مقدمه ای بر مبانی حفاظت

Figure 2.3: Onset of an overhead line fault

- **تعریف:**

حفاظت(Protection) عبارت است از حفظ ایمنی تجهیزات در برابر خطا از جمله اتصال کوتاه،اضافه بار،عدم تعادل بار فازها و...

- **تقسیم بندی انواع حفاظت:**

بسته به این که چه فاکتوری عامل تشخیص خطا باشد نوع حفاظت فرق خواهد کرد،توضیح این که نام هر حفاظت بسته به عامل تشخیص خطای مربوطه میباشد.بر این اساس میتوان به حفاظتهای مختلف از جمله جریان زیاد،اضافه بار،امپدانسی،دیفرانسیل و ... اشاره نمود.

- **تعریف رله(Relay):**

تجهیزی است که بر مبنای یک یا چند عامل تشخیص خطا وظیفه حفاظت تجهیز(تجهیزات)خاص و یا شبکه را به عهده دارد.

- **تقسیم بندی رله ها بر مبنای ساختار فیزیکی:**

تا به حال چهار نسل از رله ها پا به عرصه حفاظت گذاشته اند که به ترتیب عبارتند از:الکترومکانیکی،الکترواستاتیکی،دیجیتالی و نیومریک.

- **رله های الکترومکانیکی:**

رله هایی هستند که ساختار فیزیکی آنها جهت تشخیص خطا ترکیبی از تجهیزات الکتریکی و مکانیکی می باشد و به همین دلیل دارای ابعاد و وزن بالایی هستند.

- **رله های الکترواستاتیکی:**

رله هایی هستند که ساختار فیزیکی آنها جهت تشخیص خطا بردهای الکترونیکی هستند و به همین دلیل نسبت به رله های الکترومکانیکی دارای قابلیت بالاتر و وزن و ابعاد کمتری هستند.

- **رله های دیجیتالی:**

تفاوت عمده این رله ها با رله های الکترواستاتیکی این است که در این رله ها مدارات آنالوگ بکار رفته در رله های الکترواستاتیکی جای خود را به میکروپروسسورها و میکروکنترلرها داده اند،در واقع در رله های دیجیتالی از مبدلهای A/D(Analogue To Digital) استفاده شده است.

- **رله های نیومریک:**

رله هایی هستند که ساختار فیزیکی آنها جهت تشخیص خطا کاملا یک ساختار کامپیوتری است و لذا با توجه به این قابلیت و استفاده از نرم افزار،امکان بالا بردن غیر قابل مقایسه قابلیتها و تواناییهای رله نسبت به انواع قبلی محقق شده است و باعث شده است که بتوان چندین حفاظت را در یک رله با ابعاد و وزن بسیار کم داشته باشیم(در واقع تفاوت اساسی رله های نیومریک و دیجیتال این است که در رله های نیومریک از تکنولوژی DSP (DigitalSignal Processor) استفاده شده است).

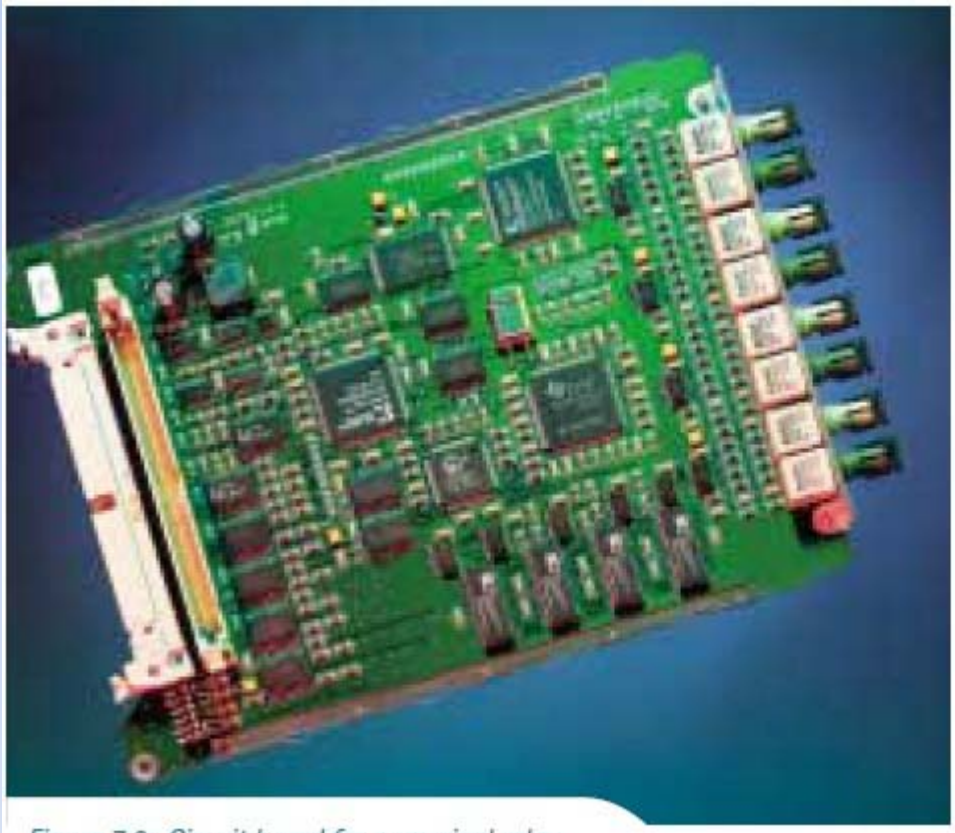


Figure 7.8: Circuit board for numerical relay

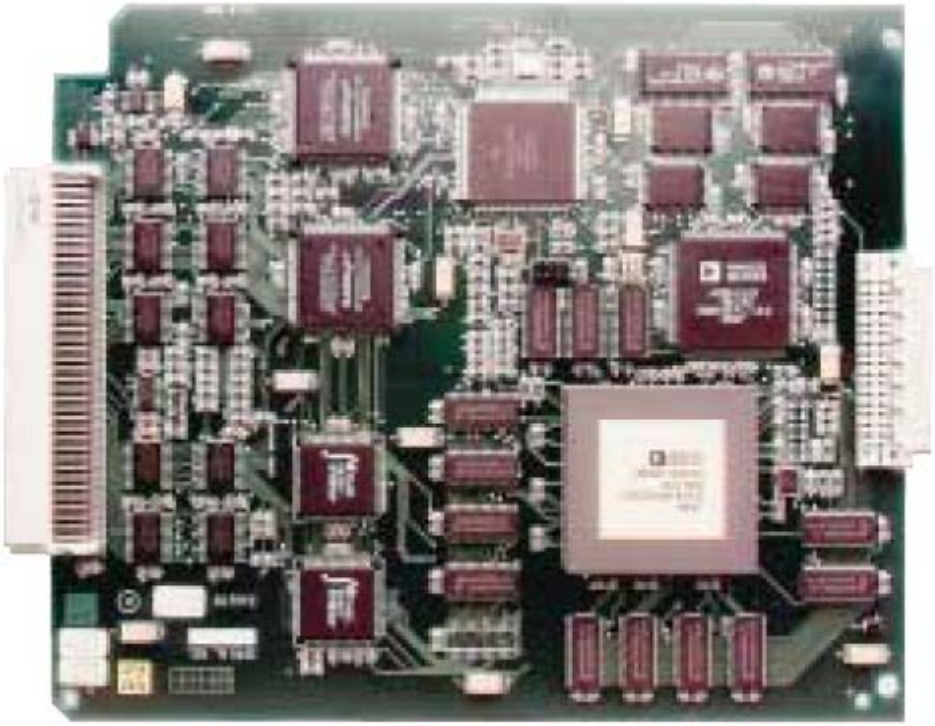


Figure 7.4: Circuit board of static relay

Figure 7.9: Space requirements of different relay technologies for same functionality

Fig. 5/164
SIPROTEC 4 7SJ64 multifunction protection relay

Description

The SIPROTEC 4 7SJ64 can be used as a protective control and monitoring relay for dis-

The relay provides easy-to-use local control and automation functions. The number of controllable switchgear depends only on the number of available inputs and outputs. The

Function overview

Protection functions

- Time-overcurrent protection
- Directional time-overcurrent protection
- Sensitive dir./non-dir. earth-fault detection
- Displacement voltage
- Intermittent earth-fault protection
- High-impedance restricted earth fault
- Inrush restraint
- Motor protection
- Overload protection
- Temperature monitoring
- Under-/overvoltage protection
- Under-/overfrequency protection
- Rate-of-frequency-change protection
- Power protection (e.g. reverse, factor)
- Breaker failure protection
- Negative-sequence protection
- Phase-sequence monitoring
- Synchronization
- Auto-reclosure
- Fault locator
- Lockout

