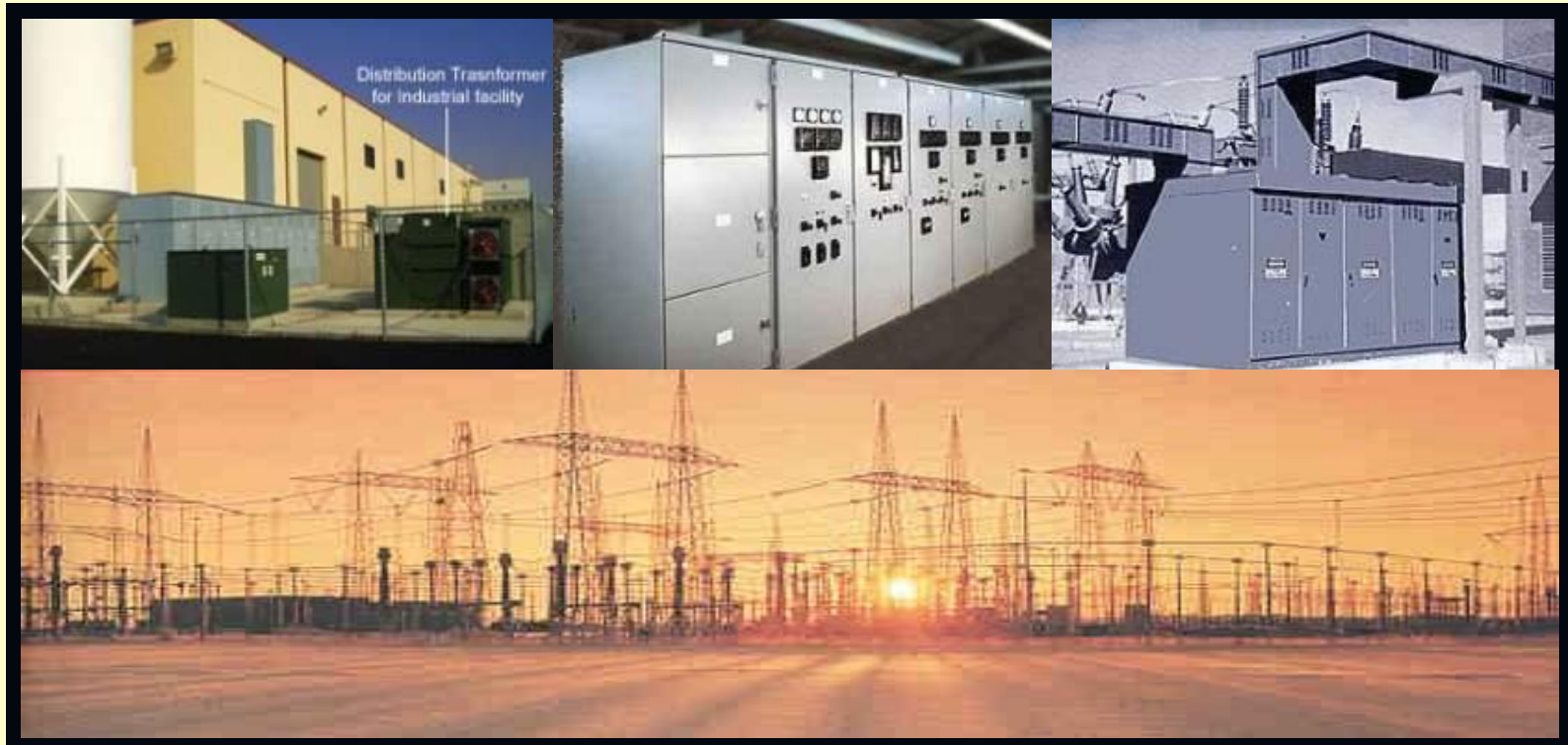


PRINSIP DASAR PROTEKSI

Ramadoni Syahputra

Jurusan Teknik Elektro FT UMY

Protection Fundamentals

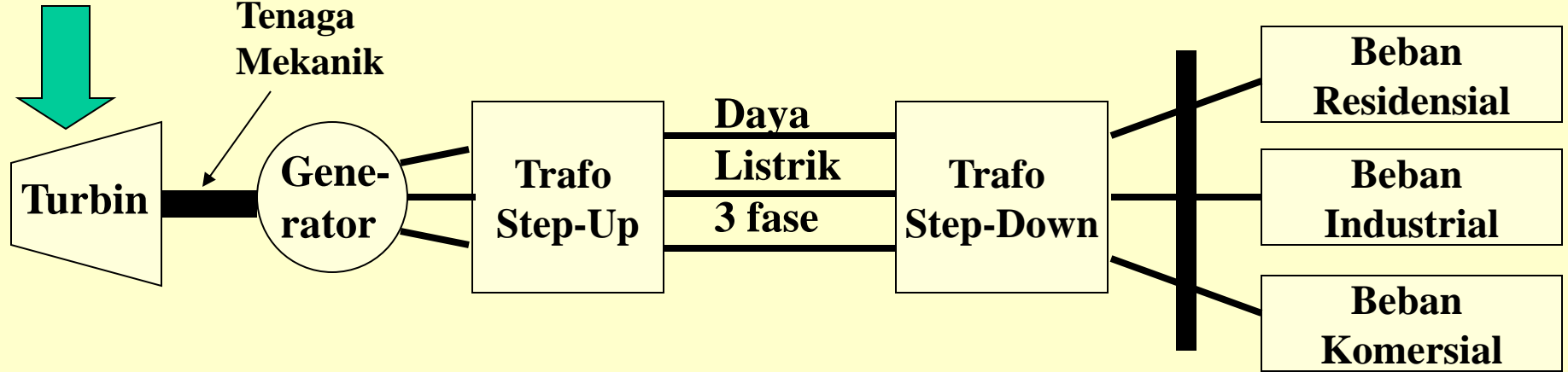


Sistem Tenaga Listrik ...

