

شرکت دانش بنیان

# تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه



**دستورکار جامع سیستم های قدرت و راه حفاظت**

**دستور کار ویژه دانشجو**





### آزمایشگاه های الکترونیک قدرت و ماشین الکتریکی

Power Electronics and Electrical Machines Labs

### آزمایشگاه های سیستم های قدرت و انرژی های نو

Power Systems and Renewable Energies Lab

### آزمایشگاه های الکترونیک و مخابرات

Electronics and Telecommunications Labs



## دستور کار آزمایشگاه رله و حفاظت

### اهداف:

هدف از این دستور کار معرفی تجهیزات آزمایشگاه‌های رله حفاظت و همچنین ارائه دستور کار لازم برای انجام آزمایش‌ها می‌باشد.

### پیشگفتار:

پیشنهاد می‌شود شروع آزمایشگاه با یک یا چند بازدید از مرکز کاربردی مرتبط با مطالب درس شروع شود. موارد زیر در این راستا پیشنهاد می‌شوند:

- پست برق ۴۰۰ کیلوولت/۱۳۲ کیلوولت/۶۳ کیلوولت
- نیروگاه تولید برق فسیلی
- مرکز دیسپاچینگ شبکه برق
- نیروگاه تولید برق مبتنی بر انرژی‌های نو چون بادی، خورشیدی، زیست توده یا ...

در این دستور کار مطالب اساسی درس رله و حفاظت در قالب ۱۸ آزمایش ارائه گردیده است. نکته لازم به ذکر این است که در پیوست شماره یک، مشخصات هر ماژول تشریح داده شده است.

مطالب بیان شده در دستور کار هر آزمایش شامل مقدمه، شرح آزمایش و تحلیل و جداول مربوطه و در پایان سؤالات مربوط به آزمایش می‌باشد. این دستور کار طوری طرح شده است تا دانشجو حین انجام مراحل مختلف آزمایش بخش‌های مختلف آن را تکمیل نماید و با تحلیل نتایج حاصل به درک عمیق‌تری از مفاهیم سیستم قدرت دست یابد. طبیعتاً به دلیل زمان محدود آزمایشگاه، انجام برخی محاسبات در آزمایشگاه توسط دانشجو امکان پذیر نبوده و این مهم به بخش سؤالات انتهای هر بخش منتقل شده است.

هر دانشجو قبل از حضور در کلاس می‌بایست یک پیش‌گزارش راجع به مباحث جلسه جاری و گزارش تکمیل شده جلسه قبل را تحویل نماید. انجام بحث و تبادل نظر دانشجویان و مدرس کلاس راجع به نتایج حاصل از آزمایش‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای در درک سیستم حفاظتی شبکه قدرت دارد. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی‌هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه‌های بعدی برطرف خواهد شد.

نکات مهم:

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p>از آنجا که تغذیه اصلی دستگاه با برق سه فاز شهری انجام می‌گیرد، در هنگام انجام سیم‌بندی دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد.</p>                            | <p>هشدار ۱ (خطر شوک الکتریکی)</p>   |    |
| <p>برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شرایط و با هماهنگی شرکت سازنده استفاده نمایید.</p>  | <p>هشدار ۲ (خطر آسیب به دستگاه و شوک الکتریکی)</p>                                    |    |
| <p>هیچ‌گونه اصلاح و یا تغییری در وضعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست.</p>  | <p>هشدار ۳ (خطر آسیب به دستگاه و شوک الکتریکی)</p>                                    |    |
| <p>از سیم‌های رابط تمام عایق استفاده گردد.</p>  | <p>هشدار ۴ (خطر شوک الکتریکی)</p>   |    |
| <p>پیش از وصل کردن برق دستگاه، سیم‌بندی با حضور مدرس بررسی گردد.</p>  | <p>هشدار ۵ (خطر آسیب به تجهیزات)</p>  |    |
| <p>در هنگام کار با دستگاه از کفپوش عایق در محل نصب دستگاه استفاده گردد.</p>   | <p>هشدار ۶ (خطر شوک الکتریکی)</p>   |  |
| <p>به محدوده مجاز ورودی و خروجی‌های تجهیزات توجه شود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود.</p>                                       | <p>هشدار ۷ (خطر آسیب به تجهیزات)</p>  |  |
| <p>به منظور سیم‌بندی از سیم‌های رابط با رنگ‌بندی مختلف استفاده شود تا احتمال خطا به حداقل برسد.</p>   | <p>هشدار ۸ (خطای احتمالی)</p>   |  |
| <p>کلیه حقوق این اثر متعلق به شرکت دانش بنیان تجهیزات ابزار آزما خاورمیانه می‌باشد. هرگونه کپی برداری از این اثر، غیرقانونی بوده و پیگرد قانونی دارد.</p> |  |   |

## فهرست مطالب

۵	..... نکات مهم:
۶	..... فهرست مطالب
۷	..... جدول راهنما
۷	..... آزمایشات
۱۰	..... ۱ معرفی رله چندکاره شرکت وبکو (Vebco)
۱۷	..... ۲ معرفی رله حفاظت دیستانس در آموزنده یکپارچه
۱۸	..... پیوست شماره یک

# جدول راهنما آزمایشات

RP108	RP107	RP106	RP105	RP104	RP103	RP102	RP101	RP100	شماره و عنوان آزمایش
					قابل توسعه				۱- بررسی رفتار ژنراتور سنکرون
									۲- اتصال ژنراتور سنکرون به شبکه به کمک ترانسفورماتور سه فاز
						*	*		۳- اتصال ژنراتور سنکرون به شبکه به کمک رله سنکروچک
						*	*	*	۴- مدل‌های کوتاه، متوسط و بلند خط انتقال قدرت و محاسبات پریونیت در آموزنده ماژولار
*			*	*	*				۵- مدل‌های متوسط و بلند خط انتقال قدرت و محاسبات پریونیت در آموزنده یکپارچه
						*	*	*	۶- بررسی عملکرد ترانس در شبکه قدرت به کمک آموزنده ماژولار
				*	*				۷- بررسی عملکرد ترانس در شبکه قدرت به کمک آموزنده یکپارچه
			*			*	*	*	۸- کنترل ولتاژ شبکه با ترانس دارای تب قابل تنظیم
									۹- خط انتقال در کم باری و جبرانسازی با راکتور موازی در آموزنده ماژولار
				*					۱۰- خط انتقال در کم باری و جبرانسازی با راکتور موازی در آموزنده یکپارچه
									۱۱- خط انتقال در پر باری و جبرانسازی سری در آموزنده ماژولار
				*					۱۲- خط انتقال در پر باری و جبرانسازی سری در آموزنده یکپارچه
						*	*	*	۱۳- اصلاح ضریب توان در آموزنده ماژولار
			*	*					۱۴- اصلاح ضریب توان در آموزنده یکپارچه
									۱۵- کاربرد ادوات FACTS در شبکه قدرت
			*	*	*	*	*	*	۱۶- پخش بار ۱: پخش بار شبکه پایه
					قابل توسعه	*			۱۷- بررسی شبکه دو سو تغذیه دارای بار محلی



RP108	RP107	RP106	RP105	RP104	RP103	RP102	RP101	RP100	شماره و عنوان آزمایش
									۱۸- پخش بار ۳: بررسی شبکه سه باسه
									۱۹- پخشبار ۴: بررسی شبکه حلقوی
					*	*	*	*	۲۰- ترانسفورماتور ولتاژ و جریان
				*	*	*	*	*	۲۱- رله کنترل جریان
						*	*	*	۲۲- رله کنترل ولتاژ در آموزنده ماژولار
				*	*				۲۳- رله کنترل ولتاژ در آموزنده یکپارچه
					*		*		۲۴- رله کنترل فرکانس
					*		*		۲۵- رله کنترل فاز - بار
*	*	*	*			*			۲۶- معرفی رله چندکاره شرکت وبکو (Vebco)
		*	*						۲۷- رله حفاظت اضافه جریانی در آموزنده یکپارچه
						*			۲۸- معرفی رله حفاظت دیستانس در آموزنده ماژولار
*									۲۹- معرفی رله حفاظت دیستانس در آموزنده یکپارچه
						*			۳۰- رله حفاظت دیفرانسیل در آموزنده ماژولار
	*								۳۱- رله حفاظت دیفرانسیل در آموزنده یکپارچه

## ۱ معرفی رله چندکاره شرکت وبکو (Vebco)

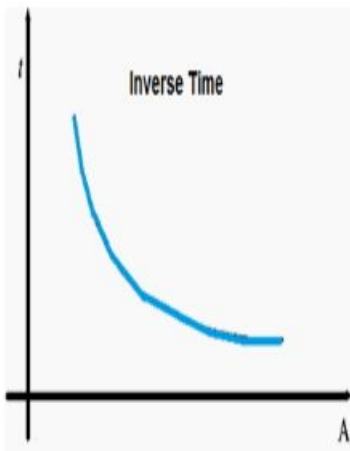
هدف: آشنایی با رله چند کاره AMR-M شرکت Vebco

### ۱-۱) مقدمه:

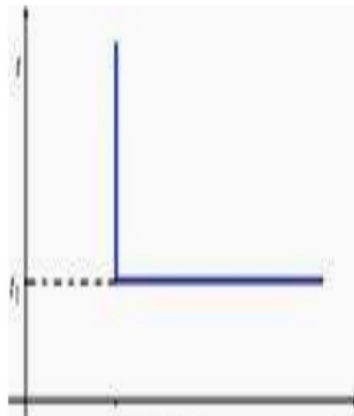
برخی اصطلاحات اساسی مورد استفاده در رله ها:

- ۱- رله حفاظتی یا protective relay وسیله ای است الکتریکی جهت حفاظت تجهیزات شبکه قدرت در برابر خطاها یا شرایط غیرعادی عملکرد.
- ۲- مقدار کمیت تحریک رله یا pick up، وقتی یک رله از وضعیت تحریک نشده به وضعیت تحریک خود در می آید. مقدار کمیت در شرایط آستانه اتصال را مقدار pickup می گویند.
- ۳- مقدار کمیت برگشت رله یا Drop out، وقتی است که یک رله از وضعیت تحریک شده به وضعیت تحریک نشده برگشت می نماید. مقدار کمیت تحت حفاظت در این شرایط را مقدار drop out می گویند.
- ۴- زمان برگشت رله یا resetting time مدت زمانی است که طول می کشد تا رله عمل کرده به وضعیت عادی خود برگردد.
- ۵- زمان عملکرد رله یا operating time مدت زمانی است که بین لحظه وقوع خطا و عملکرد رله در قطع یا وصل کلید به طول می انجامد.

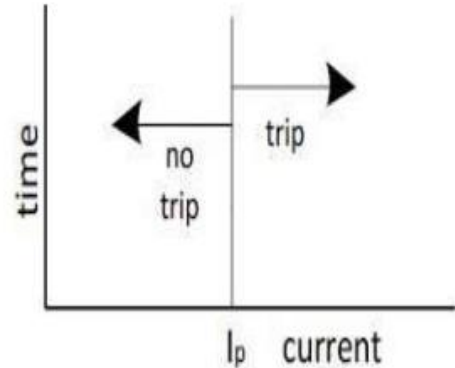
سه نوع رله اضافه جریان شامل: حفاظت لحظه ای اضافه جریان، حفاظت زمان ثابت اضافه جریان و حفاظت زمان معکوس اضافه جریان مورد استفاده قرار می گیرند. در شکل های زیر منحنی زمان جریان، این سه نوع نمایش داده شده اند.



ج



ب



الف

شکل ۱-۱ منحنی زمان - جریان، الف) حفاظت لحظه‌ای؛ ب) حفاظت زمان ثابت؛ ج) حفاظت زمان معکوس اضافه جریان

## ۲-۱ معرفی رله چندکاره وبکو

رله جریانی مدل AMR-M شرکت Vebko به منظور حفاظت خطوط انتقال، موتورهای الکتریکی و تجهیزات شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل زیر نمای ظاهری رله نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ شکل ظاهری رله چندکاره شرکت وبکو

## ۳-۱ مشخصات سخت‌افزاری رله چندکاره AMR-M

در ادامه جدول معرفی مشخصات اصلی اجزای سخت‌افزاری ارائه شده است.