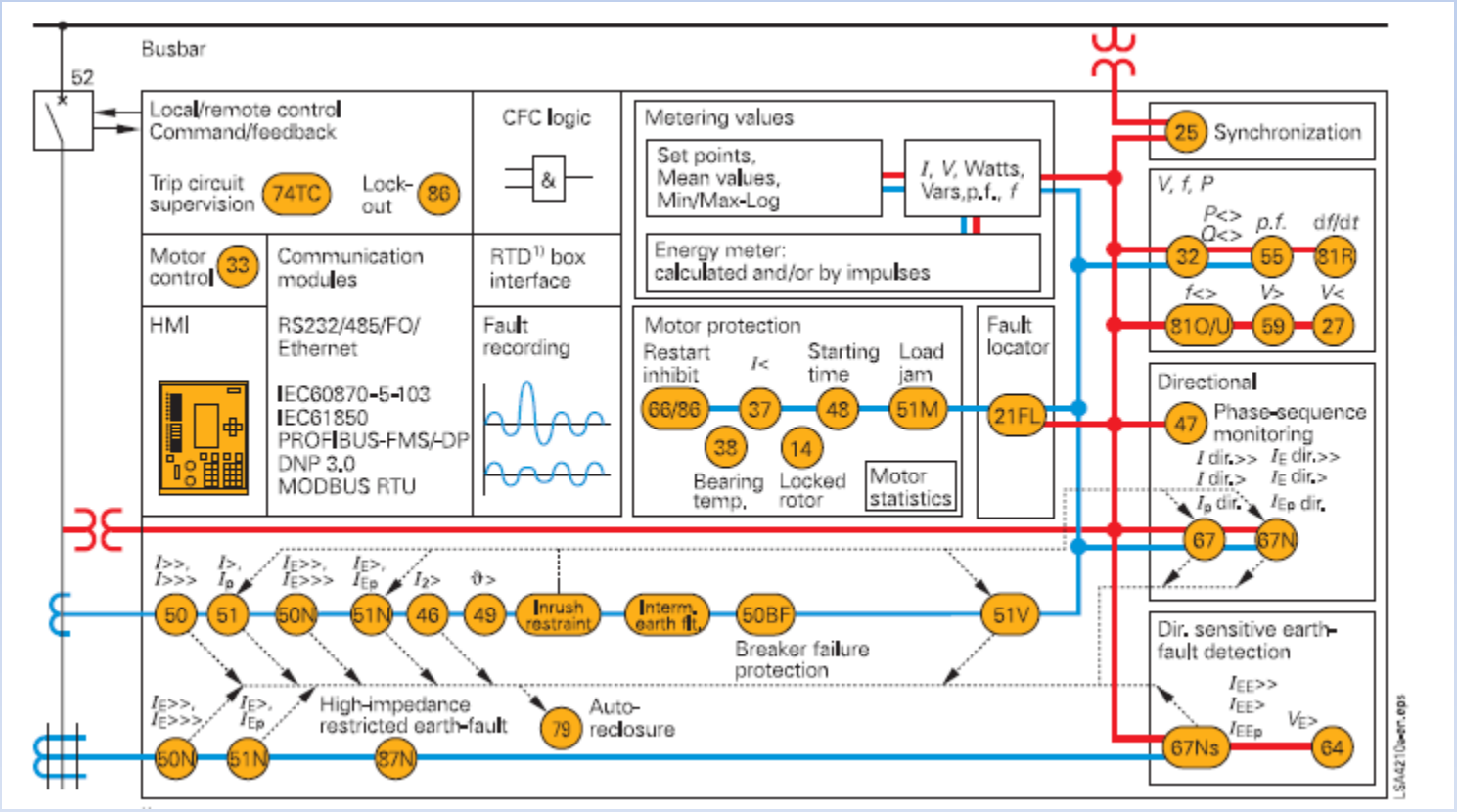

Busbar
52
Local/remote control
Command/feedback
Trip circuit supervision
74TC
Lock-out
86
CFC logic
&
Metering values
Set points, Mean values, Min/Max-Log
I, V, Watts, Vars, p.f., f
Energy meter: calculated and/or by impulses
25 Synchronization
V, f, P
P<> Q<>
p.f.
df/dt
32
55
81R
f<>
V>
V<
81O/U
59
27
Motor control
33
Communication modules
RS232/485/FO/ Ethernet
IEC60870-5-103
IEC61850
PROFIBUS-FMS/-DP
DNP 3.0
MODBUS RTU
RTD1) box interface
HMI
Fault recording
Motor protection
Restart inhibit
I<
Starting time
Load jam
66/86
37
48
51M
38
Bearing temp.
14
Locked rotor
Motor statistics
Fault locator
21FL
Directional
47
Phase-sequence monitoring
I dir.>>
IE dir.>>
I dir.>
IE dir.>
Ip dir.
IEp dir.
67
67N
I>>, I>>>
I>, Ip
IE>>, IE>>>
IE>, IEp
I2>
ϑ>
50
51
50N
51N
46
49
Inrush restraint
Interm. earth fl.
50BF
Breaker failure protection
51V
Dir. sensitive earth-fault detection
IEE>>
IEE>
IEEp
VE>
67Ns
64
IE>>, IE>>>
IE>, IEp
High-impedance restricted earth-fault
87N
79
Auto-reclosure
50N
51N
LSA4210en.eps

Figure 2.4: Possible consequence of inadequate protection

- **تعریف Sub در حفاظت:**

جهت حفاظت بی های فوق توزیع و انتقال معمولا از دو بخش متفاوت استفاده می شود که حفاظتهای مختلف مورد نیاز جهت آن بی بین این دو بخش تقسیم می شوند،به هر یک از این دو بخش اصطلاحا یک Sub اطلاق می شود.به عنوان مثال در حفاظت خط ، دیستانس حفاظت اصلی و اضافه جریان جهت دار حفاظت پشتیبان است و یا مثلا در حفاظت ترانس ، دیفرانسیل حفاظت اصلی و اضافه جریان ، پشتیبان است .

نکته: گاهی به Sub1 حفاظت اصلی و به Sub2 حفاظت پشتیبان گفته می شود که تعریف خیلی درستی نیست،چرا که اصلی و پشتیبان زمانی مفهوم پیدا می کند که لزوما در زمان Fail اصلی،پشتیبان بتواند همان وظیفه را انجام دهد که در عمل چنین نیست(وظایف بین اصلی و پشتیبان تقسیم شده است).

معرفی انواع حفاظت

قبل از این که به معرفی انواع حفاظت بپردازیم،به معرفی چند پیش نیاز می پردازیم:

رله تریپ(Trip Relay):
رله ای است که وظیفه انتقال تریپ رله اصلی به Trip Coilبریکر را به عهده دارد.

رله کلوز(Close Relay):
رله ای است که وظیفه انتقال فرمان وصل به Close Coilبریکر را به عهده دارد.

Close Lock Out Relay:
رله ای است که به واسطه عملکرد برخی از حفاظتهای اصلی ، از وصل نا آگاهانه بریکر جلوگیری می کند.

Trip Circuit Supervision Relay(TCS Relay):
رله ای است که وظیفه نظارت بر وصل بودن مدار تریپ را به عهده دارد.

Close Circuit Supervision Relay(CCS Relay):
رله ای است که وظیفه نظارت بر وصل بودن مدار کلوز را به عهده دارد.

SIEMENS
7PA2251
LOCKOUT RELAY
125 V DC
LSP2427_afp.tif
LSP2415_afp.tif

Description	ANSI	IEC 60617	Description	ANSI	IEC 60617
Overspeed relay	12	ω >	Inverse time earth fault overcurrent relay	51G	$I\perp>$
Underspeed relay	14	ω <	Definite time earth fault overcurrent relay	51N	$I\perp>$
Distance relay	21	Z <	Voltage restrained/controlled overcurrent relay	51V	$U/\ I>$
Overtemperature relay	26	θ >	Power factor relay	55	$\cos\varphi >$
Undervoltage relay	27	$U<$	Overvoltage relay	59	$U>$
Directional overpower relay	32	$P>$	Neutral point displacement relay	59N	$U_{rsd} >$
Underpower relay	37	$P<$	Earth-fault relay	64	$I\perp>$
Undercurrent relay	37	$I<$	Directional overcurrent relay	67	$I>$
Negative sequence relay	46	$I_2>$	Directional earth fault relay	67N	$I\perp>$
Negative sequence voltage relay	47	$U_2>$	Phase angle relay	78	$\varphi >$
Thermal relay	49		Autoreclose relay	79	O → I
Instantaneous overcurrent relay	50	$I>>$	Underfrequency relay	81U	$f <$
Inverse time overcurrent relay	51	$I>$	Overfrequency relay	81O	$f >$
			Differential relay	87	$I_d>$

Figure A2.1 – ANSI number/IEC symbol comparison

- **۱–حفاظت جریان زیاد(Over Current):**

این حفاظت بر مبنای زیاد شدن جریان در شرایط خطا عمل میکند.منحنی های عملکرد متفاوتی برای این نوع حفاظت وجود دارد که عبارتند از:

منحنی عملکرد زمان ثابت(Definite Time):

در این منحنی زمان عملکرد رله هیچ نوع تبعیتی از میزان جریان خطا ندارد و در هر حال در یک زمان ثابت که در تنظیمات رله تعریف می شود عمل می کند.

منحنی عملکرد معکوس استاندارد(Standard Inverse):

در این منحنی زمان عملکرد رله رابطه معکوس با میزان جریان خطا دارد،یعنی هر چه جریان خطا بیشتر شود زمان عملکرد کوتاهتر خواهد شد.

منحنی عملکرد خیلی معکوس(Very Inverse):

زمانی که به دلیل فاصله زیاد از منبع انرژی و افزایش امپدانس،کاهش میزان جریان فالت و در نتیجه افزایش زمان عملکرد رله را داریم،این منحنی مناسب خواهد بود .

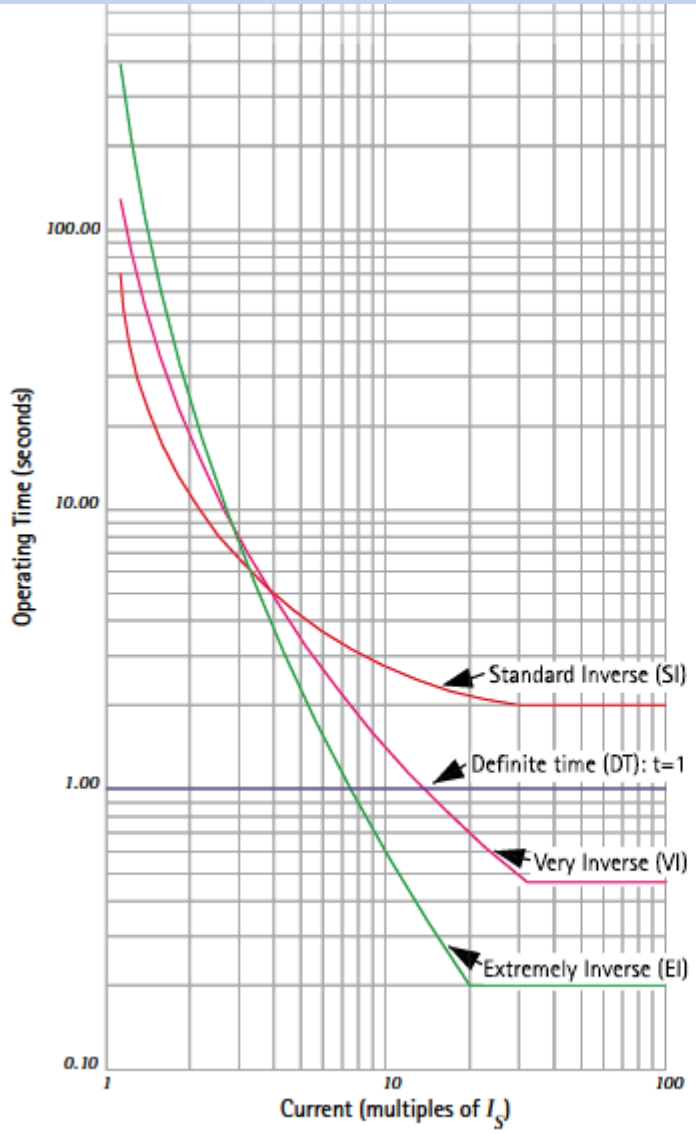
منحنی عملکرد به شدت معکوس (Extremely Inverse):

در این منحنی زمان عملکرد رله رابطه معکوس بامربع میزان جریان خطا دارد،یعنی هر چه جریان خطا بیشتر شود زمان عملکرد به شدت کوتاهتر خواهد شد.

