2 مختلف به شرح زیر است:

جریان پیک آپ تنظیمی	TMS تنظیم شده	جریان تزریقی	زمان عملکرد محاسبه شده	زمان عملکرد اندازه گیری شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
0.04 A	0.2	0.1 A	2.4 sec	2.405 sec	37 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	2	0.8 A	3 sec	3.014 sec	27 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	0.5	0.5 A	1.2 sec	1.216 sec	24 ms	مطابقت با مشخصات
0.04 A	0.4	2.5 A	0.24 sec*	0.256 sec	24 ms	مطابقت با مشخصات

***در محاسبه این زمان با توجه به این که $1.2 / (\frac{I_2}{I_n}) = 1.2 / 2.5 = 0.48$ کمتر از 0.6 شده است از مقدار 0.6 استفاده شده است که در این صورت مقدار زمان عملکرد $t = TMS\ 0.6 = 0.24$ sec حاصل شده است.**

	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع 46	حداکثر خطای پیک آپ تابع 46
I2> and I2>>	±1% or ±40 ms	±1% or ±30 mA

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۱۱- آزمون عملکرد واحد نظارت بر ولتاژ باس (Bus Voltage Control)

هدف از این تابع این است که پیش از راه اندازی موتور، بررسی می‌کند که سطح ولتاژ کافی و مناسبی روی باس باشد تا موتور با ولتاژ پایین راه اندازی نشود. راه اندازی با ولتاژ پایین در بعضی موتورها و بارها می‌تواند باعث افزایش جریان راه اندازی یا عدم راه اندازی موفق و گاها آسیب به موتور و راه انداز آن شود.

باید توجه داشت که برای استفاده از این واحد، ورودی ولتاژ آنالوگ رله باید به ولتاژ باس (قبل از کلید قدرت) وصل شده باشد. همچنین این تابع فقط در هنگام توقف موتور (غیر فعال بودن 52A) عملکرد دارد و فعال است. در صورتی که ولتاژ کافی روی باس نباشد، بدون هیچ تاخیری یک سیگنال و الارم به نام V BUS تولید شده که می‌توان آن را به سایر خروجی ها (به جز رله تریپ) اختصاص داد و با استفاده از آن مانع راه اندازی موتور شد.

تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

VBus	5-130 V (step 0.1)

این تابع پس از راه اندازی موتور (یک شدن ورودی 52A) غیر فعال می‌شود و حفاظت افت ولتاژ (undervoltage) وظیفه محافظت از موتور را به عهده دارد. برای آزمون این واحد، ورودی با تغییر ولتاژ و وضعیت ورودی 52A، عملکرد این واحد نظارتی سنجیده می‌شود:

مقدار تنظیمی VBus	ولتاژ باس	وضعیت ورودی 52A	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای ولتاژ	تاخیر در صدور یا حذف الارم	قضاوت
110 V	0 V	فعال	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم	---	---	مطابقت با مشخصات
	130 V	فعال	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		---	مطابقت با مشخصات
110 V	<109.3 V	غیر فعال	صدور الارم	الارم V Bus	0.63 %	32 ms	مطابقت با مشخصات
	>109.3 V	غیر فعال	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		---	مطابقت با مشخصات
5 V	<4.976	غیر فعال	صدور الارم	الارم V Bus	24 mv	33 ms	مطابقت با مشخصات
	>4.976	غیر فعال	عدم صدور الارم	عدم صدور الارم		---	مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای پیک آپ تابع V BUS CTRL	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع V BUS CTRL
±1% or ±50 mV	<40 ms

۵-۲-۱۲- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر راه اندازی طولانی (48 Exces Long Start)

این حفاظت، از موتور در برابر جریان راه‌اندازی بزرگ و طولانی حفاظت می‌کند. تنظیمات این حفاظت در همان زیربخش مشخصه راه‌اندازی صورت می‌گیرد و شامل (Iutil) حداقل جریان راه‌اندازی موتور و (tIstart) حداکثر مدت زمانی که راه‌اندازی موتور است. از آن جایی که این تنظیمات در بسیاری از حفاظت‌های دیگر کاربرد دارند در زیربخش جدا آورده شده‌اند:

Iutil	0.50- 5.00 In (step 0.01)
tIstart	1-200 sec (step 1)

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

در این حفاظت به محض تشخیص راه‌اندازی (وصل شدن ورودی دیجیتال 52A و یا به همراه عبور از جریان راه-اندازی بسته به تنظیم مربوطه) و شروع تایمر tIstart، فعال می‌شود و با پایان یافتن این زمان غیر فعال می‌شود. اگر در زمان tIstart، جریان موتورکمتر از جریان راه اندازی نشده باشد، در این حالت این حفاظت عمل کرده و تریپ داده می‌شود.

اگر هیچ حفاظتی در زمان راه اندازی عمل نکند، سیگنال Successful Start پس از طی زمان tIstart، فعال می-شود و فعال باقی می‌ماند تا موتور خاموش شود. این سیگنال نشان دهنده وقوع یک راه اندازی موفق در رله است.

به منظور تست زمان عملکرد این واحد حفاظتی همزمان با فعال شدن 52A جریانی بزرگتر از جریان راه اندازی را از رله عبور می‌دهیم. بعد حداقل زمانی که نیاز است جریان به جریانی کمتر از جریان راه اندازی برسد تا این حفاظت فعال نشود را به دست می‌آوریم. این کار را برای چندین تنظیم tIstart تکرار می‌کنیم.

I util = 0.5 In; I injected= 1 A;

زمان تنظیم (tIstart)	زمان افت جریان از لحظه راه اندازی	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
1 sec	>1.015 sec	صدور تریپ	الارم Exces LG Start	15 ms	مطابقت با مشخصات
	< 1.015 ms	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال success Start	فعال شدن سیگنال success Start		مطابقت با مشخصات
5 sec	>5.016 s	صدور تریپ	الارم Exces LG Start	16 ms	مطابقت با مشخصات
	< 5.016 s	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال success Start	فعال شدن سیگنال success Start		مطابقت با مشخصات

و برای آزمون دقت جریانی این حفاظت، جریان تزریقی چند لحظه پس از جریان راه اندازی کاهش داده و به مقداری کمتر از جریان راه اندازی تقلیل می‌دهیم. تا حدی که منجر به تریپ نشود را بتوان شناسایی شود

I util = 0.5 In; tIstart = 1 sec;

جریان تنظیم (Iutil)	زمان افت جریان از لحظه راه اندازی	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای جریان	قضاوت
500 mA	> 498 mA	صدور تریپ	الارم Exces LG Start	2mA	مطابقت با مشخصات
	< 498 mA	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال success Start	فعال شدن سیگنال success Start		مطابقت با مشخصات
1 A	>1.006 A	صدور تریپ	الارم Exces LG Start	0.6 %	مطابقت با مشخصات
	<1.006 A	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال success Start	فعال شدن سیگنال success Start		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای مجاز جریانی تابع Exces Long Start	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع Exces Long Start
±1% or ±40 mA	±1% or ±30 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۱۳- آزمون عملکرد تابع حفاظت در برابر روتور قفل شدگی (51LR-50S)

حفاظت Block Rotor در دو شرایط کارکرد متفاوت موتور، به حفاظت از آن در برابر قفل شدن روتور می‌پردازد. حالت اول: در شرایط کارکرد عادی موتور (STALL)، حالت دوم: در زمان راه اندازی موتور (Lock Rotor at Start).