Kumpulan dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi, dan beban, yang dihubungkan dan membentuk suatu sistem.

Komponen Utama Sistem Tenaga Listrik

Sumber
Energi



Sistem
Pembangkitan

Sistem
Transmisi
Tenaga Listrik

Sistem
Distribusi
Tenaga Listrik

Sistem Proteksi STL

- Sistem proteksi tenaga listrik merupakan sistem proteksi pada peralatan yang terpasang pada sistem tenaga listrik seperti generator, busbar, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi, dll terhadap kondisi abnormal operasi sistem tenaga listrik tsb.

Fungsi Proteksi STL

- Mencegah kerusakan peralatan STL akibat gangguan.
- Meminimalkan kerusakan peralatan STL akibat gangguan.
- Mempersempit daerah yang terganggu, sehingga tidak meluas ke daerah lain.
- Memberikan pelayanan tenaga listrik dengan keandalan dan kualitas tinggi kepada konsumen.
- Melindungi manusia dan objek di sekitarnya dari bahaya akibat gangguan STL.

Covering the Complete Power Chain

Generation

Generator Protection 7UM
Transformer Protection 7UT

Transmission

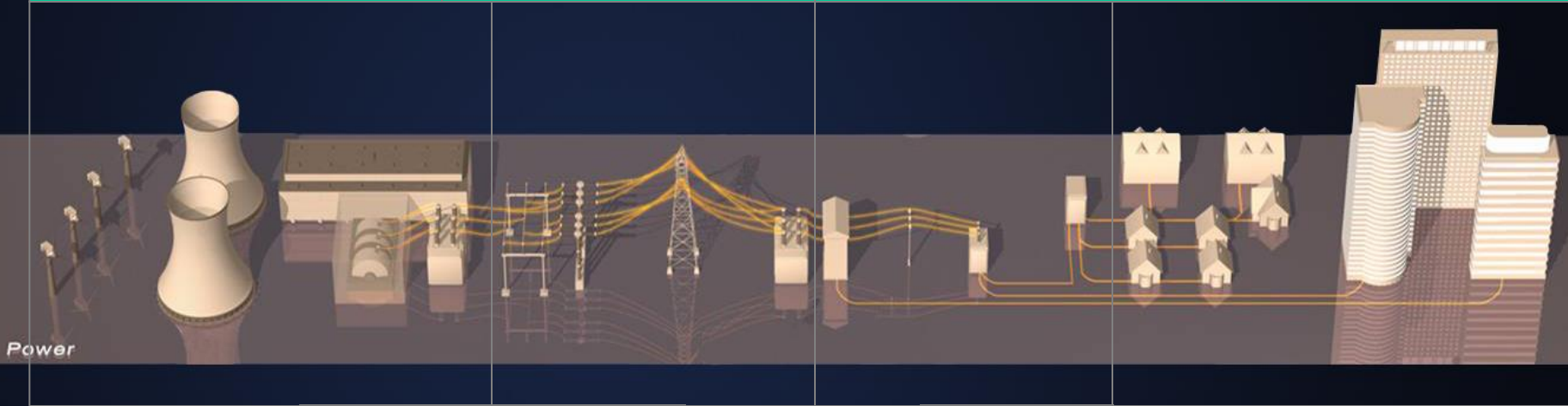
Distance Protection 7SA6
Line Protection 7SD6
Feeder Protection 7SA5
Busbar Protection 7SS5

Distribution

Transformer Protection 7UT
Line Protection 7SD5
Overcurrent Protection 7SJ6 / 4

Customers

Overcurrent Protection 7SJ



Gangguan (*Faults*)

- Hubungan singkat (short circuits) dan kondisi abnormal lainnya sering terjadi pada sistem tenaga listrik.
- Arus besar yang diakibatkan hubung singkat dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan jika rele proteksi dan pemutus tenaga (CB) tidak tersedia untuk proteksi tiap seksi sistem tenaga.

- Hubung singkat (*short circuits*) biasanya dikatakan sebagai “gangguan” oleh para Engineer.
- Istilah “gangguan (*faults*) dapat berarti “kerusakan (*defect*)”.
- Beberapa “kerusakan”, selain hubung singkat, juga dikatakan sebagai gangguan, contohnya kegagalan konduksi suatu konduktor.

- Jika sebuah gangguan terjadi pada komponen sistem tenaga, piranti proteksi yang bekerja otomatis dibutuhkan untuk mengisolasi elemen terganggu secepat mungkin, guna menjaga bagian sistem yang sehat dapat bekerja normal.

- Jika gangguan hubung singkat terjadi dalam waktu yang lama, maka dapat menyebabkan kerusakan terutama pada bagian-bagian penting sistem.
- Arus gangguan hubung singkat yang sangat besar dapat menyebabkan kebakaran.

Skema proteksi meliputi pemutus tenaga (circuit breakers, CB) dan rele proteksi (protective relays) untuk mengisolasi bagian sistem yang terganggu terhadap bagian yang sehat.

- CB dapat memutuskan hubungan elemen sistem terganggu dan tergantung pada kerja rele proteksi.
- Rele proteksi berfungsi mendeteksi dan melokalisir gangguan dan memerintahkan CB untuk memutuskan elemen terganggu.

- Rele proteksi tidak mengantisipasi atau mencegah terjadinya gangguan, tetapi beroperasi hanya setelah gangguan terjadi.
- Biaya perlengkapan proteksi umumnya mencapai sekitar 5% dari total biaya sistem tenaga listrik.

Sifat Gangguan

- Sebagian besar gangguan pada saluran transmisi dan distribusi disebabkan oleh tegangan lebih karena petir atau surja hubung, atau karena gangguan eksternal berupa benda yang dapat menimpa saluran.
- Tegangan lebih karena petir atau surja hubung menyebabkan flashover pada permukaan isolator sehingga menyebabkan hubung singkat.