Standard Inverse (SI)
Very Inverse (VI)
Extremely Inverse (EI)
Definite Time (DT)

Relay Characteristic	Equation (IEC 60255)
Standard Inverse (SI)	$t = TMS \times \frac{0.14}{I_r^{0.02} - 1}$
Very Inverse (VI)	$t = TMS \times \frac{13.5}{I_r - 1}$
Extremely Inverse (EI)	$t = TMS \times \frac{80}{I_r^2 - 1}$
Long time standard earth fault	$t = TMS \times \frac{120}{I_r - 1}$

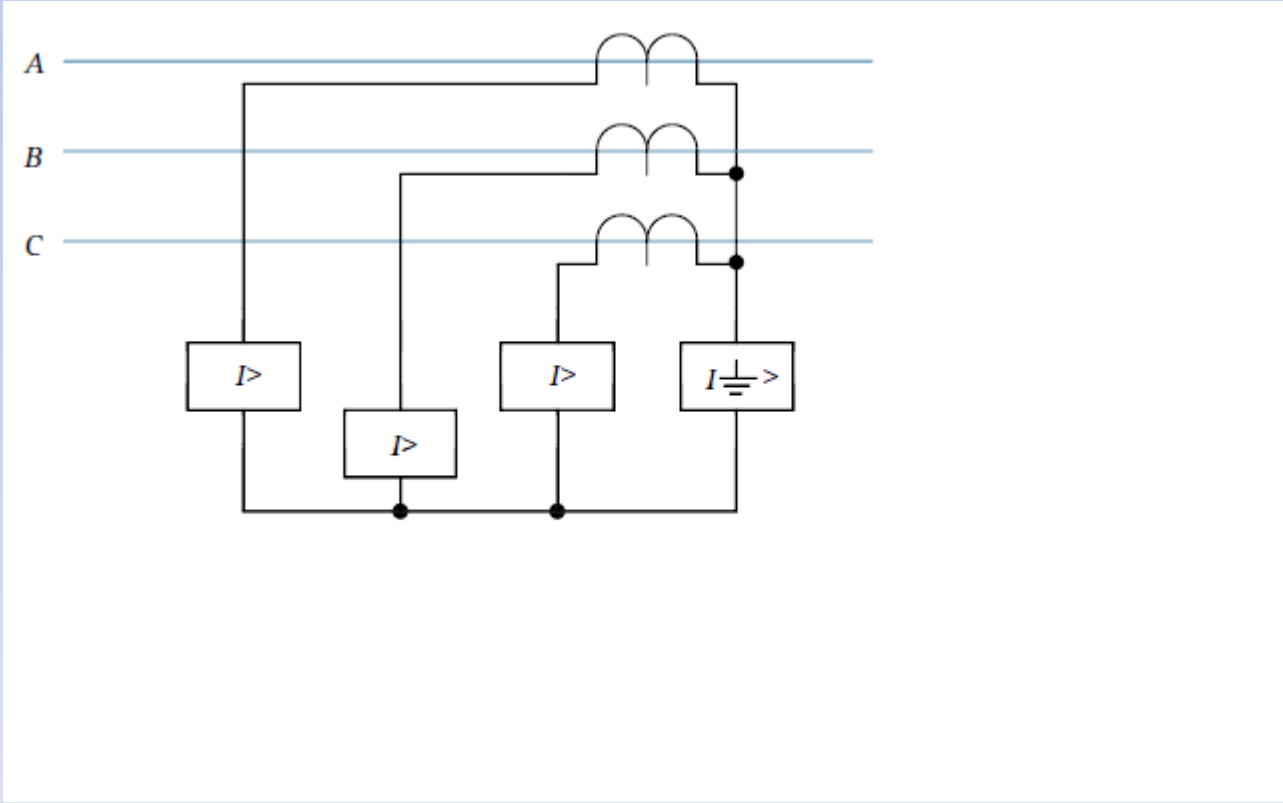
(a): Relay characteristics to IEC 60255



(a) IEC 60255 characteristics ; TMS=1.0

- **۲–حفاظت اتصال زمین(Earth Fault):**

این حفاظت به لحاظ ماهیت کاملا مشابه حفاظت Over Current است با این تفاوت که حفاظت Over Current مربوط به اتصال کوتاه بین فازهاست در حالی که Earth Fault مربوط به اتصال کوتاه بین فاز و زمین است.نحوه تشخیص خطای این نوع حفاظت بر مبنای جریان باقیمانده سه فاز (Residual Current) می باشد.


A
B
C
I>
I>
I>
I>
I>

- **۳–حفاظت جریان زیاد جهت دار (Directional Over Current):**

زمانی که جهت جریان برای ما مهم است از این نوع حفاظت استفاده می کنیم،توضیح این که چنانچه بخواهیم فالتهای جلوی دید رله توسط رله حفاظت شوند و به فالتهای پشت سر رله کاری نداشته باشیم(یعنی رله فقط جلوی خود را ببیند)از این حفاظت استفاده می شود.نحوه انجام این کار هم بدین شکل است که علاوه بر جریان فیدر،ولتاژ فیدر هم به رله متصل می شود واز زاویه بین جریان و ولتاژ(زاویه فاز)،جهت جریان فالت قابل تشخیص خواهد بود .

- **۴–حفاظت اتصال زمین جهت دار (Directional Earth Fault):**

این حفاظت به لحاظ ماهیت جریانی کاملا مشابه حفاظت اتصال زمین معمولی است با این تفاوت که جهت دار است.

- **۵–حفاظت اتصال زمین حساس(Sensitive Earth Fault):**

وظیفه این حفاظت این است که در فیدرهای MV در شرایط Unbalance با حساسیت زیادی که دارد،عدم تعادل را تشخیص دهد.جهت عملیاتی شدن این امر از Core Balance CT استفاده می شود.

- **۶–حفاظت ولتاژ کم(Under Voltage):**

زمانی که ولتاژ از حد معینی کمتر شود(این حد جزو تنظیمات رله می باشد)بایستی فیدر بی برق شود، یعنی وقتی که شرایط Under Voltage پیش آمد،پس از گذشت زمان معینی (که آن هم جزو تنظیمات رله می باشد)فیدر قطع خواهد شد.از جمله کاربردهای این حفاظت می توان به حفاظت Under Voltage روی باسبار ۲۰کیلوولت اشاره نمود.

- **۷–حفاظت ولتاژ زیاد(Over Voltage):**

این حفاظت به لحاظ ماهیت مشابه حفاظت Under Voltage است با این تفاوت که وظیفه حفاظت در برابر اضافه ولتاژ را به عهده دارد.از جمله کاربردهای آن می توان به حفاظت OV روی خطوط فوق توزیع و انتقال اشاره نمود(زمانی که روی یک فاز فالت رخ می دهد،فازهای سالم دچار OV می شوند).

- **۸–حفاظت قطع ولتاژ(No Voltage):**

زمانی که ولتاژ قطع می شود بایستی بریکر فیدر بی برق شده قطع شود.از جمله کاربردهای این حفاظت می توان به حفاظت NV مربوط به خطوط فوق توزیع و انتقال وهمچنین باسبار ۲۰ کیلوولت اشاره نمود.

- **۹–حفاظت دیفرانسیل ترانس(Differential):**

این حفاظت همانطور که از نامش پیداست بر مبنای اختلاف جریان عمل می کند توضیح این در حالت نرمال، بین جریان قرائت شده توسط رله از دو طرف ترانس، اختلافی وجود ندارد و لذا رله در حالت پایدار (Restrain) خواهد بود، حال چنانچه فالتی در ترانس رخ دهد بین جریان قرائت شده از CT های طرفین ترانس، اختلاف به وجود خواهد آمد و همین اختلاف جریان، عامل تشخیص خط توسط رله دیفرانسیل خواهد شد. در عمل برای رله دیفرانسیل تنظیمی تحت عنوان ΔI تعریف می شود که چنانچه اختلاف جریان بین دو طرف ترانس از این مقدار بیشتر شود رله عمل خواهد کرد و برای اختلاف جریان های کوچکتر، رله پایدار خواهد ماند.

- نکته۱: در زمان برق دار شدن ترانس، جریان هجومی (Inrush Current) که در قالب هارمونیک دوم ظاهر می شود باعث عملکرد اشتباه (mal operation) رله دیفرانسیل خواهد شد که در نتیجه ترانس بی برق خواهد شد. با توجه به کاذب بودن این عملکرد، تنظیمی در رله های دیفرانسیل، پیش بینی شده که در شرایط Inrush رله را Block می کند.

- نکته۲: در زمان بروز اضافه شارهای گذرا،این اضافه شارها در قالب هارمونیک ۳ یا ۵ ظاهر خواهند شد که باعث عملکرد اشتباه (mal operation) رله دیفرانسیل خواهد شد که در نتیجه ترانس بی برق خواهد شد. با توجه به کاذب بودن این عملکرد، تنظیمی در رله های دیفرانسیل، پیش بینی شده که دراین شرایط رله را Block می کند.

- **۱۰–حفاظت اتصال زمین محدود شده(Restricted Earth Fault):**

این حفاظت به لحاظ ماهیت و عملکرد کاملا مشابه حفاظت دیفرانسیل است،با این تفاوت که حفاظت دیفرانسیل مربوط به اتصال کوتاه بین فازهاست،در حالی که حفاظت REF مربوط به اتصال کوتاه بین فاز و زمین است.