۵-۲-۱۳-۱- حفاظت در شرایط کارکرد عادی موتور در برابر قفل شدگی روتور Stall

این حفاظت در زمان راه اندازی موتور هیچ دخالتی ندارد و پس از این که موتور با موفقیت راه اندازی شد و موتور در شرایط کارکرد عادی خود بود (سیگنال success start صادر شده بود)، این واحد فعال می‌شود.
تنظیمات کلی این واحد شامل مورد زیر می‌شود:

tIstall	0.1 – 60 sec (step 1)
Istall DETECTION	0.50 – 5.00 In (step 0.01)

در این واحد، اگر جریان موتور برای مدت زمانی بیش از مدت تنظیم شده tStall، از جریان Istall بزرگ تر بود، این واحد عمل کرده و تریپ صادر می‌شود.
به منظور تست زمان عملکرد این واحد حفاظتی، پس از راه اندازی موتور و ایجاد شرایط کارکرد عادی، شبیه آزمون اضافه جریان زمان ثابت عمل می‌کنیم. نتایج تست دقت زمانی و جریانی نیز در زیر آورده شده است:

I stall = 0.5 In; I injected= 1 A;

زمان تنظیمی (tIstall)	زمان صدور تریپ	خطای زمان عملکرد مجاز (ادعا شده)	خطای زمان عملکرد	قضاوت
100 ms	121.7 ms	±1% or ±30 ms	21.7 ms	مطابقت با مشخصات
500 ms	521.7 ms	±1% or ±30 ms	21.7 ms	مطابقت با مشخصات
1 sec	1.023 sec	±1% or ±30 ms	23 ms	مطابقت با مشخصات

و برای آزمون دقت جریانی این حفاظت، جریان تزریقی چند لحظه پس از جریان راه اندازی کاهش داده و به مقداری کمتر از جریان راه اندازی تقلیل می‌دهیم. تا حدی که منجر به تریپ نشود شناسایی شود:

Tstall = 100 ms;

جریان تنظیمی (Istall)	زمان افت جریان از لحظه راه اندازی	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای جریان	قضاوت
500 mA	> 498 mA	صدور تریپ	الارم MECH JAM tIstall	2mA	مطابقت با مشخصات
	< 498 mA	عدم صدور تریپ	عدم صدور تریپ		مطابقت با مشخصات
2 A	> 2.014 A	صدور تریپ	الارم MECH JAM tIstall	0.7 %	مطابقت با مشخصات
	< 2.014 A	عدم صدور تریپ	عدم صدور تریپ		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای مجاز جریانی تابع stall rotor	حداکثر خطای زمان عملکرد تابع stall rotor
±1% or ±40 mA	±1% or ±30 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

۵-۲-۱۳-۲- حفاظت در زمان راه اندازی در برابر قفل شدگی روتور Lock Rotor at Start

این حفاظت (Locked rotor at Start)، قفل شدن روتور در هنگام راه‌اندازی را تشخیص می‌دهد و فقط در زمان راه‌اندازی موتور فعال می‌باشد و پس از گذشت زمان راه‌اندازی (tIstart) از لحظه تشخیص راه‌اندازی موتور، این حفاظت غیر فعال می‌شود. از این رو یک نکته اساسی و بدیهی برای فعال بودن این حفاظت این است که حتما tIstall از tIstart کوچک تر باشد. در غیر این صورت حفاظت Lock rotor at start که به اختصار در تنظیمات و درون رله Lock Rotor هم نوشته می‌شود غیر فعال می‌شود و وظیفه حفاظت از موتور در زمان راه اندازی به عهده حفاظت Exces Long Start خواهد افتاد.

برای فعال شدن این واحد، تنظیمی وجود دارد که هم فعال بودن و هم نوع تشخیص روتور قفل شدگی را تعیین می‌کند. این تنظیم به صورت زیر است:

LOCKED ROTOR AT START?	No/ Input (Speed Switch) / Power Factor

با انتخاب No این حفاظت غیر فعال می‌شود. ولی با انتخاب Input (Speed switch) تشخیص قفل شدگی روتور به عهده سنسور تشخیص سرعت است. در حالی که با انتخاب Power Factor تشخیص روتور قفل شدگی به عهده اندازه ضریب توان رله می‌شود.

الف) در حالتی که Input (Speed Switch) انتخاب شده باشد:

در این حالت می‌بایست یک ورودی دیجیتال رله به Speed switch اختصاص داده شده باشد و سنسور تشخیص سرعتی به این ورودی وصل شده باشد که با تشخیص سرعت روتور این ورودی را فعال کند و با توقف آن این ورودی را غیر فعال کند. در این نوع حفاظت رله با تشخیص راه اندازی موتور صبر کرده و در زمان انتهای بازه راه اندازی (tIstart) به این ورودی نگاه می‌کند، اگر این ورودی فعال نشده باشد، به معنی این است که روتور هنوز راه نیفتاده است و قفل شده است. در این صورت بدون هیچ تاخیری فرمان تریپ صادر می‌شود:

tIstall < tIstart;

زمان تنظیم (tIstart)	زمان تنظیم (tIstall)	زمان فعال شدن Speed Switch	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمان عملکرد	قضاوت
1 sec	0.1 sec	< 94 ms	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال Success Start	فعال شدن سیگنال Success Start	6 ms	مطابقت با مشخصات
		> 94 ms	صدور تریپ	الارم Lock Rotor		مطابقت با مشخصات
6 sec	5 sec	< 6.017 s	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال Success Start	فعال شدن سیگنال Success Start	17 ms	مطابقت با مشخصات
		> 6.017 s	صدور تریپ	الارم Lock Rotor		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمان عملکرد تابع LOCKED ROTOR AT START	±1% or 40 ms

ب) در حالتی که Power Factor انتخاب شده باشد:

در این حالت رله از روی اختلاف فاز بین ولتاژ بین فاز A و فاز C (ورودی ولتاژ آنالوگ) و جریان فاز A (I_A) و از رابطه زیر فاز و در انتها ضریب توان موتور را تعیین می‌کند:

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

$$\varphi = \measuredangle V_{AC} - \measuredangle I_A + 30^\circ$$
$$PF = \cos(\varphi)$$

PowerFactor setting	0.00 – 1.00 sec (step 0.01)

ابتدا دقت محاسبه ضریب توان را باید تعیین کرد. اگر چه رله اختلاف فاز ولتاژ و جریان را در جایی نمایش نمی‌دهد اما در اندازه گیری ها ادعایی سازنده دقت محاسبه اختلاف فاز برابر 2 درجه اعلام شد. در نتیجه در محاسبه ضریب توان دقت اختلاف فاز نیز لحاظ گردید و جدول زیر ساخته شد.

فاز ولتاژ (درجه)	فاز جریان (درجه)	اختلاف فاز □ (درجه)	اختلاف فاز مجاز در اندازه گیری (درجه)	PF مجاز	PF اندازه گیری شده	قضاوت
0	0	30	[28, 32]	[0.85, 0.88]	0.87	مطابقت با مشخصات
0	30	0	[-2, 2]	[0.99, 1]	0.99	مطابقت با مشخصات
0	-30	60	[58, 62]	[0.47, 0.53]	0.52	مطابقت با مشخصات
0	10	20	[18, 22]	[0.93,0.95]	0.94	مطابقت با مشخصات
0	-10	40	[38, 42]	[0.74,0.79]	0.75	مطابقت با مشخصات
0	60	-30	[-28, -32]	[0.85, 0.88]	0.86	مطابقت با مشخصات
0	-60	90	[88, 92]	[-0.03, 0.03]	-0.01	مطابقت با مشخصات

در زمان راه اندازی یک موتور، اغلب جریان بسیار زیاد با ضریب توان کوچک تر از ضریب توان عادی موتور از شبکه کشیده می‌شود که پس از راه اندازی جریان کاهش یافته و ضریب توان آن نیز افزایش می‌یابد. یکی از روش های تشخیص قفل شدن روتور استفاده از ضریب توان است. در صورتی که ضریب توان موتور در انتهای زمان راه اندازی از مقدار تنظیم شده کم‌تر باشد، این حفاظت عمل می‌کند.