جدول ۱-۱ معرفی مشخصات سخت‌افزاری رله چندکاره AMR-M

Auxiliary Voltage	DC	60/220	50-230	
	AC	115/230	100-240	
	Power Consumption	Quiescent	4.9 VA	
		Energized	6.3 VA	
Backup time during loss/short-circuit of auxiliary voltage	> 200 ms at 115/230 Vac			
Binary inputs	Voltage Range	24-250 V DC		
	Pickup threshold for rated control voltage DC	24/48/60/110/125 V		
		110/220/250 V		
	Response Time/Drop-out time	3.5 ms		
Burden	0.52 VA			
Binary outputs	Make	1000 W/VA		
	Carry	5 A Continuous		
		30 VA		
	Break	40 W resistive		
		25 VA at L/R ≤50ms		
	Rated Contact voltage	≤ 250 V DC or ≤ 240 V AC		
permissible current per contact	5 A Continuous 30 A for 0.5 s(Inrush current)			
Accuracy	Protection threshold	± 2 %		
	Time delay	± 3 % with a minimum of 10 ms		
	measurement	± 2 % at I <sub>n</sub>		
Current transformer	Rated current	1/5 A (settable)		
	Power Consumption	1A	0.007 VA per phase	
		5A	0.05 VA	
	Overload capability	Thermal(rms)	100 × I <sub>n</sub> for 1 s	
			30 × I <sub>n</sub> for 10 s	
		Dynamic(peak)	4 × I <sub>n</sub> Continuous 250 × I <sub>n</sub> (half cycle)	
Recommended primary	5p10, 5VA 10p10, 2.5 VA			
Voltage transformer	Measuring range	0 V to 170 V		
	Power Consumption	0.215 VA per phase		
	Overload capability in voltage path (phase-neutral voltage)	230 V Continuous		
	Thermal (effective)			

#### ۴-۱ مشخصات نرم‌افزاری رله چندکاره وبکو

مشخصات نرم‌افزاری و تنظیمات بخش‌های مختلف رله در ادامه بحث می‌گردند.

##### ۱-۴-۱ حفاظت جریان زیاد زمان ثابت فازی 50-1,2,3:

جریان در توابع 50-1, 50-2 و 50N-1, 50N-2, 50N-3 می‌تواند مولفه اصلی و یا RMS باشد اما برای تابع 50-3 و 50N می‌تواند به صورت مقدار لحظه‌ای نیز استفاده شود.

##### ۲-۴-۱ حفاظت جریان زیاد تاخیری فازی ۵۱:

در عملکرد این تابع که زمان-جریان معکوس می‌باشند، جریان مولفه اصلی یا RMS به کار گرفته شود. منحنی User Define یا هر یک از منحنی‌های استاندارد IEC و ANSI قابل انتخاب می‌باشد.

##### ۳-۴-۱ حفاظت جریان زیاد توالی منفی تاخیری 46-TOC و زمان ثابت 46-1,2:

عملکرد این توابع بر اساس مقایسه جریان توالی منفی (I2) با مقدار جریان تنظیمی این تابع می‌باشد. تابع 46-TOC به صورت زمان - جریان معکوس می‌باشد و هر یک از منحنی‌های استاندارد IEC و ANSI قابل انتخاب می‌باشد و یا به صورت User Define تنظیم شود. مشخصه‌ی زمان ثابت شامل دو المان 46-1 و 46-2 می‌باشد. تنظیمات این دو تابع شامل جریان تنظیمی، تاخیر زمانی عملکرد و تاخیر زمانی ریست (Dropout) می‌باشد.

##### ۴-۴-۱ توابع جریان زیاد جهت دار

در عملکرد توابع جهت دار، جریان مولفه اصلی و RMS به کار گرفته شود. مشخصه جهت دار آنها می‌تواند حدود  $\pm 180$  درجه چرخش داشته باشد. برای المان جهت دار زمین، کاربر می‌تواند انتخاب کند که جهت خطا با استفاده از سیستم توالی صفر تعیین شود و یا از کمیت‌های توالی منفی استفاده شود. جهت تشخیص خطا می‌تواند Forward و یا Reverse انتخاب شود.

##### ۵-۴-۱ تابع جریان زیاد جهت دار تاخیری فازی 67-TOC و زمین 67N-TOC:

برای این توابع منحنی User Define یا منحنی استاندارد IEC و ANSI قابل انتخاب می‌باشد و ریست تابع نیز می‌تواند Disk Emulation و یا آبی باشد و یا به صورت User Define تنظیم شود.

##### ۶-۴-۱ تابع جریان زیاد جهت دار زمان ثابت فازی 67-1,2,3 و زمین 67N-1,2,3:

این توابع هر یک دارای تنظیم جریانی و تاخیر زمانی ریست جداگانه می‌باشند. علاوه بر این برای هر یک جهت عملکرد برای تشخیص خطا جداگانه تنظیم می‌شود. تنظیم Drop-out time Delay برای پایداری سیگنال پیک آپ استفاده می‌شود.

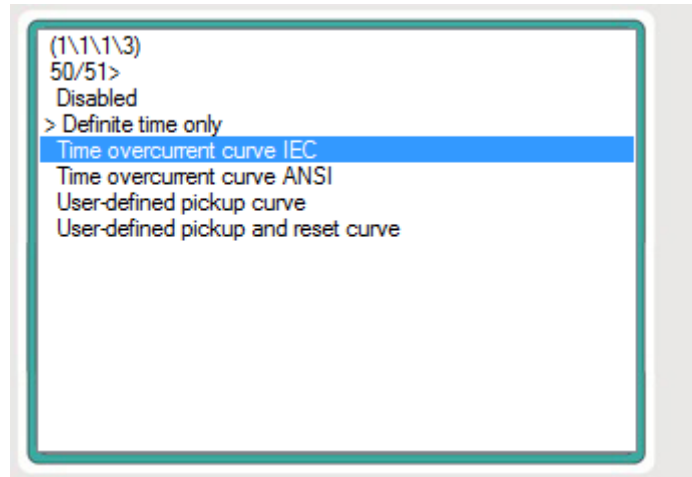
#### ۵-۱ انجام تنظیمات اساسی رله چندکاره وبکو

رله چندکاره AMR-M شرکت وبکو دارای یک سری تنظیمات اساسی می‌باشد که فارغ از اینکه رله کدام نوع باشد؛ این تنظیمات بایستی انجام پذیرند. در ادامه این تنظیمات بیان می‌گردند.

##### ۱-۵-۱ انتخاب تابع

جهت انتخاب نوع عملکرد تابع از آدرس زیر می‌توانید استفاده کنید. در این قسمت نوع حفاظت رله اضافه جریان اعم از زمان ثابت یا معکوس زمانی قابل تنظیم است.

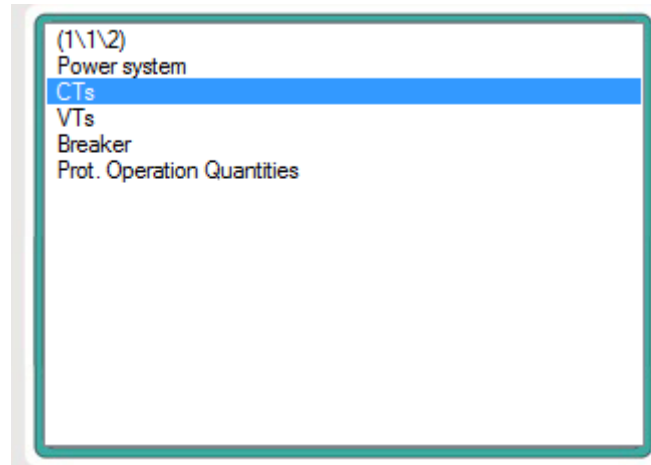
نوع عملکرد > 50/51 > Devise Config > Setting > Setting menu



### ۲-۵-۱ تنظیم CT & VT

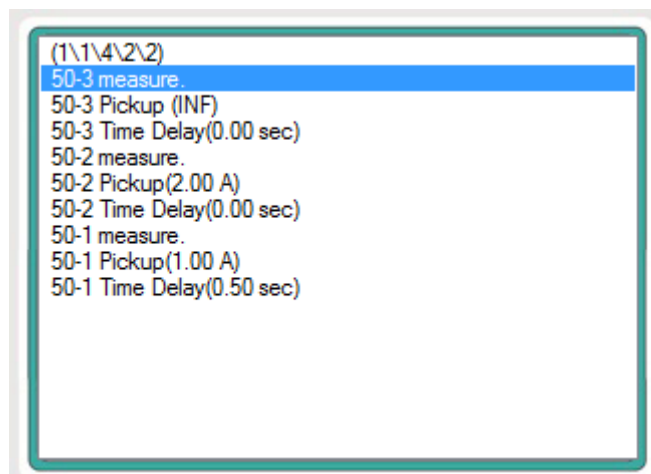
ازمسیر زیر می‌توانید تنظیمات مربوط به ترانس جریان و ترانس ولتاژ را انجام دهید

Setting Menu > Setting > Power System Data1 > CTS/VTS



### ۳-۵-۱ تنظیم نوع اندازه گیری، حد بالا و زمان تاخیر جریان اندازه گیری

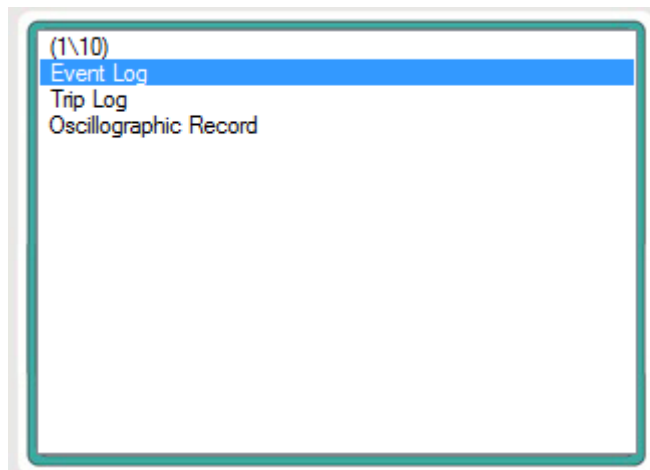
Setting Menu > Setting > Current Setting Group(A) > 50/51 ph/GND OC > 50/51 > ...



## ۴-۵-۱ ثبت رویدادهای رخ داده

از مسیر زیر می‌توان به موارد ثبت شده رله و رویدادهای رخ داده و جزئیات آنها دسترسی پیدا نمود

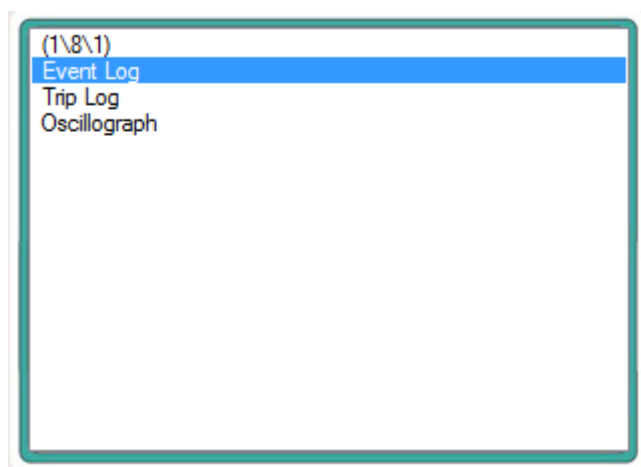
Setting Menu > Record Setting > ...



## ۵-۵-۱ نمایش مقادیر ذخیره شده

جهت نمایش مقادیر ذخیره شده می‌توان از مسیر زیر استفاده نمود

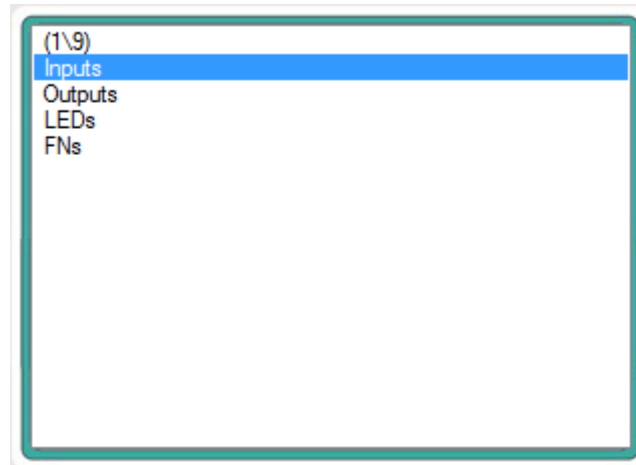
Setting Menu > Record > Display Records > ...



## ۶-۵-۱ تنظیم ورودی، خروجی‌ها

جهت تنظیم ورودی، خروجی و LED ها می‌توان از مسیر زیر استفاده کرد

Setting Menu > Input, Output, LED, Fnkey



### ۷-۵-۱ تنظیم تاریخ و ساعت

با فشردن کلید Fn و ۵ به طور همزمان وارد تنظیمات تاریخ و ساعت می‌شود و از آن قسمت می‌توانید تاریخ و ساعت را تنظیم کنید تا در صورت ثبت رویداد تاریخ و ساعت آن مربوط به زمان واقعی باشد.