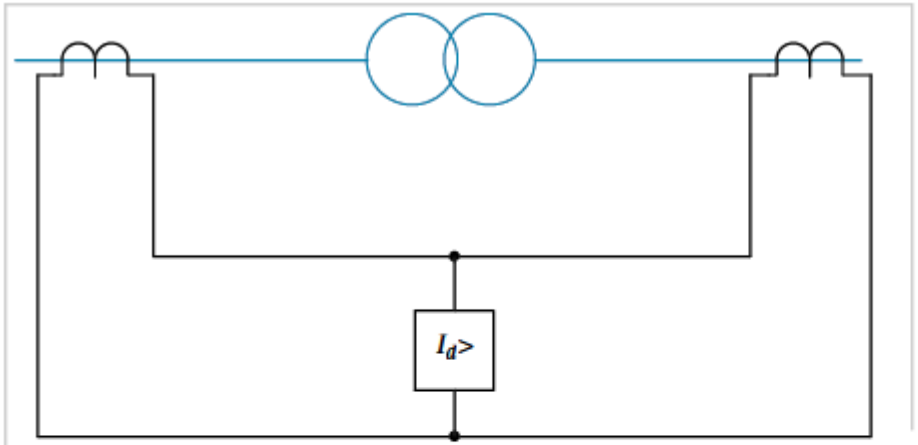


Figure 16.7: Principle of transformer differential protection

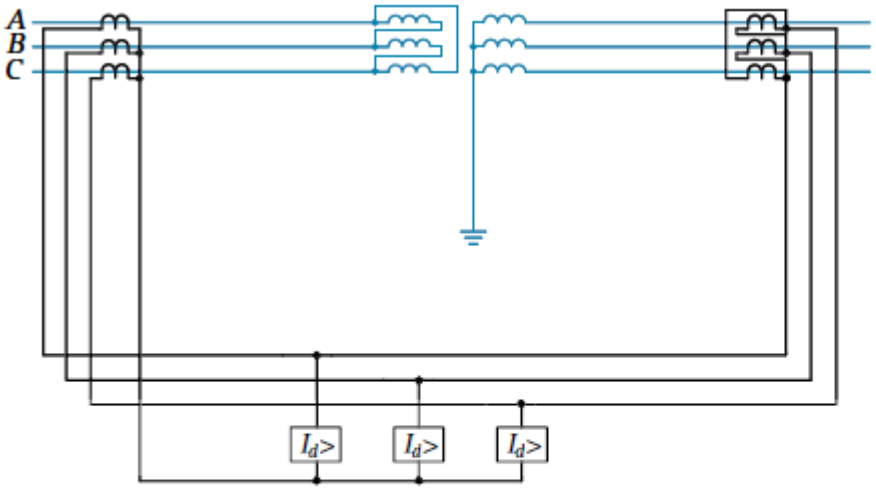


Figure 16.8: Differential protection for two-winding delta/star transformer

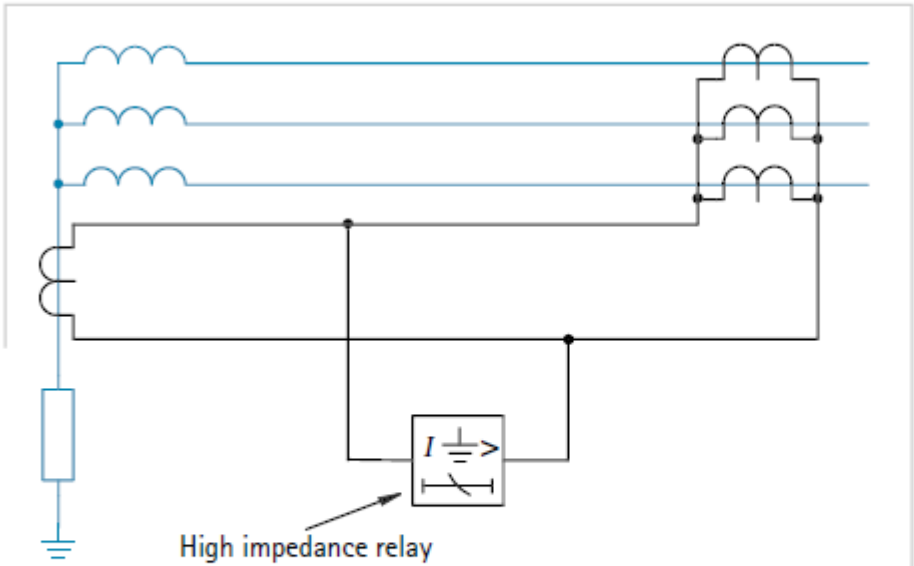


Figure 16.6: Restricted earth fault protection for a star winding

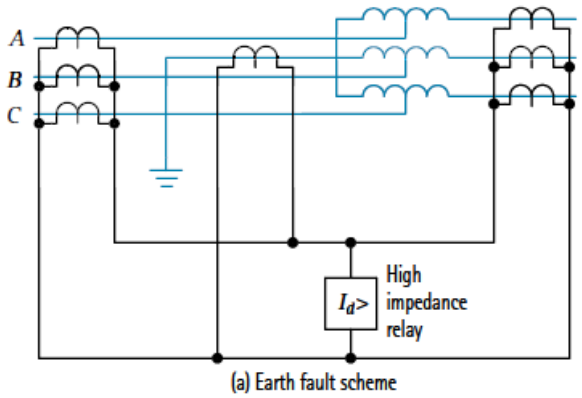


Figure 16.19: Protection of auto-transformer by high impedance differential relays

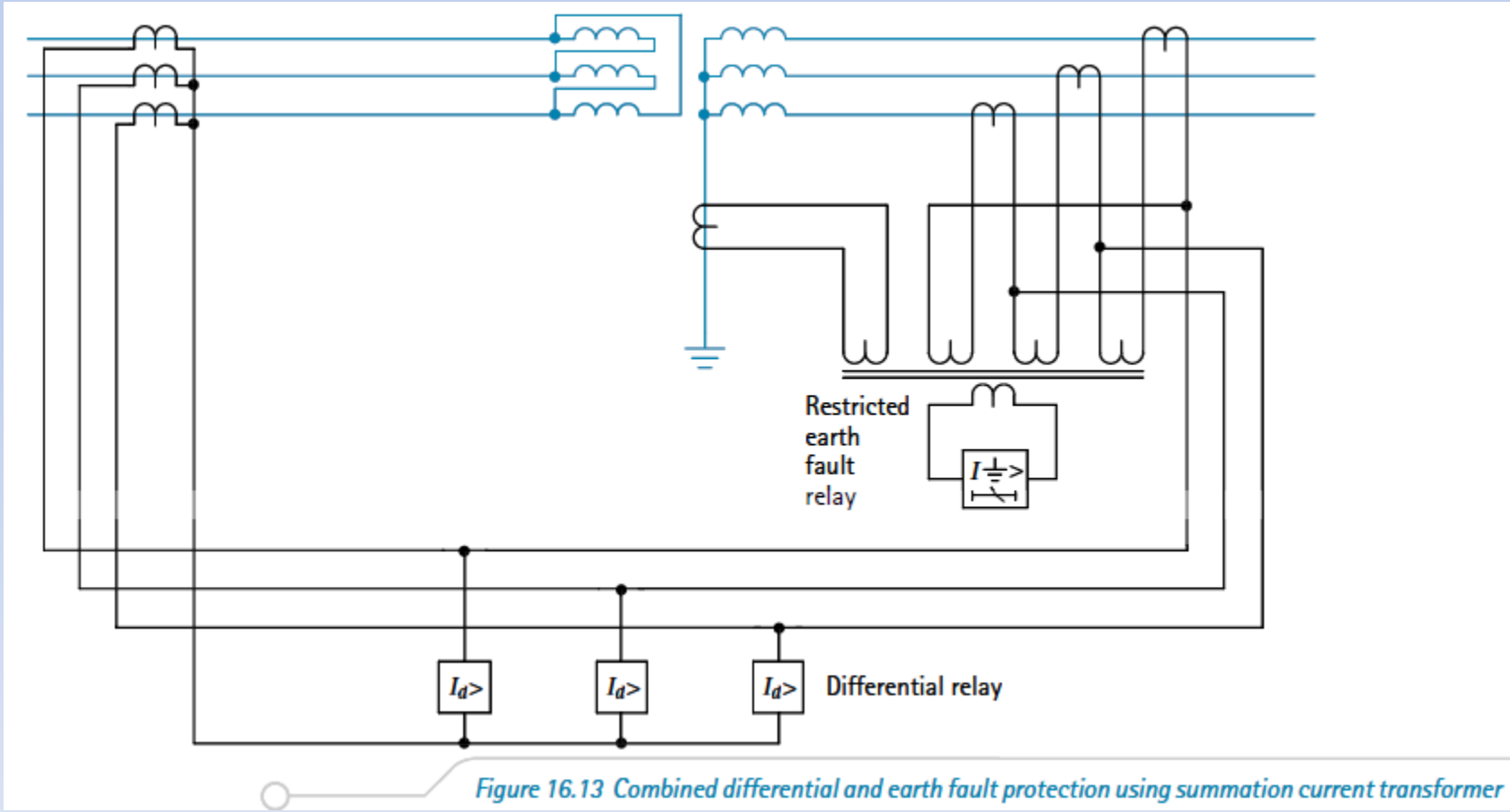


Figure 16.13 Combined differential and earth fault protection using summation current transformer

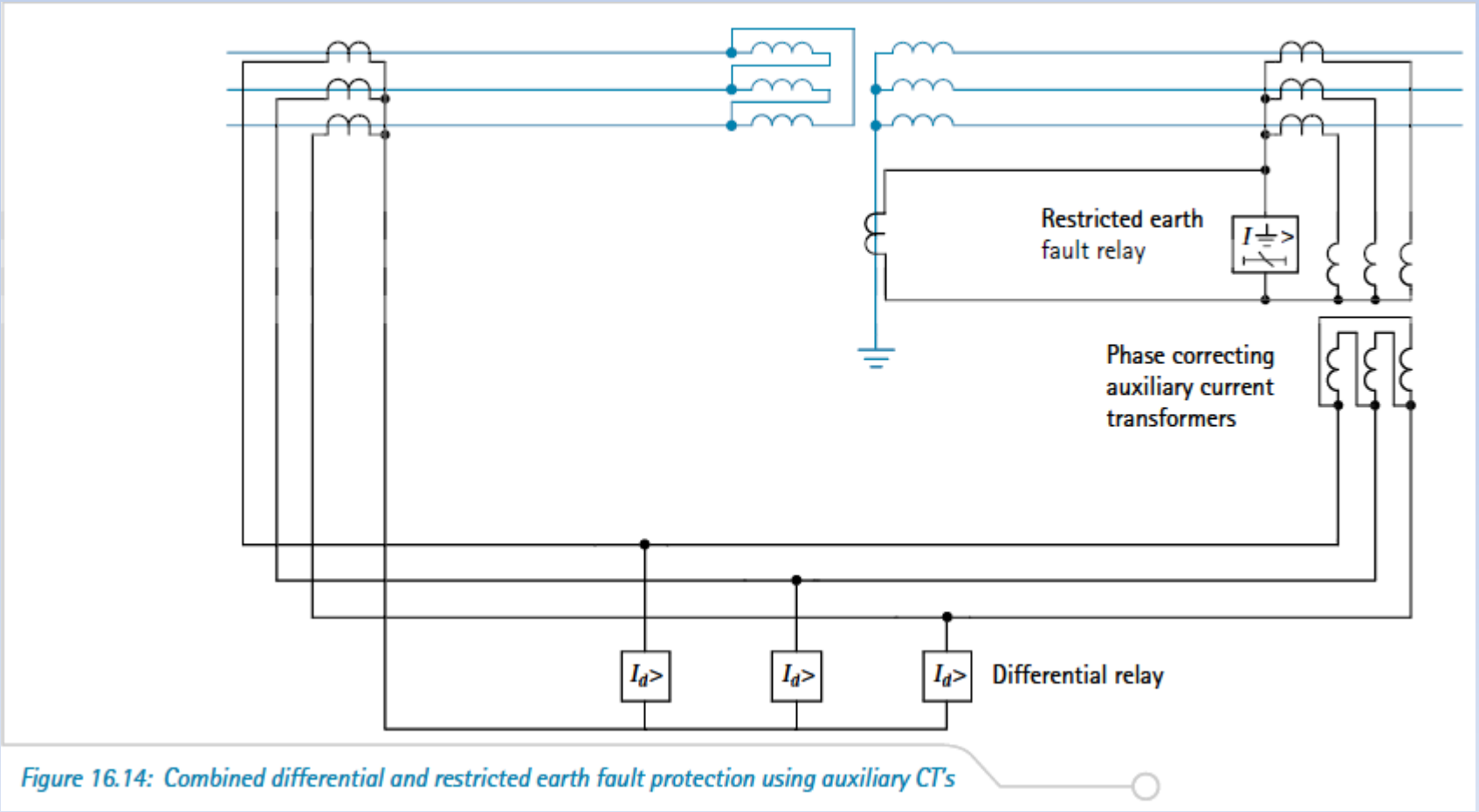


Figure 16.14: Combined differential and restricted earth fault protection using auxiliary CT's