Jenis Gangguan

- Gangguan Simetris
 - Gangguan hub singkat 3 fase, baik 3 fase ke tanah atau tanpa ke tanah.
- Gangguan Taksimetris
 - gangguan satu fase ke tanah
 - gangguan dua fase ke tanah
 - gangguan fase ke fase
 - gangguan hubung terbuka (*open circuited phases*)
 - gangguan kumparan (*winding faults*)

Gangguan Simultan.....

yaitu dua atau lebih gangguan yang terjadi secara simultan pada sistem tenaga listrik.

- ❑ Pada gangguan simultan, dapat terjadi jenis gangguan yang sama atau berbeda secara bersamaan.

Proteksi berdasarkan pengambilan besaran ukur

- Proteksi primer
yaitu proteksi yang langsung mengolah besaran ukurnya.
- Proteksi sekunder
yaitu proteksi yang tidak langsung mengolah besaran ukurnya.

Kualitas Proteksi

- Selectivity or discrimination
- Reliability (keandalan)
- Sensitivity (kepekaan)
- Stability (kestabilan)
- Fast Operation (kecepatan operasi)

Persyaratan Kualitas Proteksi

- **Selektivitas dan Diskriminasi**
 - Efektivitas suatu sistem proteksi dapat dilihat dari kesanggupan sistem dalam mengisolir bagian yang mengalami gangguan saja
- **Stabilitas**
 - Sifat yang tetap tidak operasi apabila gangguan-gangguan terjadi diluar zona yang melindungi (gangguan luar).

- **Kecepatan Operasi**
 - Semakin lama arus gangguan terus mengalir, semakin besar kerusakan peralatan. Hal yang paling penting adalah perlunya membuka bagian-bagian yang terganggu sebelum generator-generator yang dihubungkan kehilangan sinkronisasi dengan sistem. Waktu pembebasan gangguan yang tipikal dalam sistem sistem tegangan tinggi adalah 140 ms. Dalam masa mendatang waktu ini hendak dipersingkat menjadi 80 ms sehingga memerlukan relay dengan kecepatan yang sangat tinggi (very high speed relaying)

- **Sensitivitas (kepekaan)**
 - Yaitu besarnya arus gangguan agar alat bekerja. Harga ini dapat dinyatakan dengan besarnya arus dalam jaringan aktual (arus primer) atau sebagai prosentase dari arus sekunder (trafo arus).
- **Pertimbangan ekonomis**
 - Aspek ekonomis hampir selalu mengatasi aspek teknis, oleh karena jumlah feeder, trafo dan sebagainya yang begitu banyak, asal saja persyaratan keamanan yang pokok dipenuhi. Dalam sistem-sistem transmisi justru aspek teknis yang penting. Proteksi relatif mahal, namun demikian pula sistem atau peralatan yang dilindungi dan jaminan terhadap kelangsungan peralatan sistem adalah vital. Biasanya digunakan dua sistem proteksi yang terpisah, yaitu proteksi primer atau proteksi utama dan proteksi pendukung (back up)

- **Realiabilitas (keandalan)**
 - Sifat ini jelas, penyebab utama dari “outage” rangkaian adalah tidak bekerjanya proteksi sebagaimana mestinya (mal operation).
- **Proteksi Pendukung**
 - Proteksi pendukung (back up) merupakan susunan yang sepenuhnya terpisah dan yang bekerja untuk mengeluarkan bagian yang terganggu apabila proteksi utama tidak bekerja (fail). Sistem pendukung ini sedapat mungkin indenpenden seperti halnya proteksi utama, memiliki trafo-trafo dan rele-rele tersendiri. Seringkali hanya tripping CB dan trafo-trafo tegangan yang dimiliki bersama oleh keduanya.

Zona Proteksi

Daerah pengamanan (zona proteksi) dalam sistem tenaga listrik meliputi:

- Generator
- Transformator Daya
- Bus bar
- Saluran Transmisi, subtransmisi, dan Distribusi.

- ❖ Jadi, sebuah sistem tenaga listrik dibagi ke dalam beberapa zona proteksi.
- ❖ Suatu zona proteksi meliputi satu atau dua elemen sistem tenaga.
- ❖ Zona proteksi dirancang agar elemen sistem tenaga yang berdekatan dapat terlindungi, sehingga tidak ada bagian yang terlewatkan.

Statistik Gangguan

Elemen	% Total Gangguan
Saluran udara	50
Kabel bawah tanah	9
Transformator	10
Generator	7
Switchgear	12
CT, PT, Rele,	
Perlengkapan kendali, dll	12

Statistik Gangguan

Jenis gangguan	Simbol Gangguan	% Total Gangguan
Fase ke Tanah	L-G	85
Fase ke Fase	L-L	8
Dua Fase ke Tanah	2L-G	5
Tiga Fase	3- Φ	2

Klasifikasi rele proteksi berdasarkan teknologinya

- Rele elektromagnetik
- Rele Statik
- Rele Berbasis Mikroprosesor

Klasifikasi rele proteksi berdasarkan fungsinya

- Rele arus lebih (*overcurrent relays*)
- Rele tegangan jatuh (*undervoltage relays*)
- Rele impedansi (*impedance relays*)
- Rele frekuensi jatuh (*underfrequency relays*)
- Rele arah (*directional relays*),
- dan lain-lain.