Fn,5> Data and Time> Set Data and Time

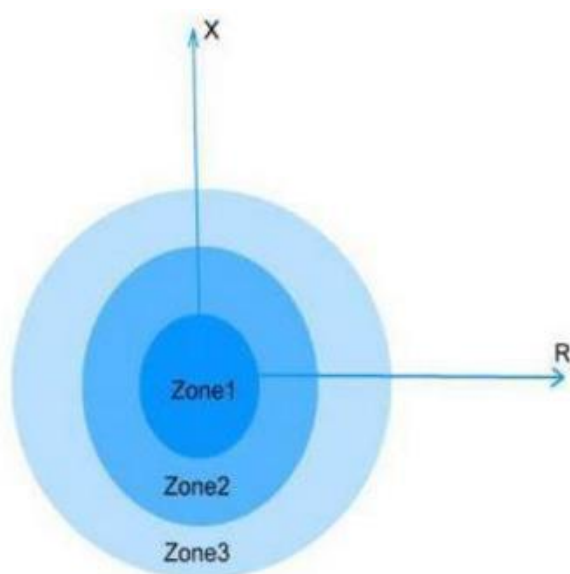


## ۲ معرفی رله حفاظت دیستانس در آموزنده یکپارچه

هدف: آشنایی با رله دیستانس AMR-M شرکت Vebko

### ۱-۲ مقدمه

رله های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال به کار می روند و از آنجا که فاصله خط را با اندازه گیری امپدانس مشخص می کنند، بدین نام مشهور شده اند. به طور کلی وقتی اتصالی در شبکه رخ می دهد اینگونه رله ها نقش حفاظتی خط و تعیین فاصله خط تا رله را به عهده دارند. معمولا حفاظت اصلی خطوط انتقال رله های دیستانس و حفاظت پشتیبان این خطوط رله های اضافه جریان جهت دار هستند. دلیل این امر آن است که زمان عملکرد رله های دیستانس بر روی خطی که رله روی آن است بسیار کم و زمان عملکرد رله جریان زیاد نسبتا زیاد است.



شکل ۱-۲ ناحیه بندی رله حفاظت دیستانس

نکته: جهت مطالعه مشخصات سخت افزاری رله حفاظت وبکو و اطلاع از اصطلاحات اساسی مورد استفاده در رله ها به بخش های ۱-۱، ۲-۱ و ۳-۱ مراجعه شود.

### ۲-۲ مشخصات نرم افزاری رله دیستانس وبکو

مشخصات نرم افزاری و تنظیمات بخش های مختلف رله در ادامه بحث می گردند.

#### ۱-۲-۲ تنظیمات مربوط به انتخاب نوع تابع

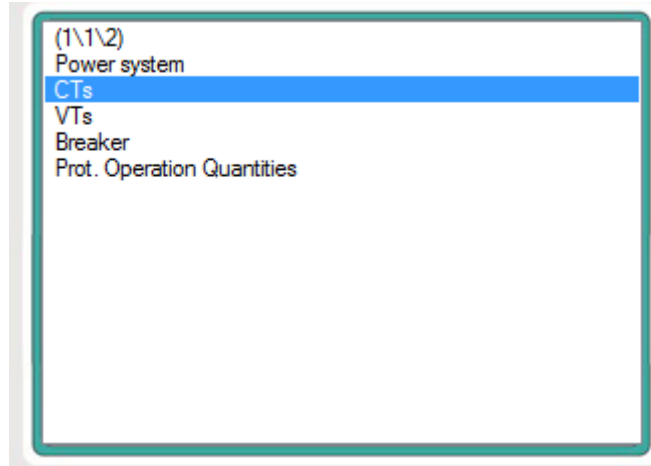
جهت انتخاب عملکرد مناسب رله برای این آزمایش باید در آدرس ذیل، گزینه U/I (voltage controlled OC) انتخاب شود.

Display Setting menu > Setting > Devise Config. > Distance Prot. > U/I (voltage controlled OC)

#### ۲-۲-۲ تنظیمات CT & VT

از مسیر زیر می توانید تنظیمات مربوط به ترانس جریان و ترانس ولتاژ را انجام دهید

Display Setting Menu > Setting > Power System Data1 > CTS/VTS



### ۳-۲-۲ Phase Distance

از مسیر ذیل phase distance را بر روی ۸۰ درجه تنظیم کنید:

Display Setting Menu > Setting > Current Setting Group(A) > Distance Zone > General Setting > General > Ph. Dist.

### ۴-۲-۲ مشخصات بار

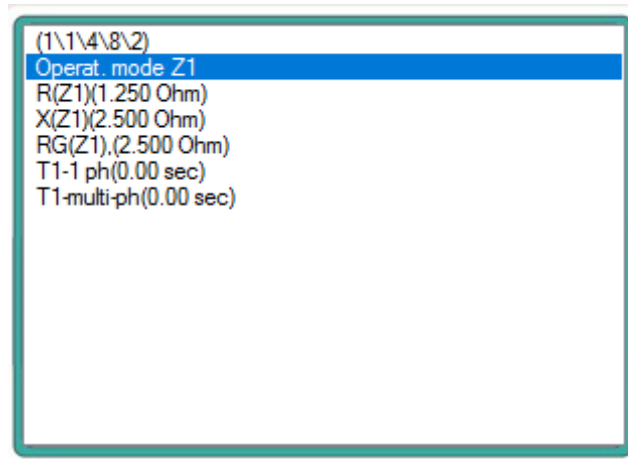
مشخصات بار را می‌توان از آدرس ذیل وارد کرد:

Display Setting Menu > Setting > Current Setting Group(A) > Distance Zone > General Setting > Load Trapezoid

### ۵-۲-۲ تنظیم Zoneها

برای تنظیم مقادیر Zone Z1 از مسیر ذیل استفاده می‌کنیم:

Display Setting Menu > Setting > Current Setting Group(A) > Distance Zone > Zone Z1



در منوی بالا مقدار امپدانس ناحیه یا Zone را در قسمت R(Z1) و X(Z1) وارد می‌شود و در قسمت T1-1 ph زمان Trip تعیین می‌شود. مقادیر برای Zone Z2 و Zone Z3 نیز به همین صورت انجام می‌شود.

### ۶-۲-۲ تنظیم خروجی‌های دستگاه

تنظیم خروجی‌های دستگاه از مسیر ذیل انجام می‌شود:

Display Setting Menu > Input.Output.LED.Fnkey > Outputs > Output 003 > Not Allocated > Power System Data 2 > **Relay TRIP** > Latched

با توجه به اینکه تنظیم رله بر روی Latched قرار گرفته است در صورت بروز خطا 3 Output عمل کرده و برای برگرداندن آن به حالت اولیه باید 3 Output را بر روی Not Allocated قرار داد و بعد از save آن دوباره گزینه Relay TRIP را انتخاب کرد. انتخاب گزینه Relay Trip حالت کلی خطا می‌باشد و شما می‌توانید به طور خاص تریپ خروجی سوم را بر روی خطای دو فاز اول و سوم به هم قرار دهید. در این شرایط چنانچه خطای دوفازی میان فاز اول و سوم رخ دهد آنگاه خروجی رله عمل می‌کند.

## ۷-۲-۲ تنظیم LEDها

مسیر ذیل نحوه فعال کردن LEDهای روی Distance Relay را نمایش می‌دهد:

Display Setting Menu > Input.Output.LED.Fnkey > Outputs > LED 001 > Not Allocated > Power System Data 2 > Relay TRIP > Latched

با اعمال مسیر فوق در صورت اتصال کوتاه LED 1 روشن می‌شود. برای خاموش کردن آن مانند Output 3 ابتدا باید گزینه Not Allocated انتخاب شود و بعد از آن دوباره Relay TRIP.

## ۳-۲ آزمایش و تحلیل

به منظور آزمایش عملکرد رله دیستانس مدار شکل ۲-۲ را پیاده‌سازی نمایید. از فیدر ورودی کابین به ورودی CT، متصل کرده و از خروجی CT به ورودی ترانس ولتاژ متصل می‌کنیم. سربندی اولیه ترانس ولتاژ به صورت ستاره است. برای CT از کلاس دقت 1 استفاده شده است. در این آزمایش سه خط انتقال متوسط به صورت سری با یکدیگر قرار گرفته اند. ناحیه ۱ یا Zone 1 از ابتدای خط اول تا ۸۰ درصد آن تعریف شده است. ناحیه ۲ یا Zone 2 از ۸۰ درصد خط اول تا ۵۰ درصد خط دوم تعریف شده است و ناحیه ۳ یا Zone 3 از ۵۰ درصد خط دوم تا انتهای خط انتقال سوم تعریف شده است. انتهای خط انتقال سوم به بار نیز متصل خواهد شد. بعد از برقرار کردن آموزنده، بوسیله شبیه ساز خطا فاز B و C را اتصال کوتاه می‌کنیم. این خطا را در هر سه ناحیه مورد آزمایش قرار دهید. خروجی رله را بر روی تریپ خطای دو فاز B و C تنظیم کنید بسته به اینکه خطای دو فاز در کدام ناحیه شبیه‌سازی می‌گردد باید خروجی رله بر روی BC Zx Trip تنظیم می‌گردد که x ناحیه رخداد خطا می‌باشد. اگر سایر تنظیمات به درستی انجام شده باشد بعد از اتصال کوتاه دو فاز به هم، خروجی رله عمل کرده و ولتاژ بوبین مدار شکن را قطع می‌کند. پس از عمل کردن رله زمان قطع رله و نوع خطای دیده شده از سوی رله بر روی صفحه نمایشگر آن نشان داده خواهد شد همچنین می‌توانید از بخش ثبت رویدادهای رله به این جزئیات دسترسی پیدا کنید.

مشخصات بار، CT، PT و Zoneها را مطابق جدول ذیل وارد کنید. با یک کردن کلید شبیه ساز دو فاز C و B را در یکی از نواحی اول تا سوم، به یکدیگر متصل و زمان عکس العمل رله را اندازه‌گیری نمایید. بار را قطع و در بی باری دوباره آزمایش را تکرار کنید.

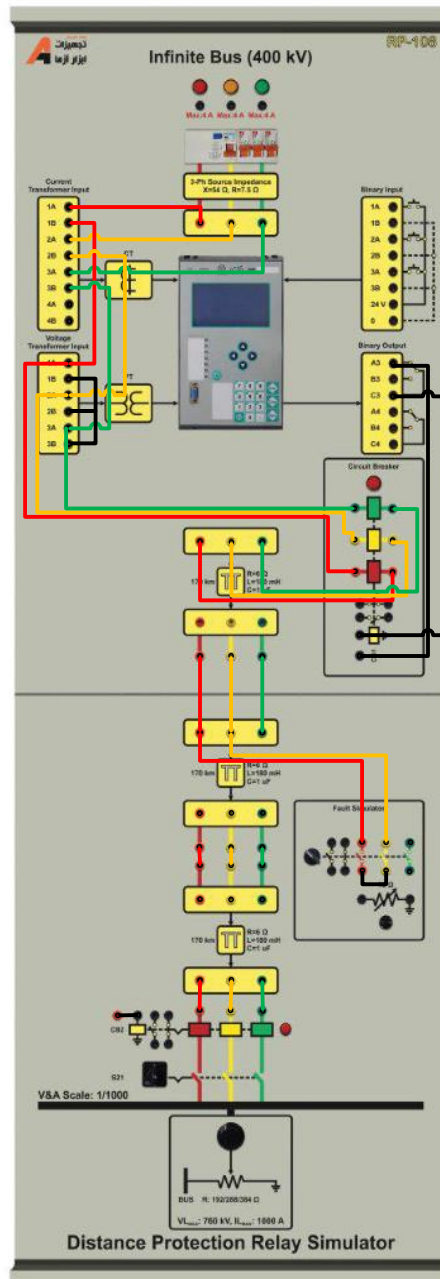
حال با تنظیم خروجی رله بر روی خطای تکفاز فاز A (A Zx trip)، عملکرد رله دیستانس را در شرایط خطای تکفاز به زمین بررسی کنید و با تغییر مقاومت اتصال کوتاه، زمان عملکرد رله را مورد ارزیابی قرار دهید.