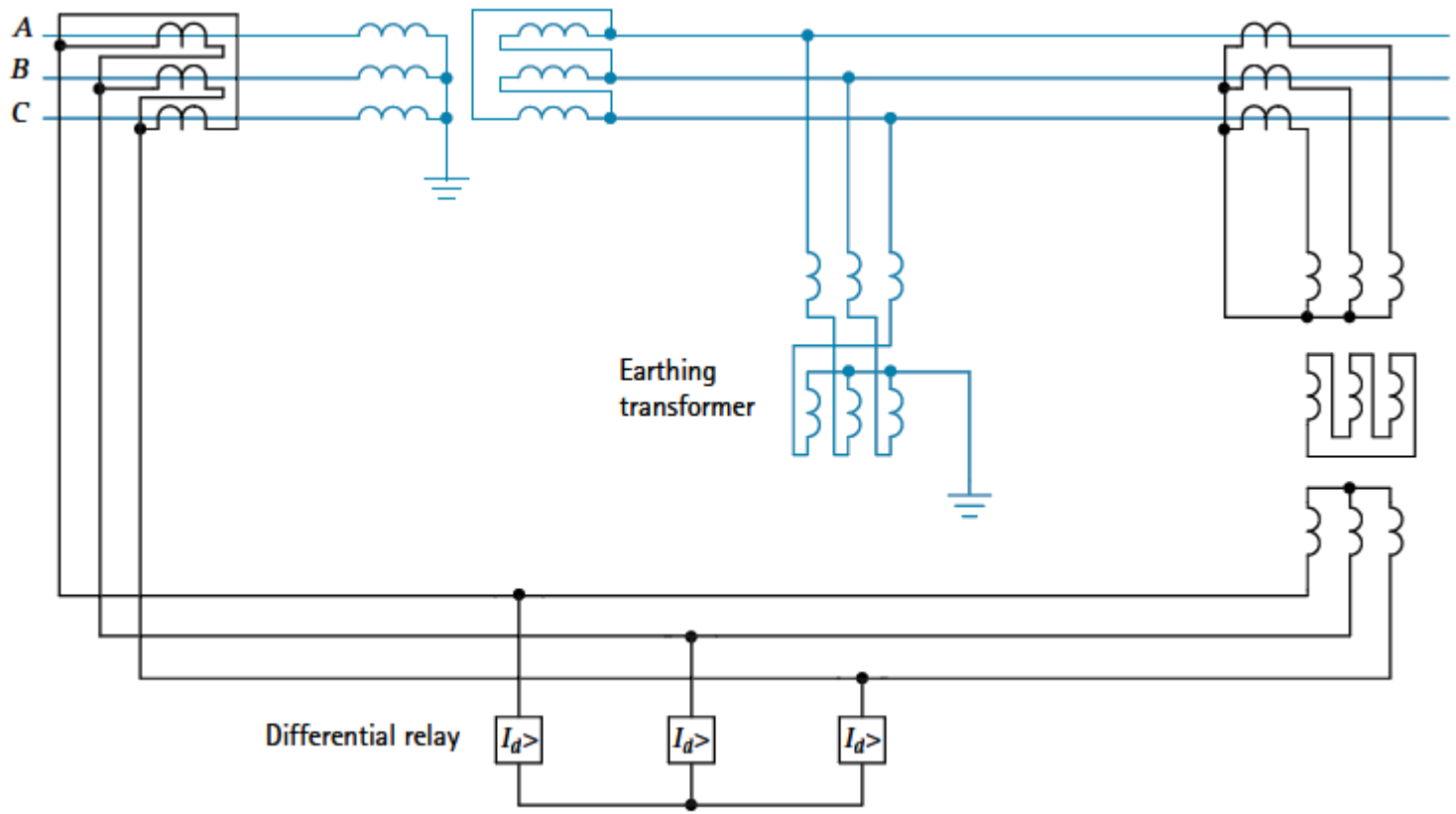


Figure 16.16: Differential protection with in-zone earthing transformer; no earth fault relay

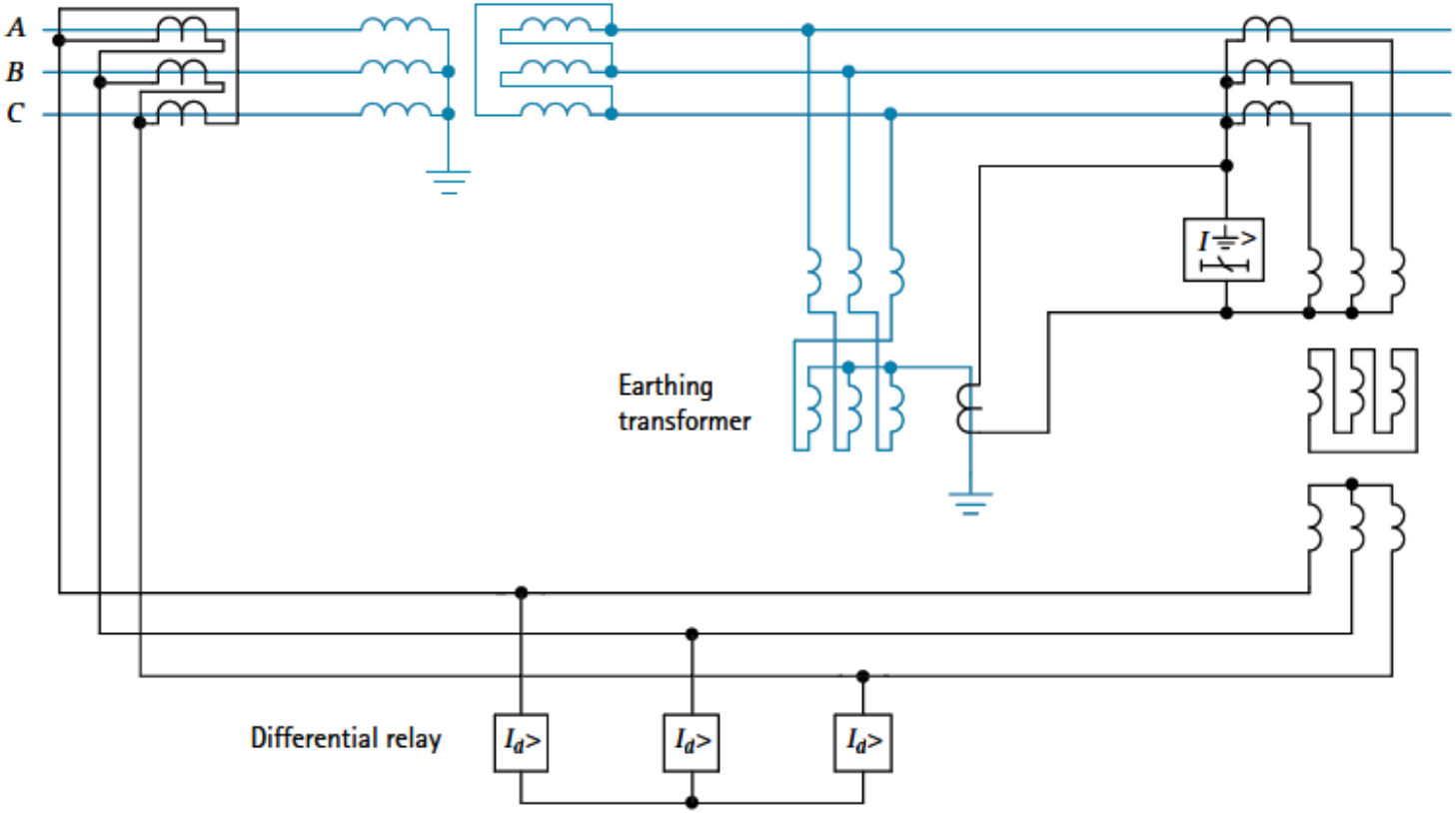


Figure 16.17: Differential protection with in-zone earthing transformer, with alternative arrangement of restricted earth fault relay

- **تنظیم Bias در حفاظت دیفرانسیل ترانس:**

دلیل کاربرد این تنظیم این است که همزمان با پایدار نگه داشتن رله در برابر فالتهای خارج از زون (External Faults) ماکزیمم حساسیت را برای فالتهای داخل زون داشته باشیم. این مهم،زمانی که تپ چنجر هم داشته باشیم قدری پیچیده تر خواهد شد. چنانچه نسبت تبدیل CT و ضریب تصحیح جهت بالانس جریان در تپ nominal در نظر گرفته شوند هر تپ بین صفر تا Nominal به عنوان یک خطای داخلی ترانس (Internal Fault) تشخیص داده خواهد شد و رله عمل خواهد کرد. چنانچه حداقل Bias بزرگتر از مجموع خطای بالاترین تپ و خطای CT انتخاب شوداز عملکرد خطا(Mal Operation) جلوگیری خواهد شد.جهت دست یافتن به یک تنظیم Bias مناسب، اغلب رله های دیفرانسیل از یک منحنی مشخصه Bias سه قسمتی استفاده می کنند: قسمت اول این مشخصه بالاتر از جریان مغناطیس کنندگی ترانس تعریف می شود، قسمت دوم طوری دیده می شود که تپ های صفر تا Nominal، حالت خطا تشخیص داده نشوند که در نتیجه شیب ملایمی خواهد داشت ونهایتاً قسمت سوم دارای شیب بالاتری است تا در شرایط فالت سنگین، رله عملکرد خوبی داشته باشد.

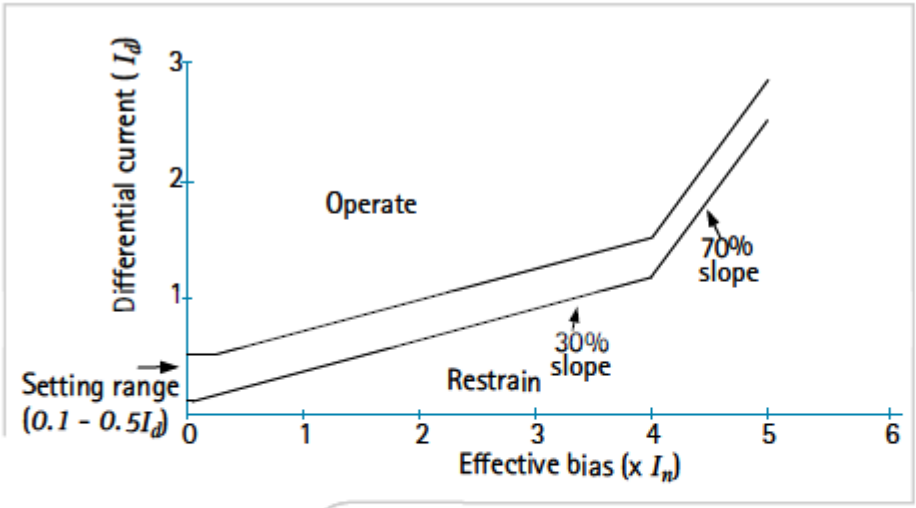


Figure 16.9: Typical bias characteristic

- **۱۱– حفاظت اضافه شار (Over Flux):**

هنگام وقوع فالت در داخل ترانس، شار مغناطیسی به شکل فزاینده ای زیاد می شود، لذا این افزایش شار می تواند به عنوان یک پارامتر تشخیص خطا عمل کند.

به این رابطه توجه کنید: $V= 4.44\ f.N.\ \Phi\ max$ در نتیجه :

$V/f= 4.44\ N.\ \Phi\ max$ همانطور که ملاحظه می شود با توجه به ثابت بودن N با افزایش $\Phi\ max$ (شار مغناطیسی) نسبت تبدیل V/f افزایش خواهد یافت. لذا بدینوسیله به صورت غیر مستقیم و از طریق افزایش مقدار V/f ، افزایش شارخواهیم داشت و در نتیجه، فالت قابل تشخیص خواهد بود.

با توجه به اینکه در خطای شرایط گذرا، ممکن است اضافه شار لحظه ای ایجاد شود که خطرناک هم نیست یک تاخیر زمان جهت تریپ ، مورد نیاز خواهد بود تا در صورت رفع شدن شرایط گذرا، تریپ بی دلیل که باعث بی برقی خواهد شد به ترانس تحمیل نشود.

- **۱۲– حفاظت های گارد ترانس (Guard):**

۱-۱۲– رله بوخهلتس (Buchholz): زمانی که فالت در داخل ترانس رخ می دهد روغن موجود در ترانس به سرعت تبخیر می شود (در اثر حرارت) و گازی تشکیل می شود که این گاز باعث عملکرد گیج داخل رله بوخهلتس و در نهایت تریپ ترانس خواهد شد.