Klasifikasi Skema Proteksi

- Proteksi arus lebih (*Overcurrent protection*)
- Proteksi jarak (*Distance protection*)
- Proteksi arus pembawa (*Carrier-current protection*)
- Proteksi diferensial (*Differential protection*)

ANSI Symbols

ENGINEERING DATA

ELECTRICAL POWER SYSTEM DEVICE NUMBERS & FUNCTIONS

DEVICE NUMBER	DEFINITION & FUNCTION
1	Master Element is the initiating device, such as a control switch, voltage relay, float switch, etc.
2	Time-delay starting, or closing relay.
3	Checking or interlocking relay is a device which operates in response to the position of a number of other devices.
4	Master contactor is a device, generally controlled by Device #1 or equivalent, and the required permissive and protective devices.
5	Stopping device is a control device used primarily to shut down an equipment and hold it out of operation.
6	Starting circuit breaker is a device whose principal function is to connect a machine to its source of starting voltage.
7	Anode circuit breaker is one used in the anode circuits of a power rectifier.
8	Control power disconnecting device.
9	Reversing device is used for the purpose of reversing a machine field.
10	Unit sequence switch is used to change the sequence.
11	Reserved.
12	Over-speed device is usually a direct-connected speed switch which functions on machine over-speed.
13	Synchronous-speed device, operates at approximately synchronous speed of a machine.
14	Under-speed device functions when the speed of a machine falls below a predetermined value.
15	Speed or frequency, matching device functions to match and hold the speed of a machine to that of another machine.
16	Reserved.
17	Shunting or discharge switch serves to open or to close a shunting circuit around any piece of apparatus.
18	Accelerating or decelerating device is used to increase or to decrease the speed of a machine.
19	Starting-to-running transition contactor causes the automatic transfer of a machine from the starting to the running power connection.
20	Electrically operated valve is an electrically operated, controlled or monitored valve in a fluid line.
21	Distance relay is a device which functions when the circuit admittance, impedance or reactance increases or decreases beyond predetermined limits.
22	Equalizer circuit breaker is a breaker which serves to control the current-balancing connections for a machine field.
23	Temperature control device.
24	Reserved.
25	Synchronizing or synchronism-check device operates when two AC circuits are within the desired limits of frequency, phase angle or voltage.

ENGINEERING DATA

ELECTRICAL POWER SYSTEM DEVICE NUMBERS & FUNCTIONS

DEVICE NUMBER	DEFINITION & FUNCTION
26	Apparatus thermal device functions when the temperature exceeds a predetermined value.
27	Undervoltage relay is a device which functions on a given value of undervoltage.
28	Flame detector is a device that monitors the presence of a flame.
29	Isolating contactor is used expressly for disconnecting one circuit from another.
30	Annunciator relay is a nonautomatically reset device that gives a visual indication.
31	Separate excitation device connects a circuit to a source of separate excitation during the starting sequence.
32	Directional power relay is one which functions on a desired power flow in a given direction.
33	Position switch makes or breaks contact when the device reaches a given position.
34	Master sequence device is a device that establishes the operating sequence during sequential switching operations.
35	Brush-operating, or slip-ring-short-circuiting, device.
36	Polarity or polarizing voltage device verifies the presence of a polarizing voltage in an equipment.
37	Undercurrent or underpower relay functions when the current or power flow decreases below a predetermined value.
38	Bearing protective device functions on excessive bearing temperature.
39	Mechanical condition monitor is a device that functions upon the occurrence of an abnormal mechanical condition.
40	Field relay functions on a given low value of field current.
41	Field circuit breaker is a device which functions to apply, or to remove, the field excitation of a machine.
42	Running circuit breaker is a device whose principal function is to connect a machine to its source.
43	Manual transfer or selector device.
44	Unit sequence starting relay is a device which functions to start the next available unit.
45	Atmospheric condition monitor is a device that functions upon the occurrence of an abnormal atmospheric condition.
46	Reverse-phase, or phase-balance, current relay is relay which functions when the polyphase currents are of reverse-phase sequence.
47	Phase-sequence voltage relay functions upon a predetermined value of polyphase voltage in the desired phase sequence.
48	Incomplete sequence relay is a relay that returns the equipment to the normal, if the normal starting sequence is not completed within a predetermined time.
49	Machine, or transformer, thermal relay is a relay that functions when the temperature of a machine exceeds a predetermined value.
50	Instantaneous overcurrent, or rate-of-rise relay is a relay that functions instantaneously on an excessive value of current.

L³

Levine Lectronics and Lectric, Inc.