جدول ۱-۲ تنظیمات مربوط به رله چند کاره AMR-M

Primary = 5000 A, secondary = 5 A	CT
Primary = 0.38 kV, secondary = 110 V	PT
R = 584 Ω	Load(Y)
R= 4.8Ω, X= 44.8 Ω, R <sub>G</sub> =5 Ω, T1-1 ph=0.3 sec	Zone 1
R= 9Ω, X= 84 Ω, R <sub>G</sub> =20 Ω, T1-1 ph=0.5 sec	Zone 2
R= 18Ω, X= 168Ω, R <sub>G</sub> =40.05 Ω, T1-1 ph=0.8 sec	Zone 3

جدول ۲-۲ جدول نتایج عملکرد رله دیستانس

خطای دو فاز			خطای تکفاز		
ناحیه خطای اتصال کوتاه					
Zone 3	Zone 2	Zone 1	Zone 3	Zone 2	Zone 1
					زمان پاسخ رله در شبکه تحت بار
					زمان پاسخ رله در شبکه بی بار



شکل ۲-۲ نحوه پیاده‌سازی آزمایش بررسی رله حفاظت دیستانس AMR-M

## ۴-۲ سوالات آزمایش

۱- سایر خطاها از قبیل خطای سه فاز، خطای دو فاز A و B، خطای تکفاز B یا C را به کمک آموزنده مورد نظر پیاده‌سازی کنید. دقت شود با توجه به نوع خطا و ناحیه رخداد خطا خروجی رله تنظیم گردد؟

۲- قطع بار چه تاثیری بر روی زمان پاسخ رله دارد چرا؟

# پیوست شماره یک

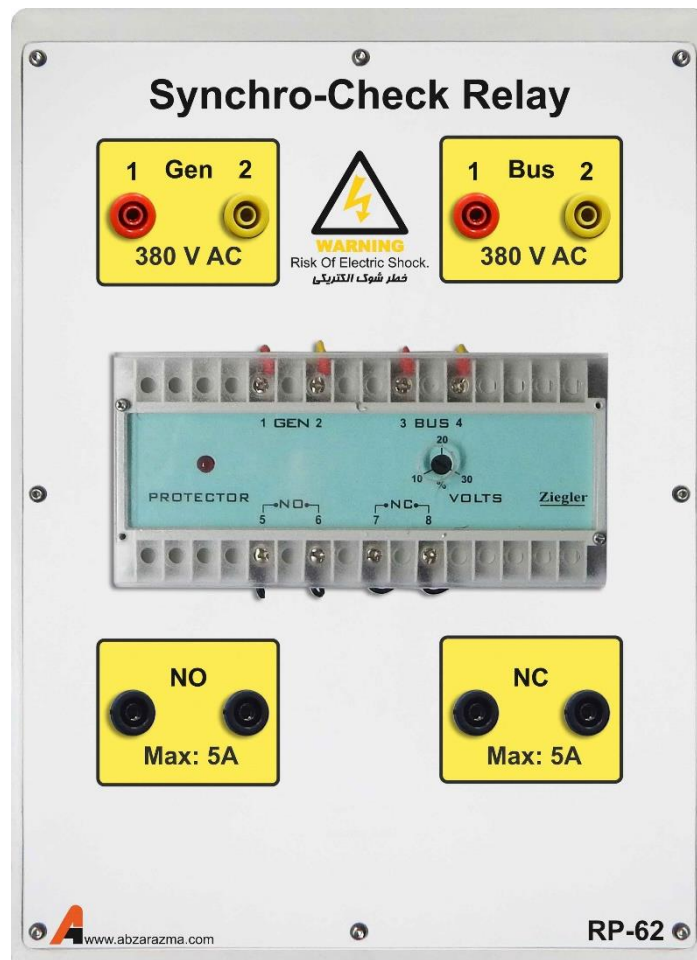
## ۱- رله سنکروچک

از این ماژول جهت اتصال ژنراتور سنکرون به شبکه استفاده می‌گردد. نحوه عملکرد این ماژول بدین صورت است که بایستی فازهای RS ژنراتور به ترمینال‌های ۱ و ۲ سمت Gen و فازهای RS شبکه به ترمینال‌های ۱ و ۲ سمت Bus متصل شوند. رله با نمونه‌گیری از فازهای سمت ژنراتور و شبکه زمان مناسب را برای سنکرون‌سازی تشخیص می‌دهد. لازم به ذکر است این ماژول قابلیت بررسی توالی فاز را ندارد لذا کاربر بایستی قبل از سنکرون‌سازی توالی فازهای ژنراتور و شبکه را با رله کنترل ولتاژ بررسی نماید و سپس به کمک این ماژول فرآیند سنکرون‌سازی را انجام دهد.

یک پیچ تنظیم برای تعیین حد مجاز اختلاف دامنه ولتاژ شبکه با ژنراتور قرار داده شده است که می‌تواند از صفر تا ۳۰ درصد تنظیم شود. معمولاً ۱۰ درصد اختلاف دامنه ولتاژ شبکه با ژنراتور عدد مناسبی است.

دو کنتاکت NO و NC بر روی ماژول قرار داده شده است. در زمانی که اختلاف دامنه ولتاژهای شبکه با ژنراتور، کمتر از حد مجاز شود این کنتاکت‌ها تغییر وضعیت می‌دهند.

از کنتاکت NO برای تحریک بوبین ماژول مدار شکن در زمان اتصال ژنراتور به شبکه استفاده می‌گردد.

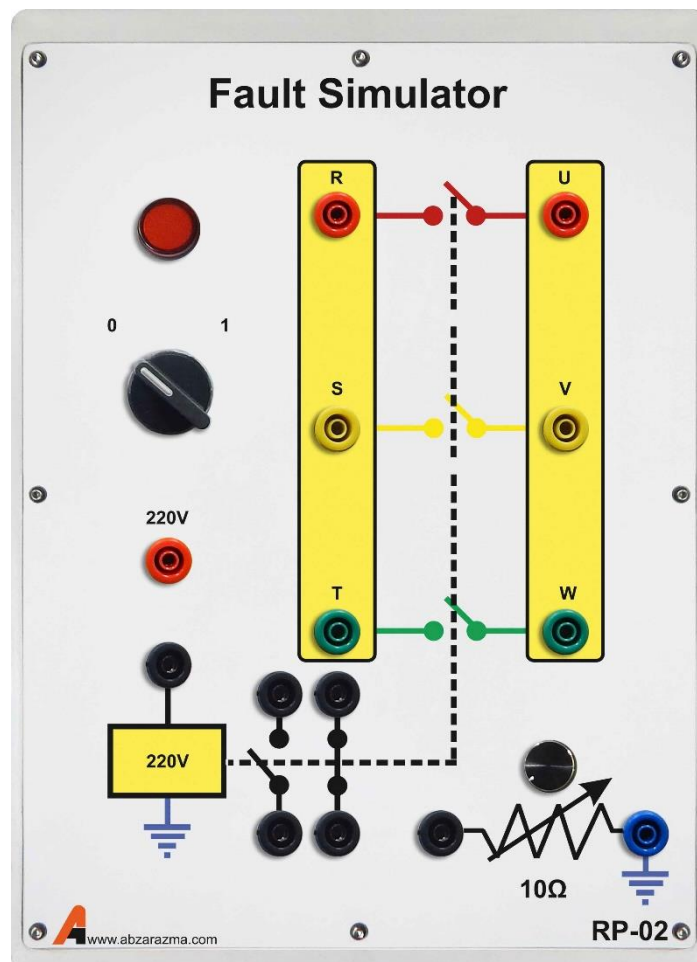


## ۲- شبیه‌ساز خطا

از این ماژول جهت رخداد انواع خطاهای سه‌فاز، دو فاز، تک‌فاز به نول و خطای تک‌فاز به نول با مقاومت اتصال کوتاه استفاده می‌گردد. نحوه عملکرد این ماژول بدین صورت است که یک کلید دو حالتی برای اتصال ولتاژ ۲۲۰ ولت به ترمینال قرمز رنگ قرار داده شده است. اگر کلید در وضعیت یک قرار داشته باشد، اختلاف پتانسیل ترمینال قرمز تا نول ۲۲۰ ولت خواهد بود.

برای آنکه شبیه‌ساز خطا عمل نماید بایستی بوبین آن به کمک ترمینال قرمز رنگ تحریک شود. برای تحقق این امر، ترمینال قرمز رنگ به ترمینال مشکی رنگ بوبین مستقیماً متصل شود. در این شرایط فاز R به U؛ S به V؛ T به W متصل خواهد شد. بنابراین چنانچه خطای سه فاز مورد مطالعه باشد فازهای U، V و W را به هم متصل کرده تا پس از تحریک بوبین خطای سه فاز رخ دهد.

دو کنتاکت NO و NC برای اتصال به تایمر و یا اعلام هشدار در زمان بروز خطا می‌توان استفاده نمود.



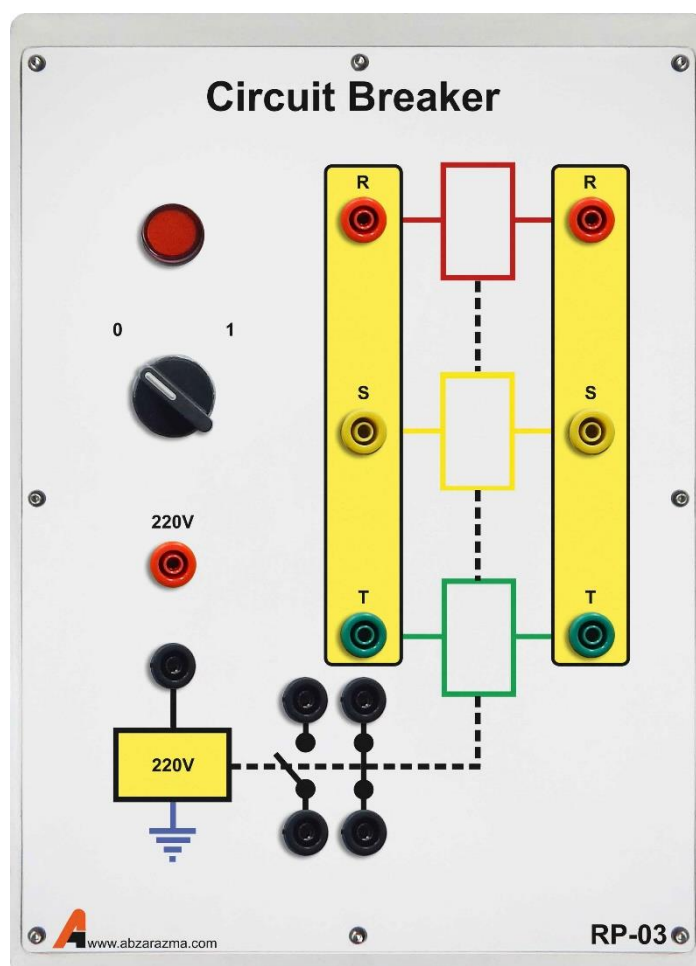


### ۳- مدار شکن

از این ماژول جهت اتصال ژنراتور سنکرون به شبکه به کمک رله سنکروچک و یا قطع شبکه در زمان بروز خطا استفاده می‌گردد. در هر دو حالت ترمینال قرمز رنگ به واسطه کنتاکت رله به ترمینال مشکی رنگ بوبین متصل خواهد شد.

اتصال ترمینال قرمز رنگ به ترمینال مشکی بوبین، برای سنکرون سازی ژنراتور به شبکه از طریق کنتاکت NO رله سنکروچک صورت می‌پذیرد در حالی که در رله کنترل ولتاژ و کنترل جریان از طریق کنتاکت NC متصل خواهد شد تا در صورت بروز خطا، پتانسیل از روی ترمینال مشکی رنگ برداشته شود و اتصال بخشی از شبکه قطع شود.

لازم به ذکر است با توجه به نوع رله و وضعیت کنتاکت‌های خروجی آن ممکن است آرایش دیگری برای اتصال ترمینال قرمز به ترمینال مشکی مورد استفاده قرار گیرد.

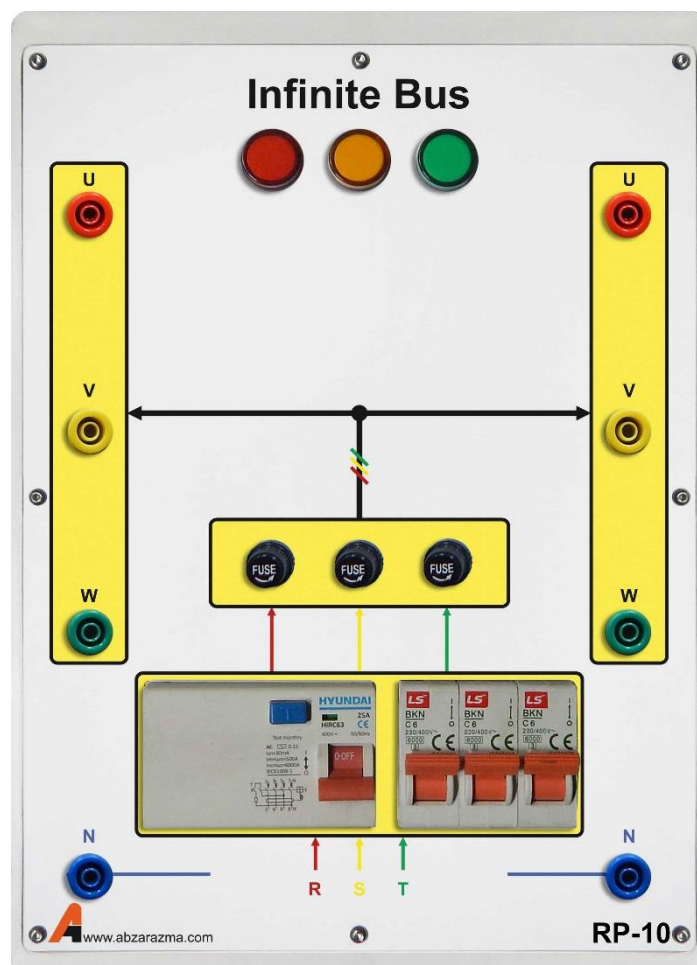


## ۴- مدل باس بی‌نهایت

این ماژول مدل باس اسلک یا باس بی‌نهایت شبکه است که همواره دامنه ولتاژ برابر یک پریونیت و زاویه ولتاژ صفر در نظر گرفته خواهد شد. دو خروجی سه فاز در سمت راست و چپ ماژول تعبیه شده است تا به سادگی در سیم‌بندی کمک کند.

یک فیوز محافظ جان به منظور قطع ولتاژ خروجی ماژول در زمان وجود جریان ناشتی و جلوگیری از برق‌گرفتگی استفاده شده است. از سه فیوز تک‌فاز مینیاتوری برای تغییر وضعیت اتصال فازهای خروجی و سه فیوز شیشه‌ای برای بالابردن حفاظت در این ماژول استفاده شده است.