۲-۱۲– رله درجه حرارت سیم پیچ (Winding Temperature): با بالا رفتن درجه حرارت ترانس به هر دلیل (از جمله اضافه بار) این رله عمل خواهد کرد. معمولاً عملکرد رله دو مرحله ای است که مرحله اول، آلارم و مرحله دوم، تریپ خواهد بود.

۳-۱۲– رله درجه حرارت روغن (Oil Temperature): عملکرد این رله کاملاً مشابه رله درجه حرارت سیم پیچ است با این تفاوت که با درجه حرارت روغن عمل می کند.

- ٤-١٢- رله Relife vent: این رله در واقع به عنوان آخرین مرحله از حفاظتهای گارد ترانس محسوب می شود،یعنی چنانچه هیچ کدام از حفاظتهای ترانس عمل نکند،در آخرین لحظات ، این حفاظت باعث بی برقی ترانس و بر طرف شدن خطر آسیب دیدن ترانس خواهد شد.

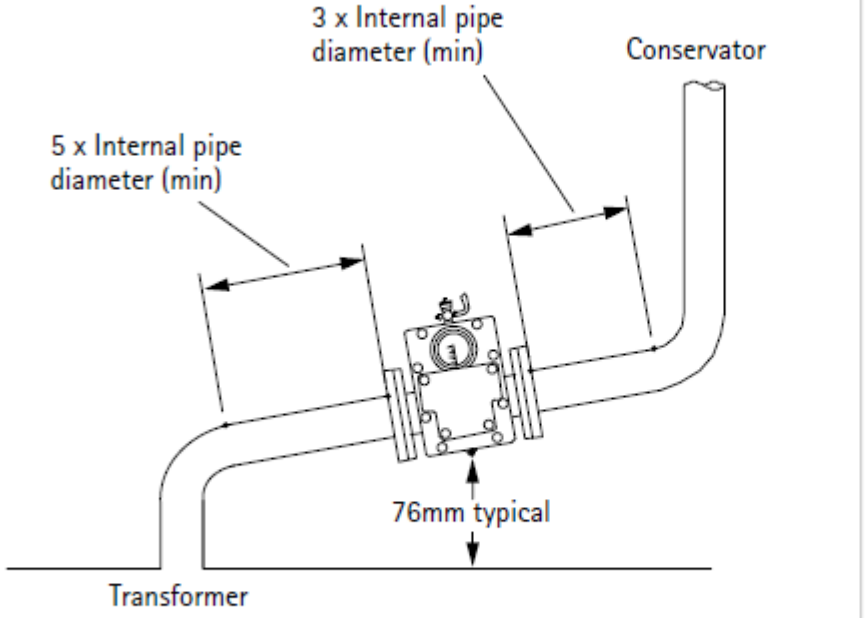


Figure 16.21: Buchholz relay mounting arrangement

- **۱۳– رله تنظیم اتوماتیک ولتاژ(** Automatic Voltage Regulator**):**

این رله به لحاظ عملکرد یک رله کنترلی است.

هر ترانس قدرت دارای یک تپ چنجر می باشد که وظیفه آن ، تنظیم ولتاژ ترانس می باشد.تپ چنجر به لحاظ عملکرد دو نوع می باشد:On L oad و Off Load

نوع Off L oad همانطور که از نامش پیداست،زیر بار عمل نمی کند و عموما در ترانسهای واحد نیروگاهی استفاده می شود ، در حالی که نوع On Load قابلیت عملکرد زیر بار را دارد.

در پستهای فوق توزیع و انتقال،از نوع On Load استفاده می شود.رله AVRدر این پستها وظیفه تنظیم خودکار ولتاژ از طریق فرمان Riseو Lower را به عهده دارد(در واقع، Riseو Lower ،فرامین راستگرد و چپگرد موتور تپ چنجر می باشند).

- جهت جلوگیری از عملکردهای متناوب و بیش از حد تپ چنجر که باعث استهلاک آن می شود،عموما تنظیمی تحت عنوان ΔV در قالب حد اکثر و حد اقل ولتاژ مجاز در رله های AVR وجود دارد که چنانچه ولتاژ از این حد اکثر و حد اقل تجاوز نمود،رله عمل خواهد کرد.

- زمانی که تعداد ترانسهای قدرت پارالل،بزرگتر یا مساوی دو دستگاه باشد،جهت یکسان سازی ولتاژ ترانسها که پایه پارالل شدن آنهاست،الگوریتم عملکرد رله AVR به یکی از سه روش زیر خواهد بود:

۱–الگوریتم Master/Follower :

در این الگوریتم،AVR مربوط به یک ترانس Master خواهد بود و AVR سایر ترانسها Followerخواهند بود یعنی از Master تبعیت خواهند نمود.

۲- الگوریتم Minimum Circulating Current

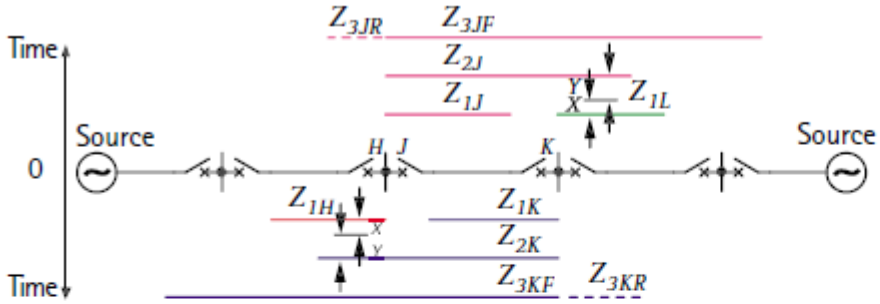
در این الگوریتم، از طریق به حداقل رساندن جریان گردشی بین ترانس ها، رله های AVR وظیفه همسان سازی ولتاژ ترانسها را به عهده خواهند داشت.

۳- الگوریتم Negative Reactance

در این الگوریتم، رله بر مبنای مقایسه جابجایی فاز (Phase Shift) بار و جابجایی فاز که در قالب تنظیمات رله وجود دارد عمل می کند.

- **۱۴– حفاظت دیستانس:**

این حفاظت (که حفاظت اصلی خطوط فوق توزیع و انتقال محسوب می شود) به لحاظ عامل تشخیص خطا، یک حفاظت امپدانسی است. بدین شکل که: ۱– امپدانس خط مورد حفاظت در قالب تنظیمات برای رله تعریف خواهد شد ۲– مسیر خط مورد حفاظت، Zone بندی شده و محدوده هر Zone برای رله تعریف می شود. مثلاً ۸۰٪ مسیر در قالب Zone1، ۱۲۰ ٪ مسیر در قالب Zone2 و ... (معمولاً رله های دیستانس قابلیت تعریف چند زون Forward و یک زون Reverse را دارا می باشند).



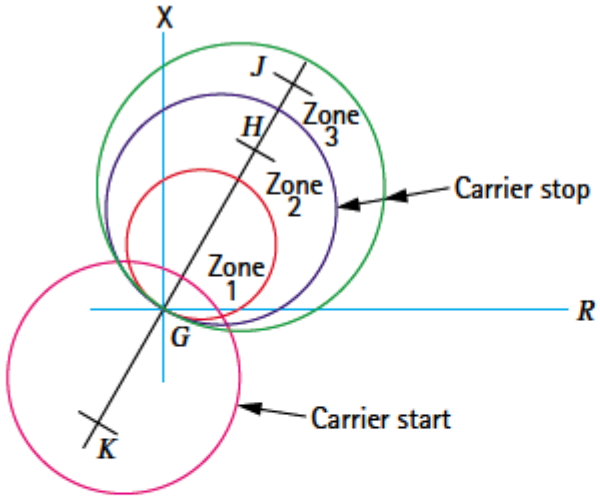
Zone 1 = 80–85% of protected line impedance
Zone 2 (minimum) = 120% of protected line
Zone 2 (maximum) < Protected line + 50% of shortest second line
Zone 3F = 1.2 (protected line + longest second line)
Zone 3R = 20% of protected line
X = Circuit breaker tripping time
Y = Discriminating time

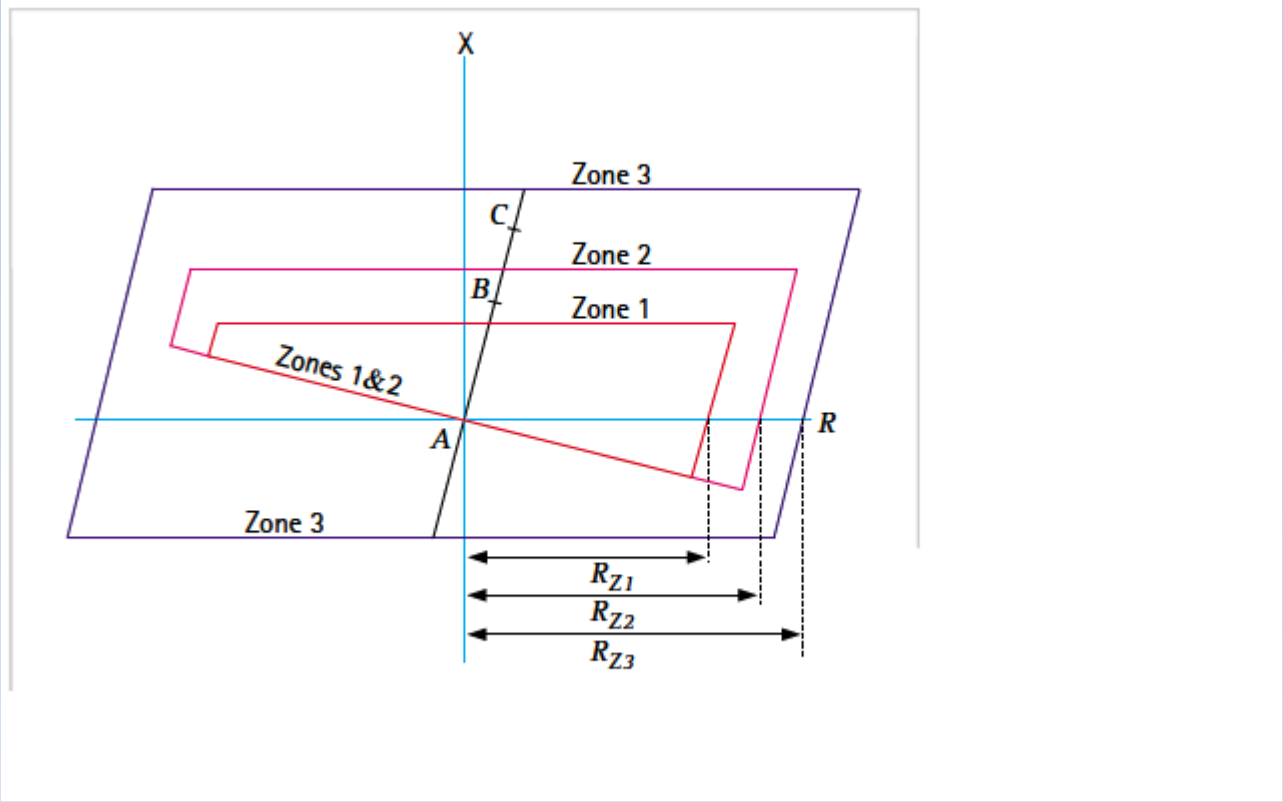
Figure 11.6: Typical time/distance characteristics for three zone distance protection

- نکته: رله های دیستانس اغلب از منحنی مشخصه های ذیل تبعیت می کنند:

۱- منحنی مشخصه Mho: ویژگی این مشخصه، سادگی آن است، چرا که محدوده هر Zone به سادگی قابل استحصال است (رله های دیستانس قدیمی
تر بیشتر از این مشخصه استفاده می کردند)

۲- منحنی مشخصه چند ضلعی (Quad): ویژگی مهم این مشخصه، این است که محدوده هر Zone و خصوصاً نقاط مرزی Zoneها با یکدیگر به شکل بسیار دقیق تری نسبت به منحنی Mho قابل تفکیک می باشد.