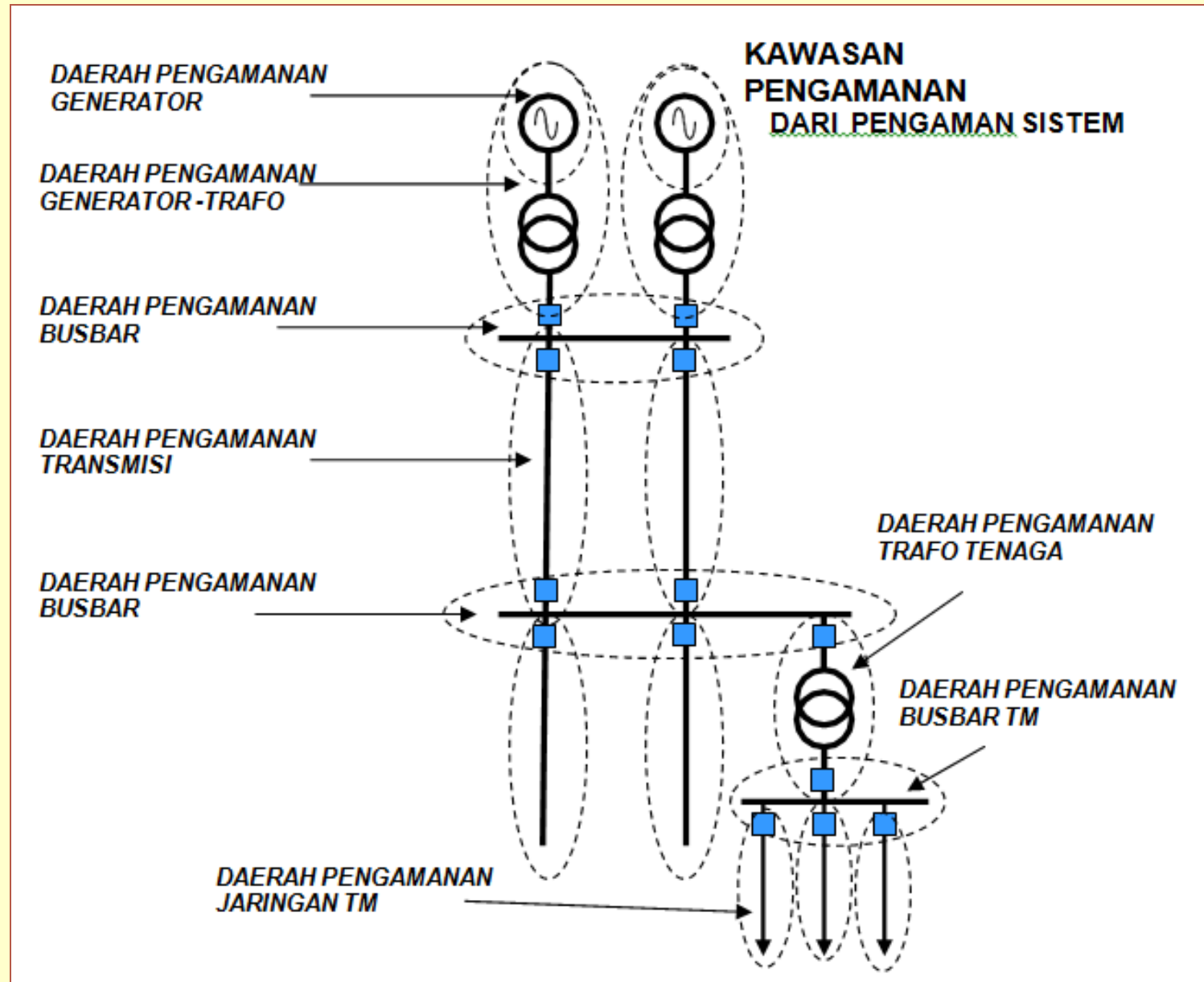
200 Powers Ferry Road • Marietta, Georgia 30067
Phone (770) 565-1556 • Fax (770) 973-9264

L³

Levine Lectronics and Lectric, Inc.

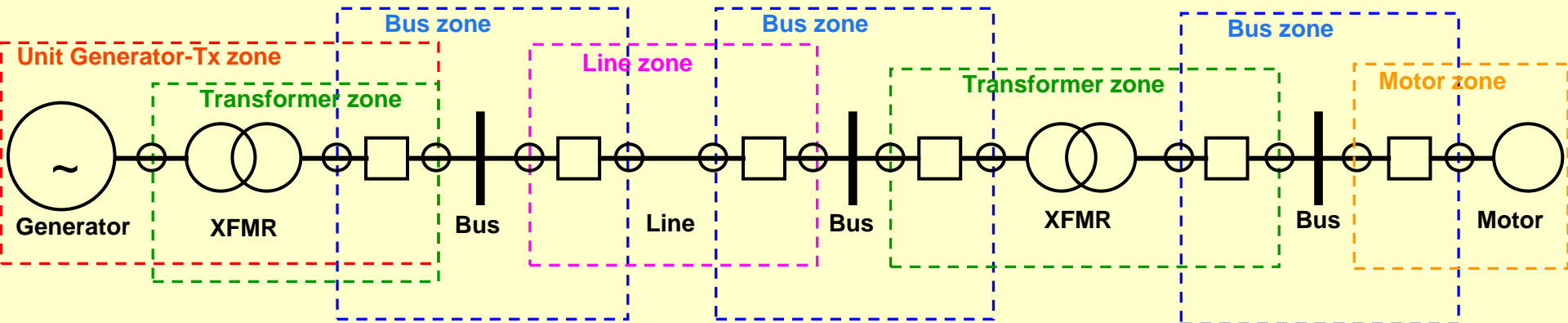
200 Powers Ferry Road • Marietta, Georgia 30067

Protection Zones



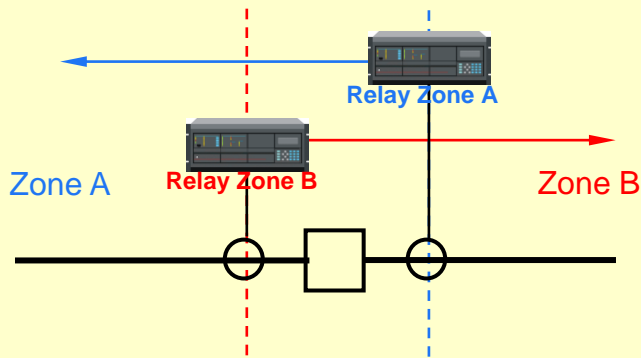
Protection Zones

1. Generator or Generator-Transformer Units
2. Transformers
3. Buses
4. Lines (transmission and distribution)
5. Utilization equipment (motors, static loads, etc.)
6. Capacitor or reactor (when separately protected)

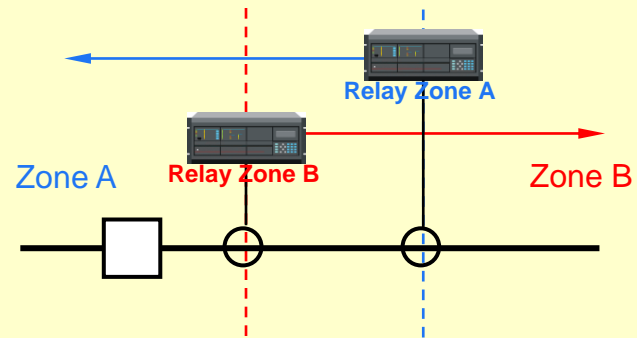


Zone Overlap

1. Overlap is accomplished by the locations of CTs, the key source for protective relays.
2. In some cases a fault might involve a CT or a circuit breaker itself, which means it can not be cleared until adjacent breakers (local or remote) are opened.