برای آزمون دقت ضریب توان، پس از راه اندازی موتور، از جریان کاسته و در ادامه، تزریق جریان با اختلاف فاز متفاوت (در نتیجه ضریب توان مختلف) انجام شد تا عملکرد این تابع سنجیده شود:

tIstall = 100 ms; tIstall < tIstart;

PF تنظیمی	فاز ولتاژ	فاز جریان (درجه)	PF اندازه گیری شده	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای فاز و PF	قضاوت
0.5	0	> 89	0.49	صدور تریپ	الارم Lock Rotor	1 deg/1%	مطابقت با مشخصات
		< 89	0.50	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال Success Start	فعال شدن سیگنال Success Start		مطابقت با مشخصات
0.86	0	< 0	0.85	صدور تریپ	الارم Lock Rotor	0 deg/1%	مطابقت با مشخصات
		> 0	0.86	عدم صدور تریپ و فعال شدن سیگنال Success Start	فعال شدن سیگنال Success Start		مطابقت با مشخصات

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

حداکثر خطای اختلاف فاز و محاسبه PF تابع LOCKED ROTOR AT START	±1% in PF or 2 degree

۵-۲-۱۴- آزمون عملکرد تابع اجازه دهی برای شتاب گیری مجدد (Reacceleration Authorize)

افت ولتاژ کوتاه در شبکه باعث می‌شود که سرعت روتور کاهش یابد. اگر این افت کوتاه در زمان کارکرد عادی موتور رخ بدهد، به محض بازیابی ولتاژ، موتور به اجبار شتاب می‌گیرد. این شتاب اجباری باعث می‌شود بسیاری از مراحل راه‌اندازی صرف نظر شود. این شتاب برای رسیدن موتور به سرعت نامی است. این شتاب خود را با کشیدن جریانی تقریبا برابر جریان روتور قفل شده نشان می‌دهد. مدت زمان این شتاب گیری وابسته به میزان افت در ولتاژ و مدت زمان افت ولتاژ است. در حالت معمولی، این اتفاق باعث می‌شود حفاظت Stall عمل کرده و تریپ بدهد، درنتیجه موتور اجازه برگشتن به عملکرد عادی خود نخواهد داشت. اما در بعضی از کاربردها بهتر است که موتور اجازه شتاب گیری مجدد داشته باشد، در این حالت تابع بالا بر روی کار می‌آید.

تنظیمات کلی این حفاظت عبارتند از:

Detect Volt Dip	Voltage / Input
Detection V DIP	37.0–98.0 V (step 0.2)
Restoration V DIP	45.0-117.0 V (step 0.2)
VOLT.DIP DURAT Treacc	0.10-5.00 (step 0.01)

این حفاظت می‌تواند افت ولتاژ را تشخیص داده و اندازه بگیرد. با مقایسه زمان این افت ولتاژ با تنظیم Treacc، رله می‌تواند اجازه شتاب گیری مجدد را بدهد یا ندهد. به کمک تنظیم Detect Volt Dip این حفاظت، افت ولتاژ را یا از طریق ورودی دیجیتالی (Input) که به سنسور ولتاژ وصل شده باشد (این ورودی باید به V Dip اختصاص داده شده باشد)، یا این که مستقیما از ولتاژ خط (Voltage) تشخیص بدهد. در صورتی که ولتاژ انتخاب شود حداقل زمان تشخیص افت ولتاژ باید برابر 100 میلی ثانیه باشد در غیر این صورت این حفاظت اصلا افت ولتاژی را حس نمی‌کند.

شرایط عملکرد این واحد:

۱- ولتاژ برای مدت کافی (بیش از ۱۰۰ میلی ثانیه) از مقدار تنظیم Detection V DIP کم تر شود.

۲- ولتاژ قبل از زمان تنظیم شده Treacc، بازیابی شود. یعنی به مقداری بزرگ تر از Restoration V DIP برگردد.

۳- اگر از Input استفاده می‌شود به جای شروط ۱ و ۲ کافی است مدت زمان غیر فعال شدن این ورودی کمتر از Treacc باشد.

۴- تا نهایتا ۵ ثانیه پس از بازیابی ولتاژ، اضافه جریانی بالاتر از Istart رخ بدهد.

اگر همه شروط بالا برقرار باشد، آن گاه این واحد حفاظتی سیگنال و الارمی به نام Reaccel Authorize صادر می‌کند. این سیگنال به اندازه زمان tStart یک باقی می‌ماند و پس از آن به طور خودکار صفر می‌شود. تا زمانی که این سیگنال فعال است واحد تشخیص Stall غیر فعال می‌شود. بدین ترتیب این واحد با ممانعت از تریپ، اجازه شتاب گیری مجدد به موتور را می‌دهد.

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

آزمون ب) آزمون تشخیص حساسیت نسبت به زمان اضافه جریان:

در این آزمون، واحد اجازه دهی برای شتاب مجدد فعال است. بازیابی ولتاژ در زمانی کم تر از Treacc انجام می-شود ولی زمان اضافه جریان پس از بازیابی ولتاژ را متغیر می‌دهیم تا دقت زمانی این بخش سنجیده شود. عملکرد رله به ازای تغییر زمان اضافه جریان به شرح زیر است:

زمان بازیابی ولتاژ	زمان شروع اضافه جریان پس از بازیابی ولتاژ	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمانی	قضاوت
< Treacc	> 5.010 sec	صدور تریپ stall	صدور تریپ stall	10 ms	مطابقت با مشخصات
	< 5.010 sec	صدور الارم Reacc Auth. و عدم صدور تریپ stall	فعال شدن الارم Reacc Auth.		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمانی برای اضافه جریان پس از بازیابی ولتاژ	±20 ms

آزمون ج) آزمون حساسیت نسبت به مدت زمان بازیابی ولتاژ:

در این آزمون، واحد اجازه دهی برای شتاب مجدد فعال است. بازیابی ولتاژ در زمان های متغیری کم تر یا بیش تر از Treacc انجام می‌شود و در کمتر از ۵ ثانیه پس از بازیابی ولتاژ، جریان بیش از جریان راه اندازی می‌شود و این جریان برای مدتی بیش از tIstall ادامه دار است. با این کار عملکرد این واحد به ازای تنظیمات مختلف Treacc سنجیده می‌شود:

مقدار تنظیم Treacc	زمان بازیابی ولتاژ	وضعیت هدف	وضعیت مشاهده شده	خطای زمانی	قضاوت
0.2 sec	> 205 ms	صدور تریپ V DIP و در ادامه صدور تریپ stall	صدور تریپ V DIP و در ادامه صدور تریپ stall	5 ms	مطابقت با مشخصات
	< 205 ms	عدم صدور تریپ stall و صدور الارم Reacc Auth.	فعال شدن الارم Reacc Auth.		مطابقت با مشخصات
1 sec	> 1.015 sec	صدور تریپ V DIP و در ادامه صدور تریپ stall	صدور تریپ V DIP و در ادامه صدور تریپ stall	15 ms	مطابقت با مشخصات
	< 1.015 sec	عدم صدور تریپ stall و صدور الارم Reacc Auth.	فعال شدن الارم Reacc Auth.		مطابقت با مشخصات