X
J
H
Zone 3
Zone 2
Zone 1
Carrier stop
R
G
Carrier start
K


X
Zone 3
C
Zone 2
B
Zone 1
Zones 1&2
A
R
Zone 3
R_{Z1}
R_{Z2}
R_{Z3}

- **۱۵– حفاظت CBF (Circuit Breaker Failuer):**

این حفاظت، همانطور که از نامش پیداست مربوط به زمان Fail بریکر می باشد، بدین شکل که چنانچه براثر فالت، حفاظتی عمل کند و بریکر مربوطه به دلیل هر گونه نقصی باز نشود، حفاظت CBF در مرحله اول (Stage1) به همان بریکر و در مرحله دوم (Stage2) به کلیه بریکرهای تغذیه کنند فالت، تریپ خواهد داد.

- **۱۶– حفاظت S.H.Z (Short zone):**

چنانچه بین ترانس جریان و بریکر باز در بی خط، فالتی رخ دهد، این فالت فقط توسط بریکر پست مقابل قابل قطع خواهد بود. در این شرایط از طریق Teleprotection ، فرمانی تحت عنوان Sh.z به رله حفاظت خط پست مقابل ارسال خواهد شد و با تریپ بریکر پست مقابل، فالت برطرف خواهد شد.

- **۱۷– حفاظت Switch on To Fault (SOTF):**

زمانی که دقیقاً در زمان وقوع فالت، به صورت دستی اقدام به وصل بریکر شود، در واقع راه برای تشدید فالت و تبعات بعدی آن همواره خواهد شد. در این شرایط حفاظتی در دل رله دیستانس پیش بینی شده است که به محض وقوع چنین حالتی به صورت آنی اقدام به قطع بریکر می نماید. به این حفاظت، SOTF اطلاق می شود.

- **۱۸– حفاظت Power Swing Blocking (PSB):**

در زمان Swing ، یک شکل موج گذرا ایجاد خواهد شد که رفتار آن، ورود سریع به Zone1 و خارج شدن از این Zone می باشد. به خاطر این که رله دیستانس، این واقعه را به عنوان فالت محسوب نکند و عملکرد کاذب نداشته باشد، حفاظتی در دل رله دیستانس پیش بینی شده است که به محض وقوع چنین حالتی، عملکرد رله دیستانس Block خواهد شد. به این حفاظت PSB اطلاق می شود.

- **۱۹– حفاظت Fuse Failure (F.F):**

چنانچه در حالت برق دار بودن خط، MCB مربوط به CVT قطع شود، با توجه به صفر شدن ولتاژ برای رله دیستانس، این رله امپدانس صفر را خواهد دید و عمل خواهد نمود که باعث بی برقی خط خواهد شد. با توجه به اینکه این شرایط، فالت نیست و عملکرد رله کاذب خواهد بود، جهت جلوگیری از این عملکرد کاذب، حفاظت F.F برق دار بودن خط و قطعMCB مربوط به CVT را تشخیص داده و رله دیستانس را بلاک خواهد نمود.به این حفاظت، F.F اطلاق می شود.

- **۲۰– رله وصل مجدد (Auto Recloser):**

این رله جهت خطوط فوق توزیع و انتقال و همچنین فیدرهای خروجی 20KV کاربرد دارد.

همانطور که از نام این رله پیداست، این رله دارای عملکرد وصل مجدد است، بدین ترتیب که در زمان عملکرد حفاظت Zone۱ دیستانس و یا عملکرد حفاظت فیدر خروجی 20 kv جهت جلوگیری از خاموشی، این Risk پذیرفته می شود که بریکرخط یک بار وصل شود تا چنانچه فالت برطرف شده بود خط برق دار شود وچنانچه فالت روی خط مانده بود، مجدداً قطع شود. البته معمولاً رله های Auto Recloser دارای چند Shot جهت وصل می باشند اما اغلب فقط از یک Shot استفاده می شود.

- نکته ۱: لازم به ذکر است که رله وصل مجدد فقط برای خطوط هوایی کاربرد دارد چرا که خطوط کابلی، معمولاً دارای شرایط فالت گذرا نیستند و از طرف دیگر رفع عیب آنها نیز بسیار گران تر و زمان برتر از خطوط هوایی است.

- نکته ۲: رله وصل مجدد دارای دو تنظیم مهم است که به اختصار به توضیح آنها می پردازیم:

Dead Time: از زمانی که Auto Recloser استارت می کند تا زمان عملکرد آن، زمانی وجود دارد که به آن Dead Time می گویند. این زمان جزو تنظیمات رله می باشد.

Reclaim Time : بعد از عملکرد Auto Recloser ، زمانی طول می کشد تا رله برای عملکرد بعدی آماده باشد، به این زمان Reclaim Time می گویند. این زمان جزو تنظیمات رله می باشد.

- **۲۱– Tele protection:**

جهت هماهنگی عملکرد حفاظتها در پست های طرفین یک خط با هدف دستیابی به حفاظت بهینه، گاهی اوقات لازم است که سیگنالهایی بین رله های دو طرف تبادل شود. این سیگنالها توسط هر کدام از رله ها تولید شده و از طریق تجهیزات مخابراتی واسط به سمت مقابل ارسال می شود. این تجهیزات مخابراتی شامل سیگنالهای Tele protection و مدیای مخابراتی مانند PLC (Power line carrier) یا فیبرنوری و سایر ادوات مرتبط با این تجهیزات می باشد.

از جمله سیگنالهای Tele protection می توان به Sh.Z (Short zone)، PUT (Permissive under Reach)، POT (Permissive Over Reach) و ... اشاره نمود.

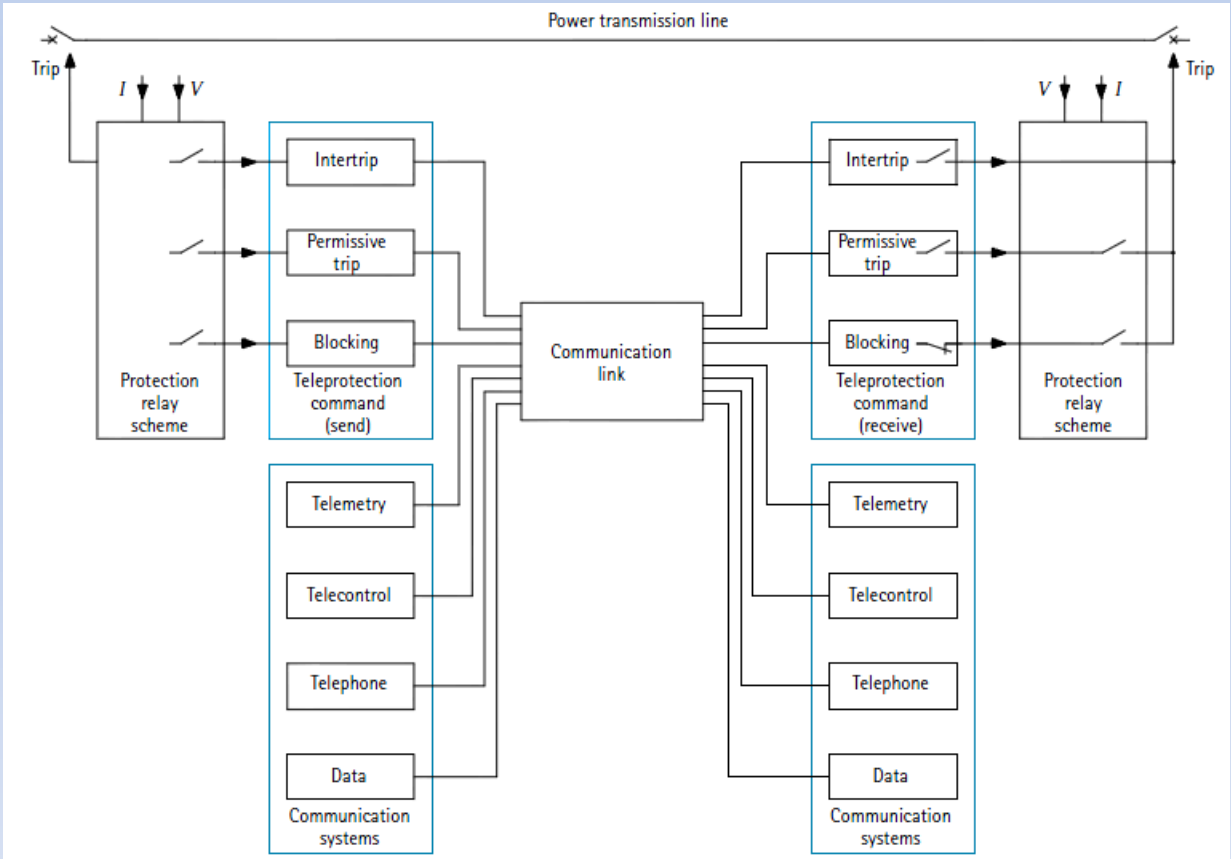
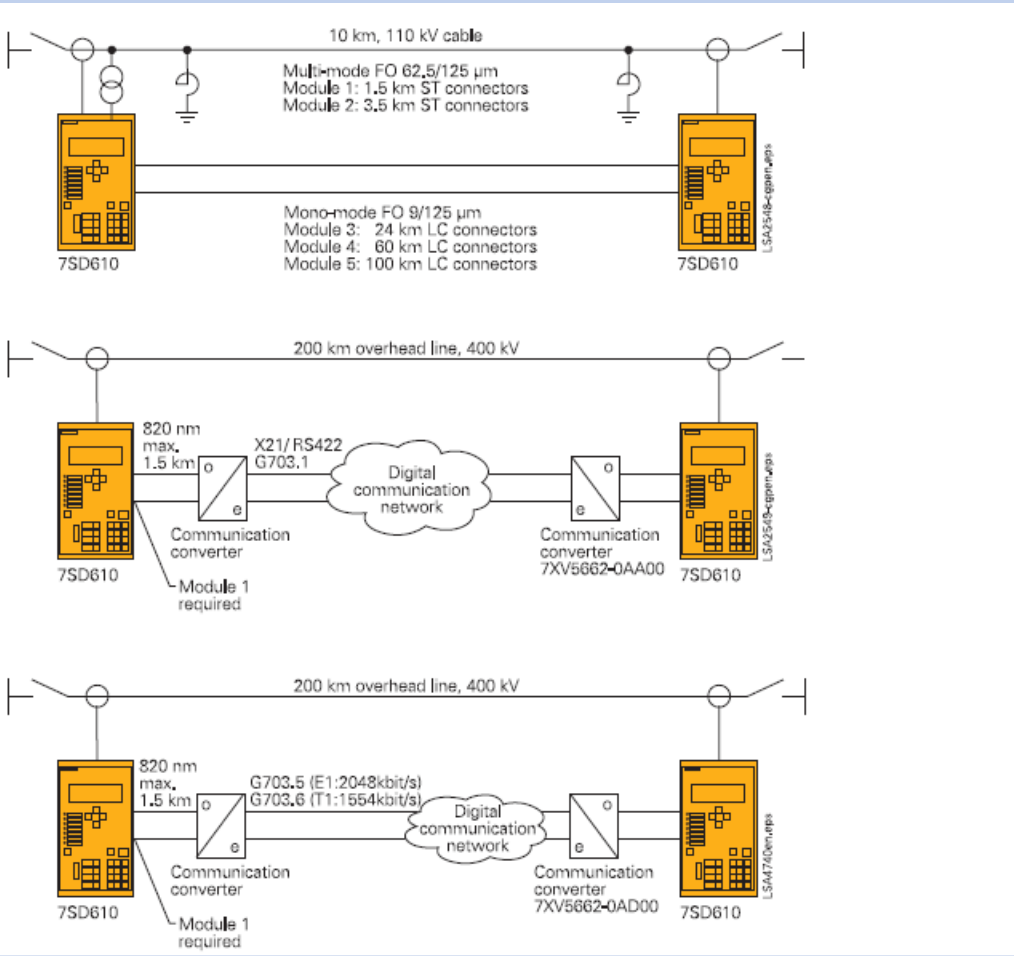