نکته لازم به ذکر این است که یک راکتانس محدودکننده جریان با  $X=54$  و  $R=7.5$  اهم به طور سری با هر فاز خروجی قرار گرفته است تا جریان اتصال کوتاه را تا ۴ آمپر محدود کند.



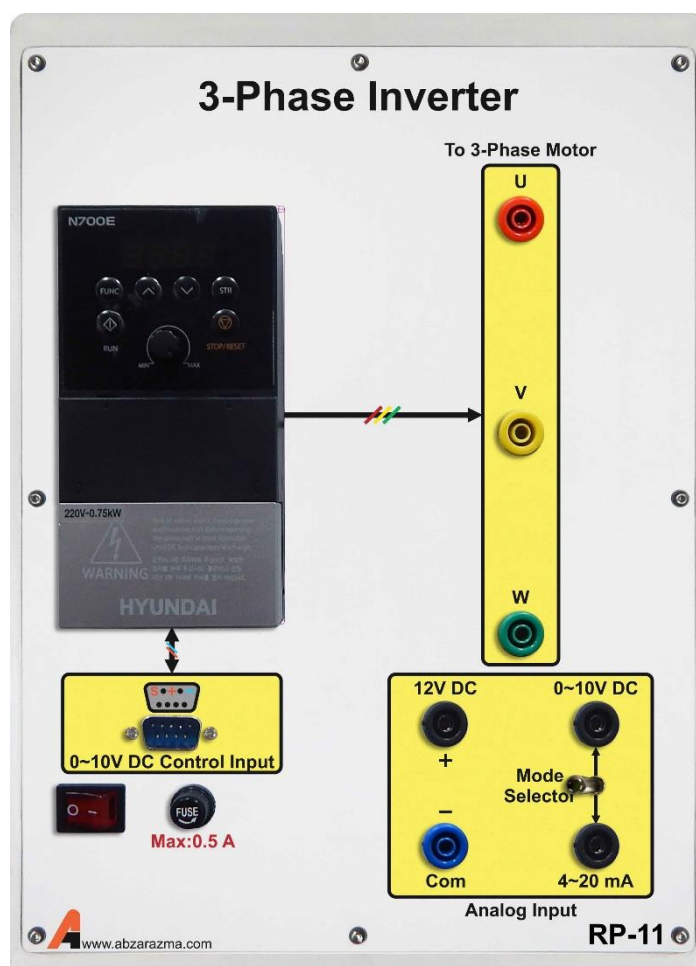
## ۵- اینورتر سه فاز

از این ماژول برای درایو موتور القایی کوپل شده به ژنراتور سنکرون استفاده می‌گردد. با توجه به اینکه این اینورتر از نوع تکفاز به سه فاز است لذا حداکثر مقدار موثر ولتاژ خط نمی‌تواند از ۲۲۰ ولت بیشتر شود. بنابراین توصیه می‌گردد در زمان استفاده از این ماژول برای موتور تحت بار، سربندی موتور القایی مثلث باشد.

این اینورتر دارای سه حالت کنترل فرکانس است:

- ۱- تغییر فرکانس به کمک ولوم تعبیه شده بر روی دستگاه
- ۲- کنترل فرکانس با سیگنال آنالوگ ولتاژی بین صفر تا ۱۰ ولت مستقیم
- ۳- کنترل فرکانس با سیگنال آنالوگ جریان بین ۴ تا ۲۰ میلی آمپر

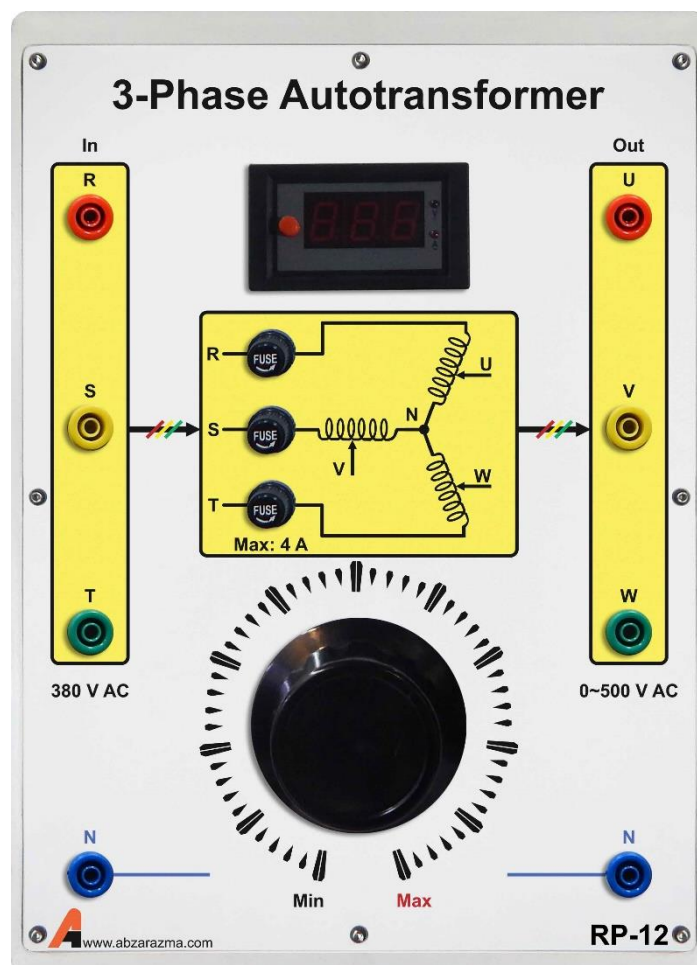
تمهیدات لازم جهت بهره‌گیری از اینورتر در مدارات کنترل سرعت با وجود کنترلر PID در نظر گرفته شده است و با توجه به درخواست سفارش دهنده امکان توسعه آموزنده وجود دارد. لازم به ذکر است در حالت پیش فرض تغییر فرکانس به کمک ولوم صورت می‌پذیرد.



## ۶- اتوترانسفورماتور سه فاز

از این ماژول به عنوان یک منبع AC سه فاز با دامنه متغیر استفاده می‌گردد. برای استفاده از این تجهیز، سه فاز ورودی آن را که در سمت چپ ماژول قرار گرفته، از ماژول Infinite Bus گرفته و بسته به موقعیت ولوم ولتاژ سه فاز با دامنه متغیر خواهیم داشت. یک نمایشگر برای نمایش ولتاژ خط خروجی قرار داده شده است و از سه فیوز شیشه‌ای جهت جلوگیری از سوختن سیم‌پیچ ترانس استفاده می‌گردد.

نکته لازم به ذکر این است که توصیه می‌گردد در زمان راه‌اندازی ولوم در موقعیت Min قرار داشته باشد و به تدریج دامنه ولتاژ خروجی افزایش یابد.

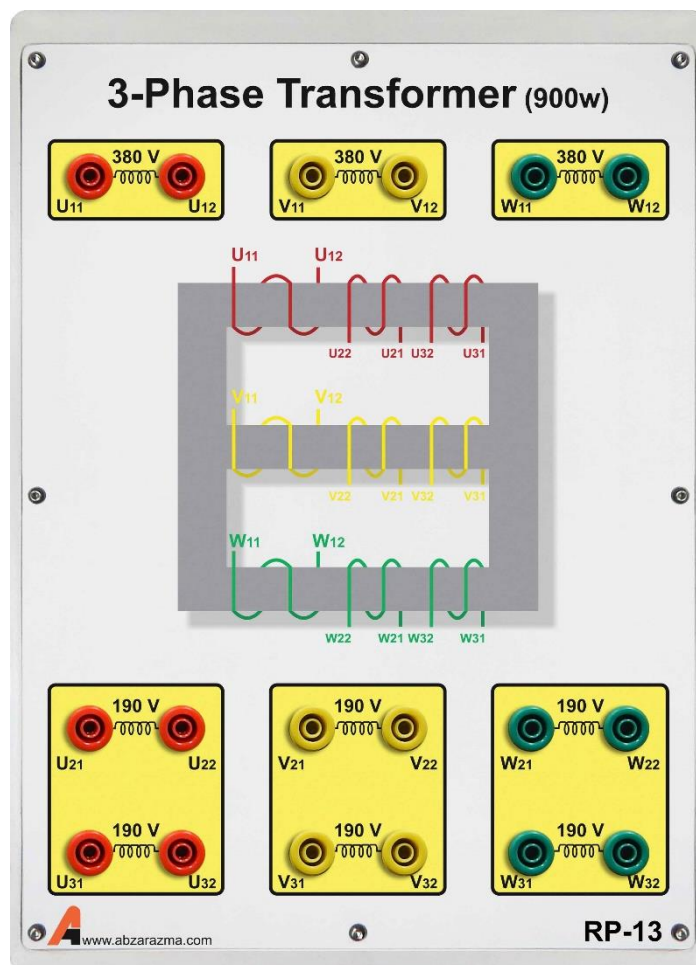


## ۷- ترانسفورماتور سه فاز

این ماژول یک ترانسفورماتور سه فاز با دو سیم‌پیچ سه فاز LV است که به صورت ایزوله بسته شده‌اند.

حد مجاز ولتاژ هر سیم‌پیچ سمت HV، ۳۸۰ ولت و حد مجاز ولتاژ هر سیم‌پیچ سمت LV برابر ۱۹۰ ولت است. با توجه به ماژول مربوطه امکان سربندی آرایش‌های مختلف ترانس در شبکه از جمله ستاره و مثلث وجود دارد.

حداکثر توان ترانس ۹۰۰ وات است.

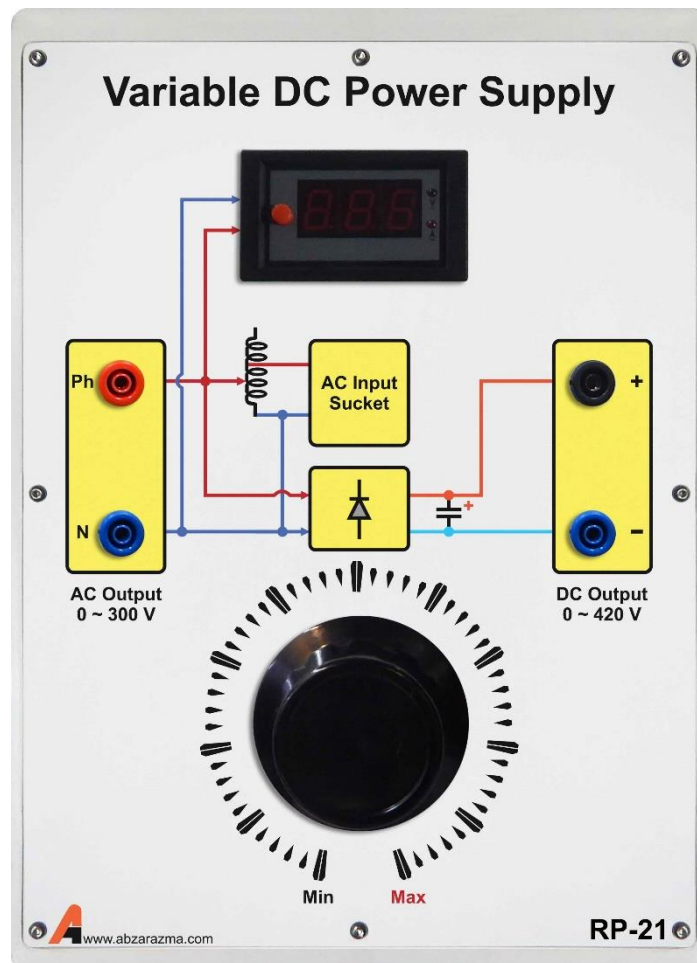


## ۸- منبع تغذیه DC متغیر

این ماژول دارای یک خروجی AC تکفاز بین صفر تا ۳۰۰ ولت و یک خروجی DC بین صفر تا ۴۲۰ ولت است. یک نمایشگر برای نمایش ولتاژ AC تکفاز وجود دارد. ولتاژ AC تکفاز پس از یکسوسازی با پل دیودی و کاهش ریپل با خازن، خروجی DC را تامین می‌کند.

نکته لازم به ذکر این است که قبل از راه‌اندازی حتما موقعیت ولوم در وضعیت Min قرار گرفته باشد.

از خروجی DC این ماژول جهت تحریک ژنراتور سنکرون استفاده می‌شود.