CTs are located at both sides of CB-fault between CTs is cleared from both remote sides



CTs are located at one side of CB-fault between CTs is sensed by both relays, remote right side operate only.

C37.2: Device Numbers















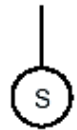









No.	DESCRIPTION
2	Time-delay
21	Distance
25	Synchronism-check
27	Undervoltage
30	Annunciator
32	Directional power
37	Undercurrent or underpower
38	Bearing
40	Field
46	Reverse-phase
47	Phase-sequence voltage
49	Thermal
50	Instantaneous overcurrent
51	AC time overcurrent
59	Overvoltage
60	Voltage balance
63	Pressure
64	Apparatus ground
67	AC directional overcurrent
68	Blocking
69	Permissive
74	Alarm
76	DC overcurrent
78	Out-of-step
79	AC reclosing
81	Frequency
85	Carrier or pilot-wire
86	Lock out
87	Differential
94	Tripping

- Partial listing



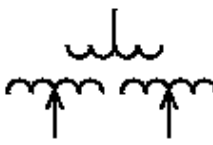









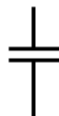


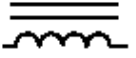



One Line Diagram

- Non-dimensioned diagram showing how pieces of electrical equipment are connected
- Simplification of actual system
- Equipment is shown as boxes, circles and other simple graphic symbols
- Symbols should follow ANSI or IEC conventions

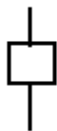






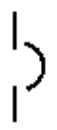




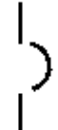




1-Line Symbols [1]

Item	ANSI			IEC			
	Symbol	Alternate		Symbol	Alternate		
Generator							
Motor							
							
					Synchronous	Induction	
Two Winding Transformer							
		LTC	LTC		LTC		

1-Line Symbols [2]

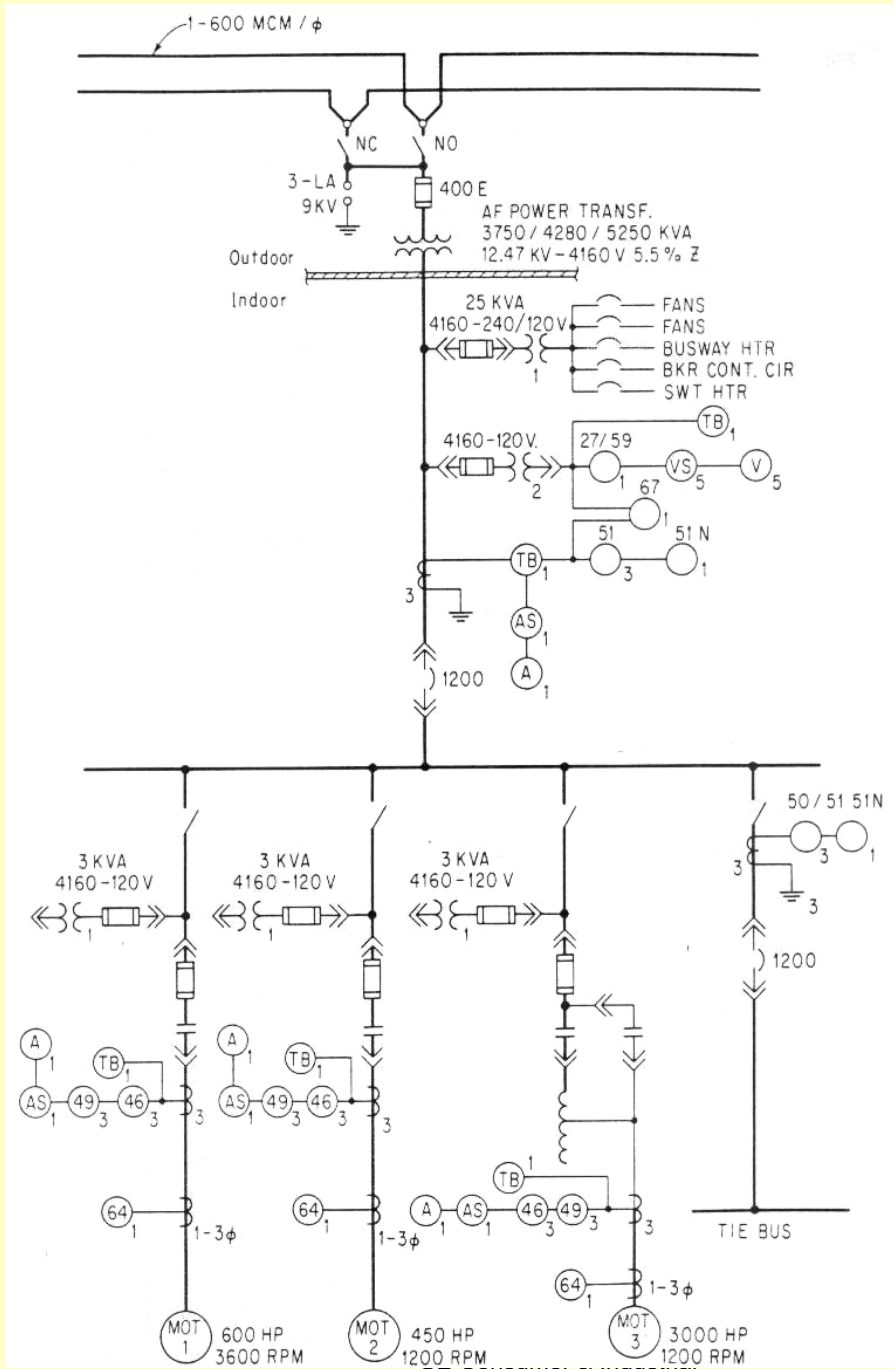
Item	ANSI		IEC	
	Symbol	Alternate	Symbol	Alternate
Three Winding Transformer		  LTC		 LTC
Resistor				
Capacitor				 
Reactor		 Iron Core	 Tapped	  Tapped