حداکثر خطای زمانی برای تشخیص V DIP	±1% or ± 20 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

پیوست ۱- نتایج آزمون های تعیین خطای زمانی عملکرد Tripدر حالت ماندگار

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Overcurren2t.ovt:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	1.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.03 Iref		
CurrentTolRel:	0.10 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	IEC Extremely Inverse	2.00 Iref	1.50	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	12-Jul-2023 10:13:17	Test End:	12-Jul-2023 10:16:12
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	No
Thermal reset method:	n/a
Thermal reset message:	n/a

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-E	(---)	n/a	4.100 A	n/a	37.47 s	36.39 s	38.58 s
L1-E	(---)	n/a	5.100 A	n/a	21.81 s	21.29 s	22.34 s
L1-E	(---)	n/a	6.100 A	n/a	14.45 s	14.15 s	14.76 s
L1-E	(---)	n/a	7.100 A	n/a	10.34 s	10.15 s	10.54 s
L1-E	(---)	n/a	8.100 A	n/a	7.791 s	7.653 s	7.931 s
L1-E	(---)	n/a	9.100 A	n/a	6.091 s	5.988 s	6.194 s
L1-E	(---)	n/a	10.10 A	n/a	4.898 s	4.819 s	4.977 s
L1-E	(---)	n/a	11.10 A	n/a	4.027 s	3.964 s	4.090 s
L1-E	(---)	n/a	12.10 A	n/a	3.371 s	3.313 s	3.428 s
L1-E	(---)	n/a	13.10 A	n/a	2.864 s	2.810 s	2.917 s
L1-E	(---)	n/a	14.10 A	n/a	2.464 s	2.413 s	2.515 s
L1-E	(---)	n/a	15.10 A	n/a	2.143 s	2.094 s	2.192 s
L1-E	(---)	n/a	16.10 A	n/a	1.881 s	1.834 s	1.928 s
L1-E	(---)	n/a	17.10 A	n/a	1.664 s	1.618 s	1.710 s
L1-E	(---)	n/a	18.10 A	n/a	1.483 s	1.438 s	1.528 s
L1-E	(---)	n/a	19.10 A	n/a	1.330 s	1.286 s	1.375 s
L1-E	(---)	n/a	20.10 A	n/a	1.200 s	1.156 s	1.244 s
L1-E	(---)	n/a	21.10 A	n/a	1.088 s	1.045 s	1.131 s
L1-E	(---)	n/a	22.10 A	n/a	990.9 ms	948.2 ms	1.034 s
L1-E	(---)	n/a	23.10 A	n/a	906.3 ms	864.0 ms	948.7 ms
L1-E	(---)	n/a	24.10 A	n/a	832.2 ms	790.1 ms	874.3 ms
L1-E	(---)	n/a	25.10 A	n/a	766.8 ms	724.9 ms	808.6 ms
L1-E	(---)	n/a	26.10 A	n/a	708.8 ms	667.2 ms	750.4 ms
L1-E	(---)	n/a	27.10 A	n/a	657.2 ms	615.7 ms	698.6 ms
L1-E	(---)	n/a	28.10 A	n/a	611.0 ms	569.7 ms	652.3 ms
L1-E	(---)	n/a	29.10 A	n/a	569.5 ms	528.3 ms	610.7 ms
L1-E	(---)	n/a	30.10 A	n/a	532.1 ms	491.1 ms	573.2 ms
L1-E	(---)	n/a	31.10 A	n/a	498.3 ms	457.3 ms	539.3 ms
L1-E	(---)	n/a	32.10 A	n/a	467.6 ms	426.7 ms	508.6 ms
L1-E	(---)	n/a	33.10 A	n/a	439.7 ms	398.8 ms	480.6 ms
L1-E	(---)	n/a	34.10 A	n/a	414.2 ms	373.4 ms	455.1 ms
L1-E	(---)	n/a	35.10 A	n/a	390.9 ms	350.1 ms	431.7 ms
L1-E	(---)	n/a	36.10 A	n/a	369.5 ms	328.7 ms	410.2 ms
L1-E	(---)	n/a	37.10 A	n/a	349.8 ms	309.0 ms	390.5 ms
L1-E	(---)	n/a	38.10 A	n/a	331.6 ms	290.9 ms	372.2 ms
L1-E	(---)	n/a	39.10 A	n/a	314.8 ms	274.2 ms	355.4 ms

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

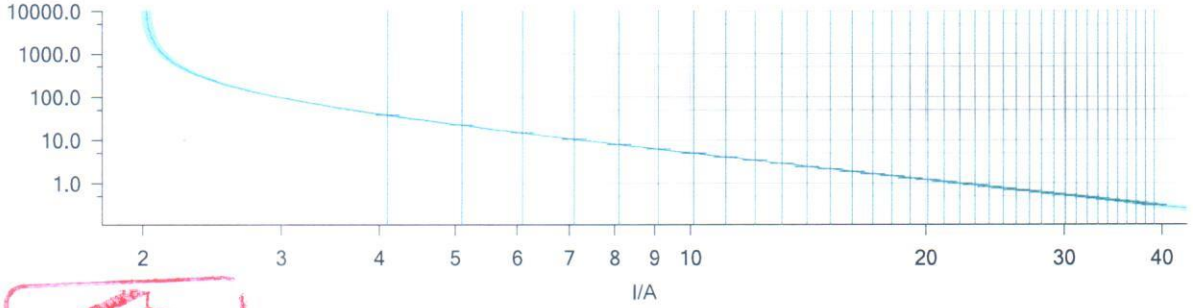
پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-E	(---)	n/a	4.100 A	n/a	37.47 s	37.95 s	1.269 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	5.100 A	n/a	21.81 s	22.02 s	971.8 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	6.100 A	n/a	14.45 s	14.62 s	1.165 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	7.100 A	n/a	10.34 s	10.47 s	1.221 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	8.100 A	n/a	7.791 s	7.875 s	1.076 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	9.100 A	n/a	6.091 s	6.147 s	932.6 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	10.10 A	n/a	4.898 s	4.898 s	4.912 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	11.10 A	n/a	4.027 s	4.027 s	12.22 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	12.10 A	n/a	3.371 s	3.371 s	-1.478 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	13.10 A	n/a	2.864 s	2.821 s	-1.501 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	14.10 A	n/a	2.464 s	2.429 s	-1.410 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	15.10 A	n/a	2.143 s	2.114 s	-1.342 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	16.10 A	n/a	1.881 s	1.857 s	-1.250 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	17.10 A	n/a	1.664 s	1.645 s	-1.178 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	18.10 A	n/a	1.483 s	1.466 s	-1.144 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	19.10 A	n/a	1.330 s	1.316 s	-1.070 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	20.10 A	n/a	1.200 s	1.188 s	-1.023 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	21.10 A	n/a	1.088 s	1.077 s	-975.9 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	22.10 A	n/a	990.9 ms	981.8 ms	-918.0 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	23.10 A	n/a	906.3 ms	898.3 ms	-885.7 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	24.10 A	n/a	832.2 ms	825.0 ms	-860.8 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	25.10 A	n/a	766.8 ms	760.6 ms	-803.5 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	26.10 A	n/a	708.8 ms	702.9 ms	-831.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	27.10 A	n/a	657.2 ms	651.8 ms	-816.4 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	28.10 A	n/a	611.0 ms	606.8 ms	-685.8 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	29.10 A	n/a	569.5 ms	565.2 ms	-759.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	30.10 A	n/a	532.1 ms	528.1 ms	-760.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	31.10 A	n/a	498.3 ms	494.9 ms	-689.0 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	32.10 A	n/a	467.6 ms	465.4 ms	-481.0 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	33.10 A	n/a	439.7 ms	436.9 ms	-640.7 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	34.10 A	n/a	414.2 ms	413.0 ms	-294.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	35.10 A	n/a	390.9 ms	390.0 ms	-224.2 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	36.10 A	n/a	369.5 ms	367.6 ms	-502.2 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	37.10 A	n/a	349.8 ms	348.2 ms	-443.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	38.10 A	n/a	331.6 ms	329.8 ms	-537.1 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	39.10 A	n/a	314.8 ms	313.2 ms	-506.1 m %	No	Passed

Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-E	n/a



پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

State:

36 out of 36 points tested.
36 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!