## ۹- مولتی فانکشن سه فاز

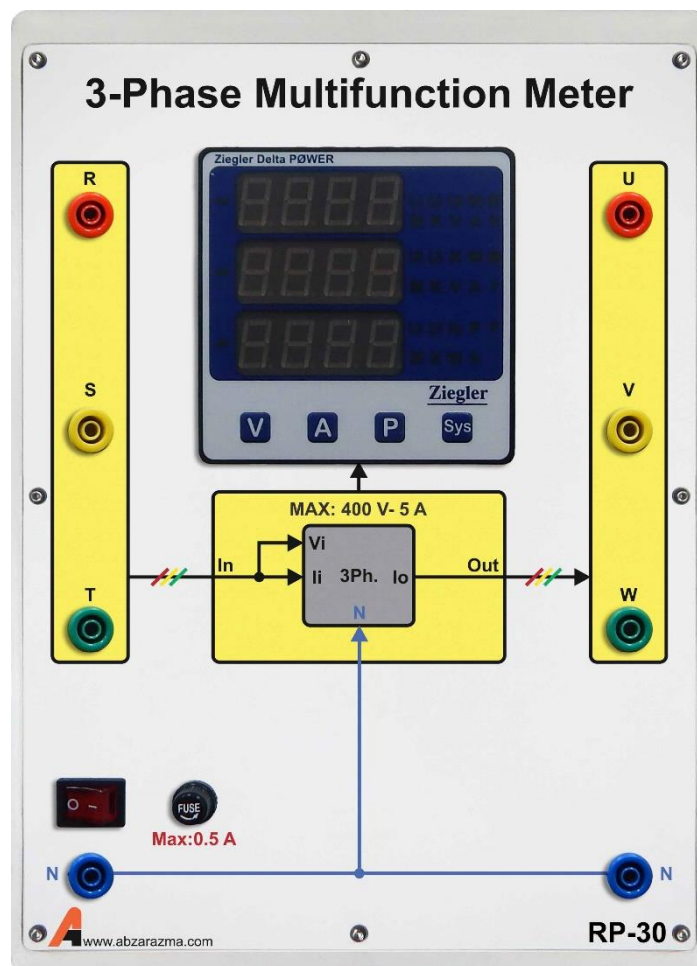
از این ماژول جهت اندازه‌گیری پارامترهای AC از قبیل ولتاژ، جریان، توان و غیره استفاده می‌گردد. با فشردن دکمه V، امکان نمایش ولتاژهای فاز و خط فراهم می‌شود. با فشردن دکمه A، امکان نمایش جریان‌های هر فاز به وجود خواهد آمد.

فشاردن دکمه P، امکان نمایش توان‌های اکتیو، راکتیو، ظاهری و ضریب توان را فراهم خواهد کرد و با فشردن دکمه Sys امکان نمایش ولتاژ و جریان میانگین سه فاز و همچنین فرکانس کل سیستم وجود خواهد داشت.

با فشردن همزمان V و A وارد تنظیمات مولتی فانکشن خواهد شد و امکان تنظیم CT و PT و سایر تنظیمات مربوطه وجود دارد.

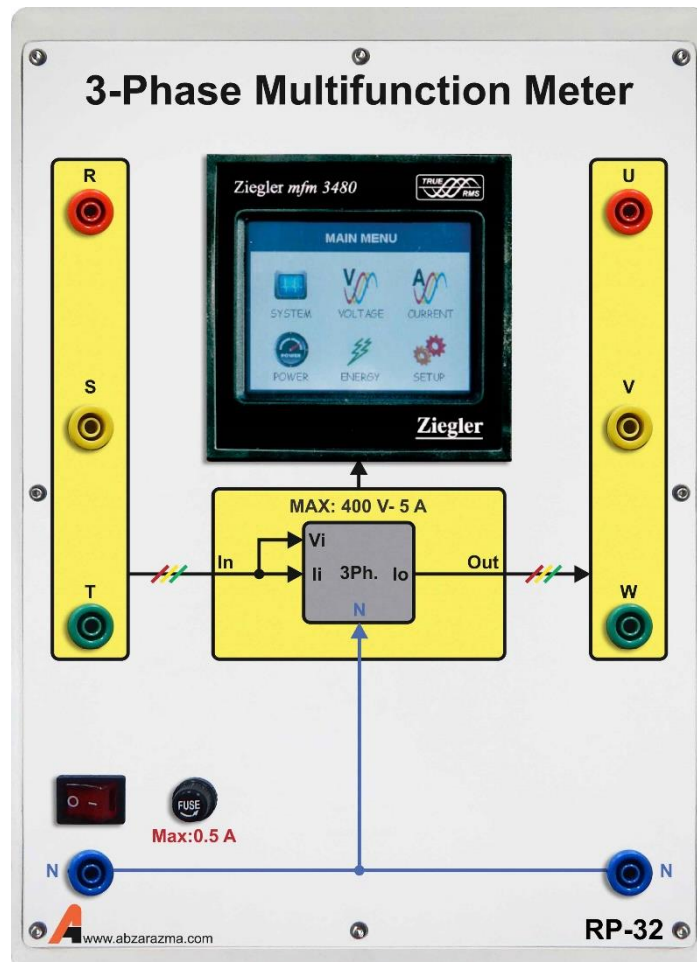
نحوه اتصال این ماژول سری با مسیر عبور جریان مدار است. ترمینال‌های سمت چپ ورودی ماژول و ترمینال‌های سمت راست، خروجی ماژول هستند.

برای اندازه‌گیری پارامترهای AC تکفاز بایستی اتصال به فاز اول و نول صورت پذیرد.



## ۱۰- مولتی فانکشن سه‌فاز گرافیکی

قابلیت‌های این تجهیز و نحوه اتصال آن دقیقاً مشابه مولتی فانکشن معمولی است با این تفاوت که امکان رسم شکل موج‌های ولتاژ، جریان و مشاهده اعوجاج‌های ناشی از هارمونیک‌های شبکه وجود خواهد داشت.





## ۱۱- مولتی متر

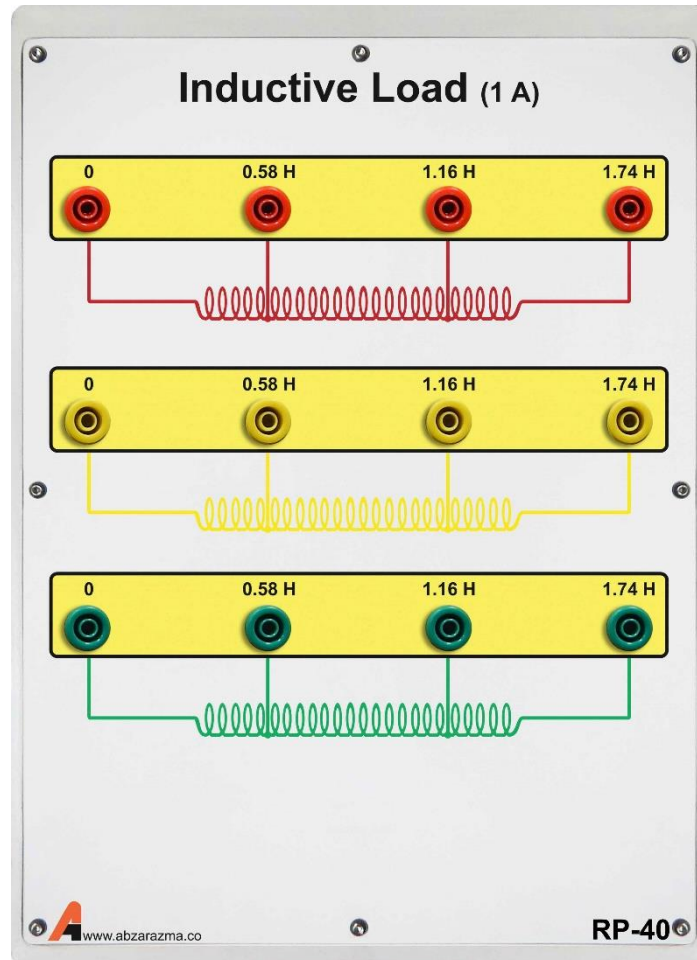
از این تجهیز برای اندازه‌گیری پارامترهای AC و DC اعم از ولتاژ، جریان، مقاومت، خازن و فرکانس و همچنین تست صحت اتصال و سلامت دیود استفاده می‌گردد. تغذیه مولتی متر به کمک یک مدار الکترونیکی داخل ماژول تامین می‌گردد و برای روشن شدن مولتی متر بایستی کابل پشت دستگاه وصل و کلید تغذیه ماژول در وضعیت یک قرار داشته باشد.



## ۱۲- بار سلفی

در این ماژول بار سلفی سه فاز دارای سه مقدار ۰٫۵۸، ۱٫۱۶ و ۱٫۷۴ هانری با یک سر مشترک قرار گرفته است. بار سلفی مورد نظر با پیچش یک رشته سیم به دور هسته ورق آهن بدست آمده است.

حد بالای جریان عبوری از بار سلفی ۱ آمپر است لذا دقت شود بیش از این جریان از بار سلفی عبور نکند. با توجه به این ماژول امکان اتصال بار سلفی سه فاز به صورت ستاره - مثلث و یا موازی - سری وجود دارد.



### ۱۳- بار مقاومتی

در این تجهیز از ۹ عدد بار لامپی ۵۰ وات استفاده شده است. حداکثر ولتاژ مجاز هر بار ۲۲۰ ولت می‌تواند باشد و امکان سری و یا موازی کردن و همچنین اتصال ستاره یا مثلث وجود دارد.

نکته لازم به ذکر این است که امکان تعویض هر یک از بارها فراهم شده است و براحتی این کار قابل انجام است. برای تعویض کافیست لامپ را به سمت بیرون بکشید و لامپ جدید را جایگزین آن نمایید.

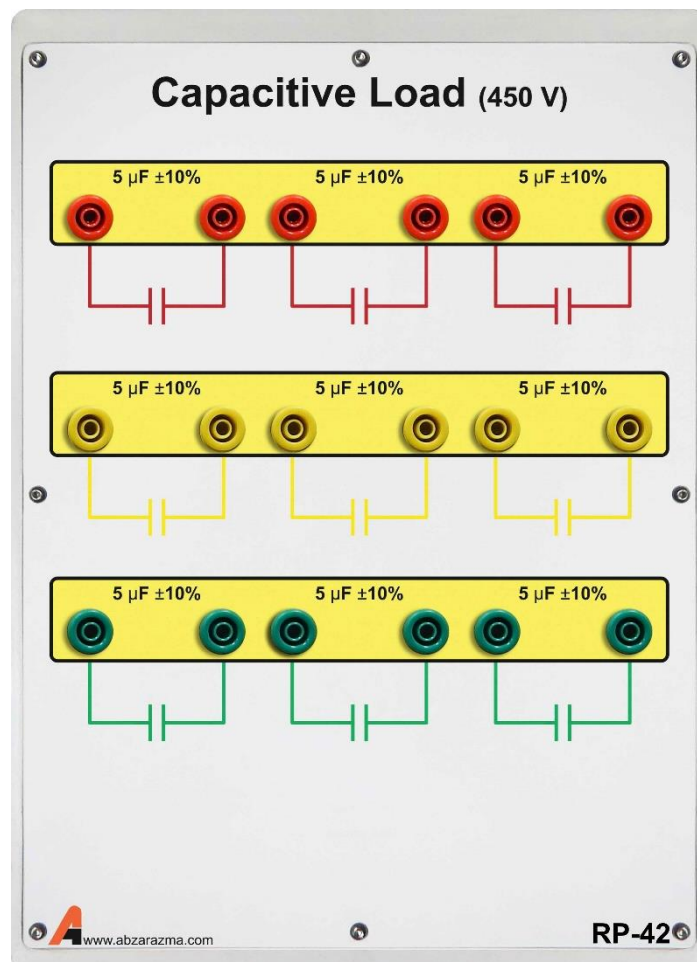
با توجه به تلفات حرارتی بالای این لامپ‌ها یک عدد فن در داخل ماژول تعبیه شده است که توصیه اکید می‌گردد پیش از استفاده از این ماژول از روشن بودن فن اطمینان حاصل نمایید.

برای روشن نمودن فن پس از اتصال کابل پشت دستگاه کلید مربوطه را در وضعیت یک قرار دهید.



## ۱۴- بار خازنی

بار خازنی سه فاز دارای سه خازن ۵ میکرو فاراد در هر فاز است که امکان سری و موازی نمودن آنها و همچنین اتصال ستاره و یا مثلث بار وجود دارد. از بار خازنی برای تولید توان راکتیو در شبکه و اصلاح ضریب توان استفاده می‌گردد. حد بالای ولتاژ هر خازن ۴۵۰ ولت است.



## ۱۵- رله کنترل ولتاژ

رله کنترل ولتاژ مورد استفاده قابلیت تشخیص خطاهای زیر را دارا می‌باشد:

۱- خطای Under/Over ولتاژ

۲- خطای عدم تقارن ولتاژهای سه‌فاز

۳- خطای توالی سه فاز

۴- خطای قطع یک فاز

این رله پس از تشخیص خطا به مدت زمان Delay Off صبر می‌کند و در صورتی که خطا برطرف نشود، کنتاکت‌های خروجی تغییر وضعیت خواهند داد. در این شرایط می‌توان با بهره‌گیری از مازول مدار شکن جهت قطع بخشی از شبکه در شرایط بروز خطا استفاده نمود.

در این رله امکان تنظیم دیجیتالی پارامترهای رله وجود دارد.