1-Line Symbols [3]

Item	ANSI		IEC	
	Symbol	Alternate	Symbol	Alternate
High Voltage Breaker		 Drawout  Fixed		  
Low Voltage Breaker		 Drawout  Network Protector  Series Trip  Thermal Overload		 Drawout   Series Trip  Thermal Overload

1-Line Symbols [4]

Item	ANSI		IEC	
	Symbol	Alternate	Symbol	Alternate
Switch		 NO NC Double Throw Fused Switch		 NO NC
Contactor		 Fused Thermal Overload		 Fused Thermal Overload
Fuse		 Drawout		

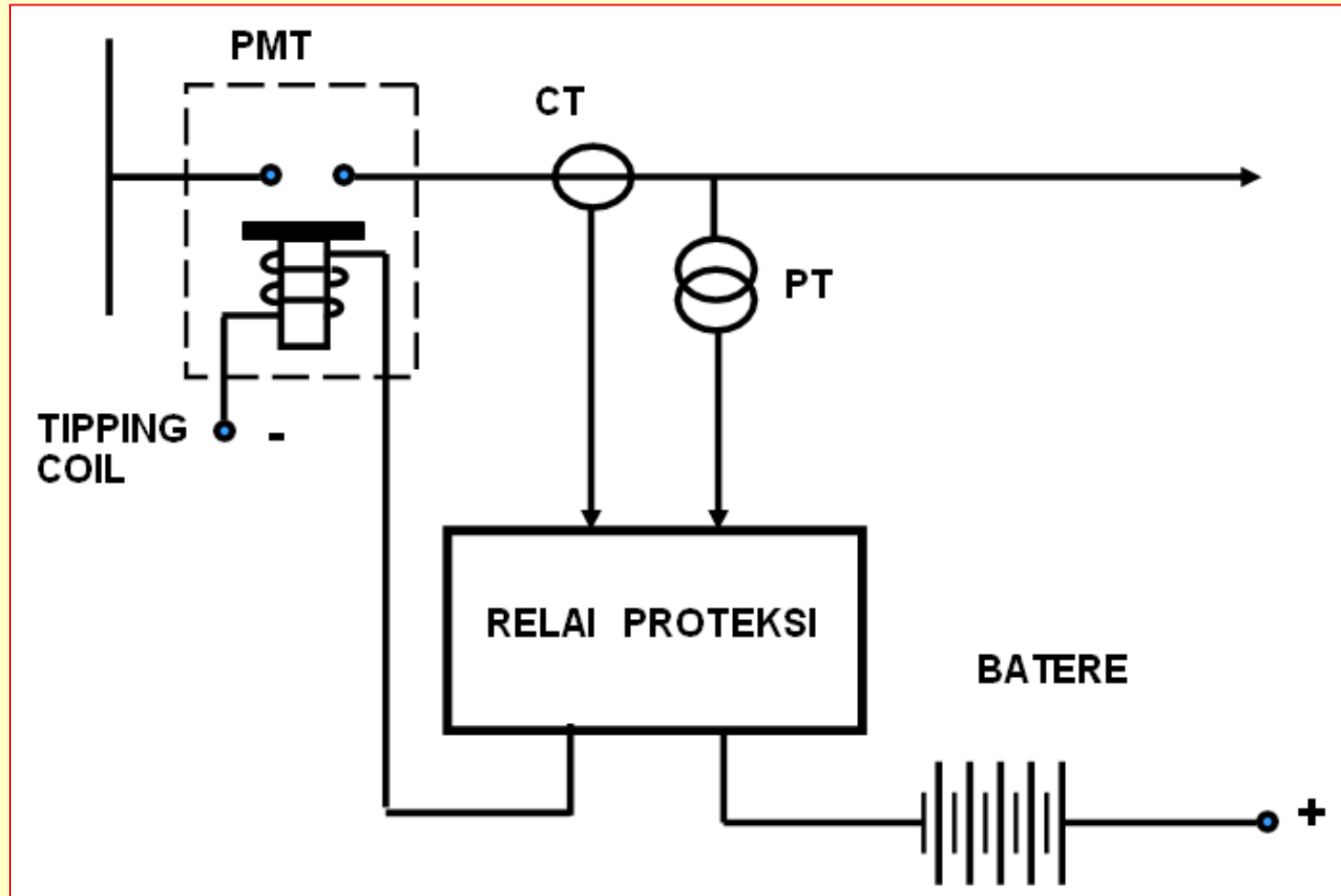


1-Line [1]

Komponen-Komponen Sistem Proteksi

1. Circuit Breaker (CB, atau PMT)
2. Relay
3. Trafo arus (CT)
4. Trafo tegangan (PT)
5. Kabel kontrol
6. Supplay (batere)

Diagram rangkaian sistem proteksi



Difinisi dan istilah-istilah dalam sistem proteksi

Protective Relay yaitu: suatu peralatan yang digunakan untuk mengamankan sistem tenaga untuk pengoperasian sinyal alarm pada kondisi gangguan atau pada kondisi tidak normal.

Auxiliary Relay yaitu suatu rele yang operasinya dalam merespon membuka atau menutup dari operasi rangkaian membantu rele lain dari penampilan fungsinya. Rele ini bekerjanya instantenous (sesaat)

Burden yaitu, rele bekerja berdasarkan beban dan Rele ini menggunakan besaran arus dan tegangan (VA) yang dihasilkan oleh trafo arus dan trafo tegangan atau impedansi.