Overcurren2t.ovt:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	1.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.03 Iref		
CurrentTolRel:	0.10 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	IEC Extremely Inverse	0.10 Iref	0.01	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	12-Jul-2023 09:47:20	Test End:	12-Jul-2023 09:49:40
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	No
Thermal reset method:	n/a
Thermal reset message:	n/a

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-L2	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L1-L2	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L1-L2	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L1-L2	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L1-L2	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L1-L2	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L1-L2	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L1-L2	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L1-L2	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L1-L2	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms
L2-L3	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L2-L3	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L2-L3	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L2-L3	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L2-L3	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L2-L3	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L2-L3	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L2-L3	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L2-L3	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L2-L3	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms
L3-L1	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L3-L1	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L3-L1	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L3-L1	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L3-L1	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L3-L1	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L3-L1	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L3-L1	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L3-L1	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L3-L1	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

L1-L2-L3	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L1-L2-L3	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms
L1-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L1-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L1-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L1-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L1-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L1-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L1-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L1-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L1-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L1-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L1-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L1-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L1-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L1-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L1-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L1-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L1-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms
L2-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L2-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L2-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L2-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms
L2-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L2-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L2-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L2-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L2-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L2-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L2-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L2-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L2-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L2-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L2-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L2-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L2-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L2-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L2-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms
L3-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	146.5 ms	463.3 ms
L3-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	40.89 ms	167.2 ms
L3-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	5.740 ms	103.0 ms
L3-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	0.000 s	77.93 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

L3-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	0.000 s	65.40 ms
L3-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	0.000 s	58.23 ms
L3-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	0.000 s	53.72 ms
L3-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	0.000 s	50.71 ms
L3-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	0.000 s	48.59 ms
L3-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	0.000 s	47.05 ms
L3-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	0.000 s	45.89 ms
L3-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	0.000 s	44.99 ms
L3-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	0.000 s	44.29 ms
L3-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	0.000 s	43.72 ms
L3-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	0.000 s	43.26 ms
L3-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	0.000 s	42.88 ms
L3-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	0.000 s	42.56 ms
L3-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	0.000 s	42.29 ms
L3-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	0.000 s	42.07 ms

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-L2	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	268.4 ms	650.0 m %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	101.0 ms	1.000 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.30 ms	1.813 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	34.50 ms	3.500 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	25.70 ms	12.44 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.40 ms	46.40 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	22.90 ms	80.34 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.50 ms	125.0 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.40 ms	164.8 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.60 ms	209.0 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.70 ms	216.4 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.10 ms	238.1 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.70 ms	282.7 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	15.00 ms	320.0 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.70 ms	368.6 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.20 ms	411.2 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	14.20 ms	473.3 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	14.10 ms	534.5 %	No	Passed
L1-L2	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	13.50 ms	573.3 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	268.1 ms	537.5 m %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	100.7 ms	700.0 m %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.40 ms	2.000 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	34.20 ms	2.600 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	26.10 ms	14.19 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.50 ms	47.00 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	23.30 ms	83.49 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.00 ms	120.0 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.20 ms	162.4 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.10 ms	201.5 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.20 ms	207.5 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.00 ms	236.0 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.70 ms	282.7 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	14.90 ms	317.2 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.70 ms	368.6 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.20 ms	411.2 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	14.20 ms	473.3 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	13.80 ms	521.0 %	No	Passed
L2-L3	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	13.60 ms	578.3 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	269.1 ms	912.5 m %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	100.8 ms	800.0 m %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.50 ms	2.188 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	34.10 ms	2.300 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	26.20 ms	14.63 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.00 ms	44.00 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	23.00 ms	81.13 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.50 ms	125.0 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.30 ms	163.6 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.40 ms	206.0 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.00 ms	203.9 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.30 ms	242.3 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.60 ms	280.3 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	15.20 ms	325.6 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.90 ms	374.9 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.30 ms	414.8 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	13.90 ms	461.2 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	13.60 ms	512.0 %	No	Passed
L3-L1	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	14.00 ms	598.3 %	No	Passed

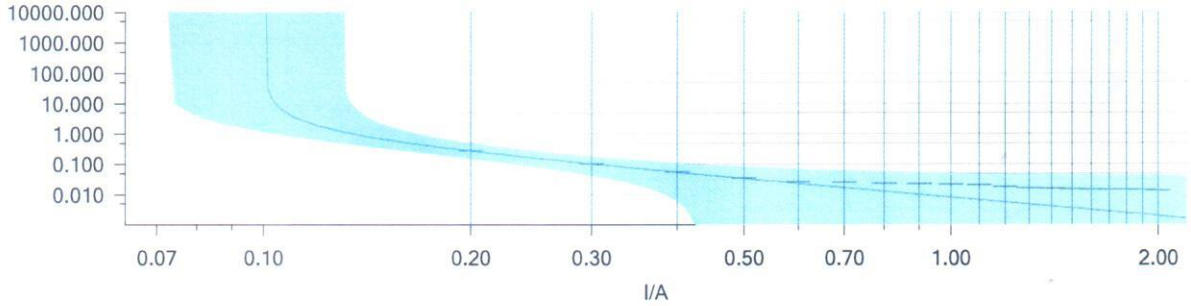
L1-L2-L3	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	266.9 ms	87.50 m %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	99.80 ms	-200.0 m %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	52.90 ms	-812.5 m %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	33.10 ms	-700.0 m %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	25.40 ms	11.13 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	22.60 ms	35.60 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	21.20 ms	66.95 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	20.60 ms	106.0 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	19.50 ms	141.3 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	19.20 ms	188.0 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.20 ms	207.5 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.10 ms	238.1 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.50 ms	277.8 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	14.30 ms	300.4 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	13.20 ms	320.8 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	12.60 ms	353.6 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	12.60 ms	408.7 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	12.40 ms	458.0 %	No	Passed
L1-L2-L3	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	11.90 ms	493.5 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	267.4 ms	275.0 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	100.5 ms	500.0 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.20 ms	1.625 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	33.80 ms	1.400 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	25.90 ms	13.31 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.00 ms	44.00 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	23.30 ms	83.49 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.50 ms	125.0 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.60 ms	167.3 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.20 ms	203.0 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.20 ms	207.5 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.20 ms	240.2 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.50 ms	277.8 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	14.60 ms	308.8 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.70 ms	368.6 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.60 ms	425.6 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	14.20 ms	473.3 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	13.80 ms	521.0 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	13.60 ms	578.3 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	267.8 ms	425.0 m %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	100.4 ms	400.0 m %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.10 ms	1.438 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	33.90 ms	1.700 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	26.10 ms	14.19 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.30 ms	45.80 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	23.00 ms	81.13 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.50 ms	125.0 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.70 ms	168.5 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.20 ms	203.0 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.30 ms	209.2 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.20 ms	240.2 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.30 ms	272.9 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	15.10 ms	322.8 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.70 ms	368.6 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.10 ms	407.6 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	14.20 ms	473.3 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	13.60 ms	512.0 %	No	Passed
L2-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	13.70 ms	583.3 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	200.0 m A	n/a	266.7 ms	267.4 ms	275.0 m %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	300.0 m A	n/a	100.0 ms	100.7 ms	700.0 m %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	400.0 m A	n/a	53.33 ms	54.10 ms	1.438 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	33.33 ms	34.40 ms	3.200 %	No	Passed