## ۱۶- رله کنترل جریان

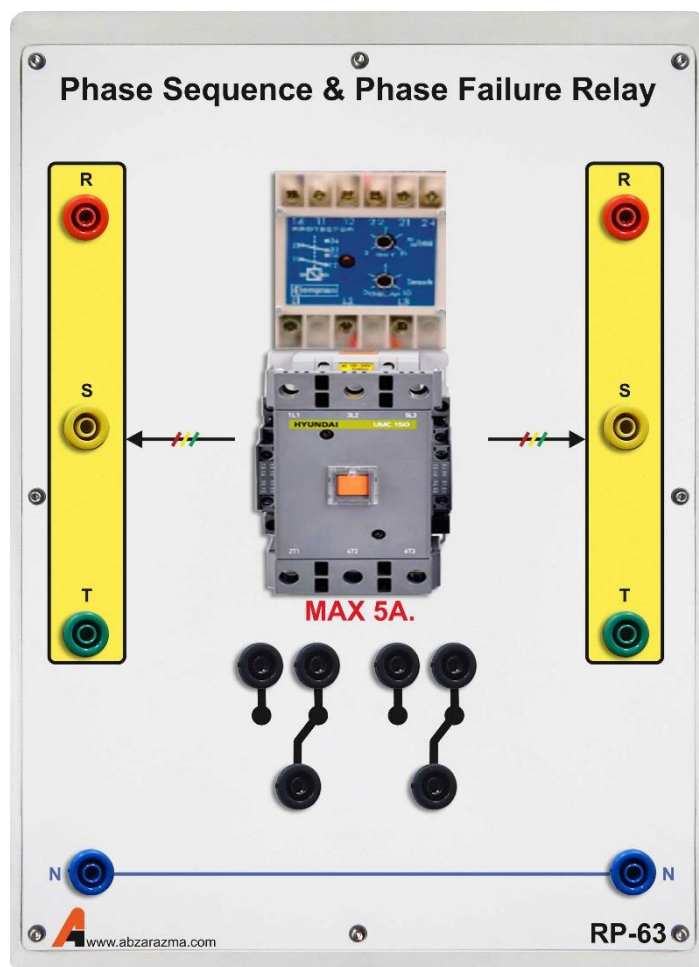
این رله قابلیت تشخیص خطای Over/Under جریان و عدم تقارن جریان‌های سه‌فاز را دارا می‌باشد. نحوه اتصال این تجهیز بدین صورت است که جریان شبکه از سمت اولیه ترانس‌های جریان عبور می‌کند و به سمت بار جاری می‌شود. در این شرایط، دو سر ثانویه CT هر فاز به صورت موازی با ترمینال‌های همان فاز رله متصل خواهد شد. دو کنتاکت NC و NO قرار داده شده است که در شرایط بروز خطا تغییر وضعیت خواهند داد.

امکان تنظیم دیجیتالی پارامترهای رله وجود دارد اما بایستی دقت داشت از زمان وصل تغذیه رله تنها به مدت ۵ دقیقه امکان تنظیم پارامترها وجود دارد.



## ۱۷- رله کنترل توالی و قطع فاز

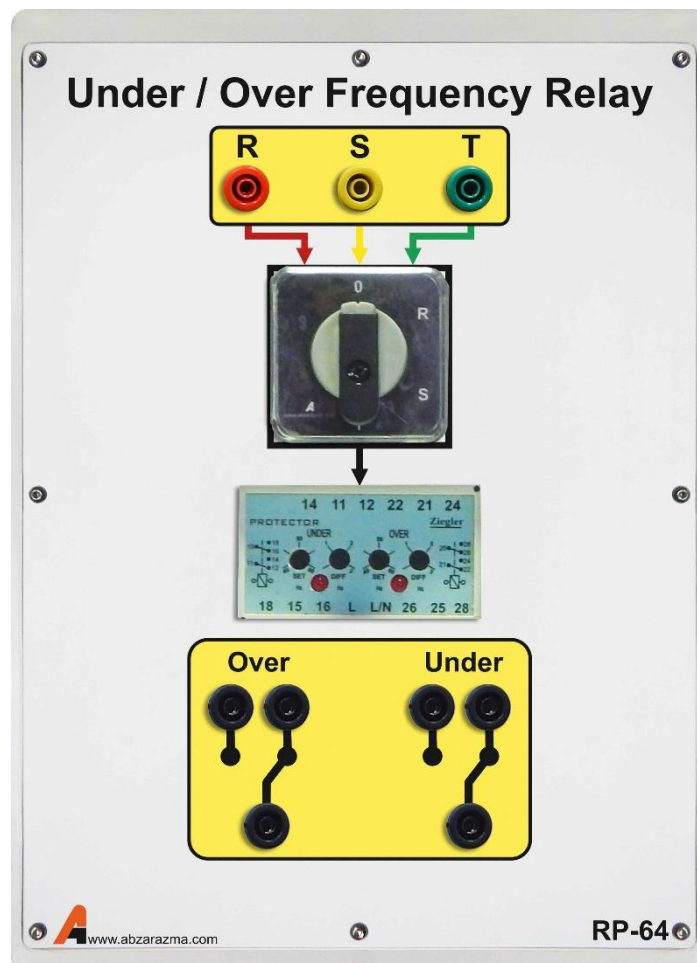
این رله قابلیت تشخیص خطای قطع یک فاز و یا خطای توالی فاز را دارد. نحوه اتصال این ماژول به صورت موازی با شبکه است. دو کنتاکت بر روی این تجهیز قرار دارد تا در زمان بروز خطا با تغییر وضعیت اتصال بخشی از شبکه را قطع نمایند. امکان تنظیم پارامترهای رله به واسطه دو پیچ تنظیم تعبیه شده بر روی رله وجود دارد.



## ۱۸- رله کنترل فرکانس

این رله با نمونه برداری از ولتاژهای سه فاز، قادر به تشخیص خطای Over/Under فرکانس است. یک کنتاکت خروجی رله در شرایط Over فرکانس تغییر وضعیت می‌دهد و کنتاکت خروجی دیگر در شرایط Under فرکانس تغییر وضعیت می‌دهد. ۴ پیچ تنظیم برای مشخص کردن حد بالا و پایین محدوده مجاز فرکانسی و سایر تنظیمات، بر روی رله قرار دارد.

لازم به ذکر است با توجه نحوه عملکرد رله برای حفاظت شبکه در مقابل افزایش و یا افت فرکانس لازم است بوبین ماژول مدار شکن از طریق اتصال سری هر دو کنتاکت خروجی رله تحریک شود





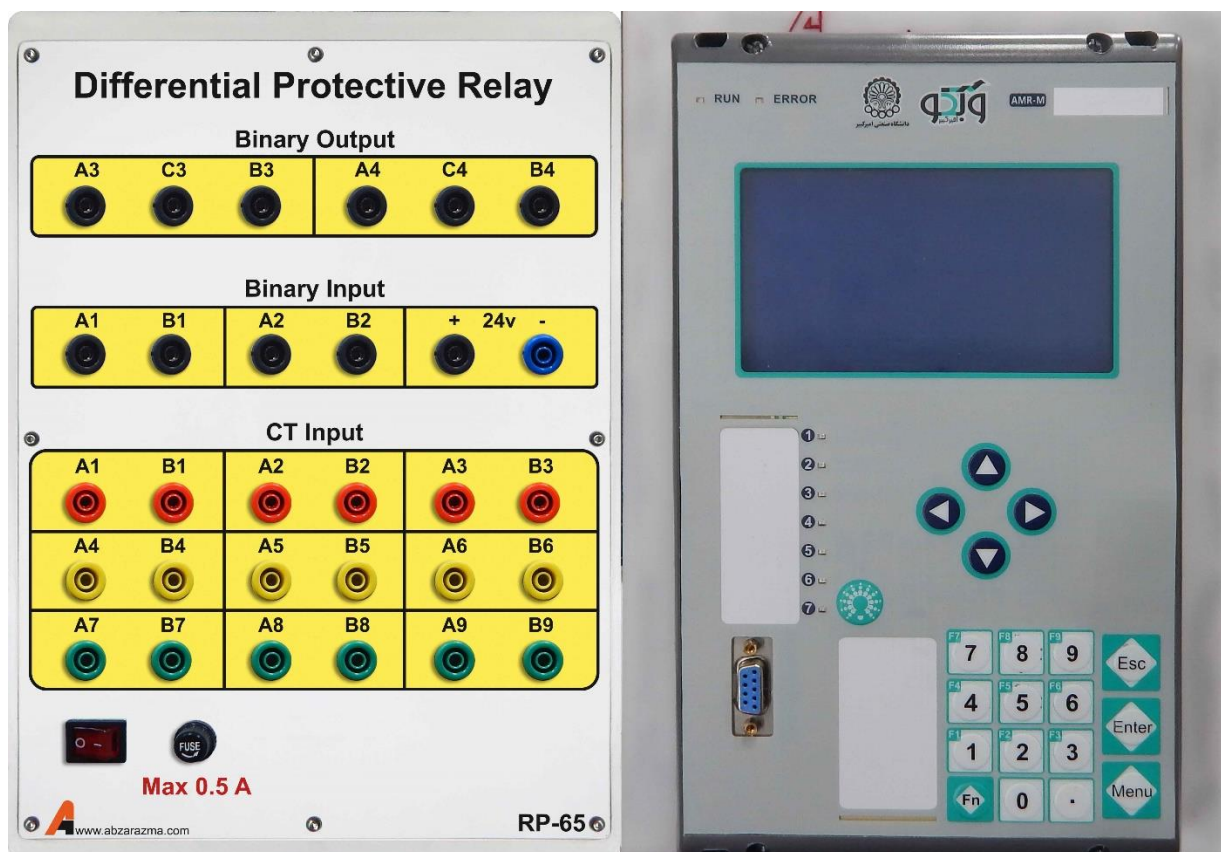
## ۱۹- رله دیفرانسیل وبکو

این رله برای حفاظت ترانس در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است این رله نمونه آزمایشگاهی نیست و تعدادی از این رله در بخش‌هایی از شبکه قدرت ایران نصب و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند لذا از این لحاظ با عملکرد یک رله صنعتی آشنا خواهید شد. جهت ساده‌سازی اتصال رله به مدار، ترمینال‌های رله بر روی ماژول Diff. Prot. Relay دسته‌بندی شده‌اند تا به راحتی بتوان اتصال رله را سیم‌بندی نمود.

دو کنتاکت خروجی تحت عنوان Binary Output نامگذاری شده‌اند که برای قطع و یا وصل ماژول مدار شکن مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو کنتاکت ۲۴ ولت در ورودی این رله قرار دارد.

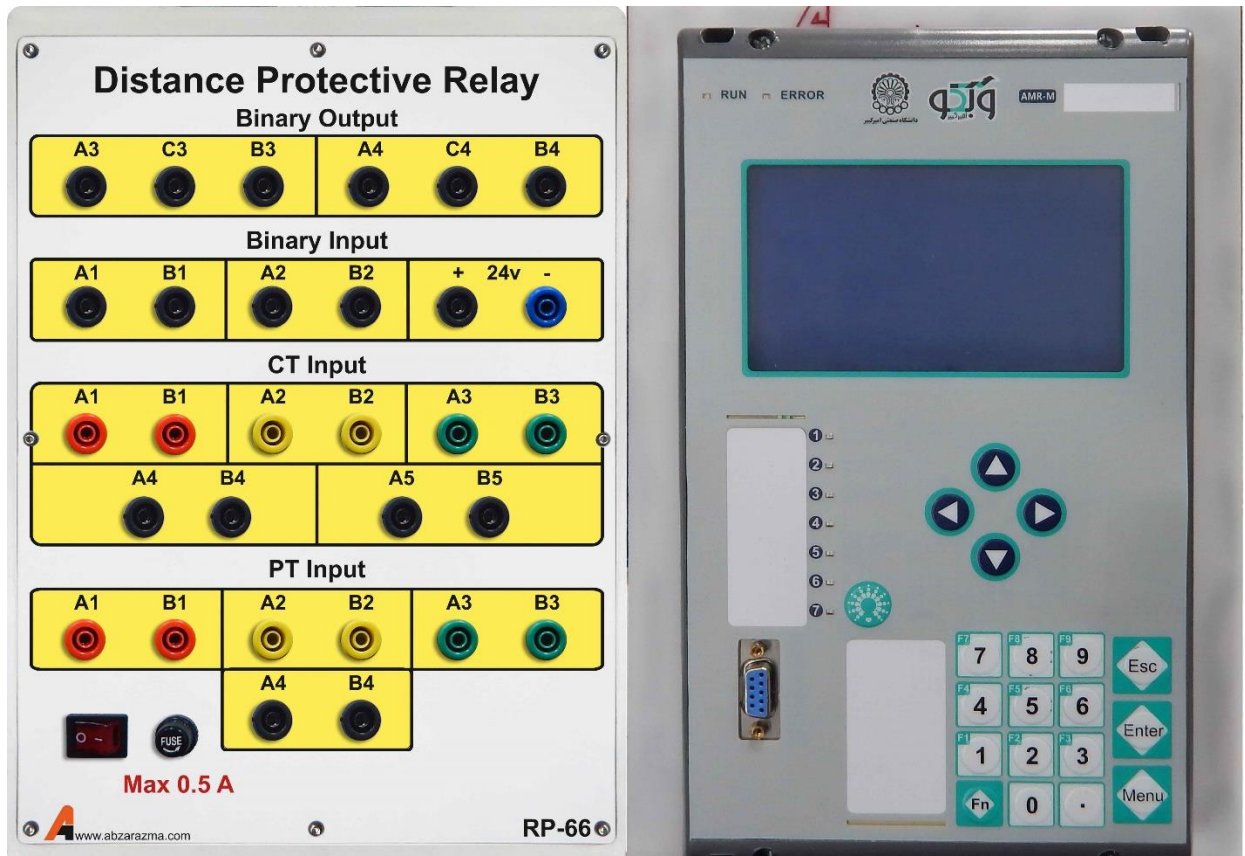
با توجه به اینکه رله از نوع دیفرانسیل است لازم است اتصال ورودی و خروجی ترانسفورماتور سه فاز از طریق سیم‌پیچ‌های اولیه ماژول CT انجام شود و سرهای ثانویه به محل CT Input رله وبکو متصل شوند.