Figure 8.1: Application of protection signalling and its relationship to other systems using communication (shown as a unidirectional system for simplicity)

- **۲۲– دیفرانسیل طولی (Line Differential):**

این حفاظت جزو حفاظت های خط محسوب می شود، بدین تریب که یک لینک دیفرانسیل در طرفین خط قرار گرفته و ضمن قرائت مقادیر جریان در هر طرف، از طریق Communication که با یکدیگر دارند، شرایط فالت در مسیر خط را تشخیص داده و به بریکرهای طرفین تریپ خواهند داد.Communication بین رله ها معمولا از طریق مدیای فیبرنوری می باشد.

بیشترین کاربرد این حفاظت در خطوط کابلی و خطوط با طول کوتاه (که حفاظت دیستانس دقت کمتری در این موارد دارد) می باشد.


10 km, 110 kV cable
Multi-mode FO 62.5/125 µm
Module 1: 1.5 km ST connectors
Module 2: 3.5 km ST connectors
Mono-mode FO 9/125 µm
Module 3: 24 km LC connectors
Module 4: 60 km LC connectors
Module 5: 100 km LC connectors
7SD610
7SD610
200 km overhead line, 400 kV
820 nm
max.
1.5 km
X21/RS422
G703.1
Digital
communication
network
Communication
converter
Communication
converter
7XV5662-0AA00
7SD610
7SD610
Module 1
required
200 km overhead line, 400 kV
820 nm
max.
1.5 km
G703.5 (E1:2048kbit/s)
G703.6 (T1:1554kbit/s)
Digital
communication
network
Communication
converter
Communication
converter
7XV5662-0AD00
7SD610
7SD610
Module 1
required

- **۲۳– دیفرانسیل باسبار (Busbar Differential):**

هدف از این حفاظت، همانطور که از نامش پیداست، حفاظت باسبار می باشد. عملاً هر کدام از Bayهای متصل به باسبار، حفاظت های مربوط به خود را دارند که بایستی در شرایط فالت عمل کنند، اما در شرایطی که فالت روی خود باسبار اتفاق بیفتد و یا به هر دلیلی هر کدام از حفاظت های مربوط به Bay ها عملکرد نداشته باشند، حفاظت باسبار عمل خواهد نمود و کلیه بریکرهای متصل به باس در معرض فالت را باز خواهد نمود.

دیفرانسیل باسبار نیز مانند حفاظت دیفرانسیل ترانس، بر مبنای تشخیص اختلاف جریان بین جریان های قرائت شده از CTهای Bayهای متصل به باسبار که در شرایط فالت رخ می دهد عمل می کند.

- نکته ۱: حفاظت دیفرانسیل باسبار بر دو نوع است High Impedance و Low Impedance. در نوع High Impedance جریان کلیه Coreهای مرتبط با دیفرانسیل باسبارCTها، با یکدیگر جمع شده و از طریق مقاومت، این جریان تبدیل به ولتاژ می شود و ولتاژ مذکور به رله متصل می شود یعنی در واقع حفاظت High Impedance باسبار، یک حفاظت ولتاژی است (مانند حفاظت مشابه در مورد REF ترانس). در حالی که در نوع Low Impedance، جریان های Coreهای مرتبط با دیفرانسیل باسبار CTها به صورت مجزا به رله متصل می شوند و رله به صورت مستقیم از طریق جریان، فالت را تشخیص خواهد داد.

- نکته ۲: رله دیفرانسیل باسبار Low Impedance بر دو نوع است: Centeralised و Decenteralised. در نوع Centeralised جریان های CTهای کلیه Bay ها به صورت مجزا و از طریق کابل مسی به رله متصل می شوند. در حالی که در نوع Decenteralised، جهت هر Bay یک ماژول مجزا از رله وجود دارد که جریان CT آن Bay از طریق کابل مسی به این ماژول متصل می شود و در نهایت یک رله مرکزی از طریق مدیای فیبرنوری به تمام ماژول هامتصل شده و به عنوان مغز سیستم، اختلاف جریان در شرایط فالت را تشخیص خواهد داد.

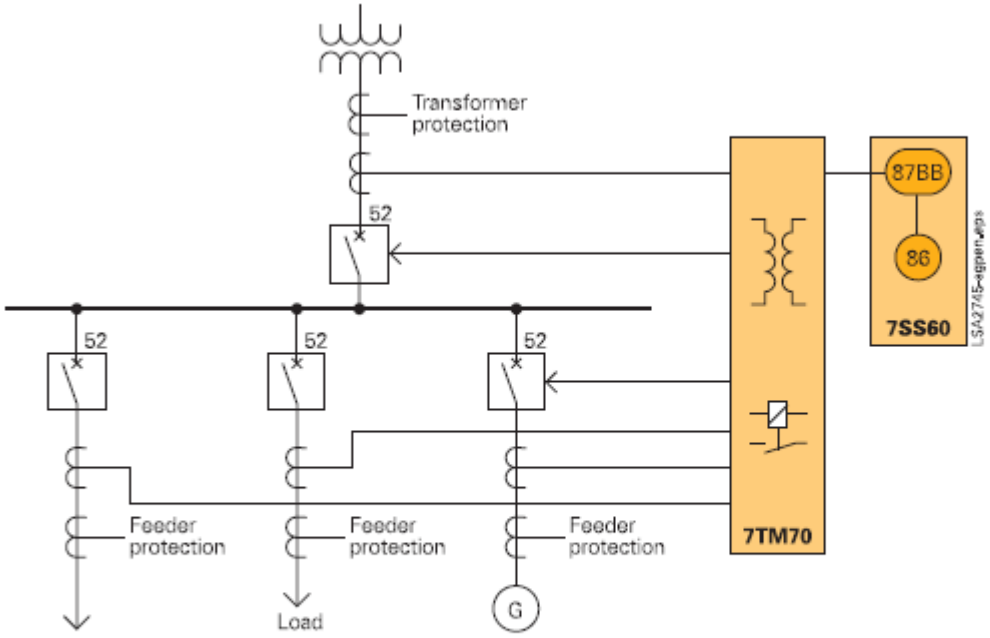


Fig. 9/2 Basic connection scheme 7SS60

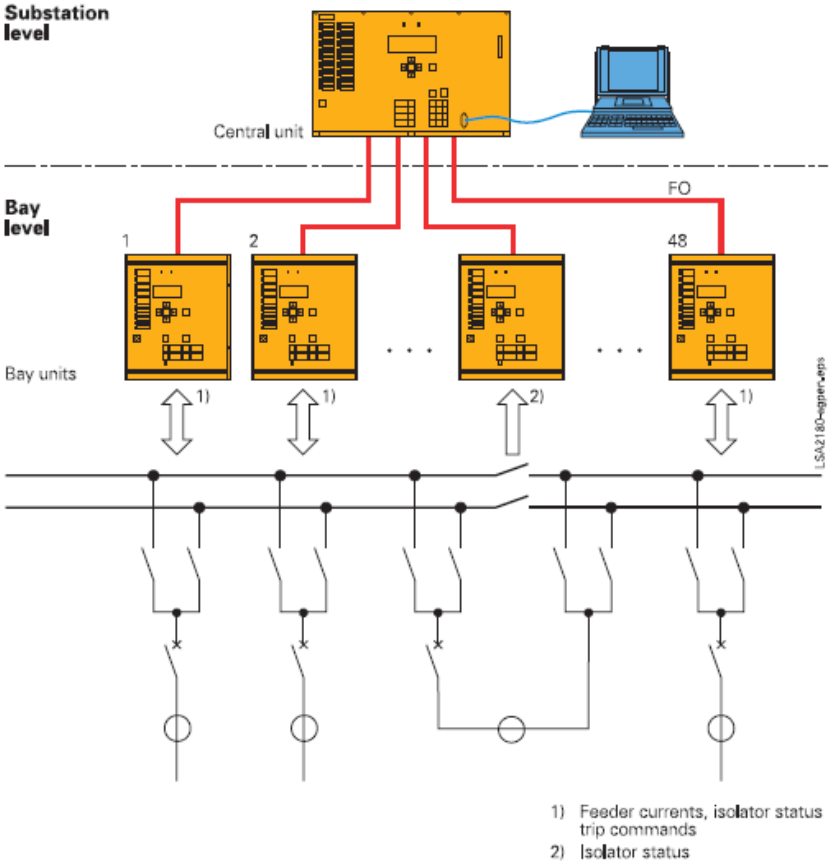


Fig. 9/18 Distributed system structure

- **۲۴– چک سنکرون (Synchro Check):**

جهت وصل هر کلید، بایستی سه شرط فراهم باشد (شرایط سنکرون): توازن دامنه ولتاژ، توازن زاویه فاز و توازن فرکانس، جهت بررسی این سه شرط و در نهایت اجازه وصل بریکر، حفاظت چک سنکرون، نقشی اساسی دارد.

معمولاً یک طرف هر کلید (بریکر) باس و طرف دیگر آن Bay مربوطه می باشد، لذا رله چک سنکرون بایستی نمونه ولتاژ سمت باس و سمت Bay را داشته باشد تا سه شرط فوق را چک نموده و در نهایت اجازه وصل بریکر را صادر نماید. با توجه به این که در مورد سه آیتم فوق یک بازه مجاز جهت اختلاف مقادیر دو طرف توجیه پذیر است (چرا که فقط در شرایط ایده آل، اختلاف صفر است) این بازه جزو تنظیمات رله می باشد و قابل تغییر است . نحوه عملکرد رله هم بدین شکل است که در یک بازه زمانی که آن هم جزو تنظیمات رله می باشد شرایط سنکرون را بررسی نموده و اجازه وصل می دهد .