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

L3-E	(---)	n/a	600.0 m A	n/a	22.86 ms	25.70 ms	12.44 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	700.0 m A	n/a	16.67 ms	24.30 ms	45.80 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	800.0 m A	n/a	12.70 ms	23.20 ms	82.70 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	900.0 m A	n/a	10.00 ms	22.40 ms	124.0 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.000 A	n/a	8.081 ms	21.30 ms	163.6 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.100 A	n/a	6.667 ms	20.20 ms	203.0 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.200 A	n/a	5.594 ms	17.10 ms	205.7 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.300 A	n/a	4.762 ms	16.10 ms	238.1 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.400 A	n/a	4.103 ms	15.30 ms	272.9 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	3.571 ms	14.70 ms	311.6 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.600 A	n/a	3.137 ms	14.60 ms	365.4 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.700 A	n/a	2.778 ms	14.30 ms	414.8 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.800 A	n/a	2.477 ms	14.20 ms	473.3 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	1.900 A	n/a	2.222 ms	13.80 ms	521.0 %	No	Passed
L3-E	(---)	n/a	2.000 A	n/a	2.005 ms	13.50 ms	573.3 %	No	Passed

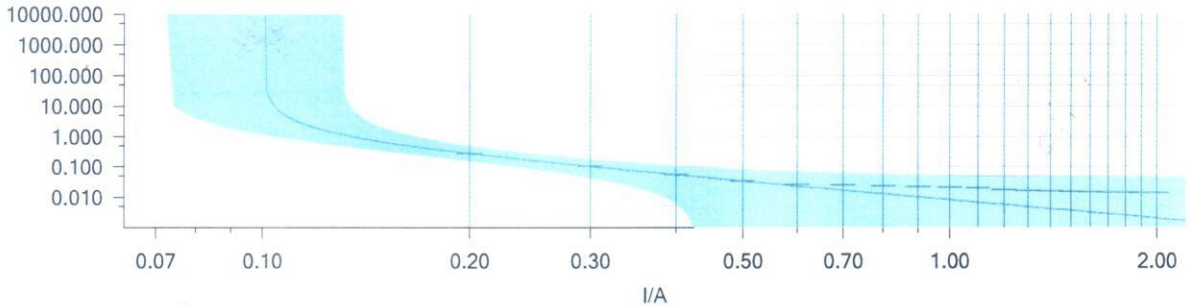
Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-L2	n/a



Charts for Fault Types:

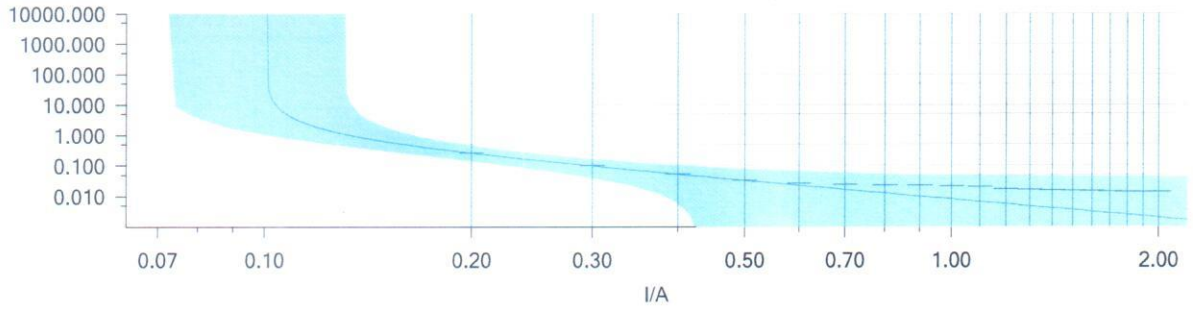
Type	Angle
L2-L3	n/a



Charts for Fault Types:

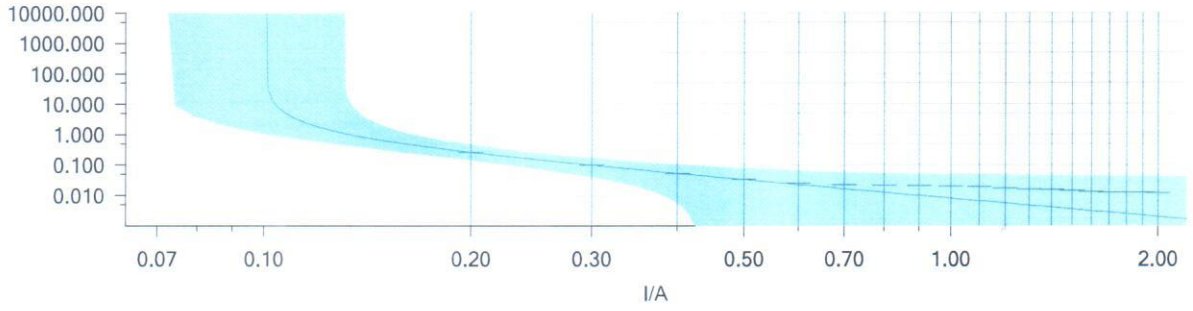
Type	Angle
L3-L1	n/a

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت



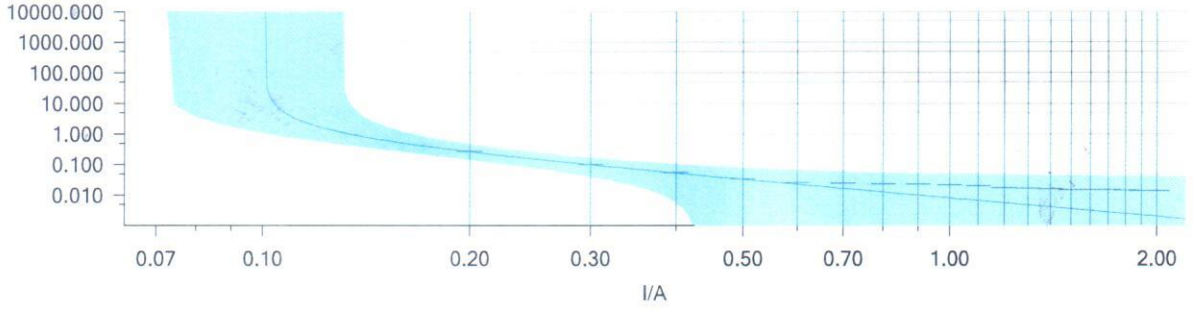
Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-L2-L3	n/a



Charts for Fault Types:

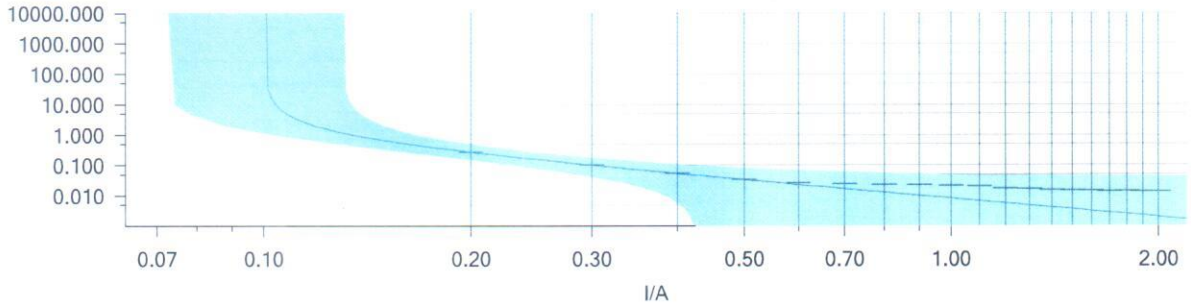
Type	Angle
L1-E	n/a



Charts for Fault Types:

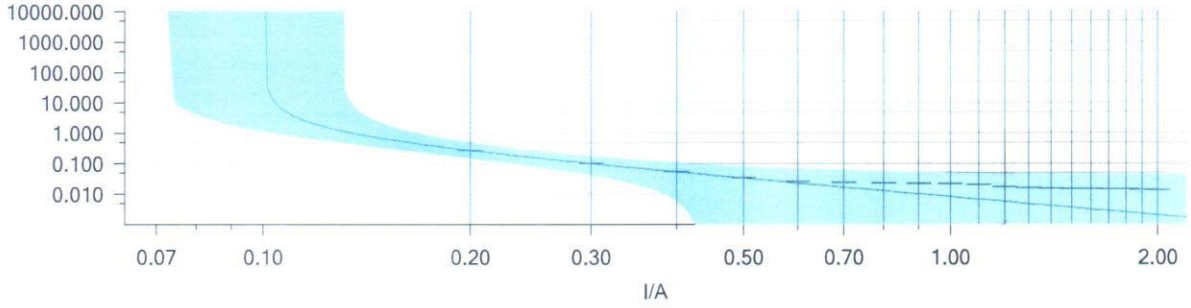
Type	Angle
L2-E	n/a

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت



Charts for Fault Types:

Type	Angle
L3-E	n/a



State:

133 out of 133 points tested.
133 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!

پیوست ۲- نتایج آزمون های واحد اضافه بار حرارتی (49) برای تریپ و الارم 63%

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Overcurrent:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	3.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.02 Iref		
CurrentTolRel:	2.00 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	Siemens Overload	0.20 Iref	1.00	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	26-Jun-2023 14:18:42	Test End:	26-Jun-2023 14:19:31
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	Yes
Thermal reset method:	Manual
Thermal reset message:	Please reset the Thermal Memory of the device under test before continuing.

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	6.375 s	5.694 s	7.158 s
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	675.8 ms	609.4 ms	743.8 ms
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	242.4 ms	193.0 ms	292.4 ms
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	123.6 ms	78.75 ms	168.7 ms
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	74.71 ms	31.81 ms	117.8 ms
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	50.00 ms	8.062 ms	92.07 ms
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	35.80 ms	0.000 s	77.27 ms
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	26.89 ms	0.000 s	67.99 ms
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	20.93 ms	0.000 s	61.79 ms
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	16.76 ms	0.000 s	57.45 ms

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

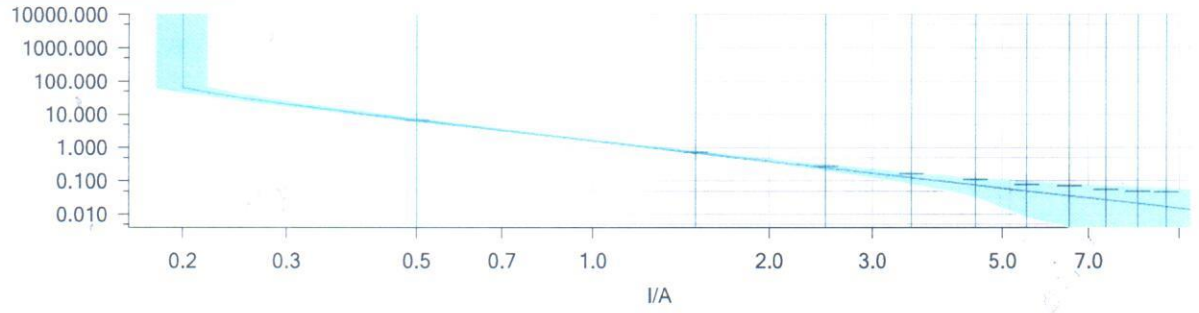
Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	6.375 s	6.374 s	-12.36 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	675.8 ms	713.4 ms	5.565 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	242.4 ms	267.1 ms	10.19 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	123.6 ms	162.9 ms	31.84 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	74.71 ms	109.9 ms	47.10 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	50.00 ms	76.60 ms	53.19 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	35.80 ms	70.50 ms	96.94 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	26.89 ms	55.40 ms	106.1 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	20.93 ms	48.40 ms	131.2 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	16.76 ms	45.50 ms	171.5 %	No	Passed

Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-E	n/a



State:

10 out of 10 points tested.
10 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!

Overcurrent:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	3.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.02 Iref		
CurrentTolRel:	2.00 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	Siemens Overload	0.20 Iref	1.00	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	26-Jun-2023 14:11:14	Test End:	26-Jun-2023 14:12:15
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	Yes
Thermal reset method:	Manual
Thermal reset message:	Please reset the Thermal Memory of the device under test before continuing.

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	10.46 s	9.317 s	11.78 s
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	1.076 s	994.1 ms	1.161 s
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	385.2 ms	330.2 ms	441.2 ms
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	196.2 ms	148.6 ms	244.3 ms
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	118.6 ms	74.02 ms	163.5 ms
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	79.39 ms	36.31 ms	122.7 ms
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	56.83 ms	14.62 ms	99.18 ms
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	42.68 ms	1.024 ms	84.44 ms
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	33.23 ms	0.000 s	74.60 ms
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	26.60 ms	0.000 s	67.70 ms

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

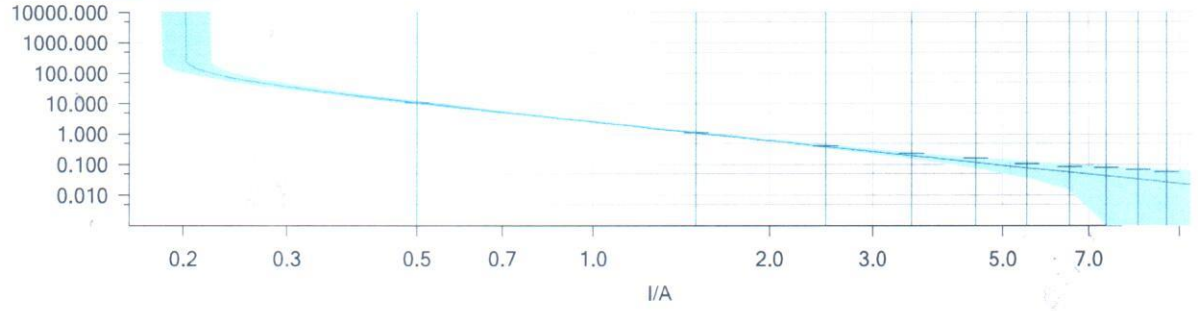
Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	10.46 s	10.43 s	-273.4 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	1.076 s	1.111 s	3.218 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	385.2 ms	416.3 ms	8.064 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	196.2 ms	227.6 ms	15.98 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	118.6 ms	158.8 ms	33.86 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	79.39 ms	106.7 ms	34.40 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	56.83 ms	85.50 ms	50.44 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	42.68 ms	81.20 ms	90.24 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	33.23 ms	67.00 ms	101.6 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	26.60 ms	57.20 ms	115.0 %	No	Passed

Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-E	n/a



State:

10 out of 10 points tested.
10 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!