Protective Gear yaitu, peralatan termasuk relay pengaman, transformator, dan peralatan-peralatan bantu untuk digunakan pada sistem proteksi.

Protective System yaitu. kombinasi dari protective gear didesain untuk aman pada kondisi yang ditetapkan sebelumnya.

Protective Scheme. yaitu, susunan dari koordinasi untuk pengamanan dari system tenaga listrik .

Blocking yaitu, mencegah rele untuk bekerja, itu adalah memiliki sifat sendiri dan ini merupakan rele tambahan.

Pickup yaitu, suatu rele dikatakan pickup apabila terjadinya pertukaran posisi normal ke posisi bekerja atau proses relay bekerja sampai ke proses pemutusan system

Dropout or reset yaitu, suatu rele drop out ketika bergerak dari posisi hidup ke posisi tidak bekerja.

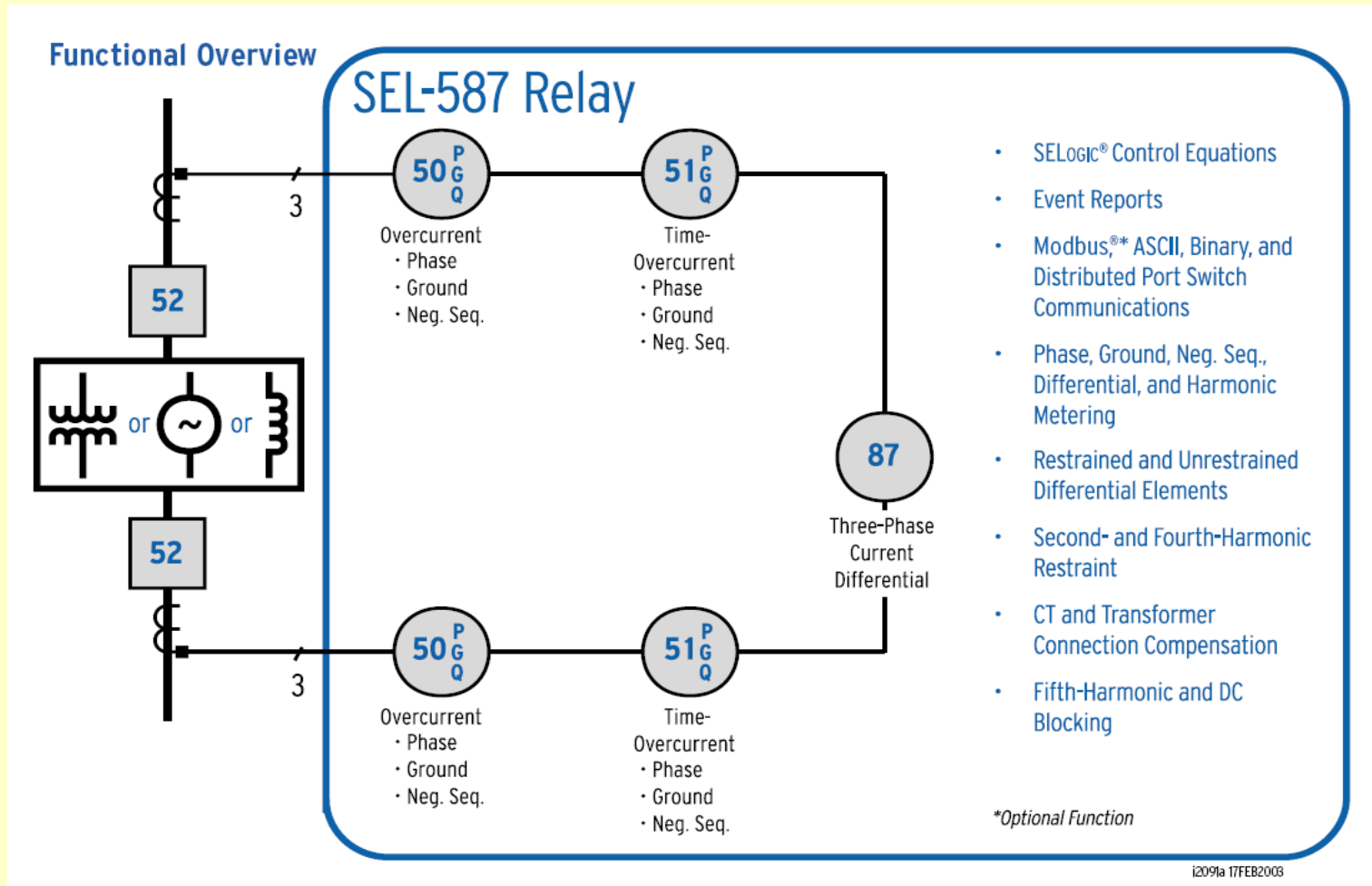
Penomoran peralatan pada sistem proteksi

2	Time delay starting ,or closing relay
21	Distance relay
25	Synchronizing, or synchronism-check, device.
27	Undervoltage relay
30	Annunciator relay
32	Directional power relay
37	Undercurrent or underpower relay
46	Reverse-phase or phase balance current relay
49	Machine, or transformer, thermal relar
50	Instantaneous overcurrent, or rate-of rise, relay
51	AC time over current relay
52	AC Circuit Breakers
55	Power Faktor relay
59	Over voltage relay
60	Voltage balance relay
61	Current balance relay
64	Ground foul protective relay

Penomoran peralatan pada sistem proteksi (*lanjutan*)

67	AC directional over current relay
68	Blocking relay
76	DC over current relay
78	Phasa angle measuring, or uot-of step protective relay
79	AC reclosing relay
81	Freguensi relay
83	Automatic selective control, or transfer, relay
85	Carrier, or pilot wire, receiver relay
86	Locking out relay
87	Differential Protective relay
92	Voltage and power directional relay

Contoh pemakaian penomoran dalam sistem proteksi



Terima Kasih