کلید تنظیمات رله با ورود به سر برگ Setting قابل انجام است.



## ۲۰- رله دیستانس وبکو

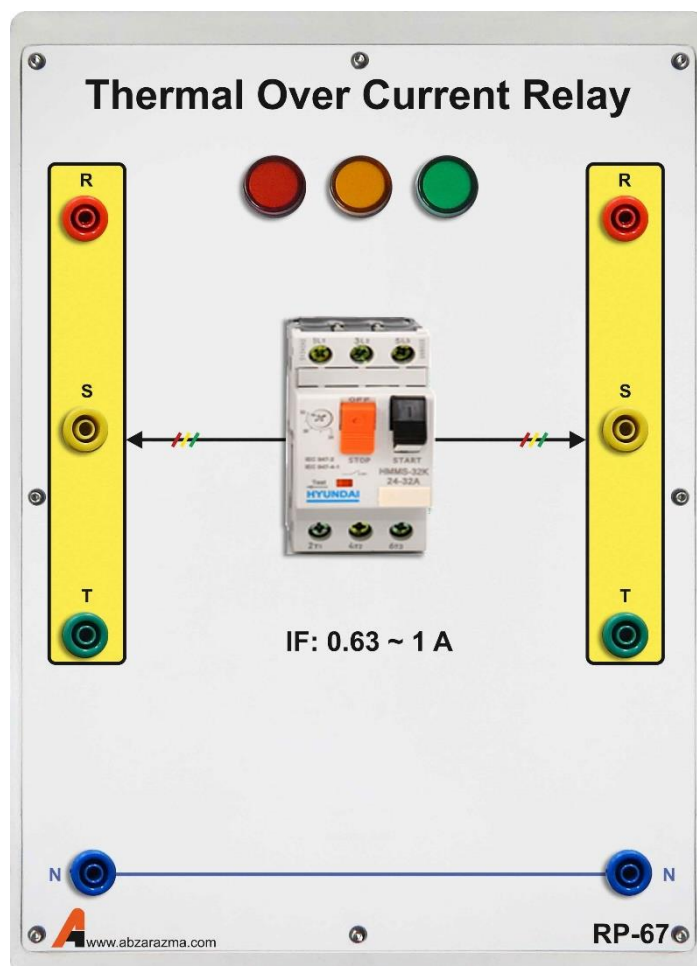
مشخصات کلی این رله مشابه رله دیفرانسیل وبکو است و تفاوت عمده در نحوه تنظیم پارامترهای رله می‌باشد. در این نوع رله نیز برای ساده شدن سیم‌بندی کانکتورهای رله بر روی ماژول Dis. Pro. Relay تعبیه شده‌اند. ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ و جریان به بخش CT Input و PT Input متصل می‌شود و سایر تنظیمات مربوط به رله دیستانس در سربرگ Setting قابل انجام است.



## ۲۱- رله بیمتال

ساختار داخلی این رله از دو تیغه فلزی با ظرفیت گرمایی متفاوت تشکیل شده است. چنانچه جریان از یک آمپر بیشتر شود تیغه فلزی گرم شده و تغییر شکل می‌دهد. در این شرایط اتصال دو تیغه از یکدیگر قطع شده و در واقع رله اتصال سه فاز خروجی را قطع می‌کند.

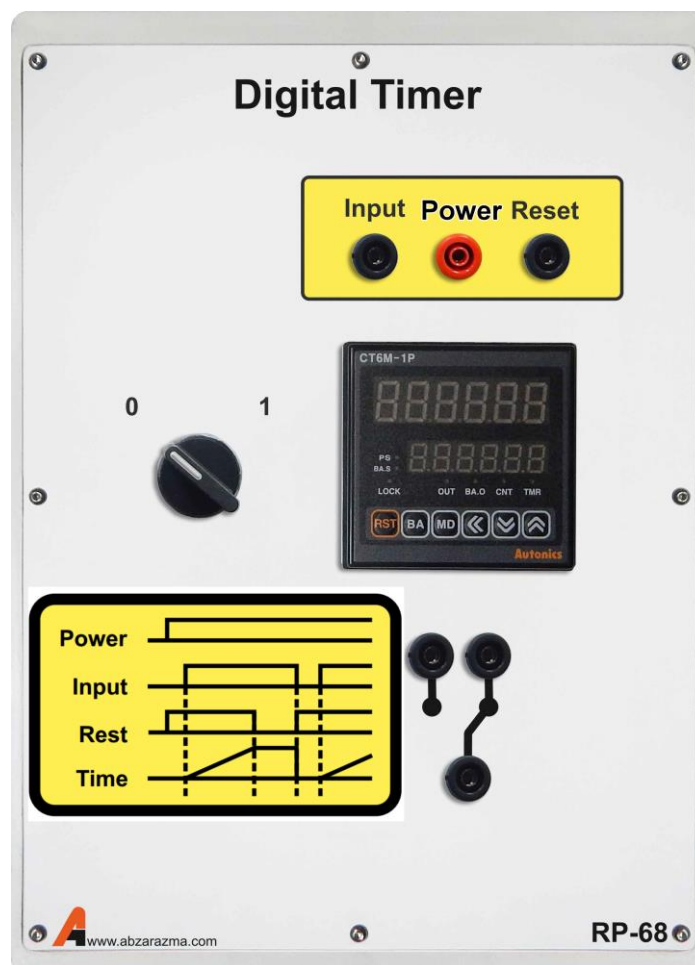
سه چراغ سیگنال برای نمایش وضعیت رله وجود دارد.



## ۲۲- تایمر دیجیتال

اساساً از لحظه‌ای که رله فرمان قطع را صادر می‌کند تا زمانی که کلیدهای مکانیکی عمل کرده و بخشی از شبکه را قطع می‌کنند مدت زمان اندکی طول می‌کشد. به کمک دیجیتال تایمر می‌توان این زمان مشخص نمود.

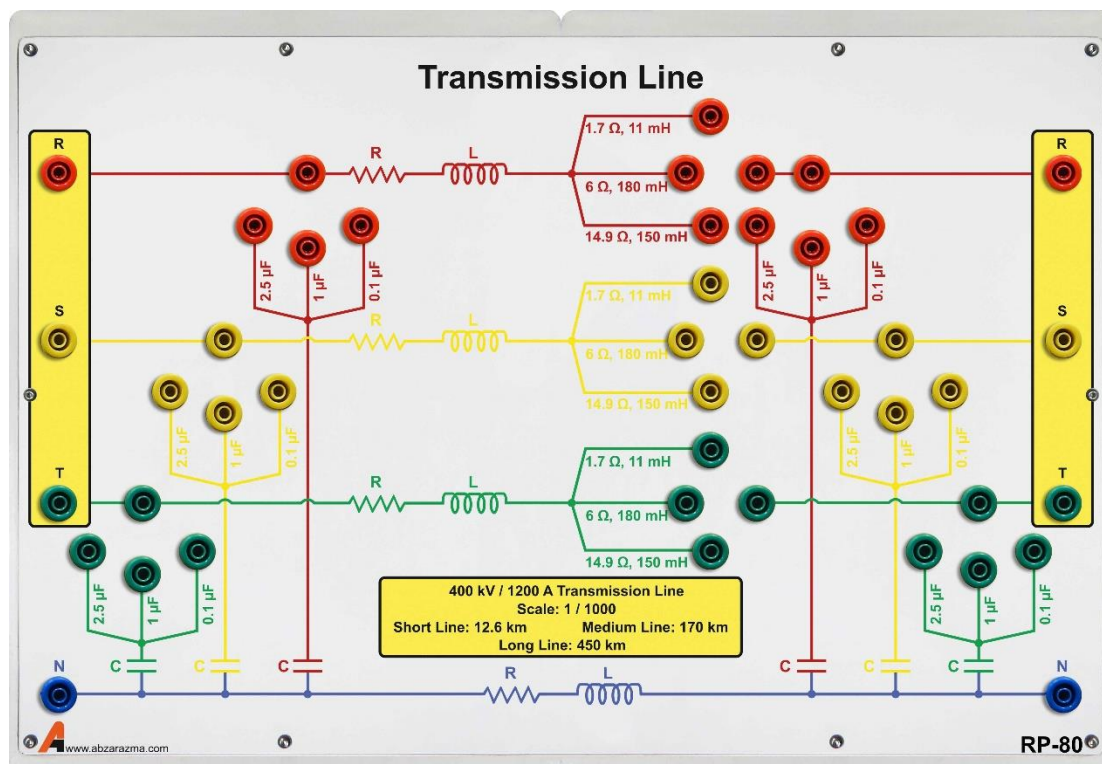
بر روی این ماژول یک ترمینال قرمز رنگ Power قرار دارد که به محض اتصال این ترمینال به پایه Input، تایمر شروع به شمارش می‌کند. برای شمارش لازم است پین reset یک شده باشد. به محض اینکه اتصال Power از reset قطع شود تایمر متوقف شده و می‌توان زمان را نگه می‌دارد



## ۲۳- خط انتقال سه فاز

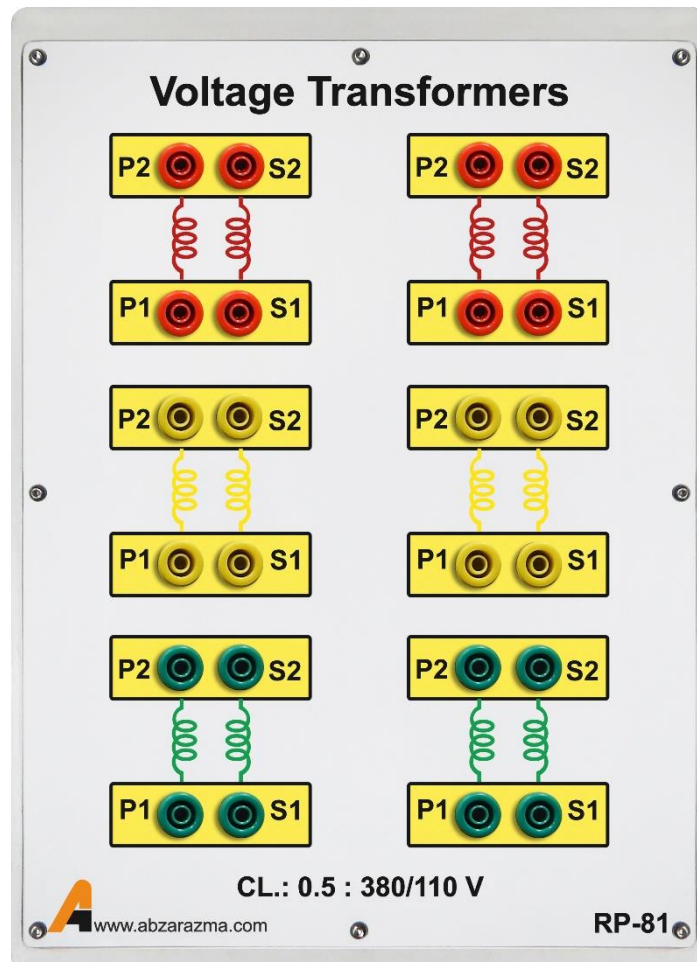
مدل خط انتقال سه فاز که قابلیت پیاده‌سازی سه خط کوتاه، متوسط و بلند را دارا می‌باشد. برای تغییر مدل خط از کوتاه به متوسط و یا بلند تنها کفایت اتصال پارامترهای خط (مقاومت و اندوکتانس سری و خازن موازی) را تغییر دهید.

پارامترهای خط بر اساس مدل واقعی سه خط کوتاه، متوسط و بلند قرار داده شده‌اند.



## ۲۴- ترانسفورماتور ولتاژ

دارای دو ترانسفورماتور ولتاژ هسته ورق آهن با نسبت تبدیل ۳۸۰/۱۱۰ ولت در هر فاز می‌باشد. سیم‌پیچ‌های اولیه با P1 و P2، سیم‌پیچ‌های ثانویه با S1 و S2 نشان داده شده است. حداکثر ولتاژ مجاز سمت P1 P2، ۳۸۰ ولت است.



## ۲۵- ترانسفورماتور جریان

دارای دو ترانسفورماتور جریان در هر فاز با نسبت تبدیل ۵ به ۵ است. مشابه ترانسفورماتور ولتاژ، سیم‌پیچ‌های اولیه با P1 و P2، سیم‌پیچ‌های ثانویه با S1 و S2 نشان داده شده است. حداکثر جریان مجاز عبوری از هر سیم‌پیچ ۵ آمپر است.