Overcurrent:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	3.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.02 Iref		
CurrentTolRel:	2.00 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	Siemens Overload	0.20 Iref	1.00	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	26-Jun-2023 14:11:14	Test End:	26-Jun-2023 14:12:15
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	Yes
Thermal reset method:	Manual
Thermal reset message:	Please reset the Thermal Memory of the device under test before continuing.

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	10.46 s	9.317 s	11.78 s
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	1.076 s	994.1 ms	1.161 s
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	385.2 ms	330.2 ms	441.2 ms
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	196.2 ms	148.6 ms	244.3 ms
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	118.6 ms	74.02 ms	163.5 ms
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	79.39 ms	36.31 ms	122.7 ms
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	56.83 ms	14.62 ms	99.18 ms
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	42.68 ms	1.024 ms	84.44 ms
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	33.23 ms	0.000 s	74.60 ms
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	26.60 ms	0.000 s	67.70 ms

پژوهشگاه نیرو
پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
آزمایشگاه رله و حفاظت

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

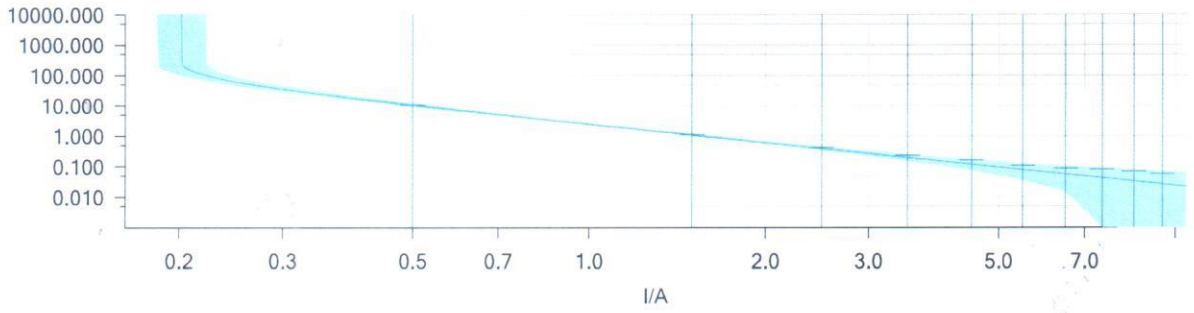
Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	10.46 s	10.43 s	-273.4 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	1.076 s	1.111 s	3.218 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	385.2 ms	416.3 ms	8.064 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	196.2 ms	227.6 ms	15.98 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	118.6 ms	158.8 ms	33.86 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	79.39 ms	106.7 ms	34.40 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	56.83 ms	85.50 ms	50.44 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	42.68 ms	81.20 ms	90.24 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	33.23 ms	67.00 ms	101.6 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	26.60 ms	57.20 ms	115.0 %	No	Passed

Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-E	n/a



State:

10 out of 10 points tested.
10 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!

Overcurrent:
Test Object - Overcurrent Parameters

General - Values:

TimeTolAbs:	0.04 s	VT connection:	n/a
TimeTolRel:	3.00 %	CT starpoint connection:	n/a
CurrentTolAbs:	0.02 Iref		
CurrentTolRel:	2.00 %		
Directional:	No		

Elements - Phase:

Active	Name	Tripping characteristic	I Pick-up	Time	Reset Ratio	Direction
Yes	I #1 Phase	Siemens Overload	0.20 Iref	1.00	0.95	Non Directional

Test Module

Name:	OMICRON Overcurrent	Version:	3.20
Test Start:	26-Jun-2023 14:18:42	Test End:	26-Jun-2023 14:19:31
User Name:	FARSHID MANSOURBAKHT	Manager:	
Company:	NIROO RESEARCH INSTITUTE		

Test Settings:

Fault Model:

Time reference:	Fault inception
Load current:	0.000 A
Load angle:	n/a
Prefault time:	100.0 ms
Abs. max time:	240.0 s
Post fault time:	500.0 ms
Rel. max time:	100.0 %
Enable voltage output:	No
Fault voltage LN (for all but two phase faults):	n/a
Fault voltage LL (for two phase faults):	n/a
Decaying DC active:	No
Time constant:	n/a
CB char min time:	50.00 ms
Thermal reset active:	Yes
Thermal reset method:	Manual
Thermal reset message:	Please reset the Thermal Memory of the device under test before continuing.

Shot Test:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tmin	tmax
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	6.375 s	5.694 s	7.158 s
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	675.8 ms	609.4 ms	743.8 ms
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	242.4 ms	193.0 ms	292.4 ms
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	123.6 ms	78.75 ms	168.7 ms
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	74.71 ms	31.81 ms	117.8 ms
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	50.00 ms	8.062 ms	92.07 ms
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	35.80 ms	0.000 s	77.27 ms
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	26.89 ms	0.000 s	67.99 ms
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	20.93 ms	0.000 s	61.79 ms
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	16.76 ms	0.000 s	57.45 ms

Binary Outputs:

Name	State
Bin. out 1	0
Bin. out 2	0
Bin. out 3	0
Bin. out 4	0

Binary Inputs:

Trigger Logic: And

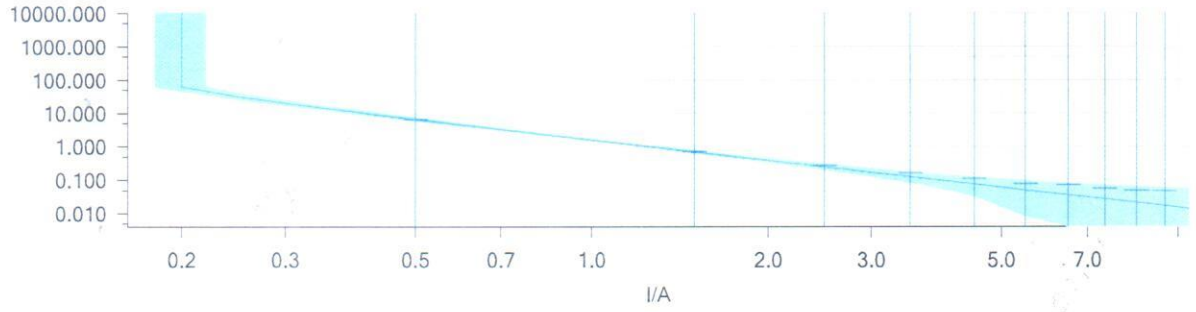
Name	Trigger State
Trip	1
Start	X

Shot Test Results:

Type	Relative To	Factor	Magnitude	Angle	tnom	tact	Deviation	Overload	Result
L1-E	(---)	n/a	500.0 m A	n/a	6.375 s	6.374 s	-12.36 m %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	1.500 A	n/a	675.8 ms	713.4 ms	5.565 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	2.500 A	n/a	242.4 ms	267.1 ms	10.19 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	3.500 A	n/a	123.6 ms	162.9 ms	31.84 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	4.500 A	n/a	74.71 ms	109.9 ms	47.10 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	5.500 A	n/a	50.00 ms	76.60 ms	53.19 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	6.500 A	n/a	35.80 ms	70.50 ms	96.94 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	7.500 A	n/a	26.89 ms	55.40 ms	106.1 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	8.500 A	n/a	20.93 ms	48.40 ms	131.2 %	No	Passed
L1-E	(---)	n/a	9.500 A	n/a	16.76 ms	45.50 ms	171.5 %	No	Passed

Charts for Fault Types:

Type	Angle
L1-E	n/a



State:

10 out of 10 points tested.
10 points passed.
0 points failed.

General Assessment: Test passed!